



3D Virtual Prototyping in the Improvement Phase of Workplace Facility Design: A Case Study of CV. XYZ

Benazir Imam Arif Muttaqin¹, Ully Asfari², Hawwin Mardhiana³, Shanggabuana Adhitya Shamaradewa⁴, Gagas Putra Dawangga⁵

^{1,4}Program Studi Teknik Industri, ^{2,3,5}Program Studi Sistem Informasi, Institut Teknologi Telkom Surabaya, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Jurnal IPTEK – Volume 25
Nomor 1, Mei 2021

Halaman:
69 – 76

Tanggal Terbit :
31 Mei 2201

DOI:
[10.31284/j.iptek.2021.v25i1.1164](https://doi.org/10.31284/j.iptek.2021.v25i1.1164)

EMAIL

¹benazir.imam.a.m@ittelkom-sby.ac.id
²ully.asfari@ittelkom-sby.ac.id
³hawwin@ittelkom-sby.ac.id
⁴shanggabuana.shamaradewa@student.ittelkom-sby.ac.id
⁵gputra16@student.ittelkom-sby.ac.id

PENERBIT

LPPM- Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Alamat:
Jl. Arief Rachman Hakim
No.100,Surabaya 60117,
Telp/Fax: 031-5997244

Jurnal IPTEK by LPPM-ITATS is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

ABSTRAK

Seperti yang kita ketahui, tata letak fasilitas merupakan hal yang sangat penting karena berpengaruh terhadap produktivitas kerja. Di industri manufaktur, perancangan dan optimasi tata letak fasilitas umumnya dilakukan dengan pendekatan *facility layout planning* berdasarkan kriteria ongkos *material handling*. Pendekatan tersebut memiliki beberapa kelemahan, salah satunya adalah bias terkait jarak dan kurang mempertimbangkan faktor lain seperti faktor psikologis dan perspektif dari pengguna/operator. *Virtual reality* (VR) dan *3D Virtual prototyping* adalah salah satu pendekatan terkini yang dimanfaatkan dalam perancangan dan optimasi tata letak fasilitas. Penelitian ini adalah tahap awal dari pengembangan prosedur perancangan tempat kerja secara virtual dengan mengintegrasikan pendekatan *facility layout planning* dan simulasi VR. Penelitian ini menggunakan data empirik yang diperoleh dari studi kasus pada salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang usaha konveksi. Hasil dari penelitian ini berupa *3D Virtual prototyping* dari rancangan tata letak fasilitas yang nantinya akan dievaluasi menggunakan simulasi VR.

Kata kunci: *virtual prototyping, virtual reality, tata letak fasilitas, produktivitas*

ABSTRACT

As we all know, facility layout is very important since it affects work productivity. In the manufacturing industry, design and optimization of facility layout is generally carried out using the facility layout planning approach based on material handling cost criteria. However, this approach has several weaknesses, such as bias related to distance and does not consider other factors such as psychological factors and the perspective of the user. Virtual reality (VR) and 3D Virtual prototyping are among the latest approaches used in the design and optimization of facility layouts. This research is the initial stage of developing a virtual workplace design procedure by integrating the facility layout planning approach and VR simulation. This study uses empirical data obtained from a case study at a manufacturing company engaged in the convection business. The results of this study are 3D Virtual prototyping of the facility layout design which will then be evaluated using VR simulation.

Keywords: *virtual prototyping, virtual reality, facility layout, productivity*

PENDAHULUAN

Untuk merancang tempat kerja yang produktif, perbaikan tata letak (*layout*) melalui perancangan tata letak fasilitas (PTLF) atau *facility layout planning* merupakan pendekatan yang umum/banyak digunakan khususnya oleh para pelaku usaha maupun insinyur teknik industri. Pendekatan PTLF menekankan pada desain tempat kerja yang paling ekonomis, terutama dari segi minimasi jarak dan ongkos *material handling*. Namun, pendekatan PTLF memiliki beberapa kelemahan, salah satunya adalah bias yang ditimbulkan karena jarak perpindahan material yang hanya digunakan sebagai patokan dalam menyusun *layout* tempat kerja. Pada pendekatan PTLF, jarak biasanya dihitung berdasarkan denah/gambar yang telah disusun. *Layout* dengan jarak proses produksi terpendek dan ongkos *material handling* paling rendah kemudian akan dipilih untuk kemudian diimplementasikan dalam perbaikan desain di dunia nyata. Namun kenyatannya, masih banyak faktor yang belum diperhatikan dalam menyusun desain tempat kerja. Di antaranya adalah faktor psikologis dan perspektif dari pengguna/operator yang akan menggunakan tempat kerja tersebut.

