

Perancangan Perbaikan Tata Letak Produksi Untuk Meningkatkan Efisiensi Proses Produksi Decking & Pintu Studi Kasus: CV. Cipta Karya

Jessica Mayddy Amanda*, Hery Murnawan

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru 45 Surabaya telp. 031 539 1800-(ext. 311)

E-mail: jessicamayddyamanda@gmail.com*

Abstract

CV. Cipta Karya is a company engaged in the manufacturing industry sector of woodworking, furniture, sawmill, kilndry, warehouse rental, wood storage and log yard. CV. Cipta Karya implements the Make to Order system. One of the crucial challenges that arise in the production process of solid wood decking and doors is inefficiency in the arrangement of production facilities, high material handling costs, and material accumulation in the production area. This research aims to redesign the layout of production facilities by prioritizing improving the efficiency of the manufacturing process. The design is carried out through an approach of optimizing the distance between workstations and analyzing the material handling system, in order to smooth the production flow, reduce moving time, and minimize resource wastage. The research approach used includes evaluating the current layout of production facilities through the use of From-To Chart (FTC) to study and map the intensity and direction of material movement between workstations, so that inefficient flow patterns that have the potential to hinder the smooth production process can be identified, then the calculation of material handling costs (OMH), as well as analysis of the activity relationship between production facilities. Furthermore, a more optimal proposed layout was designed, which was then tested using the flexim 2025 simulation to evaluate the impact of production system efficiency. The findings of this study indicate that the proposed new layout design is able to significantly reduce the total distance of material transfer between workstations. These changes also have an impact on reducing material handling costs and increasing efficiency in the overall production process. In addition, the implementation of a more organized layout also makes a real contribution to cutting production cycle time and has positive implications for improving the overall productivity of the company.

Keywords: Production Layout, Material Handling Efficiency, From-To Chart, Simulation, Layout Design.

Abstrak

CV. Cipta Karya adalah perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur woodworking, furniture, sawmill, kilndry, sewa gudang, penyimpanan kayu dan logyard. CV. Cipta Karya menerapkan sistem Make to Order. Masalah utama yang dihadapi adalah tata letak fasilitas yang kurang efisien, biaya pemindahan material yang tinggi, dan penumpukan material di area produksi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang tata letak agar alur produksi lebih lancar, waktu dan tenaga tidak terbuang, serta biaya operasional bisa ditekan. Desain dilakukan melalui pendekatan mengoptimalkan jarak antar workstation dan menganalisis sistem penanganan material, untuk memperlancar arus produksi, mengurangi waktu bergerak, dan meminimalkan pemborosan sumber daya. Pendekatan penelitian yang digunakan meliputi evaluasi tata letak fasilitas produksi saat ini melalui penggunaan From-To Chart (FTC) untuk mempelajari dan memetakan intensitas dan arah pergerakan material antar workstation, sehingga dapat diidentifikasi pola aliran yang tidak efisien yang berpotensi menghambat kelancaran proses produksi, kemudian perhitungan material handling costs (OMH), serta analisis hubungan aktivitas antar fasilitas produksi. Selanjutnya, desain tata letak yang diusulkan lebih optimal, yang kemudian diuji menggunakan simulasi flexim 2025 untuk mengevaluasi dampak efisiensi sistem produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tata letak yang diusulkan mengurangi momen penanganan material sebesar 59,62% dan biaya penanganan sebesar 12,55%. Selain itu, desain baru meningkatkan aliran produksi, mengurangi kemacetan, dan meningkatkan pemanfaatan alat berat dan material. Peningkatan ini mengarah pada biaya operasional yang lebih rendah, peningkatan produktivitas, dan lingkungan kerja yang lebih ergonomis dan terorganisir.

Kata kunci: Tata Letak Produksi, Efisiensi Material Handling, From-To Chart, Simulasi, Perancangan Perbaikan Tata Letak.

1. Pendahuluan

CV. Cipta Karya merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang *woodworking, furniture, sawmill, kiln dry*, penyewaan gudang, penitipan kayu, dan *log yard*. Perusahaan ini berlokasi di Jl. Margomulyo No. 3A, Bibis, Kec. Tandes, Surabaya, Jawa Timur 60187, dan didirikan oleh Andrew Tjipto. Saat ini, CV. Cipta Karya memperkerjakan 268 tenaga kerja dan telah berhasil menembus pasar internasional, dengan produk diekspor ke berbagai negara seperti Korea, India, Australia, dan China.

CV. Cipta Karya menawarkan berbagai jenis kayu berkualitas tinggi, termasuk kayu lokal seperti bengkirai, merbau, sono keling, jati, dan mahoni. Produk yang dihasilkan meliputi kebutuhan interior dan eksterior seperti *flooring, decking, skirting, handrail, staircase, ceiling*, trap tangga, pintu, kusen, *kitchen set*, meja, kursi, hingga alat-alat kayu lainnya. Sistem produksi yang diterapkan adalah *Make to Order*, yaitu proses produksi yang dilakukan berdasarkan pesanan pelanggan, sehingga memungkinkan fleksibilitas tinggi dalam penyesuaian desain, ukuran, dan spesifikasi produk sesuai kebutuhan konsumen.

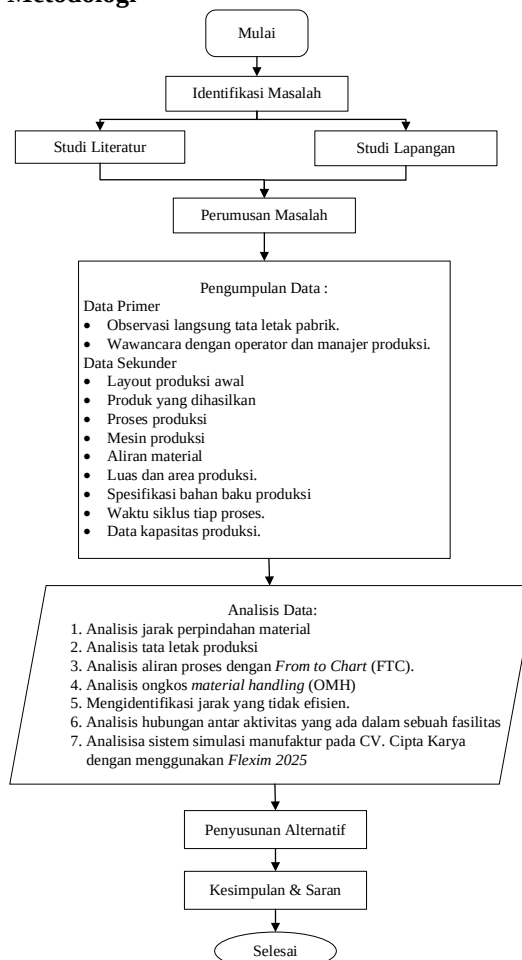
Berdasarkan hasil observasi di lapangan, ditemukan beberapa permasalahan operasional yang berdampak langsung terhadap efisiensi proses produksi, khususnya pada produk *decking* dan pintu. Permasalahan pertama adalah terjadinya penumpukan material di area produksi. Penumpukan ini tidak hanya menghambat aliran proses, tetapi juga mengganggu jalur pergerakan *forklift*, yang berperan penting dalam sistem pemindahan material. Akibatnya, terjadi keterlambatan proses, peningkatan risiko kecelakaan kerja, dan berkurangnya efektivitas sistem material handling.

Permasalahan kedua terletak pada tata letak fasilitas produksi yang kurang efisien. Penempatan antarstasiun kerja yang berjauhan menyebabkan jarak tempuh material menjadi panjang, sehingga meningkatkan waktu perpindahan, kelelahan tenaga kerja, serta konsumsi bahan bakar untuk alat angkut internal. Misalnya, kayu yang telah diproses di satu area harus dipindahkan ke area lain yang letaknya cukup jauh, sehingga menambah waktu proses dan biaya operasional secara keseluruhan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan merancang ulang tata letak

fasilitas produksi guna meningkatkan efisiensi aliran material dan mengurangi biaya operasional di CV. Cipta Karya. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam desain ulang layout produksi untuk dua jenis produk dengan kompleksitas proses berbeda (*decking* dan pintu) secara bersamaan, menggunakan pemodelan FlexSim yang masih jarang diterapkan pada perusahaan manufaktur berskala ekspor di sektor *woodworking*.

2. Metodologi



Gambar 1. Flowchart Penelitian

2.1. Alur Penelitian

2.1.1. Analisis keterkaitan antar fasilitas dalam area produksi dilakukan untuk memahami sejauh mana hubungan fungsional antara satu stasiun kerja dengan stasiun kerja lainnya. Evaluasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat kedekatan dan intensitas interaksi antar unit kerja, guna menyusun urutan proses produksi yang lebih efisien dan terstruktur. Dengan memahami hubungan antar fasilitas, perancangan ulang tata letak dapat disesuaikan agar aliran kerja tidak terganggu oleh penempatan peralatan atau mesin yang kurang

tepat. Hasil dari analisis ini berperan penting dalam meminimalkan hambatan fisik maupun operasional yang mungkin terjadi, sehingga proses produksi dapat berlangsung lebih lancar, cepat, dan hemat sumber daya.

