

Perancangan Stasiun Kerja 3D *Printing* yang Ergonomis dengan Pendekatan Antropometri (Studi Kasus Laboratorium Mini 3D *Printing* Makerspace)

Siti Hamida Zahri¹, Hardy Adiluhung² dan Bintang Nugraha³

^{1,2,3}Desain Produk, Fakultas Industri Kreatif, Universitas Telkom, Jl. Telekomunikasi No.1, Terusan Buah Batu – Bojongsoang, Sukapura, Kec. Dayeuhkolot, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, 40257
sitihamidazahri@student.telkomuniversity.ac.id, hardydil@telkomuniversity.ac.id,
bintangnugraha@telkomuniversity.ac.id

Abstrak: Additive Manufacturing atau 3D *printing* merupakan teknologi yang mampu mengubah data digital menjadi objek fisik melalui proses pencetakan tiga dimensi. Di Indonesia, teknologi ini semakin dikenal dan dimanfaatkan sebagai media pembelajaran, salah satunya di laboratorium mini Makerspace. Namun, area kerja di laboratorium ini belum sepenuhnya menerapkan prinsip ergonomi, khususnya terkait dimensi antropometri pengguna, padahal stasiun kerja memegang peranan penting dalam mendukung aktivitas kerja yang optimal, aman, dan nyaman. Penelitian ini menggunakan metode campuran (*mixed methods*) dengan pendekatan studi kasus di lingkungan Makerspace. Proses perancangan dilakukan dengan pendekatan *Design Thinking*, serta menerapkan teknik SCAMPER pada tahap ideasi untuk menghasilkan alternatif solusi desain. Evaluasi postur kerja dilakukan dengan metode REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) pada seluruh tahapan aktivitas, mulai dari pra-produksi, produksi, hingga pasca-produksi. Hasil dari perancangan menghasilkan konsep stasiun kerja 3D *printing* yang ergonomis dan sesuai dengan kebutuhan pengguna berdasarkan data antropometri. Desain yang dihasilkan mempertimbangkan kenyamanan postur, efisiensi ruang, serta alur kerja yang logis. Rancangan ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan dan efisiensi kerja, tetapi juga mendukung produktivitas dan efektivitas proses pencetakan 3D di laboratorium mini Makerspace. Diharapkan, penerapan prinsip ergonomi dalam stasiun kerja ini dapat menjadi acuan dalam pengembangan fasilitas serupa di lingkungan pendidikan dan industri.

Kata kunci: 3D Printing, Antropometri, Design Thinking, Ergonomi, REBA, Stasiun Kerja.

Abstract: Additive Manufacturing, or 3D *printing*, is a technology capable of transforming digital data into physical objects through a layer-by-layer printing process. In Indonesia, this technology is becoming increasingly recognized and utilized as an educational tool, including in mini Makerspace laboratories. However, the workspaces in these laboratories have yet to fully implement ergonomic principles,

particularly those related to user anthropometric dimensions. In fact, the workstation plays a crucial role in supporting work activities that are optimal, safe, and comfortable. This study employs a mixed methods with a case study approach in the Makerspace environment. The design process is based on the Design Thinking approach, incorporating the SCAMPER technique during the ideation stage to generate alternative design solutions. Postural evaluation is conducted using the REBA (Rapid Entire Body Assessment) method across all work phases, including pre-production, production, and post-production. The design outcomes present a concept for an ergonomic 3D printing workstation tailored to user needs based on anthropometric data. The proposed design considers posture comfort, space efficiency, and a logical workflow. This workstation design not only enhances work comfort and efficiency but also supports productivity and effectiveness in the 3D printing process within the mini Makerspace laboratory. It is expected that the application of ergonomic principles in this workstation can serve as a reference for the development of similar facilities in both educational and industrial settings.

Keywords: 3D Printing, Anthropometry, Design Thinking, Ergonomics, REBA, Workstation.

PENDAHULUAN

Pada era teknologi yang semakin maju seperti saat ini, salah satu inovasi terkemuka dalam berbagai industri ialah penggunaan 3D *printing*. *Additive Layer Manufacturing* merupakan nama lain dari 3D *printing* dimana sebuah data ditampilkan dalam bentuk cetakan. Akan tetapi, teknologi ini memiliki perbedaan mendasar dengan proses pencetakan pada lembaran atau kertas (Adiluhung, 2019). Teknologi ini dapat digunakan mulai dari, manufaktur, arsitektur, hingga medis. Dengan cara kerja yang memungkinkan pembuatan objek tiga dimensi dengan presisi yang tinggi dan waktu yang relatif singkat. Berdasarkan studi yang dilakukan oleh (Ismianti & Herianto, 2018), penggunaan 3D *printing* di Indonesia mengalami peningkatan dengan melibatkan responden dari berbagai latar belakang, baik dari kalangan umum maupun para penggiat 3D *printing*. Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa mayoritas responden memperoleh informasi mengenai 3D *printing* melalui sumber seperti internet, kampus, sekolah, teman, televisi, dan

masyarakat. Temuan ini menunjukkan bahwa informasi tentang 3D *printing* sudah tersebar luas dan dapat diakses oleh berbagai kelompok masyarakat.

