

# Penyeimbangan Lintasan Produksi dengan Metode *Heuristic Ranked Positional Weight* dan *Large Candidate Rule* pada Lini Perakitan *Printer*

Imam Arief Ardiansyah\*, Uly Amrina

Program Studi Teknik Industri, Universitas Mercu Buana  
Jl. Meruya Selatan, Kembangan, Jakarta Barat 11650

## Abstrak

Perusahaan spesialis cetakan dan *metal press* tidak dapat mencapai target produksi harian karena adanya ketidakseimbangan beban kerja di stasiun-stasiun kerja lini perakitan *printer*. Terdapat beberapa stasiun kerja yang memiliki waktu proses yang melebihi *takt time* 3,66 menit. Waktu proses yang melebihi *takt time* yaitu pada stasiun kerja *Cassete 2* dan *Mechanism 1* dengan masing-masing waktu 4,74 menit dan 4,75 menit, sedangkan stasiun kerja *Mechanism 2* menjadi yang terendah dengan waktu 1,2 menit. Tujuan penelitian ini adalah untuk menyeimbangkan lintasan produksi lini perakitan *printer*. Peneliti menggunakan metode *Heuristic Ranked Positional Weight* (RPW) dan *Large Candidate Rule* (LCR). Perbandingan hasil perhitungan efisiensi lintasan, *smoothing index* dan *balance delay* dengan menggunakan kedua metode tersebut menunjukkan bahwa metode RPW merupakan metode yang paling optimal. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai efisiensi lintasan perakitan tertinggi yaitu sebesar 89,34%, *balance delay* terendah sebesar 10,66%, *smoothing index* terendah sebesar 5,2785 dan berjumlah 13 stasiun kerja. Dengan demikian ini akan membuat produksi berjalan dengan baik dan lancar dibanding kondisi awal.

**Kata kunci:** *Heuristic; Ranked Positional Weight (RPW); Large Candidate Rule (LCR); Efisiensi lini; Balance delay; Smoothing index*

## Abstract

*The mold and metal press work stations line assembly printer. There are several work stations that have a processing time that exceeds the takt time 3.66 minutes. The processing time that exceeds the takt time is at the Cassete 2 and Mechanism 1 workstations with respective times (4.74 minutes) and (4.75 minutes), while the Mechanism 2 workstation is the lowest with time (1.2 minutes). The purpose of this research is to balance the production assembly line the printer. Researchers use the Heuristic Ranked Positional Weight (RPW) and Large Candidate Rule (LCR). Comparison of the results of the calculation of path efficiency, smoothing index and balance delay using these two methods shows that the RPW method is the most optimal method. This is indicated by the highest assembly line efficiency value of 89.34%, the balance delay of 10.66%, smoothing index of 5.2785 and totaling 13 workstations. Therefore, this will make production run well and smoother than the initial condition.*

**Keywords:** *Heuristic; Ranked Positional Weight (RPW); Large Candidate Rule (LCR); Line efficiency; Balance delay; Smoothing index*

\*Corresponding author  
Alamat email: 41618310026@student.mercubuana.ac.id

## Pendahuluan

Pada bulan Agustus tahun 2021, sebuah perusahaan spesialis cetakan dan *metal press* untuk produk *printer* di daerah Karawang mendirikan *plant 2* yaitu departemen *assembly* untuk memproduksi *printer*. Sebelumnya proses *assembly* tersebut dijalankan di perusahaan serupa di daerah Cikarang selama 8 bulan.

Saat ini proses *assembly* belum bisa berjalan dengan lancar, banyak hal yang menjadi permasalahan tidak tercapainya target produksi setiap harinya seperti kurangnya *man power*, terlambatnya *supply* material dari logistik ke *line* produksi, *layout* alur produksi yang kurang efektif dan pembagian beban kerja yang tidak seimbang. Hal itu menyebabkan tidak dapat mencapai target produksi setiap harinya. Target yang harus dicapai adalah 131 unit dengan 8 jam kerja perharinya. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, terlihat adanya ketidakseimbangan beban kerja di stasiun kerja pada lini perakitan *printer*, di mana terdapat beberapa stasiun kerja yang memiliki waktu proses yang melebihi *takt time* yaitu pada stasiun kerja *Cassete 2* dan *Mechanism 1* dengan masing-masing waktu 4,74 menit dan 4,75 menit, sedangkan stasiun kerja *Mechanism 2* menjadi yang terendah dengan waktu 1,2 menit.