2.1.2. Analisa sistem simulasi manufaktur pada CV. Cipta Karya dengan menggunakan *flexim* 2025.

Pada tahap penyusunan alternatif, beberapa opsi perbaikan tata letak dikembangkan berdasarkan hasil analisis aliran material, *From-To Chart*, *Activity Relationship Chart*, serta perhitungan jarak total perpindahan material dan ongkos *material handling* (OMH). Selain itu, perhitungan ongkos *material handling* juga akan dibandingkan untuk masing-masing alternatif, guna memastikan bahwa opsi yang diambil dapat mengurangi pemborosan sumber daya dan meningkatkan efisiensi. Evaluasi lebih lanjut dilakukan dengan memodelkan setiap alternatif pada simulasi manufaktur menggunakan *flexim* 2025 untuk melihat dampak dari implementasi tata letak tersebut terhadap efisiensi proses produksi secara keseluruhan.

2.1.3. Kesimpulan dan Saran,

Kesimpulan dari penelitian ini diambil berdasarkan hasil analisis dan pengolahan data yang telah dilakukan pada setiap tahap, mulai dari evaluasi tata letak produksi yang ada hingga perhitungan biaya dan jarak perpindahan material. Berdasarkan hasil tersebut, rekomendasi terbaik akan diberikan untuk perbaikan tata letak yang dapat mengoptimalkan efisiensi aliran material dan mengurangi biaya operasional di CV. Cipta Karya. Rekomendasi tersebut akan mencakup strategi tata letak yang paling efektif untuk meningkatkan produktivitas, meminimalkan pemborosan waktu dan sumber daya, serta mengoptimalkan penggunaan ruang dan fasilitas produksi yang ada.

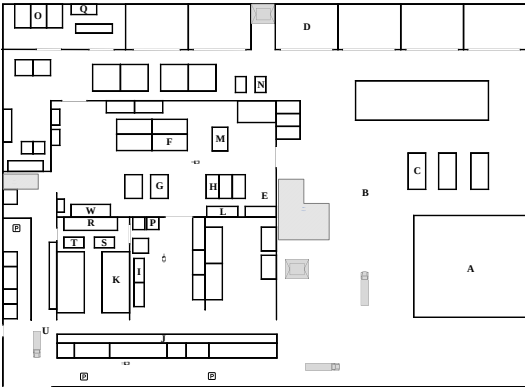
2.2. Pengumpulan dan Pengolahan Data

2.2.1. Layout Produksi Awal

Tabel 1.

Mesin yang digunakan

A	Gudang Bahan baku	K	Gudang Barang Jadi
B	Pengukuran	L	Mesin Laminating
C	Mesin Sawmil	N	Mesin Sander
D	Mesin Kilndry	M	Mesin Planner
O	Mesin CNC	W	Mesin Cross-cutting
F	Mesin Moulding	P	Mesin Cutting
G	Quality Control	Q	Mesin Hotpress
H	Repair	R	Mesin Amplas Tangan
I	Strapping	S	Spray Gun
J	Finishing	T	Mesin Bor Tangan



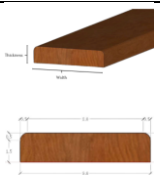
Gambar 2. Layout Produksi Awal

2.2.1. Hasil Produksi

Produk *decking* tersedia diberbagai dimensi ukuran dengan panjang 9 cm, 12 cm, 14 cm dan tebal: 1 cm, 1.5 cm, 2 cm. Terlampir pada lampiran 5 produk pintu memiliki ukuran yang beragam sesuai permintaan customer. Berikut ini merupakan beberapa macam produk yang diproduksi menggunakan berbagai jenis kayu yang berkualitas di CV. Cipta Karya:

Tabel 2.

Hasil Produksi

Produk	Produk
	
Decking	Pintu Solid Wood

Tabel 3.

Luas Area Produksi

Simbol	Nama Departemen	Jumlah	Ukuran		Luas (M2)
			P	L	
A	Gudang Bahan baku	1	43,16	61,6	2659
B	Pengukuran	2	36,59	16,38	599
C	Mesin Sawmil	6	32,8	34,49	1131
D	Mesin Kilndry	2	22,84	71,78	1639
W	Mesin Cross-Cutting	2	6,25	2,55	15,9
F	Mesin Moulding	1	10,02	6,34	64
G	Grading	2	16,4	5,64	92
H	Repair	2	12,02	6,53	78
I	Strapping	1	10,61	4,05	43
J	Finishing	1	10,96	6,09	67
K	Gudang Barang Jadi	1	36,19	26	941
U	Pengangkutan/Pengiriman	2	11,7	11,33	133
L	Mesin Laminating	2	32,1	6,12	197
N	Mesin Sander	2	8,06	9,81	79
M	Mesin Planner	2	11,5	9,98	115
O	Mesin CNC	3	64,1	24,39	1563
P	Mesin Cutting	1	6,66	16,49	110
Q	Mesin Hotpress	1	17,8	9,65	171
R	Mesin Amplas Tangan	3	0,5	0,2	0,1
S	Spray Gun	4	0,2	0,1	0,02
T	Mesin Bor Tangan	4	0,6	0,2	0,12

Tabel 4.

Dimensi Departemen CV.Cipta Karya

No.	Departemen	Jumlah	Ukuran (m)		Luas (m ²)
			P	L	
1	Gudang Bahan Baku	1	43,16	61,6	2659
2	Gudang Bahan Baku 2	1	20,99	56,67	1190
3	Gudang Bahan Barang Jadi	1	36,19	26	941
4	Kantor	1	7,88	69,97	551
5	Area Pengiriman	1	21,77	10	218
6	Area Parkir Motor	1	25,2	17,03	429
7	Area Parkir Mobil	1	68,96	12,23	843
8	Area Pengolahan Limbah	2	45,89	24,99	1147

Data diatas merupakan dimensi departemen keseluruhan yang ada di CV. Cipta Karya memiliki 2 gudang bahan baku, 1 gudang barang

jadi, area kantor, area pengiriman, parkir motor dan mobil, kemudian area pengolahan limbah

Tabel 5.
Aliran dan Jarak antar Departemen Layout Awal

Dari-ke		Nama Departemen	Jarak (M)
A	B	Gudang Bahan baku	35,9
B	C	Mesin Sawmil	26,11
C	D	Mesin Kilndry	49,56
D	M	Mesin Blanking	58,09
M	W	Mesin Cross-cutting	60,06
W	F	Mesin Moulding	11,24
F	G	Quality Control	22,48
G	H	Repair	18,24
H	I	Strapping	26,44
I	J	Finishing	12,54
J	K	Gudang Barang Jadi	17,14
K	U	Pengangkutan/	4,49
A	B	Gudang Bahan Baku	35,9
B	C	Mesin Sawmil	26,11
C	D	Mesin Kilndry	49,56
D	L	Mesin Laminating	83,98
L	M	Mesin Planer	25,91
M	N	Mesin Sander	51,41
N	O	Mesin CNC	77,12
C	P	Mesin Cutting	39,66
O	Q	Mesin Hotpress	19,01
P	Q		87,43
Q	R	Amplas Tangan	59,72
R	S	Pengecatan (Spray Gun)	11,5
S	T	Finishing (Mesin Bor Tangan)	10,97
		QC	
T	K	Gudang Barang Jadi	52,65

Total luas area produksi *decking* dan pintu adalah 20958 m2. Gudang bahan baku menjadi departemen yang memiliki luas paling besar diantara departemen lainnya

Tabel 6.
Data Kapasitas Produksi *Decking*

Nama Departemen	Tenaga Kerja	Cycle Time (detik)	Produksi (unit/hari)
Gudang Bahan baku	4	5	-
Pengukuran	2	12	-
Mesin Sawmil	4	28	41 m ³
Mesin Kilndry	7	21 hari	27 m ³
Mesin Planner	2	19	7,5 m ³
Mesin Cross-Cutting	2	96	5 m ³
Mesin Moulding	2	20	7,5 m ³
Quality Control	3	15	5 m ³
Repair	3	120	5 m ³
Strapping	2	2	8 m ³
Finishing	1	1	8 m ³
Pengangkutan/Pengiriman	4	30	sesuai kontainer

Tabel 7.
Data Kapasitas Produksi Pintu

Nama Departemen	Tenaga Kerja	Cycle Time (menit)	Produksi per Hari (unit/hari)
Gudang Bahan Baku	4	30	-
Mesin Sawmil	2	30	41 m ³
Mesin Kilndry	4	30240	27 m ³
Mesin Laminating	2	180	27 m ³
Mesin Planner	2	20	8 m ³
Mesin Sander	2	20	7,5 m ³
Mesin CNC	2	180	7,5 m ³
Mesin Cutting	2	10	5 unit
Mesin Hotpress	2	30	5 unit
Spray Gun	1	20	-

Nama Departemen	Tenaga Kerja	Cycle Time (menit)	Produksi per Hari (unit/hari)
Mesin Amplas Tangan	1	30	5 unit
Mesin Bor Tangan	1	15	-

Mesin CNC memiliki kapasitas produksi terendah, hanya sekitar 5 unit per hari, hal ini karena proses pembentukan pola ini memakan waktu yang lama sesuai dengan tingkat kerumitan pola dan design pintu.