Beberapa peminat 3D *printing* memanfaatkan kegiatan ini sebagai sarana edukasi, ide usaha, bahkan sekadar hobi. Salah satu contohnya adalah laboratorium mini 3D *printing* yang berada di Makerspace, Bandung Techno Park, Telkom University. Di sini, laboratorium mini digunakan sebagai sarana edukasi dan juga penyedia jasa 3D *printing* untuk mahasiswa di Telkom University bahkan masyarakat umum di luar sana. Namun, bukan tak mungkin aspek ergonomi, khususnya terkait antropometri, kurang diperhatikan di laboratorium ini. (Sanders dan Mc. Cormick, 1987, dalam Purnomo, 2013) menjelaskan bahwa antropometri didefinisikan sebagai pengukuran dimensi tubuh atau karakteristik fisik lainnya yang berkaitan dengan perancangan benda atau alat yang digunakan oleh manusia. Berbagai peralatan pendukung proses pencetakan 3D sering kali ditemukan tersebar di berbagai lokasi, termasuk di sekitar meja kerja yang digunakan untuk mesin 3D *printing*. Kebutuhan meja kerja di laboratorium mini Makerspace kurang sesuai dengan dimensi tubuh operator 3D *printing* karena ukurannya yang terlalu rendah. Meja yang digunakan saat ini merupakan meja konvensional yang tidak dirancang khusus untuk 3D *printing*. Situasi ini dapat mengganggu kenyamanan saat berkegiatan di laboratorium, terlebih banyak kegiatan berulang pada 3D *printing*. Lebih lanjut (Purnomo, 2013) ketidaksesuaian antara hasil rancangan dan dimensi tubuh manusia dapat menyebabkan ketidaknyamanan saat digunakan, yang pada akhirnya berpotensi memicu kelelahan dini dan stres kerja

Keluhan muskuloskeletal merupakan gangguan yang terjadi pada otot dan kerangka tubuh, yang ditandai dengan rasa nyeri mulai dari tingkat ringan hingga parah (Arifin & Suryoputro, 2019). Secara umum, keluhan ini muncul akibat postur tubuh yang salah saat bekerja, aktivitas yang terlalu berat,

gerakan yang berulang, serta kondisi tempat kerja yang kurang mendukung. Hal ini juga mempengaruhi produktivitas pengguna akibat dari gangguan yang terjadi pada beberapa bagian tubuh. Akibatnya banyak kegiatan yang tidak dapat dilakukan oleh pengguna karena keterbatasan fisik yang disebabkan oleh kendala kesehatan. Oleh karena itu, diperlukan sebuah stasiun kerja yang desainnya disesuaikan dengan dimensi tubuh operator 3D printing, baik yang tetap maupun tidak tetap, khususnya di laboratorium mini, Makerspace.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis postur kerja operator mesin 3D *printing* selama proses pencetakan serta merancang stasiun kerja untuk proses 3D *printing* di laboratorium mini, Makerspace, Bandung Techno Park. Hasil dari penelitian ini berupa rancangan stasiun kerja untuk proses 3D *printing* yang dapat dijadikan masukan bagi Makerspace dalam menciptakan stasiun kerja yang tidak hanya nyaman dan aman bagi penyedia jasa 3D *printing* di laboratorium mini, tetapi juga mendukung kemudahan dalam memberikan pemahaman sebagai sarana edukasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed methods* (Cresswell, 2014) dengan kombinasi metode kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kualitatif dilakukan untuk memahami permasalahan sosial secara mendalam melalui studi kasus (Yusanto, 2019), sedangkan metode kuantitatif digunakan untuk validasi data melalui pengukuran objektif.

