

**ISSN (ONLINE) 2598-9936**



**INDONESIAN JOURNAL OF INNOVATION STUDIES**  
PUBLISHED BY  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

## Table Of Contents

|   |   |
|---|---|
| <b>Journal Cover</b> .....                  | 1 |
| <b>Author[s] Statement</b> .....            | 3 |
| <b>Editorial Team</b> .....                 | 4 |
| <b>Article information</b> .....            | 5 |
| Check this article update (crossmark) ..... | 5 |
| Check this article impact .....             | 5 |
| Cite this article.....                      | 5 |
| <b>Title page</b> .....                     | 6 |
| Article Title .....                         | 6 |
| Author information .....                    | 6 |
| Abstract .....                              | 6 |
| <b>Article content</b> .....                | 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/licenses/by/4.0/legalcode>

# Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 26 No. 4 (2025): October  
DOI: 10.21070/ijins.v26i4.2122

## EDITORIAL TEAM

### Editor in Chief

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

### Managing Editor

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

### 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

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

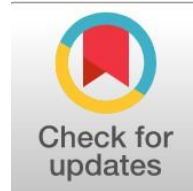
Complete list of editorial team ([link](#))

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

## Line Balancing Optimization in Shoe Finishing Production Systems: Optimasi Keseimbangan Jalur dalam Sistem Produksi Penyelesaian Sepatu

Rista Dwi Cahyaningurm, [thedjoss@umsida.ac.id](mailto:thedjoss@umsida.ac.id) (\*)

*Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia*

Tedjo Sukmono, [thedjoss@umsida.ac.id](mailto:thedjoss@umsida.ac.id)

*Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia*

(\*) Corresponding author

### Abstract

**General Background:** Manufacturing systems often face inefficiencies due to unbalanced workloads across workstations, particularly in labor-intensive industries such as shoe production. **Specific Background:** In the finishing process of a shoe manufacturing company, production targets were not achieved due to bottlenecks in the creaming brushing process, where operation time exceeded the cycle time of 1.215 minutes. **Knowledge Gap:** Previous applications of line balancing methods have not sufficiently addressed workload imbalance in finishing lines with complex task distributions. **Aims:** This study aims to optimize the production line by applying the Largest Candidate Rule (LCR) and Region Approach (RA) methods to improve efficiency and workload distribution. **Results:** The findings show that both methods significantly improve performance, increasing line efficiency to 81.73%, reducing balance delay to 18.27%, and decreasing idle time to 1.998 minutes, while reducing the number of workstations from 15 to 9. **Novelty:** The study provides a comparative application of LCR and RA methods within a real shoe production finishing line and identifies layout considerations as a determining factor in method selection. **Implications:** The results suggest that implementing appropriate line balancing methods can support production target achievement and improve operational efficiency in manufacturing systems.

**Keywords:** Line Balancing, Production Systems, Largest Candidate Rule, Region Approach, Workstation Optimization

### Key Findings Highlights

Workstation reduction achieved through task redistribution across production stages

Idle time minimized alongside improved workload allocation consistency

Layout-based selection supports practical implementation of balancing methods

Published date: 2026-05-02

## Pendahuluan

PT Xyz adalah produsen bidang produksi sepatudengan berbagai model dan tipe dengan tujuan penjualannya adalah ekspor ke eropa. Berdasarkan data perusahaan dalam proses produksinya dibagi menjadi tiga area manufaktur utama, yaitu area proses *cutting dan assembly, injection, finishingline*. Dalam prosesnya, produksi masih belum bisa mencapai target yang diharapkan yaitu 358 pasang sepatu dalam 7,5 jam kerja. Salah satu hal yang menjadi permasalahan tidak tercapainya target adalah penumpukan di salah satu *work stasion*, dan pembagian kerja yang tidak seimbang. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan terlihat adanya ketidak seimbangan beban kerja yang memiliki waktu proses melebihi *cycle time* 1,215 menit yaitu pada proses *creaming brushing upper* pertama dan kedua masing – masing memiliki waktu 2,250 menit. Sedangkan proses *folding box* menjadi proses dengan waktu terendah yaitu 0,204 menit.

Ketidakseimbangan lintasan dapat menyebabkan perencanaan produksi menjadi tidak efektif [2]. Line balancing adalah proses mengoptimalkan proses produksi dengan mengatur tugas – tugas sekuensial, sehingga setiap stasiun kerja memiliki beban kerja yang seimbang dan efisiensi kerja yang tinggi [10]. Keseimbangan lini berfungsi untuk menciptakan suatu proses produksi yang harmonis dan seimbang [1]. Dalam proses produksi, upaya yang dilakukan adalah mengurangi pemborosan yang tidak menambah nilai, seperti produksi berlebih, waktu tunggu transportasi, gerakan yang tidak perlu, produk yang rusak, dan potensi karyawan yang tidak termanfaatkan [3]. Prinsip *lean*, yang berpusat pada perbaikan berkelanjutan dan peningkatan kinerja karyawan, merupakan strategi yang hemat biaya dan meningkatkan efisiensi [11].

Terdapat beberapa referensi sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian, salah satunya adalah penerapan metode penyeimbangan lintasan produksi pada lini *finishing* sepatu untuk mengurangi ketidakseimbangan distribusi beban kerja antar stasiun kerja yang memiliki waktu proses yang lebih lama dari *takt time*, dengan menggunakan metode *heuristic regional approach* dan *large candidate rule* [12].

