

PERANCANGAN ULANG TATA LETAK BERBASIS *LINE BALANCING* UNTUK MEMINIMASI WASTE TRANSPORTASI DENGAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING* DI CV CIARMY MENGGUNAKAN METODE *BLOCPAN*

1st Shafa Samira Yudistira
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

shafasamira@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Praty Poeri Suryadhini
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

pratya@telkomuniversity.ac.id

3rd Nopendri
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

nopendri@telkomuniversity.ac.id

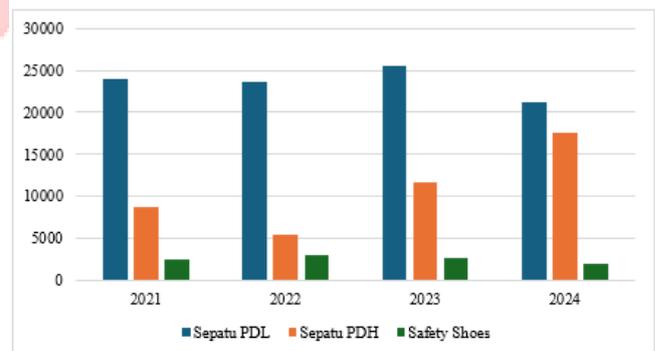
CV Ciarmy adalah UMKM di bidang konveksi dengan produk utama sepatu. Observasi awal menggunakan *Process Activity Mapping (PAM)* menunjukkan aktivitas *Non-Value-Added (NVA)* sebesar 1% dan *Necessary-Non-Value-Added (NNVA)* sebesar 66,6%, mengindikasikan pemborosan, terutama berupa *waste delay* dan *waste transportasi*. Analisis *5 Why's* mengidentifikasi dua akar masalah: tidak adanya alat bantu pengering lem dan tata letak fasilitas yang kurang efisien. Solusi yang diusulkan mencakup perancangan tata letak menggunakan *BLOCPAN* dan *line balancing* dengan waktu siklus 48 menit. Hasilnya, jumlah stasiun kerja berkurang dari 13 menjadi 4, dengan total 7 operator. *Balancing delay* turun dari 53,24% menjadi 13,15%. Jarak perpindahan material berkurang dari 148,38 m menjadi 40,35 m, dan waktu perpindahan dari 524,68 detik menjadi 179,67 detik. Efisiensi perpindahan meningkat signifikan. Tanggung jawab pengambilan bahan baku juga dialihkan ke operator gudang. Setelah perbaikan, aktivitas *Value-Added* meningkat menjadi 80,4%, *NNVA* turun menjadi 19,6%, dan *NVA* hanya 0,1%.

Kata kunci— *Lean Manufacturing, BLOCPAN, Waste, Tata Letak Fasilitas, Line Balancing, Tata Letak Fasilitas, PAM, Efisiensi Produksi.*

I. PENDAHULUAN

Sepatu merupakan salah satu kebutuhan yang bersifat kontinu dalam kehidupan sehari-hari, yang digunakan sebagai pelindung kaki maupun penunjang gaya hidup. Permintaan sepatu terus meningkat seperti yang ditunjukkan ditunjukkan oleh Badan Pusat Statistik Indonesia berupa data ekspor alas kaki di Indonesia, yang menunjukkan bahwa nilai ekspor pada Tahun 2022 mencapai rekor tertinggi sebesar \$7,74 miliar yang meningkat 25% dengan volume ekspor yang meningkat sebesar 19% menjadi 368,423 ton dibanding dengan tahun sebelumnya.

CV Ciarmy merupakan salah satu UMKM yang bergerak di bidang pengrajin sepatu lokal yang didirikan pada tahun 2011 dan memiliki toko yang berlokasi di daerah Sentra Sepatu Cibaduyut serta memiliki pabrik yang berlokasi di Gunung Puntang, dengan total 70 pekerja. CV Ciarmy menerapkan strategi produksi *Make to Stock (MTS)* dan *Make to Order (MTO)*. Strategi produksi *Make To Stock (MTS)* dilakukan dengan memenuhi target produksi harian sebanyak 150 pasang sepatu dan akan disimpan di gudang sebelum di distribusikan kepada konsumen. Strategi produksi *Make to Order (MTO)* dilakukan dengan membuat produk hanya ketika menerima pesanan dari konsumen.



Gambar I-1. Total Penjualan Sepatu di CV Ciarmy Tahun 2021-2024

Berdasarkan Gambar 1-1, CV Ciarmy memproduksi tiga jenis sepatu yaitu; sepatu PDL (Pakaian Dinas Lapangan), PDH (Pakaian Dinas Harian), dan *safety shoes*, yang menunjukkan bahwa sepatu PDL memiliki penjualan tertinggi dibandingkan produk lainnya. Tingginya permintaan sepatu PDL, membuat perusahaan membutuhkan waktu yang lebih lama dalam memenuhi pesanan konsumen, yang dapat menyebabkan keterlambatan. Keterlambatan yang mungkin terjadi, salah satunya dipengaruhi oleh faktor kebutuhan spesifikasi dan permintaan khusus yang diajukan oleh konsumen ketika memesan dalam jumlah yang besar, sehingga stok di gudang tidak dapat memenuhi permintaan konsumen secara langsung.

Keterlambatan dalam proses produksi sepatu di CV Ciarmy disebabkan oleh area produksi yang tidak rapi dan aliran kerja yang tidak tertata, sehingga memunculkan aktivitas yang tidak perlu dan memperpanjang waktu produksi. Hingga kini, perusahaan belum menemukan solusi dan hanya meminta perpanjangan waktu kepada konsumen. Identifikasi masalah dilakukan melalui observasi langsung di lapangan sesuai prinsip *Genchi Genbutsu* dalam *Toyota Production System*, yang menekankan pentingnya melihat langsung ke lokasi masalah (*Genba*).

Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa alur produksi di CV Ciarmy masih mengandung berbagai aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah langsung terhadap produk, yang dikenal sebagai aktivitas *non-value added (NVA)* dan *necessary non-value added (NNVA)*. Penggunaan alat bantu *Lean Manufacturing* seperti *Process Activity Mapping (PAM)* mengungkapkan bahwa sebagian besar waktu dalam proses produksi dihabiskan pada aktivitas

NNVA, seperti transportasi material yang tidak efisien dan waktu tunggu karena proses pengeringan yang belum terfasilitasi secara optimal. Hal ini menyebabkan terjadinya pemborosan waktu produksi dan potensi keterlambatan dalam pemenuhan pesanan konsumen. Hasil pengelompokan tiga aktivitas tersebut dapat dilihat pada Tabel I-1.

Tabel I-1. Pengelompokan Aktivitas

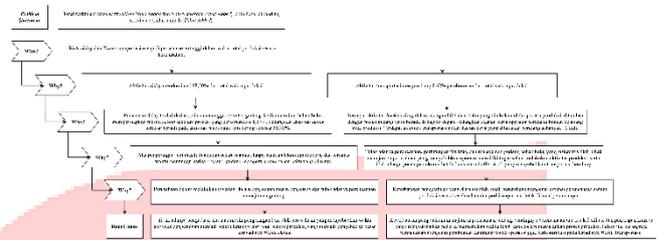
Aktivitas	Waktu (Detik)	Persentase (%)
Value Added	62545,44	32,7
Non-Necessary Value Added	12707,30	66,4
Non Value Added	182,12	1,0

Berdasarkan Tabel I-1, aktivitas *Non-Necessary Value Added* (NNVA) memiliki persentase tertinggi sebesar 66,4% dari total waktu proses produksi sepatu PDL di CV Ciarmy. Tabel I-1 menunjukkan bahwa sebagian besar waktu yang digunakan dalam proses produksi dihabiskan untuk aktivitas yang tidak secara langsung menambah nilai, namun masih dianggap perlu. Tingginya persentase aktivitas *Non-Necessary Value Added* (NNVA) menjadi permasalahan utama karena menunjukkan bahwa efisiensi proses produksi masih perlu diperbaiki. Meskipun aktivitas NNVA tetap diperlukan untuk menjaga kesinambungan alur kerja, tingginya NNVA menyebabkan pemborosan waktu, meningkatnya waktu total produksi, serta potensi keterlambatan dalam pemenuhan pesanan. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi aktivitas NNVA, dengan mengetahui aktivitas spesifik yang menyumbang NNVA terbesar, perusahaan dapat merancang solusi untuk mengurangi atau memperbaiki sistem produksi. PAM (*Process Activity Mapping*) membagi aktivitas NVA dibagi menjadi 5 kategori waste yaitu Transportasi, Delay, Inspection, Storage, dan Operation. Tabel I-2 menunjukkan distribusi waste yang terjadi dalam proses produksi di CV. Ciarmy.

Tabel I-2. Distribusi Waste

Jenis Waste	Total Waktu (Detik)		%	Keterangan
	NVA	NNVA		
Transportasi	0	1663,17	8,68	Perpindahan material yang tidak efisien
Delay	176,82	10985,56	58,30	Waktu pengeringan lem, persiapan proses, menunggu admin mempersiapkan material.
Inspection	5,3	0	0,02	Aktivitas pengecekan yang tidak menambah nilai langsung pada produk
Storage	0	0	0	-
Operation	0	58,58	0,3	Proses set-up sebelum proses

Tabel I-2 menunjukkan bahwa *waste delay* merupakan jenis waste dengan total waktu tertinggi, dalam kategori NVA maupun NNVA yang menyebabkan inefisiensi proses produksi. Waste transportasi dalam kategori NNVA juga teridentifikasi memberikan kontribusi terhadap inefisiensi proses, yang menandakan bahwa tata letak fasilitas dan alur perpindahan material belum optimal.



Gambar I-2. Five Ways Analysis

Berdasarkan Gambar I-3 Five Whys Analysis, akar permasalahan utama berasal dari tidak adanya investasi alat atau mesin pengering lem dan belum tersusunnya sistem manajemen gudang, yang menyebabkan aktivitas pengeringan dan pengambilan bahan baku menjadi penyumbang terbesar waste delay. Namun, karena perusahaan memberikan batasan untuk tidak melibatkan pengadaan mesin, maka rancangan difokuskan pada pemborosan terbesar berikutnya, yaitu waste transportasi. Berdasarkan penjabaran permasalahan yang telah teridentifikasi menggunakan 5 Why's Analysis dan batasan yang diberikan perusahaan, Tugas Akhir ini akan berfokus pada perancangan ulang tata letak fasilitas untuk meminimalkan perpindahan antar stasiun kerja yang dengan pengalihan tanggung jawab pengambilan bahan baku yang akan menjadi tugas operator gudang, dan usulan Line Balancing untuk mengurangi waktu delay antar stasiun kerja dan pembagian kerja yang lebih merata.

Dalam upaya mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan rancangan perbaikan melalui perencanaan ulang tata letak fasilitas produksi menggunakan metode BLOCPLAN, disertai pengaturan ukuran batch dan pengalihan tanggung jawab aktivitas pendukung kepada peran yang lebih tepat seperti operator gudang. Strategi ini bertujuan untuk meminimalkan jarak perpindahan material, mengurangi waktu tunggu, dan menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah secara signifikan. Pendekatan yang digunakan dilakukan secara terstruktur melalui observasi langsung di lantai produksi, pemetaan aktivitas, analisis hubungan fasilitas menggunakan *Activity Relationship Chart* (ARC), serta simulasi tata letak alternatif.

Apabila permasalahan tersebut tidak segera diperbaiki, maka akan menimbulkan pemborosan yang berkelanjutan dan berdampak terhadap peningkatan waktu tempuh dan inefisiensi alur produksi yang menyebabkan keterlambatan dalam pemenuhan permintaan konsumen serta munculnya aktivitas yang tidak bernilai tambah.

II. KAJIAN TEORI

Dalam menyusun perancangan sistem produksi yang efisien dan terintegrasi, pemahaman terhadap konsep-konsep dasar yang relevan menjadi hal yang esensial.

A. Toyota Production System

Toyota Production System (TPS) merupakan sistem manufaktur modern yang dikembangkan oleh *Toyota Motor Corporation* pada Tahun 1950, sistem ini juga dikenal sebagai *Lean Manufacturing* atau *Just In Time* [8]. *Toyota Production System* (TPS) merupakan dasar dari gerakan "*Lean Production*", yang bertujuan untuk menambah *value* yang diberikan kepada konsumen, dengan memanfaatkan seluruh sumber daya yang dimiliki, mengurangi pemborosan, dan menerapkan perbaikan yang berkelanjutan.

