

ANALISIS *LINE BALANCING* PADA LINI PRODUKSI SEWING C-9 DENGAN MENGGUNAKAN METODE HEURISTIK (Studi Kasus: PT Sari Warna Asli *Garment*)

Jihan Mumtaz¹, Chaterine Alvina Prima Hapsari²

*Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275*

Abstrak

Pada kondisi awal perusahaan PT Sari Warna Asli Garment, total waktu menganggur pada setiap pembuatan produk sebesar 867,370 detik sehingga terjadi bottleneck. Hal ini terjadi karena pembebanan kerja yang kurang seimbang, sehingga tingkat efisiensi lintasan produksi rendah yaitu sebesar 46,40%. Untuk mengatasi hal ini, maka dilakukan analisis dengan menggunakan line balancing metode heuristik. Metode line balancing cocok digunakan pada permasalahan ini untuk menyeimbangkan elemen kerja dari sebuah lintasan produksi sehingga dapat meminimumkan idle time. Metode yang digunakan yaitu Ranked Positional Weight (RPW), Metode Largest Candidate Rule, dan Metode J-Wagon. Ketiga metode tersebut akan dibandingkan lalu dipilih metode yang memiliki nilai performansi terbaik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang terpilih yaitu Largest Candidate Rule (LCR) dengan performansi lini mengalami perbaikan dari lini perakitan awal. Nilai efisiensi lini setelah perbaikan yaitu 77,33% dari 46,40%, balance delay sebesar 22,67% dari 53,60%, total waktu menganggur sebesar 220,08 detik dari 867,370 detik, dan smoothness index sebesar 64,463 dari 180,842. Selain itu, menggunakan metode LCR diperoleh stasiun kerja baru yaitu dari 25 stasiun kerja menjadi 15 stasiun kerja. Dimana pada stasiun kerja baru, stasiun kerja 14 yang paling sibuk. Rekomendasi perbaikan lainnya terkait penambahan operator sewing yaitu masing-masing 1 operator untuk elemen produksi ke-12 dan ke-16.

Kata kunci: *efisiensi lintasan; keseimbangan lintasan; metode heuristik*

Abstract

[Analysis of Line Balancing in Sewing C-9 Production Line by Using Heuristic Method (Study Case: PT Sari Warna Asli Garment)] *In the initial conditions of the company PT Sari Warna Asli Garment, the total idle time for each product manufacture was 867,370 seconds resulting in a bottleneck. This happens because of the unbalanced workload, so the level of production line efficiency is low 46,40%. To overcome this, an analysis is carried out using the line balancing heuristic method. The line balancing method is suitable for this problem to balance the work elements of a production line so as to minimize idle time. The methods used are the Ranked Positional Weight (RPW), the Largest Candidate Rule Method, and the J-Wagon Method. The three methods will be compared and then the method that has the best performance value will be selected. The results showed that the selected method, which the Largest Candidate Rule (LCR), had improved line performance from the initial assembly line. The line efficiency value after repair was 77,33% from 46,40%, balance delay was 22,67% from 53,60%, total idle time was 220,08 seconds from 867,370 seconds, and smoothness index was 64,463 from 180,842. In addition, using the LCR method, new work stations were obtained, from 25 work stations to 15 work stations. Where at the new work station, work station 14 is the busiest. Another recommendation for improvement is related to the addition of sewing operators, which 1 operator each for the 12th and 16th production's element.*

Keywords: *heuristic methods; line balancing; line efficiency*

*Penulis Korespondensi.

E-mail: jihanmumtaz@students.undip.ac.id

1. Pendahuluan

Berkembangnya industri garmen dan tekstil di Indonesia memberikan pengaruh terhadap perekonomian Indonesia. Namun hal ini menjadi tantangan bagi suatu perusahaan karena memiliki banyak pesaing sejenis sehingga perusahaan harus terus berinovasi dan meningkatkan kualitas produksinya untuk menghasilkan produk yang menarik pasar. Produktivitas ini dipengaruhi oleh adanya sistem produksi yang digunakan sehingga untuk menghasilkan *output* yang baik maka diperlukan adanya sistem produksi yang baik. Oleh karena itu, dalam menentukan keberhasilan suatu industri garmen diperlukan sistem produksi dengan efisiensi yang tinggi. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi perusahaan adalah meminimasi *waste* (pemborosan).

Keseimbangan lintasan produksi memiliki hubungan yang erat dengan sistem produksi dalam sebuah industri manufaktur. Keseimbangan lintasan menjadi salah satu kunci dalam sistem produksi yang efektif, sehingga beban kerja di setiap lintasan lini produksi seimbang. Tujuan utama dari kegiatan *line balancing* adalah untuk dapat memaksimalkan kecepatan di setiap stasiun kerja untuk dapat mencapai efisiensi kerja yang tinggi.

