
Academia Open



By Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Table Of Contents

Journal Cover	1
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact	5
Cite this article.....	5
Title page	6
Article Title	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	7

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licences/by/4.0/legalcode>

Academia Open

Vol. 11 No. 2 (2026): December
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.13992

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

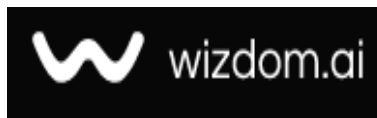
How to submit to this journal ([link](#))

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)



Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

Balancing Fire Door Production Line Using Ranked Positional Weight and Region Method: Menyeimbangkan Lini Produksi Pintu Tahan Api Menggunakan Metode Bobot Posisional Berurutan dan Wilayah

Abelia Dhuwi Juwita, 22032010140@student.upnjatim.ac.id (*)

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

Enny Aryanny, enny.ti@upnjatim.ac.id

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

(*) Corresponding author

Abstract

General Background: Manufacturing productivity requires well-distributed workloads, minimized idle time, and efficient workstation allocation. **Specific Background:** PT XYZ, a Surabaya manufacturing company producing single fire doors, experienced workload imbalance, work-in-process accumulation, and bottlenecks at the welding workstation. **Knowledge Gap:** Previous line balancing studies had discussed RPW and Region Approach methods, but limited integration was found between these methods, root-cause analysis through fishbone diagrams, ergonomic considerations, and the technical sequence of single fire door operations. **Aims:** This study aimed to determine the optimal balancing arrangement for the single fire door production process to improve operational efficiency at PT XYZ. **Results:** Using a quantitative case-study approach, cycle time, normal time, and standard time were analyzed for 12 work elements observed directly with a stopwatch. The actual condition with four workstations showed 61.90% efficiency, 38.10% Balance Delay, and a Smoothing Index of 148.63 minutes. After optimization using Ranked Positional Weight and Region Approach methods, both methods produced five proposed workstations, increasing efficiency to 97.32%, reducing Balance Delay to 2.68%, lowering the Smoothing Index to 6.26, and reducing idle time from 252.13 to 11.27 minutes. **Novelty:** This study combines RPW, Region Approach, precedence-based work allocation, fishbone analysis, and ergonomic considerations for single fire door manufacturing. **Implications:** PT XYZ should standardize work instructions based on the new precedence diagram and apply periodic job rotation for physically demanding stations.

Highlights:

- Operational efficiency increased from 61.90% to 97.32%.
- Delay fell sharply from 38.10% to 2.68%.
- Idle duration decreased by 240.86 minutes.

Keywords: Bottleneck, Ranked Positional Weight, Region Approach., Line Balancing.

Published date: 2026-07-17

Pendahuluan

PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur di Surabaya yang memproduksi *single fire door*, di mana efisiensi lintasan produksi menjadi kunci utama dalam memenuhi target permintaan yang fluktuatif. Berdasarkan pengamatan pada lini produksi, ditemukan masalah berupa penumpukan barang (*bottleneck*) dan pembagian beban kerja yang tidak merata antar stasiun kerja, yang menyebabkan waktu menganggur (*idle time*) tinggi dan target produksi harian sering tidak tercapai. Oleh karena itu, diperlukan analisis keseimbangan lintasan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya manusia dan mesin guna meningkatkan produktivitas perusahaan.

Proses produksi itu sendiri didefinisikan sebagai aktivitas mengombinasikan berbagai faktor produksi seperti bahan baku, tenaga kerja, dan mesin untuk menciptakan nilai tambah bagi produk [1]. Keberhasilan operasional di lini produksi sangat bergantung pada kualitas sumber daya manusia dan efisiensi fasilitas produksi yang tersedia guna memaksimalkan produktivitas [2]. Untuk menghadapi persaingan, perusahaan memerlukan strategi terintegrasi melalui pendekatan *enterprise* manufaktur yang merencanakan seluruh sumber daya secara menyeluruh demi meningkatkan fleksibilitas manufaktur [3]. Dalam sistem tersebut, metode *Region Approach* (RA) dapat digunakan untuk melakukan analisis keseimbangan lintasan dengan cara mengelompokkan elemen kerja ke dalam wilayah-wilayah tertentu [4]. Perancangan stasiun kerja yang ergonomis juga menjadi faktor krusial untuk menunjang kenyamanan dan kinerja operator di lapangan [5].

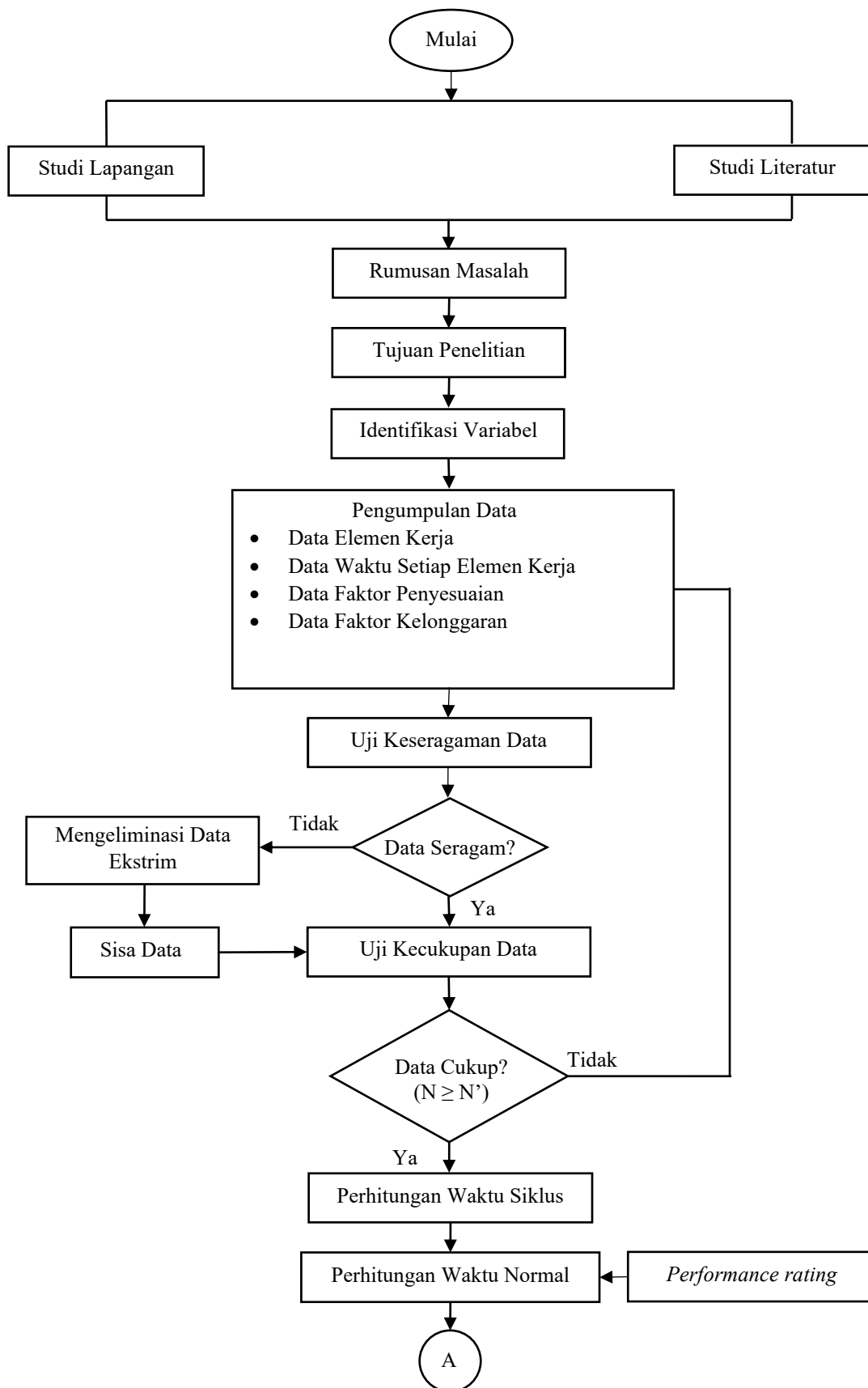
Optimasi produksi bertujuan untuk meningkatkan efisiensi melalui pengurangan waktu menganggur (*idle time*) dan penggunaan sumber daya yang optimal guna menekan biaya operasional [6]. Salah satu instrumen utama dalam mencapai target ini adalah perencanaan dan pengendalian produksi yang tepat agar target *output* tercapai [7]. Ketidakseimbangan pada lintasan produksi sering kali memicu munculnya *bottleneck*, yaitu kondisi di mana kapasitas stasiun kerja lebih rendah dari kebutuhan produksi sehingga menghambat aliran kerja [8]. Untuk mengatasi hal tersebut, metode heuristik dapat digunakan untuk mencari solusi terbaik dalam penataan lintasan yang kompleks [9]. Analisis penyebab hambatan ini juga dapat didukung dengan penggunaan diagram *fishbone* untuk mengidentifikasi akar permasalahan di rantai produksi [10].