Pada suatu proses produksi tentu ada permasalahan dalam peningkatan *efficiency* produksi seperti masalah *bottleneck*. *Bottleneck* adalah kondisi dimana beberapa stasiun kerja mengalami kepadatan kerja yang tinggi, sementara stasiun kerja lainnya memiliki kapasitas yang tidak terpakai atau menganggur [13]. Penyelesaian dalam mengatasi permasalahan ini menggunakan metode *linebalancing* yang terdiri dari metode *Largest Candidate Rule* (LCR) dan metode *Region Approach*, yang masih merupakan metode *heuristic*, metode ini digunakan sebagai kerangka untuk memvisualisasikan pendekatan yang digunakan dalam memecahkan masalah dan mengambil keputusan [9]. *Largest candidate rule* (LCR) adalah teknik pengaturan elemen kerja yang memprioritaskan elemen kerja berdasarkan waktu, sehingga elemen kerja terbesar diatur terlebih dahulu [4]. Secara dasar, metode ini melakukan penyeimbangan lini produksi berdasarkan waktu operasi terpanjang, sehingga operasi yang paling lama akan ditempatkan terlebih dahulu di stasiun kerja [6]. LCR merupakan bagian dari metode *heuristic* yang pada dasarnya dirancang untuk mendapatkan hasil yang lebih baik mengacu pada batasan – batasan tertentu [5]. Sedangkan untuk metode *Region Approach*(RA) atau metode pendekatan wilayah yang diciptakan oleh Bedworth membagi diagram *precedence* menjadi beberapa wilayah vertikal yang terpisah dan independen, sehingga memudahkan dalam mengatur operasi kerja [10]. Strategi yang dilakukan dengan cara mengumpulkan tugas – tugas ke dalam suatu perkumpulan atau tempat yang memunyai tingkat keterhubungan tertentu Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan lintasan produksi sepatusecara optimal dan meningkatkan efisiensi produksi sepatusesuai target *line efficiency* perusahaan.

## II. Metode

### A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan selama 8 bulan pada tahun 2024 dari bulan Februari hingga November. Tempat penelitian dilakukan di pabrik sepatu yang berlokasi di Kecamatan Sidoarjo.

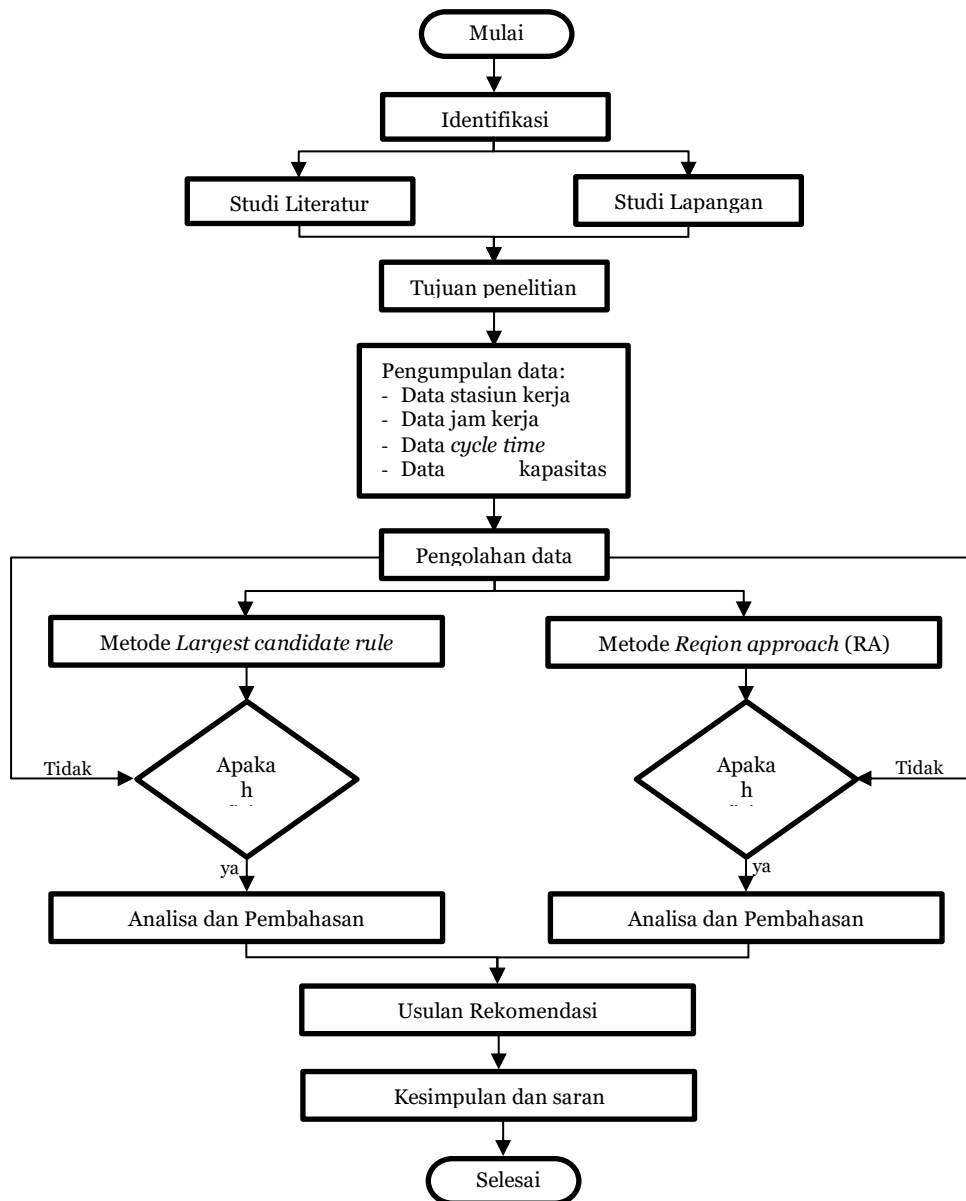
### B. Jenis Data

Penelitian ini berfokus pada lini produksi *finishing* sepatu yang memiliki masalah ketidakseimbangan lini, sehingga beberapa operator tidak memiliki pekerjaan yang cukup di stasiun kerja. Pada penelitian ini menggunakan metode *line balancing* yang terdiri dari metode *Largest Candidate Rule* (LCR) dan metode *Region Approach* (RA). Data yang dibutuhkan dalam metode ini meliputi data primer yang didapatkan dari hasil survei yang meliputi data-data untuk pengolahan *line balancing* seperti data stasiun kerja, data *man power*, data *cycle time*, *actual time*, dan data kapasitas produksi.

