

Analisis *line balancing* produksi tinta untuk meningkatkan efisiensi lini dengan metode *ranked positional weight* (RPW)

Line balancing analysis of ink production to improve line efficiency using the ranked positional weight (RPW) method

Naufal Aditia Syafitrah*, Muhammad Raihan Faturrahman

*Universitas Singaperbangsa Karawang, Kota Karawang, Indonesia

*Email: naufalsyafitrah@gmail.com

Informasi Artikel

- Histori Artikel
- Artikel dikirim
12/02/2026
 - Artikel diperbaiki
18/03/2026
 - Artikel diterima
12/04/2026

Abstrak

Ketidakseimbangan beban kerja pada lini produksi merupakan permasalahan umum pada industri manufaktur yang berdampak langsung terhadap rendahnya efisiensi produksi. Kondisi ini ditandai dengan tingginya waktu menganggur (*idle time*), munculnya *bottleneck*, serta tidak tercapainya target *output* produksi. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi lini produksi tinta melalui penerapan metode *line balancing* dengan pendekatan *Ranked Positional Weight* (RPW). Metode RPW digunakan untuk mengalokasikan elemen kerja ke dalam stasiun kerja secara sistematis berdasarkan bobot posisi yang mempertimbangkan hubungan ketergantungan antar proses. Data penelitian diperoleh melalui observasi langsung, studi waktu, dan penyusunan *precedence diagram* pada lini produksi. Tahapan penelitian meliputi perhitungan waktu siklus, penentuan bobot posisi, penyusunan ulang stasiun kerja, serta evaluasi performansi lini sebelum dan sesudah perbaikan menggunakan indikator *line efficiency*, *balance delay*, *idle time*, dan *smoothness index*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi awal lini produksi memiliki nilai *line efficiency* sebesar 45,89%, *balance delay* 54,11%, dan *smoothness index* 11146,4 detik, yang menunjukkan distribusi beban kerja belum seimbang. Setelah penerapan metode RPW, jumlah stasiun kerja berkurang dari 8 menjadi 6 stasiun, dengan peningkatan *line efficiency* menjadi 61,19%, penurunan *balance delay* menjadi 38,81%, serta penurunan *smoothness index* menjadi 8516,5 detik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode RPW mampu mengurangi waktu menganggur, memperbaiki distribusi beban kerja, dan meningkatkan efisiensi lini produksi secara signifikan. Dengan demikian, metode RPW efektif digunakan sebagai alternatif perbaikan keseimbangan lini produksi pada industri manufaktur.

Kata Kunci: Keseimbangan lini; *ranked positional weight*; efisiensi lini; *idle time*; *smoothness indeks*.

Abstract

Workload imbalance in production lines is a common problem in manufacturing industries that directly affects production efficiency. This condition is characterized by high idle time, bottlenecks, and failure to achieve production output targets. This study aims to improve the efficiency of the ink production line by applying the line balancing method using the Ranked Positional Weight (RPW) approach. The RPW method is used to allocate work elements into workstations systematically based on positional weights that consider precedence relationships among processes. Research data were obtained through direct observation, time study, and the

construction of a precedence diagram on the production line. The research stages include cycle time calculation, positional weight determination, workstation reconfiguration, and performance evaluation before and after improvement using indicators of line efficiency, balance delay, idle time, and smoothness index. The results show that the initial condition of the production line had a line efficiency of 45.89%, balance delay of 54.11%, and smoothness index of 11146.4 seconds, indicating that the workload distribution among workstations was not balanced. After applying the RPW method, the number of workstations decreased from 8 to 6, with line efficiency increasing to 61.19%, balance delay decreasing to 38.81%, and smoothness index decreasing to 8516.5 seconds. These results indicate that the RPW method can reduce idle time, improve workload distribution, and significantly increase production line efficiency. Therefore, the RPW method is effective as an alternative approach to improving line balancing performance in manufacturing industries.

Keywords: Line balancing; ranked positional weight; line efficiency; idle time; smoothness index

1. Pendahuluan

Industri manufaktur memiliki peran strategis dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan daya saing nasional, sehingga perusahaan dituntut untuk mampu menjalankan proses produksi secara efektif dan efisien [1][2]. Pada era persaingan global yang semakin ketat, peningkatan efektivitas tidak hanya berfokus pada pencapaian target *output*, tetapi juga pada kemampuan perusahaan dalam mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya seperti tenaga kerja, mesin, dan waktu produksi secara berkelanjutan [3][4]. Salah satu permasalahan yang sering terjadi pada sistem produksi beralur (*flow production*) adalah ketidakseimbangan beban kerja antar stasiun kerja. Ketidakseimbangan tersebut dapat menyebabkan munculnya *bottleneck*, meningkatnya waktu menganggur (*idle time*), serta menurunnya efisiensi lini produksi secara keseluruhan [5]. Kondisi ini umumnya disebabkan oleh perbedaan waktu proses antar elemen kerja, pembagian tugas yang kurang proporsional, serta ketidaksesuaian antara kapasitas stasiun kerja dengan waktu siklus yang ditetapkan [6].