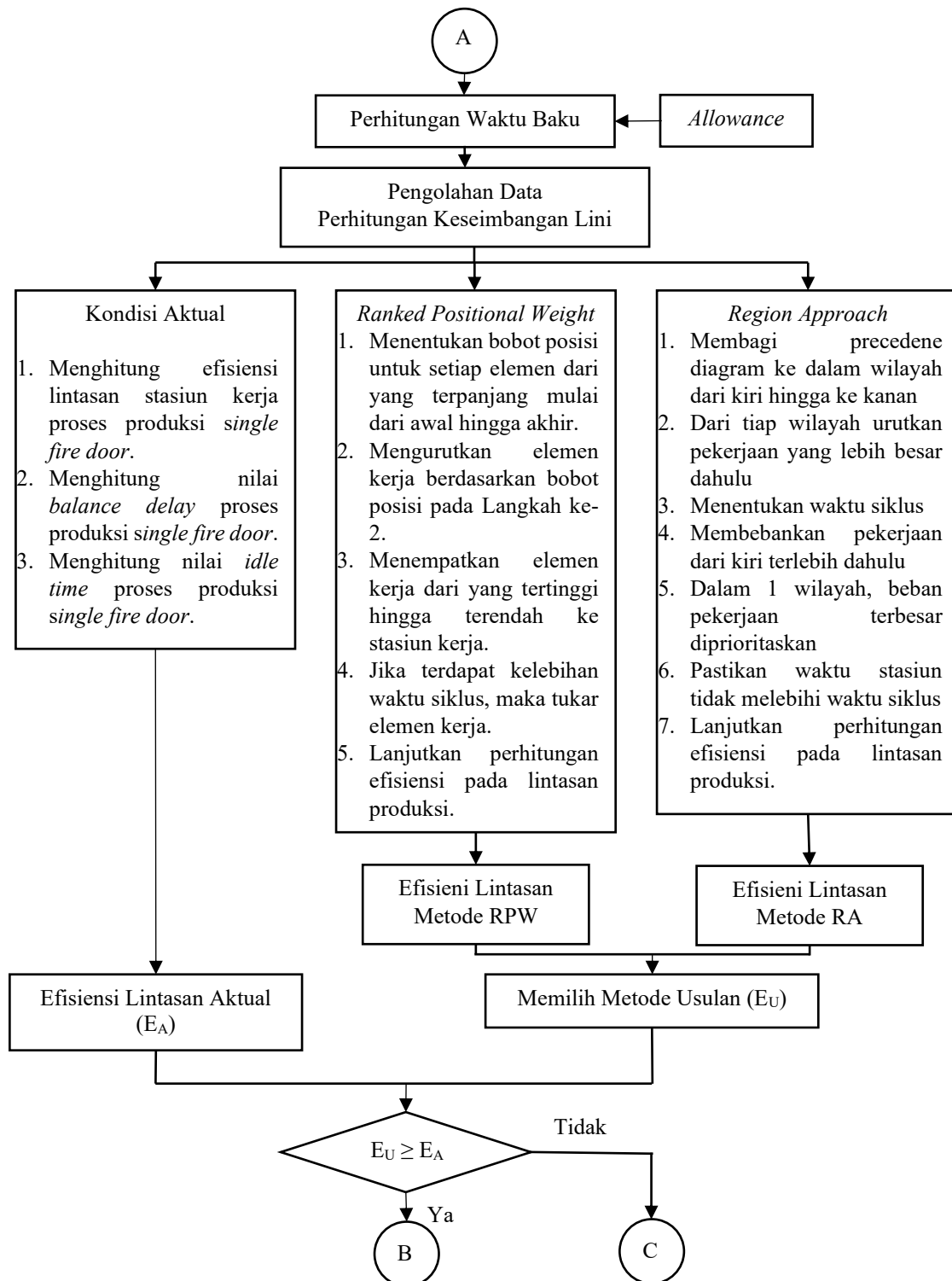
Metode keseimbangan lintasan secara spesifik berupaya meminimalkan ketidaksamaan beban kerja antarstasiun agar memiliki waktu penyelesaian yang relatif seragam sesuai *takt time* [11]. Penggunaan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) sangat efektif dalam memberikan prioritas pada elemen kerja yang memiliki beban posisi paling besar [12]. Dalam perencanaannya, *precedence diagram* memegang peran krusial untuk memvisualisasikan urutan operasi dan hubungan ketergantungan antar tugas secara sistematis [13]. Penerapan berbagai metode juga membantu dalam mendistribusikan elemen kerja berdasarkan durasi waktu terlama [14]. Efisiensi lintasan yang dihasilkan kemudian diukur untuk memastikan bahwa perakitan berjalan dengan penggunaan waktu yang minimal [15].

