

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Observasi dan Analisis

Tahap awal observasi dan analisis dilakukan melalui pendekatan analisis komparatif terhadap produk-produk yang telah beredar di pasaran, khususnya yang memiliki fungsi serupa dalam layanan pencetakan mandiri. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengidentifikasi kelebihan, kekurangan, serta fitur-fitur utama yang dibutuhkan dalam merancang produk pencetak dokumen mandiri yang lebih optimal. Saat ini, sudah tersedia beberapa jenis mesin *self-service print* yang menawarkan beragam fitur, seperti konektivitas nirkabel, pilihan metode pembayaran, hingga integrasi dengan layanan *cloud*. Masing-masing produk memiliki karakteristik yang berbeda, baik dari sisi desain fisik, pengalaman pengguna, maupun kelengkapan fitur. Oleh karena itu, analisis ini menjadi dasar penting dalam menentukan fitur-fitur apa saja yang paling dibutuhkan oleh pengguna dan bagaimana merancang produk yang mampu memenuhi kebutuhan tersebut dengan lebih baik. Hasil dari tahap ini akan menjadi acuan dalam pengembangan desain antarmuka maupun rancangan fisik mesin.

1. PrintBox by Inventing (Indonesia)

Produk pertama merupakan salah satu inovasi mesin cetak dokumen mandiri yang dikembangkan oleh empat mahasiswa Universitas Indonesia, yaitu Alif Hikmah Fikri, Joshua Alviando, Yoga Dwi Adityaputra dari Fakultas Teknik, serta Ardanto Finkan Septa dari Fakultas Ilmu Komputer. Produk ini memungkinkan pengguna untuk mencetak dokumen secara mandiri tanpa perlu bantuan operator. Fokus utama dari mesin ini adalah penerapan teknologi *digital* dalam sistem operasional dan mekanisme *vending*. Pendekatan ini memberikan sejumlah keunggulan dibandingkan layanan cetak konvensional, terutama dalam hal efisiensi, kemudahan akses, dan fleksibilitas bagi pengguna.

2. Printbox (UK)

Produk lain yang memiliki fungsi serupa adalah Printbox dari Mitchel Project, yang beroperasi dalam lingkup internasional. Mesin ini juga merupakan layanan cetak dokumen mandiri dengan sistem *self-service*, yang memungkinkan pengguna untuk mengakses seluruh proses pencetakan tanpa bantuan operator. Perbedaan utama dibandingkan PrintBox by Inventing terletak pada fleksibilitas input file dan metode pembayarannya. Mesin Printbox mendukung pencetakan dokumen dari berbagai format file seperti PDF, DOCX, serta gambar, yang dapat

diunggah melalui USB, email, atau langsung dari situs web resminya. Untuk proses pembayaran, sistem ini menggunakan sistem poin atau kredit digital, di mana pengguna perlu melakukan pembelian poin terlebih dahulu sebelum dapat menggunakan layanan cetaknya. Pendekatan ini memberi keleluasaan dalam metode akses dan pembayaran, sekaligus menyesuaikan dengan kebiasaan digital masyarakat setempat. Berikut ini tabel perbandingan kekurangan dan kelebihan dari kedua produk tersebut:

<p>Printbox by Inventing</p> 	<p>Kelebihan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dapat <i>Stand Alone</i> tanpa toko fisik. 2. <i>Vending</i> produk secara langsung. 3. Pelayanan <i>Digital</i>. 4. Fitur cetak dokumen mandiri. 5. Ukuran <i>Compact</i>. 	<p>Kekurangan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak memiliki fitur layar sentuh. 2. Membutuhkan bantuan aplikasi tambahan. 3. Tidak dapat mencetak dokumen tanpa bantuan situs web tambahan. 4. Hanya melayani pelayanan <i>Online</i> (tidak terdapat port USB).
<p>PrintBox UK</p> 	<p>Kelebihan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fitur Layar Sentuh. 2. Dapat <i>Stand Alone</i> tanpa toko fisik. 3. <i>Vending</i> produk secara langsung. 4. Dapat menggunakan USB untuk transfer file. 	<p>Kekurangan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Membutuhkan bantuan aplikasi atau situs website tambahan. 2. Memerlukan pendaftaran akun untuk mencetak dokumen. 3. Pembayaran menggunakan poin/credit yang harus diisi ulang setiap akan mencetak

Tabel 4.1 Perbandingan *Existing Produk*

Selanjutnya, dilakukan penyebaran kuisioner untuk mengetahui preferensi pengguna terhadap mesin self-service. Kuisioner ini dirancang untuk menggali preferensi pengguna dari dua aspek utama, yaitu aspek fisik dan aspek visual dari mesin cetak dokumen mandiri. Pertanyaan-pertanyaan yang diajukan mencakup pilihan desain, ukuran, posisi layar, kemudahan penggunaan, hingga preferensi terhadap tampilan antarmuka (user interface).

Tujuan dari kuisioner ini adalah untuk memperoleh data primer langsung dari pengguna potensial, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam pengembangan desain produk yang sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna.

Berikut adalah ringkasan hasil kuisioner yang diperoleh:

Pilihan Jawaban	Apakah Anda pernah menggunakan mesin <i>self-service</i> seperti ATM, mesin tiket, atau <i>self-order</i> di restoran?	
	Frequency	Percent
Sering	15	42.9%
Jarang	15	42.9%
Tidak Pernah	5	14.3%

Tabel 4.2 Pertanyaan Kuisioner 1

Dari 35 responden, sebanyak 42,9% menyatakan sering menggunakan mesin self-service, jumlah yang sama yaitu 42,9% lainnya mengaku jarang menggunakannya. Hanya 14,3% responden yang belum pernah menggunakannya sama sekali. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden sudah cukup familiar dengan mesin *self-service*, meskipun jumlah penggunaannya berbeda.