Berdasarkan hasil observasi awal pada lini produksi tinta yang terdiri dari delapan stasiun kerja dengan pola proses berurutan, ditemukan bahwa capaian *output* aktual masih berada di bawah target produksi harian yang ditetapkan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa waktu siklus aktual lebih besar dibandingkan waktu siklus yang direncanakan, serta terdapat ketimpangan beban kerja antar stasiun. Beberapa stasiun mengalami beban kerja tinggi sehingga menjadi titik hambatan proses, sedangkan stasiun lainnya memiliki waktu menganggur yang cukup besar [7]. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa aliran produksi belum berjalan secara seimbang dan belum memenuhi prinsip efisiensi lini produksi [8]. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah metode penyeimbangan lini (*line balancing*), yaitu teknik untuk mendistribusikan elemen kerja ke dalam beberapa stasiun kerja agar waktu proses pada setiap stasiun mendekati waktu siklus yang telah ditentukan [9].

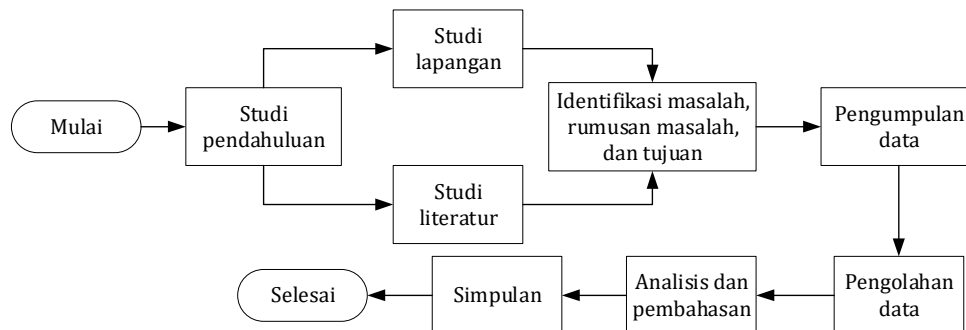
Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode *ranked positional weight* (RPW) merupakan salah satu metode heuristik yang efektif dalam menyelesaikan permasalahan keseimbangan lini produksi [10]. Metode ini mampu meningkatkan *line efficiency*, menurunkan *balance delay*, serta mengurangi *idle time* tanpa memerlukan penambahan fasilitas produksi secara signifikan [11]. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode RPW untuk menganalisis dan memperbaiki distribusi beban kerja pada lini produksi tinta dengan menggunakan indikator kinerja berupa *line efficiency*, *balance delay*, *idle time*, dan *smoothness index* sebagai tolak ukur keberhasilan penyeimbangan lini [12].

Meskipun metode *line balancing* telah banyak diterapkan pada berbagai penelitian sistem produksi, kajian yang secara khusus membahas penerapan metode RPW pada lini produksi tinta masih relatif terbatas, terutama pada proses manufaktur berbasis kimia dengan karakteristik

waktu proses yang tidak seragam dan ketergantungan antar tahapan yang tinggi [13]. Sebagian penelitian sebelumnya lebih banyak dilakukan pada sistem perakitan produk diskrit, sehingga belum sepenuhnya menggambarkan kondisi pada proses produksi tinta yang memiliki variasi waktu proses yang lebih besar [14]. Selain itu, penelitian terdahulu umumnya hanya berfokus pada peningkatan output atau pengurangan *bottleneck*, tanpa melakukan evaluasi menyeluruh terhadap keseimbangan lini menggunakan indikator performansi seperti *line efficiency*, *idle time*, *balance delay*, dan *smoothness index*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan menerapkan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) guna meningkatkan efektivitas dan efisiensi lini produksi tinta melalui analisis keseimbangan lini secara kuantitatif

