

Analisis Optimasi Penerapan Line Balancing Guna Meningkatkan Efisiensi Keseimbangan Lintasan Produksi (Studi Kasus : PT. SGE)

Sucita Dewi Fitriani¹, Aris Insan Waluyo², Yuni Syifau Rohmah³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Buana Perjuangan Karawang
Jl. HS. Ronggowaluyo Telukjambe Timur Karawang

Email: ti21.sucitafitriani@mhs.ubpkarawang.ac.id¹, aris.waluyo@ubpkarawang.ac.id²,
[yunisyifau@ubpkarawang.ac.id](mailto:yunisifau@ubpkarawang.ac.id)³

ABSTRAK

Perencanaan proses produksi berperan penting dalam industri manufaktur untuk mengoptimalkan alur kerja dan meningkatkan efisiensi. Salah satu tantangan utama yang dihadapi adalah ketidakseimbangan beban kerja pada lini produksi, yang dapat menimbulkan bottleneck, waktu tunggu tinggi, dan penurunan produktivitas. PT SGE, produsen Main Bearing Case (MBC), mengalami hambatan dalam pencapaian target produksi akibat distribusi waktu kerja yang tidak merata antar stasiun kerja. Penelitian ini menerapkan metode Ranked Position Weight (RPW) untuk menyeimbangkan lini produksi dan mengurangi waktu idle. Analisis awal menunjukkan empat stasiun kerja dengan waktu siklus total 12,48 menit dan waktu siklus tertinggi 5,10 menit. Setelah penerapan metode RPW, jumlah stasiun dikurangi menjadi tiga dengan waktu siklus rata-rata 4,16 menit. Efisiensi stasiun meningkat, yaitu: stasiun 1 sebesar 83,89%, stasiun 2 mencapai 99,76%, dan stasiun 3 sebesar 86,06%. Balance delay masing-masing tercatat sebesar 16,11%, 0,24%, dan 13,94%. Hasil ini menunjukkan peningkatan efisiensi dan penurunan balance delay pada lini produksi.

Kata kunci: Perencanaan Produksi, Line Balancing, Ranked Position Weight (RPW)

ABSTRACT

Production planning is crucial in manufacturing to optimise workflow and improve efficiency. One of the main challenges is the imbalance of workload on the production line, which can lead to bottlenecks, long waiting times, and decreased productivity. PT SGE, a manufacturer of Main Bearing Cases (MBC), faces difficulties achieving production targets due to uneven work time distribution across workstations. This study applies the Ranked Position Weight (RPW) method to balance the production line and reduce idle time. The initial analysis identified four workstations with a total cycle time of 12.48 minutes and the highest individual cycle time of 5.10 minutes. After applying the RPW method, the number of workstations was reduced to three, with an average cycle time of 4.16 minutes. Efficiency increased to 83.89% at station 1, 99.76% at station 2, and 86.06% at station 3. The corresponding balance delays were 16.11%, 0.24%, and 13.94%. These results indicate improved efficiency and reduced balance delay on the production line.

Keywords: Production Planning, Line balancing, Ranked Position Weight (RPW).

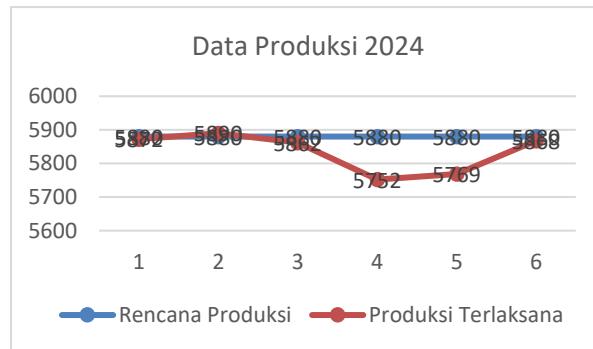
Pendahuluan

Dalam dunia industri, seperti perusahaan manufaktur, perencanaan proses produksi memiliki peran yang sangat penting dalam mengoptimalkan alur kerja untuk mencapai efisiensi yang maksimal. Perencanaan proses produksi yang efektif bertujuan untuk meminimalkan waktu menganggur, menghindari bottleneck, dan meningkatkan efisiensi kerja pada lini produksi [1]. Produksi dapat diartikan sebagai pengolahan bahan mentah atau setengah jadi menjadi barang jadi untuk memenuhi kebutuhan pelanggan merupakan inti dari aktivitas industri [2]. Pada kenyataannya, kemacetan atau bottleneck pada lintasan proses produksi, tenaga kerja yang tidak merata, waktu tunggu yang terlalu lama, atau kapasitas mesin yang tidak memadai sering terjadi. Hal ini dapat menyebabkan tidak tercapainya target produksi, biaya produksi yang lebih tinggi, dan penurunan produktivitas [3]–[6].