Pilihan Jawaban	Apa kendala yang pernah Anda hadapi saat menggunakan ATM, mesin tiket, atau <i>self-order</i> ?	
	Frequency	Percent
Tampilan dan navigasi yang membingungkan	19	54.3%
Tulisan terlalu kecil	9	25.7%
Ukuran layar kurang besar	7	20%

Tabel 4.3 Pertanyaan Kuisioner 2

Berdasarkan data yang tertera, kendala utama yang dihadapi responden saat menggunakan mesin self-service adalah tampilan dan navigasi yang membingungkan, dengan persentase sebanyak 54,3%. Selain itu, 25,7% responden mengeluhkan tulisan yang terlalu kecil, sedangkan 20% lainnya merasa ukuran

layar mesin kurang besar. Hasil ini menunjukkan bahwa aspek desain antarmuka, khususnya tulisan dan kemudahan navigasi, menjadi faktor penting yang penting untuk diperhatikan.

Pilihan Jawaban	Apa faktor fisik yang menurut Anda paling penting dalam penggunaan mesin <i>self-service</i> ?	
	Frequency	Percent
Posisi interaktif yang mudah dijangkau	20	57.1%
Desain mesin yang compact dan mudah diakses	9	25.7%
Ukuran layar besar	6	17.1%

Tabel 4.4 Pertanyaan Kuisisioner 3

Faktor fisik yang dianggap paling penting bagi responden dalam mesin *self-service* adalah posisi interaktif yang mudah dijangkau, dengan persentase sebesar 57,1%. Sementara 25,7% responden memilih desain mesin yang compact dan mudah diakses, dan hanya 17,1% yang mengutamakan ukuran layar besar. Hasil ini memperlihatkan bahwa kenyamanan fisik saat berinteraksi dengan mesin menjadi prioritas penting dalam desain mesin *self-service* agar dapat digunakan secara ergonomis oleh berbagai kalangan.

Pilihan Jawaban	Apa preferensi Anda dalam tampilan <i>interface</i> dari mesin <i>self-service</i> ?	
	Frequency	Percent
Antarmuka yang sederhana dan mudah dipahami	20	57.1%
Terdapat banyak ikon atau ilustrasi gambar	2	22.9%
Warna yang beragam dan menarik	6	17.1%

Tabel 4.5 Pertanyaan Kuisisioner 4

Sebanyak 57,1% responden menganggap bahwa *interface* yang sederhana dan mudah dipahami merupakan faktor tampilan yang paling penting saat menggunakan mesin *self-service*. Sebanyak 22,9% responden memilih keberadaan banyak ikon atau ilustrasi gambar sebagai hal penting, sedangkan 20% lainnya

mengutamakan penggunaan warna yang beragam dan menarik. Hasil ini menunjukkan bahwa kemudahan tampilan *interface* lebih diprioritaskan daripada aspek estetika visual, sehingga desain UI mesin *self-service* sebaiknya difokuskan pada kesederhanaan dan kejelasan navigasi.

Berdasarkan hasil kuisioner tersebut, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar responden telah memiliki pengalaman dalam menggunakan mesin *self-service*, seperti mesin ATM, mesin tiket otomatis, dan mesin pemesanan mandiri (*self-order*). Walaupun tingkat frekuensi penggunaan bervariasi antarresponden, hal ini menunjukkan bahwa masyarakat sudah cukup familiar dengan konsep layanan mandiri.

Namun demikian, beberapa kendala utama yang sering dihadapi oleh responden ketika menggunakan mesin-mesin tersebut antara lain adalah tampilan visual yang tidak intuitif, navigasi menu yang membingungkan, serta ukuran teks yang terlalu kecil, sehingga menyulitkan dalam proses interaksi. Hal ini menjadi indikator penting bahwa aspek visual dan keterbacaan merupakan elemen krusial dalam desain antarmuka mesin layanan mandiri.

Dari aspek fisik, mayoritas responden lebih menyukai mesin dengan posisi layar atau elemen interaktif yang mudah dijangkau, dibandingkan sekadar ukuran layar yang besar atau desain mesin yang ramping (*compact*). Hal ini menunjukkan bahwa faktor ergonomi menjadi pertimbangan utama bagi pengguna. Dalam hal desain visual, preferensi utama responden adalah tampilan antarmuka yang sederhana, jelas, dan mudah dipahami. Antarmuka yang terlalu kompleks atau penuh elemen visual justru dianggap mengganggu dan menurunkan kenyamanan penggunaan.

Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa desain antarmuka (UI) yang fungsional dan studi ergonomi fisik yang matang sangat penting dalam pengembangan produk mesin cetak dokumen mandiri. Tidak hanya untuk memastikan kemudahan penggunaan dan efisiensi, tetapi juga untuk meningkatkan kepuasan dan pengalaman pengguna secara keseluruhan.

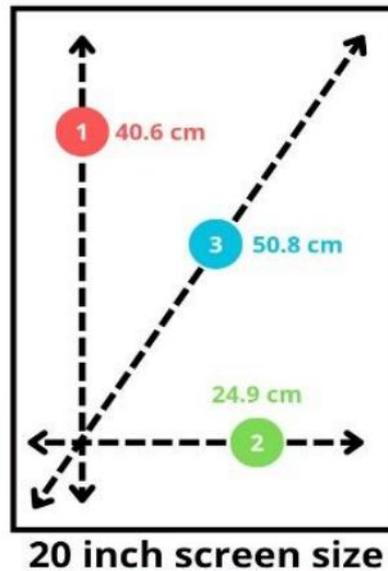
4.2 Studi Ergonomi Fisik & *User Experience*

Dalam merancang produk pencetak dokumen mandiri, aspek ergonomi dan *user experience* (UX) merupakan komponen krusial yang tidak dapat diabaikan. Kedua aspek ini memainkan peran penting dalam memastikan bahwa produk yang dibuat tidak hanya sekadar berfungsi dengan baik, tetapi juga mampu memberikan kenyamanan, kemudahan, serta pengalaman pengguna yang positif saat berinteraksi dengan mesin.