2. Metode

Penelitian ini bertujuan untuk menyeimbangkan lini produksi dengan menerapkan konsep *line balancing* menggunakan metode *ranked positional weight* (RPW). Tahap awal penelitian dilakukan dengan pengukuran kerja untuk menentukan waktu yang dibutuhkan operator dalam menyelesaikan setiap elemen kerja pada sistem produksi. Pengukuran waktu dilakukan menggunakan metode *stopwatch time study* dengan pengamatan berulang sebanyak beberapa siklus pada setiap elemen kerja untuk memperoleh data waktu yang representatif. Data hasil pengukuran selanjutnya diuji keseragaman dan kecukupannya sebelum digunakan dalam perhitungan waktu normal dan waktu baku, sehingga data yang diperoleh dapat menggambarkan kondisi kerja yang sebenarnya. Waktu normal diperoleh dari waktu pengamatan yang telah disesuaikan dengan faktor penilaian kinerja (*performance rating*) [15]. Faktor penilaian kinerja mempertimbangkan beberapa aspek, yaitu keterampilan operator (*skill*), usaha kerja (*effort*), kondisi kerja (*working condition*), dan konsistensi kerja (*consistency*) [16]. Selanjutnya, waktu baku dihitung dengan menambahkan faktor kelonggaran (*allowance*) terhadap waktu normal. Faktor kelonggaran meliputi kebutuhan pribadi, kelelahan operator, serta keterlambatan yang tidak dapat dihindari selama proses produksi. Waktu baku yang diperoleh digunakan sebagai dasar dalam perhitungan waktu siklus dan penerapan metode keseimbangan lini [17]. Alur penelitian secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 1, yang menggambarkan tahapan penelitian mulai dari pengumpulan data waktu kerja, perhitungan waktu normal dan waktu baku, penyusunan *precedence diagram*, perhitungan bobot posisi, pengelompokan elemen kerja ke dalam stasiun kerja, hingga evaluasi performansi lini produksi setelah penerapan metode *ranked positional weight* (RPW).



Gambar 1. Flowchart penelitian.

Keseimbangan lini merupakan proses pengaturan distribusi beban kerja antar stasiun kerja dalam suatu sistem produksi agar waktu kerja pada setiap stasiun relatif seimbang, sehingga aliran produksi dapat berjalan secara efisien [18]. Tujuan utama dari penerapan keseimbangan lini adalah untuk mengurangi waktu menganggur (*idle time*), meminimalkan waktu tunggu antar stasiun kerja, serta mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya produksi. Dalam penerapan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) digunakan beberapa konsep utama, yaitu *precedence diagram* sebagai representasi hubungan ketergantungan antar elemen kerja, *work element* sebagai bagian terkecil dari suatu proses produksi yang memiliki waktu penyelesaian tertentu, dan *workstation* sebagai tempat pengelompokan elemen kerja dengan memperhatikan batas waktu siklus [19].

Metode *ranked positional weight* (RPW) merupakan salah satu metode heuristik dalam penyeimbangan lini yang didasarkan pada perhitungan bobot posisi setiap elemen kerja dengan mempertimbangkan waktu proses dan hubungan ketergantungan antar elemen kerja [20]. Bobot posisi suatu elemen kerja dihitung dengan menjumlahkan waktu elemen kerja tersebut dengan seluruh waktu elemen kerja yang mengikutinya sesuai dengan *precedence diagram*, yang secara matematis dinyatakan sebagai berikut :

- a. Bobot posisi (*positional weight*)

$$PW_i = t_i + \sum t_j \quad (1)$$

Bobot posisi diperoleh dengan menjumlahkan waktu elemen kerja yang bersangkutan dengan seluruh waktu elemen kerja yang berada setelahnya. Elemen kerja dengan nilai bobot posisi terbesar memiliki prioritas tertinggi untuk dialokasikan ke stasiun kerja.

- b. Jumlah minimum stasiun kerja

$$K_{min} = \frac{\sum t_i}{CT} \quad (2)$$

Perhitungan ini digunakan untuk menentukan jumlah minimum stasiun kerja yang secara teoritis dibutuhkan dalam proses produksi.

- c. Waktu stasiun kerja

$$ST_k = \sum t_{i_k} \quad (3)$$

Waktu stasiun kerja merupakan total waktu dari seluruh elemen kerja yang ditempatkan pada satu stasiun kerja dan tidak boleh melebihi waktu siklus.

- d. *Line efficiency*

$$LE = \frac{\sum ST_k}{K \times CT} \times 100\% \quad (4)$$

Line efficiency menunjukkan tingkat pemanfaatan waktu kerja pada lini produksi setelah penerapan metode RPW.

- e. *Balance delay*

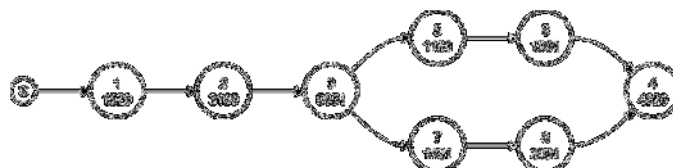
$$BD = 100\% - LE \quad (5)$$

Balance delay menunjukkan persentase waktu menganggur yang masih terjadi pada lini produksi.

