

PEMANFAATAN TEKNOLOGI 3D PRINTING DENGAN MENGUNAKAN FILAMEN POLYLACTIC ACID PADA LEMBARAN TEKSTIL

Azka Jauhara Nafisah¹, Aldi Hedrawan² dan Prafitra Vinani³

^{1,2,3}Prodi Kriya Tekstil Mode, Fakultas Industri Kreatif, Universitas Telkom, Jl. Telekomunikasi No. 1, Terusan
Buah Batu, 40257

azkanafisah@student.telkomuniversity.ac.id¹, aldivach@student.telkomuniversity.ac.id²,
viniani@student.telkomuniversity.ac.id³

Abstrak : Teknologi *3D printing* merupakan teknologi percetakan yang awalnya dikenal dengan *additive manufacturing* yang mengacu pada proses pembuatan produk dengan mencetak objek 3D secara per bagian lapisan yang menyatu. Dengan berkembangnya industri kreatif seperti *fashion* mulai mengaplikasikan *3D printing* dalam pembuatan karya, salah satunya mencetak langsung pada lembaran tekstil yang masih terbatas dilakukan. Terdapat potensi untuk mengembangkan eksplorasi *3D printing* pada tekstil untuk diaplikasikan ke produk *fashion* menggunakan filamen yang sudah umum digunakan yaitu *Polylactic acid*. Tujuan dari penelitian adalah melakukan eksplorasi *3D printing* pada beberapa jenis lembaran tekstil untuk menentukan hasil yang sesuai, dilakukan dalam beberapa tahap dari mengenal karakteristik material sampai mengembangkan motif *3D printing*. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif dengan pengumpulan data dari studi literatur, observasi dan wawancara untuk memperoleh data *3D printing secara keseluruhan*. Proses mencetak diatas kain dilakukan dengan mencetak lapisan filamen tipis kemudian diletakkan kain diatasnya dan lanjut proses *print*, sehingga kain berada diantara lapisan filamen. Selanjutnya lembaran tekstil dengan eksplorasi *3D printing* terpilih akan diaplikasikan dalam alternatif sketsa produk *fashion*. Sketsa yang terpilih kemudian di produksi dengan menempatkan lembaran eksplorasi *3D printing* pada produk pakaian.

Kata kunci: teknologi *3D printing*, tekstil, *fashion*

Abstract : *3D printing* is a printing technology that was originally known as *additive manufacturing* which refers to a process of printing 3D objects through layer by layer until the object unified. With the growth of creative industries such as *fashion* started to apply *3D printing* in the creation of designs, one of which is printing directly on textile surfaces that still limited. The method used for this research is qualitative by collecting data from literature studies which are used as the basis of research using books and journals, direct observation, interview to obtain data about *3D printing* from the process to the finished product. Exploration of *3D printing* on several different textile fabric to determine the optimal result, explorations are being done in several stages from understanding the material characteristic to develop the *3D printing* pattern. The printing process is done by printing a thin layer and then placing it on top and continuing the printing process, so that the fabric is placed between the layers of filaments. Furthermore, textile fabric with selected *3D printing* exploration will be applied *fashion* sketches alternative. Then the selected sketches is being produced with applied exploration on apparel product.

Keywords: *3D printing* Technology, Textile, Fashion

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi berkembang sangat cepat dalam beberapa tahun terakhir, salah satunya dalam industri percetakan. Mesin percetakan sudah sangat canggih dan bertransformasi dengan inovasi pengaplikasian cetak yang lebih beragam, salah satunya adalah teknologi *3D Printing*. Teknologi *3D printing* yang digunakan saat ini adalah *SLA*, *Selective Laser Sintering (SLS)*, and *Fused Deposition Modeling (FDM)*. (Alsabhi, 2020). *3D Printing* digunakan oleh banyak industri, mulai dari alat medis, arsitektur, sampai aplikasi dalam bidang akademik. *3D printing* memiliki batasan dalam pengulangan cetaknya, dimana beberapa bagian akan menghasilkan sedikit bentuk yang berbeda karena proses pendinginan. *3D printing* juga sudah pernah digunakan untuk memproduksi rekarakit tekstil seperti lembaran tenun atau rajut dari *3D printing* namun belum nyaman digunakan untuk sehari – hari. (Pei et al., 2015). Selain itu juga penelitian terlebih dahulu yang mengaplikasikan 3D printing di atas lembaran kain menggunakan variasi filamen seperti *PLA (Polylactic Acid)*, *Nylon*, *TPU (Thermoplastic Polyurethane)* dan *ABS (acrylonitrile butadiene styrene)* dengan teknologi *FDM*. *Fused Deposition Modeling (FDM)* melibatkan proses melelehkan dan ekstrusi material termoplastik seperti filament pada suhu tertentu dengan desain dari *software computer aided design (CAD)*. (Alsabhi, 2020)