Penerapan prinsip ergonomi bertujuan untuk menyesuaikan desain fisik produk dengan postur dan keterbatasan fisik manusia, sehingga interaksi pengguna menjadi lebih alami dan nyaman. Sementara itu, pendekatan UX difokuskan pada bagaimana pengguna berinteraksi dengan sistem secara keseluruhan — mulai dari kemudahan navigasi, kecepatan akses fitur, hingga kepuasan emosional selama penggunaan. Dengan mengintegrasikan kedua aspek ini secara menyeluruh dalam proses perancangan, diharapkan produk cetak dokumen mandiri yang dihasilkan akan lebih inklusif, efisien, dan responsif terhadap kebutuhan beragam pengguna dalam berbagai konteks penggunaan. Penggunaan system *self-service* tidak hanya meningkatkan efektivitas namun juga memberikan pengguna kendali penuh atas produk dan layanan yang mereka butuhkan (Hashem, 2023). Maka dari itu, faktor ergonomi dalam desain sangat berpengaruh dalam memaksimalkan kenyamanan, efektivitas interaksi, serta aksesibilitas bagi pengguna. Ergonomi tidak hanya membahas bentuk fisik produk, tetapi juga mencakup bagaimana pengguna berinteraksi secara alami dan efisien dengan teknologi yang disediakan. Semakin ergonomis suatu produk, maka semakin besar kemungkinan pengguna merasa nyaman dan puas dalam mengoperasikannya, terlebih ketika digunakan secara mandiri tanpa bantuan operator.

Salah satu fitur utama yang akan digunakan untuk menunjang *user experience* (UX) dalam perancangan produk cetak dokumen mandiri ini adalah layar sentuh (*touchscreen*). Penggunaan layar sentuh dalam antarmuka mesin memungkinkan interaksi yang lebih cepat, intuitif, dan efisien. Dengan sistem navigasi berbasis sentuhan, pengguna dapat dengan mudah memahami alur penggunaan dan memilih layanan yang diinginkan tanpa perlu bantuan petugas, tombol fisik, atau keyboard tambahan. Lebih jauh lagi, antarmuka berbasis layar sentuh memungkinkan penerapan desain grafis yang lebih interaktif dan *user-friendly*. Visualisasi menu, ikon, dan tombol dapat dirancang secara konsisten dan responsif, sehingga memudahkan pengguna dari berbagai latar belakang usia dan pengalaman teknologi. Selain mempercepat proses transaksi, penggunaan layar sentuh juga dapat mengurangi potensi kesalahan input serta meningkatkan efisiensi keseluruhan layanan. Dengan mempertimbangkan faktor

ergonomi dan penggunaan teknologi layar sentuh, produk pencetak dokumen mandiri diharapkan dapat memberikan pengalaman penggunaan yang nyaman, cepat, dan praktis.



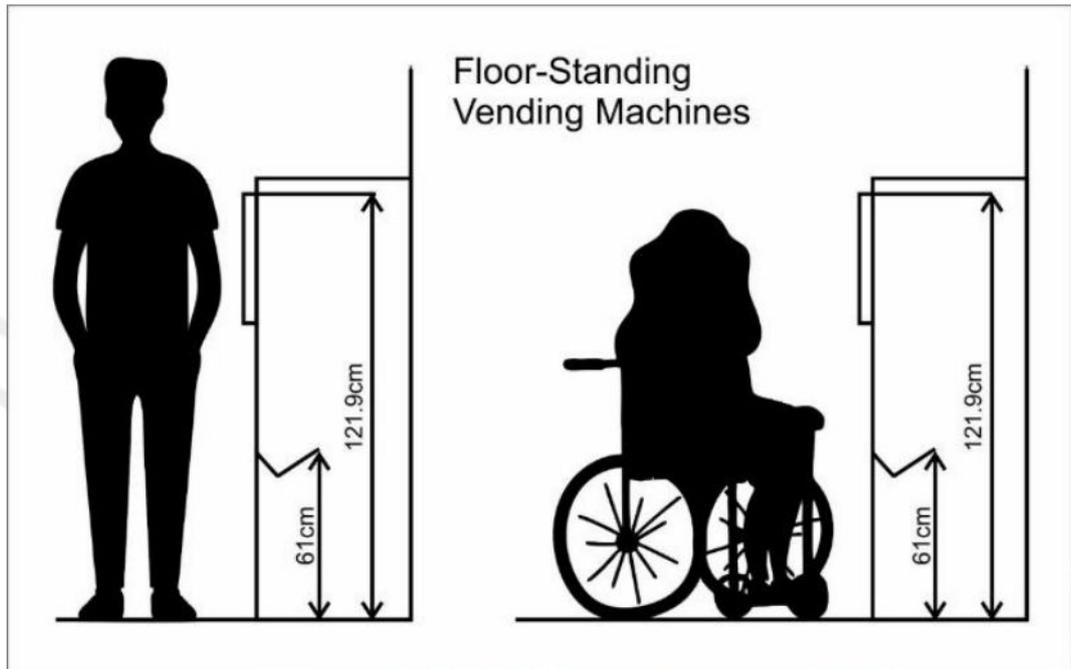
Gambar 4.1 Ukuran Layar

Ukuran layar sentuh yang direncanakan untuk digunakan adalah sebesar 40,6 cm x 24,9 cm atau 20 inci. Pemilihan layar berukuran 20 inci bukan tanpa alasan — ukuran ini dipilih untuk memaksimalkan visibilitas dan kenyamanan interaksi visual pengguna saat mengoperasikan mesin cetak dokumen mandiri. Dengan dimensi tersebut, pengguna dapat melihat informasi, instruksi, serta tampilan preview dokumen dengan lebih jelas dan detail. Ini sangat penting dalam proses pencetakan dokumen, karena pengguna perlu melakukan pengecekan akhir terhadap konten yang akan dicetak.

Selain itu, ukuran layar yang cukup besar juga mendukung elemen antarmuka pengguna (UI) yang lebih kompleks. Elemen seperti tombol, menu navigasi, ikon, dan konfirmasi pembayaran dapat ditampilkan dengan ukuran yang proporsional tanpa mengurangi kejelasan atau menumpuk konten secara berlebihan.

