

# PENERAPAN *LINE BALANCING* DENGAN METODE HEURISTIK PADA LINI PRODUKSI *SEWING 11A* PRODUK *SLEEVELESS DRESS G8ER16*

(STUDI KASUS: PT Starcam Apparel Indonesia Factory A)

Deyana Hasnah Afifah

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

## ABSTRAK

PT Starcam Apparel Indonesia merupakan salah satu perusahaan garmen yang memproduksi berbagai jenis pakaian. *Sleeveless dress* merupakan salah satu pakaian yang diproduksi pada Lini Perakitan 11A. Selama proses produksi berlangsung, sering terjadi permasalahan *unbalance workload* seperti banyak waktu menganggur pada beberapa operator sementara operator lainnya masih sibuk melakukan pekerjaannya. Adanya hal tersebut maka perlu dilakukan perbaikan pada lini produksi tersebut dengan melakukan pemerataan beban kerja agar lini produksi seimbang dan pekerjaan dapat diselesaikan secara lebih efektif dan efisien. Salah satu cara untuk mengatasi hal ini adalah dengan menerapkan *line balancing* dengan tujuan hasil implementasi dapat meningkatkan output. Penelitian dilakukan menggunakan metode *Helgesson Birnie/RPW*, *Largest Candidate Rule*, dan *J-Wagon*. Hasil optimal yang didapatkan dengan metode *Helgesson Birnie/RPW* dengan *takt time* 81detik dan jumlah stasiun kerja sebanyak 8 yaitu terjadi penurunan waktu menganggur (*idle time*) pada kondisi aktual sebesar 1436,376 detik menjadi 59,387 detik, peningkatan *line efficiency* sebesar 29,067% menjadi 90,835%, dan penurunan nilai *smoothing index* sebesar 148,509 menjadi 30,684.

**Kata Kunci:** *Line Balancing, Bottleneck, Metode Heuristik, Idle Time, Garment*

## ABSTRAC

*PT Starcam Apparel Indonesia is a garment company that produces various types of clothing. Sleeveless dress is one of the garments produced on the 11A Assembly Line. During the production process, workload unbalance problems often occur, such as a lot of idle time for some operators while other operators are still busy doing their jobs. With this, it is necessary to make improvements to the production line by distributing the workload so that the production line is balanced and work can be completed more effectively and efficiently. One way to overcome this is to apply line balancing with the aim that the results of the implementation can increase output. The research was conducted using the Helgesson Birnie/RPW method, the Largest Candidate Rule, and the J-Wagon. The optimal results obtained by the Helgesson Birnie/RPW method with a takt time of 81 seconds and the number of work stations as many as 8, namely a decrease in idle time in actual conditions by 1436,376 seconds to 59,387 seconds, an increase in line efficiency of 29.067% to 90.835% , and a decrease in the value of the smoothing index by 148,509 to 30,684.*

**Keywords:** *Coke, Just in Time, Coke Oven Plant.*

## 1. Pendahuluan

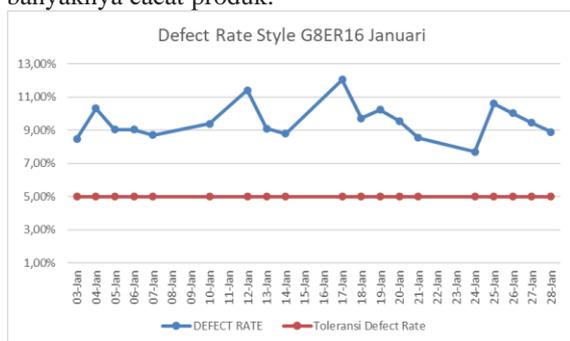
Keseimbangan lintasan produksi memiliki hubungan yang erat dengan sistem produksi dalam sebuah industri manufaktur. Keseimbangan lintasan menjadi salah satu kunci dalam sistem produksi yang efektif, dimana beban kerja di setiap lintasan lini produksi seimbang. Tujuan utama dari kegiatan *line balancing*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

PT Starcam Apparel Indonesia merupakan perusahaan garmen (*fabric*) milik pribadi yang memasok produk pakaian beberapa merk ternama di dunia. PT Starcam Apparel Indonesia telah berdiri dan berkembang selama 7 tahun hingga sekarang telah

memiliki sekitar 1500 mesin dengan total karyawan sekitar 3000. Perusahaan ini telah menghasilkan pakaian yang berkualitas dengan sasaran pasar ekspor di seluruh dunia. Fokus produksi pakaian antara lain seperti knit, dress, pants, *ladies blouse*, skirt, dan dress. Sistem produksi pada perusahaan ini adalah *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*. Salah satu produk yang memiliki *quantity order* yang cukup tinggi adalah produk *sleeveless dress* dengan kode style G8ER16.

Produk *sleeveless dress* dengan kode style G8ER16 adalah permintaan produk dari perusahaan

Target dengan *quantity order* sebesar 267.340. Produk ini diproduksi pada lini produksi 3, 4, 5, 8, 9, dan 11 dengan jumlah *output* tiap line nya adalah 2 buah produk. Selama bulan Januari jumlah *defect* banyak terjadi pada lini produksi 11A dengan produk *sleeveless dress* berwarna mustard. *Quantity order* untuk produk dengan warna mustard sebanyak 85.334. Dalam proses *sewing* pakaian tersebut, waktu pengerjaan tiap mesin operator tidak seimbang karena waktu pengerjaan tiap proses tidak merata. Akibatnya beberapa operator memiliki banyak waktu tunggu sehingga terjadi *bottleneck*. *Bottleneck* yang terjadi berupa penumpukan material pada proses sebelumnya. Selain itu, tidak meratanya pembagian tugas dan target produksi harian yang cukup besar membuat beberapa operator merasa kewalahan dan berakibat pada banyaknya cacat produk.