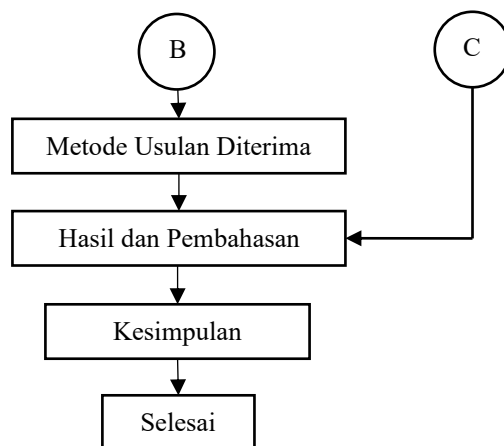
Dalam menetapkan standar kerja, pengukuran waktu kerja menjadi dasar untuk menetapkan waktu baku yang objektif bagi setiap operator [16]. Konsep dasar desain lintasan perakitan menekankan pada pentingnya meminimalkan jumlah stasiun kerja tanpa melanggar kendala urutan kerja. Keseimbangan stasiun kerja ini secara praktis bertujuan untuk mencapai pembagian beban kerja yang merata sehingga tidak ada operator yang bekerja berlebihan [17]. Dengan diterapkannya metode RPW, kapasitas produksi perusahaan dapat ditingkatkan secara signifikan melalui optimalisasi jumlah tenaga kerja [18]. Secara keseluruhan, perancangan sistem kerja yang sistematis melalui studi waktu dan gerak merupakan kunci utama dalam mencapai efektivitas produksi jangka panjang [19]. Meskipun metode RPW dan RA telah banyak dibahas dalam penelitian sebelumnya, terdapat celah penelitian dalam mengintegrasikan metode-metode tersebut dengan analisis akar masalah melalui diagram *fishbone* dan aspek ergonomi pada lini produksi *single fire door*. Kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatan komprehensif yang tidak hanya menyeimbangkan beban kerja secara matematis, tetapi juga mempertimbangkan faktor manusia dan urutan teknis spesifik untuk mengatasi *bottleneck* di PT XYZ.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode studi kasus yang berfokus pada optimasi deterministik di lini produksi *single fire door* PT XYZ, Surabaya. Instrumen utama yang digunakan dalam pengumpulan data meliputi lembar observasi untuk menetapkan urutan kerja, serta *stopwatch* dengan teknik *stopwatch time study* untuk mengukur durasi setiap elemen tugas secara presisi. Variabel bebas dalam penelitian ini mencakup elemen tugas, *precedence diagram*, waktu operasi, jam kerja efektif, dan target *output*, sementara variabel terikatnya adalah *Line Efficiency*, *Balance Delay*, dan *Smoothing Index*. Untuk menjamin validitas dan reliabilitas data, setiap data waktu yang terkumpul diuji melalui uji keseragaman menggunakan peta kendali serta uji kecukupan data dengan tingkat kepercayaan 95% dan derajat ketelitian 5%. Data yang valid kemudian disesuaikan dengan faktor penyesuaian (*rating factor*) dan kelonggaran (*allowance*) untuk menghasilkan waktu baku yang objektif. Tahapan analisis data disusun secara sistematis mulai dari identifikasi masalah hingga perhitungan keseimbangan lintasan menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) dan *Region Approach* (RA) guna memperoleh solusi distribusi beban kerja yang optimal, sebagaimana alurnya ditunjukkan pada Gambar 1.





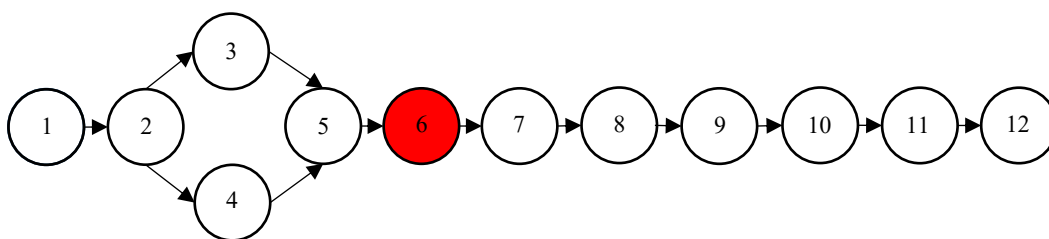


Gambar 1. Flowchart

Hasil dan Pembahasan

A. Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data yang dikumpulkan melalui observasi langsung melalui wawancara dengan para pekerja lapangan yang terlibat dan pengambilan data langsung menggunakan *stopwatch* terhadap elemen kerja yang diamati pada PT XYZ. Adapun jenis data yang dikumpulkan diantaranya adalah *precedence diagram* yang disajikan pada gambar 2, data waktu untuk setiap elemen kerja pada tabel 1, faktor penyesuaian pada tabel 2 dan faktor kelonggaran yang dialami oleh pekerja pada tabel 3. Berturut-turut digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Precedence Diagram

Tabel 1. Data Waktu Setiap Elemen Kerja

Stasiun Kerja	Elemen Pekerjaan	Waktu Pengamatan (Menit)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I	Persiapan Material	15	14	14	16	15	14	14	16	14	15	15	16	16	14	15
	Laser Cutting	45	45	46	45	47	46	45	46	47	46	47	45	46	47	45
II	Bending Daun Pintu	19	20	19	19	20	19	20	19	19	20	21	21	20	21	19
	Bending Kusen	26	25	25	25	26	25	26	27	26	27	27	26	26	25	27
III	Insulasi	14	15	14	15	15	16	15	15	14	16	15	15	15	16	16
	Welding Daun	64	65	64	64	65	64	65	65	64	66	65	65	65	66	66
	Welding Kusen	48	48	49	48	48	47	48	49	48	49	48	48	47	49	47
	Sanding	20	19	19	20	19	20	20	20	21	19	20	21	19	20	21
IV	Spray Coating	14	15	14	14	15	14	15	15	14	16	15	14	16	15	15
	Pengeringan	26	24	24	25	25	24	26	25	25	24	26	26	25	25	26
	Quality Control	5	6	5	6	5	5	5	4	5	5	4	4	4	5	6
	Packing	15	15	15	14	15	15	14	15	14	16	15	14	16	16	15

Tabel Lanjutan Data Waktu Setiap Elemen Kerja

Stasiun Kerja	Elemen Pekerjaan	Waktu Pengamatan (Menit)															
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
I	Persiapan Material	16	16	14	16	15	14	14	15	16	15	16	15	14	15	16	
	Laser Cutting	47	46	46	47	46	46	47	46	47	45	46	46	46	46	45	
II	Bending Daun Pintu	19	21	20	21	21	21	19	21	20	19	20	21	21	21	19	
	Bending Kusen	27	26	26	26	25	26	26	26	26	26	26	27	26	25	27	
III	Insulasi	14	15	14	14	15	16	16	15	16	15	14	16	15	15	14	
	Welding Daun	65	65	66	65	66	64	65	65	65	65	65	65	66	65	65	
	Welding Kusen	49	49	48	47	48	49	48	47	48	47	48	48	47	48	48	
	Sanding	19	21	20	20	20	20	21	20	20	20	20	21	20	21	19	
IV	Spray Coating	16	16	14	16	15	15	16	16	15	16	15	15	15	15	14	
	Pengeringan	24	24	25	24	25	26	25	24	26	25	25	24	26	25	26	
	Quality Control	6	4	6	5	5	6	5	4	4	5	6	6	5	5	4	
	Packing	14	16	15	16	14	15	16	16	14	15	14	16	15	15	15	