Lebih lanjut, layar 20 inci memberikan keunggulan dari sisi aksesibilitas. Teks dan ikon dapat ditampilkan dalam ukuran lebih besar, sehingga memudahkan pengguna yang memiliki keterbatasan penglihatan atau pengguna usia lanjut. Hal ini sejalan dengan prinsip desain inklusif, di mana setiap pengguna, tanpa memandang latar belakang atau kemampuan fisik, dapat menggunakan produk dengan nyaman dan efisien. Dengan kombinasi ukuran layar yang luas dan desain antarmuka yang dirancang secara ergonomis, pengalaman pengguna dalam menggunakan mesin akan terasa lebih intuitif dan cepat, sekaligus mengurangi potensi kesalahan dalam penggunaan.

Selain aspek layar sentuh, desain fisik produk secara keseluruhan juga harus disesuaikan dengan karakteristik fisik manusia agar tetap ergonomis dan nyaman saat digunakan. Penerapan prinsip ergonomi dalam perancangan mesin pencetak dokumen mandiri sangat penting untuk menciptakan interaksi yang efisien dan minim hambatan. Beberapa faktor utama yang harus diperhatikan dalam perancangan produk meliputi:



Gambar 4.2 Jangkauan Vending Machine

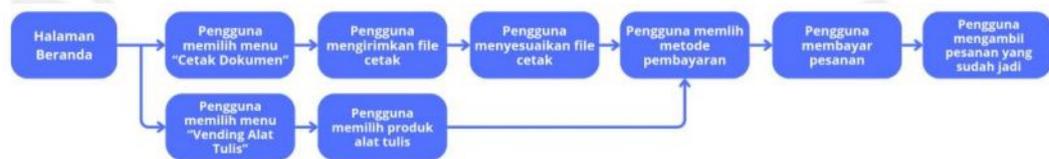
Preferensi terkait ergonomi fisik dalam perancangan produk pencetak dokumen mandiri mengacu pada data antropometri yang diambil dari buku *Human Dimensions & Interior Space* karya Julius Panero dan Martin Zelnik. Buku ini memberikan panduan komprehensif mengenai dimensi tubuh manusia yang relevan untuk desain ruang dan produk publik, termasuk mesin *vending* (Julius Panero, Martin Zelnik).

Berdasarkan data yang disajikan, tinggi optimal untuk penempatan layar interaktif dan area interaksi utama bagi pengguna umum dalam posisi berdiri adalah maksimal 137,2 cm dari permukaan lantai. Tinggi ini dinilai ideal karena memungkinkan pengguna melihat dan menjangkau layar dengan nyaman, tanpa perlu membungkuk atau mengangkat tangan terlalu tinggi. Sementara itu, untuk pengguna kursi roda, tinggi yang disarankan untuk posisi layar dan area interaktif utama adalah maksimal 121,9 cm dari lantai. Rentang ini memastikan bahwa mesin tetap dapat diakses oleh pengguna dengan berbagai tinggi badan dan kemampuan mobilitas. Oleh karena itu, jika produk ingin dirancang agar inklusif dan dapat diakses oleh berbagai kalangan, maka tinggi layar sentuh sebaiknya berada dalam rentang 121,9 cm.

Untuk output produk (tempat keluarnya dokumen), ketinggian ideal adalah minimal 61 cm dari lantai. Posisi ini cukup rendah untuk dapat dijangkau oleh pengguna kursi roda tanpa perlu membungkuk secara ekstrem, dan cukup nyaman untuk pengguna berdiri karena masih dalam area jangkauan lengan ke bawah secara alami.

Dengan mengacu pada data antropometri tersebut, desain mesin dapat dioptimalkan secara ergonomis, sehingga pengguna dari berbagai latar belakang fisik dapat mengoperasikan mesin dengan lebih nyaman, aman, dan efisien.

4.3 Perancangan Alur Pengguna (*User Flow*)

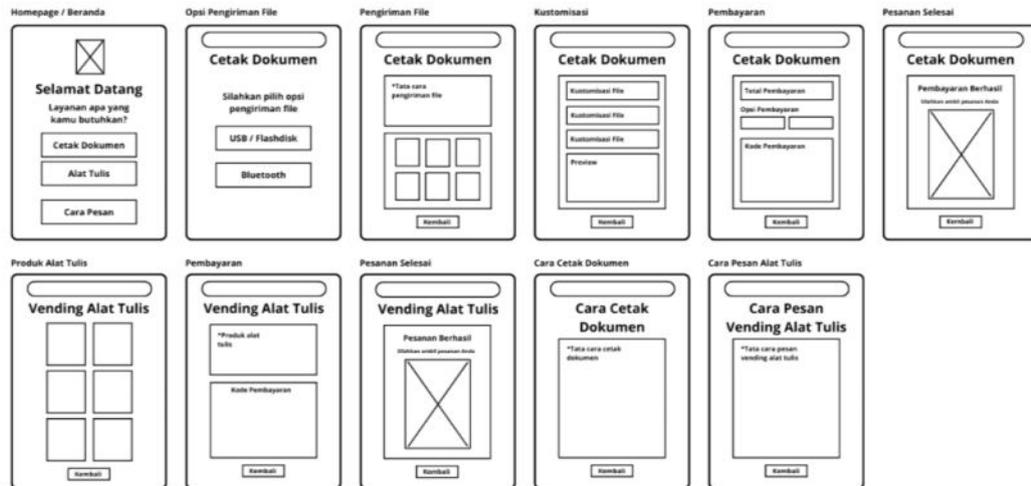


Gambar 4.3 Alur Pengguna (*User Flow*)

User flow ini menggambarkan alur penggunaan produk pencetak dokumen mandiri yang dimulai dari halaman beranda hingga proses pengambilan pesanan yang telah selesai. Terdapat dua jalur utama dalam alur ini, yaitu layanan “Cetak Dokumen” dan “*Vending* Alat Tulis.” Pada halaman awal, pengguna akan diarahkan untuk memilih salah satu layanan sesuai kebutuhan. Jika pengguna memilih layanan cetak dokumen, langkah-langkah yang dilakukan mencakup mengunggah file, melakukan penyesuaian file bila diperlukan, memilih metode pembayaran, menyelesaikan pembayaran, dan mengambil hasil cetakan. Sementara itu, jika memilih layanan *vending* alat tulis, pengguna akan memilih produk terlebih dahulu, kemudian memilih metode pembayaran, menyelesaikan transaksi, dan mengambil produk dari mesin.

