

## ***Analysis of Shoe Production Time Efficiency Using Line Balancing and Ranked Positional Weight (RPW) Method*** **[Analisis Efisiensi Waktu Produksi Sepatu Dengan Metode Line Balancing Dan Ranked Positional Weight (RPW)]**

Mochammad Yogi Andrianto Nugroho<sup>1)</sup>, Inggit Marodiyah<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>2)</sup>Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: [inggit@umsida.ac.id](mailto:inggit@umsida.ac.id)

**Abstract.** *The problem observed in the initial condition indicates an imbalance of workload among workstations, which leads to bottlenecks, particularly in the sewing process that has the highest processing time. The initial condition shows a line efficiency of 39.06% and a balance delay of 60.94% with a total of 12 workstations. This study aims to analyze the efficiency of shoe production time and to improve the balance of the production line. The method used in this research is line balancing with the Ranked Positional Weight (RPW) approach. The results show that after improvements were implemented, the number of workstations was reduced to 6, with an increase in line efficiency to 78.13% and a balance delay of 21.88%. Thus, the application of the line balancing method using the RPW approach has proven effective in improving line balance and production efficiency of shoes without the need to add labor or production facilities.*

**Keywords** - line balancing, ranked positional weight, production efficiency, production line, shoe industry.

**Abstrak.** *Permasalahan yang terjadi pada kondisi awal menunjukkan adanya ketidakseimbangan beban kerja antar stasiun kerja yang menyebabkan bottleneck, terutama pada proses penjahitan dengan waktu proses tertinggi. Kondisi awal memiliki nilai line efficiency sebesar 39,06% dan balance delay sebesar 60,94% dengan jumlah 12 stasiun kerja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi waktu produksi sepatu serta meningkatkan keseimbangan lintasan produksi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah line balancing dengan pendekatan Ranked Positional Weight (RPW). Berdasarkan hasil analisis, setelah dilakukan perbaikan, konfigurasi lini produksi tersusun menjadi enam stasiun kerja, dengan peningkatan line efficiency hingga 78,13% serta balance delay sebesar 21,88%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan line balancing melalui pendekatan RPW mampu meningkatkan keseimbangan lintasan produksi sekaligus efisiensi proses pembuatan sepatu, tanpa memerlukan penambahan tenaga kerja maupun fasilitas produksi.*

**Kata Kunci** - line balancing, ranked positional weight, efisiensi produksi, lintasan produksi, industri sepatu.

### **I. PENDAHULUAN**

PT Xyz merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur sepatu, di mana proses produksinya meliputi sejumlah tahapan penting mulai dari, pemotongan pola *upper*, pemotongan *outsole*, perakitan *upper* dengan *outsole*, penjahitan, pemasangan *insole*, pemasangan logo, pengeleman, pemanasan, pelubangan tali sepatu, pemasangan tali sepatu, inspeksi, pengemasan (*packing*). Penerapan proses produksi yang tepat sejak awal dapat mengurangi risiko kegagalan produk setelah sampai ke konsumen [1]. Sepatu berfungsi melindungi kaki dari kotoran dan benda tajam, tetapi kini juga menjadi bagian penting dari fashion yang meningkatkan penampilan dan kepercayaan diri [2]. Kualitas produk yang baik harus mempertimbangkan berbagai dimensi, seperti kinerja, karakteristik, keandalan, kesesuaian, daya tahan, kemudahan perbaikan, estetika, serta kualitas yang dirasakan oleh konsumen [3].

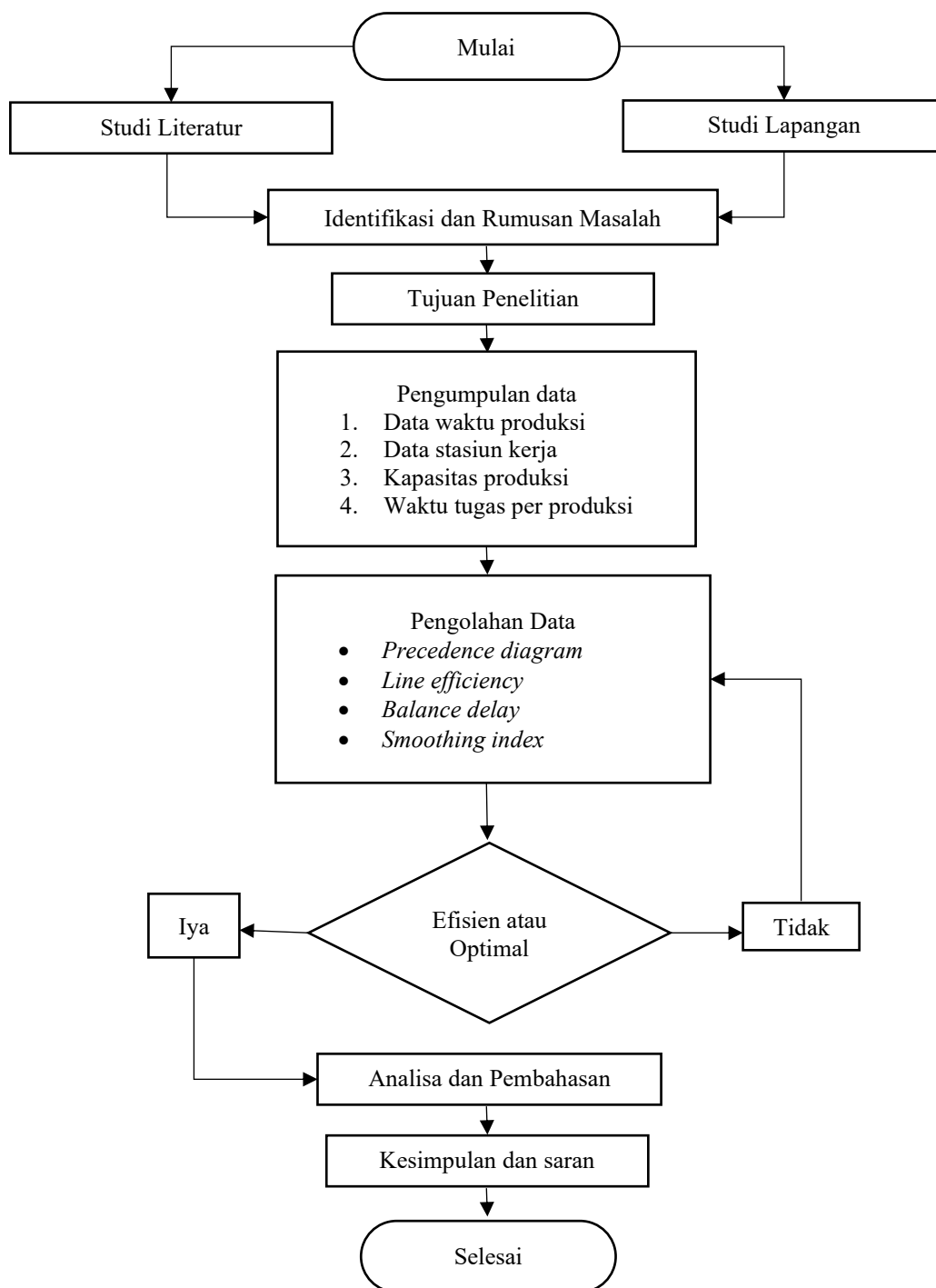
Berdasarkan hasil observasi awal di lapangan, ditemukan adanya perbedaan waktu penyelesaian yang cukup signifikan antar tahapan proses produksi. Salah satu tahapan yang menonjol adalah proses perakitan *upper* dengan *outsole* dengan waktu 57 detik, dengan tingkat *line efficiency* saat ini 39,06 %, *balance delay* 60,94 % Kondisi tersebut mengindikasikan terjadinya beban kerja yang berlebihan pada tahapan ini, sehingga berpotensi menjadi titik hambatan (*bottleneck*) dalam alur produksi. Temuan ini menunjukkan bahwa pembagian beban kerja antar stasiun kerja belum berjalan secara seimbang, di mana beberapa stasiun mengalami waktu menganggur yang relatif tinggi, sementara stasiun lainnya harus menanggung beban kerja yang lebih besar. Ketidakseimbangan tersebut menyebabkan aliran produksi menjadi kurang optimal, menimbulkan ketidakteraturan waktu produksi serta perbedaan durasi kerja antar operator, yang pada akhirnya berdampak pada penurunan efisiensi produksi, peningkatan jumlah *work in process* (WIP), serta potensi keterlambatan dalam pemenuhan permintaan pelanggan.