PT Sari Warna Asli Garment adalah perusahaan yang berkembang di bidang *textile*, khususnya dalam bidang pakaian jadi (*garment*). Produk yang dibuat perusahaan adalah pesanan dari *buyer*. Sistem produksi pada perusahaan ini yaitu *make-to-order* sehingga proses produksi pakaian pada perusahaan ini dilakukan berdasarkan pesanan dari *buyer*. Semua *output* produksi akan diserahkan ke pelanggan sesuai dengan pesannya sehingga perusahaan tidak memerlukan adanya *safety stock*. Proses produksi dari PT Sari Warna Asli Garment terdiri dari beberapa tahap yaitu proses *cutting*, *sewing*, *finishing*, dan *packaging*. Di setiap prosesnya dilakukan inspeksi guna melihat dan meneliti kualitas bahan yang digunakan dan produk yang dihasilkan untuk menghindari adanya barang *defect*.

Dalam proses *sewing* pakaian, waktu pengerjaan tiap mesin operator tidak seimbang karena waktu pengerjaan tiap proses tidak merata. Akibatnya beberapa operator memiliki banyak waktu menganggur sehingga terjadi *bottleneck*. *Bottleneck* yang terjadi berupa penumpukan material pada proses sebelumnya. *Bottleneck* adalah kondisi di mana beberapa pekerjaan stasiun melakukan proses penuh dan beberapa stasiun kerja lainnya menganggur karena menunggu *input* dari stasiun kerja sebelumnya (Ginting & Nst, 2020). Selain itu, tidak meratanya pembagian tugas pada setiap elemen kerja. Pada elemen kerja 8 memiliki waktu menganggur terbesar yaitu sebesar 57,182 detik dan total waktu menganggur keseluruhan yaitu 867,370 detik. Pada proses 12 dan 16 memiliki waktu kerja yang paling besar

yaitu 46,192 detik dan 46,671 detik sehingga operator sibuk dibandingkan dengan operator lainnya.

Perencanaan produksi memegang peranan penting bagi sebuah perusahaan dengan sistem produksi secara massal. Setiap proses *sewing* akan memiliki kecepatan produksi yang berbeda apabila pengaturan dan perencanaannya tidak tepat. Hal ini dapat mengakibatkan *line* produksi tersebut tidak efisien dalam melakukan pekerjaannya. Salah satu ciri keseimbangan lintasan yang baik adalah dapat meminimasi tingkat *waste*, sehingga hal ini dapat meningkatkan efisiensi dan *output* produksi.

Permasalahan pada perusahaan yang terjadi yaitu pada lintasan produksi, beberapa elemen kerja tidak merata pembagian beban kerjanya. Sehingga pada beberapa stasiun kerja ada yang terlalu sibuk seperti pada proses 12 dan 16 serta ada yang memiliki banyak waktu menganggur seperti pada elemen proses 8. Adanya ketidakseimbangan dalam sebuah lini produksi dapat diatasi dengan melakukan analisis menggunakan metode *line balancing*. *Line balancing* digunakan untuk menyeimbangkan elemen kerja dari sebuah lintasan produksi. Selain itu juga digunakan untuk mengurangi banyaknya stasiun kerja dan *idle time* pada semua elemen kerja sehingga dapat meningkatkan *output* produksi.

Sesuai dengan permasalahan yang ada, diperlukan penerapan suatu metode sebagai alat bantu untuk meminimalisir permasalahan pada lini produksi pakaian. Pada proses *sewing* tersebut terdapat 25 operator dengan 25 jenis pekerjaan yang kerap terjadi *bottleneck* sehingga menyebabkan beberapa proses tidak mencapai target *output* yang ditentukan. Hal ini cukup sering terjadi sehingga mengganggu keseimbangan lintasan produksi dan menghambat dalam kelanjutan proses kerja setelahnya. Proses yang cukup sering kewalahan yaitu pada proses 12 dan 16 karena proses ini cenderung sibuk dibandingkan dengan proses lainnya yang relatif lebih singkat. Hal tersebut dapat diselesaikan dengan melakukan analisis *line balancing* menggunakan metode heuristik yaitu Metode *Ranked Positional Weight (RPW)*, *Metode Largest Candidate Rule*, dan *Metode J-Wagon*. Metode heuristik ini tidak menjamin hasil yang optimal, namun model ini dirancang untuk menghasilkan strategi yang relatif lebih baik dengan mengacu pada pembatasan-pembatasan tertentu. Metode heuristik merupakan metode perencanaan yang paling nyata kemungkinannya untuk direalisasikan dan diaplikasikan ke dalam permasalahan nyata, perencanaan *metode trial and error*, melalui pengamatan antara permintaan kumulatif dan rata – rata permintaan kumulatifnya (Basuki & Junaidi, 2019).