3. Hasil dan Pembahasan

Precedence diagram

Penelitian ini difokuskan pada aktivitas pembuatan tinta pada departemen *silkscreen* di perusahaan tinta cetak kemas, yang memproses komponen *raw material* tinta melalui serangkaian tahapan produksi. Berdasarkan hasil pengamatan, terdapat 8 elemen kerja yang harus diselesaikan secara berurutan sesuai dengan ketergantungan proses. Pada kondisi awal, setiap elemen kerja ditempatkan pada satu stasiun kerja sehingga jumlah stasiun kerja yang digunakan adalah 8 stasiun. *Precedence diagram* digunakan untuk menggambarkan hubungan ketergantungan antar elemen kerja serta urutan proses yang harus dipenuhi sebelum suatu elemen dapat dikerjakan. Diagram ini menjadi dasar dalam analisis keseimbangan lintasan karena menunjukkan batasan pengelompokan elemen kerja pada setiap stasiun. *Precedence diagram* dari proses pembuatan tinta ditunjukkan pada [Gambar 2](#).



Gambar 2. *Precedence diagram*.

[Gambar 2](#) menunjukkan bahwa aliran proses masih mengikuti pembagian kerja awal perusahaan, dimana setiap elemen ditempatkan pada stasiun yang berbeda tanpa

mempertimbangkan keseimbangan waktu kerja. Kondisi tersebut menyebabkan adanya perbedaan beban kerja yang cukup besar antar stasiun, sehingga beberapa stasiun memiliki waktu menganggur yang tinggi, sedangkan stasiun lainnya memiliki beban kerja mendekati waktu siklus maksimum. Ketidakseimbangan ini menjadi dasar dilakukannya analisis *line balancing* menggunakan metode *ranked positional weight* (RPW) untuk mengoptimalkan pengelompokan elemen kerja dan mengurangi waktu menganggur pada lini produksi.

Waktu normal dan waktu baku

Waktu siklus yang digunakan dalam penelitian ini merupakan waktu proses yang dijadikan acuan oleh perusahaan dalam pelaksanaan seluruh tahapan produksi tinta cetak kemasan. Faktor penyesuaian (*performance rating*) dan faktor kelonggaran (*allowance*) telah ditetapkan oleh perusahaan sebagai bagian dari standar operasional pada setiap proses produksi. Kedua faktor tersebut dinyatakan dalam bentuk persentase dan digunakan sebagai dasar dalam penentuan waktu baku. Waktu baku diperoleh dari waktu siklus yang telah disesuaikan dengan faktor penyesuaian dan ditambahkan faktor kelonggaran yang meliputi kebutuhan pribadi, kelelahan operator, serta keterlambatan yang tidak dapat dihindari selama proses produksi. **Tabel 1** menampilkan waktu siklus, faktor kelonggaran, dan waktu baku yang digunakan sebagai data kondisi awal lini produksi.

Tabel 1. Waktu siklus dan waktu baku.

Stasiun kerja	Waktu siklus (Detik)	F. Kelonggaran	Waktu baku (Detik)
1	1520	5%	1596
2	3180	7%	3402,6
3	6051	7%	6474,6
4	4920	7%	5264,4
5	1180	7%	1262,6
6	1961	7%	2098,3
7	1421	7%	1520,5
8	2031	6%	2152,9

Perhitungan waktu yang disajikan pada **Tabel 1** digunakan sebagai data kondisi awal lini produksi dalam proses perhitungan keseimbangan lintasan. Waktu total yang diperoleh merupakan hasil penjumlahan dari seluruh waktu baku pada proses pembuatan tinta.

$$\sum \text{Waktu Baku} = \sum \text{WB} = 23771,9 \quad (6)$$

Kondisi lini awal

Sebelum dilakukan perbaikan keseimbangan lintasan pada proses *pembuatan tinta* di departemen *silkscreen* perusahaan tinta cetak, terlebih dahulu dilakukan perhitungan nilai *line efficiency*, *balance delay*, dan *smoothness index*. Hasil perhitungan tersebut disajikan pada **Tabel 2**, yang bertujuan untuk menggambarkan kondisi awal efisiensi lini produksi sebelum dilakukan optimasi lebih lanjut.

Tabel 2. Kondisi lini awal.

Stasiun kerja	Waktu baku (Detik)	Efisiensi	Idle time (detik)
1	1596	24,65%	4876,6
2	3402,6	52,55%	3072,0
3	6474,6	100%	0
4	5264,4	81,30%	1210,2
5	1262,6	19,50%	5212,0
6	2098,3	32,41%	4376,3
7	1520,3	23,48%	4954,3
8	2152,9	33,25%	4321,7

Parameter performansi line yang ditunjukkan pada **Tabel 2** menggunakan perhitungan:

n = Jumlah stasiun kerja = 8 stasiun kerja
 CT = Wb maks = 6474.6 detik
 $\Sigma Wbst$ = 23771.9 detik
 $\Sigma idle Time$ = 28.024,9 detik

Line Efficiency (LE):

$$LE = \frac{\Sigma Wbst \times 100\%}{(n)(CT)} = \frac{23771,9 \times 100\%}{(8)(6474,6)} = 45,89\% \quad (7)$$