Lini produksi ini dirancang untuk variasi produk rendah, Kondisi tersebut berpotensi membatasi tingkat fleksibilitas serta kemampuan sistem dalam beradaptasi terhadap dinamika tren dan perubahan permintaan di masa mendatang [4]. Permasalahan ini dapat diatasi melalui penerapan metode *line balancing*, yaitu suatu teknik pengaturan aliran produksi yang bertujuan untuk mendistribusikan beban kerja secara seimbang pada setiap stasiun kerja [5]. Salah satu pendekatan yang umum digunakan adalah metode *Ranked Positional Weight* (RPW), yang mempertimbangkan prioritas serta waktu proses tiap tugas untuk mengalokasikan pekerjaan secara optimal ke setiap stasiun [6]. Metode *Ranked Positional Weight* (RPW) digunakan dalam penelitian ini untuk menyeimbangkan beban kerja antar stasiun kerja melalui perhitungan bobot posisi dan analisis lintasan produksi, sehingga potensi terjadinya *bottleneck* atau penumpukan material akibat ketidakseimbangan beban kerja dapat diminimalkan serta kapasitas produksi dapat ditingkatkan [7]. Metode *Region Approach* merupakan salah satu metode yang digunakan dalam penyeimbangan lintasan produksi dengan cara menentukan waktu siklus melalui penerapan trial factor terhadap total elemen kerja yang ada. Selanjutnya, metode *Largest Candidate Rule* merupakan metode penyeimbangan lintasan yang mengatur elemen kerja secara descending (dari nilai terbesar ke nilai terkecil) berdasarkan besarnya waktu operasi ( $T_i$ ) setiap elemen kerja [8]. Metode J-Wagon merupakan metode penyeimbangan lintasan yang mengurutkan elemen kerja berdasarkan jumlah terbanyak pada setiap stasiun, sehingga elemen dengan frekuensi tertinggi diprioritaskan untuk menghasilkan susunan stasiun kerja yang lebih efisien dan sistematis [9]. Melalui penerapan metode tersebut, perusahaan diharapkan mampu meningkatkan efisiensi produksi, menekan *idle time*, dan meningkatkan *output* sambil tetap menjaga kualitas tanpa penambahan tenaga kerja maupun fasilitas [10]. Efisiensi waktu produksi dapat menjadi nilai tambah bagi perusahaan dan konsumen [11].

Penelitian sebelumnya oleh Sinurat dkk. (2023) mengkaji perancangan stasiun kerja menggunakan metode *line balancing* dengan teknik *Ranked Position Weight* (RPW). Hasilnya menunjukkan bahwa metode tersebut efektif mengatasi ketidakseimbangan elemen kerja sehingga efisiensi dan keseimbangan lintasan produksi meningkat signifikan [12]. Penelitian oleh Fitriani dkk. (2025) menerapkan metode *line balancing* dan teknik RPW untuk meningkatkan efisiensi perakitan Control Panel pada Line Service Part di PT Kawai Indonesia Plant 3. Hasilnya, jumlah stasiun kerja dapat dikurangi dari lima menjadi tiga, sehingga proses produksi menjadi lebih efisien [13]. Berdasarkan berbagai penelitian sebelumnya, penggunaan metode *line balancing* terbukti mampu meningkatkan efisiensi waktu produksi serta mengurangi waktu menganggur pada setiap stasiun kerja. Dengan menerapkan metode ini, perusahaan diharapkan dapat memperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai tingkat efisiensi produksinya, menyeimbangkan alur kerja secara optimal, serta merumuskan rekomendasi perbaikan yang lebih terukur

## II. METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dengan menggunakan konsep *line balancing* dengan pendekatan *longest operation time* dan *ranked positional weight* (RPW). *Longest operation time* merupakan metode pemesanan pesanan berdasarkan waktu pengerjaannya, artinya pekerjaan dengan waktu pengerjaan yang lama akan diprioritaskan dan diberikan preferensi tidak melebihi nilai *takt time* [27]. Metode *Ranked Positional Weight* (RPW), yang diperkenalkan oleh Helgeson dan Birnie, merupakan pendekatan yang mengurutkan elemen kerja berdasarkan nilai bobot posisi. Bobot tersebut diperoleh dari akumulasi waktu suatu elemen kerja dengan seluruh waktu elemen yang mengikutinya dalam urutan proses. Melalui pendekatan ini, pendistribusian tugas ke dalam stasiun kerja dapat dilakukan secara lebih terstruktur dan efisien, khususnya pada sistem produksi yang memiliki urutan kerja yang kompleks [28]. Penelitian ini dilaksanakan pada salah satu perusahaan manufaktur sepatu yang berlokasi di Kabupaten Sidoarjo, dengan fokus kajian pada proses produksi sepatu. Pengambilan data dilakukan selama 6 bulan dari bulan April sampai dengan September 2025. Dalam penelitian ini, data akan dikumpulkan melalui beberapa metode untuk menyelesaikan studi kasus yang dilakukan di PT. Xyz, dengan menggunakan dua jenis data, yaitu data primer dan sekunder. Berikut adalah data primer yang diperlukan untuk memperoleh informasi terkait permasalahan dalam penelitian ini, observasi dalam penelitian ini dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap setiap tahapan proses produksi sepatu, disertai dengan pencatatan sistematis terhadap data hasil pengamatan serta penentuan objek yang menjadi fokus kajian guna memperoleh informasi yang relevan. Data yang dikumpulkan mencakup waktu kerja harian, jumlah output per hari, serta waktu penyelesaian tiap elemen kerja dalam proses produksi. Pelaksanaan observasi selama kegiatan produksi bertujuan untuk mengidentifikasi berbagai faktor yang berpotensi menghambat kinerja lini produksi, sehingga menyebabkan tidak tercapainya target produksi yang telah ditetapkan, wawancara dilakukan dengan pihak terkait, yaitu manajer perusahaan, manajer produksi, PPIC, dan operator produksi, untuk memperoleh informasi mengenai waktu kerja aktual, pembagian aktivitas stasiun, kendala operasional, serta upaya penyeimbangan lintasan kerja. Data sekunder penelitian ini diperoleh melalui studi pustaka yang bersumber dari dokumen perusahaan serta didukung oleh jurnal dan referensi ilmiah yang relevan dengan metode *line balancing* dan *ranked positional weight*. Diagram alir penelitian menggambarkan tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian. Alur penelitian tersebut ditunjukkan pada gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian diawali dengan studi literatur, yang bertujuan untuk membangun landasan teoritis dan konseptual terkait permasalahan efisiensi waktu produksi serta metode yang digunakan, Khususnya terkait *line balancing* dan pendekatan Ranked Positional Weight (RPW), pada tahap ini peneliti melakukan penelaahan terhadap berbagai sumber pustaka, seperti jurnal ilmiah, buku referensi, serta dokumen pendukung, guna memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai konsep keseimbangan lintasan produksi, indikator efisiensi, dan metode analisis yang relevan. Hasil studi literatur tersebut kemudian dijadikan dasar dalam penentuan variabel penelitian, metode pengolahan data, serta penyusunan kerangka analisis yang sesuai dengan tujuan penelitian. Tahap selanjutnya adalah studi lapangan yang bertujuan untuk menggambarkan kondisi aktual proses produksi sepatu pada PT XYZ. Kegiatan ini mencakup observasi langsung terhadap alur produksi serta wawancara dengan pihak terkait, seperti manajer produksi, PPIC, dan operator. Melalui tahapan ini, peneliti dapat mengidentifikasi permasalahan yang terjadi di lini produksi, terutama