Studi Literatur

Tabel 1. Kajian Literatur Terdahulu

No	Judul Penelitian	Penulis	Tahun	Hasil
1	Penerapan Konsep <i>Line Balancing</i> Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja Di PT GARMENT JAKARTA	Santoso,dkk	2020	Penelitian mengkaji penerapan <i>line balancing</i> dengan menggunakan metode RPW pada lini produksi pembuatan pakaian muslim. Dengan menggunakan metode RPW dapat meningkatkan efisiensi lintasan dari kondisi awal perusahaan yaitu 41,63% naik menjadi 102% serta ditunjukkan dengan <i>balance delay</i> yang lebih kecil dibanding dengan pengaturan selama ini yang dijalankan perusahaan dari 41,88% turun menjadi 41,77%.
2	Analisis <i>Line Balancing</i> Menggunakan Metode <i>Largest Candidate Rule</i> , <i>Killbridge and Western Method</i> , dan <i>Ranked Positional Weights</i> di PT XYZ	Donoriyanto,dkk	2020	Penelitian ini menyelesaikan permasalahan bottleneck dengan membandingkan 3 metode yaitu <i>Largest Candidate Rule</i> , <i>Killbridge and Western Method</i> , dan <i>Ranked Positional Weights</i> . Hasil penelitian menunjukan metode <i>Ranked Positional Weights</i> sebagai metode rekomendasi dengan <i>line efficiency</i> 90,27%, <i>balance delay</i> 9,72%, dan <i>smoothnes index</i> sebesar 19,56936.
3	Perhitungan Efektifitas Lintasan Produksi Menggunakan Metode <i>Line Balancing</i>	Dharmayanti & Marliansyah	2019	Penelitian ini menggunakan analisis <i>line balancing</i> dengan menggunakan metode Killbridge dan Wester dan <i>Rank Position Weight</i> . Dari perhitungan kedua metode diperoleh peningkatan pada nilai performansinya dari kondisi lintasan awal. Penelitian ini dilakukan pada lini produksi dengan objek permen.
4	Analisis <i>Line Balancing</i> dengan RPW pada Departemen <i>Sewing Assembly Line Style</i> F1625W404 di PT. Pan Brothers, Boyolali	Arifiana & Suletra	2017	Penelitian ini mengkaji penerapan <i>line balancing</i> dengan menggunakan metode RPW. Usulan perbaikan dilakukan pada bagian <i>line</i> utama yaitu <i>line assembly</i> . Dengan metode RPW dihasilkan jumlah stasiun kerja yang lebih sedikit yaitu sebanyak 36 stasiun kerja. Stasiun kerja usulan memiliki tingkat efisiensi <i>line</i> yang lebih tinggi dibandingkan stasiun kerja sebelum <i>improvement</i> yaitu sebesar 74,38%.
5	Analisis Keseimbangan Lintasan (<i>Line Balancing</i>) pada Proses Perakitan <i>Body Bus</i> pada Karoseri Guna Meningkatkan Efisiensi Lintasan	Djunaidi & Angga	2017	Penelitian ini mengkaji peningkatan efisiensi produksi dengan melakukan perbaikan lini produksi yang telah ada. Analisis keseimbangan lintasan pada proses perakitan <i>body bus</i> menggunakan metode <i>Ranked Position Weight</i> . Hasil analisis menyatakan bahwa penerapan metode keseimbangan lintasan dapat meningkatkan efisiensi kerja lintasan produksi dari 72,39% menjadi 91,16% dan <i>balance delay</i> dapat dikurangi dari 27,61 % menjadi 8,84 %.