B. Lean Manufacturing

Lean Manufacturing dikembangkan oleh *Toyota Production System* setelah perang dunia kedua, dan *Lean Thinking* yang dipopularkan di Amerika melalui buku yang berjudul "*The Machine That Changed the World*" oleh James P. Womack, Daniel Roos dan Daniel Jones pada Tahun 1990 [2]. *Lean Manufacturing* merupakan sistem yang mengidentifikasi dan penerapan aktivitas manufaktur yang terbaik untuk mengurangi *waste* atau pemborosan untuk meningkatkan nilai tambah terhadap konsumen [2]. *Lean Manufacturing* adalah metode peningkatan produktivitas dan pengurangan biaya dengan meminimalkan pemborosan dalam proses produksi [5]. Prinsip *Lean Manufacturing* dapat meningkatkan efisiensi rantai produksi, mengurangi waktu proses produksi, dan value perusahaan [10].

C. Lean Manufacturing Tools

Lean Manufacturing Tools adalah alat dan teknik yang digunakan dalam pendekatan *Lean Manufacturing* untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi *waste*, dan meningkatkan nilai tambah dalam proses produksi. Alat-alat ini membantu perusahaan dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan mengeliminasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah.

D. Process Activity Mapping (PAM)

Process Activity Mapping (PAM) adalah alat untuk memvisualisasikan dan menganalisis alur atau tahapan kerja dalam menghasilkan suatu produk atau layanan. Proses penjabaran aktivitas dalam PAM bisa dilakukan menggunakan diagram alir, atau tabel yang berurutan untuk mengidentifikasi kegiatan yang tidak bernilai tambah dan diperbaiki untuk meningkatkan efisiensi [4]. *Process Activity Mapping (PAM)* dibuat untuk memetakan seluruh proses produksi dan menganalisis aktivitas yang teridentifikasi sebagai pemborosan, PAM dibuat berdasarkan proses dan waktu yang dilalui sebuah produk, dimulai dari *raw material* hingga produk disimpan di *warehouse* [7]

E. Waste

Waste atau Pemborosan, dalam *Toyota Production System* berarti "Muda" yang merepresentasikan aktivitas yang tidak bernilai tambah [8]. Aktivitas yang tidak bernilai tambah mencakup seluruh aktivitas seperti jam kerja, listrik, jam kerja mesin yang tidak memberikan nilai tambah, meningkatkan kualitas, atau menambah fungsi dari sebuah produk [2]. Taichii Ohno, sebagai eksekutif Jepang yang mengembangkan sistem *Just In Time*, mengidentifikasi *Waste* menjadi tujuh kategori *waste* yaitu:

1. Waste Overproduction

Waste Overproduction ditandai dengan banyaknya produk yang tersimpan di dalam *warehouse*, yang disebabkan oleh produksi yang melebihi kebutuhan pelanggan. Hal ini menyebabkan tingginya biaya penyimpanan dan inventaris yang berlebih.

2. Waste Motion

Waste Motion merupakan pemborosan yang dihasilkan dari banyaknya operator atau peralatan yang tidak diperlukan. Gerakan berjalan yang berlebihan, gerakan operator yang berlebihan dalam proses memproduksi suatu produk merupakan aktivitas yang teridentifikasi sebagai *Waste Motion*.

3. Waste Transportasi

Waste Transportasi mencakup perpindahan material atau produk yang tidak perlu dan tidak memberikan nilai tambah kepada sebuah produk. *Waste* ini ditandai dengan jarak antar proses yang panjang dan membuat waktu siklus menjadi panjang.

4. Waste Overprocessing

Waste Overprocessing merupakan pemborosan yang terjadi ketika produk diproses atau diproduksi melebihi kebutuhan yang seharusnya. Pemborosan ini berupa penambahan fungsi yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan, atau aktivitas produksi yang tidak memberikan nilai tambah.

5. Waste Waiting

Waste Waiting merupakan pemborosan yang terjadi ketika terdapat waktu yang terhitung lama antar tiap proses produksi. Pemborosan ini dapat terjadi ketika operator atau mesin menunggu bahan baku, informasi, atau *output* dari proses sebelumnya yang belum selesai.

6. Waste Deffect

Waste Deffect terjadi ketika sebuah produk atau layanan tidak sesuai dengan standar atau spesifikasi yang telah ditentukan. Pemborosan ini mengakibatkan proses atau pengerjaan ulang, perbaikan, pembuangan produk dan kerugian biaya pada material dan operasional serta hilangnya kepercayaan konsumen.

7. Waste Inventory

Waste Inventory merupakan pemborosan inventaris berlebih yang mencakup penumpukan bahan baku, barang setengah jadi, atau produk jadi yang tidak dibutuhkan yang dapat menimbulkan biaya penyimpanan, dan kesulitan untuk menemukan masalah dalam aliran proses produksi.

F. BLOCPLAN (*Block Layout Planning*)

BLOCPLAN (Block Layout Planning) digunakan sebagai metode, yang dapat mengurangi jarak perpindahan, sekaligus mengurangi waktu pergerakan, dan dapat mengurangi aktivitas pemborosan [16]. *BLOCPLAN* merupakan program yang dikembangkan oleh Donaghey dan Pire pada Tahun 1991, yang bertujuan untuk memperbaiki tata letak yang sudah ada maupun merencanakan fasilitas yang akan dibuat [1]. Perancangan tata letak dengan metode *BLOCPLAN*, didasari oleh jarak dan kedekatan antar proses maupun divisi yang terlibat yang membutuhkan data kualitatif maupun kuantitatif, yang diawali dengan pembuatan tabel *From To Chart* [1]. *BLOCPLAN* merupakan metode yang mengembangkan tata letak fasilitas dengan keluaran berupa algoritma heuristik dengan masukan berupa data rute produk dan diagram hubungan antar fasilitas untuk perancangan tata letak fasilitas yang lebih baik [3].