Perencanaan sistem produksi dapat dilakukan dengan keseimbangan lintasan produksi. Suatu pekerjaan dalam stasiun dapat dikatakan optimal dan efisien jika cara yang digunakan sesuai dengan menyeimbangkan lintasan [7]. Ketidakseimbangan waktu antar stasiun menyebabkan adanya idle time yang tinggi di beberapa bagian dan bottleneck di bagian lainnya, yang berdampak pada penurunan efisiensi lintasan produksi. Lintasan atau lini produksi dapat dikatakan seimbang apabila waktu siklus yang dimiliki stasiun kerja dapat merata [8]–[11].

PT SGE yang merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi berbagai komponen salah satunya adalah Main Bearing Case (MBC). Dalam proses produksinya PT SGE menetapkan target harian produk untuk memenuhi kebutuhan pasar

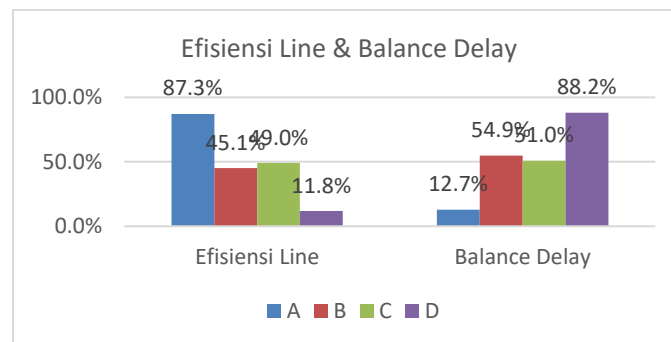
dan menjaga daya saing. Meskipun demikian proses produksi sering menghadapi kendala yang berdampak pada efisiensi dan pencapaian target produksi.



Gambar 1. Grafik data produksi
Sumber: PT. SGE, 2024

Gambar 1 Menunjukkan target produksi belum sesuai dengan jumlah permintaan. Grafik jumlah produksi dari bulan September hingga Desember 2024 tidak sesuai target yang direncanakan, selisih kekurangan dari rencana produksi sampai aktual produksi yang terlaksana menunjukan presentase minus. Dimana ketidaksesuaian produksi aktual dengan target yang disebabkan oleh ketidakseimbangan beban kerja pada lini produksi di setiap stasiun kerja sehingga distribusi waktu antar stasiun tidak merata dan beberapa stasiun mengalami *bottleneck*, sementara yang lain memiliki waktu *idle* tinggi.

Terdapat 4 stasiun dengan masing-masing waktu siklus yang berbeda, beberapa stasiun yang memiliki waktu siklus paling lama sehingga beban kerja terlalu berat mengakibatkan adanya penumpukan atau *bottleneck*. Adapula stasiun dengan waktu siklus paling cepat sehingga memiliki waktu tunggu yang paling lama menyebabkan pekerja banyak menganggur dan banyak waktu yang terbuang akibat proses di stasiun sebelumnya terlambat.



Gambar 2. Presentase keseimbangan lintasan pada stasiun kerja

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 merupakan ketidakseimbangan presentase nilai dari 4 stasiun dengan masing-masing nilai *efisiensi line* dan *balance delay* yang berbeda-beda. Jika efisiensi $\approx 100\%$ maka stasiun bekerja optimal tetapi berpotensi terjadi penumpukan, jika efisiensi $> 100\%$ maka stasiun menjadi *bottleneck* (kelebihan beban) dan efisiensi $< 100\%$ maka stasiun memiliki *idle time* (waktu menganggur) [12]–[15]. Terdapat penelitian terdahulu mengenai pemecahan masalah menggunakan pendekatan *line balancing* seperti peneliti [15], [16] dengan penerapan konsep *line balancing* untuk mencapai efisiensi kerja yang optimal pada setiap stasiun kerja di PT Garment Jakarta dengan menggunakan metode *Ranked Position Weight* (RPW), penelitian ini berhasil meningkatkan efisiensi lintasan sebesar 41,63%, selain itu *balance delay* mengalami penurunan sebesar 0,11%, dari 41,88% menjadi 41,77% dan hasil penelitian juga menunjukkan bahwa target produksi sebanyak 3.000 pakaian per tahun dapat tercapai. Sementara penelitian [17] mengenai penerapan *Line Balancing* dalam meningkatkan proses perakitan Control Panel di Line Service Part pada PT. Kawai Indonesia Plant 3 yang sama menerapkan metode *Ranked Position Weight* (RPW), dimana jumlah stasiun kerja berhasil dikurangi dari lima menjadi tiga, hal ini berdampak pada penurunan *balance delay* dari 43,29% menjadi 5,48% serta peningkatan *line efficiency* dari 56,71% menjadi 94,52%, selain itu nilai *smoothing index* mengalami perbaikan dari 6,128 menjadi 0,983.