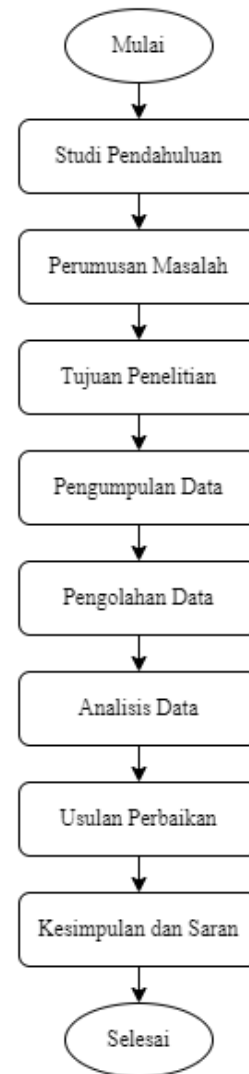
2. Metode Penelitian

Metode penelitian ini adalah penelitian deskriptif yang mana peneliti mendeskripsikan dan menginterpretasikan proses yang berlangsung dan akibat yang terjadi. Penelitian ini dilakukan dengan objek penelitian yang diamati yaitu proses produksi pakaian *style* Berlin dengan warna *white light solid* pada Lini Produksi C-9 di gedung *sewing* C. Objek ini dipilih karena memiliki banyak proses kerja dan ditemukannya permasalahan pada pembuatan produk *style* berlin yaitu adanya kejadian *bottleneck*. Variabel terikat pada penelitian ini yaitu performansi keseimbangan lintasan. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu waktu siklus tiap elemen, jumlah elemen serta jumlah operator dalam tiap elemen kerjanya. Pada penelitian ini pemecahan masalah yang digunakan dengan menggunakan metode *line balancing*. Metode *line balancing* yang digunakan dengan pendekatan heuristik yaitu Metode *Ranked Positional Weight (RPW)*, Metode *Largest Candidate Rule*, dan Metode *J-Wagon*.

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu studi pustaka dan studi lapangan. Studi pustaka dilakukan dengan menggali teori dasar dan konsep yang berkaitan dengan masalah yang diteliti melalui berbagai media seperti buku dan jurnal ilmiah. Studi lapangan dilakukan dengan dua cara yaitu wawancara dengan supervisor pada lantai produksi dan dengan mentor kerja praktik, sedangkan cara kedua dengan pengamatan langsung pada lini produksinya.

Data yang didapatkan pada penelitian ada dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang diperoleh yaitu data elemen kerja dan waktu siklus dari pengamatan secara langsung dengan melakukan pengukuran menggunakan *stopwatch*. Data yang kedua yaitu data sekunder berupa data perusahaan, studi pustaka, dan *layout* lini produksi *sewing*.

Gambar 1 merupakan langkah-langkah dalam melakukan penelitian di PT Sari Warna Asli Garment.



Gambar 1. *Flowchart* Metode Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data digunakan untuk mengetahui apakah data yang diambil telah cukup atau belum (Julia, 2022). Pada penelitian kali ini, peneliti menganggap data memiliki derajat ketelitian sebesar 5% dan tingkat kepercayaan sebesar 95% sehingga $k = 2$. Jumlah elemen proses produksi yaitu 25 dengan jumlah pengamatan 12 kali.

$$N' = \left\{ \left(\frac{k/s \sqrt{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{(\sum x)} \right)^2 \right\} \quad (1)$$

Keterangan:

k = Tingkat Kepercayaan

Bila tingkat kepercayaan 95% maka $k = 1,96 \approx 2$

s = Derajat Ketelitian

N = Jumlah data pengamatan

Penyelesaian:

$$N' = \left\{ \left(\frac{2/0,05 \sqrt{300(210610) - (7342)^2}}{(7342)} \right)^2 \right\}$$

$$N' = 275,389$$

Kesimpulan yang dapat diambil yaitu nilai $N' < N$ ($275 < 300$) yang berarti bahwa data yang terkumpul sudah dianggap cukup untuk dilakukan pengolahan data.

Uji Keseragaman Data

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(\bar{x} - x_i)^2}{N-1}} \quad (2)$$

Keterangan:

N = Jumlah data pengamatan

Penyelesaian:

$$\sigma = \sqrt{\frac{30926,7867}{300 - 1}}$$

$$\sigma = 10,170$$

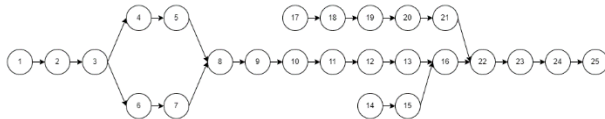
$$BKA = \bar{x} + (3 \times \sigma) = 24,473 + (3 \times 10,170) = 54,983$$

$$BKB = \bar{x} - (k \times \sigma) = 24,473 - (3 \times 10,170) = -6,037$$

Berdasarkan perhitungan uji keseragaman data di atas dapat disimpulkan bahwa tidak ada data yang melebihi nilai Batas Kontrol Atas dan Batas Kontrol Bawah. Sehingga penelitian ini dapat dilanjutkan ke perhitungan berikutnya.