Pemilihan alur ini dinilai efektif karena jumlah langkahnya tidak terlalu banyak, sehingga dapat mengurangi langkah yang berulang dan meminimalkan kebingungan pengguna saat mengoperasikan produk. Dengan menyediakan dua jalur layanan dari satu titik awal, pengguna dipermudah dalam menentukan layanan yang dibutuhkan sejak awal penggunaan. Proses pembayaran yang seragam pada kedua layanan juga bertujuan untuk menjaga konsistensi dan memudahkan pengguna dalam bertransaksi. Secara keseluruhan, alur ini dirancang untuk memberikan pengalaman penggunaan yang lebih cepat, jelas, dan terarah, sehingga mendukung optimalisasi produk secara keseluruhan.

4.4 Wireframe & Pembuatan User Interface

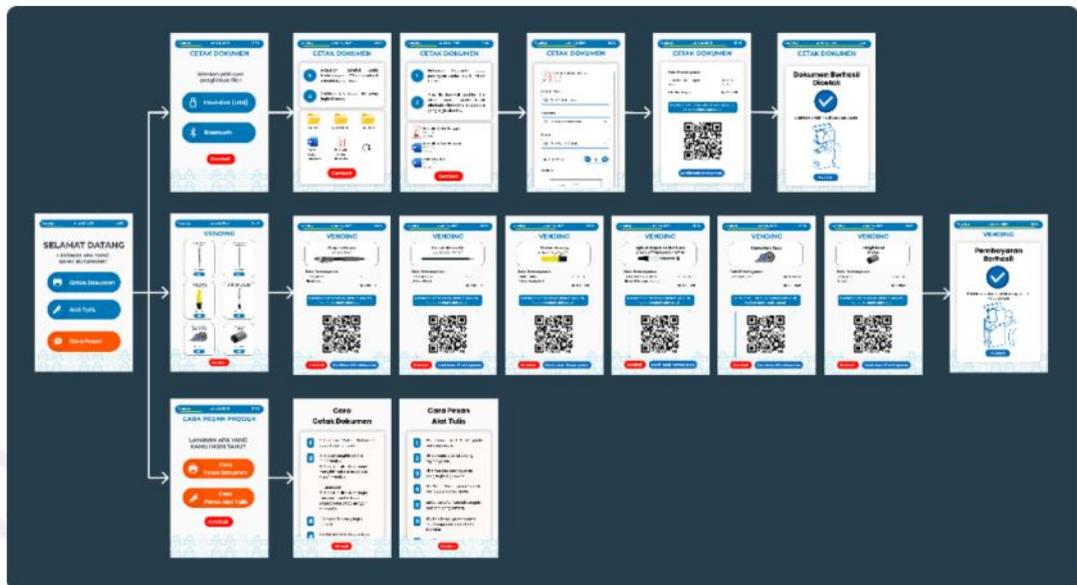


Gambar 4.4 Wireframe Tampilan Interface

Wireframe menunjukkan struktur dasar elemen seperti header, navigasi, gambar, dan konten teks tanpa detail grafis atau warna. Dengan merencanakan tata letak dan alur interaksi secara sistematis, wireframe membantu menciptakan pengalaman pengguna yang lebih intuitif dan efisien (Ningrum, 2022). Wireframe dari tampilan antarmuka produk pencetak dokumen mandiri dirancang untuk menyajikan gambaran visual mengenai alur interaksi pengguna. Pada halaman awal (*Homepage/Beranda*), pengguna disuguhkan tiga pilihan utama yaitu layanan cetak dokumen, pembelian alat tulis, dan panduan pemesanan. Penyusunan pilihan ini dimaksudkan agar pengguna dapat langsung menentukan layanan yang dibutuhkan sejak awal penggunaan. Ketika memilih layanan cetak dokumen, pengguna akan diarahkan ke halaman pemilihan metode pengiriman file, di mana tersedia dua opsi yaitu melalui *USB/flashdisk* atau *Bluetooth*. Pilihan ini disediakan guna memberikan kemudahan akses bagi pengguna, baik yang membawa file secara fisik maupun secara digital.

Setelah memilih metode pengiriman, pengguna akan masuk ke halaman instruksi pengiriman file, lalu dilanjutkan ke halaman kustomisasi dokumen. Pada tahap ini, pengguna dapat menyesuaikan file sebelum dicetak, seperti menentukan ukuran kertas, jumlah salinan, serta pilihan tinta berwarna atau hitam putih. Fitur *preview* disediakan agar pengguna dapat meninjau hasil akhir sebelum mencetak. Berikutnya, pengguna akan diarahkan ke halaman pembayaran yang menampilkan total biaya, pilihan metode pembayaran, serta *barcode* untuk menyelesaikan transaksi. Setelah pembayaran berhasil, layar akan menampilkan notifikasi bahwa dokumen siap diambil,

menjaga keterbacaan dan menghindari kebingungan bagi pengguna dengan keterbatasan penglihatan warna.



Gambar 4.6 Prototype Tampilan Interface

Prototipe *user interface* dirancang menggunakan aplikasi Figma untuk memvisualisasikan tampilan serta alur interaksi pengguna secara menyeluruh. Desain ini dikembangkan berdasarkan hasil kuisisioner preferensi pengguna dan struktur *wireframe* yang telah disusun sebelumnya. Pada tampilan beranda, pengguna langsung disuguhkan dua pilihan utama yaitu "Cetak Dokumen" dan "Vending Alat Tulis". Pembagian layanan ini dimaksudkan untuk menyederhanakan navigasi, sekaligus memberikan kejelasan mengenai fungsi dari masing-masing layanan, sehingga pengguna tidak perlu bingung dalam menentukan pilihan sejak awal.

Untuk alur layanan Cetak Dokumen, interaksi pengguna dibagi ke dalam tahapan yang terstruktur, dimulai dari pemilihan metode pengiriman file seperti *USB* atau *Bluetooth*, lalu dilanjutkan ke tampilan pemilihan file yang berhasil diunggah. Setelah itu, pengguna diarahkan ke halaman kustomisasi file untuk menyesuaikan preferensi seperti ukuran kertas, warna tinta, jumlah salinan, dan orientasi cetak. Selanjutnya, pengguna memilih metode pembayaran *digital* yang tersedia dan menyelesaikan transaksi. Setelah pembayaran berhasil, akan muncul halaman konfirmasi bahwa dokumen telah berhasil dicetak dan siap diambil.