Gambar 1 Defect Rate

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, rumusan masalah dari penelitian ini adalah memberikan usulan mengenai pengelompokan elemen kerja pada lini produksi 11A dan metode *line balancing* yang lebih tepat digunakan agar dapat meningkatkan efisiensi, meningkatkan *output* produksi, meminimalisir *bottleneck* dan *defect product* harian.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk

1. Memberikan usulan rancangan model *line balancing* yang tepat untuk lini produksi *sewing* 11A beserta pengelompokan elemen kerjanya.
2. Meminimasi *idle time* atau waktu menganggur pada lini produksi *sewing* 11A.
3. Memberikan usulan perbaikan jumlah operator *sewing* agar beban yang diterima tiap operator seimbang.

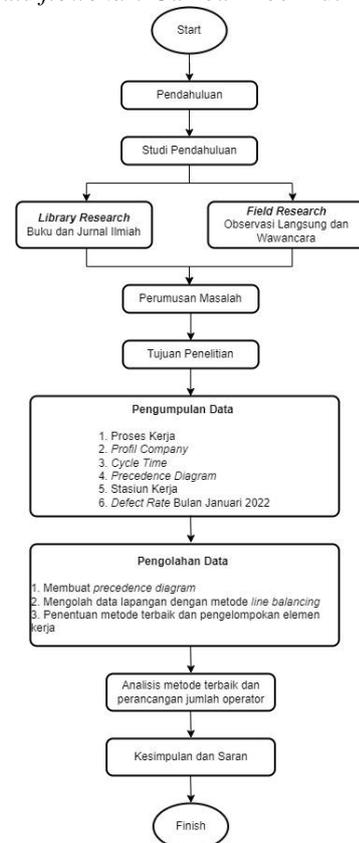
Dalam melakukan penelitian ini terdapat beberapa batasan yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan untuk satu jenis model produk yang merupakan produk yang cukup banyak memiliki *defect* yaitu *style G8ER16* pada lini produksi 11A Factory A.
2. Penelitian keseimbangan lini produksi hanya mengambil aspek waktu di tiap elemen kerja yang ada pada proses produksi *Sleeveless Dress Mustard*.
3. Data yang dikumpulkan dan diolah merupakan data pada Bulan Januari 2022.

4. Parameter yang menjadi ukuran performansi adalah efisiensi lini, *balanced delay*, total waktu menganggur, dan *smoothness index*.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Urutan proses secara lengkap yang dilalui dalam melakukan penelitian ini dirumuskan ke dalam suatu *flowchart* Gambar 1 berikut ini:



Gambar 2 Metodologi Penelitian

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Precedence Diagram

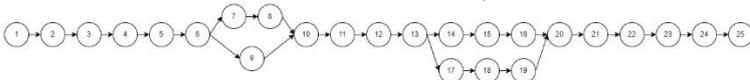
*Precedence diagram* merupakan grafik yang dibuat untuk menunjukkan hubungan antar elemen kerja secara keseluruhan yang saling berkaitan. Untuk mengetahui beban kerja dari masing-masing elemen kerja maka dibutuhkan data waktu baku. Di bawah ini merupakan data waktu baku dari masing-masing elemen kerja.

Tabel 1. Data Waktu Baku Proses Pembuatan *Sleeveless G8ER16*

No	Mesin	Proses	Waktu Baku (s)
1	Iron	Gosok HTL	7,182
2	Press	Press HTL	16,478
3	OL4	Obras Shoulder Kiri	7,020
4	OV	Corong Neck	17,295
5	OL4	Obras Shoulder Kanan	9,280

6	OV	Corong Armhole	23,413
7	OL4	Obras Pocket	27,723
8	SN	Patturn Pocket	15,247
9	SN	Shiring Depan	24,475
10	SN	Tacking Pocket (Awal)	28,333
11	SN	Stick Dalam Pocket	22,790
12	SN	Stick Luar Pocket	28,477
13	Helper	Join Body 1	13,972
14	OL4	Obras Shiring Depan	24,930
15	SN	Tacking Pocket (Akhir)	29,903
16	OL4	Obras Pocket	25,367
17	SN	Pasang Carelabel	11,805
18	OL4	Obras Side Back	26,268
19	SN	Shiring Belakang	18,400
20	Helper	Join Body 2 (Side Back)	16,880
21	OL4	Obras Shiring Belakang	25,537
22	SN	Tutup Pocket (Running Samping)	33,880
23	OL4	Obras Samping	54,233
24	SN	Tacking Armhole & Shoulder	46,150
25	OV	Heming Bawah	33,570
TOTAL			588,608

(Sumber: PT Starcam Apparel Indonesia, data diolah, 2022)



**Gambar 3** Precedence Diagram Proses Pembuatan Sleeveless G8ER16

(Sumber: PT Starcam Apparel Indonesia, data diolah, 2022)

### 3.2 Perhitungan Keseimbangan Lini Perakitan Awal

Jumlah stasiun kerja pada lini perakitan awal diasumsikan sebanyak 25 stasiun kerja sesuai dengan jumlah elemen kerja yang ada pada lini produksi sewing 11A karena pada lini produksi ini belum menerapkan konsep keseimbangan lini produksi. Dan untuk masing-masing elemen kerja dikerjakan oleh satu orang operator sewing.

Jumlah demand tahunan style G8ER16 yaitu 85.334 pcs yang dikerjakan selama 8 jam kerja per hari. Sehingga selanjutnya dapat dilakukan perhitungan seperti di bawah ini.