Tabel 2. Faktor Penyesuaian

Faktor Penyesuaian							
Persiapan Material				Laser Cutting			
Faktor	Kelas	Lambang	Nilai	Faktor	Kelas	Lambang	Nilai
Skill	Good	C1	0,06	Skill	Excellent	B2	0,08
Condition	Average	D	0	Condition	Good	C	0,02
Effort	Good	C1	0,05	Effort	Good	C1	0,05
Consistency	Good	C	0,01	Consistency	Excellent	B	0,03
Total			0,12	Total			0,18
Bending Daun Pintu				Bending Kusen			
Skill	Excellent	B2	0.08	Skill	Excellent	B2	0.08
Condition	Good	C	0.02	Condition	Good	C	0.02
Effort	Good	C1	0.05	Effort	Good	C1	0.05
Consistency	Good	C	0.01	Consistency	Good	C	0.01
Total			0.16	Total			0.16
Insulasi				Welding Daun			
Skill	Good	C1	0.06	Skill	Good	C1	0.06
Condition	Average	D	0	Condition	Good	C	0.02
Effort	Good	C1	0.05	Effort	Good	C1	0.05
Consistency	Good	C	0.01	Consistency	Good	C	0.01
Total			0.12	Total			0.14
Welding Kusen				Sanding			
Skill	Good	C1	0.06	Skill	Good	C1	0.06
Condition	Good	C	0.02	Condition	Average	D	0
Effort	Good	C1	0.05	Effort	Good	C1	0.05
Consistency	Good	C	0.01	Consistency	Good	C	0.01
Total			0.14	Total			0.12

Tabel Lanjutan Faktor Penyesuaian

<i>Spray Coating</i>				<i>Pengeringan</i>			
Faktor	Kelas	Lambang	Nilai	Faktor	Kelas	Lambang	Nilai
<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C1	0.06	<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C1	0.06
<i>Condition</i>	<i>Good</i>	C	0.02	<i>Condition</i>	<i>Good</i>	C	0.02
<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C1	0.05	<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C1	0.05
<i>Consistency</i>	<i>Good</i>	C	0.01	<i>Consistency</i>	<i>Good</i>	C	0.01
Total			0.14	Total			0.14
<i>Quality Control</i>				<i>Packing</i>			
Faktor	Kelas	Lambang	Nilai	Faktor	Kelas	Lambang	Nilai
<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C1	0.06	<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C1	0.06
<i>Condition</i>	<i>Good</i>	C	0.02	<i>Condition</i>	<i>Average</i>	D	0
<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C1	0.05	<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C1	0.05
<i>Consistency</i>	<i>Good</i>	C	0.01	<i>Consistency</i>	<i>Good</i>	C	0.01
Total			0.14	Total			0.12

Tabel 3. Faktor Kelonggaran

Kelonggaran		%
1	Kebutuhan Pribadi	2
	A. Tenaga Yang dikeluarkan (Bekerja Di Meja Berdiri)	7
	B. Sikap Kerja (Berdiri Diatas Dua Kaki)	2
	C. Gerakan Kerja (Normal)	0
2	D. Kelelahan Mata (Normal)	0
	E. Keadaan Suhu (Normal)	0
	F. Keadaan Atmosfer (Normal)	0
	G. Keadaan Lingkungan yang Baik (Normal)	0
3	Hambatan Tidak Terhindarkan	1
Total		12

B. Pengolahan Data

Setelah data primer berupa urutan elemen kerja dan waktu siklus berhasil dikumpulkan, langkah berikutnya adalah melakukan pengolahan data. Tahap ini bertujuan untuk mentransformasikan hasil observasi lapangan menjadi landasan dalam merancang lintasan produksi yang seimbang. Seluruh elemen kerja dalam proses manufaktur *single fire door* di PT XYZ akan dianalisis guna meminimalkan ketidakteraturan aliran produksi. Pengolahan data diawali dengan perhitungan waktu siklus, waktu normal dan waktu baku untuk masing-masing elemen. Berikut merupakan contoh perhitungan waktu siklus, waktu normal dan waktu baku untuk elemen kerja persiapan material:

- Waktu Siklus (Ws)

$$Ws = \frac{\sum X}{N} = \frac{450}{30} = 15 \text{ Menit}$$

- Waktu Normal (Wn)

$$P = 1 + \text{Faktor Penyesuaian}$$

$$= 1 + 0,12 = 1,12$$

$$Wn = Ws \times P$$

$$= 15 \times 1,12$$

$$= 16,8 \text{ Menit}$$

- Waktu Baku (Wb)

$$\begin{aligned} Wb &= Wn \times \frac{100\%}{100\% - allowance} \\ &= 16,8 \times \frac{100\%}{100\% - 12\%} \\ &= 19,09 \text{ Menit} \end{aligned}$$

Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan waktu siklus, waktu normal dan waktu baku untuk ke 12 elemen kerja pada produksi *single fire door* yang disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Waktu Baku Elemen Kerja *Single fire door*

Stasiun Kerja	Elemen Pekerjaan	Ws	P	Wn	Wb
I	Persiapan Material	15	1.12	16.8	19.09
	Laser Cutting	46	1.18	54.28	61.68
II	Bending Daun Pintu	20	1.16	23.2	26.36
	Bending Kusen	26	1.16	30.16	34.27
	Insulasi	15	1.12	16.8	19.09
III	Welding Daun	65	1.14	74.1	84.20
	Welding Kusen	48	1.14	54.72	62.18
	Sanding	20	1.12	22.4	25.45
	Spray Coating	15	1.14	17.1	19.43
IV	Pengeringan	25	1.14	28.5	32.39
	Quality Control	5	1.14	5.7	6.48
	Packing	15	1.12	16.8	19.09
Total					409.73

Analisis kondisi aktual pada produksi *single fire door* merupakan langkah awal yang krusial untuk mengukur efisiensi lintasan sebelum dilakukan perbaikan. Melalui parameter seperti *Line Efficiency* dan *Balance Delay*, beban kerja serta hambatan pada aliran produksi saat ini dapat diidentifikasi secara jelas. Evaluasi didasarkan pada data riil dari empat stasiun kerja untuk memetakan distribusi elemen kerja yang ada, yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Penugasan Stasiun Kerja Aktual

Stasiun Kerja	Elemen Pekerjaan	Wb (Menit)	Waktu Stasiun Kerja (Menit)	Efisiensi Stasiun Kerja (%)
I	1	19,09	80,77	48,81
	2	61,68		
II	3	26,36	60,64	36,64
	4	34,27		
III	5	19,09	165,48	100
	6	84,20		
	7	62,18		
	8	25,45		
IV	9	19,43	102,84	62,15
	10	32,39		
	11	6,48		
	12	19,09		
Total			409,73	