2.2.2. Perhitungan Kapasitas dan Jumlah Mesin

1. Produk *Decking*

Produksi/hari *decking* adalah 8 pallet/hari yang terdiri dari 168 unit, maka kapasitas produksi perbulannya bisa mencapai 25 sampai 27 m3 atau kurang lebih 4032 unit. Dimana mereka melakukan 6 hari kerja per minggu dan jam kerja perharinya selama 8 jam. Sehingga dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut.

Tabel 4. 1 Routing Sheet Produk *Decking*

2. Produk Pintu

Kapasitas produksi pintu adalah 5 unit/hari, maka kapasitas produksi perbulannya bisa mencapai 120 unit. Dimana mereka melakukan 8 hari kerja per minggu dan jam kerja perharinya selama 8 jam. Sehingga dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut.

Tabel 8.

Routing Sheet Produk Pintu

Kayu Log			
D = 6 hari		E = 0,8	
		Jam kerja = 8 jam	
$P_{0-9} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{4032}{1-0\%} = 4032$	$N_{0-9} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{1}{3600} \times \frac{4032}{6 \times 8 \times 0,8} = 0,03$		
$P_{0-8} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{4032}{1-0\%} = 4032$	$N_{0-8} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{1,7}{3600} \times \frac{4032}{6 \times 8 \times 0,8} = 0,05$		
$P_{0-7} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{4032}{1-0\%} = 4032$	$N_{0-7} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{120}{3600} \times \frac{4032}{6 \times 8 \times 0,8} = 3,5$		
$P_{1-2} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{4032}{1-0\%} = 4032$	$N_{1-2} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{15}{3600} \times \frac{4032}{6 \times 8 \times 0,8} = 0,45$		
$P_{0-6} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{4032}{1-0\%} = 4032$	$N_{0-6} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{30}{3600} \times \frac{4032}{6 \times 8 \times 0,8} = 0,87$		
$P_{0-5} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{4032}{1-0\%} = 4032$	$N_{0-5} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{96}{3600} \times \frac{4032}{6 \times 8 \times 0,8} = 2,8$		
$P_{0-4} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{4032}{1-0\%} = 4032$	$N_{0-4} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{19}{3600} \times \frac{4032}{6 \times 8 \times 0,8} = 0,55$		
$P_{1-1} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{4032}{1-0\%} = 4032$	$N_{1-1} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{30}{3600} \times \frac{4032}{6 \times 8 \times 0,8} = 0,87$		
$P_{0-3} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{4032}{1-0\%} = 4032$	$N_{0-3} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{10800}{3600} \times \frac{4032}{6 \times 8 \times 0,8} = -$		
$P_{0-2} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{4032}{1-0\%} = 4032$	$N_{0-2} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{28}{3600} \times \frac{4032}{6 \times 8 \times 0,8} = 0,82$		
$P_{0-1} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{4032}{1-0\%} = 4032$	$N_{0-1} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{12}{3600} \times \frac{4032}{6 \times 8 \times 0,8} = 0,35$		

Log Kayu			
D = 6 hari		E = 0,8	
		Jam kerja = 8 jam	
$P_{0-13} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{120}{1-0\%} = 120$	$N_{0-13} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{15}{60} \times \frac{120}{6 \times 8 \times 0,8} = 0,78$		
$P_{1-3} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{120}{1-0\%} = 120$	$N_{1-3} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{10}{60} \times \frac{120}{6 \times 8 \times 0,8} = 0,52$		
$P_{1-2} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{120}{1-0\%} = 120$	$N_{1-2} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{15}{60} \times \frac{120}{6 \times 8 \times 0,8} = 0,78$		
$P_{0-12} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{120}{1-0\%} = 120$	$N_{0-12} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{30}{60} \times \frac{120}{6 \times 8 \times 0,8} = 1,56$		
$P_{0-11} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{120}{1-0\%} = 120$	$N_{0-11} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{15}{60} \times \frac{120}{6 \times 8 \times 0,8} = 0,78$		
$P_{0-10} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{120}{1-0\%} = 120$	$N_{0-10} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{75}{60} \times \frac{120}{6 \times 8 \times 0,8} = 3,91$		

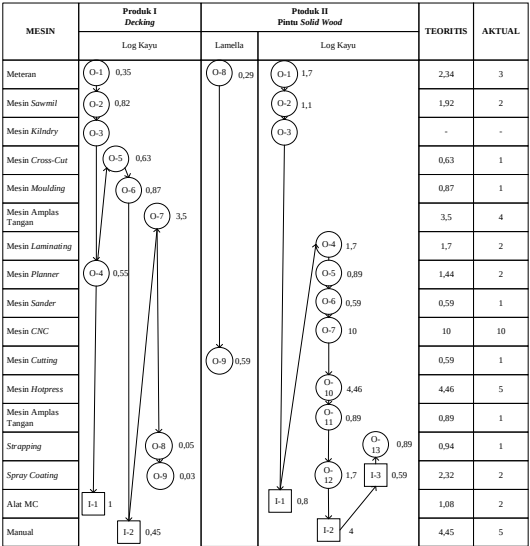
$P_{0-7} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{120}{1-0\%} = 120$	$N_{0-7} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{180}{60} \times \frac{120}{6 \times 8 \times 0,8} = 9,37$
$P_{0-6} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{120}{1-0\%} = 120$	$N_{0-6} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{10}{60} \times \frac{120}{6 \times 8 \times 0,8} = 0,52$
$P_{0-5} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{120}{1-0\%} = 120$	$N_{0-5} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{15}{60} \times \frac{120}{6 \times 8 \times 0,8} = 0,78$
$P_{0-4} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{120}{1-0\%} = 120$	$N_{0-4} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{30}{60} \times \frac{120}{6 \times 8 \times 0,8} = 1,56$

Tabel 9.
Routing Sheet Produk Pintu

Log Kayu			
D = 6 hari E = 0,8		D = 6 hari E = 0,8	
$P_{1-1} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{120}{1-0\%} = 120$		$N_{1-1} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{15}{60} \times \frac{120}{6 \times 8 \times 0,8} = 0,78$	
$P_{0-3} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{120}{1-0\%} = 120$		$N_{0-3} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{10800}{3600} \times \frac{120}{6 \times 8 \times 0,8} = -$	
$P_{0-2} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{120}{1-0\%} = 120$		$N_{0-2} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{20}{60} \times \frac{120}{6 \times 8 \times 0,8} = 1,04$	
$P_{0-1} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{120}{1-0\%} = 120$		$N_{0-1} = \frac{t}{3600} \times \frac{P}{D.E} = \frac{30}{60} \times \frac{120}{6 \times 8 \times 0,8} = 1,56$	
Lamella			
D = 6 hari E = 0,8		Jam kerja = 8 jam	
$P_{0-8} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{120}{1-0\%} = 120$		$N_{0-8} = \frac{t}{60} \times \frac{P}{D.E} = \frac{5}{60} \times \frac{120}{6 \times 8 \times 0,8} = 0,26$	
$P_{0-9} = \frac{PG}{1-\beta} = \frac{120}{1-0\%} = 120$		$N_{0-9} = \frac{t}{60} \times \frac{P}{D.E} = \frac{10}{60} \times \frac{120}{6 \times 8 \times 0,8} = 0,52$	

2.2.3. *Multi Product Process Chart (MPCC)*

Gambar 3. *Multi Product Process Chart*



2.2.4. *Kebutuhan Bahan baku Volume Material Handling*

Bahan baku yang digunakan untuk membuat produk *decking* dari log kayu rata-rata untuk 1 kontainer ukuran 40 feet biasanya berisi sekitar 27 m3 produk jadi. Untuk menghasilkan 27 m3 produk *decking* dibutuhkan rata-rata sekitar 90 m3 dengan cacatan 30% rendemen. Rata-rata perusahaan melakukan ekspor decking sebanyak 8-12 kontainer per bulan, jika 1 kontainer membutuhkan 90 m3 log kayu maka kebutuhan berkisar 720 sampai 1080 m3 log kayu

Log kayu untuk produk *decking* berdimensi 600 × 80 × 80 cm dan bahan baku untuk pintu *solid wood* adalah log kayu berdimensi 650 × 90 × 80 cm. Perhitungan kebutuhan bahan baku dihitung dengan cara menghitung jumlah komponen yang dapat dihasilkan dari satu bahan baku. Kebutuhan komponen dihitung dengan

mengalikan kapasitas produksi dengan *lead time*. Kebutuhan bahan baku dihitung dengan membagi kebutuhan komponen dengan jumlah komponen yang dihasilkan dalam satu bahan baku.

Tabel 10.

Kapasitas Produksi per bulan

Produk	Komponen	Kapasitas (unit)/bulan
Decking	Kayu Ukuran 200	4032
	Kayu Ukuran 300	4032
	Kayu Ukuran 400	4032
Pintu	FLJB	120
	Lamella	120

Tabel 11.