- 1) Total waktu operasi seluruh stasiun kerja = 588,608 detik
- 2) Waktu siklus yang dibutuhkan (CT)  
 $CT = (240 \times 8 \times 3600) / 85334 = 80,999 \text{ detik} \approx 81 \text{ detik}$

### 3) Efisiensi Lini (LE)

$$LE = (\sum T_{si}) / (K \cdot CT) \times 100\% = 588,608 / 25(80,999) \times 100\% = 29,067\%$$

### 4) Balance Delay (BD)

$$BD = ((25 \times 80,999) - 588,608) / ((25 \times 80,999)) \times 100\% = 70,933\%$$

### 5) Total waktu menganggur

$$= (25 \times 80,999) - 588,608 = 1436,376 \text{ detik}$$

### 6) Smoothness Indeks

$$SI = \sqrt{(80,999 - 7,182)^2 + \dots + (80,999 - 33,570)^2} = 148,509$$

### 7) Efisiensi stasiun kerja

Di hitung pada tiap stasiun kerjanya.

- Untuk efisiensi stasiun kerja 1  
 $= \frac{7,182}{80,999} \times 100\% = 8,87\%$
- Untuk efisiensi stasiun kerja 2  
 $= \frac{16,478}{80,999} \times 100\% = 20,34\%$
- Untuk efisiensi stasiun kerja 3  
 $= \frac{7,020}{80,999} \times 100\% = 8,67\%$

Untuk efisiensi stasiun kerja lainnya terdapat pada Tabel 2.

### 8) Waktu menganggur

Dihitung pada tiap stasiun kerjanya.

- Waktu menganggur stasiun kerja 1  
 $= 80,999 - 7,182 = 73,818$
- Waktu menganggur stasiun kerja 2  
 $= 80,999 - 16,478 = 64,521$
- Waktu menganggur stasiun kerja 3  
 $= 80,999 - 7,020 = 73,979$

Untuk waktu menganggur stasiun kerja lainnya terdapat pada Tabel 2.

**Tabel 2** Rekap Perhitungan Lini Produksi Awal

No	Proses	Waktu Baku (Detik)	Efisiensi Stasiun Kerja	Waktu Menganggur (s)
1	Gosok HTL	7,182	8,87%	73,818
2	Press HTL	16,478	20,34%	64,521
3	Obras Shoulder Kiri	7,020	8,67%	73,979
4	Corong Neck	17,295	21,35%	63,704
5	Obras Shoulder Kanan	9,280	11,46%	71,719
6	Corong Armhole	23,413	28,91%	57,586
7	Obras Pocket	27,723	34,23%	53,276
8	Patturn Pocket	15,247	18,82%	65,753
9	Shiring Depan	24,475	30,22%	56,524
10	Tacking Pocket (Awal)	28,333	34,98%	52,666
11	Stick Dalam Pocket	22,790	28,14%	58,209
12	Stick Luar Pocket	28,477	35,16%	52,523
13	Join Body 1	13,972	17,25%	67,028
14	Obras Shiring Depan	24,930	30,78%	56,069
15	Tacking Pocket (Akhir)	29,903	36,92%	51,096
16	Obras Pocket	25,367	31,32%	55,633
17	Pasang Carelabel	11,805	14,57%	69,194
18	Obras Side Back	26,268	32,43%	54,731

**Tabel 2 Rekap Perhitungan Lini Produksi Awal (Lanjutan)**

No	Proses	Waktu Baku (Detik)	Efisiensi Stasiun Kerja	Waktu Menganggur (s)
19	Shiring Belakang	18,400	22,72%	62,599
20	Join Body 2 (Side Back)	16,880	20,84%	64,119
21	Obras Shiring Belakang	25,537	31,53%	55,463
22	Tutup Pocket (Running Samping)	33,880	41,83%	47,119
23	Obras Samping	54,233	66,96%	26,766
24	Tacking Armhole & Shoulder	46,150	56,98%	34,849
25	Heming Bawah	33,570	41,44%	47,429

(Sumber: Pengolahan Data, 2022)

### 3.3 Perhitungan Keseimbangan Lini Perbaikan

Berdasarkan pada perhitungan kondisi stasiun kerja aktual menunjukkan bahwa lantai produksi *sewing style G8ER16* belum mencapai performansi yang maksimal. Sehingga, dilakukan usulan perbaikan terhadap kondisi aktual menggunakan metode heuristik yang terdiri dari Metode Helgesson-Birnie/*Ranked Positional Weight (RPW)*, Metode *Largest Candidate Rule*, dan Metode *J-Wagon*.

Sebelum melakukan perhitungan *Line Balancing*, terlebih dahulu dilakukan perhitungan *Takt Time* dan menentukan jumlah stasiun kerja minimum yang dapat dibentuk. Perhitungan dilakukan seperti di bawah ini.

#### 1) Menentukan *Takt Time*

- Hari kerja per tahun = 240 hari
- Jam kerja per hari = 8 jam
- Jumlah demand *G8ER16 mustard* = 85.334 unit/tahun
- $Takt\ time = \frac{240 \times 8 \times 3600}{85334} = 80,999 \approx 81\ detik$

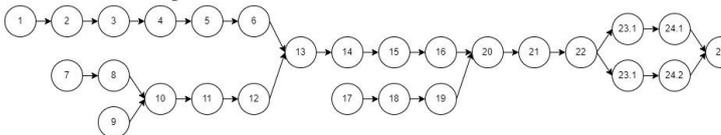
Artinya satu unit produksi *sleeveless mustard* membutuhkan waktu 81 detik di setiap stasiun kerjanya.

#### 2) Menentukan jumlah stasiun kerja minimum

$$N = \frac{\sum total\ waktu\ pengerjaan}{Takt\ time} = \frac{588,608}{80,999} = 7,27 \approx 8\ stasiun\ kerja$$

Pembulatan dilakukan ke atas sehingga terdapat 8 stasiun kerja minimum.