- Efisiensi stasiun kerja = $\frac{\text{Waktu Pada Stasiun Kerja Ke } i (W_i)}{\text{Waktu Stasiun Kerja Tertinggi (Ws)}} \times 100\%$

$$\text{Efisiensi stasiun kerja 1} = \frac{80,77}{165,48} \times 100\% = 48,81\%$$

$$\text{Efisiensi stasiun kerja 2} = \frac{60,64}{165,48} \times 100\% = 36,64\%$$

$$\text{Efisiensi stasiun kerja 3} = \frac{165,48}{165,48} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Efisiensi stasiun kerja 4} = \frac{102,84}{165,48} \times 100\% = 62,15\%$$

- $\text{Idle Time} = \text{Jumlah Stasiun Kerja (n)} \times \text{Waktu Siklus Terbesar (CT)} - \text{Jumlah Waktu Operasi } (\sum \text{Sti})$

$$\text{Idle Time} = (4 \times 165,48) - 409,73$$

$$\text{Idle Time} = 252,13 \text{ Menit}$$

- $\text{Line Efficiency} = \frac{\text{Jumlah Waktu Operasi } (\sum \text{Sti})}{\text{Jumlah Stasiun Kerja (n)} \times \text{Waktu Siklus Terbesar (CT)}} \times 100\%$

$$\text{Line Efficiency} = \frac{409,73}{4 \times 165,48} \times 100\% = 61,90\%$$

- $\text{Balance Delay} = 100\% - \text{Line Efficiency (LE)}$

$$\text{Balance Delay} = 100\% - 61,90\% = 38,10\%$$

- $\text{Smoothing Index} = \sqrt{\sum (\text{Waktu Terbesar Pada Stasiun Kerja (Sti max)} - \text{Waktu Stasiun Ke } i (\text{Sti}))^2}$

$$\text{Smoothing Index} = \sqrt{(165,48 - 80,77)^2 + \dots + (165,48 - 103,84)^2}$$

$$\text{Smoothing Index} = \sqrt{(84,70)^2 + \dots + (62,64)^2} = 148,63$$

Setelah mengevaluasi efisiensi pada kondisi riil, langkah selanjutnya adalah melakukan optimasi menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) untuk menyeimbangkan lintasan produksi. Langkah awal optimasi ini berfokus pada penentuan waktu siklus (*cycle time*), sebagai durasi maksimal di setiap stasiun kerja. Dengan waktu kerja 8 jam dan target *output* 6 unit per hari, perhitungan waktu siklus menjadi krusial untuk memastikan pembagian beban kerja tetap seimbang dan kontinu. Penentuan parameter ini berfungsi sebagai acuan utama agar elemen tugas pada setiap stasiun tidak melampaui batas waktu yang tersedia.

$$\text{CT} = \frac{\text{Waktu Kerja Efektif}}{\text{Kapasitas Produksi}} = \frac{8 \text{ jam} \times 60 \text{ Menit}}{6 \text{ Unit}} = 80 \text{ Menit}$$

Dari hasil perhitungan awal untuk mengejar target 6 pintu per hari, didapatkan waktu siklus sebesar 80 menit. Selanjutnya membuat hubungan posisi antar elemen kerja yang disajikan pada tabel 6, kemudian dihitung bobot posisinya dari ke-12 elemen kerja yang hasil pembobotannya disajikan pada tabel 7. Berdasarkan perhitungan tersebut kemudian di urutkan pembobotan waktu kerja metode *Ranked Positional Weight* (RPW) pada tabel 8.

Tabel 6. Hubungan Posisi Antar Elemen Kerja

Operasi Pendahulu	Operasi Pengikut											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	-1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	-1	-1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
4	-1	-1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
5	-1	-1	-1	-1	0	1	1	1	1	1	1	1
6	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	1	1	1	1	1
7	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	1	1	1	1
8	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	1	1	1
9	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	1	1
10	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	1
11	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	1
12	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0

Bobot posisi 1 = waktu elemen kerja itu sendiri + elemen kerja bernilai 1
 = 19,09 + 61,68 + 26,26 + 34,27 + 19,09 + 84,20 + 62,18 +
 25,45 + 19,43 + 32,39 + 6,48 + 19,09
 = 409,73 Menit

Tabel 7. Pembobotan Waktu Kerja Metode *Ranked Positional Weight*

Elemen Pekerjaan	Wb (Menit)	Bobot (Menit)	Ranking
1	19,09	409,73	1
2	61,68	390,64	2
3	26,36	294,68	4
4	34,27	302,59	3
5	19,09	268,32	5
6	84,20	249,23	6
7	62,18	165,02	7
8	25,45	102,84	8
9	19,43	77,39	9
10	32,39	57,95	10
11	6,48	25,57	11
12	19,09	19,09	12

Tabel 8. Urutan Pembobotan Waktu Kerja Metode *Ranked Positional Weight*

Elemen Pekerjaan	Wb (Menit)	Bobot (Menit)	Ranking
1	19,09	409,73	1
2	61,68	390,64	2
4	34,27	302,59	3
3	26,36	294,68	4
5	19,09	268,32	5
6	84,20	249,23	6
7	62,18	165,02	7
8	25,45	102,84	8
9	19,43	77,39	9
10	32,39	57,95	10
11	6,48	25,57	11
12	19,09	19,09	12

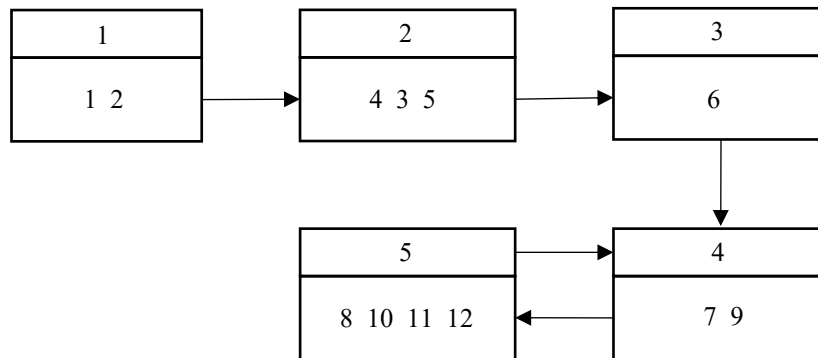
Setelah dilakukan pengurutan pembobotan, selanjutnya melakukan pengelompokan elemen kerja *single fire door* dengan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) yang disajikan pada tabel 9.