Sementara itu, pada layanan *Vending Alat Tulis*, pengguna langsung dibawa ke katalog produk yang ditampilkan dalam format visual yang sederhana namun informatif. Setiap produk ditampilkan dengan nama, harga, dan tombol pemesanan, sehingga proses

pembelian dapat dilakukan dengan cepat. Setelah memilih produk, pengguna diarahkan ke halaman pembayaran dan kemudian ke halaman konfirmasi pesanan.

Untuk mendukung pengguna pemula, disediakan pula halaman bantuan berupa "Cara Cetak Dokumen" dan "Cara Pesan Alat Tulis" yang berisi panduan singkat, ditampilkan dalam bentuk poin-poin sederhana. Desain prototipe ini dibuat dengan mengutamakan prinsip *user-friendly*, alur navigasi yang logis, serta fokus pada kecepatan dan efisiensi penggunaan.

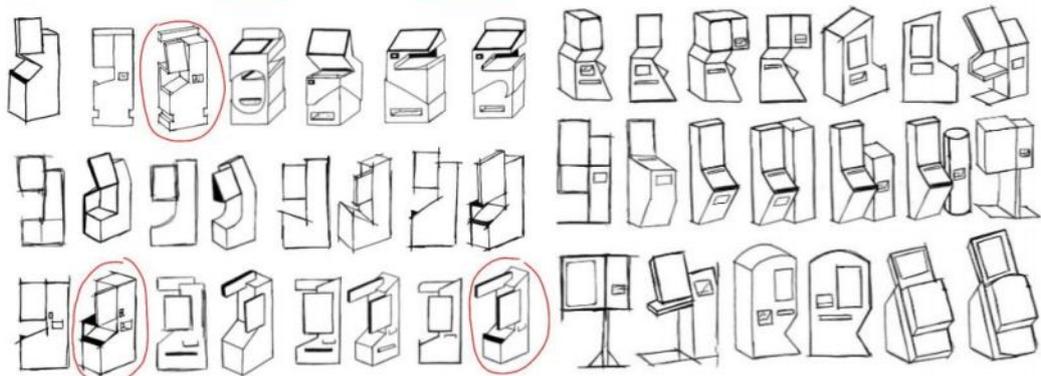
Selain itu, pemilihan palet warna juga memperhatikan aspek aksesibilitas, khususnya bagi pengguna dengan gangguan penglihatan warna (*color blindness*), dengan memastikan kontras warna yang cukup agar tetap terbaca dengan jelas. Elemen visual seperti ikon dan ilustrasi digunakan secara minimalis namun efektif untuk memperkuat pemahaman pengguna terhadap fungsi-fungsi yang ada. Tampilan antarmuka yang bersih, bebas iklan, dan konsisten secara visual memberikan kesan profesional serta memperkuat citra modern dari produk ini sebagai layanan digital yang inovatif dan inklusif.

4.5 Pembuatan Konsep Fisik Produk

Tahap perancangan konsep fisik produk merupakan langkah penting dalam merumuskan bentuk awal dari produk berdasarkan kebutuhan pengguna serta hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya. Dalam konteks produk pencetak dokumen mandiri, perancangan konsep fisik ini bertujuan untuk menciptakan gambaran menyeluruh mengenai tampilan dan struktur mesin, serta bagaimana pengguna akan berinteraksi secara langsung dengan perangkat tersebut.

Pada tahap ini, berbagai aspek dipertimbangkan secara detail—mulai dari bentuk keseluruhan desain mesin, tata letak elemen-elemen utama seperti layar, *slot input/output*, hingga alur pergerakan fisik pengguna selama menggunakan produk. Seluruh elemen ini dirancang tidak hanya untuk memenuhi fungsi utama produk, tetapi juga untuk menunjang kenyamanan dan kemudahan penggunaan bagi beragam tipe pengguna.

Konsep fisik yang dirancang juga mengacu pada prinsip ergonomi yang telah dianalisis di tahap sebelumnya, termasuk pengaturan tinggi layar sentuh, posisi layar interaktif, dan jangkauan ideal agar sesuai dengan postur pengguna berdiri maupun pengguna kursi roda. Dengan pendekatan ini, desain awal yang dihasilkan mampu menjembatani kebutuhan teknis dan aspek human-centered design, sehingga produk akhir yang dikembangkan dapat memberikan pengalaman yang efisien, nyaman, dan mudah dipahami dalam konteks layanan mandiri.



Gambar 4.7 Sketsa Eskplorasi Bentuk

Dari keseluruhan rangkaian sketsa yang dikembangkan, terdapat tiga alternatif desain yang terpilih dan diberi penanda lingkaran merah. Ketiga desain ini dianggap paling potensial karena mampu mengintegrasikan fitur utama seperti layar sentuh,

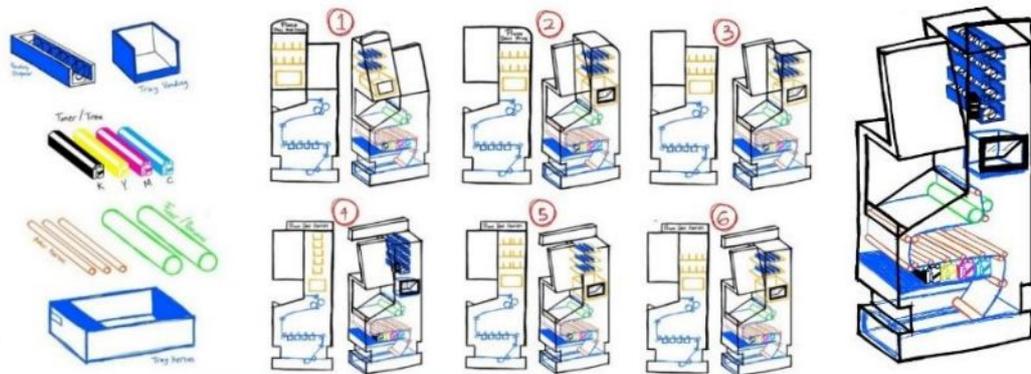
output hasil cetak, serta *output vending* dalam tata letak yang ergonomis dan mudah dijangkau oleh pengguna. Selain fungsional, ketiganya juga menghadirkan bentuk geometris yang tegas dan proporsional, memberikan kesan modern dan profesional yang sesuai untuk ditempatkan di ruang-ruang publik seperti kampus, sekolah, perpustakaan, hingga perkantoran.