Oleh karena penyusunan *layout* tempat kerja tidak bisa dilakukan dengan sembarangan, maka salah satu solusi yang bisa dilakukan adalah dengan memanfaatkan teknologi *Virtual reality* (VR). Teknologi VR merupakan teknologi yang menggunakan seperangkat komputer yang berfungsi untuk mensimulasikan lingkungan dari dunia nyata, sehingga pengguna seolah-olah dapat merasakan kehadiran lingkungan tersebut. Dengan menggunakan teknologi VR untuk merancang desain tempat kerja, banyak manfaat yang akan didapatkan [1]. Setiap tata ruang desain tempat kerja, tentu akan memberikan pengaruh psikologis dari user/pengguna melalui perspektif yang dihasilkan dari simulasi dengan VR. Hal tersebut akan berimbas pada variabel-variabel produktivitas seperti waktu siklus produksi, waktu perjalanan antar stasiun kerja, dan lain sebagainya. Selain itu, dengan simulasi menggunakan VR, user bisa memberikan masukan terkait dengan kenyamanan dari desain tempat kerja yang disimulasikan.

Sebelum melakukan simulasi produksi dengan menggunakan VR, maka dibutuhkan tahapan perancangan tempat kerja 3D secara virtual (*virtual prototyping*) [2]. Pada tahapan ini, visualisasi tempat kerja dibuat serepresentatif dan sedetail mungkin sehingga tingkat immersivitas saat simulasi menggunakan VR dapat meningkat. Sejauh ini tercatat beberapa peneliti telah melakukan *virtual prototyping* di berbagai bidang dengan penggunaan software yang beragam. [3] mengembangkan *virtual prototype* bangunan konstruksi untuk kemudian disimulasikan dan diuji dengan menggunakan VR. [4] juga melakukan perancangan desain virtual pada bidang konstruksi dengan aplikasi di sistem saluran air. [5] mengembangkan fasilitas virtual interaktif di bidang kesehatan dengan menggunakan 3D Game Engineer. Penelitian tentang 3D *virtual prototyping* di industri manufaktur tercatat juga dilakukan oleh [6].

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat terjawab pertanyaan tentang bagaimana penggunaan dan prosedur perancangan tempat kerja secara virtual, sehingga tempat kerja yang sudah didesain dapat disimulasikan dan dievaluasi dengan menggunakan VR. Untuk menjawab pertanyaan tersebut, maka dibutuhkan studi kasus salah satu obyek tempat kerja. Obyek studi kasus yang dipilih adalah industri manufaktur berskala produksi menengah. Obyek studi kasus tersebut dipilih karena industri manufaktur dinilai sangat representatif dalam menggambarkan seberapa besar dampak pengaruh desain terhadap produktivitas.

METODE

Fokus dari penelitian ini adalah pembuatan prototipe virtual (*virtual prototyping*) dari fasilitas kerja pada industri manufaktur. Studi kasus yang digunakan adalah fasilitas produksi pada CV. XYZ, yaitu sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang usaha konveksi (pembuatan pakaian). Akibat kebutuhan permintaan pelanggan yang semakin meningkat dan keterbatasan area pabrik, maka perusahaan tersebut merencanakan untuk melakukan perbaikan tata letak fasilitas. Untuk melakukan perbaikan tata letak fasilitas tersebut, data dikumpulkan secara langsung di lapangan selama satu minggu pengamatan. Data yang dikumpulkan antara lain berupa data aktivitas produksi, area kerja pada masing-masing fasilitas, data kebutuhan peralatan dan mesin pada tiap