Di bawah ini merupakan *precedence diagram* hasil perbaikan.



**Gambar 4 Precedence Diagram Perbaikan**

Berdasarkan pada Tabel 2, diketahui bahwa terdapat proses yang memiliki waktu menganggur lebih sedikit daripada proses yang lainnya yaitu pada proses 23 (*obras samping*) dan proses 24 (*tacking armhole dan shoulder*). Sehingga proses 23 dan 24 dibagi menjadi beberapa proses. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya penumpukan (*bottleneck*) pada proses tersebut. Proses 23 akan dibagi menjadi 2 yaitu 23.1 dengan waktu 27,188 detik dan 23.2 dengan waktu 27,189 detik. Sedangkan proses 24

akan dibagi menjadi 2 yaitu 24.1 dan 24.2 dengan waktu masing-masing 23,075 detik.

Berdasarkan *precedence diagram* perbaikan, maka akan ada penambahan operator untuk elemen kerja yang mengalami perombakan. Gambar 4 merupakan hasil *precedence diagram* perbaikan sesuai dengan adanya pemecahan pada elemen kerja 23 dan 24.

#### 3.3.1 Metode Helgesson Birnie/*Ranked Positional Weight (RPW)*

Dalam melakukan perhitungan pada metode ini didasarkan pada langkah-langkah sebagai berikut.

1. Perhitungan nilai bobot posisi setiap elemen kerja.
  - Bobot Operasi 25 atau RPW (25) = 33,570
  - Bobot Operasi 24 (RPW 24) = 46,150 + RPW (25) = 46,150 + 33,570 = 79,720

Untuk bobot posisi yang lain dapat dilihat pada Tabel 3.

2. Selanjutnya nilai bobot posisi yang didapatkan akan diranking dari yang memiliki bobot posisi tertinggi hingga terendah untuk menentukan prioritasnya. Di bawah ini merupakan hasil perankingannya.

**Tabel 4 Bobot Posisi RPW**

Rank	Operasi	Waktu Operasi (detik)	Bobot Posisi
1	1	7,182	410,298
2	7	27,723	396,232
3	2	16,478	391,872
4	9	24,475	376,505
7	10	28,333	351,887
5	8	15,247	367,277
6	3	7,020	365,935
8	4	17,295	351,735
9	11	22,790	337,063
10	12	28,477	319,337
11	5	9,280	315,387
12	6	23,413	314,273
13	13	13,972	290,860
14	14	24,930	276,888
15	17	11,805	270,358
16	15	29,903	270,057
17	18	26,268	254,918
18	16	25,367	235,617
19	19	18,400	228,650
20	20	16,880	210,250
21	21	25,537	193,370
22	22	33,880	167,833
23	23.1	27,189	66,977
24	23.2	27,188	66,976
25	24.1	46,150	39,860
26	24.2	46,150	39,860
27	25	33,570	33,570

(Sumber: Pengolahan Data, 2022)

- Mengelompokkan elemen kerja ke dalam stasiun kerja dengan memperhatikan urutan ranking bobot posisi. Alokasi operasi ke dalam stasiun kerja dimulai dari bobot posisi tertinggi hingga waktu memenuhi *takt time* yang telah ditentukan. Di bawah ini merupakan hasil pengelompokkan stasiun kerja pada metode RPW.

**Tabel 5 Pengelompokan Stasiun Kerja Metode RPW**

Stasiun	Waktu Stasiun Kerja (Detik)	Operasi	Waktu Operasi (Detik)	Slack Time (Detik)	ST <sup>2</sup>
1	75,858	1	7,182	5,141	26,430
		7	27,723		
		2	16,478		
		9	24,475		
2	77,175	3	7,020	3,824	14,626
		8	15,247		
		10	28,333		
		4	17,295		
		5	9,280		
3	74,680	11	22,790	6,319	39,934
		12	28,477		
		6	23,413		
4	80,610	13	13,972	0,389	0,152
		14	24,930		
		17	11,805		
		15	29,903		
5	70,035	18	26,268	10,964	120,217
		16	25,367		
		19	18,400		
6	76,297	20	16,880	4,703	22,115
		21	25,537		
7	54,233	22	33,880	26,766	716,421
		23.1	27,117		
8	79,720	23.2	27,116	1,279	1,637
		24.1	23,075		
		24.2	23,075		
		25	33,570		

(Sumber: Pengolahan Data, 2022)

Berdasarkan pada Tabel 5 dapat kita ketahui bahwa perhitungan *line balancing* menggunakan metode RPW memerlukan 8 stasiun kerja. Selanjutnya dilakukan perhitungan performansi seperti di bawah ini.

- Efisiensi Lini (LE)

$$LE = \frac{\sum T_{si}}{K \cdot CT} \times 100\% = \frac{588,608}{8(80,999)} \times 100\% = 90,835\%$$

- Balance Delay (BD)

$$BD = \frac{(8 \times 80,999) - 588,608}{(8 \times 80,999)} \times 100\% = 9,165\%$$

- Total waktu menganggur  
=  $(8 \times 80,999) - 588,608 = 59,387$  detik

- Smoothness Indeks

SI

$$= \sqrt{(80,999 - 75,858)^2 + \dots + (80,999 - 79,720)^2} = 30,684$$

- Efisiensi stasiun kerja

Dihitung pada tiap stasiun kerjanya.