Tabel 1. Waktu Proses *Finishing* Sepatu

| No. | Operation                             | Waktu Baku (Menit) |
|-----|---------------------------------------|--------------------|
| 1   | Cleaning, burning, brushing, coloring | 0,345              |
| 2   | Hand ironing upper                    | 0,786              |
| 3   | Creaming brushing 1                   | 2,250              |
| 4   | Creaming brushing 2                   | 2,250              |
| 5   | Top line shaping                      | 0,414              |
| 6   | Fold and insert paper as mould pulp   | 0,471              |
| 7   | Celan sole                            | 0,247              |
| 8   | Spray matt lacquer                    | 0,234              |
| 9   | Polishing                             | 0,500              |
| 10  | Insert chopstick                      | 0,211              |
| 11  | PQC (Production quality control)      | 0,500              |
| 12  | Fold box                              | 0,204              |
| 13  | Packing                               | 0,526              |

Data primer tersebut juga didapatkan dari orang yang *expert* dalam bidang *Production Preparation* (PP), dan *Production Planning and Inventory Control* (PPIC). Sedangkan data sekunder didapatkan dari hasil referensi jurnal mengenai metode *line balancing* yang terdiri dari metode *Largest Candidate Rule* (LCR) dan metode *Region Approach* (RA). Kegiatan tersebut di rancang sesuai dengan fungsi dan sistem pada stasiun kerja masing-masing *man power*. Waktu yang dibutuhkan dalam penelitian ini mulai dari Agustus 2024 hingga Desember 2024.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

### 1. Metode Largest Candidate Rule

Metode Largest Candidate Rule (LCR), merupakan bagian dari metode heuristic [5]. Adapun prosedur dari metode ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Mengurutkan elemen kerja berdasarkan waktu proses terlama.
- Mengalokasikan operasi dengan ranking tertinggi ke stasiun awal berdasarkan *precedence diagram*.
- Mengalokasikan semua operasi ke semua stasiun yang tersedia.
- Memastikan bahwa semua operasi dialokasikan ke stasiun dengan waktu yang tidak melebihi *cycle time*.

### 2. Metode Regional Approach (RA)

Berikut adalah langkah langkahnya [10] :

- Membagi *precedence diagram* menjadi beberapa wilayah (region) secara vertical.
- Mengalokasikan operasi yang tidak memiliki operasi pendahulu ke wilayah pertama.
- Mengalokasikan operasi ke stasiun yang lebih awal berdasarkan *precedence diagram*.
- Mengalokasikan operasi ke stasiun yang ada dengan memperhatikan *cycle time*.

### 3. Terminologi Keseimbangan Lintasan

Sebelum membahas operasional metode *line balancing*, perlu dipahami beberapa istilah penting, seperti elemen kerja, waktu operasi, dan stasiun kerja, yang merupakan komponen dasar dalam *line balancing* [10], diantaranya yaitu:

- Elemen kerja (*Work element*) merupakan unit kerja terkecil yang merupakan bagian dari keseluruhan proses produksi atau perakitan.
- Waktu operasi (*ti*) adalah waktu yang diperlukan untuk memproduksi suatu produk dengan cara yang efisien dan standar.
- Stasiun kerja (*work station*) tempat pada lini produksi atau perakitan Dimana proses produksi dilakukan, dan untuk menentukan jumlah stasiun yang efisien, dapat digunakan rumus setelah menetapkan periode waktu siklus :

<https://ijins.umsida.ac.id>, published by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

$$K_{min} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{CT} \dots\dots\dots(1)$$

[10]

Dimana :

$K_{min}$  = jumlah stasiun kerja yang paling sedikit  
 $N$  = jumlah komponen kerja  
 $t_i$  = Lama waktu proses  
 $CT$  = waktu siklus

- Waktu siklus (CT) adalah jangka waktu atau durasi pembuatan satu unit produk di satu stasiun kerja [8]. Apabila periode waktu produksi dan *output* produksi per-periode diketahui, dengan demikian, waktu siklus dapat dihitung berdasarkan hasil bagi periode waktu produksi dan output produksi per-periode.

$$t_{i_{max}} \leq CT \leq \frac{P}{Q} \dots\dots\dots(2)$$

[10]

Keterangan :

$t_{i_{max}}$  = waktu operasi paling besar  
 $CT$  = waktu siklus  
 $P$  = jam kerja dalam 1 hari  
 $Q$  = jumlah produksi dalam 1 hari

- Waktu stasiun kerja (STk), merupakan jumlah durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan semua aktivitas di stasiun kerja.
- Idle time* adalah waktu tidak produktif di setiap stasiun kerja, dan dapat dihitung dengan mengurangi *cycle time* dengan waktu per proses. [10]
- Precedence diagram* adalah representasi diagram yang menunjukkan urutan kerja dan hubungan antar elemen dalam proses perakitan, yang mempertimbangkan keseimbangan antara biaya dan waktu penyelesaian proyek [14]. Pengalokasian elemen kerja ke setiap stasiun kerja harus sesuai dengan mempertimbangkan precedence diagram untuk memastikan efisiensi dan efektifitas proses produksi.
- Line Efficiency* adalah proporsi waktu stasiun kerja terhadap siklus dan jumlah stasiun kerja, yang menunjukkan efisiensi lini produksi [12]. Perhitungan *Line efficiency* dapat dilakukan dengan rumus berikut.

$$LE = \frac{\sum ST}{(k)(W_{maks})} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

[12]

Dimana :

$\sum ST$  = total keseluruhan waktu proses  
 $K$  = jumlah stasiun kerja  
 $W_{max}$  = waktu stasiun kerja yang terbesar

- Balance Delay* (D) merupakan ukuran efisiensi yang menunjukkan rasio antara waktu menganggur dengan waktu yang tersedia dalam proses perakitan [7]. Perhitungan *Balance delay* lini perakitan dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

$$BD = \frac{(n \times CT) - \sum t_i}{(n \times CT)} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

[12]

Dimana :

$BD$  = *Balance Delay* (%)  
 $N$  = jumlah stasiun kerja  
 $CT$  = waktu siklus  
 $\sum t_i$  = total waktu dari seluruh proses  
 $T_i$  = waktu operasi

- Smoothing Index* (SI) adalah index yang menunjukkan tingkat kelancaran keseimbangan lini perakitan, yang menunjukkan seberapa efektif proses produksi. Rumus untuk menghitung indeks perakitan sebagai berikut.

$$SI = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (ST_{max} - ST_i)^2}{k}} \dots\dots\dots(5)$$

[12]

Dimana :

$ST_{max}$  = waktu terbesar di stasiun  
 $ST_i$  = waktu pada stasiun kerja i

### III. Hasil dan Pembahasan

#### A. Pengumpulan Data

Data waktu baku proses penyelesaian sepatu disajikan pada tabel 2.

