

PERANCANGAN *WORKSTATION 3D PRINTING*
DENGAN PENDEKATAN *TIME AND MOTION STUDY*
(Studi Kasus *Workstation 3D Printing Makerspace Telkom University*)

Afifah Muthia Zahrani¹, Yanuar Herlambang², dan Bintang Nugraha³

^{1,2,3} *Desain Produk, Fakultas Industri Kreatif, Universitas Telkom, Jl. Telekomunikasi No. 1, Terusan Buah Batu – Bojongsoang, Sukapura, Kec. Dayeuhkolot, Bandung, Jawa Barat, 40257*

afifahmzh@student.telkomuniversity.ac.id, yanuarh@telkomuniversity.ac.id,
bintangnugraha@telkomuniversity.ac.id

Abstrak: Teknologi *3D printing* berkembang pesat melalui metode *Additive Manufacturing (AM)*, yang memungkinkan pembuatan komponen berbasis model CAD dengan keunggulan fleksibilitas desain, personalisasi, presisi tinggi, serta efisiensi waktu dan biaya. Teknologi ini telah diterapkan di berbagai sektor, termasuk pendidikan dan industri, untuk mendukung inovasi dalam pembelajaran dan produksi. Telkom University menyediakan Makerspace sebagai pusat kreativitas mahasiswa dalam menggunakan *3D printing*. Namun, pengelolaan ruang kerja di Makerspace masih menghadapi kendala, seperti penyimpanan alat dan filamen yang tidak terorganisir, meja kerja yang kurang tertata, serta tata letak *workstation* yang kurang efisien. Penelitian ini bertujuan merancang *workstation 3D printing* yang lebih terstruktur dan efisien dengan fokus utama meliputi peningkatan pengelolaan alat dan bahan, optimalisasi penyimpanan filamen, serta perbaikan tata letak mesin untuk meningkatkan efisiensi kerja. Metode penelitian yang digunakan adalah *Mix Method*. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan studi literatur. Data dianalisis menggunakan *Time and Motion Study* dan analisis terhadap hasil wawancara. Perancangan *workstation* menggunakan metode SCAMPER dengan *framework Design Thinking*. Dengan pendekatan ini, dihasilkan rancangan *workstation* baru yang lebih terorganisir serta meningkatkan efisiensi kerja aktivitas *3D printing*.

Kata kunci: Pencetakan 3D, Stasiun Kerja, Makerspace, Fasilitas Publik, Studi Waktu dan Gerak.

Abstract: *3D printing technology is rapidly evolving through Additive Manufacturing (AM) methods, which enable CAD model-based component manufacturing with the advantages of design flexibility, personalization, high precision, and time and cost efficiency. This technology has been applied in various sectors, including education and industry, to support innovation in learning and production. Telkom University provides Makerspace as a center for student creativity in using 3D printing. However, the management of workspace in Makerspace still faces obstacles, such as unorganized storage of tools and*

filaments, less organized workbenches, and inefficient workstation layouts. This research aims to design a more structured and efficient 3D printing workstation with the main focus including improving the management of tools and materials, optimizing filament storage, and improving machine layout to increase work efficiency. The research method used is Mix Methode. Data was collected through observation, interviews, documentation, and literature studies. Data were analyzed using Time and Motion Study and analysis of interview results. The workstation design uses the SCAMPER method with the Design Thinking framework. With this approach, a new workstation design is produced that is more organized and increases the work efficiency of 3D printing activities.

Keywords: *3D Printing, Workstation, Makerspace, Public Facility, Time and Motion Study.*

PENDAHULUAN

Teknologi *3D Printing*, khususnya metode *Additive Manufacturing (AM)* telah mengalami kemajuan pesat di era modern. Keunggulannya terdapat pada fleksibilitas desain, kemampuan personalisasi, serta efisiensi dan presisi tinggi dalam produksi. Penggunaan teknologi ini telah diterapkan di berbagai sektor, termasuk Pendidikan dan industri. Salah satu contohnya adalah Universitas Indonesia yang mendirikan laboratorium Nano Device untuk menunjang penelitian dan pembelajaran di bidang teknologi nano serta semikonduktor (Fikih, 2024). Adapun penelitian yang dilakukan di SLB-A PRPCN Kota Palembang oleh (Arianti et al., 2023) berfokus pada pengembangan media pembelajaran matematika berbasis Arduino bagi siswa tunanetra. Sementara itu, di sektor industri, Adidas menerapkan teknologi *3D printing* untuk mencetak sol tengah sepatu dalam produksi sepatunya, *Futurecraft 4D*. Selain itu, Local Motors, perusahaan otomotif Amerika juga memanfaatkan *3D printing* dalam produksi mobil Strati dalam pencetakan *body* dan sasis mobilnya.

Tidak hanya dimanfaatkan di lingkup industri dan pendidikan formal, akses terhadap teknologi *3D printing* kini semakin mudah melalui fasilitas publik seperti Makerspace. Makerspace Telkom University merupakan salah satu fasilitas publik yang menyediakan akses terhadap teknologi *3D printing* untuk mendukung inovasi

dalam proses pembelajaran dan produksi. Namun berdasarkan hasil observasi, terdapat kendala dalam pengelolaan *workstation 3D printing* di Makerspace Telkom University, di antaranya (1) Peralatan pendukung tidak tertata dengan baik, seringkali berserakan dan jauh dari jangkauan, (2) Penyimpanan filamen belum optimal, antara filamen yang masih bisa digunakan & sudah tidak layak pakai bercampur, meningkatkan risiko kesalahan penggunaan, (3) Penyimpanan komponen pendukung kurang optimal, hanya disimpan di dalam kardus, (4) Meja kerja sering dipenuhi alat, bahan, dan limbah cetakan yang belum dibuang, (5) Tata letak ruang kurang efisien dengan hanya satu komputer untuk *software slicer*, sementara mesin *3D printing* ditempatkan mengelilingi meja kerja. Jika mesin yang digunakan berada jauh dari komputer, pengguna harus berpindah cukup jauh ketika membutuhkan akses ke komputer. Sedangkan, dalam merancang *workstation 3D printing*, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya adalah ukuran printer dan ruang yang dibutuhkan untuk proses pencetakan yang lancar, penyimpanan filamen harus terlindung dari kelembaban dan debu, dan ruang di sekitar meja harus dirancang untuk menampung komputer tambahan serta menyediakan penyimpanan alat dan keperluan lainnya agar kerapian dan efisiensi ruang terjaga (NIOSH, 2023).