yang berkaitan dengan ketidakseimbangan beban kerja antar stasiun, variasi waktu proses, serta potensi terjadinya *bottleneck*. Hasil studi lapangan ini kemudian digunakan sebagai dasar dalam identifikasi dan perumusan masalah, sehingga permasalahan yang dikaji benar-benar mencerminkan kondisi yang sesuai di lapangan. Setelah permasalahan teridentifikasi, penelitian dilanjutkan dengan penetapan tujuan, yaitu menganalisis efisiensi waktu produksi serta merumuskan usulan perbaikan dilakukan melalui penerapan metode *line balancing* dengan pendekatan *Ranked Positional Weight* (RPW). Tahap berikutnya mencakup pengumpulan data yang meliputi waktu kerja harian, jumlah output produksi per hari, serta waktu penyelesaian masing-masing elemen kerja. Data tersebut kemudian dimanfaatkan sebagai dasar dalam proses pengolahan, yang meliputi penyusunan *precedence diagram*, penentuan waktu siklus, pengalokasian tugas ke dalam stasiun kerja, serta perhitungan efisiensi lintasan produksi. Hasil dari pengolahan data selanjutnya dievaluasi untuk menilai sejauh mana kondisi lintasan produksi telah mencapai tingkat efisiensi dan optimalitas yang diharapkan. Apabila hasil yang diperoleh belum memenuhi kriteria efisiensi, maka dilakukan analisis lanjutan dan penyesuaian distribusi kerja hingga diperoleh keseimbangan lintasan yang lebih baik. Seluruh hasil tersebut selanjutnya dibahas pada tahap analisis dan pembahasan untuk menginterpretasikan temuan penelitian secara komprehensif. Tahap akhir dari alur penelitian adalah penarikan kesimpulan dan pemberian saran, yang berisi ringkasan hasil penelitian serta rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan oleh perusahaan. Dengan alur penelitian yang terstruktur ini, penelitian diharapkan mampu menghasilkan analisis yang sistematis, valid, dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

### 1. *Line Balancing*

Penyeimbangan lini merupakan proses mendistribusikan elemen-elemen kerja pada jalur perakitan ke berbagai stasiun kerja untuk meminimalkan ketidakseimbangan antar mesin maupun tenaga kerja, sehingga output yang ditargetkan dapat dicapai secara lebih efisien [14]. Pertumbuhan produktivitas kini lebih di prioritaskan dibandingkan *total factor productivity* yang menilai pengaruh berbagai input produksi terhadap produktivitas [15]. *Line balancing* pada dasarnya merupakan proses pembagian elemen kerja ke dalam beberapa stasiun yang dioperasikan oleh satu atau lebih operator dengan dukungan peralatan tertentu. Durasi tunggu dan waktu operasi yang berlebih pada beberapa stasiun dalam produksi sepatu dapat menimbulkan ketidakseimbangan alur kerja, sehingga menghambat kelancaran proses dan memperpanjang total waktu produksi [16]. Sebelum menguraikan aspek operasional dari berbagai metode dalam *line balancing*, terlebih dahulu perlu dipahami sejumlah terminologi dasar yang berkaitan dengan konsep tersebut, antara lain [17]:

- Elemen kerja (*work element*) merupakan *unit* terkecil dari keseluruhan aktivitas yang harus dilaksanakan dalam suatu proses produksi atau perakitan.
- Waktu operasi ( $t_i$ ) didefinisikan sebagai waktu standar yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu aktivitas atau operasi tertentu.
- Stasiun kerja (*work station*) merupakan lokasi dalam lini produksi atau perakitan tempat berlangsungnya suatu proses atau aktivitas kerja. Setelah interval waktu siklus ditetapkan, jumlah stasiun kerja yang efisien dapat ditentukan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Sumber: [17].

Keterangan :

- Kmin : jumlah stasiun kerja minimal  
 n : jumlah elemen kerja  
 $t_i$  : waktu operasi  
 CT : waktu siklus

- Waktu siklus (*cycle time*) didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu unit produk pada suatu stasiun kerja. Nilai waktu siklus diperoleh dari perbandingan antara waktu produksi tersedia dengan target output yang ditetapkan. Secara teoritis, Waktu siklus perlu ditentukan setidaknya sama dengan atau melebihi durasi operasi terpanjang, mengingat aktivitas tersebut berpotensi menjadi sumber hambatan (*bottleneck*) dalam aliran proses produksi serta tidak melebihi hasil pembagian jam kerja efektif harian dengan jumlah produksi harian. Hubungan tersebut secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

$$CT = \frac{\text{Waktu Produksi per hari}}{\text{Permintaan harian}} \dots\dots\dots (2)$$

Sumber: [18].

- Waktu stasiun kerja ( $ST_k$ ) adalah total waktu yang dibutuhkan suatu stasiun kerja untuk menyelesaikan seluruh elemen kerja yang dialokasikan pada stasiun tersebut.
- Idle time* adalah waktu menganggur yang terjadi pada masing-masing stasiun kerja. Nilai *idle time* diperoleh dari selisih antara waktu siklus (*cycle time* atau CT) dan waktu stasiun kerja ( $ST_k$ ).

$$Idle\ time = n \cdot W_s - \sum_{i=1}^{n-1} W_i \dots\dots\dots (3)$$

Sumber: [18].

Keterangan:

- n : Total area kerja  
 W<sub>s</sub> : Durasi di stasiun kerja yang paling besar  
 W<sub>i</sub> : Durasi sebenarnya di area kerja  
 i : 1,2,3,...,n

- g. *Precedence diagram* merupakan representasi grafis yang menunjukkan urutan dan hubungan ketergantungan antar elemen kerja dalam proses perakitan produk. Oleh karena itu, pendistribusian elemen kerja ke setiap stasiun kerja harus mengacu pada diagram tersebut.
- h. *Line Efficiency* (LE) atau efisiensi lini merupakan perbandingan antara waktu kerja yang dimanfaatkan dengan waktu kerja yang tersedia pada lini produksi. Pembentukan stasiun kerja melalui pendistribusian elemen kerja dilakukan berdasarkan waktu siklus. Nilai efisiensi lini dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$E = \frac{\text{Jumlah waktu kerja total}}{\text{jumlah stasiun kerja} \times \text{waktu siklus}} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Sumber: [19].

Keterangan :

- Jumlah waktu kerja total : akumulasi dari waktu kerja seluruh tugas dalam produks.  
 Jumlah stasiun kerja : jumlah titik atau pos kerja dalam lintasan produksi  
 Waktu siklus : waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu unit produk

- i. *Balance Delay* (D) merupakan perbandingan antara total waktu menganggur (*idle time*) pada lintasan perakitan dengan waktu kerja yang tersedia. Nilai *balance delay* pada lini perakitan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$D = \frac{(K \times TC) - \sum t_i}{(K \times TC)} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

Sumber: [20].

Keterangan :

- D : balance delay (%)  
 TC : waktu siklus tertinggi  
 K : jumlah stasiun kerja  
 $\sum t_i$  : jumlah semua waktu operasi (menit)

- j. *Smoothing index* merupakan indikator yang mencerminkan tingkat kelancaran relatif keseimbangan pada lini perakitan. Nilai indeks ini dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^k (ST_{\max} - ST_i)^2} \dots\dots\dots (6)$$

Sumber: [21].