Balance delay (BD):

$$BD = 100\% - LE = 100\% - 46\% = 54,11\% \quad (8)$$

Smoothness Index (SI);

$$SI = \sqrt{\frac{\Sigma (idle)^2}{n}} \quad (9)$$

$$= \frac{\sqrt{(4878,6)^2 + (3072)^2 + (0)^2 + (1210,2)^2 + (5212)^2 + (4376,3)^2 + (4954,3)^2 + (4321,7)^2}}{8}$$

$$= 11146,4 \text{ detik}$$

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 2, diperoleh nilai *line efficiency* sebesar 45,89%, yang menunjukkan bahwa pemanfaatan waktu kerja pada seluruh stasiun produksi dalam kondisi awal belum optimal. Nilai efisiensi yang relatif rendah tersebut mengindikasikan bahwa masih terdapat proporsi waktu kerja yang belum dimanfaatkan secara maksimal pada lini produksi. Semakin tinggi nilai *line efficiency*, semakin baik tingkat pemanfaatan waktu kerja, sedangkan nilai yang rendah mencerminkan adanya inefisiensi dalam pembagian beban kerja antarstasiun.

Nilai *balance delay* sebesar 54,11% menggambarkan tingginya persentase waktu tidak produktif atau waktu menganggur di sepanjang lini produksi. Besarnya nilai ini menunjukkan adanya ketidakseimbangan distribusi elemen kerja, sehingga sebagian stasiun mengalami beban kerja yang tidak merata. Kondisi tersebut menuntut adanya perbaikan dalam pengalokasian elemen kerja agar tercipta keseimbangan proses yang lebih baik. Di sisi lain, *smoothness index* sebesar 11146,4 detik menunjukkan tingkat variasi beban kerja antarstasiun. Semakin kecil nilai *Smoothness Index*, semakin merata distribusi waktu kerja, sedangkan nilai yang besar menandakan adanya perbedaan beban kerja yang signifikan.

Secara keseluruhan, ketiga indikator kinerja tersebut menegaskan bahwa kondisi awal lini produksi pembuatan tinta masih belum seimbang dan memerlukan perbaikan. Upaya penyeimbangan lini diperlukan untuk meningkatkan efisiensi, menurunkan waktu menganggur, serta memperlancar aliran produksi agar kinerja operasional menjadi lebih optimal.

Line balancing dengan metode *ranked positional weight* (RPW)

Metode ini menghitung bobot posisi untuk setiap elemen kerja, yaitu jumlah dari waktu kerja elemen tersebut ditambah seluruh waktu elemen-elemen kerja yang mengikutinya berdasarkan *precedence diagram*. Elemen dengan bobot posisi terbesar akan diprioritaskan untuk ditempatkan terlebih dahulu dalam stasiun kerja, tujuannya mengurangi ketidakseimbangan beban kerja antar stasiun dan meningkatkan efisiensi lintasan produksi. Pengurutan bobot posisi dari yang terbesar sampai bobot posisi terkecil ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Keseimbangan lini dengan metode *ranked positional weight* (RPW).

Stasiun kerja	IM	Waktu baku (detik)	ΣWB (Detik)	Efisiensi	Idle time (detik)
1	3	6474,6	6474,6	100%	0
2	4	5264,4	5264,4	81,30%	1210,2
3	2	3402,6	3402,6	52,55%	3072,0
4	8	2152,9	2152,9	33,25%	4321,7
5	6	2098,3	2098,3	32,41%	4376,3

Stasiun kerja	IM	Waktu baku (detik)	Σ WB (Detik)	Efisiensi	Idle time (detik)
6	1	1596	1596	24,65%	4878,6

Berdasarkan data dari Tabel 3, IM menunjukkan nomor elemen kerja berdasarkan *precedence diagram* yang digunakan sebagai dasar dalam pengurutan bobot posisi pada metode *ranked positional weight* (RPW). Terdapat perhitungan performansi untuk metode RPW. Hasil dari perhitungan masing-masing performansi tersebut. Setelah dilakukan pengelompokan elemen kerja menggunakan metode RPW, jumlah stasiun kerja dapat dikurangi dari 8 stasiun menjadi 6 stasiun tanpa melebihi waktu siklus maksimum. Pengurangan jumlah stasiun kerja terjadi karena beberapa elemen kerja dapat digabungkan dalam satu stasiun dengan tetap memenuhi batas waktu siklus, sehingga distribusi beban kerja menjadi lebih seimbang.