Penelitian ini berfokus pada tahap pra-produksi dan pasca-produksi, di mana kedua tahap tersebut melibatkan sejumlah aktivitas penting, mulai dari menyiapkan objek hingga memastikan mesin siap untuk mencetak, dan pada tahap pasca-produksi mencakup berbagai proses *finishing*. Berbeda dengan tahap produksi, yang sebagian besar hanya melibatkan pemantauan proses cetak dan menunggu proses cetak selesai. Perancangan *workstation* ini dilakukan untuk meningkatkan efisiensi kerja melalui peningkatan pengelolaan ruang dan alat yang lebih terstruktur.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Mix Method*, sebuah pendekatan yang menggabungkan data kualitatif dan kuantitatif untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif. Menurut Creswell (2014), integrasi kedua jenis data ini memungkinkan analisis yang lebih mendalam dibandingkan jika hanya menggunakan salah satu pendekatan. Hal serupa disampaikan oleh Hakim Nasution et al., (2024), yang menyebutkan bahwa *Mix Method* menggabungkan teknik, metode, dan bahasa dari pendekatan kualitatif dan kuantitatif secara sistematis. Penelitian ini juga menggunakan metode studi kasus untuk mengeksplorasi fenomena secara mendalam dan memahami konteks yang sedang diteliti secara lebih menyeluruh

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini merupakan data primer dan data sekunder, di mana data primer di dapatkan melalui wawancara yang dilakukan secara terstruktur kepada staf dan peserta magang di Makerspace Telkom University yang terlibat dalam mengoperasikan *3D printing*, serta kepada beberapa pengguna *3D printing* di luar Makerspace Telkom University untuk memperoleh sudut pandang yang lebih luas. Kemudian, observasi dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu observasi langsung dan tidak langsung. Observasi langsung bertujuan untuk mendapatkan pemahaman mendalam mengenai tata letak alat dan bahan pendukung di *workstion 3D printing* Makerspace, sedangkan observasi tidak langsung dilakukan dengan menganalisis durasi aktivitas dari rekaman video menggunakan *Time and Motion Study*, dan kemudian dokumentasi yang dilakukan dengan memotret keadaan *workstation 3D printing* serta merekam proses *3D printing*. Sedangkan data sekunder di dapatkan melalui studi literatur.

Metode Perancangan

Penelitian ini menggunakan metode perancangan SCAMPER sebagai pendekatan utama untuk mengembangkan berbagai ide solusi desain berupa sketsa alternatif, yang diterapkan pada tahap *Ideate* dalam proses *Design Thinking* dengan kerangka kerja *Double Diamond*, di mana pendekatan ini berfokus pada pemahaman kebutuhan pengguna dengan dua cara berpikir utama, yaitu divergen dan konvergen. Setelah menghasilkan beberapa sketsa alternatif, dilakukan proses skoring. Ulrich & Eppinger (2016) menjelaskan 6 tahapan dalam proses skoring, yaitu penyusunan parameter, pemberian bobot dan nilai, perhitungan skor akhir, serta seleksi dan pengembangan desain. Desain terpilih kemudian divisualisasikan melalui *prototype* dan diuji melalui tahap *Test* untuk menilai efisiensi dan organisasi alat serta bahan. Dengan menggunakan pendekatan *Design Thinking*, diharapkan desain *workstation* yang dihasilkan mampu memenuhi kebutuhan pengguna dengan menciptakan tata letak yang lebih ergonomis, penyimpanan yang terstruktur, serta meningkatkan efisiensi alur kerja.

HASIL DAN DISKUSI

Proses Perancangan

No	Tahapan	Tujuan	Peralatan
1.	Merumuskan Kebutuhan Pengguna	Mengidentifikasi kebutuhan spesifik pengguna yang harus dipenuhi.	Alat tulis, laptop
2.	TOR	Memahami dan mendefinisikan batasan kebutuhan dalam perancangan <i>workstation 3D printing</i> .	Alat tulis, laptop
3.	SCAMPER	Digunakan mendapatkan ide sebagai solusi baru dari perancangan <i>workstation 3D printing</i> .	Alat tulis, laptop
4.	Merancang Sketsa Alternatif	Membuat sketsa alternatif produk <i>workstation 3D printing</i> .	Alat tulis, kertas, laptop
5.	Skoring	Menilai kesesuaian desain berdasarkan parameter yang telah ditentukan.	Alat tulis, kertas, laptop
6.	Memvisualisasikan desain dalam bentuk 3D	Membuat visualisasi 3D dari desain produk <i>workstation</i> .	Laptop
7.	Menyusun Gambar Kerja	Membuat gambar kerja dari produk <i>workstation 3D printing</i> yang berisi ukuran-ukuran dari produk tersebut.	Laptop
8.	Simulasi desain	Melakukan simulasi melalui peta aliran & diagram aliran untuk mengevaluasi efisiensi sistem dan alur kerja dalam desain yang dirancang.	Laptop

Gambar 1 Proses Perancangan

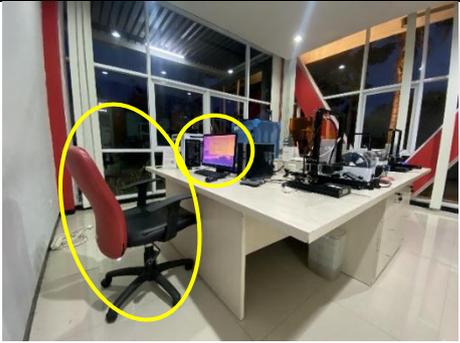
Sumber: Data Penulis, 2025

Emphatize

Tahap ini berfokus pada pengumpulan data untuk memahami kebutuhan serta kendala yang dialami pengguna *workstation 3D printing* di Makerspace Telkom University. Data diperoleh melalui proses observasi dan wawancara. Hasil dari tahap ini menjadi dasar dalam merumuskan permasalahan utama yang akan diselesaikan dalam tahap selanjutnya.