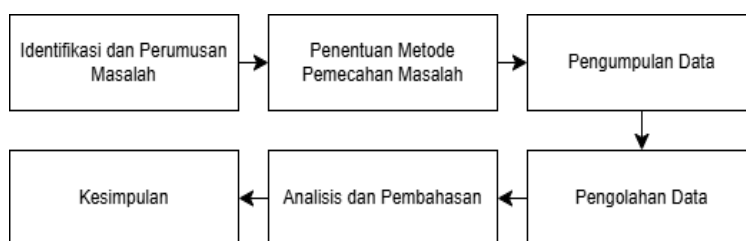
Berdasarkan permasalahan pada penelitian ini penulis melakukan analisis untuk meningkatkan efisiensi kerja pada setiap stasiun dengan mendistribusikan waktu secara merata serta menyeimbangkan penugasan elemen kerja ke stasiun kerja dengan tetap meminimumkan pemborosan waktu menganggur menggunakan pendekatan keseimbangan lintasan (*line balancing*). Dimana *line balancing* merupakan lintasan produksi guna menyeimbangkan ketika proses material berpindah secara berkelanjutan dengan laju waktu rata-rata yang sama melalui stasiun kerja [18]. Terkait penelitian terdahulu kebanyakan hasil penelitian yang didapatkan cukup signifikan terkait

pemecahan masalah menggunakan pendekatan *line balancing*. Mulai dari nilai efisiensi lini produksi yang meningkat hingga dapat menurunkan nilai waktu tunggu (*balance delay*) bahkan dapat mengurangi jumlah stasiun kerja.

Metode Penelitian

Penelitian ini diawali dengan pemahaman terhadap objek yang diteliti, dilanjutkan dengan studi lapangan melalui observasi langsung di area produksi dan wawancara dengan operator serta supervisor lini guna memperoleh gambaran awal proses produksi dan mengidentifikasi permasalahan yang ada. Pengumpulan data waktu dilakukan dengan metode observasi langsung menggunakan *stopwatch* untuk mencatat waktu siklus setiap elemen kerja secara manual. Teknik pengukuran ini dipilih karena sesuai dengan karakteristik proses produksi di PT. SGE yang bersifat manual hingga semi-otomatis, sehingga memungkinkan pencatatan waktu secara akurat dan representatif.

Selanjutnya dilakukan studi literatur untuk mengumpulkan teori dan informasi pendukung dari berbagai sumber guna merumuskan metode analisis yang tepat. Setelah permasalahan utama dalam proses produksi dirumuskan secara spesifik, ditentukanlah metode analisis yang relevan serta batasan-batasan penelitian. Data yang dikumpulkan terdiri atas data primer (hasil observasi dan wawancara) serta data sekunder (dokumen internal perusahaan dan literatur akademik). Analisis data dilakukan menggunakan pendekatan *line balancing* untuk mengevaluasi efisiensi dan menyeimbangkan lintasan produksi. Tahap akhir dari penelitian adalah penarikan kesimpulan dari hasil analisis serta pemberian saran untuk meningkatkan efisiensi kerja dan mengurangi hambatan dalam proses produksi.



Gambar 3. Alur penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Ranked Position Weight* (RPW), yaitu metode penyeimbangan lintasan produksi dengan mengurutkan elemen kerja berdasarkan bobot posisi dari yang tertinggi ke yang terendah. Bobot posisi ini ditentukan berdasarkan waktu kerja suatu elemen ditambah seluruh waktu elemen yang mengikutinya dalam urutan kerja. Metode RPW dipilih karena memiliki keunggulan dalam menjaga urutan kerja antar elemen, mendistribusikan beban kerja secara lebih merata, serta meningkatkan efisiensi produksi. Validitas metode RPW telah didukung oleh berbagai studi terkini. Pulansari et al. (2023) dalam studi di *industri crane girder* menemukan bahwa metode RPW menghasilkan efisiensi lini sebesar 96,67% dan *balance delay* hanya 3,33% [10][9], [19], [20]. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Azwir dan Nugraha (2022) dalam penelitian di industri alat berat, di mana metode RPW mampu meningkatkan efisiensi lini menjadi 75,03% dan menurunkan *balance delay* hingga 90,52% [11]. Studi-studi tersebut menunjukkan bahwa RPW tidak hanya efektif untuk proses produksi yang bersifat otomatis, tetapi juga sangat cocok untuk lingkungan industri dengan proses manual hingga semi-otomatis, seperti yang diterapkan di PT SGE. Hal ini dikarenakan RPW cukup fleksibel dalam mengakomodasi variasi waktu proses yang tidak seragam dan tetap menjaga alur produksi yang efisien.

Langkah-langkah dalam penerapan metode ini meliputi: menyusun precedence diagram, menghitung waktu kerja setiap elemen berdasarkan hasil observasi, menentukan bobot posisi (*Ranked Position Weight*), mengurutkan elemen berdasarkan bobot, menentukan waktu siklus, menghitung jumlah maksimum stasiun kerja, dan mengalokasikan elemen ke stasiun kerja. Seluruh tahapan tersebut kemudian dilanjutkan dengan perhitungan efisiensi lini dan *balance delay* sebagai dasar evaluasi peningkatan kinerja produksi dari lintasan yang telah diusulkan.