Tabel 9. Pengelompokan Elemen Kerja *Single Fire Door* dengan Metode *Ranked Positional Weight* (RPW)

Stasiun Kerja	Ranking	Elemen Pekerjaan	Wb (Menit)	Keterangan	Waktu Stasiun Kerja (Menit)	Efisiensi Stasiun Kerja (%)
1	1	1	19,09	dipilih	80,77	95,92
	2	2	61,68	dipilih		
	3	4	34,27	dipilih		
2	4	3	26,36	dipilih	79,73	94,68
	5	5	19,09	dipilih		
3	6	6	84,20	dipilih	84,20	100
	7	7	62,18	dipilih		
4	8	8	25,45	tidak dipilih	81,61	96,92
	9	9	19,43	dipilih		
5	8	8	25,45	dipilih	83,41	99,06

10	10	32,39	dipilih
11	11	6,48	dipilih
12	12	19,09	dipilih

Berdasarkan perhitungan tersebut kemudian digambarkan *work flow* pengerjaan *Single Fire Door* berdasarkan Metode *Ranked Positional Weight*, sebagaimana bisa dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Work Flow Metode Ranked Positional Weight (RPW)

Berikut merupakan perhitungan efisiensi lintasan dengan metode *Ranked Positional Weight* setiap stasiun kerja:

$$\text{Efisiensi stasiun kerja} = \frac{\text{Waktu Pada Stasiun Kerja Ke } i \text{ (Wi)}}{\text{Waktu Stasiun Kerja Tertinggi (Ws)}} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi stasiun kerja 1} = \frac{80,77}{84,20} \times 100\% = 95,92\%$$

$$\text{Efisiensi stasiun kerja 2} = \frac{79,73}{84,20} \times 100\% = 94,68\%$$

$$\text{Efisiensi stasiun kerja 3} = \frac{84,20}{84,20} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Efisiensi stasiun kerja 4} = \frac{81,61}{84,20} \times 100\% = 96,92\%$$

$$\text{Efisiensi stasiun kerja 5} = \frac{83,41}{84,20} \times 100\% = 99,06\%$$

Analisis nilai *idle time* pada setiap stasiun kerja memungkinkan perusahaan mengidentifikasi area yang memerlukan penyesuaian beban kerja demi meminimalkan pemborosan waktu dan mengoptimalkan efisiensi aliran produksi. Berikut adalah perhitungannya:

$$\text{Idle Time} = \text{Jumlah Stasiun Kerja (n)} \times \text{Waktu Siklus Terbesar (CT)} - \text{Jumlah Waktu Operasi } (\sum St_i)$$

$$\text{Idle Time} = (5 \times 84,20) - 409,73$$

$$\text{Idle Time} = 11,27 \text{ Menit}$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dipaparkan, dapat diketahui lamanya waktu menanggung pada lini produksi *single fire door* adalah 11,27 menit. Secara matematis, perhitungan *Line Efficiency* pada metode RPW dijabarkan sebagai berikut:

$$\text{Line Efficiency} = \frac{\text{Jumlah Waktu Operasi } (\sum St_i)}{\text{Jumlah Stasiun Kerja (n)} \times \text{Waktu Siklus Terbesar (CT)}} \times 100\%$$

$$\text{Line Efficiency} = \frac{409,73}{5 \times 84,20} \times 100\% = 97,32\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dipaparkan, dihasilkan tingkat efisiensi lintasan pada proses produksi *single fire door* saat ini mencapai 97,32%. Selanjutnya, perhitungan *Balance Delay* dijabarkan sebagai berikut:

$$\text{Balance Delay} = 100\% - \text{Line Efficiency (LE)}$$

$$\text{Balance Delay} = 100\% - 97,32\% = 2,28\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dipaparkan, dihasilkan nilai *Balance Delay* pada proses produksi *single fire door* saat ini bernilai 2,28%. Selanjutnya, perhitungan *Smoothing Index* dengan metode RPW dijabarkan sebagai berikut:

$$\text{Smoothing Index} = \sqrt{\sum (\text{Waktu Terbesar Pada Stasiun Kerja (Sti max)} - \text{Waktu Stasiun Ke } i \text{ (Sti)})^2}$$

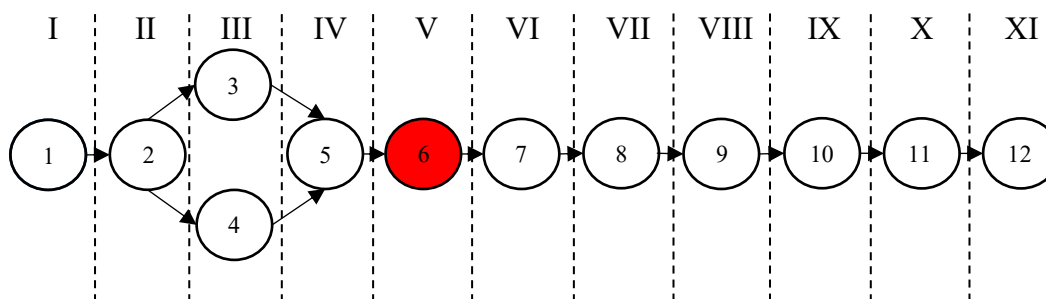
$$\text{Smoothing Index} = \sqrt{(84,20 - 80,77)^2 + \dots + (84,20 - 83,41)^2}$$

$$\text{Smoothing Index} = 6,26$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dipaparkan, dihasilkan nilai *Smoothing Index* pada proses produksi *single fire door* saat ini bernilai 6,26.

Setelah menetapkan prioritas elemen kerja berdasarkan bobot posisinya melalui metode Ranked Positional Weight (RPW), langkah selanjutnya adalah membandingkan hasil tersebut dengan pendekatan berbasis wilayah guna menemukan konfigurasi lini yang paling efisien. Selanjutnya memetakan hubungan antar-aktivitas melalui diagram pendahulu (*precedence diagram*) secara vertikal. Secara teknis, prosedur ini dijalankan melalui tiga tahapan utama:

1. Langkah awal dilakukan dengan membuat *precedence diagram* untuk kemudian mengelompokkan elemen-elemen kerja berdasarkan pembagian wilayah atau zonanya secara vertikal. Sebagaimana bisa dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Pembagian Elemen Kerja Ke Dalam Wilayah-Wilayah

2. Selanjutnya elemen-elemen yang telah terbagi ke dalam wilayah (*region*) tersebut kemudian disusun ke dalam tabel. Hal ini bertujuan untuk mempermudah proses analisis serta menentukan penempatan elemen kerja pada stasiun kerja secara lebih efektif. Sebagaimana bisa dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Urutan Wilayah Dengan Metode *Region Approach*

Elemen	Wb (Menit)	Wilayah
1	19,09	I
2	61,68	II
4	34,27	III
3	26,36	III
5	19,09	IV
6	84,20	V
7	62,18	VI
8	25,45	VII
9	19,43	VIII
10	32,39	IX
11	6,48	X
12	19,09	XI