Data dikumpulkan melalui observasi, dokumentasi, wawancara, dan studi literatur. Observasi dilakukan di Laboratorium Mini 3D Printing, Makerspace Gedung D Bandung Techno Park, Telkom University, serta di beberapa penyedia jasa 3D printing. Wawancara melibatkan pengguna 3D printing, baik hobi maupun profesional, untuk memperoleh informasi terkait kebutuhan desain stasiun kerja dan aspek ergonomi. Dokumentasi berupa

foto dan video digunakan untuk merekam proses kerja 3D printing. Studi literatur dilakukan dengan menelaah sumber-sumber ilmiah yang relevan.

Validasi data dilakukan secara kuantitatif melalui pengukuran antropometri operator, analisis postur kerja menggunakan metode REBA, serta pengujian akhir dengan software CATIA untuk memverifikasi skor REBA.

HASIL DAN DISKUSI

Bab ini memaparkan hasil penelitian yang dilakukan melalui tahapan metode perancangan *design thinking*. *Design Thinking* merupakan pendekatan pemecahan masalah yang berfokus pada pengguna, dengan tujuan untuk menghasilkan solusi inovatif melalui pemahaman terhadap kebutuhan pengguna, penentuan masalah secara jelas, dan pengembangan ide-ide kreatif. Sejalan dengan (Wibowo & Setiaji, 2020) menjelaskan bahwa keunggulan dari metode *Design Thinking* terletak pada kemampuannya untuk mendorong terciptanya ide-ide inovatif serta menghasilkan produk yang selaras dengan keinginan dan kebutuhan pengguna. Metode ini bertujuan untuk mengembangkan ide-ide kreatif. Sehingga sering digunakan dalam desain produk, layanan proses, atau strategi bisnis. Berdasarkan penjelasan dari (Hasso-Platner Institute of Design at Stanford, n.d., dalam Fajrina & Postha, 2024) *design thinking* terbagi menjadi lima tahapan. Gambar berikut menunjukkan urutan tahapan beserta aktivitas yang dilaksanakan dalam proses perancangan stasiun kerja 3D *printing*.

Tabel 1 Tahapan Proses Perancangan Stasiun Kerja 3D *Printing*

No.	Tahapan	Aktivitas
1	<i>Emphatize</i>	Melakukan observasi aktivitas operator 3D <i>printing</i> di Makerspace. Selain itu, dilakukan wawancara terkait keluhan dan kebutuhan apa saja yang dirasakan oleh para operator, baik tetap maupun tidak tetap.
2	<i>Define</i>	Setelah melakukan observasi dan wawancara, dilakukan identifikasi dari beberapa masalah yang menjadi kendala pada stasiun kerja saat ini. Dilakukan pula analisis postur tubuh pada operator 3D <i>printing</i> .

No.	Tahapan	Aktivitas
3	<i>Ideate</i>	Mengembangkan beberapa konsep desain berdasarkan pada data antropometri, SCAMPER, <i>mood board</i> hingga sketsa. Kemudian dilakukan scoring pada setiap alternatif desain untuk selanjutnya pembuatan prototipe berdasarkan pada <i>final design</i> .
4	<i>Prototype</i>	Membuat model dari final design dengan skala kecil. Kemudian dilakukan simulasi penggunaan stasiun kerja tersebut untuk melihat hasil dari stasiun kerja usulan.
5	<i>Test/Uji</i>	Mengumpulkan feedback berdasarkan hasil simulasi yang kemudian dijadikan sebagai saran dari desain stasiun kerja usulan.

1. *Emphatize*

Target pengguna dari stasiun kerja 3d *printing* ini adalah operator tetap dan tidak tetap yang bekerja di Makerspace. Mereka menggunakan printer untuk keperluan jasa (pesanan pelanggan), riset, hingga produksi sederhana.

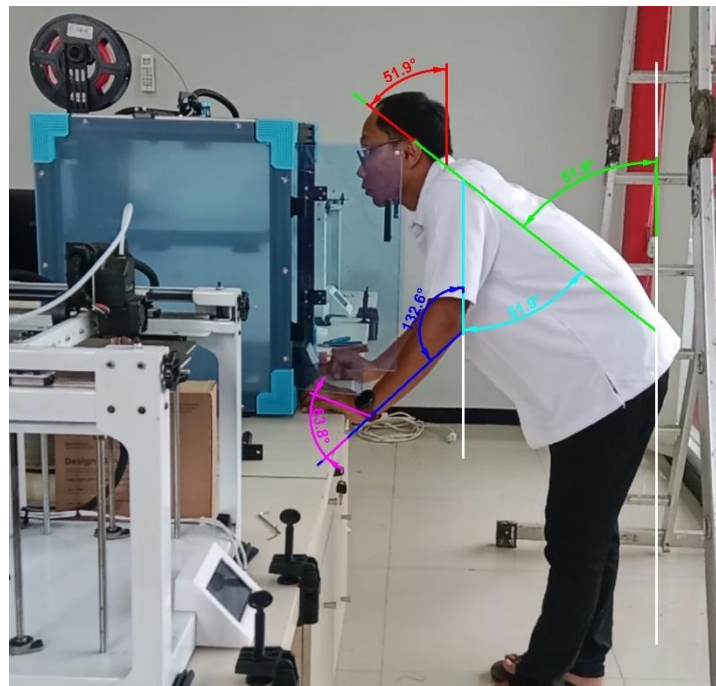
Kegiatan yang dilakukan operator meliputi, pra-produksi (menyiapkan material, pengaturan *file*, pemanasan printer), produksi (monitoring hasil print), dan pasca-produksi (pelepasan objek serta melakukan *finishing*). Semua kegiatan ini dilakukan dengan melibatkan banyak pergerakan tubuh.