Precedence Diagram Awal

Gambar 2 ini merupakan gambar dari *precedence diagram* awal dari tabel daftar elemen kerja pada lini produksi *sewing C-9*.



Gambar 2. *Precedence Diagram* Awal

Waktu Baku Elemen Kerja

Waktu baku ini merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan pekerjaan (Afiani, 2017). Berikut tabel 2 yang berisi rekapitulasi waktu baku proses.

Tabel 2. Waktu Baku Proses

No	Mesin	Proses	Waktu Baku (s)
1	SN	Body Belakang di Floi	24,038
2	Obras	Obras Yoke	22,529
3	SN	Stick Yoke	18,448
4	Setrika	Gosok Plaket	31,865
5	SN	Stick Plaket	20,005
6	Setrika	Gosok Kantong	18,791
7	SN	Pasang Kantong	35,099
8	SN	Corong Tangan	7,547
9	SN	Floi Tangan	38,349
10	Obras	Obras Bahu	31,753
11	Obras	Obras Tangan	41,552
12	Obras	Obras Samping	46,192
13	SN	Heming Bawah	32,583
14	Setrika	Gosok Manset	17,330
15	SN	Jahit Manset	14,375
16	SN	Pasang Manset	46,671
17	SN	Blabar Kerah	31,625
18	SN	Stick Kerah	34,963
19	Kepras	Kepras	23,703
20	SN	Join Kerah	41,368
21	Setrika	Gosok Kerah Jadi	29,517
22	SN	Pasang Kerah	32,200
23	SN	Pasang <i>carelabel</i>	33,206
24	SN	Tutup Kerah	31,146
25	SN	Stick Manset	46,000
Total			750,855

Kondisi Aktual

$$Takt\ time = \frac{240 \times 8 \times 3600}{106784} = 64,729 \approx 65\ s$$

$$Smoothness\ Index = 180,842$$

Line Efficiency:

$$LE = \frac{\sum T_{si}}{K \times CT} \times 100\% \quad (3)$$

$$LE = \frac{750,855}{25 \times 64,729} \times 100\% = 46,40\%$$

Keterangan:

K = Jumlah stasiun kerja

CT = *Cycle time*

T_{si} = Waktu baku

Balance Delay:

$$BD = \frac{(K \times CT) - \sum T_{si}}{K \times CT} \times 100\% \quad (4)$$

$$BD = \frac{(25 \times 64,729) - 750,855}{25 \times 64,729} \times 100\%$$

$$BD = 53,60\%$$

Keterangan:

K = Jumlah stasiun kerja

CT = Cycle time

T_{si} = Waktu baku

Idle Time:

$$Idle\ Time = (K \times CT) - \sum T_{si} \quad (5)$$

$$Idle\ Time = (25 \times 64,729) - 750,855 = 867,370\ s$$

Keterangan:

K = Jumlah stasiun kerja

CT = Cycle time

T_{si} = Waktu baku

Idle Time yang diperoleh yaitu waktu menganggur secara keseluruhan dari 25 elemen proses yaitu sebesar 867,370 detik.

Jumlah Stasiun Kerja Perbaikan

Takt time = 64,729 s

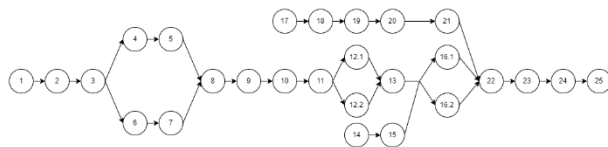
$$N = \frac{\sum \text{total waktu pengerjaan}}{\text{Takt time}} = \frac{750,855}{64,729}$$

N = 11,60

Sehingga, jumlah stasiun kerja yaitu 12.

Precedence Diagram Perbaikan

Gambar 3 ini merupakan gambar dari *precedence diagram* perbaikan dari tabel daftar elemen kerja pada lini produksi *sewing C-9*.



Gambar 3. Precedence Diagram Perbaikan

Pada *precedence diagram* perbaikan ini terdapat perbedaan dengan *precedence diagram* awal yaitu terdapat penambahan jumlah operator pada elemen proses 12 dan 16. Penambahan jumlah operator dilakukan karena pada proses 12 dan 16 cenderung sibuk dibandingkan dengan operator lainnya.

Metode RPW

Metode *Ranked Positional Weight* adalah metode yang menghitung waktu siklus, matrik pendahulu berdasarkan jaringan kerja, menghitung bobot posisi, efisiensi waktu rata-rata (Hapid & Supriyadi, 2021). Berikut ini tabel 3 yang berisi rekapitulasi prioritas bobot.