**Tabel 2.** Data waktu baku proses *finishing* Sepatu

| No | Operation                                    | Waktu baku (menit) | Proses pendahulu |
|----|--|--------------------|------------------|
| 1  | <i>Cleaning, burning, brushing, coloring</i> | 0,345              | -                |
| 2  | <i>Hand ironing upper</i>                    | 0,786              | 1                |
| 3  | <i>Creaming brushing 1</i>                   | 2,250              | 2                |
| 4  | <i>Creaming brushing 2</i>                   | 2,250              | 3                |
| 5  | <i>Top line shaping</i>                      | 0,414              | 4                |
| 6  | <i>Fold and insert paper as mould pulp</i>   | 0,471              | 5                |
| 7  | <i>Clean outsole</i>                         | 0,247              | 6                |
| 8  | <i>Spray mattlacquer</i>                     | 0,234              | 7                |
| 9  | <i>Polishing</i>                             | 0,500              | 8                |
| 10 | <i>Insert chopstick</i>                      | 0,211              | 9                |
| 11 | <i>PQC (production quality control)</i>      | 0,500              | 10               |
| 12 | <i>Fold box</i>                              | 0,204              | 11               |
| 13 | <i>Packing</i>                               | 0,526              | 12               |

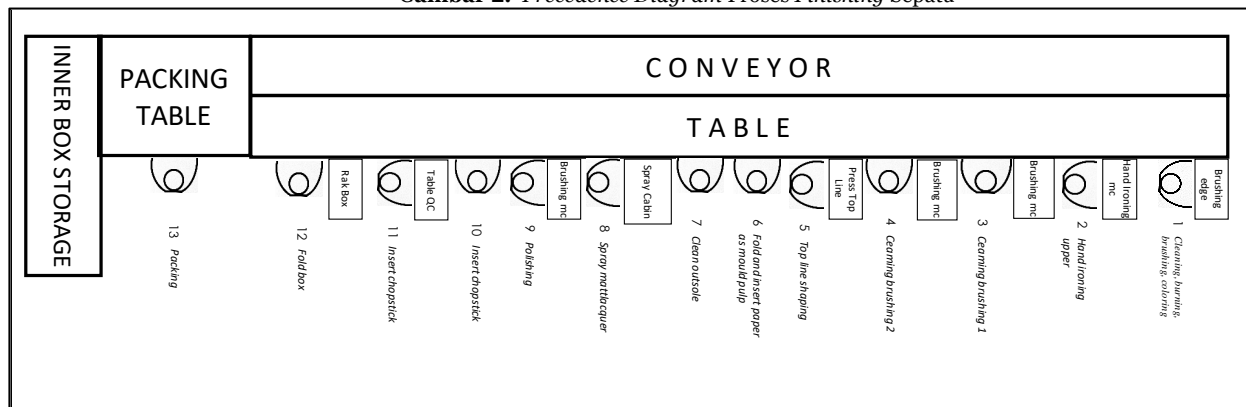
Terdapat 13 elemen kerja yang digunakan dalam proses *finishing* Sepatu, yang kemudian dibagi menjadi 13 stasiun kerja yang masing – masing dioperasikan oleh 1 operator.

**B. Precedence diagram**

berdasarkan tahapan produksi dan durasi masing – masing tahapan, *precedence* diagram dan tata letak mesin kemudian dibuat, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 dan 3.



**Gambar 2.** Precedence Diagram Proses Finishing Sepatu



**Gambar 3.** Tata letak mesin

Pada gambar 3. Memperlihatkan tata letak mesin dengan keseimbangan lini perakitan awal. Total stasiun kerja yang dimiliki adalah 13.

**C. Perhitungan keseimbangan lini perakitan awal**

Lini proses *finishing* sepatu memiliki 13 stasiun kerja yang belum dioptimalkan dengan keseimbangan lini, dan setiap stasiun kerja dioperasikan oleh 1 operator, dengan target produksi 358 pasang per shift dan jam kerja 7,5 jam atau 435 menit.

1. Total waktu produksi semua stasiun kerja = 8,937 menit
2. Waktu yang dibutuhkan untuk 1 siklus

$$CT = \frac{t}{Q}$$

$$CT = \frac{435}{358}$$

$CT = 1,215$  menit

3. Efisiensi lini (*line efficiency*)

$$LE = \frac{\sum ST}{(k)(W_{maks})} \times 100\%$$

$$LE = \frac{8,937}{13 \times 1,215} \times 100\%$$

$LE = 56,6\%$

4. *Balance delay* (BD)

$$BD = \frac{(n \times CT) - \sum_{i=1}^n t_i}{(n \times CT)} \times 100\%$$

$$BD = \frac{(13 \times 1,215) - 8,937}{13 \times 1,215} \times 100\%$$

$BD = 43,4\%$

5. Total waktu menganggur

$Idle\ time = (n \times CT) - (W_{maks})$   
 $Idle\ time = (13 \times 1,215) - 8,937$   
 $Idle\ time = 6,858$  menit

6. *Smoothing index* (SI)

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^k (ST_{max} - ST_i)^2}$$

$$SI = \sqrt{(1,215 - 0,345)^2 + \dots + (1,215 - 0,526)^2}$$

$SI = 3,115$

7. Efisiensi stasiun kerja

Dilakukan perhitungan satu per satu untuk setiap stasiun kerja

- a. Efisiensi stasiun kerja 1

$$LE = \frac{0,345}{1,215} \times 100\%$$

$LE = 28\%$

- b. Efisiensi stasiun kerja 2

$$LE = \frac{0,786}{1,215} \times 100\%$$

$LE = 65\%$

Efisiensi stasiun kerja lainnya dapat dilihat pada tabel 3.