G. Line Balancing

Line balancing merupakan proses pengalokasian aktivitas kerja ke dalam stasiun-stasiun kerja pada lintasan produksi (*production line*) sedemikian rupa sehingga beban kerja pada setiap stasiun seimbang dan waktu menganggur diminimalkan. Tujuan utama dari *line balancing* adalah untuk menyusun alur produksi yang efisien, setiap unit produk dapat diselesaikan dalam waktu siklus tertentu tanpa terjadi penumpukan pekerjaan di satu stasiun maupun kekosongan pekerjaan di stasiun lain [17]

H. Ranked Positional Weight (RPW)

Metode Ranked Positional Weight (RPW) merupakan salah satu pendekatan heuristik dalam line balancing yang digunakan untuk menentukan urutan pengalokasian aktivitas ke dalam stasiun kerja. Dalam metode ini, setiap aktivitas diberi nilai bobot berdasarkan waktu pengerjaan aktivitas tersebut ditambah dengan total waktu seluruh aktivitas yang mengikutinya dalam diagram precedence. Nilai tersebut disebut sebagai positional weight. Aktivitas dengan RPW tertinggi akan dialokasikan terlebih dahulu, selama waktu total dalam satu stasiun kerja tidak melebihi batasan waktu siklus. Dengan kata lain, RPW bertujuan memprioritaskan aktivitas-aktivitas yang memiliki kontribusi waktu dan pengaruh terhadap kelancaran proses produksi yang lebih besar [17].

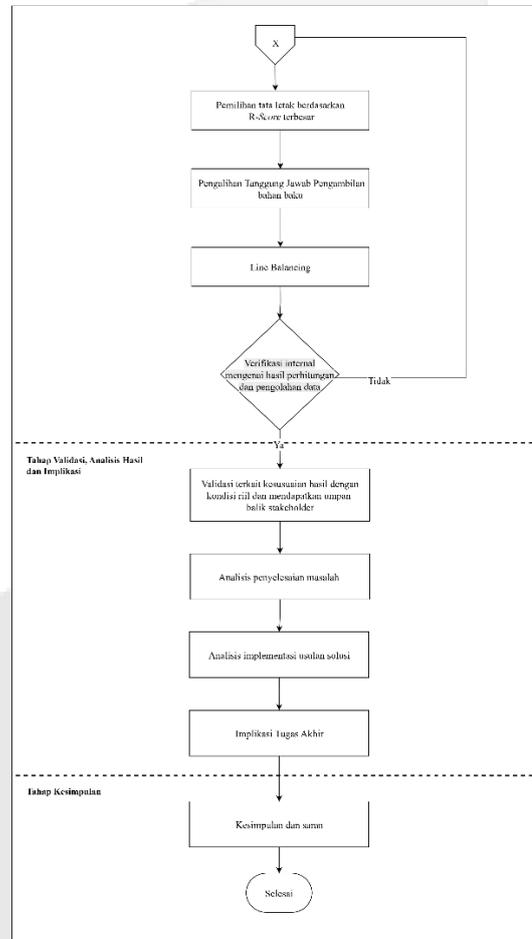
III. METODE

Dalam mengatasi masalah Waste Transportasi dalam produksi sepatu PDL di CV Ciarmy, digunakan tiga pendekatan utama secara sistematis dan terstruktur. Pertama, *Process Activity Mapping* (PAM) digunakan untuk memetakan aktivitas produksi dengan mengkategorikan aktivitas menjadi *Value Added*, *Necessary Non-Value Added*, dan *Non-Value Added*, lalu menganalisis aktivitas yang perlu diperbaiki guna mengurangi waste. Kedua, pendekatan *Lean Manufacturing* diterapkan untuk mengidentifikasi jenis-jenis waste dan meningkatkan efisiensi proses. Ketiga, metode *BLOCPAN* (*Block Layout Planning*) digunakan untuk merancang ulang tata letak fasilitas berdasarkan kedekatan antar stasiun kerja dan aliran material, melalui analisis *From-To Chart* dan perhitungan pendukung.

Sistematika Penyelesaian Masalah merupakan proses yang sistematis dan terstruktur untuk mencapai tujuan dalam penyusunan Tugas Akhir. Proses ini digambarkan dalam bentuk alur yang mencakup empat tahap utama, yaitu: Pengumpulan Data, Perancangan, Verifikasi, dan Validasi Hasil Rancangan, seperti yang ditampilkan pada Gambar III-1 dan Gambar III-2.



Gambar III-1. Alur Sistematika Penyelesaian Masalah



Gambar III-2. Alur Sistematika Penyelesaian Masalah (Lanjutan)

Tahap pendahuluan merupakan langkah awal yang krusial untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam mengidentifikasi dan memecahkan permasalahan produksi di CV Ciarmy. Data yang digunakan berasal dari data historis

perusahaan, yang diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan melalui observasi langsung di lantai produksi dan wawancara dengan pihak perusahaan, mencakup data penjualan, data produksi, dan waktu proses produksi yang dihitung menggunakan *stopwatch* dan dokumentasi visual. Sementara itu, data sekunder meliputi informasi produksi harian, data penjualan, serta data mengenai pekerja yang digunakan sebagai bahan analisis dalam *Process Activity Mapping* (PAM).

Tahap berikutnya adalah tahap perancangan, yang bertujuan untuk menyusun usulan perbaikan tata letak terintegrasi guna meminimalkan *waste* dalam bentuk waktu transportasi, waktu menunggu, dan aktivitas *backtracking*. Rancangan ini mencakup dua aspek utama, yaitu perancangan ulang tata letak fasilitas dan pengalihan tanggung jawab pengambilan bahan baku dari operator ke tim logistik, sehingga operator dapat lebih fokus pada tugas inti produksi. Selanjutnya, metode BLOCPLAN digunakan untuk mengembangkan alternatif tata letak yang optimal dengan memperhatikan kedekatan antar stasiun kerja guna memperlancar alur produksi.

Selain itu, dilakukan juga analisis terhadap sistem *batch production* pada aktivitas-aktivitas yang bersifat repetitif dan tidak bernilai tambah, seperti pemindahan upper secara bertahap dan waktu tunggu pengeringan lem, yang jika dilakukan satuan akan menghabiskan waktu lebih lama..