Sketsa pertama (kiri atas) memiliki keunggulan dari segi penempatan layar sentuh yang berada pada posisi ergonomis, serta area *output* untuk cetakan dan *vending* yang berada dalam jangkauan nyaman. Selain itu, desain ini menerapkan bentuk modular yang mempermudah proses produksi massal serta memudahkan dalam perawatan berkala. Sketsa kedua (kiri bawah) mengusung pendekatan desain yang lebih sederhana dengan struktur yang ringkas. Desain ini cocok untuk lokasi dengan keterbatasan ruang karena bentuknya yang ramping, sehingga lebih fleksibel dalam penempatan di area sempit tanpa mengurangi fungsi utamanya. Sementara itu, sketsa ketiga (kanan bawah) tampil dengan pendekatan visual yang lebih futuristik, ditandai dengan posisi layar sentuh yang tampak mengambang. Tata letak elemen *output* juga diposisikan agar tetap mudah diakses pengguna, membuat desain ini menarik secara visual sekaligus tetap memperhatikan aspek ergonomi. Ketiga desain ini menjadi dasar pertimbangan dalam menentukan bentuk akhir produk yang akan dikembangkan lebih lanjut ke tahap visual rendering dan *prototyping*.

Setelah menentukan beberapa alternatif desain yang paling potensial, langkah berikutnya dalam proses perancangan adalah menyusun *layout* atau tata letak peletakan komponen internal mesin. Tahap ini penting untuk memastikan bahwa setiap komponen utama dapat ditempatkan secara efisien di dalam struktur fisik produk, tanpa mengganggu fungsi atau kenyamanan pengguna. Komponen-komponen yang akan dimasukkan ke dalam mesin dibagi menjadi dua kelompok utama, yaitu komponen untuk mesin cetak dan komponen untuk mesin *vending*. Pada bagian mesin cetak, komponen yang harus dipertimbangkan meliputi *toner* atau tinta, *fuser*, *roller* kertas, serta *tray* kertas. Keempat komponen ini memiliki alur kerja berurutan dalam proses pencetakan, sehingga peletakannya harus mempertimbangkan aliran kertas yang optimal dan aksesibilitas untuk pemeliharaan atau pengisian ulang.

Sementara itu, pada bagian mesin *vending*, komponen utama yang digunakan adalah *vending dispenser* dan *tray vending*. Keduanya harus dirancang sedemikian rupa agar produk alat tulis yang dijual dapat dikeluarkan dengan lancar, tidak terjebak di dalam mesin, serta mudah dijangkau oleh pengguna. Penempatan komponen *vending* juga perlu memperhitungkan stabilitas produk dan efisiensi ruang di dalam mesin.

Berikut ini merupakan beberapa alternatif tata letak peletakan komponen mesin, yang akan dianalisis lebih lanjut untuk menentukan skema paling optimal baik dari segi teknis, ergonomi, maupun kemudahan perawatan:



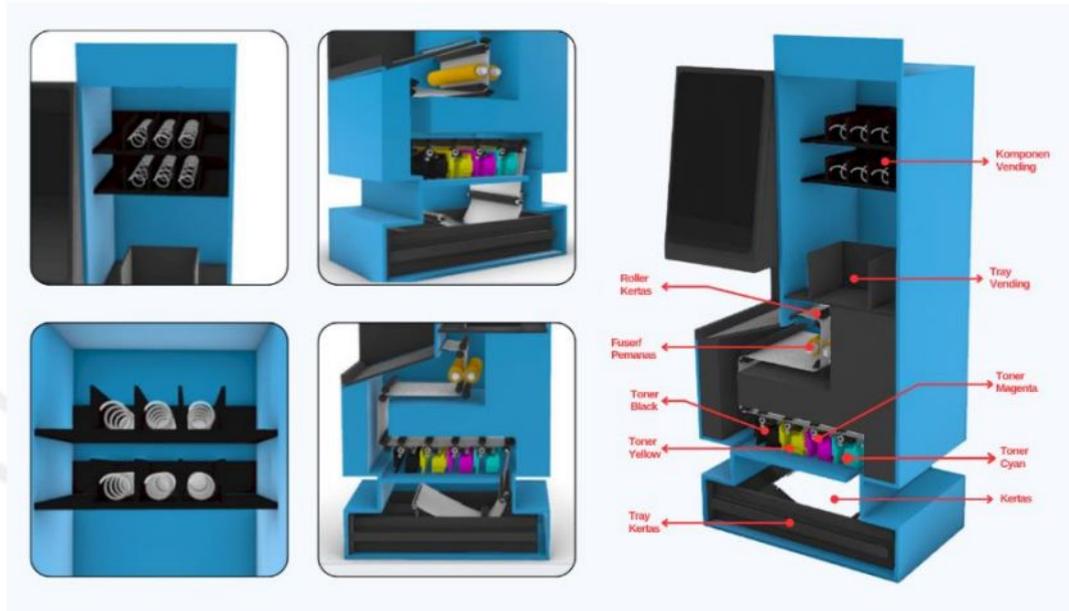
Gambar 4.8 Sketsa Alternatif Layout Komponen

Dari berbagai alternatif *layout* yang telah dirancang, *layout* nomor 6 dipilih sebagai opsi terbaik untuk digunakan. Pada *layout* ini, komponen *vending* dirancang secara maksimal dengan susunan vertikal yang efisien. Penempatan komponen disusun berdasarkan alur kerja yang logis dari atas ke bawah, dimulai dari komponen *vending*, *tray vending*, area layar interaktif, komponen mesin cetak, hingga *tray* keluaran hasil cetakan. Posisi layar sentuh juga berada dalam jangkauan ergonomis, begitu pula dengan *tray vending* dan *output tray* yang dapat dijangkau dengan nyaman oleh pengguna.