Keterangan :

- SI : indeks perataan  
 ST<sub>max</sub> : waktu maksimum pada stasiun kerja  
 St<sub>i</sub> : waktu stasiun kerja ke-i

## 2. *Ranked Position Weight*

Penerapan penyesuaian lini produksi menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) bertujuan meningkatkan efisiensi kerja serta mengurangi waktu menganggur [22]. Tujuan utama penyeimbangan lini adalah mengoptimalkan jumlah stasiun kerja dan meminimalkan waktu menganggur pada setiap stasiun. Upaya ini bertujuan mewujudkan alur produksi yang efisien melalui pemanfaatan fasilitas, tenaga kerja, dan peralatan secara optimal dengan pembagian beban kerja yang seimbang [23]. Berikut adalah penjelasan tentang metode ini [24]:

- Membuat *Diagram Precedence*: menyusun diagram yang menunjukkan urutan dan ketergantungan antar elemen pekerjaan.
- Menentukan Bobot Posisi: Bobot posisi tiap elemen kerja ditetapkan berdasarkan *precedence diagram* dengan menjumlahkan waktu proses elemen tersebut dan seluruh elemen kerja yang mengikutinya.
- Mengurutkan Elemen Berdasarkan Bobot Posisi: Elemen kerja diurutkan berdasarkan nilai bobot posisi mulai dari yang tertinggi hingga terendah, di mana elemen dengan bobot terbesar diprioritaskan untuk ditempatkan terlebih dahulu pada stasiun kerja.
- Mengalokasikan Elemen ke Stasiun Kerja: Proses penempatan elemen pekerjaan ke setiap stasiun kerja dilakukan dengan memperhatikan bobot tugas masing-masing serta kapasitas yang tersedia pada stasiun tersebut, sehingga pembagian beban kerja dapat berlangsung secara lebih merata dan seimbang.
- Menilai Hasil dan Menyesuaikan: Melakukan evaluasi terhadap hasil penyeimbangan lintasan yang telah diterapkan, kemudian melakukan penyesuaian seperlunya agar distribusi beban kerja menjadi lebih proporsional dan kinerja produksi dapat berlangsung secara lebih efisien.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengolahan data

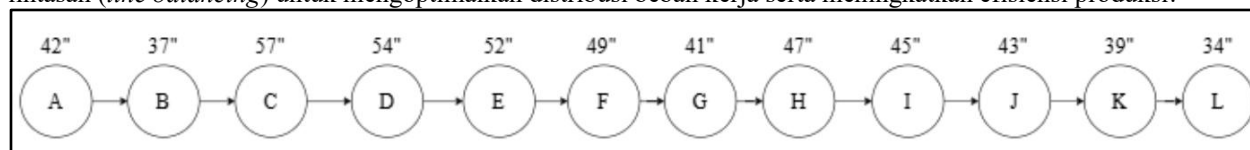
##### 1. Kondisi aktual

Berdasarkan hasil pengumpulan data operasi kerja pada proses produksi sepatu yang disajikan pada tabel 1, selanjutnya dilakukan analisis pembahasan secara rinci sebagai berikut:

**Tabel 1. Hasil Analisa Operasi Kerja Kondisi Aktual**

Tugas	Deskripsi	Task time (detik)	Preceding task
A	Pemotongan pola <i>upper</i>	42	-
B	Pemotongan <i>outsole</i>	37	A
C	Perakitan <i>upper</i> dengan <i>outsole</i>	57	B
D	Penjahitan	54	C
E	Pemasangan <i>insole</i>	52	D
F	Pemasangan logo	49	E
G	Pengeleman	41	F
H	Pemanasan	47	G
I	Pelubangan tali sepatu	45	H
J	Pemasangan tali sepatu	43	I
K	Inspeksi	39	J
L	Pengemasan ( <i>packing</i> )	34	K
Total		540	

Tabel 1. Menyajikan hasil analisis operasi kerja pada kondisi aktual proses produksi sepatu menunjukkan adanya 12 elemen kerja yang tersusun secara berurutan, mulai dari aktivitas A hingga L. Setiap elemen kerja dilengkapi dengan deskripsi aktivitas, waktu penyelesaian (*task time*), serta hubungan ketergantungan (*preceding task*) yang menunjukkan urutan pelaksanaan proses. Kegiatan produksi dimulai dari pemotongan pola *upper* (A) dengan durasi 42 detik tanpa adanya proses pendahulu. Tahapan selanjutnya berlangsung secara bertahap, diawali dari pemotongan *outsole* (B) yang bergantung pada A, hingga proses akhir berupa pengemasan (*packing*) (L) yang dilakukan setelah seluruh aktivitas sebelumnya selesai. Keterkaitan antar elemen kerja bersifat linear, sehingga setiap aktivitas hanya dapat dijalankan apabila tahapan sebelumnya telah terselesaikan. Waktu pengerjaan masing-masing elemen menunjukkan variasi yang cukup signifikan, dengan durasi terpanjang pada elemen C sebesar 57 detik dan durasi tercepat pada elemen L sebesar 34 detik. Secara keseluruhan, total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh rangkaian proses produksi mencapai 540 detik. Temuan ini menunjukkan bahwa aliran proses produksi berjalan secara berurutan dan saling bergantung, sehingga menjadi landasan penting dalam analisis keseimbangan lintasan (*line balancing*) untuk mengoptimalkan distribusi beban kerja serta meningkatkan efisiensi produksi.



**Gambar 2. Precedence diagram** proses produksi sepatu

Gambar 2. menggambarkan ketergantungan urutan kerja antar elemen dalam proses produksi sepatu. Diagram ini menunjukkan aliran produksi mulai dari elemen 1 hingga 12, lengkap dengan durasi waktu masing-masing elemen kerja, dan ditemukan waktu keterlambatan terbesar proses produksi pada stasiun kerja ke-3 dengan waktu 57 detik. Hasil analisis waktu pengamatan menunjukkan bahwa proses produksi belum mencapai performa yang optimal. Oleh karena itu, dilakukan upaya perbaikan dengan menerapkan metode *Ranked Positional Weight* (RPW). Tahap awal diawali dengan penentuan waktu siklus serta perhitungan bobot pada masing-masing elemen kerja, yang selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam mengurutkan operasi berdasarkan nilai bobot posisinya.

Berikut merupakan perhitungan *cycle time*, stasiun kerja minimum, penugasan, gambar *precedence diagram* yang diberi penugasan nilai *Line Efficiency*, *idle time*:

$$\begin{aligned}
 \text{a. Jam Kerja bersih} &= \text{Total waktu kerja} - \text{Waktu istirahat} \\
 &= 9 \text{ jam} - 1 \text{ jam} \\
 &= 8 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Jam kerja bersih merupakan waktu efektif yang digunakan untuk melakukan aktivitas produksi, yang diperoleh dari pengurangan antara total waktu kerja dengan waktu istirahat. Dalam konteks ini, total waktu kerja yang ditetapkan adalah selama 9 jam, dengan alokasi waktu istirahat sebesar 1 jam. Oleh karena itu, jam kerja bersih yang tersedia untuk kegiatan operasional adalah sebesar 8 jam.

b. Target produksi = 250 pasang sepatu per hari

Target produksi dalam penelitian ini ditetapkan sebesar 250 pasang sepatu per hari. Target tersebut berfungsi sebagai acuan utama dalam perencanaan dan pengendalian proses produksi, terutama dalam menentukan waktu siklus (*cycle time*) yang perlu dicapai pada setiap stasiun kerja. Dengan adanya penetapan target ini, perusahaan diharapkan dapat memanfaatkan sumber daya secara lebih optimal, menjaga kelancaran aliran proses produksi, serta memastikan jumlah output yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan yang telah direncanakan.