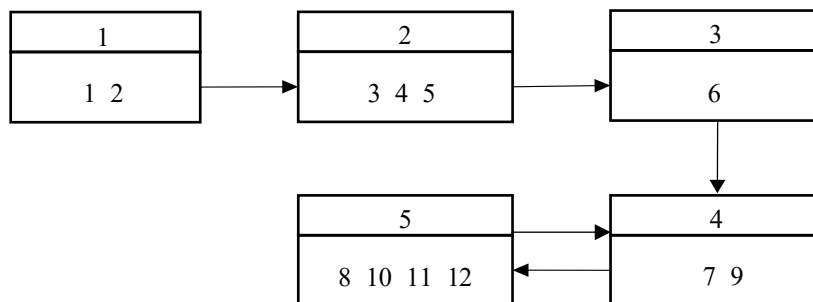
3. Tahap terakhir adalah mengelompokkan elemen kerja ke dalam stasiun kerja dengan memperhatikan batasan waktunya. Dalam proses ini, urutan pengerjaan harus tetap terjaga dan tidak boleh mendahului tahapan yang seharusnya dilakukan lebih awal. Selain itu, urutan prioritas di setiap stasiun kerja diatur sedemikian rupa agar total waktunya tidak melebihi waktu baku maksimal yang telah ditetapkan, sebagaimana bisa dilihat pada tabel 11. Diawali dengan menentukan jumlah stasiun kerja *single fire door* sebagai berikut:

$$\text{Stasiun kerja} = \frac{\text{Jumlah Waktu Operasi } (\sum \text{Sti})}{\text{Waktu Siklus Terbesar (CT)}} = \frac{403,36}{84,20} = 4,86 \approx 5 \text{ Stasiun kerja}$$

Tabel 11. Pengelompokan Elemen Kerja *Single Fire Door* Dengan Metode *Region Approach*

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Wb (Menit)	Waktu Stasiun Kerja (Menit)	Efisiensi Stasiun Kerja (%)
I	1	19,09	$19,09 + 61,68 = 80,77$	95,92
	2	61,68		
	4	34,27		
II	3	26,36	$34,27 + 26,36 + 19,09 = 79,73$	94,68
	5	19,09		
III	6	84,20	84,20	100
IV	7	62,18	$62,18 + 19,43 = 81,61$	96,92
	(8→9), 9	19,43		
	8	25,45		
V	10	32,39	$25,45 + 32,29 + 6,48 + 19,09 = 83,41$	99,06
	11	6,48		
	12	19,09		

Berdasarkan tabel tersebut selanjutnya dibuatkan *work flow* produk *single fire door* berdasarkan perhitungan dengan metode *Region Approach* sebagaimana dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Work Flow Metode *Region Approach*

Berikut merupakan perhitungan nilai efisiensi lintasan dengan metode *Region Approach* setiap stasiun kerja yang mengacu pada rumus 2.3 mengenai efisiensi stasiun kerja sebagai berikut

$$\text{Efisiensi stasiun kerja} = \frac{\text{Waktu Pada Stasiun Kerja Ke } i \text{ (Wi)}}{\text{Waktu Stasiun Kerja Tertinggi (Ws)}} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi stasiun kerja 1} = \frac{80,77}{84,20} \times 100\% = 95,92\%$$

$$\text{Efisiensi stasiun kerja 2} = \frac{79,73}{84,20} \times 100\% = 94,68\%$$

$$\text{Efisiensi stasiun kerja 3} = \frac{84,20}{84,20} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Efisiensi stasiun kerja 4} = \frac{81,61}{84,20} \times 100\% = 96,92\%$$

$$\text{Efisiensi stasiun kerja 5} = \frac{83,41}{84,20} \times 100\% = 99,06\%$$

Analisis nilai *idle time* pada setiap stasiun kerja memungkinkan perusahaan mengidentifikasi area yang memerlukan penyesuaian beban kerja demi meminimalkan pemborosan waktu dan mengoptimalkan efisiensi aliran produksi. Berikut adalah perhitungannya:

$Idle\ Time = \text{Jumlah Stasiun Kerja (n)} \times \text{Waktu Siklus Terbesar (CT)} - \text{Jumlah Waktu Operasi } (\sum Sti)$

$Idle\ Time = (5 \times 84,20) - 409,73$

$Idle\ Time = 11,27 \text{ Menit}$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dipaparkan, dapat diketahui lamanya waktu menanggung pada lini produksi *single fire door* adalah 11,27 menit.

$Line\ Efficiency = \frac{\text{Jumlah Waktu Operasi } (\sum Sti)}{\text{Jumlah Stasiun Kerja (n)} \times \text{Waktu Siklus Terbesar (CT)}} \times 100\%$

$Line\ Efficiency = \frac{403,36}{5 \times 84,20} \times 100\% = 97,32\%$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dipaparkan, dihasilkan tingkat efisiensi lintasan pada proses produksi *single fire door* saat ini mencapai 97,32%. Selanjutnya, perhitungan *Balance Delay* dijabarkan sebagai berikut:

$Balance\ Delay = 100\% - Line\ Efficiency\ (LE)$

$Balance\ Delay = 100\% - 97,32\% = 2,68\%$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dipaparkan, dihasilkan nilai *Balance Delay* pada proses produksi *single fire door* saat ini bernilai 2,68%. Selanjutnya, perhitungan *Smoothing Index* dijabarkan sebagai berikut:

$Smoothing\ Index = \sqrt{\sum (\text{Waktu Terbesar Pada Stasiun Kerja } (Sti\ max) - \text{Waktu Stasiun Ke } i\ (Sti))^2}$

$Smoothing\ Index = \sqrt{(84,20 - 80,77)^2 + \dots + (84,20 - 83,41)^2}$

$Smoothing\ Index = 6,26$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dipaparkan, dihasilkan nilai *Smoothing Index* pada proses produksi *single fire door* saat ini bernilai 6,26.

Perhitungan keseimbangan lini telah dilakukan terhadap tiga metode yang berbeda, yaitu metode perusahaan, metode *Ranked Positional Weight* (RPW), dan metode *Region Approach* (RA). Penentuan metode optimal dilakukan dengan mengevaluasi parameter efisiensi lini, *Balance Delay*, serta *smoothing index*. Secara umum, kriteria metode terbaik adalah yang menghasilkan nilai efisiensi lini tertinggi dengan tingkat *Balance Delay* yang paling rendah. Apabila ditemukan dua metode dengan nilai efisiensi dan *Balance Delay* yang identik, maka pemilihan akan didasarkan pada nilai *Smoothing Index* yang paling kecil. Berikut merupakan perbandingannya yang dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Perbandingan Setiap Metode

	Perusahaan	<i>Ranked Positional Weight</i>	<i>Region Approach</i>
<i>Line Efficiency</i>	61,90	97,32	97,32
<i>Balance Delay</i>	38,10	2,68	2,68
<i>Smoothing Index</i>	148,63	6,26	6,26