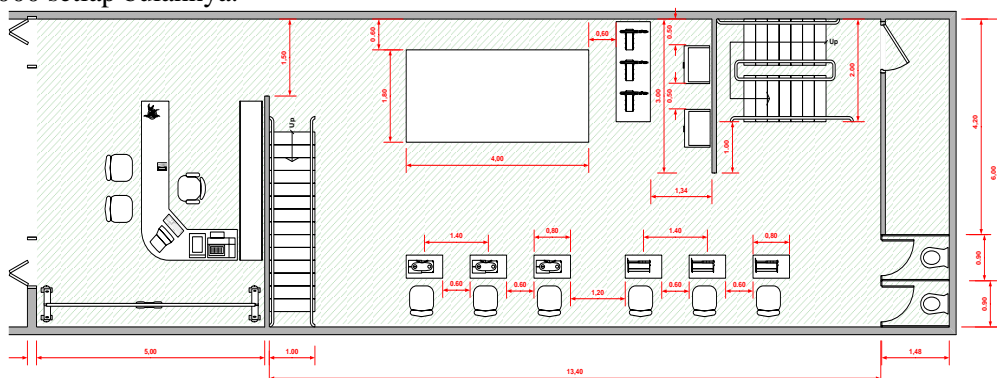
fasilitas, serta data terkait dengan ongkos *material handling*. Secara garis besar, tahapan optimasi perbaikan layout dengan menggunakan pendekatan *facility layout planning* adalah dimulai dengan pembuatan peta proses operasi, perhitungan luas dan jarak antar stasiun kerja, perhitungan ongkos *material handling*, pembuatan *from to chart* (menggambarkan total ongkos *material handling* dari satu bagian aktivitas ke aktivitas lain), pembuatan *inflow/outflow* (menunjukkan koefisien ongkos yang masuk ke area stasiun kerja), pembuatan tabel skala prioritas, pembuatan *Activity Relationship Chart* (ARC) (menunjukkan hubungan antar stasiun kerja), pembuatan *Area Relationship Diagram* (ARD) (menunjukkan letak tiap area stasiun kerja sesuai kedekatannya), pembuatan *Activity Allocation Diagram* (AAD) (menunjukkan area setiap stasiun kerja), pembuatan layout usulan, serta terakhir penentuan jarak antar stasiun dan ongkos *material handling layout* usulan tersebut.

Berdasarkan hasil optimasi perbaikan *layout* dengan menggunakan pendekatan *facility layout planning*, didapatkan 3 alternatif desain usulan. Ketiga alternatif desain tersebut secara perhitungan dengan pendekatan *facility layout planning* dapat mengurangi ongkos perpindahan material dan dapat meningkatkan produktivitas perusahaan. Alternatif ketiga desain perbaikan yang dihasilkan dari pendekatan *facility layout planning* tersebut masih dalam bentuk *layout* 2D. Untuk dapat memvalidasi dan meningkatkan keputusan yang akan diambil, maka *layout* 2D akan diubah ke *layout* 3D melalui tahap *virtual prototyping*. Dengan adanya desain virtual 3D, memungkinkan pengambil keputusan (*decision makers*) dapat mengambil keputusan yang lebih tepat dan akurat. Pengambil keputusan bisa merasakan simulasi area lingkungan kerja secara lebih *immersive* dengan menggunakan *layout* 3D yang nantinya disinkronisasikan dengan *virtual reality* (VR). Langkah-langkah yang dibutuhkan dalam pembuatan *virtual prototyping* secara garis besar adalah identifikasi *layout* awal dan *layout* usulan perbaikan, perancangan obyek per stasiun kerja, lalu perancangan *prototype* fasilitas pabrik 3D secara virtual. Dalam perancangan desain obyek yang berkaitan dengan alat/fasilitas produksi, digunakan software Solidworks 2018. Software tersebut merupakan salah satu software pembuat obyek 3D yang cukup populer untuk membuat benda-benda solid tunggal maupun rakitan. Sedangkan untuk perancangan *prototype* fasilitas pabrik 3D secara virtual, digunakan software ArchiCAD 22. Software ArchiCAD banyak digunakan untuk membuat *layout* 2D dan 3D dari bangunan secara realistis. Di dalam ArchiCAD terdapat fitur untuk memasukkan berbagai obyek dari galeri yang tersedia. Software tersebut juga memungkinkan desainer untuk menyisipkan obyek-obyek lain di luar galeri, seperti misalnya dari software Solidworks.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi *Layout* Awal