$$\begin{aligned} \text{c. Cycle time} &= \frac{\text{jam kerja}}{\text{kapasitas produksi}} \\ &= \frac{28800}{250} \\ &= 115,2 \text{ (detik)} \end{aligned}$$

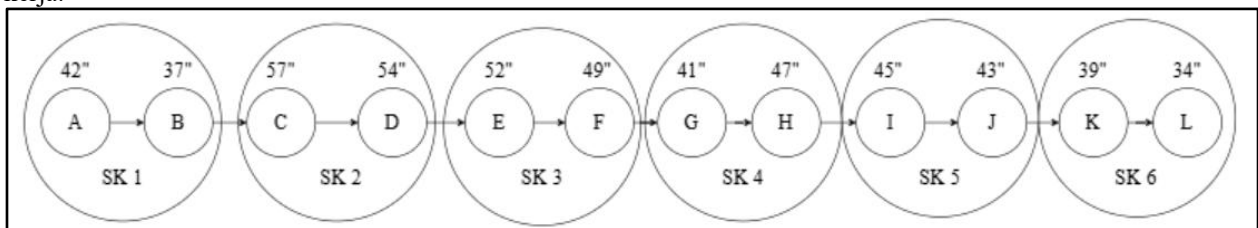
Nilai *cycle time* diperoleh dari perbandingan antara total waktu kerja efektif dengan jumlah target produksi yang harus dicapai. Dalam perhitungan ini, jam kerja efektif sebesar 28.800 detik dibagi dengan kapasitas produksi sebanyak 250 unit, sehingga diperoleh nilai takt time sebesar 115,2 detik per unit. Nilai ini menunjukkan bahwa setiap unit produk harus diselesaikan dalam waktu 115,2 detik agar target produksi dapat terpenuhi.

$$\begin{aligned} \text{d. Jumlah stasiun kerja} &= \frac{\text{total waktu kerja}}{\text{waktu siklus}} \\ &= \frac{540}{115,2} \\ &= 4,69 \approx 5 \text{ stasiun} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan teoritis, jumlah minimum stasiun kerja adalah lima, yang diperoleh dari pembagian total waktu kerja 540 detik dengan waktu siklus 115,2 detik. Namun, penerapannya di lapangan terkendala oleh hubungan ketergantungan antar elemen kerja, variasi waktu proses, serta batasan waktu siklus. Jika dipaksakan menjadi lima stasiun, akan terjadi kelebihan waktu pada beberapa stasiun yang berpotensi menimbulkan ketidakseimbangan dan *bottleneck*. Oleh karena itu, dilakukan penyesuaian menjadi enam stasiun kerja agar beban kerja lebih seimbang, sehingga aliran produksi tetap lancar, *idle time* berkurang, dan efisiensi meningkat.

e. *Longest operation time*

Dalam penelitian ini, nilai *cycle time* yang ditetapkan adalah sebesar 115,2 detik. Hasil pengelompokan elemen kerja menunjukkan bahwa total waktu pada masing-masing stasiun kerja tidak melampaui batas tersebut, sehingga seluruh elemen kerja dapat teralokasi secara optimal. Dengan demikian, penerapan metode ini mampu mempertahankan keseimbangan lintasan produksi serta mencegah terjadinya kelebihan beban kerja pada setiap stasiun kerja.



**Gambar 3.** *Precedence diagram* hasil penugasan

Gambar 3. Menyajikan diagram *precedence* yang menggambarkan urutan serta hubungan ketergantungan antar elemen kerja dalam proses produksi sepatu yang telah dikelompokkan ke dalam beberapa stasiun kerja. Pada tahap awal, elemen kerja A dengan waktu proses 42 detik dan B sebesar 37 detik berada dalam satu kelompok sebagai titik awal aliran produksi. Selanjutnya, proses berlangsung secara berurutan dari elemen C (57 detik) ke D (54 detik), kemudian dari E (52 detik) ke F (49 detik), dilanjutkan dengan G (41 detik) ke H (47 detik), berikutnya dari I (45 detik) ke J (43 detik), hingga mencapai tahap akhir pada elemen K (39 detik) dan L (34 detik). Arah panah pada diagram merepresentasikan hubungan ketergantungan antar elemen kerja, di mana setiap aktivitas harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum aktivitas berikutnya dapat dilakukan. Sementara itu, pengelompokan elemen kerja dalam bentuk kotak menunjukkan pembagian ke dalam stasiun kerja sebagai hasil penerapan metode *line balancing*. Secara keseluruhan, diagram tersebut menggambarkan bahwa aliran proses produksi tersusun secara linear dan sistematis, sehingga memudahkan dalam melakukan analisis efisiensi lintasan serta menentukan distribusi beban kerja yang lebih optimal melalui pendekatan *Ranked Positional Weight* (RPW).

**Tabel 2.** Perhitungan Stasiun Kerja Setelah Perbaikan

Stasiun	Elemen kerja	Proses Kerja	Waktu elemen (detik)	Total WS (Detik)	idle time (Detik)
1	A + B	pemotongan pola <i>upper</i> , pemotongan <i>outsole</i>	42+37	79	36,2
2	C+D	Perakitan <i>upper</i> dengan <i>outsole</i> , penjahitan	57+54	111	4,2
3	E + F	pemasangan <i>insole</i> , pemasangan logo	52+49	101	14,2
4	G+ H	pengeleman, pemanasan	41+47	88	27,2
5	I + J	pelubangan tali sepatu, pemasangan tali sepatu	45+43	88	27,2
6	K+L	inspeksi, pengemasan ( <i>packing</i> )	39+34	73	42
Total				540	151,2

Tabel 2. Menyajikan distribusi elemen kerja pada proses produksi sepatu yang telah dialokasikan ke dalam beberapa stasiun kerja beserta waktu pengerjaannya. Setiap stasiun kerja terdiri atas kombinasi elemen kerja (misalnya A+B, C+D, dan seterusnya) yang merepresentasikan rangkaian aktivitas produksi tertentu. Pada Stasiun 1 (A+B), aktivitas yang dilakukan meliputi pemotongan pola *upper*, pemotongan *outsole*, perakitan *upper* dengan *outsole*, serta proses penjahitan, dengan total waktu 79 detik dan *idle time* sebesar 36,2 detik. Stasiun 2 (C+D) mencakup aktivitas perakitan dan penjahitan dengan total waktu proses sebesar 111 detik serta *idle time* 4,2 detik, yang menunjukkan pemanfaatan waktu kerja yang relatif efisien. Berikutnya, Stasiun 3 (E+F) menangani pemasangan *insole* dan logo dengan total waktu 101 detik dan *idle time* 14,2 detik. Pada Stasiun 4 (G+H), kegiatan yang dilakukan meliputi proses pengeleman dan pemanasan dengan total waktu 88 detik serta *idle time* sebesar 27,2 detik. Stasiun 5 (I+J) berfokus pada proses pelubangan lubang tali sepatu dan pemasangan tali, dengan total waktu yang sama, yaitu 88 detik, serta *idle time* 27,2 detik. Sementara itu, Stasiun 6 (K+L) meliputi aktivitas inspeksi dan pengemasan (*packing*) dengan total waktu 73 detik, namun memiliki *idle time* paling besar, yaitu 42 detik, yang mengindikasikan masih adanya ketidakseimbangan beban kerja pada stasiun tersebut. Secara keseluruhan, total waktu elemen kerja mencapai 540 detik dengan akumulasi *idle time* sebesar 151,2 detik. Kondisi ini menunjukkan masih adanya waktu menganggur yang cukup signifikan pada beberapa stasiun kerja, sehingga diperlukan upaya perbaikan melalui penerapan *line balancing* guna meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi *idle time*.