Berdasarkan observasi langsung dan wawancara singkat dengan beberapa pengguna, ditemukan beberapa keluhan umum:

1. Pengguna sering membungkuk saat mengoperasikan panel LCD yang berada di bawah pinggang.
2. Tidak tersedian penyimpanan khusus untuk alat *finishing* seperti pinset, tang kecil, alat kikir, sehingga pengguna/operator sering meletakkannya sembarangan/harus mencari terlebih dahulu.
3. Area kerja sempit, terutama saat bekerja berdua atau lebih.

Dari temuan diatas, dirangkum bahwa pengguna/operator membutuhkan:

1. Meja dengan tinggi ergonomis yang memungkinkan operator berdiri tegak saat menggunakan printer.
2. Tempat penyimpanan alat *finishing* yang mudah dijangkau secara horizontal maupun vertikal.
3. Area kerja yang cukup luas agar bisa digunakan oleh lebih dari satu orang sekaligus.



Gambar 1 Dokumentasi Operator saat Proses Kerja Produksi

Pada gambar di atas, terlihat bahwa operator 1 cenderung membungkukkan badan. Pada awal proses produksi, operator 1 memang membungkuk untuk mengecek proses cetak. Postur kerja operator 1 didokumentasikan, kemudian sudut bagian tubuhnya ditentukan menggunakan penilaian skor REBA, yang hasilnya dapat dilihat pada gambar tabel di bawah.

No	Faktor	Pergerakan	Adjust	Skor
1	Punggung/badan	Punggung operator membungkuk membentuk sudut 51,9°	-	3
2	Leher	Leher operator membentuk sudut 51,9°	-	2
3	Kaki	Operator menopang tubuhnya dengan 2 kaki	-	1
4	Skor Postur pada Tabel A			4
5	Skor Beban			0
6	Nilai A			4
7	Lengan Atas	Lengan atas operator membentuk sudut 51,9°	1	4
8	Lengan Bawah	Lengan bawah operator membentuk sudut 132,6°	-	2
9	Pergelangan Tangan	Bagian pergelangan tangan operator membentuk sudut 63,8°	-	2
10	Skor Postur pada Tabel B			6
11	Skor Kopling			0
12	Nilai B			6
13	Tabel Skor C			6
14	Skor Aktivitas			1
15	Skor Akhir REBA			7

Gambar 2 Penilaian Skor REBA Operator pada Proses Kerja Produksi

Rekapitulasi hasil penilaian resiko postur kerja Operator 1 pada seluruh proses kerja 3D *printing* dapat dilihat pada gambar tabel di bawah.

Aktivitas	No.	Proses Kerja	Skor REBA	Level Resiko	Tindakan
3D <i>Printing</i>	1	Pra-Produksi	7	Sedang	Diperlukan Perbaikan
	2	Produksi	7	Sedang	Diperlukan Perbaikan
	3	Pasca-Produksi	4	Sedang	Diperlukan Perbaikan

Gambar 3 Rekapitulasi Skor REBA Operator dari Semua Proses Kerja

Setelah dilakukan penilaian postur kerja pada Operator, diperoleh skor akhir untuk setiap proses kerja. Skor tertinggi terdapat pada proses kerja pra-produksi dan produksi, yaitu sebesar 7, dengan level

resiko sedang, sehingga perlu dilakukan perbaikan pada stasiun kerja. Sementara itu, proses pasca-produksi memiliki skor akhir sebesar 4 dengan level resiko yang sama.