Kebutuhan Bahan Baku Produk *Decking*

Kayu ukuran 200	Ukuran Log Kayu	600 × 80 × 80 cm
	Dibutuhkan (P × L × T)	200 × 12 × 2,4 cm 250 × 12 × 2,4 cm 200 × 14,5 × 2,4 cm
	Kebutuhan Panjang per potong	$\frac{600}{250} = 2,4 = 3$ Potong $\frac{600}{200} = 3$ Potong $\frac{600}{200} = 3$ Potong
	Kebutuhan Lebar per potong	$\frac{80}{12} = 6,6 = 7$ Potong $\frac{80}{14,5} = 5,5 = 6$ Potong $\frac{80}{12} = 6,6 = 7$ Potong
	Kebutuhan Tebal per potong	$\frac{80}{3} = 26,6 = 27$ Potong $\frac{80}{14,5} = 5,5 = 6$ Potong $\frac{80}{2,4} = 33,3 = 34$ Potong
	Kebutuhan bahan baku	$= 3 \times 7 \times 34 = 714$ $= 3 \times 7 \times 27 = 567$ $= 3 \times 6 \times 34 = 612$
Kayu ukuran 300	Bahan Baku	$= \frac{4032}{3 \times 7 \times 34} = 5,6 = 6$ log $= \frac{4032}{3 \times 7 \times 27} = 7,11 = 8$ log $= \frac{4032}{3 \times 6 \times 34} = 6,58 = 7$ log
	Kebutuhan Tebal per potong	$\frac{80}{3} = 26,6 = 27$ Potong $\frac{80}{14,5} = 5,5 = 6$ Potong $\frac{80}{3} = 26,6 = 27$ Potong $\frac{80}{2,4} = 33,3 = 34$ Potong
	Kebutuhan bahan baku	$= 2 \times 7 \times 27 = 378$ $= 2 \times 7 \times 27 = 378$ $= 2 \times 7 \times 27 = 378$ $= 2 \times 7 \times 27 = 378$ $= 2 \times 7 \times 34 = 476$
Bahan Baku	Bahan Baku	$= \frac{4032}{2 \times 7 \times 27} = 10,6 = 11$ log $= \frac{4032}{2 \times 7 \times 27} = 10,6 = 11$ log $= \frac{4032}{2 \times 7 \times 27} = 10,6 = 11$ log $= \frac{4032}{2 \times 7 \times 27} = 10,6 = 11$ log $= \frac{4032}{2 \times 7 \times 34} = 8,47 = 9$ log

Kayu ukuran 400	Ukuran Log Kayu	600 × 80 × 80 cm
	Dibutuhkan (P × L × T)	400 × 12 × 3 cm 400 × 12 × 2,4 cm 400 × 14,5 × 2,4 cm
	Kebutuhan panjang per potong	$\frac{600}{400} = 1,5 = 2$ Potong
		$\frac{600}{600} = 1,5 = 2$ Potong
		$\frac{400}{600} = 1,5 = 2$ Potong
		$\frac{400}{600} = 1,5 = 2$ Potong
	Kebutuhan lebar per potong	$\frac{80}{12} = 6,6 = 7$ Potong
		$\frac{80}{12} = 6,6 = 7$ Potong
		$\frac{80}{14,5} = 5,5 = 6$ Potong
	Kebutuhan Tebal per potong	$\frac{80}{3} = 26,6 = 27$ Potong
		$\frac{80}{2,4} = 33,3 = 34$ Potong
		$\frac{80}{2,4} = 33,3 = 34$ Potong
	Kebutuhan bahan baku	$= 2 \times 7 \times 27 = 378$ $= 2 \times 7 \times 34 = 476$ $= 2 \times 6 \times 33 = 408$
	Bahan Baku	$\frac{4032}{2 \times 7 \times 27} = 10,6 = 11$ log
		$\frac{4032}{2 \times 7 \times 27} = 10,6 = 11$ log
		$\frac{4032}{2 \times 7 \times 34} = 8,47 = 9$ log
		$\frac{4032}{2 \times 6 \times 34} = 9,88 = 10$ log

Total log kayu yang dibutuhkan untuk bahan baku produksi *decking* ukuran 200 adalah 21 log kayu. Total log kayu yang dibutuhkan untuk bahan baku produksi *decking* ukuran 300 adalah 53 log kayu. Total kayu yang dibutuhkan untuk bahan baku produksi *decking* ukuran 400 adalah 30 kayu. Jadi total keseluruhan kebutuhan kayu untuk bahan baku *decking* sebanyak 433 kayu karena rendemen 30%.

Tabel 12.

Kebutuhan Bahan Baku Produk Pintu *Solid Wood*

Log Kayu	Ukuran Log Kayu	650 × 90 × 80 cm
	Dibutuhkan (P × L × T)	214,8 × 80,8 × 4 cm 214,8 × 81,8 × 4 cm 234,8 × 81,6 × 4 cm 234,8 × 90 × 4 cm 214,8 × 80,8 × 4 cm 214,8 × 81,8 × 4 cm 234,8 × 81,6 × 4 cm 234,8 × 90 × 4 cm
		$\frac{650}{214,8} = 3,02 = 3$ Potong
		$\frac{650}{214,8} = 3,02 = 4$ Potong
		$\frac{650}{234,8} = 2,7 = 3$ Potong
		$\frac{650}{234,8} = 2,7 = 3$ Potong
		$\frac{650}{234,8} = 2,7 = 3$ Potong
		$\frac{650}{214,8} = 3,02 = 4$ Potong
		$\frac{650}{214,8} = 3,02 = 4$ Potong
		$\frac{650}{234,8} = 2,7 = 3$ Potong
	Kebutuhan lebar per potong	$\frac{90}{80,8} = 1,1 = 2$ Potong
		$\frac{90}{81,8} = 1,1 = 2$ Potong
		$\frac{90}{81,6} = 1,1 = 2$ Potong
		$\frac{90}{90} = 1$ Potong

Log Kayu		$\frac{90}{80,8} = 1,1 = 2$ Potong $\frac{90}{81,8} = 1,1 = 2$ Potong $\frac{90}{81,6} = 1,1 = 2$ Potong $\frac{600}{234,8} = 2,7 = 3$ Potong
	Kebutuhan Tebal per potong	$\frac{80}{4} = 20$ Potong $\frac{80}{4} = 20$ Potong $\frac{80}{4} = 20$ Potong $\frac{80}{4} = 20$ Potong $\frac{80}{4} = 20$ Potong $\frac{80}{4} = 20$ Potong $\frac{80}{4} = 20$ Potong $\frac{80}{4} = 20$ Potong
	Kebutuhan bahan baku	$= 3 \times 2 \times 20 = 120$ $= 4 \times 2 \times 20 = 160$ $= 3 \times 2 \times 20 = 120$ $= 3 \times 1 \times 20 = 60$ $= 4 \times 2 \times 20 = 160$ $= 4 \times 2 \times 20 = 160$ $= 3 \times 2 \times 20 = 120$ $= 3 \times 1 \times 20 = 60$
	Bahan Baku	$\frac{120}{3 \times 2 \times 20} = 1 = 1$ log $\frac{120}{4 \times 2 \times 20} = 0,75 = 1$ log $\frac{120}{3 \times 2 \times 20} = 1 = 1$ log $\frac{120}{3 \times 1 \times 20} = 2 = 2$ log $\frac{120}{4 \times 2 \times 20} = 0,75 = 1$ log $\frac{120}{4 \times 2 \times 20} = 0,75 = 1$ log $\frac{120}{3 \times 1 \times 20} = 2 = 2$ log

Total log kayu yang dibutuhkan untuk bahan baku produksi pintu *solid wood* adalah 28-30 log kayu log karena kayu yang digunakan adalah *square* log kayu dengan catatan rendemen 65%-70%.

2.2.5. Perhitungan Volume *Material Handling*

Berikut ini merupakan tabel perhitungan volume didapatkan dengan rumus sebagai berikut:

Volume (m3) = $\frac{\text{Total komponen} \times P \times L \times T}{1000000}$ (1)

Volume log kayu yang dibutuhkan berdasarkan rendemen 30% untuk log kayu Kebutuhan Log Kayu

$$= \frac{\text{Volume total decking}}{\text{rendemen}} = \frac{498,74}{30\%} = 1662.47 \text{ m}^3$$
 (2)

Jumlah Unit Log Kayu

$$= \frac{\text{Total kebutuhan log kayu}}{\text{Volume log kayu (per batang)}}$$
$$= \frac{1662.47}{3,84} = 433,03 = 433 \text{ unit}$$
 (3)

Jadi dibutuhkan sekitar 433 batang log berukuran 600 cm × 90 cm × 80 cm untuk menghasilkan 498,74 m³ Sedangkan untuk produk pintu *solid wood*, Volume log kayu yang

dibutuhkan berdasarkan rendemen 65-70% untuk *square* log kayu.

Untuk rendemen 65%:

Kebutuhan Log Kayu

$$= \frac{\text{Volume total pintu}}{\text{rendemen}} = \frac{89,40}{65\%} \quad (4)$$

$$= 137,54 \text{ m}^3$$

Jumlah Unit Log Kayu

$$= \frac{\text{Total kebutuhan log kayu}}{\text{Volume log kayu (per batang)}} \quad (5)$$

$$= \frac{137,54}{4,68} = 29,39 = 30 \text{ unit}$$

Untuk rendemen 70%:

Kebutuhan Log Kayu

$$= \frac{\text{Volume total pintu}}{\text{rendemen}} = \frac{89,40}{70\%} \quad (6)$$

$$= 127,71 \text{ m}^3$$

$$= \frac{\text{Total kebutuhan log kayu}}{\text{Volume log kayu (per batang)}} \quad (7)$$

$$= \frac{127,71}{4,68} = 27,28 = 28 \text{ unit}$$

Tabel 13.