$$\begin{aligned}
 \text{f. Efisiensi (Line efficiency)} &= \frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah stasiun kerja} \times \text{Waktu siklus}} \\
 &= \frac{540}{6 \times 115,2} \\
 &= 78,13 \%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, total waktu kerja sebesar 540 detik dibandingkan dengan total waktu tersedia sebesar hasil perkalian 6 stasiun kerja dan waktu siklus 115,2 detik, sehingga diperoleh nilai efisiensi lini sebesar 78,13%. Nilai ini menunjukkan bahwa sebesar 78,13% dari total waktu yang tersedia pada lini produksi telah dimanfaatkan secara efektif untuk kegiatan produksi.

$$\begin{aligned}
 \text{g. Idle time} &= (\text{jumlah stasiun kerja} \times \text{waktu siklus}) - \text{total waktu} \\
 &= (6 \times 115,2) - 540 \\
 &= 151,2 \text{ (detik)}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, total waktu tersedia yang merupakan hasil perkalian antara 6 stasiun kerja dan waktu siklus 115,2 detik adalah sebesar 691,2 detik. Setelah dikurangi dengan total waktu kerja sebesar 540 detik, diperoleh *idle time* sebesar 151,2 detik. Nilai ini menunjukkan adanya waktu yang tidak termanfaatkan dalam proses produksi yang berpotensi untuk diminimalkan guna meningkatkan efisiensi lini.

## 2. Pembobotan

**Tabel 3. Nilai *Ranked Positional Weight* (RPW) Tiap Pekerjaan**

Tugas	Elemen Kerja	Detik	Total	Rank
A	Pemotongan pola <i>upper</i>	42+37+57+54+52+49+41+47+45+43+39+34	540	1
B	Pemotongan <i>outsole</i>	37+57+54+52+49+41+47+45+43+39+34	498	2
C	Perakitan <i>upper</i> dengan <i>outsole</i>	57+54+52+49+41+47+45+43+39+34	461	3
D	Penjahitan	54+52+49+41+47+45+43+39+34	404	4
E	Pemasangan <i>insole</i>	52+49+41+47+45+43+39+34	350	5
F	Pemasangan logo	49+41+47+45+43+39+34	298	6

G	Pengeleman	41+47+45+43+39+34	249	7
H	Pemanasan	47+45+43+39+34	208	8
I	Pelubangan tali sepatu	45+43+39+34	161	9
J	Pemasangan tali sepatu	43+39+34	116	10
K	Inspeksi	39+34	73	11
L	Pengemasan ( <i>packing</i> )	34	34	12

Nilai *Ranked Positional Weight* (RPW) yang ditampilkan pada Tabel 3 disusun berdasarkan data waktu tiap elemen kerja yang diperoleh dari hasil pengumpulan data. Perhitungan bobot dilakukan dengan mengakumulasi waktu pada suatu elemen kerja bersama seluruh waktu elemen yang mengikutinya dalam urutan proses produksi. Setelah itu, dilakukan pengurutan bobot posisi dengan menyusun elemen kerja dari nilai tertinggi hingga terendah, dimulai dari aktivitas pemotongan pola *upper* sebagai peringkat pertama hingga proses pengemasan sebagai peringkat terakhir. Urutan tersebut kemudian dimanfaatkan sebagai pedoman dalam pengalokasian tugas ke stasiun kerja yang baru, sehingga pembagian beban kerja dapat lebih merata dan seimbang.

### 3. Perbandingan Kondisi Aktual dan Kondisi Perbaikan

Berikut perhitungan sebelum perbaikan

- Efisiensi Lintasan Produksi`

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi awal (Line efficiency)} &= \frac{\text{total waktu kerja}}{\text{jumlah stasiun kerja} \times \text{waktu siklus}} \\ &= \frac{540}{12 \times 115,2} \\ &= 39,06\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, total waktu kerja sebesar 540 detik dibandingkan dengan total waktu tersedia yang berasal dari 12 stasiun kerja dengan waktu siklus 115,2 detik, sehingga diperoleh nilai efisiensi awal sebesar 39,06%. Nilai ini menunjukkan bahwa tingkat pemanfaatan waktu kerja pada kondisi awal masih relatif rendah, di mana hanya 39,06% dari total waktu tersedia yang digunakan secara efektif untuk kegiatan produksi.

- *Balance delay*

$$\begin{aligned} D_{\text{awal}} &= \frac{(k \times CT) - \sum_{i=1}^n t_i}{(K \times CT)} \times 100 \\ D_{\text{awal}} &= \frac{(12 \times 115,2) - 540}{(12 \times 115,2)} \times 100 \\ D_{\text{awal}} &= 60,94\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, total waktu tersedia yang merupakan hasil perkalian 12 stasiun kerja dengan waktu siklus 115,2 detik dikurangi total waktu kerja sebesar 540 detik, kemudian dibandingkan kembali dengan total waktu tersedia tersebut dan dikalikan 100%, sehingga diperoleh nilai *balance delay* awal sebesar 60,94%. Nilai ini menunjukkan bahwa sebesar 60,94% dari total waktu yang tersedia pada lini produksi belum dimanfaatkan secara optimal dan masih berupa waktu menganggur.

- *Smoothing* indeks awal

$$\begin{aligned} SI &= \sqrt{\sum_{i=1}^k (ST_{\text{max}} - ST_i)^2} \\ SI &= \sqrt{((115,2-42)^2 + (115,2-37)^2 + (115,2-57)^2 + (115,2-54)^2 + (115,2-52)^2 + (115,2-49)^2 + (115,2-41)^2 + (115,2-47)^2 + (115,2-45)^2 + (115,2-43)^2 + (115,2-39)^2 + (115,2-34)^2)} \\ SI &= \sqrt{(5358) + (6115) + (3387) + (3745) + (3994) + (4382) + (5506) + (4651) + (4928) + (5213) + (5806) + (6593)} \\ SI &= \sqrt{59680} \\ SI &= 244,30 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, diperoleh jumlah nilai sebesar 59.680 yang merupakan hasil penjumlahan dari komponen-komponen variasi beban kerja antar stasiun. Selanjutnya, nilai tersebut diakarkan sehingga menghasilkan *smoothing index* (SI) sebesar 244,30. Nilai ini menunjukkan tingkat variasi beban kerja yang masih cukup signifikan antar stasiun kerja, sehingga diperlukan upaya penyeimbangan lebih lanjut untuk meningkatkan keseragaman dan efisiensi lini produksi.

Berikut perhitungan sesudah perbaikan

- Efisiensi Lintasan Produksi

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi akhir (Line efficiency)} &= \frac{\text{total waktu kerja}}{\text{jumlah stasiun kerja} \times \text{waktu siklus}} \\
 &= \frac{540}{6 \times 115,2} \\
 &= 78,13 \%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, total waktu kerja sebesar 540 detik dibandingkan dengan total waktu tersedia yang berasal dari 6 stasiun kerja dengan waktu siklus 115,2 detik, sehingga diperoleh nilai efisiensi akhir sebesar 78,13%. Nilai ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pemanfaatan waktu kerja secara signifikan, di mana sebesar 78,13% dari total waktu yang tersedia telah digunakan secara efektif dalam proses produksi

- *Balance delay*

$$\begin{aligned}
 D_{\text{akhir}} &= \frac{(k \times CT) - \sum_{i=1}^n t_i}{(K \times CT)} \times 100 \\
 D_{\text{akhir}} &= \frac{(6 \times 115,2) - 540}{(6 \times 115,2)} \times 100 \\
 D_{\text{akhir}} &= 21,88\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, total waktu tersedia yang merupakan hasil perkalian 6 stasiun kerja dengan waktu siklus 115,2 detik dikurangi total waktu kerja sebesar 540 detik, kemudian dibandingkan dengan total waktu tersedia tersebut dan dikalikan 100%, sehingga diperoleh nilai balance delay akhir sebesar 21,88%. Nilai ini menunjukkan bahwa tingkat waktu menganggur pada lini produksi telah berkurang secara signifikan dibandingkan kondisi awal, sehingga mencerminkan peningkatan efisiensi dan keseimbangan beban kerja antar stasiun kerja