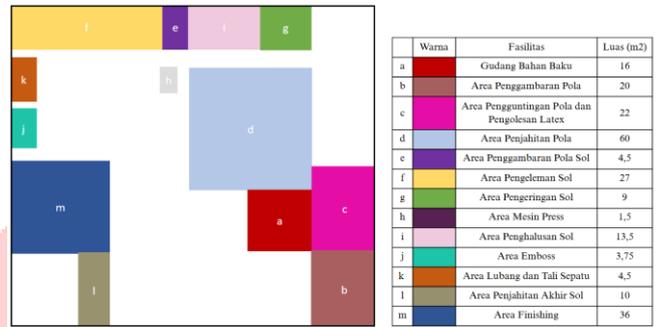
Tahap terakhir adalah validasi hasil rancangan, yaitu proses pengumpulan umpan balik dari *stakeholder* atau pihak terkait untuk menilai kelayakan dan efektivitas dari rancangan yang telah disusun.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Permasalahan utama yang diidentifikasi adalah tingginya tingkat pemborosan akibat aktivitas perpindahan material yang tidak efisien (*waste transportasi*) dan waktu tunggu yang berkepanjangan (*waste delay*). Untuk itu, dilakukan pengumpulan data secara langsung melalui observasi di area produksi, wawancara dengan operator, serta pengambilan data sekunder terkait dimensi fasilitas dan data historis produksi. Data awal yang diperoleh mencakup tata letak fasilitas eksisting, luas masing-masing stasiun kerja, serta hubungan kedekatan antar fasilitas berdasarkan intensitas interaksi dalam proses produksi.

Tabel IV-1. Data *Initial Layout Facilities* CV Ciarmy

No	Initial	Facility
1	a	Gudang Bahan Baku
2	b	Area Penggambaran Pola
3	c	Area Pengguntingan Pola dan Pengolesan Latex
4	d	Area Penjahitan Pola
5	e	Area Penggambaran Pola Sol
6	f	Area Pengeleman Sol
7	g	Area Pengeringan Sol
8	h	Mesin Press
9	i	Area Penghalusan Sol
10	j	Area Emboss
11	k	Area Lubang dan Tali Sepatu
12	l	Area Penjahitan Akhir Sol
13	m	Area Finishing



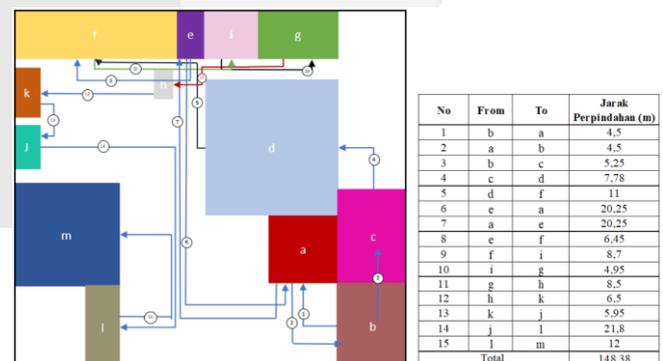
Gambar IV-1. *Initial Layout* Area Produksi CV Ciarmy

Area produksi sepatu di CV Ciarmy terletak pada satu lantai dengan total luas area sebesar 227,75 m² dari total luas lahan 440 m². Tata letak area produksi saat ini menggunakan pendekatan *process layout*, di mana fasilitas atau stasiun kerja dikelompokkan berdasarkan fungsi atau jenis proses yang dilakukan. Pendekatan ini mencerminkan pengorganisasian berdasarkan tahapan kerja yang berbeda dalam proses pembuatan sepatu.

Untuk mendukung perancangan ulang tata letak yang lebih efisien, dilakukan pengukuran terhadap luas masing-masing fasilitas produksi sebagaimana tercantum dalam Tabel IV-2. Data hasil pengukuran tersebut kemudian diolah menggunakan perangkat lunak BPLAN-90. Perangkat lunak ini digunakan untuk melakukan analisis dan simulasi berbagai alternatif tata letak melalui proses iterasi. Hasil akhir dari proses ini akan menjadi dasar dalam merancang ulang tata letak fasilitas area produksi secara lebih optimal, guna memperbaiki aliran kerja dan meningkatkan efisiensi produksi di CV Ciarmy.

Tabel IV-2. Hasil Pengukuran Dimensi

No	Nama Fasilitas	Kode	Ukuran Fasilitas		Luas (m2)
			Panjang	Lebar	
1	Gudang Bahan Baku	a	4	4	16
2	Area Penggambaran Pola	b	4	5	20
3	Area Pengguntingan Pola dan Pengolesan Latex	c	4	5,5	22
4	Area Penjahitan Pola	d	7,5	8	60
5	Area Penggambaran Pola Sol	e	1,5	3	4,5
6	Area Pengeleman Sol	f	9	3	27
7	Area Pengeringan Sol	g	3	3	9
8	Mesin Press	h	1	1,5	1,5
9	Area Penghalusan Sol	i	4,5	3	13,5
10	Area Emboss	j	1,5	2,5	3,75
11	Area Lubang dan Tali Sepatu	k	1,5	3	4,5
12	Area Penjahitan Akhir Sol	l	2	5	10
13	Area Finishing	m	6	6	36
Total					227,75