Berdasarkan hasil identifikasi di lapangan, CV. XYZ memiliki *layout* fasilitas pabrik seperti yang terlihat pada Gambar 1. Secara garis besar, fasilitas pabrik berukuran panjang, lebar, dan tinggi sebesar 25 x 6 x 4 meter. Pada kondisi awal, pembagian area fasilitas pabrik belum tertata dengan baik. Beberapa aktivitas masih tergabung ke satu area tertentu dan menggunakan peralatan/mesin secara bersama-sama. Desain *layout* awal ini menghabiskan ongkos *material handling* sejumlah Rp 2.250.000 setiap bulannya.



Gambar 1. *Layout* awal perusahaan CV. XYZ (2D).

Secara umum, area *layout* awal perusahaan CV. XYZ terdiri dari 10 area fasilitas. Kesepuluh area fasilitas tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Area Fasilitas CV. XYZ

Area yang Tersedia	Kode	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
Area Desain	A	5,00	4,50	22,50
Area Kain	B	3,00	2,00	6,00
Area Pemolaan & Pematangan	C	5,40	3,00	16,20
Area Penyablonan	D	3,00	1,30	3,90
Area Pra Penjahitan	E	2,00	1,60	3,20
Area Penjahitan	F	4,60	2,00	9,20
Area Pengobrasan	G	4,60	2,00	9,20
Area Pasca Pengobrasan	H	2,00	1,00	2,00
Area Packing	I	3,00	1,50	4,50
Gudang Kaos	J	4,10	1,40	5,74

Untuk dapat melaksanakan kegiatan produksi, terdapat 8 aktivitas yang dilakukan. Kedelapan aktivitas tersebut dan mesin, peralatan kerja yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Aktivitas dan Fasilitas CV. XYZ

Aktivitas	Fasilitas	Jumlah	Ukuran
Desain	Komputer	1	0,5 × 0,5
Pencetakan	Printer	1	0,2 × 0,4
Pemolaan	Pensil & Pemola	3	0,4 × 0,5
Pematangan	Mesin Cutting	3	0,4 × 0,6
Penyablonan	Mesin Press	2	0,5 × 0,7
Penjahitan	Mesin Jahit	3	0,5 × 0,8
Pengobrasan	Mesin Obras	3	0,5 × 0,8
Packing	Karton	3	0,4 × 0,5

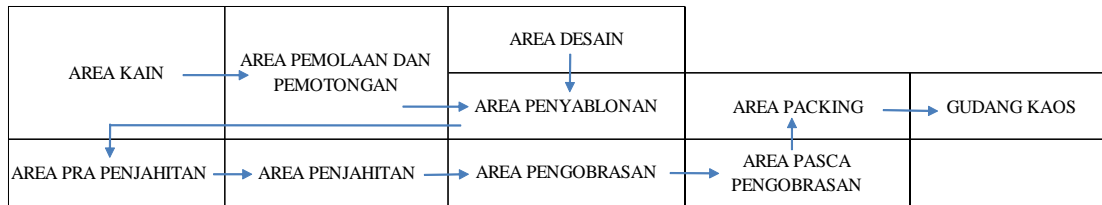
Identifikasi *Layout* Usulan Perbaikan

Berdasarkan pendekatan *facility layout planning*, maka telah dipetakan kebutuhan luas ruangan *layout* yang diperlukan untuk masing-masing area atau departemen kerja. Kebutuhan luas untuk setiap departemen diperhitungkan dengan mengidentifikasi ukuran mesin dan material serta jumlah dari mesin dan material tersebut. Dalam penentuan kebutuhan luas ruangan *layout*, diperhitungkan pula toleransi dan allowance yang besarnya telah disesuaikan dengan kondisi proses produksi di setiap departemen kerja serta kebutuhan operator. Toleransi dan *allowance* tersebut meliputi beberapa hal, yakni: ruang gerak operator, perawatan mesin, penumpukan material sementara, gang (*aisle*).