Hasil dari wawancara yang dilakukan kepada operator *3D printing* di Makerspace Telkom University adalah bahwa peralatan yang sering digunakan dalam aktivitas *3D printing* seperti spatula, tang potong, dan kikir kecil awalnya, disimpan rapi dalam *toolbox*, tetapi seiring waktu menjadi berantakan karena tidak ada sistem penyimpanan yang terorganisir. Filamen sisa beberapa meter dimanfaatkan untuk uji coba, namun sering bercampur dengan filamen yang masih layak pakai, menyulitkan identifikasi kondisi filamen, terutama karena warna yang serupa. Untuk memastikan kualitasnya, filamen harus dipotong terlebih dahulu.

Tabel 1 Observasi *Workstation 3D Printing Makerspace Telkom University*
Sumber: Data Penulis, 2025

No	Gambar	Keterangan
1.		<p>Komputer dan kursi operator ditempatkan di salah satu sisi meja kerja, sehingga operator perlu berpindah cukup jauh untuk mengakses komputer saat menggunakan mesin di sisi lain. Hal ini dapat memperlambat proses kerja dan menurunkan efisiensi operasional. Sementara itu, mesin <i>3D printer</i> disimpan mengelilingi meja kerja, memungkinkan akses yang mudah ke setiap mesin. Namun, tanpa sistem pengorganisasian yang teratur, terdapat risiko terganggunya pergerakan dan menumpuknya kabel</p>

No	Gambar	Keterangan
		<p>yang dapat berdampak pada kenyamanan dalam bekerja.</p>
2.		<p>Laci penyimpanan filamen sudah tersedia, dan disimpan dengan cara menumpuk di dalam masing-masing laci. Meskipun beberapa filamen masih ditemukan tersebar di atas meja kerja bersama dengan kardus dan sisa hasil cetak. Kondisi ini memperlihatkan kurangnya sistem pengelolaan filamen yang efektif, yang dapat memengaruhi kerapian ruang kerja serta kualitas filamen yang disimpan.</p>

No	Gambar	Keterangan
3.		<p>Meja kerja dipenuhi oleh filamen, alat finishing, dan sampah hasil cetak. Hal ini dapat menghambat alur kerja dan mengurangi ruang kerja yang tersedia.</p>
4.		<p>Laci untuk menyimpan peralatan sudah tersedia, tetapi beberapa alat masih diletakkan di atas meja atau di tempat lain. Selain itu, alat pendukung hanya disimpan dalam kardus, yang dapat mengurangi efisiensi kerja karena pengguna perlu meluangkan waktu lebih lama untuk mencari alat dan komponen yang dibutuhkan.</p>

No	Gambar	Keterangan
		

Berdasarkan observasi, *workstation 3D printing* di Makerspace Telkom University telah memiliki sistem penyimpanan dasar, namun masih perlu perbaikan dalam pengorganisasian setiap elemennya agar ruang kerja lebih optimal dan efisien. Adapun hasil dari wawancara yang dilakukan kepada pengguna *3D printing* di luar Makerspace Telkom University, bahwa produktivitas kerja di *workstation 3D printing* sangat dipengaruhi oleh keteraturan penyimpanan alat dan filamen. Tata letak *workstation* dinilai penting, khususnya dalam hal aksesibilitas komputer dan printer 3D. Beberapa kendala utama yang ditemukan diantaranya tata letak yang kurang ergonomis, kebersihan yang buruk, serta minimnya *post-processing* yang menyebabkan kualitas cetakan tidak optimal. Oleh karena itu, dibutuhkan perancangan *workstation* dengan fokus pada sistem penyimpanan yang terstruktur, tata letak ergonomis, dan peningkatan fasilitas pendukung untuk mendukung efisiensi dan hasil cetak yang optimal.

Analisis *Time And Motion Study*

Tabel 2 Rekap Waktu Aktivitas 3D Printing
Sumber: Data Penulis, 2025

Kegiatan	Operator 1		Operator 2	
	Waktu (Sec)	Jarak (Cm)	Waktu (Sec)	Jarak (Cm)
Pra-Produksi				
Membersihkan Pelat Cetak	53	280	27	120
Menyiapkan Filamen	102	-	59	-
Pasca-Produksi				
Menyimpan Filamen	25	-	16	-

Pada tahap *Empathize* ini, analisis dilakukan untuk mengevaluasi efisiensi waktu yang telah dicapai, dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Waktu Ideal}}{\text{Waktu Aktual}} \times 100\%$$

Karena penelitian ini hanya melibatkan 2 operator, maka waktu ideal ditentukan berdasarkan durasi tercepat yang didapatkan oleh salah satu operator, yaitu operator 2 sebagai gambaran dari efisiensi pada kondisi eksisting. Waktu ideal tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 3 Waktu Ideal
Sumber: Data Penulis, 2025

Kegiatan	Waktu (Sec)	Jarak (Cm)
Pra-Produksi		
Membersihkan Pelat Cetak	27	120
Menyiapkan Filamen	59	-
Pasca Produksi		
Menyimpan Filamen	16	-

Maka, efisiensi dari masing-masing operator adalah sebagai berikut:

1) Operator 1

a. Pra-Produksi

- Membersihkan Pelat Cetak

$$\text{Efisiensi} = \frac{27}{53} \times 100\% = \mathbf{50,94\%}$$

- Menyiapkan Filamen

$$\text{Efisiensi} = \frac{59}{102} \times 100\% = \mathbf{57,84\%}$$

b. Pasca-Produksi

- Menyimpan Filamen

$$\text{Efisiensi} = \frac{16}{25} \times 100\% = \mathbf{64\%}$$

2) Operator 2

a. Pra-Produksi

- Membersihkan Pelat Cetak

$$\text{Efisiensi} = \frac{27}{27} \times 100\% = \mathbf{100\%}$$

- Menyiapkan Filamen

$$\text{Efisiensi} = \frac{59}{59} \times 100\% = \mathbf{100\%}$$

b. Pasca-Produksi

- Menyimpan Filamen

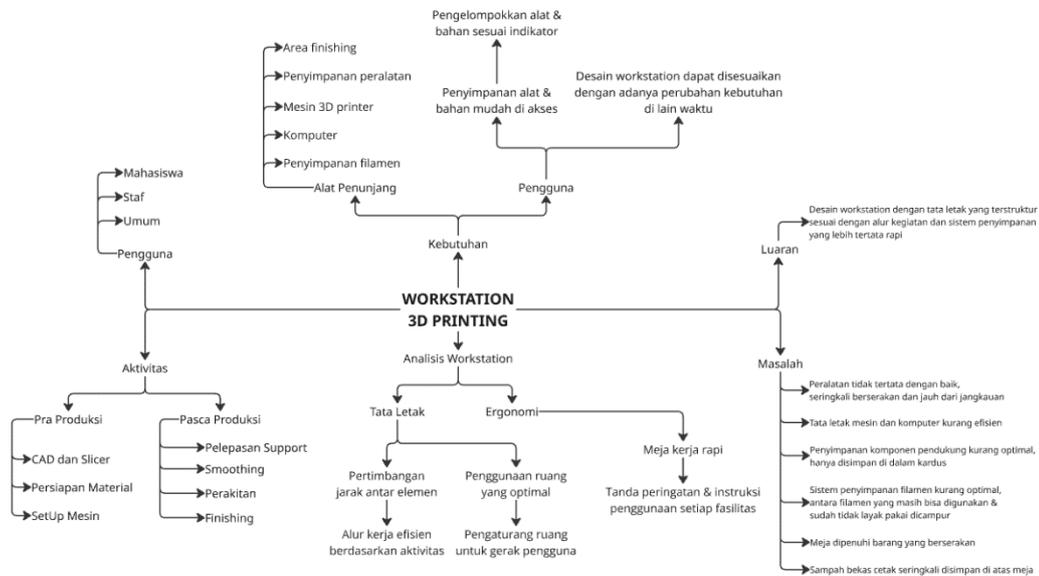
$$\text{Efisiensi} = \frac{16}{16} \times 100\% = \mathbf{100}$$

Analisis dilakukan terhadap tiga aktivitas, yang melibatkan beberapa tahapan kerja. Pada tahap pra-produksi, dianalisis dua aktivitas, yaitu membersihkan pelat cetak dan menyiapkan filamen, sedangkan pada tahap pasca-produksi, aktivitas yang dianalisis adalah menyimpan filamen setelah proses cetak selesai. Pada aktivitas membersihkan pelat cetak, efisiensi kerja operator 1 adalah sebesar 50,94%, dengan waktu yang dibutuhkan 53 detik. Sedangkan pada aktivitas menyiapkan filamen, efisiensinya sebesar 57,84%, dengan waktu yang dibutuhkan 102 detik. Adapun pada tahap pasca-produksi, aktivitas menyimpan filamen memiliki nilai efisiensi sebesar 64%, dengan waktu yang dibutuhkan 25 detik.

Sementara itu, operator 2 menjadi acuan waktu ideal karena durasi aktivitasnya lebih cepat dibandingkan dengan operator 1, sehingga nilai efisiensinya 100% pada proses pra-produksi maupun pasca-produksi, menunjukkan bahwa durasi aktivitasnya sudah optimal meskipun sebenarnya masih terdapat beberapa durasi aktivitas yang dapat ditingkatkan.

Analisis ini menunjukkan bahwa operator 2 memiliki efisiensi kerja yang lebih baik dibandingkan dengan operator 1, sehingga menjadikannya penetapan dalam waktu ideal. Sebaliknya, operator 1 masih mengalami keterlambatan, terutama dalam proses pencarian alat dan bahan.

Mind Mapping



Gambar 2 Mind Mapping
 Sumber: Data Penulis, 2025

Define

Perancangan *workstation 3D printing* perlu menerapkan beberapa pendekatan, seperti *Facility Layout Planning*, prinsip ergonomi, dan *Time and Motion Study* untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas kerja pengguna. Perancangan *workstation 3D printing* di Makerspace Telkom University dapat difokuskan pada optimalisasi tata letak dan sistem penyimpanan, karena kedua hal tersebut merupakan masalah utama yang menurunkan efisiensi kerja. Dengan menerapkan beberapa pendekatan tersebut, *workstation 3D printing* akan mendukung kelancaran proses kerja serta meningkatkan kenyamanan pengguna.

Ideate

Berdasarkan pembahasan sebelumnya, penelitian ini berfokus pada peningkatan efisiensi dan efektivitas pengguna di *workstation 3D printing* di Makerspace Telkom University pada tahap pra-produksi dan pasca-produksi.

Langkah yang diambil untuk mencapai tujuan tersebut adalah dengan merancang *workstation* khusus yang dapat mendukung efisiensi dan efektivitas pengguna.

Perancangan *workstation 3D printing* ini tidak hanya difokuskan pada peningkatan organisasi alat dan bahan dalam ruang kerja, tetapi juga bertujuan untuk meningkatkan efisiensi serta efektivitas pengguna agar mereka dapat bekerja secara optimal.