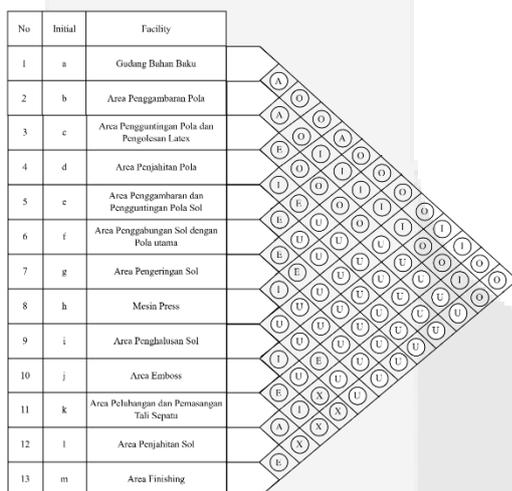


Gambar IV-2. Aliran Produksi Aktual

Selanjutnya, dilakukan penyusunan *Activity Relationship Chart* (ARC) sebagai dasar perancangan tata letak baru menggunakan metode BLOCPPLAN. Metode ini digunakan untuk menghasilkan alternatif *layout* yang dapat meminimalkan total jarak perpindahan antar stasiun kerja. Proses perancangan mempertimbangkan fasilitas yang dapat direlokasi dan yang bersifat tetap (*fix position facility*), serta mempertimbangkan hubungan fungsional yang penting antar fasilitas produksi. Hasil perhitungan menghasilkan rancangan tata letak usulan yang lebih ringkas dan terintegrasi dibandingkan *layout* awal. Selain tata letak, rancangan juga mencakup pengalihan tanggung jawab aktivitas pengambilan bahan baku dari operator produksi ke operator gudang untuk mengurangi *backtracking* dan gangguan dalam alur kerja utama. Penilaian hubungan antar fasilitas yang telah diklasifikasikan berdasarkan alasan kedekatan, selanjutnya ditransformasikan ke dalam simbol huruf yang merepresentasikan intensitas keterkaitan. Setiap simbol menunjukkan tingkat kepentingan suatu fasilitas untuk ditempatkan berdekatan dengan fasilitas lainnya dalam proses produksi. Klasifikasi kode relasi dan arti hubungan kedekatan dalam ARC dapat dilihat pada Tabel IV-3.

Tabel IV-3. Klasifikasi Kode Relasi dan Arti Hubungan Kedekatan dalam ARC

Kode	Deskripsi	Arti
A	<i>Absolutely Necessary</i>	Mutlak Perlu, berdekatan
E	<i>Especially Important</i>	Sangat Penting, berdekatan
I	<i>Important</i>	Penting, berdampingan
O	<i>Ordinary Closeness</i>	Biasa, kedekatannya di mana saja tidak masalah
U	<i>Unnecessary</i>	Tidak perlu adanya keterkaitan geografis apa pun
X	<i>Undesirable</i>	Tidak diinginkan kegiatan bersangkutan berdekatan.



Gambar IV-3. *Activity Relationship Chart* Area Produksi CV Ciarmy

Pada Gambar IV-3, terlihat bahwa dari hasil perancangan ARC didapatkan bahwa terdapat 13 fasilitas seluruhnya dinyatakan dapat dipindahkan. Data tersebut akan diolah dengan menggunakan algoritma pada perangkat lunak BLOCPPLAN. Dengan memasukkan data seperti jumlah fasilitas, luas masing-masing departemen, dan hubungan antar fasilitas ke dalam BLOCPPLAN, program menghasilkan skor prioritas penempatan berdasarkan seberapa penting fasilitas tersebut ditempatkan berdekatan. Gudang bahan

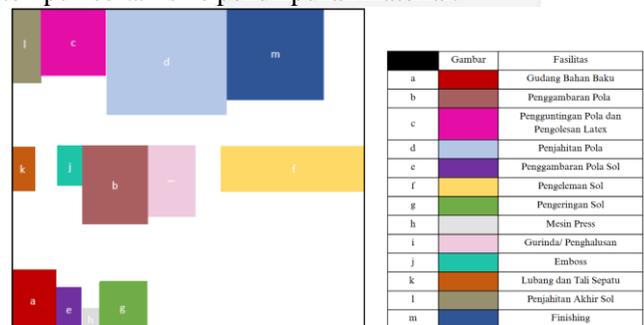
baku mendapat skor tertinggi (35), sedangkan *finishing* memiliki skor terendah (-22), menunjukkan tingkat kepentingan relatif dalam aliran kerja.

Program BLOCPPLAN menghasilkan 20 alternatif *layout*. Evaluasi dilakukan berdasarkan tiga parameter utama: *Adjusted Score*, *Rel-Dist Score*, dan *Production Movement*.

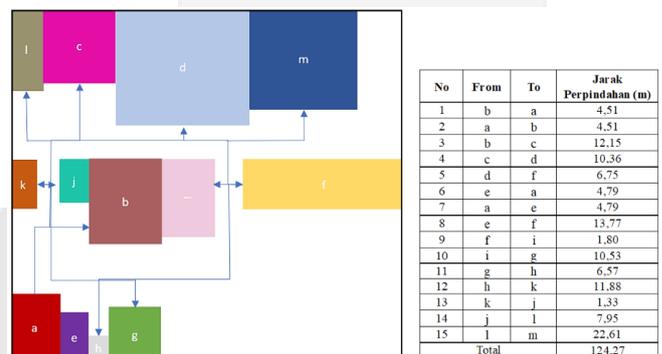
LAYOUT	ADJ. SCORE	REL-DIST SCORES	PROD MOVEMENT
1	0.72 - 1	0.73 - 3	326 - 4
2	0.65 -14	0.63 -18	518 -17
3	0.69 - 5	0.70 - 6	439 -12
4	0.69 - 5	0.68 -12	422 -11
5	0.66 -13	0.69 -10	421 -10
6	0.55 -20	0.68 -11	468 - 9
7	0.65 -14	0.74 - 2	368 - 2
8	0.65 -14	0.65 -15	493 -14
9	0.68 -11	0.62 -19	616 -19
10	0.69 - 5	0.66 -14	517 -16
11	0.68 -11	0.55 -20	681 -20
12	0.70 - 2	0.72 - 5	371 - 8
13	0.70 - 2	0.70 - 8	368 - 7
14	0.70 - 2	0.70 - 7	356 - 6
15	0.64 -17	0.64 -17	456 -13
16	0.69 - 5	0.75 - 1	265 - 1
17	0.69 - 5	0.64 -16	502 -15
18	0.63 -18	0.69 - 9	351 - 5
19	0.68 -10	0.67 -13	533 -18
20	0.62 -19	0.72 - 4	325 - 3

Gambar IV-3. *R-Score* Perhitungan Tiap *Layout*

Dari hasil tersebut, *Layout* 1 terpilih sebagai tata letak terbaik dengan skor *Adjusted Score* 0,72 dan *Rel-Dist Score* 0,73. Tata letak ini meminimalkan jarak perpindahan material dari 148,38 meter menjadi 124,27 meter, mengurangi waktu tempuh serta risiko penumpukan material.