Cycle Time (Waktu Siklus)

Waktu siklus (*Cycle Time*) adalah waktu maksimum yang tersedia untuk menyelesaikan suatu pekerjaan pada satu stasiun kerja dalam satu siklus produksi. Berdasarkan penelitian [5], [16], [21]–[23] jika waktu siklus digunakan dalam keseimbangan lintasan produksi, hubungan dengan jumlah stasiun kerja (N) dan waktu operasi terbesar (T_{max}) dapat dinyatakan melalui rumus berikut:

$$Ws = \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

Keterangan:

Ws = Waktu siklus

$\sum x$ = Total waktu operasi

n = Jumlah waktu operasi/stasiun kerja

Line Efficiency

Efisiensi lintasan (Line Efficiency) digunakan untuk mengevaluasi efektivitas keseimbangan lintasan produksi. Semakin tinggi efisiensi, semakin sedikit waktu idle di lintasan. Menggunakan rumus efisiensi lintasan, perusahaan dapat mengevaluasi dan meningkatkan desain lintasan produksinya agar lebih efektif. Efisiensi lintasan setelah proses keseimbangan lintasan dihitung menggunakan rumus berikut berdasarkan [1]:

$$LE = \left(\frac{\sum t_i}{N \times C} \right) \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

LE = Efisiensi lintasan (%)

$\sum t_i$ = Total waktu operasi atau elemen kerja dalam satu siklus produksi

N = Jumlah stasiun kerja

C = Waktu siklus kerja

Balance Delay

Balance Delay berkaitan erat dengan efisiensi lintasan (LE) di mana keduanya memiliki hubungan sebagai berikut [24]:

$$BD = 100\% - LE \quad (3)$$

Keterangan:

LE = Efisiensi lintasan (%)

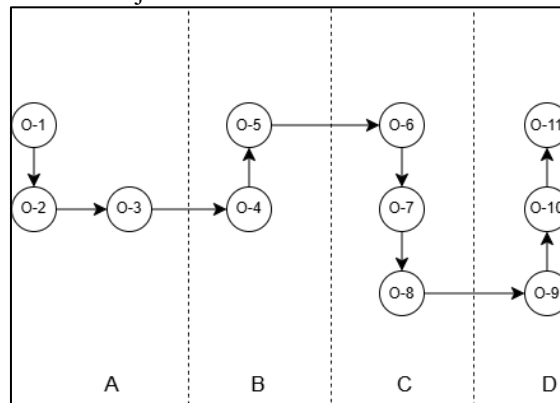
Jika nilai *line efficiency* tinggi, maka *balance delay* rendah, yang berarti lintasan produksi seimbang dan efisien. Sebaliknya, jika *line efficiency* rendah, maka *balance delay* tinggi, yang menunjukkan banyaknya waktu *idle* dalam produksi.

Hasil Dan Pembahasan

Untuk mendapatkan hasil keseimbangan lintasan pada PT SGE, khususnya pada lini produksi *main bearing case*, perlu dilakukan upaya perbaikan melalui beberapa tahapan analisis sebagai berikut:

Identifikasi Kondisi Awal Lini Produksi

Tahap yang pertama adalah mengidentifikasi kondisi dari stasiun kerja pada perakitan *main bearing case*. Berikut merupakan gambaran awal kondisi stasiun kerja.



Gambar 4. Kondisi awal stasiun kerja

Pada Gambar 4 kondisi awal stasiun kerja pada lini produksi *main bearing case* dengan jumlah 4 stasiun kerja dengan 11 elemen kerja dan 4 orang operator dengan masing-masing operator tiap stasiun kerja. Setiap elemen kerja memiliki jenis pekerjaan yang berbeda-beda.

Tabel 1 menjelaskan mengenai pekerjaan di tiap stasiun serta detail pekerjaan yang dilakukan beserta rata-rata waktu siklus pada setiap operasi.

Tabel 1. Elemen kerja dan waktu siklus pada kondisi awal lini produksi

Operasi	Stasiun	Detail pekerjaan	Mesin	Waktu siklus (CT) menit
O-1	A	Pengeboran awal	CNC Milling	1,49
O-2		Pembubutan luar otomatis	CNC Bubut	2,00

O-3		Pembubutan lengkungan dalam	CNC Bubut	1,52
O-4	B	Pembolongan bagian samping	CNC Bubut	0,92
O-5		Milling bagian dalam/luar	CNC Milling	1,71
O-6		Lubang bagian dalam	Bor	1,00
O-7	C	Lubang tambahan	Bor	1,04
O-8		Pengecekan lubang hasil bor	Manual	0,57
O-9		Pembersihan	Manual	0,30
O-10	D	Cairan anti-karat	Manual	0,15
O-11		Pengecekan akhir (<i>Finish Good</i>)	Manual	0,52

Precedence Diagram

Langkah berikutnya adalah membuat *precedence* diagram untuk menggambarkan hubungan antara operasi kerja. Gambar 5 menunjukkan urutan kerja dari operasi awal hingga akhir secara linear.



Gambar 5. Precedence diagram of the production process of the main bearing case.

Diagram pada Gambar 5 menunjukkan pola hubungan setiap operasi dari mulai pekerjaan terdahulu (*predecessor*) hingga pekerjaan penerus (*successor*). Proses ini terdiri dari 11 operasi yang dilakukan secara berurutan (*linear flow*).