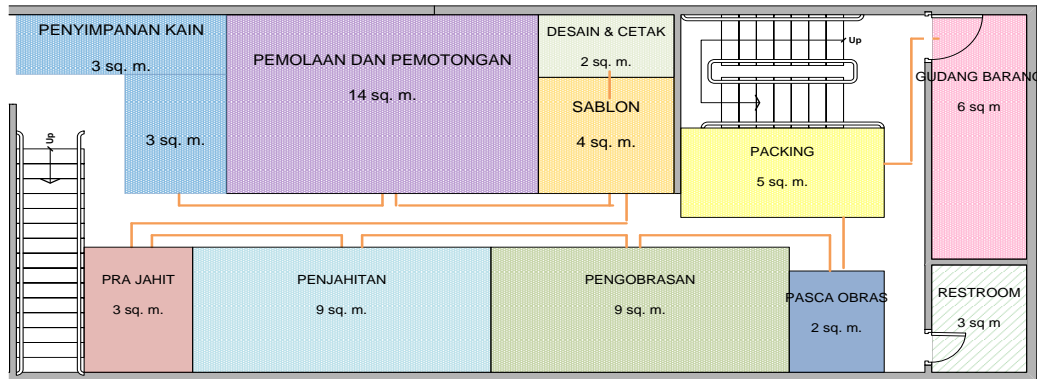
Berdasarkan hasil optimasi melalui pendekatan *facility layout planning*, dihasilkan tiga alternatif desain usulan perbaikan *layout* yang memberikan ongkos *material handling* (OMH) paling minimum.

1. *Layout* Usulan 1

Pada *layout* usulan pertama, terlihat bahwa departemen desain yang pada awalnya berlokasi di ruang *office* (area depan pabrik), dipindah menjadi di sebelah utara departemen penyablonan. Sedangkan untuk departemen lain, tata letak ruangnya tetap berada pada lokasi awal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Melalui pendekatan *facility layout planning*, desain *layout* usulan 1 ini menghabiskan ongkos *material handling* sejumlah Rp 1.867.975,34 setiap bulannya.



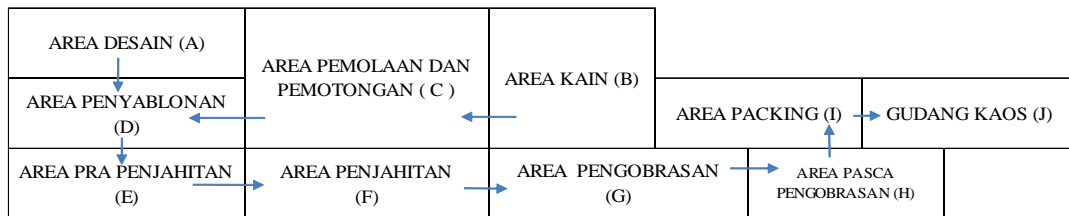
Gambar 2. Activity Relationship Diagram (ARD) Layout Usulan 1



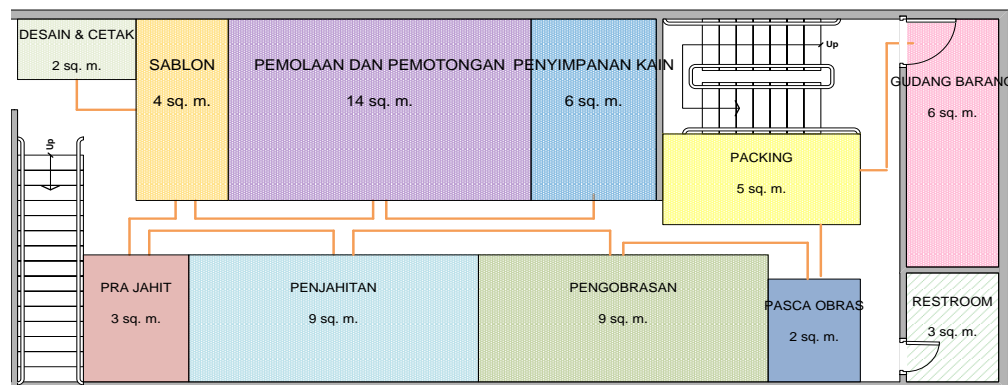
Gambar 3. Area Allocation Diagram (AAD) Layout Usulan 1