- Untuk efisiensi stasiun kerja 1  
=  $\frac{75,858}{80,999} \times 100\% = 93,653\%$
- Untuk efisiensi stasiun kerja 2  
=  $\frac{77,175}{80,999} \times 100\% = 95,279\%$
- Untuk efisiensi stasiun kerja 3  
=  $\frac{74,680}{80,999} \times 100\% = 92,198\%$

Untuk efisiensi stasiun kerja lainnya dapat dilihat pada Tabel 6.

- Waktu menganggur

- Waktu menganggur stasiun kerja 1  
=  $80,999 - 75,858 = 5,141$  detik
- Waktu menganggur stasiun kerja 2  
=  $80,999 - 77,175 = 3,824$  detik
- Waktu menganggur stasiun kerja 3  
=  $80,999 - 74,680 = 6,319$  detik

Untuk waktu menganggur lainnya dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6 Rekap Performansi SK Metode RPW**

Stasiun	Waktu Stasiun Kerja (Detik)	Efisiensi Stasiun Kerja	Waktu Menganggur (Detik)
1	75,858	93,653%	5,141
2	77,175	95,279%	3,824
3	74,680	92,198%	6,319
4	80,610	99,519%	0,389
5	70,035	86,464%	10,964
6	76,297	94,194%	4,703
7	54,233	66,955%	26,766
8	79,720	98,421%	1,279
Total	588,608		59,387

(Sumber: Pengolahan Data, 2022)

### 3.3.2 Metode *Largest Candidate Rule* (LCR)

Langkah perhitungan:

- Mengurutkan semua elemen kerja dari yang memiliki waktu operasi terbesar hingga terkecil.
- Mengalokasikan elemen kerja pada stasiun kerja diurutkan dari yang memiliki waktu operasi terbesar. Elemen kerja dipindahkan ke stasiun kerja berikutnya apabila pada stasiun kerja tersebut telah melebihi *takt time*.
- Melanjutkan proses 2 hingga seluruh elemen kerja berada dalam stasiun kerja dan total waktu tiap stasiun kerja tidak melebihi *takt time* (<81 detik).

Berdasarkan prosedur metode LCR tersebut, maka diperoleh pengelompokan elemen kerja seperti di bawah ini.

**Tabel 7 Pengelompokan Stasiun Kerja Metode LCR**

Stasiun	Waktu Stasiun Kerja (Detik)	Operasi	Waktu Operasi (Detik)	Slack Time (Detik)	ST <sup>2</sup>
1	74,627	7	27,723	6,373	40,611
		9	24,475		
		8	15,247		
		1	7,182		
2	79,600	10	28,333	1,399	1,958
		11	22,790		
		12	28,477		
3	73,487	2	16,478	7,513	56,441
		3	7,020		
		4	17,295		
		5	9,280		
4	80,610	13	13,972	0,389	0,152
		14	24,930		
		15	29,903		
		17	11,805		
5	70,035	16	25,367	10,964	120,217
		18	26,268		
		19	18,400		
6	76,297	20	16,880	4,703	22,115
		21	25,537		
		22	33,880		
7	54,233	23.1	27,117	26,766	716,421
		23.2	27,116		
8	79,720	24.1	23,075	1,279	1,637
		24.2	23,075		
		25	33,370		

(Sumber: Pengolahan Data, 2022)

Berdasarkan pada Tabel 7 dapat kita ketahui bahwa perhitungan *line balancing* menggunakan metode LCR memerlukan 8 stasiun kerja. Selanjutnya dilakukan perhitungan performansi seperti di bawah ini.

1. Efisiensi Lini (LE)

$$LE = \frac{\sum T_{si}}{K \cdot CT} \times 100\% = \frac{588,608}{8(80,999)} \times 100\% = 90,835\%$$

2. Balance Delay (BD)

$$BD = \frac{(8 \times 80,999) - 588,608}{(8 \times 80,999)} \times 100\% = 9,165\%$$

3. Total waktu menganggur  
=  $(8 \times 80,999) - 588,608 = 59,387$  detik

4. Smoothness Indeks

SI

$$= \sqrt{(80,999 - 74,627)^2 + \dots + (80,999 - 79,720)^2} = 31,342$$

5. Efisiensi stasiun kerja

Dilakukan pada seluruh stasiun kerja.

- Untuk efisiensi stasiun kerja 1  
 $= \frac{74,627}{80,999} \times 100\% = 92,132\%$
- Untuk efisiensi stasiun kerja 2  
 $= \frac{79,600}{80,999} \times 100\% = 98,272\%$

Untuk efisiensi stasiun kerja lainnya dapat dilihat pada Tabel 8.

6. Waktu menganggur

Dilakukan pada seluruh stasiun kerja.

- Waktu menganggur stasiun kerja 1  
 $= 80,999 - 74,627 = 6,373$  detik
- Waktu menganggur stasiun kerja 2  
 $= 80,999 - 79,600 = 1,399$  detik

Waktu menganggur pada stasiun kerja lainnya dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8 Rekap Performansi Metode LCR**

Stasiun	Waktu Stasiun Kerja (Detik)	Efisiensi Stasiun Kerja	Waktu Menganggur (Detik)
1	74,627	92,132%	6,373
2	79,600	98,272%	1,399
3	73,487	90,725%	7,513
4	80,610	99,519%	0,389
5	70,035	86,464%	10,964
6	76,297	94,194%	4,703
7	54,233	66,955%	26,766
8	79,720	98,421%	1,279
Total	588,608		59,387

(Sumber: Pengolahan Data, 2022)

### 3.3.3 Metode J-Wagon

Langkah pertama pada perhitungan *line balancing* menggunakan metode ini adalah menghitung bobot posisi dari setiap elemen kerja. Di bawah ini merupakan contoh perhitungan bobot pada metode J-Wagon.