Mood Board



Gambar 3 Mood Board
Sumber: *Pinterest*, 2025

Berdasarkan *mood board* yang telah dibuat, *workstation 3D printing* ini berfokus pada sistem penyimpanan yang rapi dan terorganisir, penataan area kerja yang sesuai dengan alur proses *3D printing* untuk mendukung efisiensi dan kemudahan pengguna.

SCAMPER

Dalam perancangan *workstation 3D printing* ini, teknik SCAMPER diterapkan untuk mengidentifikasi peluang perbaikan dan membuat tata letak yang lebih optimal sesuai dengan kebutuhan pengguna. Teknik SCAMPER yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1) *Adapt*: Menerapkan prinsip tata letak penyimpanan alat dari 3D Extrude agar alat-alat lebih mudah diakses dan proses kerja lebih tertata, serta menyesuaikan aspek visual dengan identitas Makerspace, yaitu dengan menggunakan warna putih, abu-abu, dan merah. Penambahan ruang

penyimpanan juga dilakukan agar barang-barang di *workstation* lebih tertata, serta penggunaan material kayu dengan tekstur halus dipilih agar menciptakan kesan yang lebih nyaman dan sesuai dengan karakter Makerspace sebagai ruang publik.

- 2) *Modify*: Memodifikasi desain *workstation* agar pergerakan pengguna lebih fleksibel.
- 3) *Reverse*: Menyusun ulang urutan *workstation* sesuai dengan tahapan kerja dari awal sampai akhir untuk meningkatkan efektivitas.

Rekomendasi Fasilitas *Workstation 3D Printing*

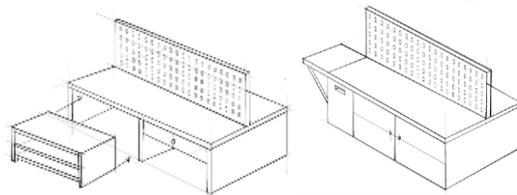
No	Rekomendasi Fasilitas
1.	<p>Desain <i>workstation</i> diatur berdasarkan alur kerja untuk memudahkan perpindahan pengguna</p> <p><i>Workstation</i> dirancang dengan mempertimbangkan alur kerja yang efisien, agar pengguna dapat berpindah antar aktivitas tanpa hambatan, sehingga dapat meminimalkan waktu yang terbuang akibat perpindahan yang tidak diperlukan.</p>
2.	<p>Penyimpanan khusus filamen berada di area mesin 3D <i>printer</i> untuk memudahkan akses</p> <p>Penyimpanan filamen yang akan dipakai harus mudah dijangkau pengguna. Penyimpanan filamen di desain agar berada dekat dengan mesin 3D <i>printer</i> dengan sistem penyimpanan yang memudahkan identifikasi jenis dan warna filamen.</p>
3.	<p>Penyimpanan peralatan untuk kegiatan pra-produksi dan pasca-produksi terpisah, memudahkan waktu pencarian</p> <p>Alat-alat yang digunakan saat pra-produksi seperti spatula, pinset, dan alkohol ditempatkan di area yang berbeda dengan alat-alat <i>finishing</i> seperti amplas maupun pisau <i>cutter</i>, agar pengguna dapat menemukan alat yang dibutuhkan dengan cepat sesuai dengan aktivitas yang dilakukannya.</p>
4.	<p>Terdapat laci penyimpanan cukup banyak untuk menyimpan kebutuhan lain</p> <p>Penyimpanan yang cukup banyak memungkinkan pengguna untuk menyimpan berbagai kebutuhan lain, seperti nosel cadangan atau filamen sisa yang masih dapat digunakan.</p>
5.	<p>Jarak penempatan komputer menyesuaikan dengan penempatan mesin</p> <p>Jarak antara komputer dan mesin 3D <i>printer</i> dipertimbangkan untuk kemudahan pengguna dalam mengatur <i>file</i> cetak dan memantau proses cetak.</p>
6.	<p>Area khusus untuk pembuangan sampah, termasuk limbah umum maupun sisa filamen dari proses pencetakan</p> <p>Limbah umum dan sisa filamen sering kali menumpuk di meja kerja maupun berserakan di dalam <i>workstation</i>, maka perlu disediakan tempat khusus untuk limbah tersebut agar meja dan <i>workstation</i> terlihat rapi dan bersih.</p>
7.	<p>Penyesuaian desain dengan luas ruangan</p> <p><i>Workstation</i> dirancang dengan mempertimbangkan luas ruangan, sehingga dapat mengoptimalkan ruang yang tersedia.</p>

Gambar 4 Rekomendasi Fasilitas *Workstation 3D Printing*

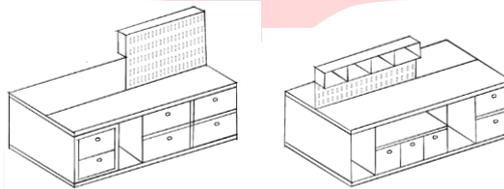
Sumber: Data Penulis, 2025

Sketsa Makro

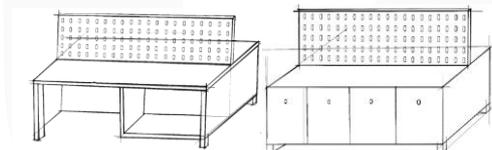
Pada tahap ini, setiap sketsa dibuat dengan mempertimbangkan zonasi area kerja, pengorganisasian alat dan bahan, dan ketersediaan ruang penyimpanan yang lebih optimal. Sketsa-sketsa ini menjadi dasar dalam menentukan dan mengembangkan rancangan akhir *workstation 3D printing* yang paling sesuai dengan kebutuhan pengguna.