2. Layout Usulan 2

Pada *layout* usulan kedua, terlihat bahwa departemen desain yang pada awalnya berlokasi di ruang office (area depan pabrik) dipindah menjadi di sebelah utara departemen penyablonan. Sedangkan untuk departemen penyablonan dipindah menjadi di sebelah timur departemen desain, dan area gudang kain dipindah ke sebelah timur departemen pemolaan dan pemotongan. Dan untuk departemen-departemen lainnya, tata letak ruangnya tetap berada pada lokasi awal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5. Melalui pendekatan *facility layout planning*, desain *layout* usulan 2 ini menghabiskan ongkos *material handling* sejumlah Rp 1.647.973,52 setiap bulannya.



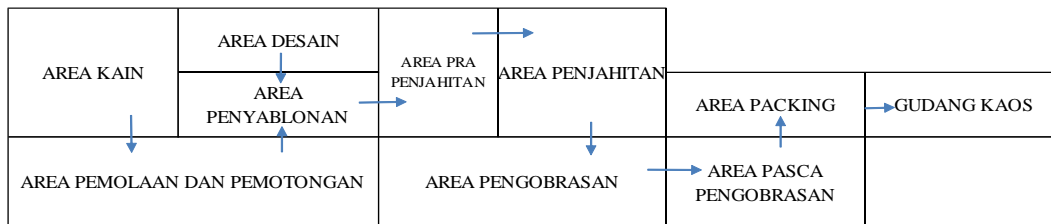
Gambar 4. Activity Relationship Diagram (ARD) Layout Usulan 2



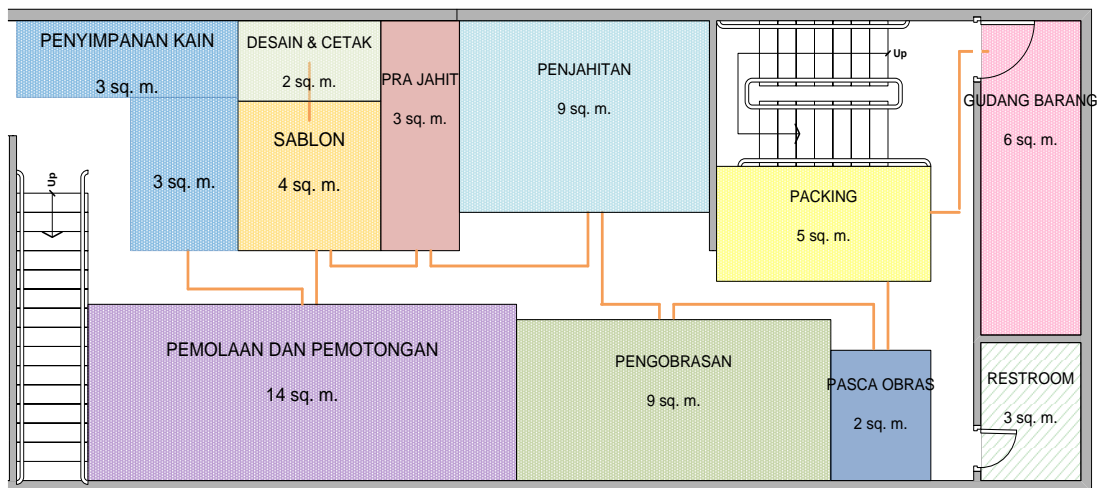
Gambar 5. Area Allocation Diagram (AAD) Layout Usulan 2