- Bobot Operasi 25 = 0.
- Bobot Operasi 24.1 = 1 (yaitu proses 25)
- Bobot Operasi 23.1 = 2 (yaitu pada proses 24.1 dan 25)

Bobot posisi dan untuk elemen kerja lainnya dapat dilihat pada Tabel 9 di bawah ini.

**Tabel 9 Prioritas dan Bobot Posisi J-Wagon**

Prioritas	Operasi	Waktu Operasi (detik)	Bobot Operasi
1	1	7,182	17
2	2	16,478	16
3	7	27,723	16
4	3	7,020	15
5	8	15,247	15
6	9	24,475	15
7	4	17,295	14
8	10	28,333	14
9	5	9,280	13
10	11	22,790	13
11	6	23,413	12
12	12	28,477	12
13	13	13,972	11
14	14	24,930	10
15	17	11,805	10
16	15	29,903	9
17	18	26,268	9
18	16	25,367	8
19	19	18,400	8
20	20	16,880	7

**Tabel 9 Prioritas dan Bobot Posisi J-Wagon (Lanjutan)**

Prioritas	Operasi	Waktu Operasi (detik)	Bobot Operasi
21	21	25,537	6
22	22	33,880	5
23	23.1	27,189	2
24	23.2	27,188	2
25	24.1	23,075	1
26	24.2	23,075	1
27	25	33,570	0

(Sumber: Pengolahan Data, 2022)

Setelah penentuan bobot posisi dan penentuan urutan prioritas elemen kerja maka langkah selanjutnya adalah mengelompokkan elemen-elemen kerja tersebut ke dalam stasiun kerja yang dengan tetap memperhatikan urutan prioritas elemen kerja dan *takt time* yang telah dihitung sebelumnya yaitu sebesar 81 detik. Di bawah ini merupakan hasil pengelompokan elemen kerja pada metode J-Wagon.

**Tabel 10 Pengelompokan Stasiun Kerja Metode J-Wagon**

Stasiun Kerja	Waktu SK (detik)	Operasi	Waktu Operasi (Detik)	Slack Time (Detik)	$ST^2$
1	73,650	1	7,182	7,349	54,013
		2	16,478		
		7	27,723		
		3	7,020		
		8	15,247		
2	79,383	9	24,475	1,616	2,612
		4	17,295		
		10	28,333		
		5	9,280		
3	74,680	11	22,790	6,319	39,934
		6	23,413		
		12	28,477		
4	80,610	13	13,972	0,389	0,152
		14	24,930		
		17	11,805		
		15	29,903		
5	70,035	18	26,268	10,964	120,217
		16	25,367		
		19	18,400		
6	76,297	20	16,880	4,703	22,115
		21	25,537		
		22	33,880		
7	54,233	23.1	27,117	26,766	716,438
		23.2	27,116		
8	79,720	24.1	23,075	1,279	1,637
		24.2	23,075		
		25	33,570		

(Sumber: Pengolahan Data, 2022)

Berdasarkan pada Tabel 9 dapat kita ketahui bahwa perhitungan *line balancing* menggunakan metode LCR memerlukan 8 stasiun kerja. Selanjutnya dilakukan perhitungan performansi seperti di bawah ini.

1. Efisiensi Lini (LE)

$$LE = \frac{\sum T_{si}}{K \cdot CT} \times 100\%$$

$$= \frac{588,608}{8(80,999)} \times 100\%$$

$$= 90,835\%$$

2. Balance Delay (BD)

$$BD = \frac{(8 \times 80,999) - 588,608}{(8 \times 80,999)} \times 100\%$$

$$= 9,165\%$$

3. Total waktu menganggur

$$= (8 \times 80,999) - 588,608 = 59,387 \text{ detik}$$

4. *Smoothness Indeks*

$$SI = \sqrt{(80,999 - 73,650)^2 + \dots + (80,999 - 79,383)^2}$$

$$= 30,937$$

5. Efisiensi stasiun kerja

Dilakukan pada seluruh stasiun kerja.

- Untuk efisiensi stasiun kerja 1  

$$= \frac{73,650}{80,999} \times 100\% = 90,927\%$$

- Untuk efisiensi stasiun kerja 2  

$$= \frac{79,383}{80,999} \times 100\% = 98,005\%$$

Untuk efisiensi stasiun kerja lainnya dapat dilihat pada Tabel 11.

6. Waktu Menganggur

Dilakukan pada seluruh stasiun kerja.

- Waktu menganggur stasiun kerja 1  

$$= 80,999 - 73,650 = 7,349 \text{ detik}$$

- Waktu menganggur stasiun kerja 2  

$$= 80,999 - 79,383 = 1,616 \text{ detik}$$

Untuk waktu menganggur pada stasiun kerja lainnya dapat dilihat pada Tabel 11.

**Tabel 11 Rekap Performansi Metode J-Wagon**

Stasiun	Waktu Stasiun Kerja (Detik)	Efisiensi Stasiun Kerja	Waktu Menganggur (Detik)
1	73,650	90,927%	7,349
2	79,383	98,005%	1,616
3	74,680	92,198%	6,319
4	80,610	99,519%	0,389
5	70,035	86,464%	10,964
6	76,297	94,194%	4,703
7	54,233	66,955%	26,766
8	79,720	98,421%	1,279
1	73,650	90,927%	7,349

(Sumber: Pengolahan Data, 2022)

**3.4 Tenaga Kerja Langsung**

Berdasarkan pada Gambar 4, terdapat penambahan simbol lingkaran yaitu angka 23.1, 23.2, 24.1, dan 24.2. Hal ini menandakan bahwa pada kondisi lini produksi setelah perbaikan memerlukan penambahan tenaga kerja langsung (*operator sewing*) sebanyak 2 pekerja karena pada elemen proses kerja 23 dan 24 sama-sama dipecah menjadi 2. Di bawah ini merupakan detail perbandingan jumlah tenaga kerja sebelum dan sesudah perbaikan:

**Tabel 12 Perbandingan Jumlah Tenaga Kerja**

Sebelum perbaikan	Setelah Perbaikan
Jumlah tenaga kerja langsung pada lini produksi sebelum perbaikan adalah satu elemen proses kerja dipegang oleh satu orang, sehingga total pekerja langsung adalah 25 orang.	Jumlah tenaga kerja langsung: Stasiun Kerja 1 (4 orang) Stasiun Kerja 2 (5 orang) Stasiun Kerja 3 (3 orang) Stasiun Kerja 4 (4 orang) Stasiun Kerja 5 (3 orang) Stasiun Kerja 6 (3 orang) Stasiun Kerja 7 (2 orang) Stasiun Kerja 8 (3 orang) Sehingga total pekerja langsung pada lini produksi setelah perbaikan adalah 27 orang.

### 3.5 ANALISIS HASIL

#### 3.4.1 Analisis Keseimbangan Lini Kondisi Awal

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, dapat kita ketahui bahwa untuk keseimbangan lini produksi awal mendapatkan efisiensi yang cukup kecil yaitu 29,067% dan *balance delay* sebesar 70,933%.

Terdapat operasi yang memiliki waktu baku lebih besar dari yang lainnya yaitu pada operasi 23 dan 24, dimana kedua operasi tersebut membutuhkan waktu sebesar 54,233 detik dan 46,150 detik. Kedua operasi tersebut juga menghasilkan waktu menganggur yang paling sedikit yaitu 26,766 detik dan 34,849 detik. Dilihat dari sedikitnya waktu menganggur untuk kedua operasi tersebut dibandingkan dengan operasi lainnya, maka dapat menyebabkan terjadinya penumpukan (*bottleneck*). Selanjutnya operasi 23 akan dibagi menjadi 2 operasi dengan waktu baku sebesar 27,117 detik untuk operasi 23.1 dan 27,116 detik untuk operasi 23.2. Sedangkan untuk operasi 24 akan dibagi menjadi 2 operasi dengan waktu baku sebesar 23,075 detik untuk operasi 24.1 dan 23,075 detik untuk operasi 24.2. Kondisi pemecahan ini akan digunakan pada saat perencanaan *Line of Balancing* pada kondisi setelah perbaikan. Di setiap elemen proses operasi pada lini produksi awal dilakukan oleh 1 operator, sehingga total tenaga kerja langsung pada lini produksi awal ini adalah 25 orang.

#### 3.4.2 Analisis Keseimbangan Lini Setelah Perbaikan

Pada perhitungan *line balancing*, elemen-elemen kerja akan dikelompokkan ke dalam stasiun kerja dengan tetap memperhatikan *takt time* sebesar 81detik. Sehingga dalam pengalokasian elemen kerja ke dalam stasiun kerja tidak boleh melebihi batas *takt time* yang telah diperhitungkan.

Dalam melakukan penyeimbangan beban kerja maka dilakukan menggunakan 3 metode heuristik yaitu *Largest Candidate Rule*, Helgesson-Birnle, dan J-Wagon. Di bawah ini merupakan tabel rekapitulasi perhitungan performansi untuk setiap metode *line of balancing* yang dapat diterapkan pada Lini Produksi 11A.

**Tabel 13 Rekap Perhitungan Performansi**

Performansi	Metode <i>Line Balancing</i>		
	Helgesson-Birnle	<i>Largest Candidate Rule</i>	J-Wagon
Jumlah Stasiun Kerja	8	8	8
Efisiensi Lini	90,835%	90,835%	90,835%
<i>Balance Delay</i>	9,165%	9,165%	9,165%
Total Waktu Menganggur	59,387 detik	59,387 detik	59,387 detik
<i>Smoothness Index</i>	30,684	30,977	30,937

(Sumber: Pengolahan Data, 2022)

Berdasarkan tabel tersebut, dapat kita ketahui bahwa performansi keseimbangan lintasan menunjukkan bahwa ketiga metode, yaitu metode Helgesson-Birnle, metode *Largest Candidate Rule*,

dan metode J-Wagon menghasilkan perbaikan performansi lini. Di antara ketiga metode tersebut apabila dilakukan perbandingan secara teoritis memiliki nilai yang sama, yaitu terbagi ke dalam 8 stasiun kerja, memiliki efisiensi lini sebesar 90,835%, *balance delay* sebesar 9,165%, dan waktu menganggur sebesar 30,684 detik.

Dengan hasil yang sama pada performansi perhitungan jumlah stasiun kerja, efisiensi lini, *balance delay*, dan total waktu menganggur. Maka selanjutnya faktor performansi yang digunakan untuk menentukan metode yang optimal adalah nilai *smoothness index*. Nilai ini menunjukkan tingkat kemulusan dari suatu lini perakitan. Karena semakin kecil nilai dari *smoothness index*, maka semakin baik performansi lini tersebut. Berdasarkan faktor performansi tersebut dapat kita simpulkan bahwa metode Helgesson-Birnle/RPW merupakan metode yang paling optimal di antara metode lainnya dengan nilai *smoothness index* sebesar 30,684.

Setelah dilakukan perbaikan keseimbangan lini produksi dengan metode heuristik, dapat kita ketahui bahwa efisiensi lini mengalami peningkatan sehingga efisiensi lini produksi menggunakan metode Helgesson-Birnle/RPW menjadi sebesar 90,835%, dan mengalami penurunan *balance delay* sehingga nilainya menjadi 9,165%, serta mengalami penurunan nilai total waktu menganggur sehingga nilainya menjadi 59,387 detik.