- *Smoothing indeks akhir*

$$\begin{aligned}
 SI &= \sqrt{\sum_{i=1}^k (ST_{\text{max}} - ST_i)^2} \\
 SI &= \sqrt{((115,2-1310)^2 + (115,2-17,6)^2 + (115,2-201,6)^2 + (115,2-739,8)^2 + (115,2-739,8)^2 + (115,2-1781)^2)} \\
 SI &= \sqrt{4790,24} \\
 SI &= 69,21
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, diperoleh total penjumlahan nilai kuadrat selisih sebesar 4.790,24. Selanjutnya, nilai tersebut diakarkan sehingga menghasilkan smoothing index (SI) sebesar 69,21. Nilai ini menunjukkan bahwa setelah dilakukan perbaikan, variasi beban kerja antar stasiun kerja telah berkurang secara signifikan, sehingga distribusi pekerjaan menjadi lebih seimbang dan efisiensi lini produksi meningkat.

Setelah dilakukan perbandingan pada kondisi sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan, maka didapat rekap tabel sebagai berikut :

**Tabel 4. Perbandingan Keseimbangan Lintasan**

No	Pengukuran	Keseimbangan Lintasan	
		Sebelum	Sesudah
1	Stasiun Kerja	12	6
2	<i>Line Efficiency</i>	39,06%	78,13%
3	<i>Balance Delay</i>	60,94%	21,88%
4	<i>Smoothness Index</i>	244,30	69,21

Tabel 4. Menunjukkan hasil analisis bahwa setelah dilakukan perbaikan dengan metode *Ranked Positional Weight* (RPW), tingkat keseimbangan lintasan mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Jumlah stasiun kerja yang sebelumnya berjumlah 12 berhasil direduksi menjadi 6, yang menunjukkan bahwa pengelompokan elemen kerja menjadi lebih efisien. Peningkatan kinerja juga tercermin dari nilai *line efficiency* yang meningkat dari 39,06% menjadi 78,13%, menandakan pemanfaatan waktu kerja yang semakin optimal. Di sisi lain, nilai *balance delay* mengalami penurunan dari 60,94% menjadi 21,88%, yang mengindikasikan bahwa waktu menganggur dalam sistem dapat diminimalkan secara signifikan. Selain itu, *smoothness index* juga menurun dari 244,30 menjadi 69,21, yang menunjukkan bahwa distribusi beban kerja antar stasiun menjadi lebih merata. Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa penerapan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) efektif dalam meningkatkan keseimbangan lintasan sekaligus efisiensi pada proses produksi sepatu.

#### 4. Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan hasil analisis terhadap kondisi aktual serta penerapan metode *line balancing* dengan pendekatan *Ranked Positional Weight* (RPW), diketahui bahwa pembagian beban kerja antar stasiun masih belum sepenuhnya seimbang. Kondisi ini tercermin dari masih ditemukannya *idle time* yang cukup tinggi pada beberapa stasiun kerja.

Oleh karena itu, diperlukan usulan perbaikan yang difokuskan pada pengoptimalan alokasi elemen kerja, peningkatan efisiensi lintasan produksi, serta pengurangan potensi terjadinya *bottleneck* dalam proses produksi sepatu.

- Disarankan agar metode *Ranked Positional Weight* (RPW) diterapkan secara periodik sebagai sarana evaluasi dan penyempurnaan alur kerja, terutama ketika terjadi perubahan pada target produksi, kapasitas kerja, maupun konfigurasi mesin. Selain itu, perusahaan perlu meningkatkan kompetensi melalui pelatihan serta memperkuat koordinasi antar operator, sehingga implementasi *line balancing* dapat berlangsung secara lebih efektif di lapangan [25].
- Perusahaan disarankan untuk mengimplementasikan konfigurasi stasiun kerja baru hasil metode RPW, menjadikan *line balancing* sebagai alat evaluasi produksi secara berkala, serta mempertimbangkan analisis pada lini produksi lain. atau studi komparatif dengan metode *line balancing* lainnya untuk menemukan solusi paling optimal, termasuk memperhatikan aspek ergonomi kerja operator [26].

#### IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian terkait analisis efisiensi waktu produksi sepatu melalui penerapan metode *line balancing* dengan pendekatan *Ranked Positional Weight* (RPW), diketahui bahwa kondisi awal lini produksi masih belum menunjukkan keseimbangan beban kerja antar stasiun. Ketidakseimbangan ini memicu terjadinya *bottleneck*, terutama pada proses perakitan *upper* dengan *outsole* yang memiliki waktu proses tertinggi, yaitu 57 detik. Pada kondisi awal, jumlah stasiun kerja tercatat sebanyak 12 dengan nilai *line efficiency* sebesar 39,06%, *balance delay* 60,94%, serta *smoothness index* 244,30. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat ketidakseimbangan lintasan masih relatif tinggi, yang tercermin dari besarnya waktu menganggur pada beberapa stasiun kerja. Setelah dilakukan perbaikan melalui pendekatan *Ranked Positional Weight* (RPW), jumlah stasiun kerja berhasil direduksi menjadi 6 dengan distribusi beban kerja yang lebih merata. Perbaikan ini diikuti oleh peningkatan *line efficiency* menjadi 78,13%, penurunan *balance delay* menjadi 21,88%, serta penurunan *smoothness index* menjadi 69,21. Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam keseimbangan lintasan serta kinerja sistem produksi secara keseluruhan. Dengan pembagian beban kerja yang lebih proporsional, efisiensi proses produksi dapat ditingkatkan sekaligus mengurangi waktu menganggur secara nyata. Dengan demikian, penerapan metode *line balancing* melalui pendekatan RPW terbukti efektif dalam meningkatkan keseimbangan lintasan serta efisiensi produksi sepatu tanpa memerlukan tambahan tenaga kerja maupun fasilitas produksi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan Perusahaan Manufaktur sepatu sebagai tempat penelitian

#### REFERENSI

- [1] S. R. Kasfia, M. Mukhsin, dan D. Satyanegara, "Pengaruh Proses Produksi terhadap Kualitas Produk yang Dimoderasi oleh Pelatihan ( Kasus pada Produsen Sepatu di Kabupaten Tangerang )," *J. Ekon.* 45, vol. 12, no. 2, hal. 103–113, 2025.
- [2] Suwardi dan R. Berliana, "Pengaruh Kualitas Produk dan Harga Terhadap Keputusan Pembelian Produk Sepatu Vans," *J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 1, no. 5, hal. 19–28, 2022.
- [3] R. F. N. Janah, H. C. Wahyuni, dan I. Marodiyah, "Quality Improvement of Health Plaster Products with Six Sigma Method and QCDSME Analysis," *Spektrum Ind.*, vol. 22, no. 1, hal. 14–24, 2024.
- [4] G. Fragapane, D. Ivanov, M. Peron, F. Sgarbossa, dan J. O. Strandhagen, "Increasing flexibility and productivity in Industry 4 . 0 production networks with autonomous mobile robots and smart intralogistics," *Ann. Oper. Res.*, vol. 308, no. 1, hal. 125–143, 2022, doi: 10.1007/s10479-020-03526-7.
- [5] W. Gunawan dan S. M. Wirawati, "Analisis Perbandingan Kriteria Line Balancing dengan Menggunakan Metode LCR pada Automation Cell (Studi Kasus di PT. UNP)," *J. Ind. Eng. Manag. Res.*, vol. 4, no. 4, hal. 95–107, 2023.
- [6] M. F. Sugianto dan Rusindiyanto, "Line Balancing Analysis with Ranked Positional Weight (RPW) and Region Approach (RA) Methods on the Production Line at PT. Vitapharm Surabaya," *Electron. J. Educ. Soc. Econ. Technol.*, vol. 6, no. 1, hal. 558–565, 2025.
- [7] B. R. Christata, S. Majid, dan V. I. Asri, "Perbaikan Keseimbangan Lintasan Lini Produksi Dengan Metode Ranked Positional Weight (RPW) untuk Meningkatkan Efisiensi," *J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 6, no. 4, hal. 995–10003, 2023, doi: 10.31004/jutin.v6i4.18245.
- [8] A. Lumagi, A. Rasyid, Sunardi, dan H. Uloli, "Peningkatan Produktivitas Melalui Penyeimbangan Lintasan