Dari penelitian sebelumnya, tahapan eksplorasi dilakukan sampai lembaran tekstil yang sudah dicetak filamen *3D printing* di atas kain. Kain yang digunakan dari penelitian terdahulu adalah kain poliester dan kain organik wol dengan uji coba dari segi ketahanan ikatan kain, dan pencucian. Pada hasil akhirnya filamen yang paling optimal dicetak diatas kain adalah filamen dengan jenis *Polylactic Acid (PLA)*. Selain itu disimpulkan juga bahwa aplikasi dalam produk *fashion* khususnya diatas lembaran tekstil belum banyak dilakukan. (Alsabhi, 2020). Sehingga bisa dicari lagi aplikasi yang dapat dilakukan dengan 3D printing diatas kain, misalnya produk seperti apa yang sesuai dengan material dan teknik *3D printing*. Kemudian penulis juga mencari tahu eksplorasi yang dapat dikembangkan lagi dengan

desain motif *3D print* dengan dicetak diatas kain. Dari penelitian sebelumnya dan kemungkinan yang dapat dilakukan penulis terinspirasi untuk melakukan eksplorasi dan mencari tahu hasil eksplorasi yang paling optimal dan diaplikasikan pada produk *fashion*.

Penelitian ini akan dilakukan dengan metode kualitatif. Metode kualitatif dengan menggunakan pengumpulan data berupa studi literatur, eksplorasi dan observasi. Eksplorasi terhadap aplikasi *3D Printing* diatas lembaran tekstil dari jenis filamen *PLA*. Eksplorasi dilakukan untuk mencoba *3D printing* dalam jenis kain *polyester* dan organik yang tersedia di Indonesia. Hasil akhir yang ingin dicapai adalah eksplorasi *3D printing* pada kain yang dapat direkomendasikan aplikasinya dalam produk *fashion*.

METODE PENELITIAN

1. Studi Literatur

Penulis menggunakan beberapa website, jurnal, dan buku sebagai data awal pada penelitian ini. Jurnal yang digunakan salah satunya adalah "*3D Printing on the Textile Fabrics Randa final submit*" Oleh Randa Alsabhi.

2. Observasi

Penulis melakukan observasi langsung ke tempat usaha *3D printing* *3D Extrude ID Bandung*. Observasi dilakukan secara langsung untuk melihat. Informasi yang didapatkan ialah seputar bagian mesin *3D Printing*, Filamen yang tersedia, cara kerja juga mesin yang digunakan, pengaturan yang digunakan, dan proses percetakan.

3. Wawancara

Penulis melakukan wawancara daring dengan desainer produk yang membuat modul *3D* untuk produk *fashion* sebagai *embellishment* dan aksesoris.

4. Eksplorasi

Penulis melakukan tiga tahap eksplorasi, yaitu :

- Eksplorasi Tahap Pertama

Pada eksplorasi tahap awal ini bertujuan untuk mengenal karakter teknik *3D printing*

menggunakan filamen PLA pada kain organik juga *polyester*. Eksplorasi dilakukan dengan membandingkan pengaturan *3D print* pada enam jenis kain yang berbeda, mulai dari pengaturan temperatur, ketebalan filamen, sampai jarak *nozzle* print ke kain.

- Eksplorasi Tahap kedua

Dari hasil eksplorasi tahap pertama yang paling optimal kemudian akan dilanjutkan pada eksplorasi tahap kedua. Eksplorasi lanjutan dilakukan diatas kain dengan filamen paling kuat dan sesuai, eksplorasi mulai mengeksplor bentuk – bentuk motif geometris dan komposisi untuk *3D print*.

- Eksplorasi Tahap ketiga

Pada tahap ini bentuk motif pada eksplorasi yang paling optimal akan dilanjutkan dalam komposisi motif. Hasil eksplorasi akan diaplikasikan pada produk akhir penelitian.