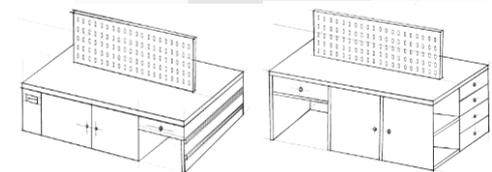
Gambar 5 Sketsa Alternatif 1
Sumber: Data Penulis, 2025



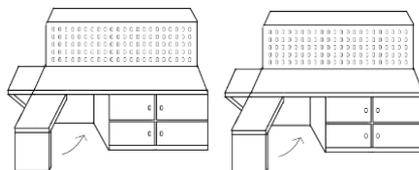
Gambar 6 Sketsa Alternatif 2
Sumber: Data Penulis, 2025



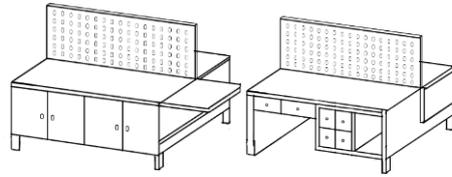
Gambar 7 Sketsa Alternatif 3
Sumber: Data Penulis, 2025



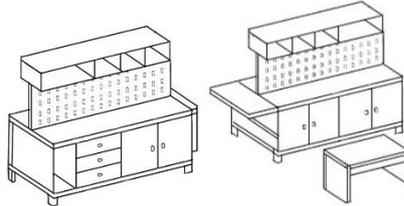
Gambar 8 Sketsa Alternatif 4
Sumber: Data Penulis, 2025



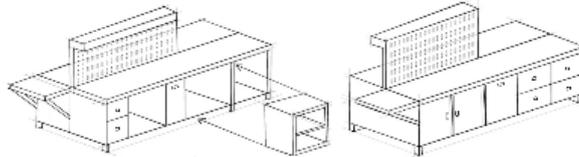
Gambar 9 Sketsa Alternatif 5
Sumber: Data Penulis, 2025)



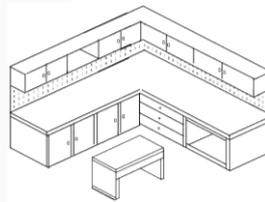
Gambar 10 Sketsa Alternatif 6
Sumber: Data Penulis, 2025



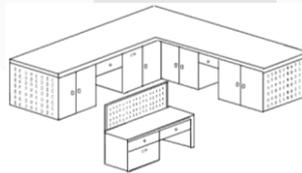
Gambar 11 Sketsa Alternatif 7
Sumber: Data Penulis, 2025



Gambar 12 Sketsa Alternatif 8
Sumber: Data Penulis, 2025



Gambar 13 Sketsa Alternatif 9
Sumber: Data Penulis, 2025



Gambar 14 Sketsa Alternatif 10
Sumber: Data Penulis, 2025

Focus Group Discussion (FGD)

Focus Group Discussion (FGD) dilakukan bersama pengguna *workstation 3D printing Makerspace Telkom University*, untuk mendapatkan *insight* langsung dari sisi pengguna *workstation*. Proses seleksi desain dilakukan dengan meminta informan untuk memilih 3 hingga 5 desain yang dinilai paling sesuai sebagai solusi

dari permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya. Selanjutnya, desain yang terpilih dievaluasi melalui 6 pertanyaan, yang mencakup aspek efisiensi alur kerja, kemudahan akses terhadap alat dan bahan, kesesuaian tata letak, serta kebersihan area kerja. Kemudian, 3 desain dengan jumlah suara terbanyak dipilih untuk dikembangkan lebih lanjut, dengan pertimbangan bahwa 3 desain tersebut dinilai paling relevan dengan kebutuhan yang telah diidentifikasi berdasarkan perspektif pengguna.

Skoring

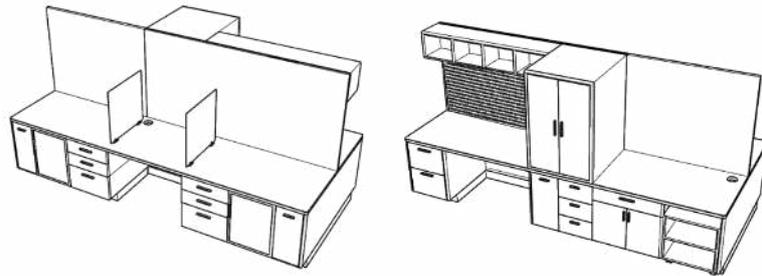
Skoring dilakukan kepada dua orang Ahli dengan tujuan mendapatkan masukan langsung dari sudut pandang profesional. Tiga alternatif desain yang dinilai merupakan hasil seleksi dari tahap FGD. Proses skoring desain dilakukan dengan meminta Ahli untuk menilai tiga desain alternatif tersebut berdasarkan parameter nilai yang sudah ditentukan, di mana masing-masing parameter memiliki nilai 10. Hasil dari skoring ini kemudian dikembangkan berdasarkan masukan yang diberikan oleh para Ahli. Berikut merupakan hasil dari Skoring yang dilakukan:

No	Alternatif Parameter Penilaian	Organisasi Alat & Bahan (35%)	Manajemen Kebersihan (30%)	Fleksibilitas Desain (20%)	Estetika / Visual (15%)	Jumlah Skor
1		8.5	7.5	6.5	8	7.73
2		7.5	7.5	8	8	7.68
3		9.5	8	9.5	8	8.83