Tabel 2. Data awal operasi produksi

Operasi	CT/Stasiun	CT operasi (menit)	Successor(s)
O-1		1,49	O-2
O-2	5,01	2,00	O-3
O-3		1,52	O-4
O-4		0,92	O-5
O-5	2,63	1,71	O-6
O-6		1,00	O-7
O-7	2,61	1,04	O-8
O-8		0,57	O-9
O-9		0,30	O-10
O-10	0,97	0,15	O-11
O-11		0,52	-

Data pada Tabel 2 merupakan urutan proses produksi dalam bentuk diagram jaringan operasi (*operation network*), dimana setiap baris menunjukkan satu operasi (O-1, O-2, dan seterusnya), waktu siklus (*Cycle Time / CT*) dalam menit, dan operasi penerus (*successor*) yang langsung dilakukan setelah operasi tersebut. Total waktu siklus yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu unit produk dari awal sampai akhir adalah sekitar 12,48 menit.

Jumlah Minimum Stasiun

Menentukan waktu siklus untuk setiap stasiun sangat penting agar waktu operasi dapat digunakan dengan maksimal sesuai standar waktu yang telah ditentukan. Diketahui terdapat 4 stasiun dengan keseluruhan total waktu siklus adalah 12,48 menit. Dimana waktu siklus perstasiun yang ditetapkan untuk menentukan jumlah stasiun adalah waktu kerja yang memiliki waktu paling besar (*t_{max}*) yaitu 5,01 menit [16].

$$K_{min} = \frac{12,48}{5,01} = 2,49 / 3 \text{ stasiun} \quad (4)$$

Dari perhitungan jumlah maximum stasiun yang dibutuhkan maka telah ditentukan stasiun yang diperlukan adalah tidak boleh lebih dari 2,49 stasiun dibulatkan menjadi 3 stasiun.

Waktu Siklus Perstasiun

Karena jumlah stasiun yang digunakan harus tidak boleh melebihi 3 stasiun maka waktu siklus (CT maks) yang dibutuhkan untuk melakukan operasi perstasiun ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$CT \text{ Maks} = \frac{12,48}{3} = 4,16 \text{ menit} \quad (5)$$

Jadi waktu yang diperlukan untuk 3 stasiun beroperasi adalah 4,16 menit dan tidak boleh melebihi waktu tersebut. Maka dari itu, penetapan solusi RPW harus didasari dari jumlah maximum stasiun dan waktu siklus perstasiunnya.

Ranked Position Weight (RPW)

Tahap selanjutnya adalah dengan menghitung menggunakan metode RPW untuk menentukan bobot posisi pekerjaan yang perlu dilakukan terlebih dahulu. Biasanya RPW menggunakan bobot posisi dari yang terbesar hingga terkecil menyesuaikan waktu operasi kerja yang dilakukan dan ditambahkan dari waktu operasi kerja penerusnya. Dalam tabel perhitungan RPW, setiap operasi memiliki waktu siklus (*Cycle Time/CT*), dan kolom *RPW Calculation* menunjukkan penjumlahan waktu operasi itu sendiri ditambah seluruh waktu operasi yang mengikuti dalam urutan produksi. Hasil penjumlahan tersebut disebut sebagai *Ranked Positional Weight* (RPW), yang menjadi nilai prioritas dari setiap operasi. Semakin besar nilai RPW, semakin tinggi prioritas operasi tersebut dalam penempatan ke stasiun kerja, karena menunjukkan kontribusi total waktu yang besar terhadap alur produksi secara keseluruhan.

Tabel 3. Urutan prioritas operasi berdasarkan RPW

Operasi	CT operasi (Menit)	RPW calculation	Bobot	Ranking
O-1	1,49	1,49+2,00+1,52+0,92+1,71+1,00+1,04+0,57+0,30+0,15+0,52	11,26	1
O-2	2,00	2,00+1,52+0,92+1,71+1,00+1,04+0,57+0,30+0,15+0,52	9,77	2
O-3	1,52	1,52+0,92+1,71+1,00+1,04+0,57+0,30+0,15+0,52	7,77	3
O-4	0,92	0,92+1,71+1,00+1,04+0,57+0,30+0,15+0,52	6,25	4
O-5	1,71	1,71+1,00+1,04+0,57+0,30+0,15+0,52	5,32	5
O-6	1,00	1,00+1,04+0,57+0,30+0,15+0,52	3,59	6
O-7	1,04	1,04+0,57+0,30+0,15+0,52	2,59	7
O-8	0,57	0,57+0,30+0,15+0,52	1,54	8
O-9	0,30	0,30+0,15+0,52	0,97	9
O-10	0,15	0,15+0,52	0,67	10
O-11	0,52	0,52	0,52	11

Tabel 3 menunjukkan hasil setelah penjumlahan bobot poin pada setiap proses operasi dan melakukan pengurutan atau menilai bobot poin RPW dari yang paling besar hingga yang paling kecil. Setelah melakukan pengurutan atau ranking dari bobot poin RPW, tahap selanjutnya adalah membagi setiap elemen kerja ke dalam stasiun kerja sesuai berdasarkan waktu siklus yang telah ditentukan dengan jumlah stasiun kerja yang optimal. Waktu siklus operasi pada pembagian elemen kerja tidak boleh melebihi batas waktu siklus yaitu 4,16 menit.