HASIL DAN DISKUSI

1. Eksplorasi

- Eksplorasi awal

Pengaturan yang digunakan untuk mencetak filamen PLA untuk setiap tahap eksplorasi sama, yaitu :

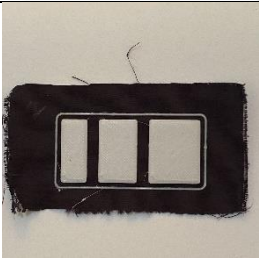
Temperatur *nozzle* : 215° C

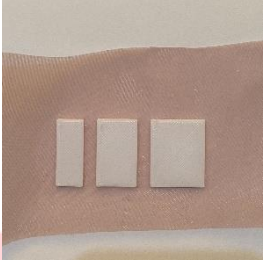
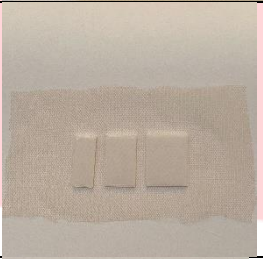
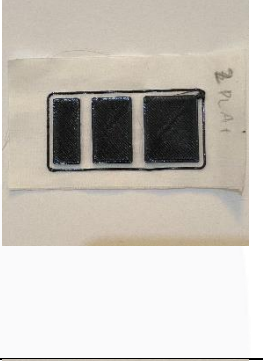

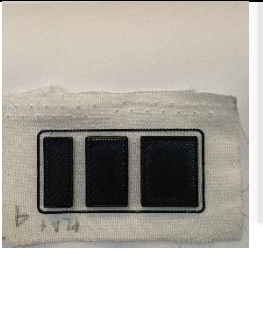
Temperatur *print bed* : 60° C

Printing Speed : 80 mm/s

Filament flow : 100 mm/s

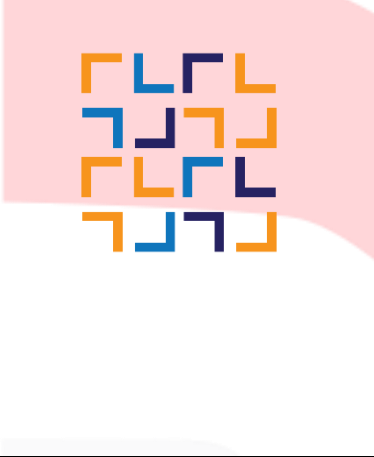


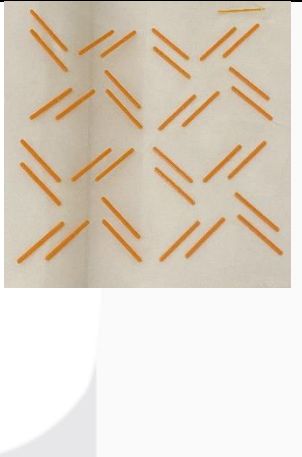
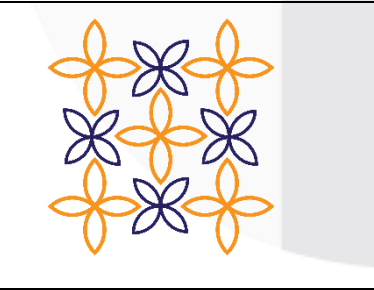
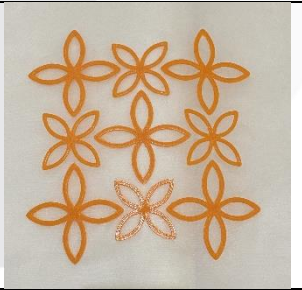
Tabel 1 Eskplorasi


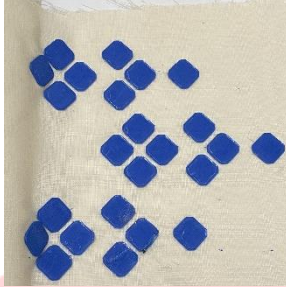
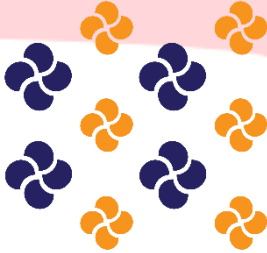
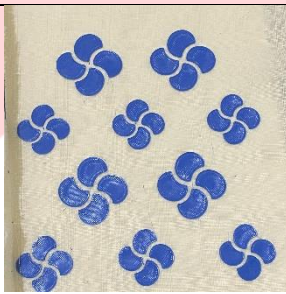

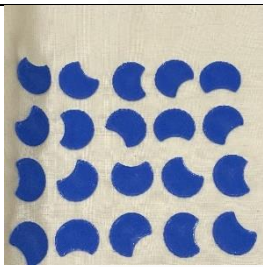
Kain	Material	Hasil eksplorasi
	Kain katun organik (lyco poplin, 100% organik), Filamen PLA	pada kain organik ini hasil yang paling optimal adalah di ketebalan 0,4 m karena filamen tidak lepas saat ditarik. Namun dengan ketebalan itu filamen menjadi lebih berat untuk lembaran kain. Tekstur filamen kuat dan kaku.