Gambar 15 Akumulasi Skoring

Sumber: Data Penulis, 2025

Sketsa Final



Gambar 16 Sketsa Final
Sumber: Data Penulis, 2025

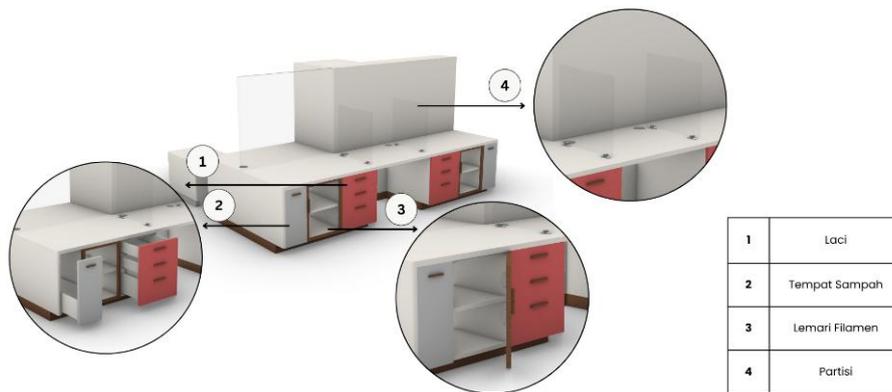
Desain ini menggabungkan beberapa elemen dari desain alternatif yang dipilih, dengan mempertimbangkan masukan yang diberikan oleh para Ahli. Salah satu pertimbangan utama dalam pengembangannya adalah kondisi *workstation 3D printing* di Makerspace Telkom University yang sebagian besar dikelilingi oleh kaca. Maka, desain yang dikembangkan dirancang sedemikian rupa agar tidak menghalangi pencahayaan alami dari sisi kaca, namun tetap mengutamakan efisiensi dan fungsi kerja yang optimal.

Prototype

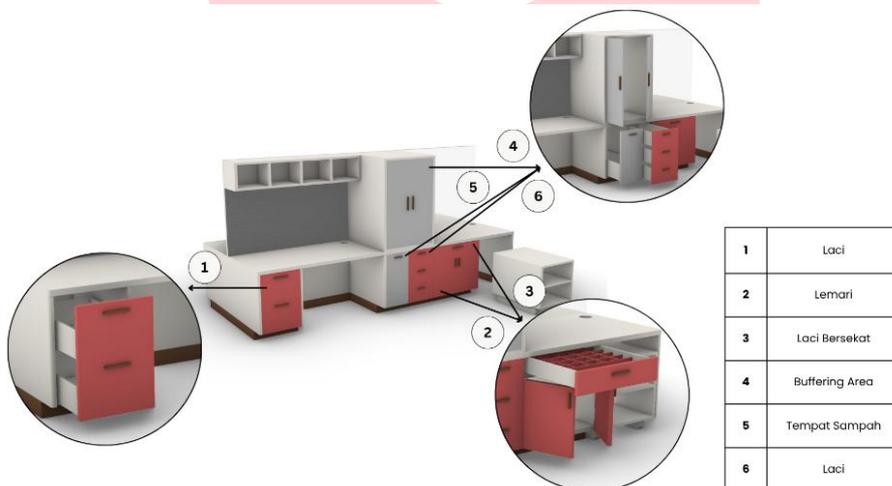
3D Model



Gambar 17 3D Model
Sumber: Data Penulis, 2025



Gambar 18 Detail Sisi Depan Workstation
 Sumber: Data Penulis, 2025



Gambar 19 Detail Sisi Belakang Workstation
 Sumber: Data Penulis, 2025

Desain yang dibuat merupakan satu *workstation* dengan dua sisi yang dibagi antar area kerjanya. Dalam *workstation* ini, terdapat tiga *space* untuk penempatan mesin *3D printing*, yaitu di sisi depan dan belakang, untuk memaksimalkan penggunaan ruang yang tersedia. Meskipun terdapat beberapa mesin *3D printing* yang dapat digunakan secara bergantian, namun karena fasilitas komputer yang tersedia hanya satu, sehingga penggunaannya difokuskan untuk satu operator dalam satu waktu untuk menjaga efisiensi dan kenyamanan kerja. Penempatan mesin *3D printing* dan komputer diatur berdekatan untuk mempermudah proses pemantauan. Penyimpanan peralatan dan bahan ditempatkan dekat dengan area mesin *3D printing* untuk memudahkan akses. Filamen disimpan di dalam lemari berpintu transparan untuk meningkatkan

visibilitas, sedangkan peralatan disimpan dalam laci. Area mesin dan *finishing* dipisahkan oleh lemari di sisi tengah yang berfungsi sebagai *buffering area*, dengan *pegboard* dan ruang penyimpanan yang sedemikian rupa untuk mendukung efisiensi kerja.

Pembagian antar area kerja pra-produksi dan pasca-produksi dilakukan untuk membedakan antara area kerja bersih dan kotor. Area pra-produksi difokuskan untuk persiapan *file* dan material, sedangkan area pasca-produksi difokuskan untuk proses *finishing*. Hal ini membuat alur aktivitas menjadi lebih rapi, alat-alat lebih terorganisir sesuai dengan aktivitasnya, dan alur kerja keseluruhan lebih tertata.

Test

Pada tahap ini, pengujian dilakukan secara manual dengan membandingkan alur aktivitas pada kondisi eksisting dengan alur aktivitas pada tata letak rancangan. Aktivitas yang disimulasikan mengacu pada data dari peta aliran yang diambil melalui observasi langsung pada bab sebelumnya.

Tabel 4 Rekap Waktu Aktivitas 3D Printing pada Tata Letak Rancangan
Sumber: Data Penulis, 2025

Kegiatan	Sekarang				Rancangan			
	Operator 1		Operator 2		Operator 1		Operator 2	
	Waktu (Sec)	Jarak (Cm)						
Pra-Produksi								
Membersihkan Pelat Cetak	53	280	27	120	47	45	25	70
Menyiapkan Filamen	102	-	59	-	54	90	52	-
Pasca-Produksi								
Menyimpan Filamen	25	-	16	-	16	120	16	45

Sama seperti pada tahap sebelumnya, bahwa durasi waktu kerja operator 2 dijadikan sebagai acuan waktu ideal, maka waktu ideal adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Waktu Ideal Tata Letak Rancangan
 Sumber: Data Penulis, 2025

Kegiatan	Waktu (Sec)	Jarak (Cm)
Pra-Produksi		
Membersihkan Pelat Cetak	25	70
Menyiapkan Filamen	52	-
Pasca Produksi		
Menyimpan Filamen	16	45