Penerapan Solusi dan Pembagian Elemen Kerja

Penyusunan stasiun kerja memperhatikan waktu proses (*T_i*), jumlah waktu-waktu proses pada tiap stasiun kerja (*ST*) dan waktu siklus (*CT*) [1]. Berikut merupakan penerapan solusi dari pembagian stasiun kerja dan elemen kerja agar mendapatkan *efficiency line* produksi meningkat dan *balance delay* menurun.

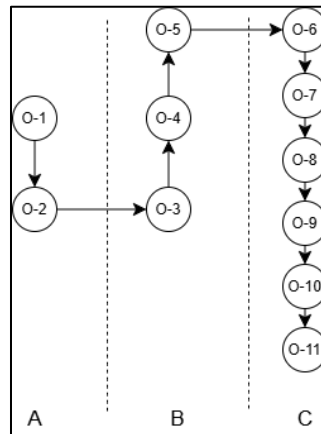
Table 4. Pembagian elemen kerja per stasiun

Stasiun kerja	Operasi	CT (menit)	CT operasi	CT stasiun
A	O-1	4,16	1,49	3,49
	O-2	4,16	2,00	
	O-3	4,16	1,52	
B	O-4	4,16	0,92	4,15
	O-5	4,16	1,71	
	O-6	4,16	1,00	
	O-7	4,16	1,04	
C	O-8	4,16	0,57	3,58
	O-9	4,16	0,30	
	O-10	4,16	0,15	
	O-11	4,16	0,52	

Pada Tabel 4, didapat solusi pembagian dari elemen kerja dengan mengikuti waktu siklus yang telah ditentukan dan memastikan waktu dari masing-masing stasiun tidak melebihi waktu siklus. Selanjutnya jika pembagian sudah dianggap sesuai dan memenuhi syarat, maka tahap berikutnya masuk pada perhitungan *efficiency line* dan *balance delay* dari masing-masing stasiun.

Kondisi Akhir Lini Produksi

Tahap terakhir adalah menggambarkan kondisi akhir dari stasiun kerja dari hasil perhitungan dan solusi penempatan elemen kerja. Berikut merupakan gambaran akhir stasiun kerja:



Gambar 6. Kondisi akhir lini produksi setelah penerapan metode RPW

Pada Gambar 6 menunjukan adanya pengurangan stasiun dan penggabungan elemen kerja guna menghasilkan waktu produksi yang lebih efisien. Mulai dari stasiun A hanya menempatkan 2 proses kerja, stasiun B 3 proses kerja dan stasiun C menampung semua proses kerja sampai akhir.

Menghitung *Efficiency Line* dan *Balance Delay*

Diketahui jumlah dari total waktu kerja masing-masing stasiun hasil dari penerapan solusi dengan menghasilkan 3 stasiun kerja dengan waktu siklus yang berbeda-beda, berikut perhitungan *efficiency line* dan *balance delay* dari masing-masing stasiun:

1. Stasiun 1 (A)

Efficiency line :

$$LE = \left(\frac{3,49}{4,16} \right) \times 100\% = 83,89\% \quad (6)$$

Balance Delay :

$$BD = 100\% - 83,89\% = 16,11\% \quad (7)$$

2. Stasiun 2 (B)

$$LE = \left(\frac{4,15}{4,16} \right) \times 100\% = 99,76\% \quad (8)$$

Balance Delay :

$$BD = 100\% - 99,76\% = 0,24\% \quad (9)$$

3. Stasiun 3 (C)

$$LE = \left(\frac{3,58}{4,16} \right) \times 100\% = 86,06\% \quad (10)$$

Balance Delay :

$$BD = 100\% - 86,06\% = 13,94\% \quad (11)$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa semua stasiun kerja memiliki tingkat efisiensi yang mendekati 100%, dengan Stasiun B sebagai yang paling optimal, yaitu mencapai efisiensi sebesar 99,76% dan *balance delay* hanya 0,24%. Sebaliknya, Stasiun A dan Stasiun C menunjukkan efisiensi masing-masing sebesar 83,89% dan 86,06%, dengan *balance delay* sebesar 16,11% dan 13,94%. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa masih terdapat potensi *idle time* pada Stasiun A dan C yang dapat diminimalkan melalui penataan ulang pembagian elemen kerja secara lebih proporsional. Secara keseluruhan, penerapan metode RPW telah berhasil meningkatkan efisiensi lini produksi dibandingkan dengan kondisi awal yang terdiri dari empat stasiun kerja tanpa pengukuran efisiensi yang terstruktur. Pengurangan jumlah stasiun dari empat menjadi tiga tidak hanya mencerminkan peningkatan efisiensi secara struktural, tetapi juga menunjukkan keberhasilan dalam redistribusi beban kerja antar stasiun.