	<p>Kain Organza (100% polyester), Filamen PLA</p>	<p>kain dan filamen terikat kuat, tidak lepas jika ditarik bagian filamennya, tekstur filamen kuat dan kaku, hasil lebih optimal dengan ketebalan 0,2 mm karena tidak berat untuk kain transparan seperti organza.</p>
	<p>Kain Tulle (100% Polyester), Filamen PLA</p>	<p>kain dan filamen terikat kuat, tidak lepas jika ditarik bagian filamennya, tekstur filamen kuat dan kaku, hasil lebih optimal dengan ketebalan 0,2 mm karena tidak berat untuk kain transparan seperti tulle.</p>
	<p>Kain cotton rich (55% polyester dan 45% katun), Filamen PLA</p>	<p>filamen tidak kuat menempel diatas kain, mudah lepas, tekstur filamen kuat dan kaku, hasil lebih optimal dengan ketebalan 0,2mm karena tidak berat dan dapat memberikan efek tekstur. Kemungkinan filamen tidak terlalu menempel dikarenakan serat kain yang terlalu padat.</p>
	<p>Kain peslin (polyester linen, 100% polyester) , Filamen PLA</p>	<p>kain linen polyester ini memiliki keterikatan paling kuat untuk kain solid di setiap ketebalannya, kemungkinan disebabkan oleh tekstur kain yang memiliki serat sedikit renggang dan menyebabkan filamen lebih menempel. Tekstur filamen kuat dan kaku.</p>
	<p>Kain Denim look (60 % polyester dan 40 % katun), Filamen PLA</p>	<p>kain denim look merupakan kain paling tebal yang digunakan, hasil yang paling optimal adalah di ketebalan 0,4 m karena filamen sulit terlepas saat ditarik. Namun dengan ketebalan itu filamen menjadi lebih berat untuk lembaran kain. Tekstur filamen kuat dan kaku.</p>

Sumber : Dokumentasi pribadi, 2022

Tabel 2 Eskplorasi lanjutan



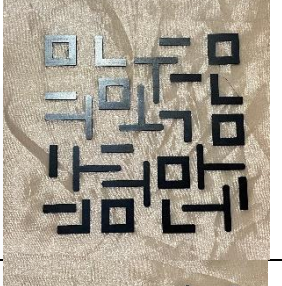

Komposisi motif	Hasil eksplorasi	Analisis hasil eksplorasi
Kain Organza		
		<p>menggunakan modul garis dan komposisi paling renggang, mendapatkan hasil paling optimal karena kain ringan masih memiliki fleksibilitas walaupun modular berbentuk garis yang kaku.</p>
		<p>menggunakan modul garis dan komposisi paling renggang, mendapatkan hasil paling optimal karena kain ringan masih memiliki fleksibilitas walaupun modular berbentuk garis yang kaku.</p>
		<p>Komposisi ini paling padat untuk kain organza dan hasilnya kain jadi terlalu kaku dan tidak bisa bergerak.</p>
Kain Poliester linen		

		<p>Hasil cetak komposisi tidak terlalu berat namun karena letak modular tidak merata diseluruh permukaan kain dalam posisi vertikal kain menjadi berat sebagian.</p>
		<p>Komposisi modular ini juga berat jatuhnya di kain karena bentuk modular yang cukup besar dan memenuhi kain, beberapa bentuk juga ada yang hamper terlepas dari kain.</p>
		<p>Hasil pada eksplorasi ini paling berat sehingga kain sulit untuk bisa dilihat dalam posisi vertikal. Beberapa bentuk ada yang dapat terlepas jika ditarik.</p>

Sumber : Dokumentasi pribadi, 2022

Tabel 3 Eskplorasi akhir

Eksplorasi	Alat dan Bahan	Teknik/Proses Eksplorasi	Analisa Hasil Eksplorasi
------------	----------------	--------------------------	--------------------------

	- Kain Organza (100% Polyester), - Filamen PLA hitam	Proses eskplorasi masih sama dengan sebelumnya, dimana filamen dicetak terlebih dahulu (menempel dengan <i>print bed</i>) kemudian kain di atasnya dijepit dengan penjepit kertas. Perbedaan untuk eskplorasi terakhir adalah ketebalan filamen, bagian bawah kain yang menempel dengan <i>print bed</i> lebih tebal dibandingkan bagian atasnya dan kain juga dibalik dikarenakan permukaan kain bagian bawah lebih rapih dan rata.	komposisi 1 : Hasil printing sesuai dengan desain, komposisi lebih padat di bagian tengah dan sedikit kaku
	- Kain Organza (100% Polyester), - Filamen PLA hitam		Komposisi 2 : Hasil printing sesuai dengan desain, komposisi sedikit lebih padat namun tetap ringan
	- Kain Organza (100% Polyester), - Filamen PLA hitam		Komposisi 3 : Hasil printing sesuai dengan desain, komposisi lebih padat di seluruh bagian dan sedikit kaku
	- Kain Organza (100% Polyester), - Filamen PLA hitam		Komposisi 4 : Hasil printing sesuai dengan desain, komposisi modul renggang dan hasil lebih fleksibel juga ringan