1) Operator 1

a. Pra-Produksi

- Membersihkan Pelat Cetak

$$\text{Efisiensi} = \frac{25}{47} \times 100\% = \mathbf{53,19\%}$$

- Menyiapkan Filamen

$$\text{Efisiensi} = \frac{52}{54} \times 100\% = \mathbf{96,29\%}$$

b. Pasca-Produksi

- Menyimpan Filamen

$$\text{Efisiensi} = \frac{16}{16} \times 100\% = \mathbf{100\%}$$

2) Operator 2

a. Pra-Produksi

- Membersihkan Pelat Cetak

$$\text{Efisiensi} = \frac{25}{25} \times 100\% = \mathbf{100\%}$$

- Menyiapkan Filamen

$$\text{Efisiensi} = \frac{52}{52} \times 100\% = \mathbf{100\%}$$

b. Pasca-Produksi

- Menyimpan Filamen

$$\text{Efisiensi} = \frac{16}{16} \times 100\% = \mathbf{100\%}$$

Setelah dilakukan perhitungan nilai efisiensi pada tata letak baru, dapat dilihat bahwa operator 1 menunjukkan peningkatan efisiensi. Pada tahap pra-

produksi, efisiensi pada aktivitas membersihkan pelat cetak meningkat dari 50,94% menjadi 53,19%, dengan pengurangan jarak tempuh sebesar 235 cm. Pada aktivitas menyiapkan filamen, efisiensi meningkat dari 57,84% menjadi 96,29%, meskipun terjadi penambahan jarak tempuh sebesar 90 cm. Sedangkan pada tahap pasca-produksi, yaitu menyimpan filamen, efisiensi meningkat dari 64% menjadi 100%, dengan jarak tempuh yang bertambah sebesar 120 cm.

Sementara itu, efisiensi operator 2 tetap 100% karena digunakan sebagai acuan waktu ideal, namun terdapat pengurangan jarak tempuh sebesar 50 cm pada aktivitas membersihkan pelat cetak, serta penambahan jarak 45 cm saat menyimpan filamen. Dari hasil perhitungan nilai efisiensi pada tata letak baru ini, terjadi pengurangan waktu dan jarak perpindahan yang signifikan, meskipun ada beberapa aktivitas kecil yang bertambah.

KESIMPULAN

Perancangan ulang workstation 3D printing menghasilkan tata letak yang lebih terstruktur dan sistem penyimpanan yang lebih terorganisir, sehingga mempermudah pengguna dalam mengakses alat dan bahan, khususnya pada tahap pra dan pasca-produksi. Hasil analisis menunjukkan peningkatan efisiensi kerja operator. Pada aktivitas yang dilakukan oleh operator 1, efisiensi aktivitas membersihkan pelat cetak meningkat sebesar 2,25% dengan pengurangan waktu sebesar 6 detik dan jarak tempuh berkurang 235 cm. Efisiensi meningkat sebesar 38,45% pada aktivitas menyiapkan filamen, dengan pengurangan waktu 48 detik, meskipun jarak tempuh bertambah 90 cm.

Pada tahap pasca-produksi, yaitu aktivitas menyimpan filamen, efisiensi meningkat sebesar 36%, dengan pengurangan waktu 9 detik, meskipun terdapat penambahan jarak tempuh 120 cm. Efisiensi pada operator 2 tetap 100%, namun mengalami pengurangan waktu 2 detik dan jarak 50 cm pada aktivitas membersihkan pelat cetak, serta pengurangan waktu 7 detik pada aktivitas menyiapkan filamen. Untuk aktivitas menyimpan filamen, jarak tempuh bertambah sebanyak 45 cm. Secara keseluruhan, meskipun peningkatan efisiensi

tidak terlalu besar, tata letak yang baru memberikan alur aktivitas yang lebih rapi dan terorganisir, sehingga mendukung kelancaran proses *3D printing* dengan lebih baik dibandingkan dengan tata letak sebelumnya.

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya, 1) pada penelitian ini belum dilakukan simulasi digital untuk menguji alur kerja secara lebih dinamis dan memperkuat hasil analisis efisiensi, 2) penggunaan laci untuk menyimpan filamen seperti pada kondisi eksisting dapat tetap digunakan karena lebih mudah diakses tanpa perlu membungkuk terlalu dalam, 3) desain *workstation* dibuat dalam bentuk prototipe berskala 1:1 sehingga dapat dilakukan pengujian secara langsung untuk memastikan efektivitas desain di kondisi nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianti, A., Alpian, B., Al Fharezi, M. G., Putra, M. A. T., Priti, P., & Hermawan, R. (2023). Pemanfaatan Objek 3D Printing Sebagai Pengembangan Media Pembelajaran Bangun Ruang Berbasis Arduino Untuk Siswa Penyandang Tunanetra. *Nusantara: Jurnal Pendidikan Indonesia*, 3(3), 549–566. <https://doi.org/10.14421/njpi.2023.v3i3-11>
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). SAGE.
- Fikih, A. (2024). *UI Resmikan Laboratorium Nano Device: Pusat Unggulan Pengembangan Nanoteknologi di Indonesia – Universitas Indonesia*. <https://www.ui.ac.id/ui-resmikan-laboratorium-nano-device-pusat-unggulan-pengembangan-nanoteknologi-di-indonesia/>
- Hakim Nasution, F., Syahrani Jailani, M., & Junaidi, R. (2024). KOMBINASI (MIXED-METHODS) DALAM PRAKTIS PENELITIAN ILMIAH. *Journal Genta Mulia*, 15(2), 251–256. <https://ejournal.stkipbbm.ac.id/index.php/gm>
- NIOSH. (2023). *Approaches to safe 3D printing: a guide for makerspace users, schools, libraries, and small businesses*. <https://doi.org/10.26616/NIOSH PUB2024103>

Ulrich, K. T. ., & Eppinger, S. D. . (2016). *Product design and development*. McGraw-Hill Education.