Perhitungan *Volume Handling* Komponen

Ukuran			Urutan Proses dari Komponen	Volume (m3)	% <i>Volume Handling</i>
P	L	T			
600	80	80	A-B-C-D	1662,72	69,81
200	12	2,4	M-W-F-G-H-I-J-K	23,22	0,98
250	12	3	M-W-F-G-H-I-J-K	36,29	1,52
200	14,5	2,4	M-W-F-G-H-I-J-K	28,06	1,18
300	12	3	M-W-F-G-H-I-J-K	43,55	1,83
360	12	3	M-W-F-G-H-I-J-K	52,25	2,19
380	12	3	M-W-F-G-H-I-J-K	55,16	2,32
390	12	3	M-W-F-G-H-I-J-K	56,61	2,38
370	12	2,4	M-W-F-G-H-I-J-K	42,96	1,80
400	12	3	M-W-F-G-H-I-J-K	58,06	2,44
400	14,5	2,4	M-W-F-G-H-I-J-K	56,13	2,36
400	12	2,4	M-W-F-G-H-I-J-K	46,45	1,95
650	90	80	A-B-C-D	131,04	5,50
214,8	80,8	4	L-M-N-O-Q-R-S-T-J-K	8,33	0,35
214,8	81,6	4	L-M-N-O-Q-R-S-T-J-K	8,41	0,35
214,8	81,8	4	L-M-N-O-Q-R-S-T-J-K	8,43	0,35
234,8	81,6	4	L-M-N-O-Q-R-S-T-J-K	9,20	0,39
234,8	91,6	4	L-M-N-O-Q-R-S-T-J-K	10,32	0,43
214,8	80,8	4	A-B-C-P-Q-R-S-T-J-K	8,33	0,35
214,8	81,6	4	A-B-C-P-Q-R-S-T-J-K	8,41	0,35
214,8	81,8	4	A-B-C-P-Q-R-S-T-J-K	8,43	0,35
234,8	81,6	4	A-B-C-P-Q-R-S-T-J-K	9,20	0,39
234,8	91,6	4	A-B-C-P-Q-R-S-T-J-K	10,32	0,43

Tabel menunjukkan total *volume handling* material yang ditangani dalam proses produksi *decking* dan pintu *solid wood* sebesar 588,14 m³. Produk *decking* memiliki variasi bahan kayu berukuran 200, 300, dan 400. Sementara itu, produk pintu *solid wood* terdiri dari log kayu, FLJB, dan lamella, dengan masing-masing *volume handling* sekitar 0,35 % hingga 5,50 %.

Tabel 14.

Tabulasi Persentase *Material Handling*

From	To	Total % <i>Volume Handling</i>
A	B	77,18
B	C	77,18
C	D	75,31
	P	1,87
M	W	20,95
W	F	1,87
F	G	20,95
G	H	20,95
H	I	20,95
I	J	20,95
J	K	20,95
L	M	26,56
M	N	1,87
N	O	1,87
O	Q	1,87
P	Q	1,87
Q	R	3,74
R	S	3,74
S	T	3,74
T	J	3,74

2.2.6. Perhitungan *From To Chart* (FTC)

Berikut ini merupakan percobaan pemindahan departemen pada *From to Chart* 25 *trial* untuk mengetahui nilai momen terkecil yang akan digunakan sebagai acuan perancangan tata letak produksi.

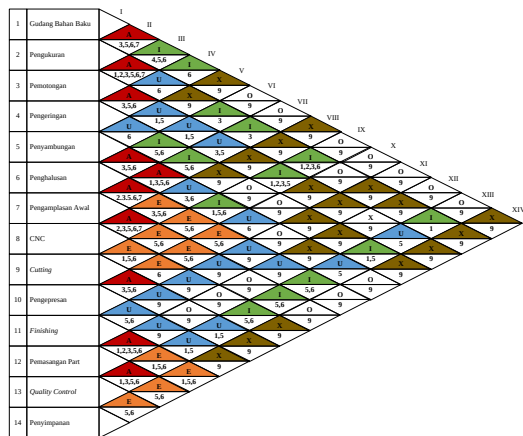
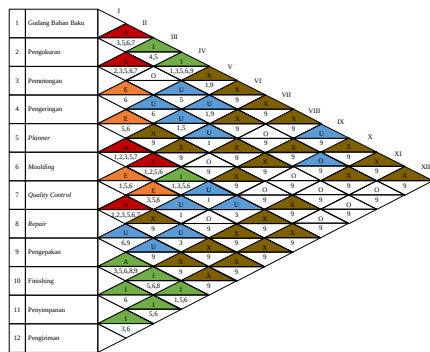
Tabel 15.

Hasil *Forward* dan *Backward From-to Chart* (FTC)

Trial	Momen <i>Material Handling</i>		Total
	Forward	Backward	
Awal	644,900	360,620	1005,520
1	407,730	74,800	482,530
2	598,150	0,000	598,150
3	405,860	0,000	405,860
4	620,970	472,580	1093,550
5	1375,710	363,860	1739,570
6	954,480	1084,840	2039,320
7	1170,830	1104,300	2275,130
8	1298,310	1112,540	2410,850
9	1033,280	1165,660	2198,940
10	903,840	932,960	1836,800
11	1289,740	1655,380	2945,120
12	1470,660	1692,280	3162,940
13	1487,24	1407,22	2894,460
14	626,200	219,960	846,160
15	594,030	201,260	795,290
16	567,470	438,160	1005,630
17	565,220	483,040	1048,260
18	565,220	332,420	897,640
19	531,180	306,240	837,420
20	510,230	306,240	816,470
21	512,100	163,100	675,200
22	567,090	181,800	748,890
23	545,130	705,520	1250,650
24	782,410	865,640	1648,050
25	787,010	838,700	1625,710
Momen terkecil			405,860

Dari hasil dari *From to Chart* (FTC) trial 1 sampai trial 25 total keseluruhan forward dan backward yang hasilnya paling minimum adalah pada trial ke - 3, yakni sebesar 405,860 sehingga urutan departemen diubah dari A – B – C – D – W – F – G – H – I – J – L – M – N – O – P – Q – R – S – T – K menjadi A – B – C – D – L – M – N – O – P – Q – R – S – T – W – F – G – H – I – J – K.

2.2.7. Activity Relationship Chart (ARC)



Gambar 4. Activity Relationship Chart (ARC)

2.2.8. Perhitungan Luas Produksi

Perhitungan luas lantai produksi dihitung berdasarkan luas kebutuhan mesin, ukuran bahan yang diproses, penyimpanan (jika diperlukan) dan luas area untuk tenaga kerja. Semua kebutuhan luas tersebut dijumlahkan kemudian dikalikan dengan *allowance* dengan tujuan untuk memberikan area tambahan bagi keperluan pemindahan bahan dan gerakan perpindahan yang leluasa bagi tenaga kerja.

Tabel 16.
Luas Lantai Produksi

No	Nama Mesin	Total Luas (m2)
1	Pengukuran	22,464
2	Mesin Sawmil	14,4
3	Mesin Kilndry	14,4
4	Mesin Cross-cutting	12,7872
5	Mesin Moulding	12,7872
6	Quality Control	14,4
7	Repair	14,4
8	Strapping	14,4
9	Finishing	14,4
11	Mesin Finger Joint	10,8
12	Mesin Sander	10,8
13	Mesin Planner	10,8
14	Mesin CNC	10,8
15	Mesin Cutting	10,8
16	Mesin Hotpress	10,8
17	Mesin Amplas Tangan	14,4
18	Spray Gun	14,4
19	Mesin Bor Tangan	10,8

2.2.9. Perhitungan Biaya Alat *Material Handling*

1. Perhitungan Biaya Tenaga Kerja

Gaji pekerja perhari pada bagian produksi rata-rata berkisar Rp. 80.000 dengan 8 jam kerja. Berikut ini merupakan gaji pekerja dikonversi kedalam gaji per jam, gaji per menit dan gaji per detik

$$\text{Gaji per jam} = \frac{\text{Rp.80.000}}{8} = \text{Rp. 10.000} \quad (8)$$

$$\text{Gaji per menit} = \frac{\text{Rp.10.000}}{60} = \text{Rp. 166.66} \quad (9)$$

$$\text{Gaji per detik} = \frac{\text{Rp.166,66}}{60} = \text{Rp. 2.77} \quad (10)$$

Karena dalam *material handling* ada 4 tenaga kerja maka total biaya tenaga kerjanya adalah Rp. 11,08 per detik.

$$\text{Total Biaya Tenaga Kerja} = \text{Rp. 2.77} \times 4 \text{ orang} = \text{Rp 11,08 per detik} \quad (11)$$

Tabel 17.
Biaya Tenaga Kerja

Kegiatan	TK	Gaji/hari	Gaji/ jam	Gaji/ menit	Gaji/ detik
Pemindahan	1	Rp80.000	Rp10.000	Rp166,7	Rp2,8
Loading & Un-loading	2	Rp160.000	Rp20.000	Rp333,3	Rp5,6
Penataan	1	Rp80.000	Rp10.000	Rp166,7	Rp2,8

2. Perhitungan Biaya Depresiasi

$$\begin{aligned} DT &= \frac{\text{Harga Perolehan} - \text{Nilai Sisa}}{\text{Umur Manfaat}} \quad (12) \\ &= \frac{\text{Rp. 250.000.000} - \text{Rp. 12.500.000}}{8} \\ &= \text{Rp. 123.437.500} \end{aligned}$$