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) dan *Region Approach* (RA) terbukti mampu mengoptimalkan performansi produksi secara signifikan. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan *Line Efficiency* menjadi 97,32%, penurunan *Balance Delay* hingga 2,68%, dan perbaikan *Smoothing Index* menjadi 6,26, jauh melampaui kondisi aktual perusahaan yang hanya memiliki efisiensi 61,90%. Penghematan *idle time* sebesar 240,86 menit (dari 252,13 menjadi 11,27 menit) memberikan implikasi praktis bagi PT XYZ untuk merealokasi tenaga kerja secara lebih efektif dan mengurangi biaya operasional akibat waktu menganggur. Sebagai rekomendasi, perusahaan perlu melakukan standarisasi instruksi kerja berdasarkan *precedence diagram* yang baru dan mempertimbangkan rotasi kerja secara berkala pada stasiun kerja dengan beban fisik tinggi guna menjaga konsistensi *output* produksi. Dengan mengeliminasi *bottleneck* melalui strategi ini, perusahaan tidak hanya mencapai target produksi harian secara konsisten, tetapi juga mewujudkan sistem manufaktur yang lebih responsif terhadap fluktuasi permintaan pasar.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih saya ucapkan kepada seluruh pihak yang membantu saya dalam penelitian ini. Kepada pihak-pihak yang mendukung serta memberi saran sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

References

1. M. V. Syahanifadhel, D. E. Basuki, B. A. Hasna, and A. Azzam, "Analisis perencanaan produksi pada produk kemeja pola menggunakan metode forecasting dan master production schedule untuk penjadwalan produksi pada CV. Jodion Unggul Perkasa," *J. Tek. Ind.: J. Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, vol. 9, no. 1, p. 95, 2023, doi: 10.24014/jti.v9i1.21890.
2. Y. Hapid and S. Supriyadi, "Optimalisasi keseimbangan lintasan produksi daur ulang plastik dengan pendekatan Ranked Positional Weight," *J. INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, vol. 7, no. 1, pp. 63–70, 2021, doi: 10.30656/intech.v7i1.3305.
3. Erick, D. Pannata, K. Tanaka, and J. Luckianto, "Perbandingan perencanaan enterprise manufaktur pada berbagai perusahaan manufaktur," *JDMIS: J. Data Mining and Information Systems*, vol. 2, no. 2, pp. 66–74, 2024, doi: 10.54259/jdmis.v2i2.1897.
4. I. J. Tjioewinata and J. A. Saifuddin, "Analisis line balancing menggunakan metode Region Approach di PT. XYZ," *Juminten*, vol. 3, no. 3, pp. 49–60, 2022, doi: 10.33005/juminten.v3i3.412.
5. S. A. Handayani and E. N. Hayati, "Perancangan stasiun kerja guna menunjang kinerja operator," *J. Cakrawala Informasi*, vol. 2, no. 1, pp. 69–79, 2022, doi: 10.54066/jci.v2i1.202.
6. N. Slack, A. Brandon-Jones, and R. Johnston, *Operations Management*, 8th ed. London, U.K.: Pearson, 2016.
7. T. Baroto, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta, Indonesia: Chalia Indonesia, 2017. [Online]. Available: <https://www.scribd.com/document/361007201/Perencanaan-dan-Pengendalian-Produksi-pdf>.
8. M. F. Rangkuti, F. N. Azizah, and W. Wahyudin, "Penerapan konsep line balancing menggunakan metode Ranked Position Weight pada proses produksi pakan ternak PT. XYZ," *Industrial: J. Ilmiah Teknik Industri*, vol. 8, no. 1, pp. 116–124, 2024, doi: 10.37090/indstrk.v8i1.1207.
9. A. Basuki and A. D. Cahyani, "Metode line balancing heuristik untuk penyelesaian masalah terjadinya bottleneck pada lintasan produksi," *Rekayasa*, vol. 13, no. 3, pp. 317–323, 2020, doi: 10.21107/rekayasa.v13i3.19765.
10. M. I. Monoarfa, Y. Hariyanto, and A. Rasyid, "Analisis penyebab bottleneck pada aliran produksi briquette charcoal dengan menggunakan diagram fishbone di PT. Saraswati Coconut Product," *Jambura Industrial Review*, vol. 1, no. 1, pp. 15–21, 2021, doi: 10.37905/jirev.1.1.15-21.
11. A. F. I. Fata, A. Widarman, and H. S. Yudha, "Analisis keseimbangan lintasan produksi assembly battery motorcycle FB5L-B menggunakan metode Ranked Positional Weight," *Teknologika (Jurnal Teknik, Logika, dan Matematika)*, vol. 11, no. 1, pp. 1–12, 2021, doi: 10.51132/teknologika.v11i1.103.
12. S. Sakiman, M. Arfah, and S. Suliawati, "Analisa line balancing untuk meningkatkan produksi rempeyek," *Buletin Utama Teknik*, vol. 18, no. 1, pp. 16–20, 2022, doi: 10.30743/but.v18i1.5845.
13. M. R. F. Sidiq and R. A. Darajatun, "Analisis line balancing menggunakan Ranked Positional Weight pada proses produksi X di PT. XYZ," *J. Teknik Industri Terintegrasi*, vol. 6, no. 4, pp. 1579–1584, 2023, doi: 10.31004/jutin.v6i4.21947.
14. W. Poncotoyo, S. Mardhiani, R. Puspita, M. F. Zain, and S. A. Sholihah, "Penerapan metode line balancing dengan pendekatan Ranked Position Weight, Region Approach, dan Largest Candidate Rules," *Jurnal Sistem Transportasi & Logistik*, vol. 2, no. 1, pp. 32–38, 2020, doi: 10.54324/jstl.v1i3.1088.
15. M. Fitri, M. I. Adelino, and M. L. Apuri, "Analisis line balancing untuk meningkatkan efisiensi lintasan produksi perakitan," *Rang Teknik J.*, vol. 5, no. 2, pp. 295–300, 2022, doi: 10.31869/rtj.v5i2.3223.
16. M. R. Rahmantto and E. P. Widjajati, "Line balancing analysis using Ranked Positional Weight and Region Approach methods on broad plate production line," *J. La Multiapp*, vol. 6, no. 1, pp. 203–212, 2025, doi: 10.37899/journallamultiapp.v6i1.1767.
17. S. C. Sitorus, B. Andra, D. P. Namirach, Y. Pratama, and S. S. Sinulingga, "Keseimbangan stasiun kerja produk ragam menggunakan metode line balancing," *Talent Conference Series: Energy and Engineering*, vol. 3, no. 2, pp. 248–255, 2020, doi: 10.32734/ee.v3i2.1000.
18. W. Sabardi et al., "Menggunakan metode Helgeson-Birnie (Ranked Positional Weight) untuk meningkatkan kapasitas produksi (Studi kasus pada Unit Produksi I Shift I PT. Sumbetri Megah)," *J. Ilmiah Jurutera*, vol. 8, no. 2, pp. 26–37, 2021. [Online]. Available: <https://ejurnalunsam.id/index.php/jurutera/article/view/5534/3292>.
19. B. I. Putra and R. B. Jakaria, *Perancangan Sistem Kerja*. Sidoarjo, Indonesia: UMSIDA Press, 2020. [Online]. Available: <https://press.umsida.ac.id/index.php/umsidapress/article/view/978-623-6081-01-3/714>.