Keberhasilan perubahan ini tidak semata-mata terletak pada pengurangan jumlah stasiun, melainkan pada pendekatan sistematis dari metode RPW dalam mengurutkan elemen kerja berdasarkan bobot posisi total (*total positional weight*), yang mempertimbangkan seluruh waktu dari elemen dan penerusnya. Dengan demikian, alokasi elemen kerja menjadi lebih seimbang secara waktu dan logis secara urutan proses, sehingga mengurangi terjadinya bottleneck dan idle time. Hal ini konsisten dengan hasil penelitian terbaru oleh Tran dan Smith yang menunjukkan bahwa metode RPW dapat mengurangi ketidakseimbangan lintasan hingga 30% dalam lingkungan produksi semi-otomatis, karena pendekatannya yang mempertimbangkan keterkaitan antarelemen secara menyeluruh [13]. Selain itu, Liu et al. juga menemukan bahwa RPW

unggul dalam meningkatkan utilisasi stasiun kerja dibandingkan metode heuristik lainnya pada lini produksi berukuran kecil hingga menengah [14].

Dengan demikian, peningkatan efisiensi pada studi ini dapat dijelaskan secara logis dan teoritis, bahwa RPW secara efektif menyelaraskan urutan proses dengan waktu yang tersedia di setiap stasiun, memaksimalkan pemanfaatan sumber daya, serta menurunkan waktu tidak produktif, khususnya pada lini dengan karakteristik proses yang bervariasi namun memiliki alur produksi linier.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan metode *Ranked Position Weight* (RPW) pada lini produksi *Main Bearing Case* di PT SGE terbukti mampu mengurangi ketidakseimbangan beban kerja antar stasiun kerja. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jumlah stasiun dapat dioptimalkan dari empat menjadi tiga, dengan waktu siklus rata-rata sebesar 4,16 menit. Efisiensi lintasan meningkat secara signifikan, dengan stasiun 1 sebesar 83,89%, stasiun 2 mencapai 99,76%, dan stasiun 3 sebesar 86,06%, serta *balance delay* masing-masing sebesar 16,11%, 0,24%, dan 13,94%. Peningkatan efisiensi ini berdampak langsung pada kelancaran proses produksi dan mendukung pencapaian target harian perusahaan.

Untuk implementasi ke depan, disarankan adanya sistem monitoring waktu siklus secara real-time guna mendeteksi dan mengantisipasi ketidakseimbangan sejak dini. Selain itu, integrasi metode RPW dengan sistem digital seperti *Manufacturing Execution System* (MES) dapat membantu meningkatkan kendali operasional dan perencanaan lintasan produksi secara lebih adaptif. Temuan ini diharapkan menjadi dasar untuk perbaikan berkelanjutan dalam mendukung efisiensi dan produktivitas jangka panjang perusahaan.

Daftar Pustaka

- [1] M. Mughni and R. Pusipita Sari, "Penerapan Metode Line Balancing Untuk Efisiensi Produksi Pada Bagian Line Face Lathe (Studi Kasus: PT.XYZ)," *J. Teknovasi*, vol. 08, pp. 1–14.
- [2] E. Elfandry and dkk, "Pendekatan Line Balancing dalam Pembuatan Ragum Menggunakan TALENTA Conference Series Pendekatan Line Balancing dalam Pembuatan Ragum Menggunakan Metode Helgeson-," *Talent. Conf. Ser.*, vol. 3, no. 2, pp. 210–217, 2020, doi: 10.32734/ee.v3i2.995.
- [3] F. S. Lubis, N. Syalsabila, and M. Hartati, "Penerapan Line Balancing Untuk Mengurangi Waste Pada Proses Produksi Meja Menggunakan Metode RPW dan VSM pada Industri Furnitur," pp. 180–191, 2024.
- [4] Q. Tang, "An improved multi-objective multifactorial evolutionary algorithm for assembly line balancing problem considering regular production and preventive maintenance scenarios," *Swarm Evol. Comput.*, vol. 68, 2022, doi: 10.1016/j.swevo.2021.101021.
- [5] L. Zhao, "An improved preference-based variable neighbourhood search algorithm with ar-dominance for assembly line balancing considering preventive maintenance scenarios," *Eng. Appl. Artif. Intell.*, vol. 109, 2022, doi: 10.1016/j.engappai.2021.104593.
- [6] Z. Zhang, "An enhanced multi-objective JAYA algorithm for U-shaped assembly line balancing considering preventive maintenance scenarios," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 59, no. 20, pp. 6146–6165, 2021, doi: 10.1080/00207543.2020.1804639.
- [7] W. Isnaini, H. A. Khoiri, and T. A. Edison, "Analisis Keseimbangan Lini Produksi Pabrik Tahu Barokah," *Semin. Nas. Has. Penelit. Pengabd. Masy. Bid. Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 31–39, 2022.
- [8] M. Arfah, "Analisa Line Balancing Untuk Meningkatkan Produksi Rempeyek," Online, 2022.
- [9] K. Meng, "Robust assembly line balancing problem considering preventive maintenance scenarios with interval processing time," *Eng. Appl. Artif. Intell.*, vol. 116, 2022, doi: 10.1016/j.engappai.2022.105417.
- [10] K. Meng, "Mixed-model assembly line balancing problem considering preventive maintenance scenarios: MILP model and cooperative co-evolutionary algorithm," *Appl. Soft Comput.*, vol. 127, 2022, doi: 10.1016/j.asoc.2022.109341.
- [11] K. Meng, "Solving multi-objective model of assembly line balancing considering preventive maintenance scenarios using heuristic and grey wolf optimiser algorithm," *Eng. Appl. Artif. Intell.*, vol. 100, 2021, doi: 10.1016/j.engappai.2021.104183.
- [12] S. Saiful, M. Hambali, and T. M. Rahman, "Penyeimbangan Lintasan Produksi Dengan Metode Heuristik (Studi Kasus PT. XYZ Makassar)," *J. Tek. Ind.*, vol. 15, no. 2, pp. 182–189, 2016, doi: 10.22219/jtiumm.vol15.no2.182-189.
- [13] M. I. P. Karmawan, F. Pulansari, and D. S. Donoriyanto, "Analisis Keseimbangan Lintasan Menggunakan Metode Largest Candidate Rule, Killbridge and Western Method, Ranked Positional Weights," *Juminten*, vol. 1, no. 1, pp. 43–54, 2020, doi: 10.33005/juminten.v1i3.18.
- [14] D. Rosita, R. Alfatiyah, M. Zulziar, and M. Shobur, "Re-Layout Fasilitas Produksi Dengan Metode Line Balancing Untuk Meningkatkan Produktivitas Di Pt. Kmk Global Sports," *JITMI (Jurnal Ilm. Tek. Dan*