3. Layout Usulan 3

Untuk usulan tata letak *layout* yang ketiga, perubahan dilakukan terhadap departemen pemolaan dan pemotongan, departemen desain, departemen penyablonan, departemen pra penjahitan, dan departemen penjahitan. Departemen desain yang awalnya berada di ruang office (bagian depan pabrik), dipindah ke sebelah timur dari ruang penyimpanan kain. Begitu pula dengan departemen penyablonan yang awalnya berada di sebelah timur departemen pemolaan dan pemotongan, kemudian dipindah ke sebelah timur ruang penyimpanan kain, tepatnya di sebelah selatan departemen desain. Sedangkan untuk departemen pemolaan dan pemotongan, dipindah ke sebelah selatan ruang penyimpanan kain, menggantikan lokasi ruang pra penjahitan dan stasiun penjahitan yang dipindah ke sebelah timur departemen desain dan penyablonan. Dan untuk departemen-departemen lainnya, tata letak ruangnya tetap berada pada lokasi awal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7. Melalui pendekatan *facility layout planning*, desain *layout* usulan 3 ini menghabiskan ongkos *material handling* sejumlah Rp 1.654.991,39/bulan.



Gambar 6. Activity Relationship Diagram (ARD) Layout Usulan 3.



Gambar 7. Area Allocation Diagram (AAD) Layout Usulan 3.

Perancangan Obyek per Stasiun Kerja

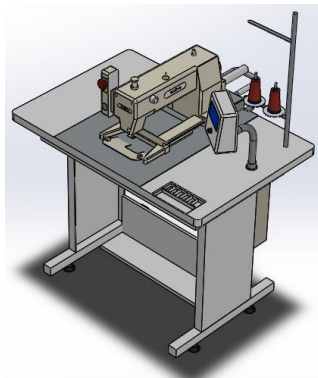
Untuk memberikan tingkat imersivitas yang tinggi, dalam *virtual prototyping* dibutuhkan rancangan gambar obyek yang seakurat mungkin. Adapun obyek-obyek yang dimaksud dalam kasus CV. XYZ ini adalah yang berkaitan langsung dengan alat/fasilitas produksi seperti mesin jahit, mesin potong, dan sebagainya; serta obyek pendukung ruangan seperti lampu, pintu, jendela, lantai, dan sebagainya. Untuk obyek pendukung ruangan seperti lampu, pintu, jendela, dan sebagainya telah tersedia di galeri AutoCAD. Sedangkan obyek-obyek terkait alat/fasilitas produksi, memerlukan bantuan software desain obyek 3D. Desain obyek-obyek yang dibutuhkan tersebut bisa dirancang dengan software desain obyek 3D apapun, seperti AutoCAD, Solidworks, Rhino, dan lainnya.

Rincian fasilitas produksi dan fasilitas pendukung yang dibutuhkan oleh setiap departemen kerja di CV. XYZ ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rincian Fasilitas Produksi dan Fasilitas Pendukung CV. XYZ

No	Area	Mesin, Peralatan, Material	Ukuran (mm)
1	Desain dan Percetakan	2 Meja+Komputer	800 x 500
		1 Printer	
		1 Kursi	40 x 40
2	Kain	Kain Roll	1000 x 500
3	Pemolaan & Pematangan	3 Pensil & pemola	
		3 Mesin cutting	
		1 Meja cutting	1800 x 4000
4	Penyablonan	2 Mesin press	500 x 700
		1 Meja press	700 x 1500
5	Pra Penjahitan	Kain sudah disablon	
6	Penjahitan	3 Mesin Jahit	300 x 500
		3 Meja Jahit	500 x 800
		3 Kursi	400 x 400
7	Pengobrasan	3 Mesin Obras	300 x 500
		3 Meja Obras	500 x 800
		3 Kursi	400 x 400
8	Pasca Pengobrasan	Kain sudah diobras	
9	Packing	Karton	
10	Gudang Kaos	Kaos jadi	

Hasil desain 3D obyek meja dan mesin jahit ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Desain obyek meja dan mesin jahit 3D menggunakan Solidworks 2018 ukuran 300 x 500 mm.



Gambar 9. Virtual prototyping tata letak fasilitas produksi CV. XYZ.