## 4 KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Berikut ini merupakan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

1. Lini produksi kondisi awal/aktual memiliki nilai performansi *line efficiency* sebesar 29,067%, *balanced delay* sebesar 70,933%, dan total waktu menganggur sebesar 1436,376 detik. Hasil perhitungan performansi lini produksi kondisi awal ini menunjukkan bahwa perakitan masih belum lancar aliran produksinya karena memiliki waktu menganggur yang lebih besar pada sebagian besar stasiun kerjanya sementara sebagian kecil stasiun lainnya sibuk. Hal ini terlihat pada elemen proses 23 dan 24 yang memiliki waktu menganggur paling kecil sehingga diperlukan tindakan berupa penambahan mesin jahit sebanyak 1 buah pada masing-masing elemen proses.
2. Setelah dilakukan perbaikan dengan 3 metode heuristik yaitu Helgesson-Birnle/RPW, *Largest Candidate Rule*, dan J-Wagon, diperoleh bahwa ketiga metode tersebut memperlihatkan adanya peningkatan performansi lini yang lebih baik daripada lini perakitan sebelumnya dengan nilai performansi faktor *line efficiency* sebesar 90,835%, *balanced delay* sebesar 9,165%, dan total waktu menganggur sebesar 59,387.

Metode yang paling optimal untuk digunakan adalah metode Helgesson-Birnie/RPW karena memiliki nilai *smoothness index* yang paling rendah yaitu sebesar 30,684. Hal ini berarti bahwa tingkat kelancaran pada proses perakitan pada lini produksi 11A meningkat dari kondisi sebelumnya, sehingga proses produksi yang berlangsung menjadi lebih produktif dan efisien.

#### 4.2 Saran

Berikut merupakan saran penulis yang perlu dilakukan oleh perusahaan dalam rangka merencanakan jadwal produksi dan untuk penelitian selanjutnya:

1. Perusahaan perlu melakukan evaluasi ulang atau penilaian ulang terhadap keseimbangan lintasan perakitan Lini Produksi *Sewing* 11A.
2. Perusahaan perlu memberikan pelatihan kepada operator *sewing* sehingga proses produksi pada divisi *sewing* memiliki tingkat performansi yang tinggi.
3. Menambah operator *sewing* sebanyak 1 operator untuk masing-masing proses elemen produksi ke-23 dan ke-24 agar beban kerja dapat dibagi menjadi 2 orang pada elemen kerja tersebut.
4. Perusahaan perlu melakukan pengawasan yang lebih ketat atau terjadwal terhadap kesediaan *tools* dan material yang diperlukan agar tidak menghambat proses *sewing* yang sedang berlangsung.
5. Melakukan *service* mesin secara berkala untuk mencegah terjadinya *breakdown* mesin pada saat proses *sewing* sedang berlangsung dan melakukan pengecekan mesin setiap sebelum memulai menjahit.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada segenap pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Tuhan YME karena atas segala berkah dan rahmat-Nya sehingga saya masih diberikan kemampuan untuk dapat menyelesaikan laporan kerja praktik ini.
2. Orang tua serta keluarga yang telah memberikan dukungan baik moral maupun material.
3. Ibu Dr. Ratna Purwaningsih, ST, MT. selaku Ketua Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang, Bapak Dr. Singgih Saptadi, ST, MT selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Industri Universitas Diponegoro Semarang, Bapak Dr. Purnawan Adi W., ST, MT selaku koordinator Kerja Praktek.

4. Bapak Yusuf Widharto, ST., M.Eng. selaku dosen pembimbing Kerja Praktik yang telah memberikan bimbingan dalam pelaksanaan Kerja Praktek.
5. Bapak Gusnadi selaku *Human Resource Manager* dari PT Starcam Apparel Indonesia Factory A yang telah menerima pengajuan Kerja Praktik penulis dan telah membantu penulis selama mengikuti Kerja Praktik.
6. Bapak Pandu dan Mba Isti yang telah membimbing selama melaksanakan Kerja Praktek di PT Starcam Apparel Indonesia Factory A.
7. Teman-teman Teknik Industri Angkatan 2019 Universitas Diponegoro atas dukungan, semangat, dan doanya selama ini.

Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Baroto, T. (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Elsayed, E. A. (1994). *Analysis and Control of Production System*. Prentice Hall International Inc.
- Gasperz, V. (2004). *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Umum.
- Hartini, S. (2011). *Teknik Mencapai Produksi Optimal*. Bandung: CV Lubuk Agung.
- Ponnambalam, & Aravindam, G. (2000). A Multi Objective Genetic Algorithm for Solving Assembly Line Balancing Problem. *Int J Manuf Technol*, 341-352.
- Pujawan. (2004). *Ekonomi Teknik* (1st ed.). Yogyakarta: AMP YKPN.
- Purnomo, J. (2004). *Pengantar Teknik Industri* (2 ed.). Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Radyanto, R. (2008). *Peningkatan Produktivitas di Industri garment*. Semarang.
- Sutalaksana, I. (2006). *Teknik Perancangan Sistem Kerja* (2 ed.). Bandung: Penerbit ITB.
- Sutalaksana, Z., Tjakraatmadja, & Anggawisata, R. (1979). *Teknik Tata*. Bandung: Penerbit Departemen Teknik Industri - ITB.
- Wignjosoebroto. (2000). *Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja Dalam Ergonomi Studi Gerakan dan Waktu*. Surabaya: Penerbit ITS.
- Wignjosoebroto, S. (1992). *Pengantar Teknik & Manajemen*. Surabaya: Guna Widya.
- Wignjosoebroto, S. (2008). *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu : Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*. Surabaya: Penerbit Guna Widya.