Tata letak ini tidak hanya memaksimalkan penggunaan ruang yang tersedia, tetapi juga mempermudah proses perawatan karena setiap komponen utama ditempatkan sedemikian rupa agar mudah diakses tanpa mengganggu bagian lainnya. Sebagai perbandingan, *layout* nomor 1 memiliki posisi *tray vending* yang terlalu menonjol ke depan, sehingga berpotensi mengganggu alur penggunaan karena layar interaktif berada terlalu rendah. Selain itu, tampilan visual mesin secara keseluruhan tampak kurang optimal.

Alternatif lainnya, seperti *layout* nomor 3, memang memiliki susunan alur dan komponen yang serupa, namun tidak menyediakan ruang yang memadai untuk menempatkan *signage* atau informasi penting. Adapun *layout* nomor 2 memiliki desain yang cukup baik, namun bagian atas yang berbentuk lengkung terlihat kurang menyatu

secara visual dengan keseluruhan struktur mesin. Oleh karena itu, layout nomor 6 dipilih karena memberikan keseimbangan paling ideal antara aspek ergonomi, estetika visual, fungsionalitas, serta efisiensi dalam proses produksi.



Gambar 4.9 Render Komponen Produk

Gambar di atas menunjukkan visualisasi *layout final* dari peletakan komponen pada produk pencetak dokumen mandiri yang menggabungkan dua fungsi utama, yaitu layanan pencetakan dokumen dan *vending* alat tulis. Desain ini dipilih karena mampu menyeimbangkan aspek ergonomi, efisiensi ruang, serta kemudahan akses dan perawatan. Pada bagian atas mesin terdapat komponen *vending* yang disusun secara vertikal untuk memaksimalkan ruang. Produk-produk alat tulis diletakkan pada *tray vending* yang mudah dijangkau oleh pengguna. Penempatan ini mempertimbangkan kenyamanan pengguna dalam memilih dan mengambil produk.

Di bawah area *vending*, terdapat layar interaktif (*touchscreen*) yang diposisikan pada ketinggian ergonomis sesuai dengan data antropometri, sehingga pengguna baik dalam posisi berdiri maupun duduk (pengguna kursi roda) dapat mengoperasikannya dengan nyaman.

Masuk ke bagian dalam mesin, terdapat komponen mesin cetak yang terdiri dari:

- **Roller kertas**, yang berfungsi untuk menarik dan mengatur pergerakan kertas selama proses pencetakan.
- **Fuser/panas**, yang bertugas untuk merekatkan tinta pada kertas dengan menggunakan panas.

- **Toner cartridge**, yang terdiri dari empat warna utama: *Black, Magenta, Yellow*, dan *Cyan*. Keempat *toner* ini diletakkan secara berjejer dan dapat diakses dengan mudah untuk keperluan penggantian.
- **Tray kertas**, yang berada di bagian paling bawah dan berfungsi sebagai tempat menyimpan kertas kosong sebelum proses pencetakan dimulai.

Penempatan komponen dibuat sistematis dari atas ke bawah untuk menciptakan alur kerja yang logis serta memudahkan perawatan teknis. Setiap komponen utama ditempatkan dalam posisi yang mudah dijangkau dan tidak saling menghalangi, sehingga proses operasional dan pemeliharaan dapat dilakukan dengan efisien. Desain ini juga mempertimbangkan estetika visual dengan bentuk geometris modern dan warna yang mencolok namun tetap profesional, menjadikannya cocok ditempatkan di berbagai ruang publik seperti perpustakaan, kampus, sekolah, atau tempat publik.



Gambar 4.10 Hasil Render Produk

Desain terpilih kemudian diwujudkan dalam bentuk model 3D untuk memberikan gambaran visual yang lebih konkret mengenai tampilan dan penggunaan produk di lingkungan nyata. Layar sentuh interaktif ditempatkan di sisi kiri atas mesin dengan sudut kemiringan yang sedikit condong ke depan, agar pengguna dapat dengan mudah berinteraksi tanpa harus membungkuk atau mengubah posisi tubuh secara ekstrem. Penempatan ini juga mempertimbangkan kenyamanan visual dan kemudahan jangkauan.

Tepat di bagian tengah terdapat slot keluaran hasil cetak yang dirancang pada posisi ergonomis, sehingga dapat dijangkau dengan mudah oleh pengguna dari berbagai tinggi badan, termasuk pengguna kursi roda. Di bawah layar sentuh, terdapat *tray* untuk tempat

dokumen yang sudah dicetak keluar.

Secara visual, produk ini memiliki dominasi warna biru terang yang memberi kesan modern, bersih, dan ramah. Sementara pada bagian samping dan belakang terdapat aksesoris pola etnik khas Indonesia berwarna krem yang tidak hanya berfungsi sebagai elemen estetika, tetapi juga menjadi simbol identitas budaya lokal. Perpaduan gaya visual ini menciptakan harmoni antara unsur teknologi modern dan kekayaan budaya tradisional, menjadikan produk ini tidak hanya sebagai perangkat fungsional, tetapi juga sebagai elemen dekoratif yang memperkuat nilai artistik ruang publik.

Berdasarkan konteks visualisasi lingkungan pada hasil *render* 3D, produk ini dirancang untuk ditempatkan di berbagai ruang publik, seperti institusi pendidikan, *lobby* perkantoran, area *coworking space*, dan ruang tunggu. Desain luarnya disesuaikan dengan interior bergaya *minimalis-modern*, sehingga penempatannya tetap menyatu dan memperkaya estetika ruangan.

Dari sisi ergonomi, desain mesin telah disesuaikan dengan hasil studi antropometri dan kebutuhan pengguna secara umum, termasuk pengguna kursi roda. Tinggi layar sentuh, posisi *tray*, dan interaksi fisik disusun agar dapat dijangkau secara nyaman, memastikan aksesibilitas universal. Pendekatan desain yang inklusif ini bertujuan untuk memberikan pengalaman penggunaan yang optimal bagi semua kalangan.