Gambar IV-4. Denah Usulan



Gambar IV-5. Aliran Produksi Usulan

Pada Gambar IV-4 dan Gambar IV-5 dapat terlihat bahwa adanya fenomena *backtracking*, di mana terjadi perpindahan dari stasiun kerja B ke stasiun kerja A, lalu kembali lagi ke stasiun kerja B. Situasi serupa juga terjadi pada operator di stasiun kerja E yang harus mengambil bahan baku ke gudang A dan kemudian kembali ke stasiun kerja E untuk melanjutkan proses produksi. Aktivitas semacam ini tidak hanya meningkatkan waktu transportasi, tetapi juga menimbulkan *delay* tambahan saat operator harus menunggu admin gudang mencari dan mengambil bahan baku yang diperlukan.

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, dilakukan perbaikan dengan mengalihkan tanggung jawab pengambilan bahan baku dari operator produksi ke operator gudang. Dalam rancangan baru, operator Gudang Bahan Baku Utama (GBBU) memiliki peran aktif untuk mengantarkan bahan baku secara langsung ke masing-masing stasiun kerja sesuai kebutuhan produksi. Perubahan tanggung jawab ini bertujuan untuk menghilangkan aktivitas yang tidak bernilai tambah, mengurangi waktu tunggu, dan meningkatkan efisiensi aliran proses produksi secara keseluruhan.

Tabel IV-4. Aktivitas Pengambilan Bahan Baku Aktual

Kode	Aktivitas	Mesin/Alat	Waktu (Detik)
A1	Stasiun kerja pola datang ke gudang untuk meminta bahan baku	Manual	16,02
A2	Menunggu admin gudang untuk mengeluarkan bahan baku	Manual	176,82
E1	Meminta gulungan texon ke gudang	Manual	150,06
E2	Membawa material ke stasiun kerja texon	Manual	93,533

Tabel IV-5. Hasil Pengalihan Tanggung Jawab Aktivitas

Kode	Aktivitas	Mesin/Alat	Waktu (Detik)
A1	Operator GBBU memberikan material ke stasiun kerja pola utama	Manual	16,02
A2	Operator GBBU memberikan material ke stasiun kerja penggambaran pola sol	Manual	20,25

Hasil pengukuran pada Tabel IV-5 menunjukkan bahwa total waktu produksi mengalami penurunan dari 19143,86 detik menjadi 18740,55 detik. Perubahan ini memberikan efisiensi 1,23% untuk seluruh rancangan terintegrasi tata letak yang telah dilakukan sebelumnya.

Setelah diperoleh susunan tata letak melalui BLOCPLAN, dilakukan perancangan line balancing untuk membagi aktivitas produksi ke dalam beberapa stasiun kerja. *Line balancing* dilakukan dengan metode *Ranked Positional Weight* (RPW). Perhitungan RPW memberikan batasan cycle time sebesar 48 menit per stasiun kerja, dengan waktu kerja 8 jam dan target produksi perhari adalah 10 unit atau 5 pasang. Setelah dilakukan perhitungan cycle time, diperlukan precedence diagram untuk menghitung weighted stasiun kerja dalam satuan menit. Selanjutnya dilakukan pembagian workstation, dengan usulan berbasis Line Balancing menggunakan metode RPW (Ranked Positional Weight) dengan memaksimalkan waktu operasi adalah 48 menit sesuai dengan perhitungan cycle time tiap stasiun kerja.

berdasarkan urutan dan ketergantungan aktivitas sebelumnya. Berdasarkan daftar tersebut, dipilih satu atau beberapa tugas atau yang dalam hal ini adalah stasiun kerja yang waktu totalnya tidak melebihi waktu siklus 48 menit.

Berdasarkan perhitungan, aktivitas produksi dibagi menjadi empat stasiun kerja (WS) dengan mengacu pada metode Ranked Positional Weight (RPW) dan batasan waktu siklus 48 menit. Tiga stasiun kerja pertama berhasil disusun dengan alokasi waktu 37,70menit (WS1), 37,52 menit (WS2), dan 27,25 menit (WS3), masing-masing masih berada dalam batas maksimum waktu siklus. Namun, aktivitas F memiliki durasi yang sangat tinggi, yaitu 188,99 menit, sehingga tidak dapat ditempatkan dalam satu stasiun kerja tunggal tanpa

melanggar batas waktu siklus. Oleh karena itu, aktivitas F dialokasikan pada satu stasiun kerja khusus (WS4) yang dikerjakan oleh empat operator secara paralel.

Hasil line balancing membagi ke dalam 4 stasiun kerja dengan total 7 operator. Pembagian ini memberikan keseimbangan beban kerja per stasiun dan menyesuaikan dengan layout yang sudah dirancang, sehingga mendukung kelancaran aliran proses dan meminimalkan perpindahan yang tidak efisien. Dari yang awalnya terdiri dari 13 aktivitas (a sampai m) yang ditempatkan dalam 13 stasiun kerja apabila setiap aktivitas dilakukan masing-masing, pendekatan line balancing memungkinkan pengurangan WS menjadi hanya 4 stasiun kerja. Hal ini dicapai melalui penggabungan aktivitas dalam satu stasiun kerja dan dengan strategi khusus untuk aktivitas berdurasi panjang seperti f yang dikerjakan oleh empat operator secara paralel. Hasil ini membuktikan bahwa metode line balancing tidak hanya efektif dalam mengoptimalkan beban kerja, tetapi juga mampu mereduksi jumlah stasiun kerja secara signifikan sehingga berdampak kepada jarak dan waktu transportasi. Sebelum dilakukan perancangan line balancing aktivitas produksi dibagi menjadi 13 stasiun kerja, karena setiap aktivitas (a–m) ditempatkan secara terpisah

Implikasi dari Tugas Akhir ini menunjukkan bahwa pendekatan Lean Manufacturing yang diterapkan melalui integrasi perancangan tata letak fasilitas dan line balancing berhasil meningkatkan efisiensi produksi CV Ciarmy sebesar 64,32%. Tata letak hasil rancangan dengan metode BLOCPLAN berhasil mengurangi jarak perpindahan material sebesar 16,25% dan memberikan kontribusi efisiensi waktu produksi sebesar 0,88%. Pengalihan tugas pengambilan bahan baku dari operator produksi ke operator gudang turut memberikan efisiensi tambahan sebesar 0,35%. Selain itu, penerapan line balancing dengan waktu siklus 48 menit mampu merampingkan jumlah stasiun kerja dari 13 menjadi 4, meningkatkan efisiensi kerja hingga 86,85%, serta menurunkan balancing delay dari 53,24% menjadi 13,15%. Perancangan ini menciptakan alur kerja yang lebih teratur, lingkungan kerja yang tertata, dan pembagian tugas yang lebih efektif, sehingga berpotensi meningkatkan kepuasan pelanggan serta memperkuat daya saing perusahaan di industri sepatu lokal.