Ranked positional weight (RPW):

$$RPW 1 = 6474,6 + 5264,4 + 3402,6 + 2152,9 + 1596 = 18890,5 \text{ detik}$$

Perhitungan performansi setelah penerapan *ranked positional weight* (RPW) :

n = jumlah stasiun kerja = 6 stasiun kerja

CT = Wb maks = 6474,6 detik

Σ Wbst = 23771,9 detik

Σ idle Time = 15075,7 detik

Line efficiency (LE):

$$\frac{\Sigma Wbst \times 100\%}{(n)(CT)} = \frac{23771,9 \times 100\%}{(6)(6474,6)} = 61,19\% \quad (10)$$

Balance Delay (BD) :

$$BD = 100\% - LE = 100\% - 61,19\% = 38,81\% \quad (11)$$

Smoothness Index (SI) :

$$SI = \sqrt{\frac{\Sigma (idle)^2}{n}} = \sqrt{\frac{(0)^2 + (1210,2)^2 + (3072)^2 + (4321,7)^2 + (4376,3)^2 + (4878,6)^2}{6}} = 8516,5 \text{ detik} \quad (12)$$

Pada keseimbangan lini dengan menggunakan metode *ranked positional weight* (RPW) memiliki *line efficiency* 61,19%, *balance delay* 38,81% dan *smoothness index* (SI) yaitu 8516,5 detik.

Analisis usulan keseimbangan lini

Setelah seluruh proses perhitungan dan pengolahan data dilakukan, diperoleh nilai *line efficiency*, *balance delay*, dan *smoothness index* dari masing-masing metode keseimbangan lintasan yang diterapkan. Berikut ini disajikan hasil perhitungan untuk kondisi awal lini produksi serta hasil setelah penerapan tiga metode keseimbangan lintasan ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan hasil perhitungan kondisi lini awal dan metode *ranked positional weight* (RPW).

Metode	<i>Line efficiency</i> (LE)	<i>Balance delay</i> (BD)	<i>Smoothness index</i> (SI)
Kondisi lini Awal	45,89%	54,11%	11146,4 detik
<i>ranked position weight</i> (RPW)	61,19%	38,81%	8516,5 detik

Terjadi peningkatan *line efficiency* dari 45,89% menjadi 61,19%, atau meningkat sebesar 15,30%. *balance delay* menurun dari 54,11% menjadi 38,81%, sedangkan *smoothness index* menurun dari

11146,4 detik menjadi 8516,5 detik. Penurunan nilai *balance delay* menunjukkan berkurangnya waktu menganggur pada lini produksi, sedangkan penurunan *Smoothness Index* menunjukkan distribusi beban kerja antar stasiun menjadi lebih merata. Secara operasional, hasil ini menunjukkan bahwa penggabungan elemen kerja menggunakan metode RPW mampu mengurangi jumlah stasiun kerja, meningkatkan pemanfaatan waktu produksi, serta memperlancar aliran proses pada lini pembuatan tinta. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa metode *ranked positional weight* (RPW) efektif digunakan untuk meningkatkan keseimbangan lintasan pada proses produksi.

Pembahasan

Berdasarkan *precedence* diagram pada [Gambar 2](#), terlihat bahwa hubungan antar elemen kerja pada proses pembuatan tinta memiliki pola ketergantungan yang bersifat berurutan (serial) dengan beberapa kemungkinan percabangan proses. Setiap elemen kerja hanya dapat dilakukan apabila elemen sebelumnya telah selesai, sehingga urutan kerja menjadi faktor penting dalam menentukan aliran produksi.

Struktur *precedence* ini menunjukkan bahwa tidak semua elemen kerja dapat digabungkan secara bebas ke dalam satu stasiun kerja, karena harus tetap memperhatikan keterkaitan dan urutan proses. Hal ini menjadi salah satu kendala dalam proses penyeimbangan lintasan (line balancing), di mana pengelompokan elemen kerja harus memenuhi dua batasan utama, yaitu batasan waktu siklus dan batasan *precedence*.

Selain itu, dari diagram tersebut dapat dianalisis bahwa terdapat elemen kerja yang memiliki posisi kritis, yaitu elemen yang berada di jalur utama dengan waktu proses besar dan menjadi penentu lamanya waktu siklus. Elemen-elemen ini cenderung menjadi bottleneck dalam lini produksi, sehingga jika tidak dikelola dengan baik akan menyebabkan penumpukan pekerjaan pada stasiun tertentu.

Kondisi awal perusahaan yang menempatkan satu elemen kerja pada satu stasiun tanpa mempertimbangkan hubungan *precedence* secara optimal menyebabkan distribusi beban kerja menjadi tidak merata. Beberapa stasiun memiliki waktu kerja yang sangat tinggi karena berada pada jalur kritis, sementara stasiun lain memiliki waktu kerja rendah karena menangani elemen yang tidak dominan dalam aliran proses.