Sumber : Dokumentasi pribadi, 2022

Dalam beberapa tahap eskplorasi, eskplorasi awal menunjukkan hasil yang paling optimal adalah dengan filamen yang tidak terlalu tebal dan juga kain dengan kerapatan serat yang renggang sehingga filamen dapat menempel dengan baik diatas kain. Dari semua hasil eskplorasi lapisan teratas filamen memiliki tekstur yang kasar dan kurang rapih, sedangkan bagian bawah kain yang menempel dengan *print bed* memiliki permukaan yang halus. Pengaplikasian *3D printing* diatas kain dapat dibalik untuk menunjukkan bagian bawah kain yang lebih rapih

dan halus.

Produk fashion yang dapat menggunakan kain dengan eksplorasi *3D printing* dapat berupa pakaian berbahan organza karena hasil *3D print* yang paling kuat dan ringan. *3D printing* diatas kain menjadi *embellishment* pada produk *fashion* pakaian. Dengan potongan lembaran eksplorasi yang kecil, untuk produk pakaian dapat menggunakan lembaran – lembaran eksplorasi sebagai aksen dalam pakaian sehingga *detail 3D printing* dapat terlihat lebih dominan dalam satu *look*.

2. Deskripsi Konsep

Dari penelitian sebelumnya, penulis melanjutkan eksplorasi *3D printing* diatas kain dengan hasil akhir produk *fashion* pakaian. Siluet pakaian terinspirasi dari beberapa referensi trend dari *Pop Fashion* dan *Indonesia Trend Forecasting 23/24*. Dari sumber *Pop Fashion* dijelaskan mengenai tren untuk *pattern womeswear*, yaitu *geo feel* yang menggambarkan kesan geometris dalam bentuk abstrak yang dibuat oleh seniman seperti Marcello Velho. Bentuk geometris lain yang dijelaskan dalam tren adalah *simple T-shapes*, bentuk huruf T merupakan salah satu bentuk umum pada motif pakaian. Bentuk huruf T dalam motif terbentuk dari garis – garis yang digabungkan dan menghasilkan visual motif yang *clean* dan minimalis.

Konsep koleksi juga mengambil tren dari *Indonesia Trend Forecasting 23/24*, yaitu *co-exist*. *Co-exist* menjelaskan berbagai ketidakpastian dalam kehidupan dengan tetap kreatif dengan apa yang dimiliki. Kunci utama dari trend *co – exist* adalah kesadaran bahwa manusia tidak mungkin hidup sendiri melainkan berdampingan. Setelah masa pandemi, pola pikir masyarakat terbagi dalam beberapa persepsi dalam bentuk sub tema dari *co – exist* salah satunya *the self improvers*.

Sub tema *Self improvers* menggambarkan kaum muda yang tumbuh di era digital, dimana ada realita baru yang melampaui keterbatasan dunia nyata,

Menggabungkan realita dengan teknologi digital. Sub tema dari self – improvers adalah *tech paradox* yang memiliki keyword *Enigmatic*, *Ambivalent* dan *edgy*. Style yang digunakan menunjukkan keanehan dalam berbusana yang berbeda dengan tampilan sehari – hari. Tampilan dari tema ini menggabungkan unsur siluet, warna, detail, material dan struktur dari teknologi sehingga dapat dihubungkan dengan penelitian penulis yaitu menghubungkan teknologi dan produk *fashion* pakaian.

3. Konsep Imageboard



Gambar 1 Imageboard
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

Koleksi diberi judul *Discovery* dikarenakan dalam pembuatan karya dari awal, penemuan kebaruan dalam bidang teknologi dan seni terutama kriya menjadi *highlight* dalam penulisan. *Imageboard* merupakan gabungan dari konsep tren dan juga inspirasi untuk motif geometris yang akan dibuat. Secara keseluruhan koleksi ini merupakan adaptasi dari teknologi, tren *tech paradox* dan motif geometris. Pada *imageboard* terdapat motif geometris yang mendapatkan inspirasi dari trend *geo feel* dan *T-shape* geometri juga tambahan inspirasi dari gaya seni *abstraction geometry*, yaitu bentuk geometris gabungan beberapa bentuk dengan komposisi abstrak. Motif pada koleksi ini merupakan bagian inti dari penelitian yaitu menggunakan *3D printing*, dan diaplikasikan pada produk

fashion pakaian dengan *style* yang menunjukkan siluet eksploratif seperti potongan simetris maupun asimetris. Tampilan pada koleksi juga dilengkapi banyak detail sebagai aksen tiap potongan pakaian..