Meski begitu, implementasi usulan tersebut tidak lepas dari risiko. Perubahan sistem kerja dapat menimbulkan kebingungan bagi operator, memerlukan pelatihan ulang, waktu relokasi, dan komunikasi lintas bagian yang intensif. Untuk meminimalkan risiko tersebut, perusahaan disarankan menyusun rencana implementasi bertahap, mengadakan pelatihan menyeluruh, menyusun SOP baru yang terdokumentasi dengan baik, serta melakukan evaluasi berkala untuk memastikan kelancaran dan keberhasilan transisi sistem. Pendekatan ini juga menjadi fondasi strategis bagi penerapan *continuous improvement* ke depannya.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perancangan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa perancangan terintegrasi tata letak fasilitas produksi yang disertai dengan pengalihan tanggung jawab pengambilan bahan baku dan penerapan line balancing memberikan dampak positif terhadap efisiensi proses produksi di CV Ciarmy. Perubahan ini berhasil mengurangi jarak perpindahan aktual dari 148,38 meter menjadi 40,35 meter, serta menurunkan waktu perpindahan aktivitas dari 524,68 detik menjadi 179,67 detik. Pengurangan

ini menunjukkan keberhasilan dalam meminimalkan waste transportasi serta menciptakan alur kerja yang lebih ergonomis dan efisien bagi operator produksi.

Selain itu, penerapan line balancing berbasis waktu siklus 48 menit mampu merampingkan jumlah stasiun kerja dari 13 menjadi 4, dengan total 7 operator. Line balancing ini meningkatkan efisiensi kerja menjadi 86,85% dan menurunkan balancing delay dari 53,24% menjadi 13,15%. Pengalihan tanggung jawab pengambilan bahan baku dari operator produksi ke operator gudang juga membantu mempercepat alur proses dan mengurangi waktu tunggu yang dikategorikan sebagai waste delay. Secara keseluruhan, rancangan ini memberikan efisiensi waktu produksi sebesar 64,32%, serta menciptakan alur kerja yang teratur, pembagian tugas yang efektif, dan mendukung penerapan prinsip lean manufacturing secara berkelanjutan di CV Ciarmy.

REFERENSI

- [1] S. Bandyopadhyay, *Production and Operations Analysis*. CRC Press, 2019.
- [2] K. Das, *Lean Manufacturing and Service: Fundamentals, Applications, and Case Studies*, 1st ed. CRC Press, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1201/9781003121688>
- [3] S. S. Heragu, *Facilities Design*, 5th ed. CRC Press, 2022.
- [4] Y. U. Kasanah and P. P. Suryadhini, "Identifikasi Pemborosan Aktivitas di Lantai Produksi PSR Menggunakan Process Activity Mapping dan Waste Assessment Model," *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, vol. 7, no. 2, pp. 95–102, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.30656/intech.v7i2.3880>
- [5] Y. U. Kasanah, P. P. Suryadhini, and M. Astuti, "Penerapan Lean Manufacturing Untuk Meminimasi Waste Delay Pada Workstation Curing di PT Bridgestone Tire Indonesia," *JATI UNIK*, vol. 2, no. 1, pp. 14–23, 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.30737/jatiunik.v2i1.273>
- [6] T. Ohno, *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*, 1st ed. Taylor & Francis, 1988. [Online]. Available: <https://doi.org/10.4324/9780429273018>
- [7] N. Ornat and R. Moorefield, "Library Cartography: Mapping Workflow Processes in an Academic Library," *Journal of Library Administration*, vol. 59, no. 2, pp. 175–192, 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/01930826.2018.1562805>
- [8] B. S. K. Paladugu and D. Grau, "Toyota Production System - Monitoring Construction Work Progress With Lean Principles," in *Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials*, vol. 6, Elsevier Ltd., 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.11512-7>
- [9] W. Ramadan and T. Syarif, "Identifikasi pengaruh sentra industri kreatif sepatu Cibaduyut terhadap sosial dan ekonomi masyarakat lokal," *Jurnal Wilayah dan Kota*, vol. 8, pp. 45–54, 2020.
- [10] A. K. Sharma, C. Pinca-Bretotean, and S. Sharma, "Artificial intelligence in lean manufacturing paradigm: A review," *E3S Web of Conferences*, vol. 391, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339101163>
- [11] J. P. Womack, D. T. Jones, and D. Roos, *The Machine That Changed the World*. Simon and Schuster LLC, 2008.
- [12] K. Yaniza, A. Tantri, and R. Prabowo, "Desain Optimal Tata Letak Fasilitas Dengan Menggunakan Metode CORELAP dan Algoritma CRAFT," *Jurnal XYZ*, vol. 21, no. 2, pp. 208–216, 2023.
- [13] J. Heizer, B. Render, and C. Munson, *Operations Management*, 12th ed., Pearson Education, 2020, pp. 684–685.
- [14] Jamalludin, A. Fauzi, and H. Ramadhan, "Metode Activity Relationship Chart (Arc) Untuk Analisis Perencanaan Tata Letak Fasilitas Pada Bengkel Nusantara Depok," *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, vol. 1, no. 2, pp. 20–22, 2020.
- [15] S. S. Sharma and R. Khatri, "Introduction to Lean Waste and Lean Tools," in *Lean Tools and Techniques*, pp. 29–47, 2021.
- [16] U. Tarigan, U. P. P. Tarigan, and A. R. Rifangi, "Application of lean manufacturing method and BLOCPLAN algorithm for productivity improvement of a laundry soap bar production," *MATEC Web of Conferences*, vol. 197, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1051/mateccconf/201819714004>
- [17] Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management* (13th ed.). Pearson.