Tabel 3. Prioritas Bobot

Rank	Operasi	Waktu Operasi (detik)	Bobot Posisi
1	1	24,038	459,673
2	2	22,529	435,635
3	3	18,448	413,106
4	6	18,791	394,658
5	4	31,865	392,638
6	7	35,099	375,867
7	5	20,005	360,773
8	8	7,547	340,768
9	9	38,349	333,221
10	17	31,625	303,728
11	10	31,753	294,872
12	18	34,963	272,103
13	11	41,552	263,119
14	19	23,703	237,140
15	12.2	23,096	221,567
16	12.1	23,096	221,567
17	20	41,368	213,437
18	13	32,583	198,471
19	14	17,330	197,592
20	15	14,375	180,262
21	21	29,517	172,069
22	16.2	23,336	165,888
23	16.1	23,335	165,887
24	22	32,200	142,552
25	23	33,206	110,352
26	24	31,146	77,146
27	25	46,000	46,000

Di bawah ini tabel 4 merupakan rekapitulasi hasil pengelompokan stasiun kerja dengan metode *Ranked Positional Weight*:

Tabel 4. Pengelompokan Stasiun Kerja

Stasiun Kerja	Rank	Operasi	Ti	STk	STk Max	Slack	Slack ²
1	1	1	24,038	46,567	64,464	17,897	320,303
	2	2	22,529				
2	3	3	18,448	37,239		27,225	741,201
	4	6	18,791				
3	5	4	31,865	31,865		32,599	1062,695
	6	7	35,099				
4	7	5	20,005	62,651		1,813	3,287
	8	8	7,547				
5	9	9	38,349	38,349		26,115	681,993
6	10	17	31,625	63,378		1,086	1,179
	11	10	31,753				
7	12	18	34,963	34,963		29,501	870,309
8	13	11	41,552	41,552		22,912	524,960
9	14	19	23,703	46,799		17,665	312,052
	15	12.2	23,096				
10	16	12.1	23,096	64,464		0,000	0,000
	17	20	41,368				
11	18	13	32,583	64,288		0,176	0,031
	19	14	17,330				
12	20	15	14,375	52,853		11,611	134,815
	21	21	29,517				
13	22	16.2	23,336	55,535		8,929	79,727
	23	16.1	23,335				
14	24	22	32,200	64,352		0,112	0,013
	25	23	33,206				
15	26	24	31,146	46,000		18,464	340,919
	27	25	46,000				
TOTAL				750,855	64,464	216,105	4203,175

Metode LCR

Metode LCR merupakan metode yang dilakukan dengan menggabungkan proses-proses atas dasar pengurutan operasi dari waktu proses terbesar

(Sitanggang & Laksono, 2022). Tabel 5 berikut ini berisi rekapitulasi *ranking* dengan menggunakan Metode *Largest Candidate Rule*.

Tabel 5. Rekapitulasi *Ranking*

<i>Rank</i>	<i>Operasi</i>	<i>Waktu Operasi (detik)</i>
1	25	46,000
2	11	41,552
3	20	41,368
4	9	38,349
5	7	35,099
6	18	34,963
7	23	33,206
8	13	32,583
9	22	32,200
10	4	31,865
11	10	31,753
12	17	31,625
13	24	31,146
14	21	29,517
15	1	24,038
16	19	23,703
17	16.2	23,336
18	16.1	23,335
19	12.2	23,096
20	12.1	23,096
21	2	22,529
22	5	20,005
23	6	18,791
24	3	18,448
25	14	17,330
26	15	14,375
27	8	7,547

Tabel 6 di bawah ini merupakan tabel perhitungan *Line Balancing* dengan menggunakan metode LCR:

Tabel 6. Pengelompokan Stasiun Kerja Metode LCR

Stasiun Kerja	Rank	Operasi	Ti	Stk	Stk max	Slack	Slack ²
1	15	1	24,038	46,567	64,352	17,785	316,306
	21	2	22,529				
2	24	3	18,448	50,313		14,039	197,094
	10	4	31,865				
3	23	6	18,791	53,890		10,462	109,453
	5	7	35,099				
4	22	5	20,005	59,177		5,175	26,781
	27	8	7,547				
5	12	17	31,625	55,679		8,673	75,221
	4	9	38,349				
6	25	14	17,330	46,128		18,224	332,114
	11	10	31,753				
7	26	15	14,375	41,552		22,800	519,840
	2	11	41,552				
8	19	12,2	23,096	46,192		18,160	329,786
	20	12,1	23,096				
9	6	18	34,963	58,666		5,686	32,331
	16	19	23,703				
10	3	20	41,368	41,368		22,984	528,264
	8	13	32,583				
11	14	21	29,517	62,100		2,252	5,072
	17	16,2	23,336				
12	18	16,1	23,335	46,671		17,681	312,618
	9	22	32,200				
13	7	23	33,206	32,200		32,152	1033,751
	13	24	31,146				
14	1	25	46,000	46,000		18,352	336,796
	27	8	7,547				
Total				750,855	64,352	214,425	4,155,426