2. *Define*

Tahap kedua dalam metode *design thinking* adalah *define*, yang berfokus pada perumusan permasalahan. Dalam tahap ini, data yang diperoleh melalui wawancara, observasi, dan kuesioner dianalisis serta diidentifikasi untuk menemukan kebutuhan utama dalam perancangan stasiun kerja 3D *printing*. Dari hasil temuan di tahap *emphatize* menjadi rumusan masalah yang jelas, kemudian menyusunnya dalam bentuk *How Might We* (HMW) untuk memicu solusi kreatif (Shafarazaq et al., 2023). Berdasarkan hasil observasi dan wawancara pada tahapan *emphatize* ditemukan bahwa pengguna stasiun kerja 3D *printing* mengalami beberapa kendala utama yaitu:

1. Pengguna sering membungkuk saat mengoperasikan panel LCD yang berada di bawah pinggang.
2. Tidak tersedian penyimpanan khusus untuk alat *finishing* seperti pinset, tang kecil, alat kikir, sehingga pengguna/operator sering meletakkannya sembarangan/harus mencari terlebih dahulu.
3. Area kerja sempit, terutama saat bekerja berdua atau lebih.

Sehingga *How Might We* yang dapat dibuat adalah:

- *How might we* merancang stasiun kerja 3D *printing* yang memungkinkan operator mengatur mesin tanpa harus membungkuk?
- *How might we* menyediakan tempat penyimpanan alat yang mudah dijangkau secara ergonomis?
- *How might we* membuat desain meja kerja yang tetap fungsional dan ergonomis untuk lebih dari satu pengguna dalam satu waktu?

3. Ideate

Setelah merumuskan permasalahan untuk memahami kebutuhan pengguna 3D *printing* dalam perancangan pada tahap *define*, langkah berikutnya adalah tahap ketiga dalam *design thinking*, yaitu *ideate*. Pada tahap ini, perancang berupaya menghasilkan sebanyak mungkin ide kreatif agar dapat menyelesaikan permasalahan yang telah dianalisis dan diidentifikasi sebelumnya. Berikut adalah beberapa langkah yang dapat dilakukan dalam tahap *ideate*:

a. Mood Board



Gambar 4 Mood Board Perancangan Stasiun Kerja

b. TOR (*Terms of Reference*)

Pertimbangan desain

1. Stasiun kerja 3D *printing* dirancang dengan mempertimbangkan kenyamanan, keamanan, dan efisiensi aktivitas pengguna/operator berdasarkan data antropometri. Hal ini untuk mengurangi resiko postur kerja yang buruk.
2. Meja kerja dilengkapi dengan tempat penyimpanan yang cukup untuk menampung alat dan material 3D *printing*, serta mudah dijangkau baik secara vertikal maupun horizontal.

3. Desain stasiun kerja memungkinkan untuk digunakan dalam kegiatan workshop atau edukasi, sehingga pengunjung dapat melihat secara langsung proses *3D printing*.
4. Setiap tahapan kerja (pra-produksi, produksi, dan pasca-produksi) memiliki kebutuhan fungsional yang berbeda. Sehingga desain harus mampu mengakomodasi alur kerja yang terintegrasi.
5. Stasiun kerja ini menggunakan kombinasi material kayu multipleks berlapis HPL dan/atau rangka besi hollow, yang mencerminkan kesan kokoh, fungsional, dan modern, selaras dengan identitas Makerspace sebagai ruang kerja (*workspace*).

Batasan desain

1. Perancangan difokuskan pada laboratorium mini *3D printing* Makerspace yang menjadi ruang kerja utama para operator 3D printer.
2. Dimensi stasiun kerja harus mengacu pada data antropometri operator di Makerspace.
3. Ukuran stasiun kerja harus disesuaikan dengan luas laboratorium Makerspace, tanpa mengganggu sirkulasi operator lainnya.
4. Menggunakan alat, bahan, dan mesin *3D printing* yang sudah tersedia.
5. Material utama dibatasi pada kayu multipleks berlapis HPL dan/atau besi hollow, sesuai dengan pertimbangan ketersediaan lokal.

c. SCAMPER

Dalam perancangan stasiun kerja 3D printing ini, metode SCAMPER digunakan untuk mengidentifikasi potensi perbaikan serta merancang meja kerja yang sesuai dengan kebutuhan operator secara solutif. Adapun teknik SCAMPER yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Subtitute* (Mengganti)

Dimensi ketinggian meja sebelumnya yang sebesar 75,5 cm diganti menjadi 115 cm. Ukuran ini diperoleh berdasarkan posisi kerja teliti yang dilakukan oleh operator, yaitu sekitar 5–10 cm di atas dimensi tinggi siku saat berdiri. Penyesuaian dilakukan menggunakan data persentil ke-50 dari kelompok usia 22–40 tahun. Dengan demikian, operator tidak perlu membungkuk saat mengatur layar LCD.