Dengan adanya *precedence diagram*, proses analisis line balancing menjadi lebih terarah karena diagram ini memberikan gambaran jelas mengenai elemen mana yang dapat digabungkan dan mana yang harus dipisahkan. Oleh karena itu, *precedence diagram* berperan penting sebagai dasar dalam penerapan metode *ranked positional weight* (RPW), khususnya dalam menentukan bobot posisi dan urutan prioritas elemen kerja untuk mencapai keseimbangan lintasan yang lebih optimal.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis keseimbangan lini menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW), diperoleh konfigurasi lintasan produksi yang lebih optimal dengan jumlah stasiun kerja berkurang dari 8 stasiun menjadi 6 stasiun, dengan waktu siklus (*cycle time*) sebesar 6474,6 detik dan total waktu baku sebesar 23771,9 detik. Penerapan metode RPW menghasilkan peningkatan nilai *Line Efficiency* (LE) dari 45,89% pada kondisi awal menjadi 61,19%, yang menunjukkan bahwa pemanfaatan waktu kerja pada lini produksi menjadi lebih efektif. Nilai *Balance Delay* (BD) mengalami penurunan dari 54,11% menjadi 38,81%, yang mengindikasikan berkurangnya waktu menganggur akibat pembagian beban kerja yang lebih seimbang antar stasiun. Selain itu, nilai *Smoothness Index* (SI) menurun dari 11.146,4 detik menjadi 8.516,5 detik, yang menunjukkan bahwa variasi waktu kerja antar stasiun semakin kecil sehingga kestabilan aliran proses meningkat. Secara operasional, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode RPW mampu memperbaiki keseimbangan lintasan produksi, mengurangi waktu tunggu antar proses, meminimalkan potensi terjadinya *bottleneck*, serta meningkatkan pemanfaatan stasiun kerja tanpa menambah jumlah tenaga kerja maupun peralatan. Dengan demikian, metode *Ranked Positional Weight* (RPW) terbukti efektif dalam meningkatkan performansi lini produksi

dan dapat digunakan sebagai pendekatan yang tepat dalam optimasi keseimbangan lintasan pada proses pembuatan tinta.

Referensi

- [1] R. B. J. Aditya Yoga Pratama, "STRATEGI KEUANGAN YANG DITERAPKAN DALAM SEKTOR MANUFAKTUR UNTUK MENINGKATKAN DAYA SAING," *J. Ilm. Ekon. Dan Manaj.*, vol. 2, no. 1, pp. 615–621, 2024, doi: <https://doi.org/10.61722/jiem.v2i1.843>.
- [2] J. Sains, N. A. Putri, R. Hakiki, and J. Purwadi, "Analisis Efisiensi Proses Produksi dalam Meningkatkan Produktivitas Perusahaan Manufaktur," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 2, pp. 97–102, 2025.
- [3] A. Suryanto, "ANALISIS KESEIMBANGAN LINI PRODUKSI TEKSTIL MENGGUNAKAN METODE RANKED POSITIONAL WEIGHT (RPW)," *J. Inov. Has. Penelit. Dan Pengemb.*, vol. 5, no. 4, pp. 1724–1735, 2025, doi: <https://doi.org/10.51878/knowledge.v5i4.8341>
<https://doi.org/10.51878/knowledge.v5i4.8341>
- [4] C. J. Ujam, "Adopting Manufacturing Flexibility to Achieve Competitive Advantage in a Global Economy," *Int. J. Multidiscip. Res. Growth Eval.*, vol. 6, no. 2, pp. 820–830, 2025.
- [5] A. K. Putra, A. Zaqi, and A. Faritsy, "OPTIMALISASI PENYEIMBANGAN PROSES PRODUKSI PADA PT. XYZ DENGAN PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING DAN METODE VALUE STREAM MAPPING (VSM)," *J. Multidisiplin Ilmu Akad.*, vol. 2, no. 6, pp. 831–841, 2025, doi: <https://doi.org/10.61722/jmia.v2i6.7325>.
- [6] J. R. Nazareth and R. M. Dewi, "Peningkatan efisiensi lintasan produksi dengan metode line balancing Kilbridge & Wester," *J. Tek. Ind. Dan Manaj. Rekayasa*, vol. 2, no. 1, pp. 17–24, 2024, doi: <https://doi.org/10.24002/jtimr.v2i1.9306>. <https://doi.org/10.24002/jtimr.v2i1.9306>
- [7] M. Putera and M. Abd, "Peningkatan Efisiensi Produksi Dengan Menggunakan Metode Time Study Dan Ranked Positional Weight (RPW)," *J. Mekanova Mek. Inov. dan Teknol.*, vol. 11, no. 1, pp. 128–138, 2025, doi: <https://doi.org/10.35308/jmkn.v11i1.11850>
<https://doi.org/10.35308/jmkn.v11i1.11850>
- [8] E. Pratiwi and A. Nurrokhman, "Perbaikan keseimbangan lini produksi dengan metode regional approach , largest candidate rule dan ranked positional weight Improving production line balance with regional approach method , largest candidate rule and ranked positional weight," *J. Terap. Tek. Ind.*, vol. 6, no. 2, pp. 177–188, 2025, doi: <https://doi.org/10.37373/jenius.v6i2>. <https://doi.org/10.37373/jenius.v6i2>
- [9] N. A. Khofiyah, M. Rizki, B. Gea, and T. N. Wiyatno, "Evaluasi Tata Letak Fasilitas Pabrik untuk Meningkatkan Efisiensi Kinerja Menggunakan Metode SLP (Systematic Layout Planning): Studi Kasus PT. XYZ," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 7, no. 4, pp. 1633–1642, 2023, doi: <https://doi.org/10.33379/gtech.v7i4.3269>. <https://doi.org/10.33379/gtech.v7i4.3269>
- [10] 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: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v13i3.19765>
<https://doi.org/10.21107/rekayasa.v13i3.19765>
- [11] W. Rpw, P. Kursi, C. V Xyz, W. Rpw, P. Kursi, and C. V Xyz, "Analisis Penerapan Line Balancing dengan Metode Ranked Position Weight (RPW) pada Sistem Produksi Kursi Rotan di CV XYZ," *Talent. Conf. Ser. Energy Eng.*, vol. 6, no. 1, 2023, doi: 10.32734/ee.v6i1.1773.
- [12] Y. Apriani and M. Imtihan, "Rekayasa proses produksi garment BRA dengan metode line balancing rangked positional weight," *J. Terap. Tek. Ind.*, vol. 4, no. November, pp. 325–337, 2024, doi: <https://doi.org/10.37373/jenius.v5i2.1430>
<https://doi.org/10.37373/jenius.v5i2.1430>
- [13] M. K. R. Khafid, "ANALISIS PENGUKURAN LINE BALANCING PADA PERANCANGAN PRODUK CERMIN MENGGUNAKAN METODE RANKED POSISI BERAT DAN MOODIE MUDA," *Ind. Inov. J. Tek. Ind.*, vol. 14, no. 2, pp. 254–260, 2024, doi: <https://doi.org/10.36040/industri.v14i2.11505>.