8. *Idle Time*

Perhitungan dilakukan pada setiap stasiun kerja.

- a. Waktu menganggur stasiun kerja 1

$Idle\ time = 0,345 - 1,215 = -0,87$  menit

b. Waktu menganggur stasiun kerja 2

Idle time = 0,786 - 1,215 = -0,429 menit

Waktu menganggur stasiun kerja lainnya dapat dilihat pada tabel 3.

Table 3. Hasil perhitungan lini perakitan awal

| No | Operation                             | Waktu baku (menit) | Efisiensi stasiun kerja (%) | Waktu menganggur (menit) |
|----|---------------------------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1  | Cleaning, burning, brushing, coloring | 0,345              | 28,40%                      | 0,870                    |
| 2  | Hand ironing upper                    | 0,786              | 64,69%                      | 0,870                    |
| 3  | Creaming brushing 1                   | 2,250              | 185,19%                     | -1,035                   |
| 4  | Creaming brushing 2                   | 2,250              | 185,19%                     | -1,035                   |
| 5  | Top line shaping                      | 0,414              | 34,07%                      | 0,801                    |
| 6  | Fold and insert paper as mould pulp   | 0,471              | 38,77%                      | 0,744                    |
| 7  | Clean sole                            | 0,247              | 20,33%                      | 0,968                    |
| 8  | Spray matt lacquer                    | 0,234              | 19,26%                      | 0,981                    |
| 9  | Polishing                             | 0,500              | 41,15%                      | 0,715                    |
| 10 | Insert chopstick                      | 0,211              | 17,37%                      | 1,004                    |
| 11 | PQC (production quality control)      | 0,500              | 41,15%                      | 0,715                    |
| 12 | Fold box                              | 0,204              | 16,79%                      | 1,011                    |
| 13 | Packing                               | 0,526              | 43,29%                      | 0,689                    |

D. Keseimbangan lini

Perhitungan penyeimbangan lini perakitan dilakukan menggunakan metode heuristic, yaitu region approach (RA) dan large candidate rule (LCR), dengan mempertimbangkan durasi kerja efektif per hari dan target produksi perhari. Selain untuk menyeimbangkan lini, metode ini digunakan untuk menetapkan waktu siklus dan jumlah stasiun kerja yang optimal yang diperlukan untuk menca pai target produksi.

- Menentukan waktu siklus (CT) untuk stasiun kerja
  - Banyaknya produksi 1 hari = 358 pasang
  - Lama jam kerja 1 shift = 7,5 jam / 435 menit
  - Waktu siklut (CT) yang dibutuhkan

$$CT = \frac{435}{358} = 1,215 \text{ menit}$$

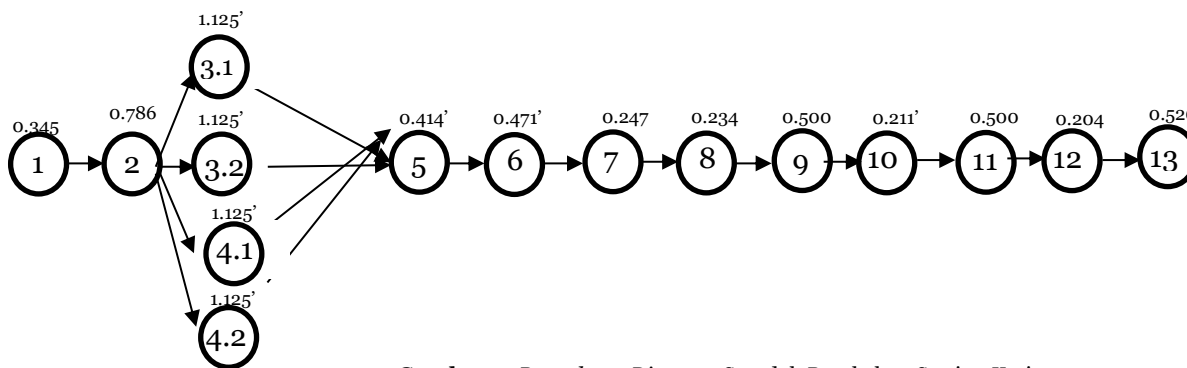
Sehingga, setiap stasiun kerja membutuhkan waktu 1,215 menit untuk menyelesaikan 1 pasang produk.

- Menentukan jumlah minimum stasiun kerja yang diperlukan

$$N = \frac{8,937}{1,215} = 7,356 \approx 7$$

Total paling sedikit stasiun kerja yang bisa dibentuk adalah 7 stasiun kerja.

Hasil analisis tabel 3 menunjukkan bahwa proses 3 dan 4 memiliki waktu proses yang lebih lama dari waktu siklus, sehingga perlu dibagi menjadi dua proses yang lebih kecil. Untuk mengatasi waktu menganggur yang negates pada proses 3 dan 4, maka pross tersebut dibagi menjadi dua proses yang lebih kecil yaitu 3.1, 3.2 dan 4.1, 4.2.



Gambar 4. Precedence Diagram Sesudah Perubahan Stasiun Kerja

- Metode Largest Candidate Rule (LCR)

Metode ini dimulai dengan mengurutkan waktu elemen kerja dari yang terlama ke yang terpendek [7]. Setelah pengurutan waktu elemen kerja, waktu elemen kerja dijumlahkan ke dalam stasiun kerja, dengan memastikan bahwa total waktu tidak melampaui waktu siklus yang ditentukan yaitu 1,215 menit. Tabel 4 merupakan klasifikasi stasiun kerja berdasarkan elemen – elemen kerja.