Tabel 18.
Biaya Depresiasi

N o	Nama Aset	Harga Perolehan (Rp)	N	Nilai Sisa (Rp)	U	Biaya Depresiasi/ Tahun
1	Forklift Counterbalance	Rp250.000.000	4	Rp12.500.000	8	Rp123.437.500
2	Handpallet	Rp4.000.000	3	Rp200.000	5	Rp2.360.000
3	Handstracker	Rp12.450.000	3	Rp7.500.000	5	Rp5.970.000
4	Handtrolley	Rp3.850.000	3	Rp1.200.000	5	Rp2.070.000
Total Biaya Depresiasi/tahun						Rp133.837.500

Tabel 19.
Total Biaya Depresiasi per Bulan dan per Hari

No	Nama Aset	Biaya Depresiasi /Tahun (Rp)	Depresiasi /Bulan (Rp)	Depresiasi /Hari (Rp)
1	Forklift Counterbalance	Rp123.437.500	Rp10.286.458	Rp395.633
2	Handpallet	Rp2.360.000	Rp196.667	Rp7.564
3	Handstracker	Rp5.970.000	Rp497.500	Rp19.135
4	Handtrolley	Rp2.070.000	Rp172.500	Rp6.635
Total Biaya		Rp133.837.500	Rp11.153.125	Rp428.966

2.2.10. Perhitungan Biaya Perawatan

Perhitungan biaya perawatan dimulai dengan mengidentifikasi seluruh total biaya yang dilakukan, perawatan biasanya dilakukan 3 bulan sekali. Berikut ini merupakan rincian biaya perawatannya

Tabel 20.
Biaya Perawatan

No	Keterangan	Biaya Perawatan
<i>Forklift</i> (Biaya Rutin)		
1	Ganti Oli dan Filter	Rp500.000
2	Pengecekan Aki (untuk <i>forklift</i> listrik)	Rp400.000
3	Bahan Bakar (Solar)	Rp3.000.000
4	Pengecekan Sistem, Kemudi dan Hidrolik	Rp700.000
5	Biaya Tenaga teknis	Rp300.000
Biaya Tidak terduga		
6	Ganti Ban Solid	Rp2.500.000
7	Ganti Aki (<i>Forklift</i> Listrik)	Rp10.000.000
8	Perbaikan Hidrolik, Transmisi atau Mesin	Rp10.000.000
Total Biaya		Rp27.400.000

$$DT/Tahun = \text{Biaya perawatan per bulan} \quad (13)$$

$$\times 4 \text{ Bulan}$$

$$= \text{Rp. } 500.000 \times 4 = \text{Rp. } 2.000.000$$

$$DT \text{ per hari} = \frac{\text{Biaya perawatan per bulan}}{26 \text{ hari}} \quad (14)$$

$$= \frac{\text{Rp. } 500.000}{26 \text{ hari}} = \text{Rp. } 19.231$$

Tabel 21.
Total Biaya Perawatan per Bulan dan per Hari

Keterangan	Biaya Perawatan / Tahun	Biaya Perawatan / 3 Bulan	Biaya Perawatan / Hari
Biaya Rutin			
Ganti Oli dan Filter	Rp2.000.000	Rp500.000	Rp19.231
Pengecekan Aki (untuk <i>forklift</i> listrik)	Rp1.600.000	Rp400.000	Rp15.385
Pengecekan Sistem, Kemudi dan Hidrolik	Rp2.800.000	Rp700.000	Rp26.923
Biaya Tenaga teknis	Rp1.200.000	Rp300.000	Rp11.538
Biaya Tidak terduga			
Ganti Ban Solid	Rp10.000.000	Rp2.500.000	Rp96.154
Ganti Aki (<i>Forklift</i> Listrik)	Rp40.000.000	Rp10.000.000	Rp384.615
Perbaikan Hidrolik, Transmisi atau Mesin	Rp40.000.000	Rp10.000.000	Rp384.615
Total Biaya	Rp109.600.000	Rp27.400.000	Rp1.053.846

2.2.11. Perhitungan Biaya Perpindahan

$$1 \text{ tahun} = 312 \text{ hari}$$

$$1 \text{ hari} = 8 \text{ jam}$$

$$1 \text{ jam} = 3600 \text{ detik}$$

Tabel 22.
Hasil Biaya Perpindahan per Detik

Nama Aset	Depresiasi / Hari (Rp)	Biaya Perawatan / Hari	Biaya Operator / detik	Biaya Perpindahan / detik
<i>Forklift Counterbalance</i>	Rp13,73	Rp36,59	Rp11,08	Rp61,41
<i>Handpallet</i>	Rp0,26	Rp0,67	Rp11,08	Rp12,01
<i>Handstracker</i>	Rp0,66	Rp0,67	Rp11,08	Rp12,01
<i>Handtrolley</i>	Rp0,23	Rp0,67	Rp11,08	Rp11,98
Total Biaya	Rp14,90	Rp38,60	Rp44,32	Rp97,81

2.2.12. Perhitungan Ongkos Material Handling

1. Kapasitas angkut *forklift*

$$\text{Kapasitas angkut maksimal } \textit{forklift} = 2000 \text{ kg.}$$

$$\text{Kapasitas Angkut (m}^3\text{)} \quad (15)$$

$$= (P) \times (L) \times (T) \text{ dari alat angkut}$$

$$\text{Kapasitas Angkut (m}^3\text{)} \quad (16)$$

$$= (4) \times (1,5) \times (1,2) = 7,2 \text{ m}^3$$

2. Waktu operasional *forklift* per hari adalah 8 jam/hari, dengan efisiensi kerja aktual 70% (karena ada waktu *idle*, *loading*, istirahat dll) maka,

$$\text{Kecepatan} = 6 \text{ km/jam} \quad (17)$$

$$= 600 \text{ m/jam}$$

$$= 1,67 \text{ m/detik}$$

$$\text{Jarak tempuh per hari} = 1,67 \times 20160 \quad (18)$$

$$33,667 \text{ m} = 33,7 \text{ km per hari}$$

3. Jarak tempuh per detik

$$\text{Biaya Operasional}$$

$$\text{Biaya depresiasi} + \text{Biaya perawatan} \quad (19)$$

$$+ \text{Biaya tenaga kerja}$$

$$\frac{312 \times 8 \times 3600}{\text{Rp. } 133.873.500 + \text{Rp. } 109.600.000 + \text{Rp. } 320.000}$$

$$= \frac{312 \times 8 \times 3600}{\text{Rp. } 263.793.500}$$

$$= \text{Rp. } 38$$

2.2.13. Simulasi Sistem Produksi *Decking* dan Pintu *Solid Wood*

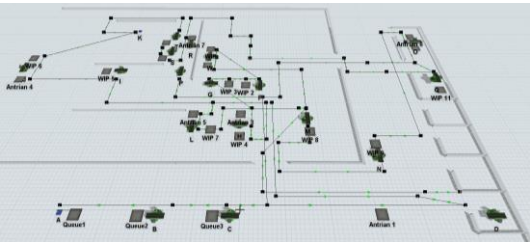
Tabel 23.
Komponen Sistem Produksi *Decking*

Nama Proses	Jenis Objek
Gudang Bahan Baku	Queue
Pengukuran	Processor
Pemotongan (<i>Sawmill</i>)	Processor
Pengeringan (<i>Kiln Dry</i>)	Batch Processor (opsional)
Pengecekan Kelembaban	Processor
Penghalusan (<i>Planner</i>)	Processor
Pemotongan presisi (<i>Cross-cutting</i>)	Processor
Pembentukan Pola (<i>Moulding</i>)	Processor
Quality Control (QC)	Processor / Decision Point
Repair (Perbaikan Produk Cacat)	Processor
Strapping (Pengemasan)	Processor
Finishing (Pewarnaan/Pelabelan)	Processor
Pengiriman	Sink
Transportasi antar proses	Transporter (<i>Forklift</i>)

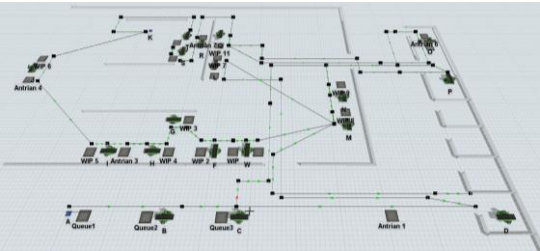
Tabel 24.
Komponen Sistem Produksi Pintu Solid Wood

Nama Proses	Jenis Objek
Gudang Bahan Baku	Queue
Pengukuran Awal	Processor
Pemotongan (Sawmill)	Processor
Pengeringan (Kiln Dry)	Batch Processor (optional)
Laminating	Processor + Decision Point
Pemotongan Lamella (Cutting)	Processor
Pengukuran Ulang	Processor
CNC (Pembentukan Pola)	Processor
Pengamplasan Awal (Sander)	Processor
Penghalusan (Planner)	Processor
Perekat & Pressing (Hotpress)	Processor
Pengamplasan Lanjutan	Processor
Pengecatan & Finishing	Processor
Pengeringan Cat	Queue + Delay
Pemasangan Part (Bor Tangan)	Processor
Quality Control (QC)	Processor (atau Queue + Decision Point)
Strapping (Pengemasan)	Processor
Gudang Produk Jadi	Queue
Pengiriman	Sink

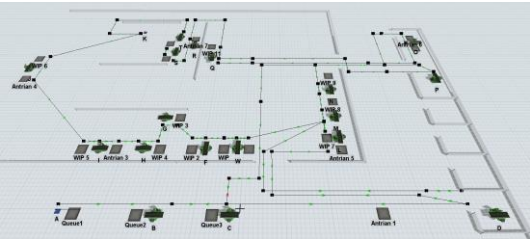
Adapun print model *software Flexim* dari simulasi sistem produksi CV. Cipta Karya sebagai berikut



Gambar 5 Print Model Software Flexim Simulasi Sistem Produksi CV. Cipta Karya



Gambar 6 Print Model Software Flexim Simulasi Sistem Produksi CV. Cipta Karya Usulan I



Gambar 7 Print Model Software Flexim Simulasi Sistem Produksi CV. Cipta Karya Usulan II

1. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini berisi hasil dan pembahasan penelitian yang komprehensif. Pembahasan dapat dibuat dalam beberapa sub-bab dan ditulis miring.