4. Desain Produk

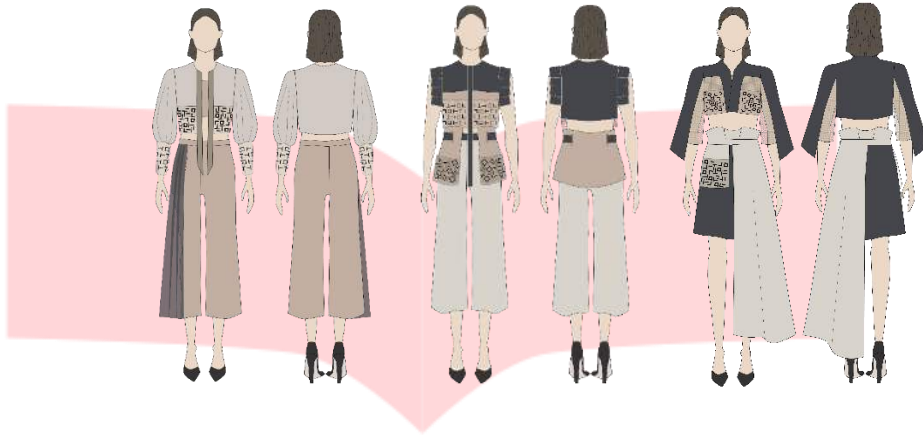
A. Sketsa Produk

Dalam tahap perancangan produk, penulis membuat sketsa awal berupa 15 alternatif desain dengan hasil eksplorasi terpilih yang menjadi *point of interest* dalam setiap *look*. Kategori produk yang ditampilkan merupakan pakaian dengan siluet kontemporer berdasarkan konsep desain dan trend fashion 22/23.



Gambar 2 Sketsa awal
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

Dari sketsa awal terpilih 3 sketsa yang akan di produksi dengan potongan pakaian berupa outer, rok, obi dan celana.



Gambar 3 Sketsa terpilih
Sumber: : Dokumentasi Penulis, 2022

B. Proses Produksi

1. Desain motif 3D printing

Penulis membuat variasi komposisi motif dalam bentuk dua dimensi terlebih dahulu. Motif yang terpilih kemudian di konversikan menjadi model desain 3D dengan format *file stl* oleh drafter menggunakan aplikasi blender dan siap untuk dicetak menggunakan *3D printing*.