- Manaj. Ind.*, vol. 3, no. 1, p. 33, 2020, doi: 10.32493/jitmi.v3i1.y2020.p33-42.
- [15] A. A. Sibarani, R. R. Dewanto, and F.Faujiyah, "Analisis Line Balancing Produksi Kain Grey Pada Perusahaan Textile," *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. Dan Karya Ilm. Dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 2, pp. 426–435, 2023.
 - [16] A. F.Dasanti, F.Jakdan, Dedy, and T.Santoso, "Penerapan Konsep Line Balancing Untuk Mencapai Kerja Di PT GARMENT JAKARTA," *Bull. Appl. Ind.. Eng. Theory*, vol. 1, no. 2, pp. 2–7, 2020.
 - [17] D.Aris Styawan, "Penerapan Line Balancing untuk Meningkatkan Proses Perakitan Control Panel di Line Service Part pada PT. Kawai Indonesia Plant 3," *Serambi Eng.*, vol. VI, no. 4, 2021.
 - [18] G.Nugrianto, M.Syambas, R.Diky, and N.Demus, "Analisis Penerapan Line Balancing untuk Peningkatan Efisiensi pada Proses Produksi Pembuatan Pagar Besi Studi Kasus : CV . Bumen Las Kontraktor," *Bull. Appl. Ind.. Eng. Theory*, vol. 1, no. 2, pp. 46–53, 2020.
 - [19] R.Kumar *et al.*, "Optimisation of Fitted Sheet Set Assembly Line at Garments Industry by Lean Manufacturing Techniques and SAM Analysis," *Int. Res. J. Mod. Eng. Technol. Sci.*, vol. 4, no. 10, pp. 1634–1647, 2022.
 - [20] F.Valentina Sitanggang and danPringgo Widyo Laksono, "Penerapan Line Balancing pada PT. XYZ dengan Metode Largest Candidate Rule dan Ranked Positional Weight," pp. 1–10, 2022.
 - [21] K. B.Bagshaw, "Work Line Balancing and Production Efficiency of Manufacturing Firms in Rivers State, Nigeria," *Am. J. Ind. Bus. Manag.*, vol. 10, no. 01, pp. 45–60, 2020, doi: 10.4236/ajibm.2020.101004.
 - [22] I. M. I. et al..Ibeh Matthew Imagwuike et al., "Assembly Line Balancing Implementation in Manufacturing Industry," *Int. J. Mech. Prod. Eng. Res. Dev.*, vol. 10, no. 3, pp. 5683–5692, 2020, doi: 10.24247/ijmperdjun2020541.
 - [23] O.Bongomin, J. I.Mwasiagi, E. O.Ngany, andI.Nibikora, "Improvement of garment assembly line efficiency using line balancing technique," *Eng. Reports*, vol. 2, no. 4, pp. 1–18, 2020, doi: 10.1002/eng2.12157.
 - [24] S.Zaneta, A.Putri, and P. W.Laksono, "Analisis Line Balancing dengan Metode Ranked Positional Weight (RPW) pada Lintasan Sewing di PT XYZ," *Semin. Dan Konf. Nas. IDEC*, pp. 97–106, 2023.