Waktu proses yang melebihi *takt time* menyebabkan penumpukan produk setengah jadi di stasiun kerja *Cassete 2* dan *Mechanism 1* yang tidak berimbang. Penelitian ini dibuat untuk menyeimbangkan lintasan perakitan terhadap stasiun-stasiun yang melebihi dari *takt time*.

Prinsip dasar dari *line balancing* adalah fokus kepada meminimalisir pemborosan [1]. Metode penyeimbangan lintasan produksi yang dapat digunakan antara lain adalah metode *heuristic* [2]. Metode *heuristic* yang dipilih meliputi *Ranked Positional Weight* (RPW) dan *Large Candidate Rule* (LCR) [3]. Metode tersebut diharapkan mampu memberikan usulan perbaikan dalam mengatasi masalah keseimbangan lintasan [4].

## Metode Penelitian

### *Pengumpulan Data*

Penelitian ini dilakukan pada lini produksi *assembly printer* yang memiliki ketidakseimbangan lini yang terlihat dari menganggurnya beberapa operator di stasiun kerja dan beberapa stasiun kerja yang melebihi *takt time*. Data yang dikumpulkan pada penelitian ini didapatkan dengan wawancara kepada pihak perusahaan (*Production Engineering*) serta melakukan pengamatan langsung pada lini perakitan *printer*. Data yang dikumpulkan adalah data proses dan waktu pengerjaan tiap elemen kerja dan waktu menganggur yang tinggi.

### *Pengolahan Data*

Setelah data yang diperlukan telah diperoleh dari pengamatan kemudian dilakukan analisis dengan *line balancing* meliputi waktu proses, perhitungan kemampuan produksi tiap-tiap stasiun kerja dan perhitungan jumlah karyawan. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. *Precedence diagram*, merupakan gambaran grafis dari hubungan antar elemen kerja, yang memperlihatkan keseluruhan dan ketergantungan dari masing-masing operasi [5].

2. Perhitungan performansi lini perakitan saat ini, dengan menghitung keadaan aktual dari performansi lini perakitan saat ini.
3. Pembentukan rancangan keseimbangan lintasan, dalam melakukan analisis keseimbangan lintasan, digunakan beberapa metode *heuristic* untuk memecahkan masalah dengan cara melakukan analisis secara teknis [6] antara lain:
  - a. *Line efficiency* (LE), merupakan rasio dari total waktu di stasiun kerja dibagi dengan waktu siklus dikalikan jumlah stasiun kerja, berdasarkan persamaan:

$$LE = \frac{\sum T_{si} \sum_{i=1}^n w_i}{K \cdot CT} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana:

$T_{si}$  : *station time* atau waktu stasiun ke-i

$K$  : jumlah total stasiun kerja

$CT$  : *cycle time* atau waktu siklus terpanjang

- b. Menghitung *balance delay* (BD), yang merupakan ukuran dari ketidakefisienan lintasan yang dihasilkan dari waktu menganggur sebenarnya yang disebabkan karena pengalokasian yang kurang sempurna di antara stasiun-stasiun kerja [7] berdasarkan persamaan:

$$BD = \frac{n \cdot W_d - \sum_{i=1}^n w_i}{n \cdot W_i} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana:

$BD$  : keseimbangan waktu senggang = *balance delay*

$n$  : jumlah stasiun kerja

$W_d$  : waktu stasiun terbesar/waktu daur (*cycle time*)