2. *Combine* (Menggabungkan)

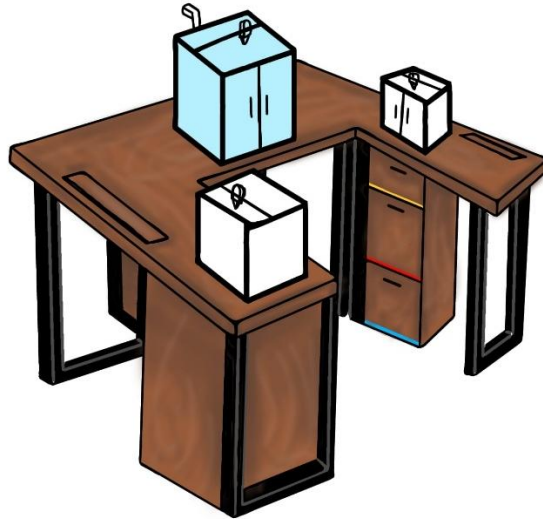
Menggabungkan meja kerja dengan kotak stop kontak serta laci atau lemari sebagai tempat penyimpanan filamen beserta alat-alat pendukung lainnya.

3. *Adapt* (Menyesuaikan)

Ukuran keseluruhan meja disesuaikan dengan layout ruangan di Makerspace agar tidak memakan terlalu banyak tempat

d. Sketsa

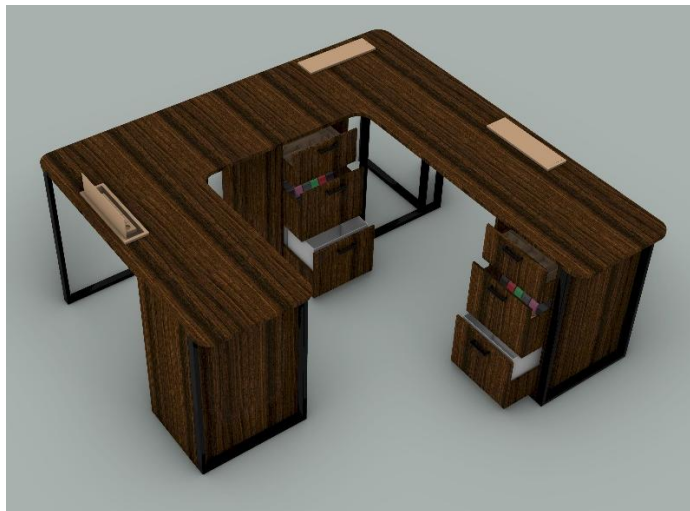
Berikut merupakan sketsa dari perancangan stasiun kerja 3D *printing*:



Gambar 5 Sketsa Final Stasiun Kerja

e. 3D Modeling

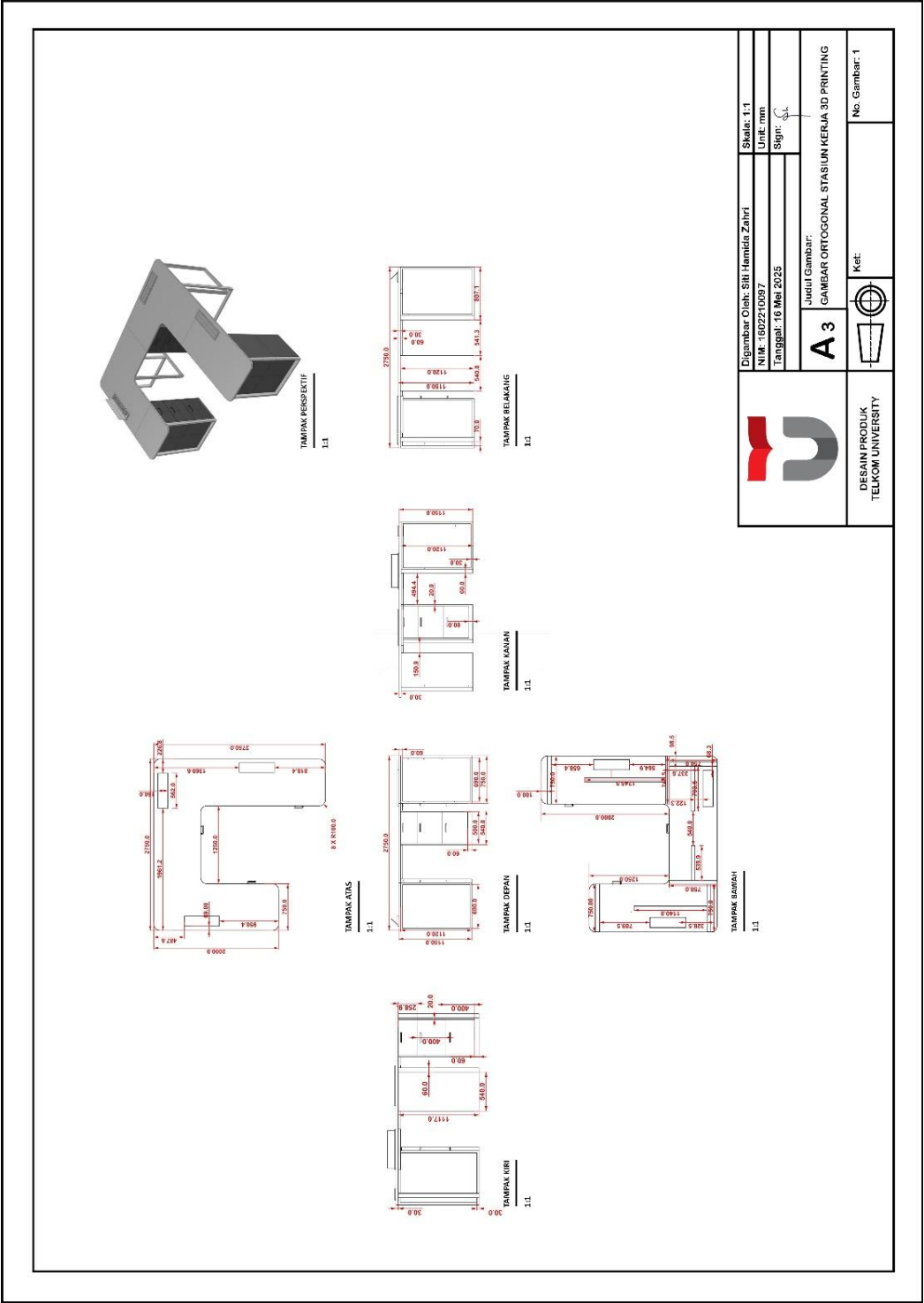
Berikut merupakan hasil 3D Modeling dari perancangan stasiun kerja:



Gambar 6 3D Modeling Stasiun Kerja

f. Gambar Teknik

Berikut merupakan gambar teknik dari stasiun kerja:



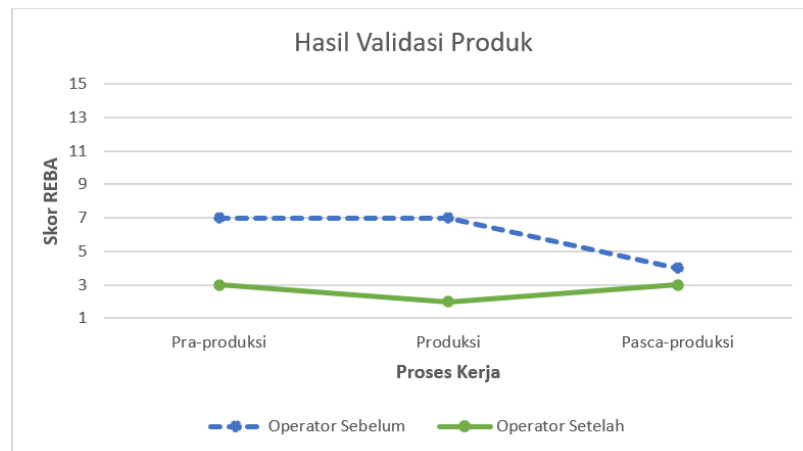
4. *Prototype*

Berikut merupakan foto produk stasiun kerja 3D *printing* dalam bentuk maket dengan skala 1:10.



5. *Test/Uji*

Pengujian sebelumnya dilakukan pada stasiun kerja yang saat ini digunakan, mencakup tiga proses kerja: pra-produksi, produksi, dan pasca-produksi. Hasilnya, operator memperoleh skor akhir masing-masing sebesar 7, 7, dan 4 pada setiap proses kerja, dengan rekomendasi tindakan berupa perlunya perbaikan stasiun kerja. Berdasarkan hasil tersebut, dilakukan uji validasi terhadap desain produk usulan yang telah disesuaikan dimensinya menggunakan data antropometri. Uji ini bertujuan untuk mengurangi resiko ergonomi yang dialami oleh operator. Berikut merupakan hasil uji validasi menggunakan perangkat lunak CATIA. Untuk menunjukkan efektivitas perbaikan desain stasiun kerja terhadap postur kerja operator, dilakukan perbandingan skor REBA sebelum dan sesudah penerapan desain usulan. Grafik berikut menyajikan hasil perbandingan tersebut.