- <https://doi.org/10.36040/industri.v14i2.11505>
- [14] M. Basuki, S. Aprilyanti, and M. Junaidi, "Perancangan sistem keseimbangan lintasan produksi dengan pendekatan metode heuristik," *J. Teknol.*, vol. 11, no. 2, 2019, doi: <https://doi.org/10.24853/jurtek.11.2.117-126>.
- [15] R. Wahyudi, A. T. Nugraha, and A. S. Kinasih, "Penentuan Waktu Baku dengan Stopwatch Time Study untuk Pengukuran Kerja Operator PT XYZ Lampung Tengah," *J. Sains dan Apl. Keilmuan Tek. Ind.*, vol. 03, no. 02, pp. 79–88, 2023, doi: <https://doi.org/10.33479/jtiumc.v3i2.76>. <https://doi.org/10.33479/jtiumc.v3i2.76>
- [16] M. Yasin¹, N. A. Foci², and M. Arif Munanda³, "Analisis efisiensi waktu kerja dan kinerja sdm pada proses skiving di industri mebel skala kecil 1,2,3," *J. Manaj. Rekayasa dan Inov. Bisnis*, vol. 4, no. 1, pp. 61–71, 2025, doi: <https://doi.org/10.62375/jmrib.v4i1.658>.
- [17] M. D. dan Angga, "ANALISIS KESEIMBANGAN LINTASAN (LINE BALANCING) PADA PROSES PERAKITAN BODY BUS PADA KAROSERI GUNA MENINGKATKAN EFISIENSI LINTASAN," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 5, no. 2, pp. 77–84, 2017. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v5i2.1788>
- [18] R. Moonti, H. Uloli, and A. Rasyid, "Analisis Keseimbangan Lintasan Lini Produksi Tepung Kelapa dengan Metode Ranked Positional Weight dan Region Approach," *Jambura Ind. Rev.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2022, doi: 10.37905/jirev.2.1.01-10.
- [19] D. Martin Noel Bastian Manalu, "Pendekatan Line Balancing dalam Pembuatan Ragum Menggunakan Metode Ranked Positional Weight dan Metode Largest Candidate Rule (LCR)," *Talent. Conf. Ser. Energy Eng.*, vol. 7, no. 1, 2024, doi: 10.32734/ee.v7i1.2195.
- [20] A. F. Fauzi, "Productivity Improvement through Line Balancing Measurement in the Loom Section Using the Ranked Positional Weight (RPW) Method: Peningkatan Produktivitas Melalui Pengukuran Line Balancing Pada Section Loom Menggunakan Metode Ranked Positional Weight (RPW)," *Indones. J. Innov. Stud.*, vol. 26, no. 4, pp. 1–9, 2025, doi: 10.21070/ijins.v26i4.1581. <https://doi.org/10.21070/ijins.v26i4.1581>