Tabel 4. Klasifikasi stasiun kerja metode Largest candidate rule

| No | Operation                              | Waktu stasiun kerja (menit) | Waktu baku (menit) |
|----|--|-----------------------------|--------------------|
| 1  | Creaming brushing 1                    | 1,125                       | 1,125              |
| 2  | Creaming brushing 1                    | 1,125                       | 1,125              |
| 3  | Creaming brushing 2                    | 1,125                       | 1,125              |
| 4  | Creaming brushing 2                    | 1,125                       | 1,125              |
| 5  | Hand ironing upper                     | 0,786                       | 0,786              |
| 6  | Packing                                | 1,026                       | 0,526              |
| 7  | Polishing                              |                             | 0,500              |
| 8  | PQC (production quality control)       | 0,971                       | 0,5                |
| 9  | Fold and insert paper as mould pulp    |                             | 0,471              |
| 10 | Top line shaping                       | 1,006                       | 0,414              |
| 11 | Cleaning, burning, brushing, colouring |                             | 0,345              |
| 12 | Spray mattlacquer                      | 0,649                       | 0,234              |
| 13 | Insert chopstick                       |                             | 0,211              |

a. Efisiensi lini (*line efficiency*)

$$LE = \frac{8,937}{9 \times 1,215} \times 100\%$$

$$LE = 82,7 \%$$

b. *Balance delay* (BD)

$$BD = \frac{(9 \times 1,215) - 8,937}{9 \times 1,215} \times 100\%$$

$$BD = 18,3 \%$$

c. Total waktu menganggur

$$Idle\ time = (9 \times 1,215) - 8,937$$

$$Idle\ time = 1,998\ \text{menit}$$

d. *Smoothing index* (SI)

$$SI = \sqrt{(1,215 - 1,125)^2 + \dots + (1,215 - 0,649)^2}$$

$$SI = 0,822$$

e. Efisiensi stasiun kerja

- Efisiensi stasiun kerja 1

$$LE = \frac{1,125}{1,215} \times 100\%$$

$$LE = 92,6 \%$$

f. Waktu menganggur

- Waktu menganggur stasiun kerja 1

$$Idle\ time = 1,125 - 1,215 = -0,09\ \text{menit}$$

Efektivitas stasiun kerja serta waktu tidak produktif dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil performasi stasiun kerja metode *large candidate rule* (LCR).

| Stasiun | Operation   | Waktu stasiun kerja (menit) | Efisiensi stasiun kerja (%) | Waktu menganggur (menit) |
|---------|---|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1       | <i>Creaming brushing 1</i>  | 1,125                       | 92,6 %                      | 0,09                     |
| 2       | <i>Creaming brushing 1</i>  | 1,125                       | 92,6 %                      | 0,09                     |
| 3       | <i>Creaming brushing 2</i>  | 1,125                       | 92,6 %                      | 0,09                     |
| 4       | <i>Creaming brushing 2</i>  | 1,125                       | 92,6 %                      | 0,09                     |
| 5       | <i>Hand ironing upper</i>   | 0,786                       | 64,7 %                      | 0,429                    |
| 6       | <i>Polishing and Packing</i>  | 1,026                       | 84,4 %                      | 0,189                    |
| 7       | <i>Fold and insert paper as mould pulp + production quality control (PQC)</i>   | 0,971                       | 79,9 %                      | 0,244                    |
| 8       | <i>Top line shaping + cleaning, burning, brushing, colouring and clean sole</i> | 1,006                       | 82,8 %                      | 0,209                    |
| 9       | <i>Spray matt lacquer, insert chopstick, fold box</i>                           | 0,649                       | 53,4 %                      | 0,566                    |

4. Metode *Region Approach* (RA)

Metode *line balancing* ini berdasarkan pada pendekatan wilayah, yang membagi wilayah secara vertical dan mengatur waktu elemen kerja sehingga tidak ada dua operasi yang berhubungan dalam satu wilayah. Tabel 6 merupakan pengelompokan stasiun kerja berdasarkan komponen – komponen kerja yang terkait.

**Tabel 6.** Pengelompokan stasiun kerja metode *region approach* (RA).

| No | Operation                                     | Waktu stasiun kerja (menit) | Precedence | Waktu baku (menit) |
|----|---|-----------------------------|------------|--------------------|
| 1  | <i>Cleaning, burning, brushing, colouring</i> | 1,131                       | 1          | 0,345              |
|    | <i>Hand ironing upper</i>                     |                             | 2          | 0,786              |
| 2  | <i>Creaming brushing 1</i>                    | 1,125                       | 3.1        | 2,250              |
| 3  | <i>Creaming brushing 1</i>                    | 1,125                       | 3.2        |                    |
| 4  | <i>Creaming brushing 2</i>                    | 1,125                       | 4.1        | 2,250              |
| 5  | <i>Creaming brushing 2</i>                    | 1,125                       | 4.2        |                    |
| 6  | <i>Top line shaping</i>                       | 1,132                       | 5          | 0,414              |
|    | <i>Fold + insert paper as mould pulp</i>      |                             | 6          | 0,471              |
|    | <i>Clean outsole</i>                          |                             | 7          | 0,247              |
| 7  | <i>Spray mattlacquer</i>                      | 0,945                       | 8          | 0,234              |
|    | <i>Polishing</i>                              |                             | 9          | 0,500              |
|    | <i>Insert chopstick</i>                       |                             | 10         | 0,211              |
| 8  | <i>Production Quality Control (PQC)</i>       | 0,500                       | 11         | 0,500              |
| 9  | <i>Fold box</i>                               | 0,730                       | 12         | 0,204              |
|    | <i>Packing</i>                                |                             | 13         | 0,526              |
|    | <b>Total</b>                                  | 8,937                       |            | 8,937              |

a. Efisiensi lintasan (*line efficiency*)

$$LE = \frac{8,937}{9 \times 1,215} \times 100\%$$

$$LE = 81,73 \%$$

b. *Balance delay* (BD)

$$BD = \frac{(9 \times 1,215) - 8,937}{9 \times 1,215} \times 100\%$$

$$BD = 18,27 \%$$

c. Total waktu menganggur

$$Idle\ time = (9 \times 1,215) - 8,937$$

$$Idle\ time = 1,998\ \text{menit}$$

d. *Smoothing index (SI)*

$$SI = \sqrt{(1,215 - 1,131)^2 + \dots + (1,215 - 0,730)^2}$$

$$SI = 0,931$$

e. Efisiensi stasiun kerja

- Efisiensi stasiun kerja 1

$$LE = \frac{1,131}{1,215} \times 100\%$$

$$LE = 93,09 \%$$

f. *Idle Time*

- Waktu menganggur stasiun kerja 1

$$Idle\ time = 1,131 - 1,215 = - 0,084\ \text{menit}$$

Efektivitas stasiun kerja serta waktu tidak produktif dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Hasil Performasi Stasiun Kerja Metode *Regional Approach*