1.1. Analisis dan Pembahasan Perhitungan Kapasitas dan Jumlah Mesin

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui jumlah mesin di masing-masing stasiun kerja berdasarkan kapasitas produksi dan waktu proses yang dibutuhkan. Perhitungan ini mempertimbangkan jam kerja harian, jumlah hari kerja dalam seminggu, serta efisiensi kerja.

1. Produksi Decking

CV Cipta Karya memiliki kapasitas produksi decking sebesar 1 palet/bulan, yang terdiri dari 168 unit. Dengan 6 hari kerja per minggu dan 8 jam kerja per hari, maka kapasitas produksi bulanan adalah 24 palet atau 4032 unit per bulan. Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan mesin pada setiap stasiun kerja, diperoleh nilai N sebagai berikut:

Tabel 25.
Hasil Perhitungan Kebutuhan Mesin Produksi Decking

Stasiun Kerja	Waktu Proses (detik)	Jumlah Mesin Dibutuhkan (N)
O-9	1	0,03 ≈ 1
O-8	1,7	0,05 ≈ 1
O-7	120	3,5 ≈ 4
I-2	15	0,45 ≈ 1
O-6	30	0,87 ≈ 1
O-5	30	2,8 ≈ 3
O-4	19	0,55 ≈ 1
Stasiun Kerja	Waktu Proses (detik)	Jumlah Mesin Dibutuhkan (N)
I-1	30	0,87 ≈ 1
O-3	10800	-
O-2	28	0,82 ≈ 1
O-1	12	0,35 ≈ 1

Stasiun kerja O-7 memiliki kebutuhan mesin tertinggi, yaitu 4 unit mesin, disebabkan oleh waktu proses yang relatif lama. Sementara itu, stasiun lain seperti O-8 dan O-9 hanya memerlukan sebagian kecil dari satu mesin ($N < 1$), yang menunjukkan bahwa prosesnya cepat dan dapat digabung dalam satu unit mesin untuk beberapa proses.

Stasiun kerja O-3 Proses pengeringan memerlukan waktu 3 minggu, yang tidak dikonversi ke dalam satuan detik untuk perhitungan kebutuhan mesin karena *kiln dry* tidak bekerja seperti mesin konvensional satuan. Proses ini tergolong proses batch dengan waktu tunggu panjang, dan kebutuhan utama adalah kapasitas ruang kiln dan jumlah *batch* yang dapat diproses secara paralel, bukan jumlah unit mesin.

2. Produk Pintu

Tabel 26.

Hasil Perhitungan Kebutuhan Mesin Produksi Pintu

Stasiun Kerja	Waktu Proses (detik)	Jumlah Mesin Dibutuhkan (N)
O-13	15	$0,78 \approx 1$
I-3	10	$0,52 \approx 1$
I-2	15	$0,78 \approx 1$
O-12	30	$1,56 \approx 2$
O-11	15	$0,78 \approx 1$
O-10	75	$3,91 \approx 4$
O-7	180	$9,73 \approx 10$
O-6	10	$0,52 \approx 1$
O-5	15	$0,78 \approx 1$
O-4	30	$1,56 \approx 2$
I-1	15	$0,78 \approx 1$
O-2	20	$1,04 \approx 2$
O-1	30	$1,56 \approx 2$
O-8	5	$0,26 \approx 1$
O-9	10	$0,52 \approx 1$
O-13	15	$0,78 \approx 1$

Produk pintu *solid wood* menunjukkan kebutuhan mesin yang jauh lebih tinggi, khususnya pada proses O-7 membutuhkan 10 mesin dan O-10 yang membutuhkan 4 mesin. Namun untuk proses O-7 (mesin CNC) karena prosesnya bisa diprogram otomatis dan berjalan sendiri setelah *setup*, bisa dioptimalkan dengan penjadwalan *shift*. Bila ada produk dengan desain sederhana, proses CNC bisa dipercepat jadi kebutuhan mesin menurun. Sedangkan untuk O-10, cenderung menjadi *bottleneck* jika ada *batch* besar karena waktu proses per unit relatif tetap. Namun, jika ada lebih dari 1 *hot press* atau dapat beroperasi lebih dari 1 *shift*, maka kebutuhan dapat dipenuhi.

1.2. Analisis dan Pembahasan Kebutuhan Bahan Baku

A. Rasio Rendemen dan Volume Log

Diketahui rendemen rata-rata untuk *decking* adalah 30%, artinya hanya 30% dari total volume log kayu yang menjadi produk jadi. Untuk menghasilkan 1 kontainer *decking* (27 m³ produk jadi), dibutuhkan 90 m³ log kayu. Jika ekspor bulanan 8–12 kontainer, maka kebutuhan bahan baku log kayu mencapai 720–1080 m³/bulan.

Rendemen pembuatan pintu *solid wood* berkisar 65%–70%, karena menggunakan *square log* yang lebih optimal dalam pemrosesan (lebih sedikit limbah).

B. Perhitungan Kebutuhan Log Kayu (Satuan Log)

Berdasarkan dimensi potongan dan kapasitas produksi, kebutuhan bahan baku untuk tiap ukuran *decking* adalah sebagai berikut:

Tabel 27.

Hasil Kebutuhan Bahan Baku

Produk	Jumlah Log Kayu
<i>Decking</i> 200	21 log
<i>Decking</i> 300	53 log
<i>Decking</i> 400	30 log
Pintu <i>Solid Wood</i>	28 – 30 log

Namun karena hanya 30% dari log yang menjadi produk, maka log kayu yang harus disediakan secara ril 433 log kayu, yang berarti ada faktor keamanan atau koreksi tambahan yang digunakan ini bisa mencerminkan toleransi produksi atau cacat material selama proses.

Kapasitas produksi pintu *solid wood* adalah 120 unit untuk FLJB dan Lamella. Berdasarkan potongan dan dimensi, kebutuhan log kayu dihitung per komponen dengan perhitungan rata-rata sekitar 1–2 log per komponen per variasi ukuran, menghasilkan total kebutuhan bahan baku:

Total kebutuhan log untuk pintu = 28 s.d. 30 log kayu. Dengan rendemen 65%–70%, volume log yang dibutuhkan jauh lebih sedikit dibanding *decking*.

1.3. Analisis dan Pembahasan Perhitungan Persentase Volume Handling

A. Identifikasi Aliran Material Utama

Dari tabulasi persentase volume *material handling*, terlihat bahwa aliran utama material berada pada jalur A-B-C-D hingga J (*Finishing*). Persentase perpindahan material dari:

- A ke B dan B ke C mencapai 77,18%,
- C ke D sebesar 75,31%,

Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar material baik untuk produk *decking* maupun pintu *solid wood* melewati jalur awal yang sama, yaitu dari gudang bahan baku hingga proses *kiln dry*.

B. Jalur Produksi Produk *Decking*

Produk *decking* memiliki variasi ukuran kayu dengan *volume handling* terbesar, yaitu log kayu *decking* 499,20 m³ atau 69,81% dari total volume. Produk *decking* mengalami alur proses yang panjang dari A sampai K, meliputi 11 stasiun kerja seperti *sawmil*, *kilndry*, *planner*, *cross-cutting*, *moulding*, *quality control*, hingga *finishing* dan gudang barang jadi.

C. Jalur produksi Pintu *Solid Wood*

Produk pintu *solid wood* terdiri dari tiga komponen:

- Log kayu utama → alurnya A-B-C-D
- FLJB → melalui proses L sampai K

- c) Lamella → melalui proses A sampai K, tetapi dengan jalur bercabang melalui P-Q-R-S-T

Masing-masing komponen memiliki *volume handling* relatif kecil (0,35%–0,43%), tetapi prosesnya melibatkan banyak stasiun tambahan seperti CNC, *hotpress*, bor tangan, dan *spray gun*, menunjukkan bahwa pintu memerlukan tahapan manufaktur yang lebih kompleks walaupun volumenya tidak sebesar *decking*.