$W_i$  : waktu sebenarnya pada setiap stasiun

$i$  : 1,2,3,...,n

- c. *Smoothing index* (SI), merupakan suatu indeks yang menunjukkan kelancaran *relative* dari penyeimbangan lini perakitan tertentu [8] berdasarkan persamaan:

$$SI = \sum_{i=1}^K (ST_{max} - ST_i)^2 \quad (3)$$

Dimana:

$ST_{max}$  : maksimum waktu di stasiun

$ST_i$  : waktu stasiun di stasiun kerja ke-i

- d. *Station efficiency* (efisiensi stasiun kerja), merupakan rasio dari waktu kerja terhadap waktu siklus atau waktu stasiun kerja terbesar [9].

$$SE = \frac{T_{si}}{CT} \times 100\% \quad (4)$$

Dimana:

$T_{si}$  : *station time* atau waktu stasiun ke-i

$CT$  : *cycle time* atau waktu siklus terpanjang

- e. *Idle time* (I) atau waktu menganggur, merupakan selisih (perbedaan) antara *cycle time* (CT) dan *station time* (ST) atau CT dikurangi ST [10].

$$\text{Total waktu menganggur} = \text{cycle time} - \text{station time} \quad (5)$$

4. Evaluasi kinerja, dengan melakukan pemilihan hasil perhitungan *line balancing* yang mempunyai performansi yang terbaik dengan kriteria performansi seperti *line efficiency*, *balance delay*, dan *idle time* serta *smoothing index* untuk mendapatkan rancangan *line balancing* dengan jumlah operator dan elemen kerja yang optimal.
5. Perbandingan kondisi aktual dan hasil rancangan; dari hasil penentuan model keseimbangan lintasan produksi dan analisis teknis, kemudian dilakukan perbandingan *line efficiency*, *balance delay*, *idle time* dan *smoothing index* yang terjadi pada lintasan produksi dengan kondisi awal.

### **Analisis**

Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil performansi dari kondisi awal dan usulan dengan metode *heuristic* yang digunakan yaitu metode *Ranked Positional Weight* (RPW) dan metode *Largest Candidate Rule* (LCR).

### **Simpulan**

Pada tahap simpulan berisi kesimpulan yang didapatkan dari penelitian serta saran untuk penelitian yang akan datang.

## **Hasil dan Pembahasan**

### **Pengumpulan Data**

Data waktu baku dari proses pembuatan *printer* disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Data waktu baku proses pembuatan *printer*

No	List pekerjaan	Waktu baku (menit)	Precedence
1	<i>Sub Assy 1</i>	3,33	O-1
2	<i>Sub Assy 2</i>	3,4	O-2
3	<i>Sub Assy 3</i>	3,64	O-3
4	<i>Sub Assy 4</i>	3,34	O-4
5	<i>Sub Assy 5</i>	3,61	O-5
6	<i>Casetee 1</i>	3,65	O-6
7	<i>Casetee 2</i>	4,74	O-7
8	<i>Mechanism 1</i>	4,75	O-8
9	<i>Mechanism 2</i>	1,2	O-9
10	<i>Mechanism 3</i>	3,65	O-10
11	<i>Mechanism 4</i>	2,2	O-11
12	FT	1,4	O-12
13	Label	1,5	O-13
14	<i>Packing</i>	2,1	O-14
Total		42,51	

Elemen kerja yang digunakan untuk memproses pembuatan *printer* saat ini berjumlah 14 elemen kerja yang terbagi dalam 14 stasiun kerja, dan setiap stasiun kerja