| Stasiun           | Waktu stasiun kerja (menit) | Efisiensi stasiun kerja (%) | Waktu menganggur (menit) |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1                 | 1,131                       | 93,1 %                      | 0,084                    |
| 2                 | 1,125                       | 92,6 %                      | 0,090                    |
| 3                 | 1,125                       | 92,6 %                      | 0,090                    |
| 4                 | 1,125                       | 92,6 %                      | 0,090                    |
| 5                 | 1,125                       | 92,6 %                      | 0,090                    |
| 6                 | 1,132                       | 93,2 %                      | 0,083                    |
| 7                 | 0,945                       | 77,8 %                      | 0,270                    |
| 8                 | 0,500                       | 41,2 %                      | 0,715                    |
| 9                 | 0,730                       | 60,1 %                      | 0,485                    |
| <b>Tot<br/>al</b> | 8,937                       |                             | 1,998                    |

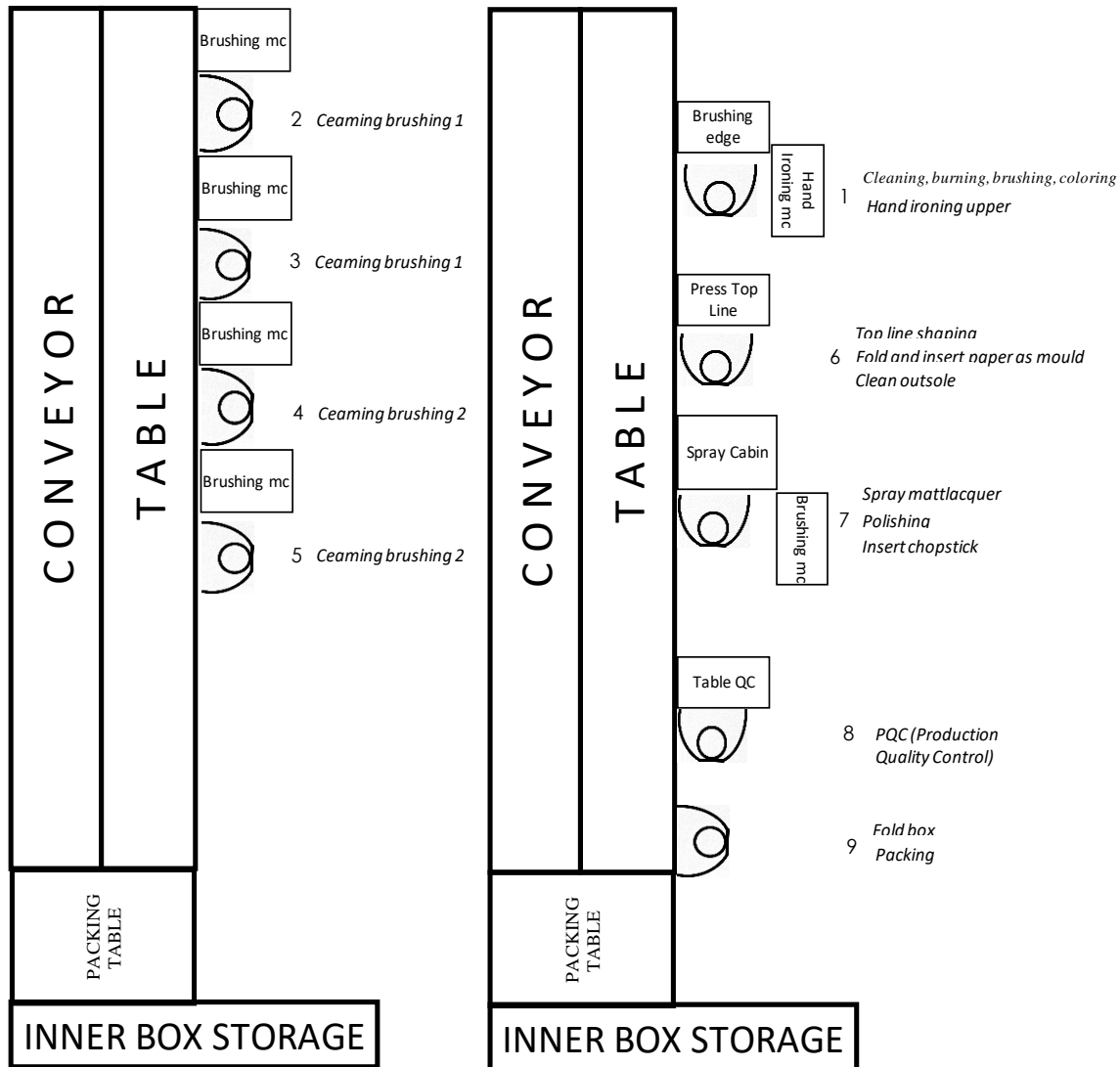
### E. Analisis

Metode LCR dan RA digunakan untuk memperbaiki distribusi waktu dan beban kerja, dan setelah dilakukan perhitungan, hasilnya dapat dilihat secara rinci pada tabel 8.