- Produksi Menggunakan Metode Largest Candidate Rules dan Region Approach di UD Meubel Sinar Harapan,” *J. Vokasi Sains dan Teknol.*, vol. 4, no. 1, hal. 40–54, 2024.
- [9] H. I. Kusuma dan H. Purnomo, “Analisis Perancangan Stasiun Kerja dalam Memproduksi Produk Inalcafa Jacket dengan Lima Metode Line Balancing,” *J. Teknol. Terap.*, vol. 8, no. 1, hal. 546–553, 2024.
- [10] D. H. Putra dan W. Widiasih, “Rancang Bangun Alat Pemotong dan Pembentuk Gagang Sapu untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi dan Waktu Kerja,” *Prozima*, vol. 8, no. 2, hal. 84–96, 2024.
- [11] M. Fitri, M. I. Adelino, dan M. L. Apuri, “Analisis Line Balancing Untuk Meningkatkan Efisiensi Lintasan Produksi Perakitan,” *Rang Tek. J.*, vol. 5, no. 2, hal. 295–300, 2022.
- [12] F. W. Sinurat, I. Siregar, W. Rahmadani, T. A. Faradita, dan R. A. A. Harahap, “Analisis Penerapan Line Balancing dengan Metode Ranked Position Weight (RPW) pada Sistem Produksi Kursi Rotan di CV XYZ,” *EE Conf. Ser.*, vol. 6, no. 1, hal. 9–14, 2023, doi: 10.32734/ee.v6i1.1773.
- [13] S. D. Fitriani, A. I. Waluya, dan Y. S. Rohmah, “Analisis Optimasi Penerapan Line Balancing Guna Meningkatkan Efisiensi Keseimbangan Lintasan Produksi,” *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 4, no. 3, hal. 643–651, 2025, doi: 10.55826/jtmit.v4i3.811.
- [14] M. R. Rahmantto dan E. P. Widjajati, “Line Balancing Analysis Using Ranked Positional Weight and Region Approach Methods on Broad Plate Production Line,” *J. LA MULTIAPP*, vol. 06, no. 01, hal. 203–212, 2025, doi: 10.37899/journallamultiapp.v6i1.1767.
- [15] I. Marodiyah, “Green Productivity to Increase The Productivity of Sugarcane Farmers with Cobb-Douglass Method,” *J. Technol. Sci.*, vol. 1, no. 2, hal. 86–97, 2024.
- [16] A. Marga Raharja, F. Apriansyah, E. Suswaini, M. R. Baihaque, D. S. Yusiani, dan A. A. Puji, “Analisis Kinerja Distribusi dan Marketing dengan Metode Line Balancing Pada Produk UMKM Desa Pengudang Kabupaten Bintan,” *Komatika J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 5, no. 1, hal. 37–45, 2025, doi: 10.34148/komatika.v5i1.1094.
- [17] W. Poncotoyo, S. M. R. Puspita, M. F. Zain, S. A. Sholihah, A. Ferdiansyah, dan Y. Ayutia, “Penerapan Metode Line Balancing dengan Pendekatan Ranked Position Weight, Regional Approach, dan Largest Candidate Rules,” *J. Sist. Transp. Logistik*, vol. 2, no. 1, hal. 32–38, 2022.
- [18] D. F. Surbakti, R. L. Hutauruk, W. H. Harahap, S. O. Purba, dan P. M. Siregar, “Penerapan Line Balancing pada Proses Produksi Ragum Menggunakan Metode Region Approach dan Metode Largest Candidate Rule (LCR),” *Talent. Conf. Ser.*, vol. 8, no. 1, hal. 761–770, 2025, doi: 10.32734/ee.v8i1.2642.
- [19] D. K. Priatna, *Manajemen Operasi*, 1 ed. Tasikmalaya: Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2025.
- [20] I. J. Tjoewinata dan J. A. Saifuddin, “Analisis Line Balancing Menggunakan Metode Region Approach di PT. XYZ,” *J. Manaj. Ind. dan Teknol.*, vol. 03, no. 03, hal. 49–60, 2022.
- [21] A. Septiadi, R. R. D. Satya, dan E. Wiratmani, “Line Balancing Analysis to Optimize Production line of Bushing Rubber Using Theory of Constraints and Heuristics Method with Promodel Simulation at PT. Madya Putera Teknik,” *J. Sist. Tek. Ind.*, vol. 25, no. 1, hal. 97–111, 2023, doi: 10.32734/jsti.v25i1.9519.
- [22] E. Novianti dan D. Herwanto, “Penerapan Line Balancing Produksi Arm Rear Brake dengan Metode Ranked Positional Weight di PT. Ciptaunggul Karya Abadi,” *J. Serambi Eng.*, vol. 8, no. 2, hal. 5875–5882, 2023.
- [23] R. Nurhadi, A. Suhara, dan Amallia, “Penerapan Line Balancing Dengan Metode Value Stream Mapping (VSM) Dan Moodie Young Dalam Upaya Meminimalkan Idle time Dan Bottleneck,” *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 4, no. 3, hal. 1143–1153, 2025.
- [24] N. K. F. Novarika, T. Lasalewo, dan H. Uloli, “Analisis Keseimbangan Lintasan Dengan Metode Ranked Positional Weight (Rpw) Dan Largest Candidate Rules (Lcr) Di Ud. Sukamaju Furniture,” *J. Vokasi Sains dan Teknol.*, vol. 4, no. 1, hal. 6–14, 2024, doi: 10.56190/jvst.v4i1.63.
- [25] A. F. Fauzi dan J. A. S. Z.S, “Peningkatan Produktivitas Melalui Pengukuran Line Balancing Pada Section Loom Menggunakan Metode Ranked Positional Weight (RPW),” *Indones. J. Innov. Stud.*, vol. 26, no. 4, hal. 1–9, 2025, doi: 10.21070/ijins.v26i4.1581.
- [26] A. A. Mursyid, N. Rauf, dan T. Alisyahbana, “Analisis Line Balancing Menggunakan Metode Ranked Positional Weight (RPW) Pada Lintasan Produksi Air Mineral Dalam Kemasan Di PT.BU,” *J. Apl. dan Pengemb. Sist. Ind.*, vol. 3, no. 3, hal. 159–167, 2025.
- [27] N. Kusumandari, N. Handayani, M. N. A. Huda, and S. N. Mahmudah, “Sistem Penjadwalan Produksi Job Shop Pada Konveksi Arjuna Dengan Menggunakan Metode Sequencing,” *urnal Ind. Samudra*, vol. 5, no. 2, pp. 69–76, 2024.
- [28] Zuniartiningrum, M. C. Zulfa, and G. Mohammad, “Analisis Line Balancing Pada Carline Subaru Menggunakan Metode Rank Positional Weight (RPW) Untuk Meningkatkan Efisiensi Dan Produktivitas Kerja,” *J. Teknol. dan Inf.*, vol. 4, no. 2, pp. 279–287, 2025.

**Conflict of Interest Statement:**

*The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*