Metode J-Wagon

Metode J-Wagon merupakan metode yang dilakukan dengan menentukan prioritas posisi dan diurutkan dari bobot posisi terbesar (Rachman & Santoso, 2019). Tabel 7 di bawah ini merupakan hasil rekapitulasi prioritas bobot posisi.

Tabel 7. Prioritas Posisi J-Wagon

<i>Rank</i>	<i>Operasi</i>	<i>Waktu Operasi (detik)</i>	<i>Bobot Posisi</i>
1	1	24,038	15
2	2	22,529	14
3	3	18,448	13
4	6	18,791	12
5	4	31,865	12
6	5	20,005	11
7	7	35,099	11
8	8	7,547	10
9	9	38,349	9
10	17	31,625	8
11	10	31,753	8
12	18	34,963	7
13	11	41,552	7
14	14	17,330	6
15	12.2	23,096	6
16	12.1	23,096	6
17	19	23,703	6
18	15	14,375	5
19	13	32,583	5
20	20	41,368	5
21	16.1	23,335	4
22	16.2	23,336	4
23	21	29,517	4
24	22	32,200	3
25	23	33,206	2
26	24	31,146	1
27	25	46,000	0

Tabel 8 di bawah ini merupakan tabel perhitungan *Line Balancing* dengan menggunakan metode J-Wagon:

Tabel 8. Pengelompokan Stasiun Kerja Metode J-Wagon

Stasiun Kerja	Rank	Operasi	Ti	STk	STk Max	Slack	Slack ²	
1	1	1	24,038	46,567	64,352	17,785	316,306	
	2	2	22,529					
2	3	3	18,448	37,239		27,113	735,115	
	4	6	18,791					
3	5	4	31,865	31,865		32,487	1055,405	
	6	5	20,005					
4	7	7	35,099	62,651		1,701	2,893	
	8	8	7,547					
5	9	9	38,349	38,349		26,003	676,156	
	10	17	31,625					
6	11	10	31,753	63,378		0,974	0,949	
	12	18	34,963					
7	13	11	41,552	41,552		29,389	863,713	
	14	14	17,330					
8	15	12.2	23,096	63,522		22,800	519,840	
	16	12.1	23,096					
9	17	19	23,703	38,078		0,830	0,689	
	18	15	14,375					
10	19	13	32,583	32,583		26,274	690,323	
	20	20	41,368					
11	21	16.1	23,335	46,671		31,769	1009,269	
	22	16.2	23,336					
12	23	21	29,517	61,717		22,984	528,264	
	24	22	32,200					
13	25	23	33,206	64,352		17,681	312,618	
	26	24	31,146					
14	27	25	46,000	46,000		2,635	6,943	
	1	25	46,000					
TOTAL				750,855	64,352	278,777	7055,280	

Pemilihan Metode *Line Balancing*

Tabel 9 di bawah ini merupakan tabel rekapitulasi perhitungan performansi untuk setiap metode *line balancing* yang dapat diterapkan pada Lini Produksi C-9:

Tabel 9. Rekapitulasi Perhitungan Performansi Setiap Metode

Performansi	Lini Perakitan Awal	Metode <i>Line Balancing</i>		
		RPW	LCR	J-Wagon
Jumlah Stasiun Kerja	25	15	15	16
Efisiensi Lini	46,40%	77,33%	77,33%	72,50%
Balance Delay	53,60%	22,67%	22,67%	27,50%
Total Waktu Menganggur	867,370 s	220,08 s	220,08 s	284,809 s
Smoothness Index	180,842	64,832	64,463	83,996

Berdasarkan tabel 9, dapat kita ketahui bahwa performansi keseimbangan lintasan menunjukkan bahwa ketiga metode, yaitu metode *Ranked Positional Weight*, metode *Largest Candidate Rule*, dan metode *J-Wagon* menghasilkan perbaikan performansi lini dari lini perakitan awal. Indikator performansi lini yaitu *line efficiency*, *smoothness index*, *balance delay*, dan total waktu menganggur. Di antara ketiga metode tersebut, yang memiliki performansi terbaik yaitu metode LCR dengan nilai efisiensi lini yaitu 77,33% dan *smoothness index* sebesar 64,463. Semakin besar nilai efisiensi lini (mendekati 100%) dan nilai *smoothness index* semakin kecil (mendekati 0) maka performansi lini semakin baik.