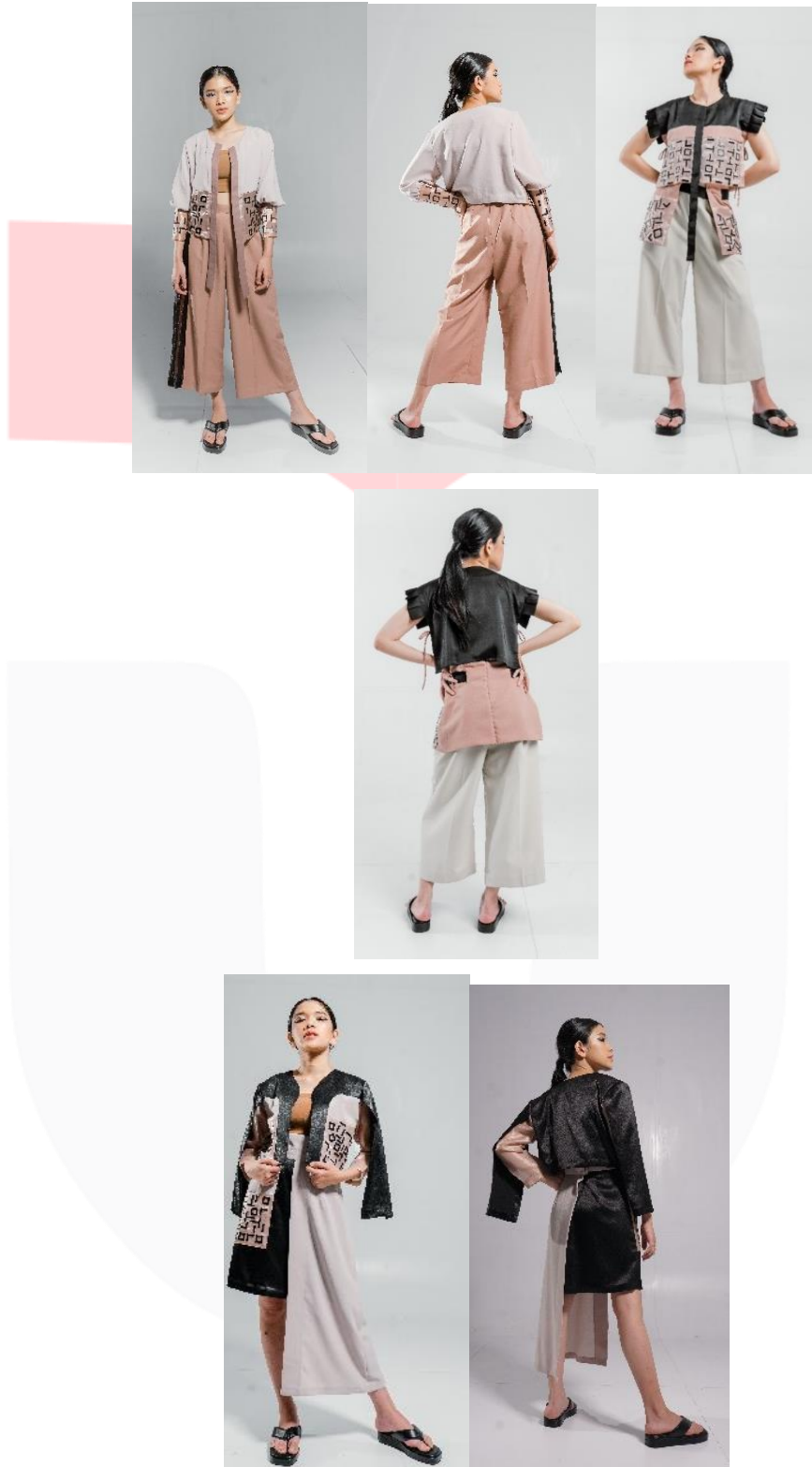
2. Proses 3D printing

proses *3D printing* sama yaitu dengan mencetak lapisan dibawah terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan menaruh kain diatasnya untuk mencetak secara langsung. Alat tambahan yang digunakan untuk menahan kain agar tidak berpindah menggunakan magnet dan penjepit kertas

3. Proses pembuatan pola & jahit

Proses pembuatan pola dan pemotongan kain sebelum dijahit. Menyatukan bagian eksplorasi dengan pola yang sudah dipotong.

C. Produk Akhir



Gambar 4 Sketsa terpilih

Sumber: : Dokumentasi Penulis, 2022

KESIMPULAN

Proses pencetakan *3D printing* pada umumnya dimulai dengan membuat model desain 3D menggunakan *software* desain 3D seperti blender. Kemudian model tersebut disimpan dalam format dan pengaturan tertentu dan dicetak dengan mesin *3D printing*. Teknologi yang digunakan adalah *fused deposition modelling* yaitu dengan mencetak filament diatas print bed dengan temperatur tertentu agar filamen meleleh dan membentuk desain dari model 3D. Dari beberapa tahapan eksplorasi yang sudah dilakukan, penulis menggunakan filamen *polylactic acid* untuk mencetak langsung diatas kain. Kain yang digunakan beragam dari *polyester*, organik dan campuran untuk menentukan material kain yang paling sesuai dengan filamen *polylactic acid*. Proses mencetak filamen *3D printing* diatas lembaran tekstil hampir sama dengan mencetak secara langsung, perbedaannya adalah saat mencetak filamen dicetak tipis terlebih dahulu untuk bagian bawa kain kemudian kain diletakan diatas filament dan proses mencetak dilanjutkan. Posisi kain berada diantara *layer* filamen.

Hasil yang didapatkan dari keseluruhan eksplorasi *3D printing* memiliki kelebihan dan kekurangan sehingga dapat menjadi pertimbangan untuk eksplorasi *3D printing* kedepannya. Untuk hasil yang optimal adalah dengan material kain organza dan ketebalan filamen 2mm. Motif *3D printing* yang dikembangkan adalah variasi motif geometris dari bentuk dasar seperti garis dan di komposikan dalam motif *abstraction geometry*. Kelebihan mencetak *3D printing* diatas kain adalah hasil cetak yang dapat menyesuaikan model desain 3D sehingga tidak ada sisa bahan dan hasilnya lebih presisi. Selain itu kekurangannya adalah ada beberapa modular yang terlalu besar ukurannya lebih beresiko untuk gagal, kemudian desain hasil *3D printing* belum terlalu signifikan terlihat bedanya dari teknik lain.