Perancangan *Prototype* Fasilitas Pabrik 3D Secara Virtual

Dalam merancang *prototype* fasilitas pabrik CV. XYZ secara virtual, digunakan software ArchiCAD 22. Langkah pertama dalam perancangan adalah membuat alokasi ruangan. Langkah kedua adalah langkah penyisipan obyek, dimana obyek-obyek umum seperti pintu, kursi, jendela, dan lain sebagainya disisipkan melalui galeri yang sudah tersedia di ArchiCAD 22. Untuk obyek-obyek yang tidak tersedia di galeri, sebelumnya harus didesain menggunakan software pembuat obyek 3D seperti Solidworks. Setelah obyek-obyek disisipkan, langkah terakhir adalah *editing* detail-detail ruangan fasilitas pabrik, seperti pencahayaan, warna, kontras, dan lain sebagainya. Contoh hasil *virtual prototyping* pada desain usulan ke-1 ditunjukkan pada Gambar 9.

KESIMPULAN

Perancangan fasilitas tempat kerja secara virtual (*virtual prototyping*) merupakan bagian dari langkah awal dalam perbaikan desain tempat kerja. Setelah gambaran tempat kerja 3D dihasilkan, maka dengan mudah kita bisa mensimulasikan dan mengevaluasi desain yang sudah kita rancang dengan bantuan *Virtual reality* (VR). Secara garis besar, dalam melakukan *virtual prototyping* diperlukan beberapa langkah yaitu: identifikasi *layout* awal dan *layout* usulan perbaikan, perancangan obyek per stasiun kerja, lalu perancangan *prototype* fasilitas pabrik 3D secara virtual. Sebagaimana yang sudah digambarkan melalui studi kasus yang telah diberikan, *virtual prototyping* memungkinkan kita untuk melihat desain lingkungan tempat kerja yang akan disimulasikan. Keterlibatan penggunaan VR tentu akan membuat kita bisa merasakan sekaligus mensimulasikan aktivitas para user/pekerja yang terlibat dalam lingkungan tempat kerja tersebut. Sehingga ke depannya, keputusan-keputusan yang tepat bisa diambil.

Ke depannya, fokus dari penelitian adalah untuk menguji penggunaan *Virtual reality* (VR) terhadap desain *virtual prototype* yang sudah dihasilkan. Parameter uji utama yang ingin dilihat adalah produktivitas dan kenyamanan. Desain yang sudah dihasilkan melalui ArchiCAD 22 bisa diintegrasikan dengan Enscape 3D (*software rendering*) dan *hardware Head Mounted Display* (HMD) VR seperti Oculus Rift S. Lingkungan fasilitas tempat kerja industri manufaktur seperti pada studi kasus dalam penelitian ini bisa dijadikan contoh yang representatif dalam menggambarkan pengujian tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Bellgardt, S. Pick, D. Zielasko, T. Vierjahn, B. Weyers, and T. W. Kuhlen, "Utilizing immersive virtual reality in everydaywork," in *2017 IEEE 3rd Workshop on Everyday Virtual Reality, WEVR 2017*, 2017.
- [2] B. I. A. Muttaqin, W. A. Prastyabudi, and R. A. Zunaidi, "Workplace design selection framework to increase productivity by using virtual reality," in *AIP Conference Proceedings*, 2020.
- [3] T. Huang, C. W. Kong, H. L. Guo, A. Baldwin, and H. Li, "A virtual prototyping system for simulating construction processes," *Autom. Constr.*, 2007.
- [4] J. B. P. D. Filho, B. M. Angelim, J. P. Guedes, M. A. F. De Castro, and J. D. P. B. Neto, "Virtual design and construction of plumbing systems," in *Open Engineering*, 2016.
- [5] S. Kumar, M. Hedrick, C. Wiacek, and J. I. Messner, "Developing an experienced-based design review application for healthcare facilities using a 3D game engine," *Electron. J. Inf. Technol. Constr.*, 2011.
- [6] I. Németh *et al.*, "3D design support for rapid virtual prototyping of manufacturing systems," in *Procedia CIRP*, 2013.