Setelah dilakukan perbaikan keseimbangan lini produksi dengan metode heuristik, dapat kita ketahui bahwa efisiensi lini mengalami peningkatan dengan menggunakan LCR yaitu dari 46,40% menjadi 77,33%, *balance delay* mengalami penurunan dari 53,60% menjadi 22,67%, total waktu menganggur mengalami penurunan dari 867,370 s menjadi 220,08 detik, dan *smoothness index* mengalami penurunan dari 180,842 menjadi 64,463.

4. Kesimpulan

Setelah melakukan pengolahan data dan analisis, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada lini produksi kondisi awal memiliki nilai performansi yang buruk sehingga menyebabkan terjadinya *idle time*. Total waktu menganggur pada setiap pembuatan produk yaitu rata-rata 867,370 detik. Total waktu kerja pada 25 proses kerja yaitu sebesar 750,855 detik. Selain itu pada elemen proses 12 dan 16 memiliki waktu kerja yang paling besar diantara yang lain yaitu sebesar 46,192 detik dan 46,671 detik sehingga diperlukan tindakan berupa penambahan mesin jahit sebanyak 1 buah pada masing-masing elemen proses. Hal ini dilakukan agar tidak terjadi *bottleneck*.
2. Dalam upaya pengoptimalan efisiensi pada lini produksi, digunakan metode *line balancing* dengan pendekatan 3 metode heuristik yaitu RPW, LCR, dan J-Wagon. Dari ketiga metode diperoleh metode yang

paling optimal yaitu LCR dengan performansi lini mengalami perbaikan dari lini perakitan awal. Nilai efisiensi lini setelah perbaikan yaitu 77,33% dari 46,40%, *balance delay* sebesar 22,67% dari 53,60%, total waktu menganggur sebesar 220,08 detik dari 867,370 detik, dan *smoothness index* sebesar 64,463 dari 180,842.

3. Setelah dilakukan perbaikan jumlah tenaga kerja yang awalnya 25 orang menjadi 27 orang. Dua operator ditambahkan masing-masing 1 pada proses kerja 12 dan 16 karena memiliki waktu kerja paling sibuk daripada operator lainnya.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Ibu Chaterine Alvina Prima Hapsari, S.T., M.B.A. atas bimbingannya dalam penulisan artikel jurnal ini. Terima kasih juga penulis sampaikan pada PT Sari Warna Asli Garment sebagai mitra dalam melakukan riset. Selain itu penulis juga sampaikan terima kasih pada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian serta orang tua yang selalu mendukung.

Daftar Pustaka

- A. F. Dasanti, F. Jakdan, Dedy, T. Santoso (2020). Penerapan Konsep *Line Balancing* Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja Di PT GARMENT JAKARTA.
- Febriyanti & Pringgono, W. L. (2022). Penerapan Line Balancing pada PT. XYZ dengan Metode Largest Candidate Rule dan Ranked Positional Weight. *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 2022*.
- Firman & Latif H (2027). MENINGKATKAN EFISIENSI LINTASAN KERJA MENGGUNAKAN METODE RPW DAN KILLBRIDGE-WESTERN. *Dinamika Teknik*.
- Ghany, Arifiana, Suletra. (2019) Analisis *Line Balancing* dengan RPW pada Departemen *Sewing Assembly Line Style F1625W404* di PT. Pan Brothers, Boyolali.
- Indrani D, Hafif M (2019). Perhitungan Efektifitas Lintasan Produksi Menggunakan Metode *Line Balancing*
- Masdani I.P.K, Farida P, Dwi S. D. (2020). Analisis *Line Balancing* Menggunakan Metode *Largest Candidate Rule, Killbridge and Western Method*, dan *Ranked Positional Weights Methods* di PT XYZ.
- M. Djunaidi & Angga. (2017). Analisis Keseimbangan Lintasan (*Line Balancing*) pada Proses Perakitan *Body Bus* pada Karoseri Guna Meningkatkan Efisiensi Lintasan.
- Baroto, T. (2002). Perencanaan dan Pengendalian Produksi. Jakarta: Ghalia Indonesia

Elsayed, E. A. (1994). Analysis and Control of Production System. Pretice Hall International Inc.

Ponnambalam, & Aravindam, G. (2000). A Multi Objective Genetic Algorithm for Solving Assembly Line Balancing Problem. Int J Manuf Technol, 341-352