**Tabel 8.** Performansi *Line Balancing*

| Performasi             | Lini perakitan awal | Metode <i>line balancing</i> |         |
|------------------------|---------------------|------------------------------|---------|
|                        |                     | LCR                          | RA      |
| Efisiensi lini         | 49,0 %              | 81,73 %                      | 81,73 % |
| <i>Balance delay</i>   | 50,9 %              | 18,27%                       | 18,27 % |
| Total waktu menganggur | 9,738               | 1,998                        | 1,998   |
| <i>Smoothing index</i> | 2,796               | 0,931                        | 0,931   |
| Jumlah stasiun kerja   | 15                  | 9                            | 9       |

Dari hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa nilai efisiensi lini yang lebih besar mengindikasikan bahwa pembagian tugas antar stasiun kerja menjadi lebih merata dan efisien. Sedangkan, nilai *balance delay* merupakan indikator yang menunjukkan seberapa besar keseimbangan waktu sengan dalam proses produksi. Jika nilai *balance delay* meningkat, maka ketimpangan beban kerja antar stasiun kerja juga meningkat dan semakin tidak merata pembagian bobot kerja, yang berarti kinerja proses produksi semakin buruk dan tidak efisien. Nilai waktu menganggur yang semakin besar menunjukkan bahwa Perusahaan memiliki banyak waktu yang tidak produktif, sehingga perlu diambil Tindakan untuk mengurangnya. Nilai 0 pada *smoothing index* menunjukkan keseimbangan yang ideal, atau yang disebut *perfect balance*. Berdasarkan hasil Analisa, dapat dilihat pada gambar 5 tata letak mesin menggunakan metode RA.



Gambar 5. Tata letak mesin menggunakan metode *Regional Approach*.

Berdasarkan perhitungan menggunakan metode LCR dan RA, dapat disimpulkan metode RA yang memungkinkan untuk digunakan dengan kondisi pabrik saat ini. Sehingga terdapat beberapa perubahan terhadap tata letak mesinnya, seperti yang semula 15 stasiun kerja menggunakan 1 line menjadi 9 stasiun kerja menggunakan 2 line. Dengan adanya perakitan lini tersebut produksi sepatu menjadi lebih efisien dan tepat target.

#### IV. Simpulan

Dari hasil perhitungan metode *heuristic*, pada metode RA dan LCR didapatkan hasil yang sama dengan nilai efisiensi di 81,73 % *balance delay* 18,27%, total waktu menganggur 1,998 menit, dengan *smoothing index* diangka 0,930, dan perbaikan stasiun kerja dari 15 ke 9 stasiun kerja. Dari kedua metode dinilai dapat digunakan untuk perbaikan keseimbangan lini. Kemudian digunakan faktor *layout* mesin sebagai bahan pertimbangan, menyesuaikan dengan kondisi pabrik maka metode *Regional Approach* dapat digunakan sebagai metode keseimbangan lini di PT Xyz.

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada perusahaan terkait yang menjadi tempat penelitian yang senantiasa mendukung dan memberikan hal-hal yang dibutuhkan selama penelitian ini berlangsung. Semoga adanya artikel ini dapat bermanfaat untuk berbagai pihak dan pembaca.

#### Referensi

1. R. Taufiqur and C. A. Santoso, "Comparison of Ranked Positional Weight, Largest Candidate Rule, and J-Wagon Methods for Determining Optimal Line Balancing in Shoe Production," *Jurnal Inovasi*, vol. 15, no. 1, 2019.
2. D. K. Sofyan, Syarifuddin, M. Sri, and Islamiyati, "Production Line Balancing of Tire Retreading Using Largest Candidate Rule Method," *Jurnal Optimalisasi*, vol. 5, no. 1, 2019.
3. D. J. Antandito, M. Choiri, and L. Riawati, "Lean Manufacturing Approach in Furniture Production Using Cost Integrated Value Stream Mapping," *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, vol. 2, no. 6, 2020.
4. M. I. P. Karmawan, F. Pulansari, and D. S. Donoriyanto, "Line Balancing Analysis Using Largest Candidate Rule, Kilbridge and Western, and Ranked Positional Weight Methods at PT XYZ," *Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi*, vol. 1, no. 1, 2020.
5. Eddy and Mifthahulahan, "Optimization of Production Line Balancing Using Largest Candidate Rule at PT PAP," *Jurnal Simetri Rekayasa*, vol. 2, no. 2, 2020.
6. R. I. Aisyah and T. Suhaeni, "Perceived Value of Shoe Products and Consumer Repurchase Intention," *Jurnal Riset Bisnis dan Investasi*, vol. 5, no. 2, 2019.

# Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 26 No. 4 (2025): October

DOI: 10.21070/ijins.v26i4.2122

7. A. A. N. Laili and E. R. Lestari, "Line Balancing Analysis in Ribbed Smoked Sheet Production Using Heuristic Methods," *BIO Web of Conferences*, vol. 90, 2023.
8. F. N. Azizah and Wahyudin, "Application of Ranked Positional Weight Method in Animal Feed Production," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 2, no. 4, 2023.
9. H. Minaturrehman et al., "Design Analysis of Mango Picking Tool (LATIKMA)," *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, vol. 7, no. 1, 2022.
10. W. Poncotoyo, Y. Ayutia, et al., "Line Balancing Using Ranked Positional Weight, Regional Approach, and Largest Candidate Rule," *Jurnal Sistem Transportasi dan Logistik*, vol. 2, no. 1, 2022.
11. M. M. Teshome and M. T. Yifter, "Productivity Improvement Through Assembly Line Balancing Using Simulation Modeling," *Heliyon*, vol. 10, 2024.
12. I. A. Ardiyansyah and U. Amrina, "Production Line Balancing Using Ranked Positional Weight and Largest Candidate Rule in Printer Assembly," *Jurnal Teknik Sistem Industri*, vol. 3, no. 2, 2022.
13. A. F. Nurwicaksono and Rusindiyanto, "Production Line Improvement Using Largest Candidate Rule and Kilbridge and Western Method," *Jurnal Tekmapro*, vol. 15, no. 2, 2020.
14. M. A. Yaqin, F. R. Fadhilah, et al., "Optimization of Islamic Boarding School Scheduling Using Precedence Diagram Method," *Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika*, vol. 5, no. 2, 2022.
15. H. Purnomo and H. I. Kusuma, "Workstation Design Analysis in Jacket Production Using Five Line Balancing Methods," *Jurnal Teknik Terapan*, vol. 8, no. 1, 2024.
16. G. P. Smale, *Industrial Engineering Manual*. Denmark: Global Shoe Production, 2015.
17. G. P. Smale, *Department KPI Standard*. Denmark: Global Shoe Production, 2015.