Dalam proses perancangan produk fashion, penulis membuat motif desain *3D*

printing dan juga model 3D terlebih dahulu. Penulis membatasi ukuran motif dalam bidang persegi menyesuaikan ukuran *print bed* mesin, sehingga proses mencetak dapat selesai lebih cepat dan sketsa desain produk dapat menyesuaikan ukuran hasil eksplorasi. Untuk mendapatkan look *3D printing* yang dominan, penulis menempatkan eksplorasi pada bagian badan dan lengan pakaian pada alternatif sketsa. Koleksi pakaian juga bertema teknologi dan geometris berdasarkan acuan tren. Produk *fashion* di rekomendasikan untuk menggunakan *3D printing* dapat menyesuaikan desain motif *3D printing* dan material kain, penulis membuat produk pakaian karena untuk pakaian masih sedikit yang mengaplikasikan.

Secara keseluruhan dengan kondisi saat ini, dimana *3D printing* masih belum umum digunakan untuk melanjutkan eksplorasi tidak di rekomendasikan di karenakan jasa *3D printing* yang sangat mahal sehingga belum setimpal jika hasil *3D printing* belum terlalu eksploratif dan terlihat beda dengan teknik biasa. Namun jika sudah menguasai desain model 3D dan mesin *3D printer* sudah banyak digunakan bisa dilanjutkan kedepannya dengan desain 3D yang lebih rumit menggunakan variasi filamen lain.

DAFTAR PUSTAKA

Jurnal

Alsabhi, R. (2020). *3D Printing on Textile Fabrics Based on Material Extrusion*

RANDA ALSABHI.

Elizabeth, M., & Bharat, R. (2015). *3dppicmet. 2015 Proceedings of PICMET '15: Management of the Technology Age.*

Ikhsanto, L., & Zainuddin. (2020). Analisa Kekuatan Bending Filamen ABS dan PLA pada hasil 3D Printer dengan variasi suhu Nozzle. *Jurnal Imiah Teknik Mesin*, 21(1), 9–17. <http://etd.eprints.ums.ac.id/14871/>

Pei, E., Shen, J., & Watling, J. (2015). Direct 3D printing of polymers onto textiles:

Experimental studies and applications. *Rapid Prototyping Journal*, 21(5), 556–571. <https://doi.org/10.1108/RPJ-09-2014-0126>

Spahiu, T., Canaj, E., & Shehi, E. (2020). 3D printing for clothing production.

Journal of Engineered Fibers and Fabrics, 15(August), 0–8.

<https://doi.org/10.1177/1558925020948216>

Suharjanto, G., & Adi, J. P. (2022). Design and manufacture of polylactic acid (PLA) filament storage for 3-dimensional printing with composite material. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 998(1).

<https://doi.org/10.1088/1755-1315/998/1/012028>

Widiandari, A., Ramadhan, M. S., Viniani, P., & Telkom, U. (2021).

Pengembangan Teknik Block Printing Dengan Memanfaatkan Filamen Polylactic Acid 3D Printing. 8(6), 3949–3959.

Buku

Fuentes, L. (. (2021). *ALL3P*. Retrieved from ALL3DP Web Site:

<https://all3dp.com/>

Jones, S. J. (2011). *Fashion Design*. London: Laurence King.

Koester, A. W., & Bryant, N. (1991). *Fashion Terms and Styles for Women's Garment*. OREGON STATE UNIVERSITY EXTENSION SERVICE.

Pendergast, S., Pendergast, T., & Hermsen, S. (2004). *Fashion, Costume, and Culture Clothing, Headwear, Body Decorations, and Footwear Through the Ages*. The Gale Group.

Redwood, B., Schöffer, F., & Garret, B. (2017). *The 3D Printing Handbook Technologies, design and applications*. Amsterdam, The Netherlands.

Waddell, G. (2004). *How Fashion Works Couture, Ready-to-Wear and Mass Production*. Blackwell Publishing.

Wilson, J. (2001). *Handbook of Textile Design Principles, Processes, and Practice*. Cambridge: Woodhead.

Website

Lindsay, Calum. (2020). "3D-printed fashion has no limitations of form and geometry".

www.dezeen.com Diakses pada 20 Juni 2022

Howarth, Dan. (2014). "Noa Raviv combines grid patterns and 3D printing for Hard copy fashion collection".

www.dezeen.com Diakses pada 23 Juni 2022

Fuentes, Lauren. (2021). "PLA vs PLA+/Plus Filament: The Differences".

<https://all3dp.com> diakses pada 26 Juni 2022