D. Titik Penumpukan Material

Titik-titik dengan persentase perpindahan tinggi yang patut mendapat perhatian adalah

- Dari D ke W hingga I ke J, masing-masing sebesar 20,95%
- Finishing* ke Gudang Barang Jadi (J-K) sebesar 26,56%

Hal ini menunjukkan adanya potensi penumpukan material pada area *finishing* karena banyaknya volume material yang mengalir ke area ini, proses *finishing* sebagai *bottleneck* sebelum produk masuk ke gudang.

E. Jalur Proses yang tidak Efisien

Beberapa jalur tambahan seperti P-Q-R-S-T-J-K (untuk lamella dan FLJB) memiliki persentase total kecil namun melibatkan banyak stasiun kerja. Hal ini mencerminkan kompleksitas produksi dengan volume kecil, yang bisa meningkatkan waktu *handling* dan risiko *overhandling* untuk produk non-massal.

1.4. Analisis dan Pembahasan Hasil From-To Chart (FTC)

A. Analisis Kuantitatif Hasil FTC

Berdasarkan perhitungan FTC untuk 25 skenario tata letak (*trial*), diperoleh nilai momen *material handling* (MMH) dari setiap *trial*, baik untuk pergerakan *forward* maupun *backward*.

Tabel 28.
Hasil Momen Material Handling From-To Chart (FTC)

Keterangan	Nilai MMH
Layout Awal	1005,520
Trial Terbaik (Trial 3)	405,860 ✓
Selisih Efisiensi	599,660
Persentase Penurunan	59,62%

Trial ke-3 menghasilkan total MMH paling kecil, yaitu 405.660, yang terdiri dari 405,660 (*forward*) dan 0,00 (*backward*). Jika dibandingkan dengan layout awal (MMH 1005.520), terjadi pengurangan beban perpindahan sebesar 599,660 satuan,

yang berarti peningkatan efisiensi *material handling*.

B. Perubahan Urutan Departemen

Perubahan urutan departemen dilakukan berdasarkan hasil pengurutan yang menghasilkan MMH terkecil. Perbandingan sebelum dan sesudah perubahan adalah sebagai berikut:

Tabel 29.
Perbandingan Urutan Departemen Sebelum & Sesudah Perubahan

Layout Awal	Layout Trial 3 (Usulan)
A – B – C – D – W – F – G – H – I – J – L – M – N – O – P – Q – R – S – T – K	A – B – C – D – L – M – N – O – P – Q – R – S – T – W – F – G – H – I – J – K

Konfigurasi ini kemungkinan besar memperpendek jarak antar departemen yang memiliki frekuensi perpindahan barang tinggi, serta menyusun alur produksi lebih linear dan teratur tanpa perlu pergerakan bolak-balik (*backward flow*).

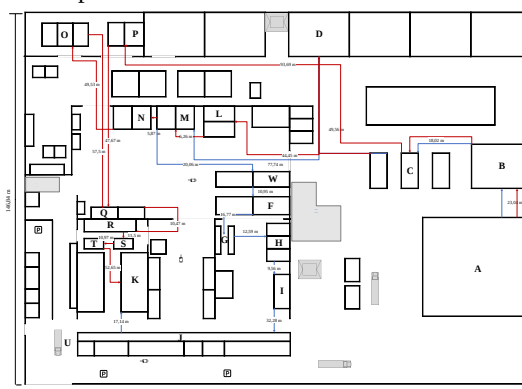
1.5. Analisis dan Pembahasan Perhitungan Ongkos Material Handling

1. Jarak Tempuh:

Usulan II memiliki jarak terpendek: 725,96 m, lebih hemat 188,94 m (20,65%) dibanding layout awal. Usulan I juga lebih baik dari awal: hemat 176,72 m (19,31%).

2. Total Biaya OMH:

Usulan II paling efisien: hemat Rp267.825 (12,55%) dibanding layout awal. Usulan I juga efisien: hemat Rp264.353 (12,39%). Layout usulan I menurunkan biaya OMH sebesar Rp267.825 dibandingkan Layout Awal. Layout usulan II memberikan efisiensi biaya tertinggi dengan penurunan ± Rp264.353.



Gambar 8. Layout Usulan

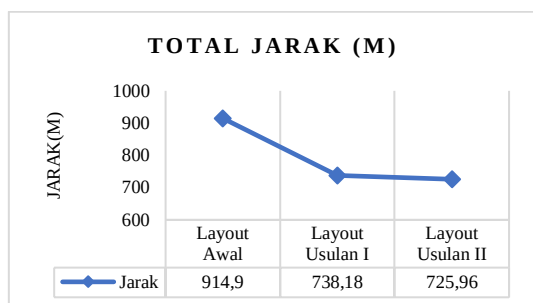
Layout usulan II menjadi pilihan paling efisien dengan total jarak terpendek dan biaya OMH terendah. Efisiensi kerja *forklift* dihitung sebesar

70% dari waktu kerja 8 jam. Efisiensi layout akan secara langsung mempengaruhi utilisasi ini. Kecepatan *forklift* (1,67 m/detik) digunakan untuk menghitung kapasitas harian (33,7 km per hari).

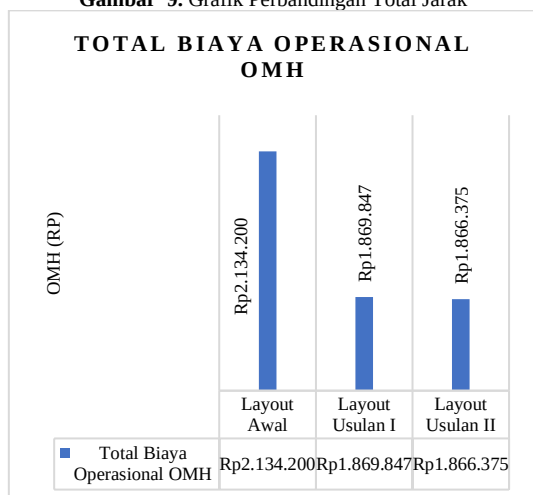
Tabel 30.

Perbandingan Layout Awal dan Layout Usulan I & II

Keterangan	Layout Awal	Layout Usulan I	Layout Usulan II
Jarak (m)	914,9	738,18	725,96
Total Biaya OMH (Rp)	Rp2.134.200	Rp1.869.847	Rp1.866.375
Total Biaya Operasional OMH/unit (Rp)	Rp5.192	Rp4.299	Rp4.270



Gambar 9. Grafik Perbandingan Total Jarak



Gambar 10. Grafik Perbandingan Total Biaya Operasional OMH

3. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan terhadap perhitungan kapasitas mesin, kebutuhan bahan baku, volume *material handling*, hasil *From-To Chart* (FTC), serta perhitungan biaya *material handling*, diperoleh beberapa poin penting sebagai berikut:

1. Perencanaan Kapasitas Produksi dan Mesin

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa stasiun kerja dengan waktu proses tinggi memerlukan jumlah mesin yang lebih banyak. Pada produksi *decking*, stasiun O-6 membutuhkan empat mesin, sedangkan produksi pintu *solid wood* menunjukkan kebutuhan signifikan pada proses CNC (O-

7) dan *hot press* (O-10), yang dapat menimbulkan *bottleneck*. Hal ini menandakan pentingnya pengelolaan beban kerja dan jadwal produksi yang terencana agar tidak terjadi penumpukan atau keterlambatan produksi.

2. Efisiensi Pemanfaatan Bahan Baku

Rendemen produk *decking* yang rendah (30%) mengindikasikan kebutuhan volume log kayu yang besar, yaitu hingga 1080 m³ per bulan. Sementara itu, produk pintu *solid wood* memiliki rendemen lebih tinggi (65%–70%), sehingga lebih efisien dalam penggunaan bahan baku. Efisiensi ini dapat dimaksimalkan dengan pengelolaan material yang baik dan pengurangan limbah.

3. Volume dan Jalur *Material Handling*

Aliran material terbesar berada pada proses awal hingga tahap *finishing*. Volume *handling* yang besar pada jalur utama menunjukkan konsentrasi aktivitas di area tertentu, terutama di *finishing* dan gudang barang jadi. Sementara itu, jalur produksi pintu yang bercabang menambah kompleksitas dan potensi *overhandling*.

4. Peningkatan Efisiensi Layout Produksi

Hasil analisis FTC menunjukkan bahwa layout usulan (*Trial 3*) berhasil menurunkan total momen *material handling* (MMH) sebesar 59,62% dibanding layout awal. Hal ini didukung dengan perubahan urutan departemen, khususnya pemindahan posisi departemen K, yang berkontribusi terhadap pengurangan jarak dan waktu tempuh material.

5. Penghematan Biaya *Material Handling*

Layout usulan II terbukti paling efisien dengan penurunan biaya *material handling* hingga 12,55%. Efisiensi ini berdampak langsung pada biaya per unit dan pemanfaatan tenaga kerja maupun peralatan seperti *forklift*, sehingga dapat meningkatkan produktivitas keseluruhan perusahaan.

Daftar Pustaka

- [1] Wignjosoebroto, S. 2003. *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Guna Widya, Surabaya
- [2] Wignjosoebroto, S. 2009. *Manajemen Produksi*. Guna Widya, Surabaya.
- [3] Muther, R. 1973. *Systematic Layout Planning (SLP)*. Cahnners Books, Boston
- [4] Heizer, J., Render, B., & Munson, C. 2016. *Operations Management*, 12th edition. Pearson Education, Boston