Gambar 7 Grafik Perbandingan Skor REBA

KESIMPULAN (Capital, Bold, 12pt)

Berdasarkan hasil perancangan stasiun kerja 3D printing di Laboratorium Mini Makerspace, Bandung Techno Park, Telkom University, dapat disimpulkan bahwa stasiun kerja sebelumnya belum memenuhi prinsip ergonomi, khususnya pada aspek ketinggian meja dan postur kerja operator, sehingga berdampak pada kenyamanan serta berpotensi menimbulkan keluhan otot akibat aktivitas kerja yang berulang dan berdurasi lama. Proses perancangan dilakukan menggunakan pendekatan *Design Thinking* dan teknik SCAMPER yang berbasis data antropometri pengguna, sehingga menghasilkan desain stasiun kerja yang lebih relevan dan sesuai dengan dimensi tubuh operator di Makerspace. Evaluasi postur kerja melalui metode REBA menunjukkan penurunan risiko ergonomi secara signifikan setelah penerapan desain usulan, di mana pada proses pra-produksi skor REBA turun dari 7 menjadi 3, pada proses produksi turun drastis dari 7 menjadi 2, sementara pada proses pasca-produksi skor relatif stabil di angka 3 dari skor awal 4. Penurunan skor ini menunjukkan bahwa desain usulan berhasil memperbaiki postur kerja operator secara signifikan, terutama pada tahapan kerja yang sebelumnya memiliki risiko tertinggi. Rancangan stasiun kerja ini diharapkan dapat meningkatkan kenyamanan, keamanan, dan efektivitas kerja pengguna

3D *printing*, serta menjadi acuan bagi pengembangan fasilitas serupa di lingkungan pendidikan maupun industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiluhung. (2019). Penyempurnaan Bentuk Serta Ketahanan Material pada Dummy Body Part Kendaraan Tempur dengan Teknik Printer 3D & Komposit. *ATRAT: Jurnal Seni Rupa*, 7(1), 1–5. <https://doi.org/https://doi.org/10.26742/atrat.v7i1.919>
- Arifin, R., & Suryoputro, M. R. (2019). Perancangan Stasiun Kerja Pebatik Canting dengan Pendekatan Ergonomi Partisipatori (Studi Kasus: Batik Putra Laweyan). *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 2(3). <https://doi.org/10.32734/ee.v2i3.764>
- Cresswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (V. Knight, J. Young, K. Kosciela, B. Bauhaus, & M. Markanich, Eds.; 4th ed.). SAGE Publications.
- Fajrina, N., & Postha, A. K. R. (2024). PENERAPAN METODE DESIGN THINKING DALAM PERANCANGAN IDENTITAS VISUAL DAN DESAIN KEMASAN UMKM SAMBELILER (Studi Kasus: Beda'kan Batch 14-Semarang). *Proceeding Unnes*, 1(2023). <https://proceeding.unnes.ac.id/psnf/article/view/2916>
- Hasso-Platner Institute of Design at Stanford. (n.d.). *An Introduction to Design Thinking PROCESS GUIDE*. Institute of Design at Stanford. Retrieved January 14, 2025, from <https://dschool.stanford.edu/resources/>
- Ismianti, & Herianto. (2018). *Adopsi 3d Printing Di Indonesia Dan Prediksi Penggunaannya Pada Tahun 2030*. [Tesis Magister]. Universitas Gajah Mada.
- Purnomo, H. (2013). *Antropometri dan Aplikasinya* (1st ed., Vol. 8). GRAHA ILMU.

- Shafarazaq, Z., Bramasta, V. A., Avdillah, L. A., & Sahri, Y. (2023). Penerapan Metode Design Thinking dalam Perancangan UIUX Aplikasi Edukasi dan Konsultasi Kondisi Kesehatan Mental. *Jurnal Rekayasa Sistem Informasi Dan Teknologi*, 1. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.59407/jrsit.v1i2.168>
- Wibowo, M. R., & Setiaji, H. (2020). Perancangan Website Bisnis Thrifdoor Menggunakan Metode Pendekatan Design Thinking. *AUTOMATA*, 1(2). <https://journal.uui.ac.id/AUTOMATA/article/view/15408>
- Yusanto, Y. (2019). Ragam Pendekatan Penelitian Kualitatif. *Journal of Scientific Communication*, 1(1).