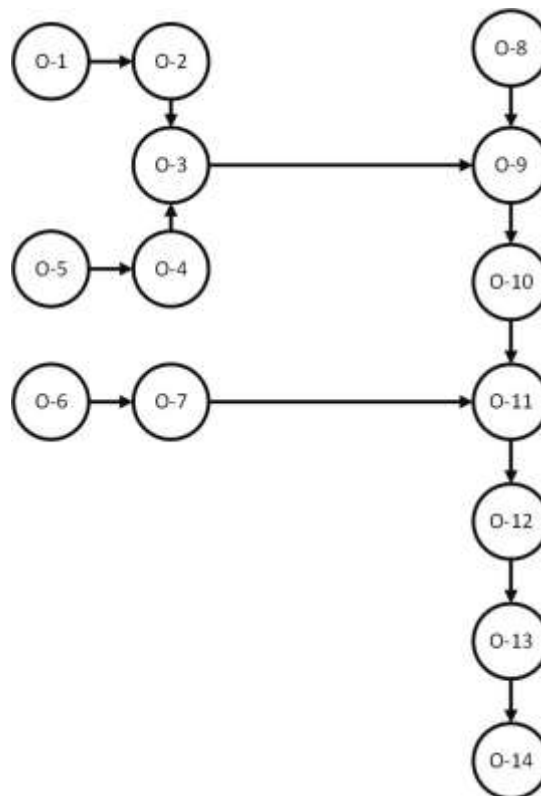
dikerjakan oleh 1 operator. O-1 merupakan simbol dari *job* elemen 1, O-2 merupakan simbol dari *job* elemen 2 dan begitupun pada proses seterusnya.

### ***Pengolahan Data***

Setelah proses pengumpulan data, lalu dilakukan pengolahan berdasarkan pada metode *heuristic*.

### ***Precedence diagram***

Setelah diketahui proses produksi dan waktu masing-masing proses, selanjutnya dibuat *precedence diagram* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** *Precedence diagram* proses perakitan *printer*

### ***Perhitungan keseimbangan lini perakitan awal***

Jumlah stasiun kerja pada lini produksi *printer* adalah 14 stasiun kerja, karena belum menerapkan keseimbangan lintasan pada lini produksi *printer*. Setiap stasiun kerja masing-masing dikerjakan oleh 1 orang operator.

Di bawah ini merupakan perhitungan keseimbangan lini perakitan awal produksi *printer* dengan jumlah produksi sebanyak 131 pcs yang merupakan target dari perusahaan dengan 8 jam kerja.

1. Total waktu operasi seluruh stasiun kerja  
= 42,51 menit
2. Waktu siklus yang dibutuhkan (*cycle time*, CT)  
$$CT = \frac{8 \times 60}{131} = 3,66 \text{ menit}$$

3. Efisiensi lini (*line efficiency*, LE)
 
$$LE = \frac{42,51}{(14)(3,66)} \times 100\% = 82,96\%$$
4. *Balance delay* (BD)
 
$$BD = \frac{(14 \times 3,66) - 42,51}{(14 \times 3,66)} \times 100\% = 17,04\%$$
5. Total waktu menganggur
 
$$= (14 \times 3,66) - 42,51 = 8,73 \text{ menit}$$
6. *Smoothing index*

$$SI = \sqrt{(3,6 - 3,33)^2 + \dots + (3,66 - 2,1)^2} = 23,0265$$
7. Efisiensi stasiun kerja  
Dihitung untuk setiap stasiun kerja.  
Efisiensi stasiun kerja 1
 
$$= \frac{3,33}{3,66} \times 100\% = 91\%$$
 Efisiensi stasiun kerja 2
 
$$= \frac{3,4}{3,66} \times 100\% = 93\%$$
 Efisiensi stasiun kerja lainnya dapat dilihat pada Tabel 2.
8. Waktu menganggur  
Perhitungan dilakukan pada setiap stasiun kerja.
  - a. Waktu menganggur stasiun kerja 1
 
$$= 3,66 - 3,33 = 0,33 \text{ menit}$$
  - b. Waktu menganggur stasiun kerja 2
 
$$= 3,66 - 3,4 = 0,26 \text{ menit}$$
 Waktu menganggur stasiun kerja lainnya dapat dilihat pada Tabel 2

**Tabel 2.** Hasil perhitungan lini perakitan awal

Stasiun kerja	Waktu operasi (menit)	Efisiensi stasiun kerja (%)	Waktu menganggur (menit)
1	3,33	90,98	0,33
2	3,4	92,90	0,26
3	3,64	99,45	0,02
4	3,34	91,26	0,32
5	3,61	98,63	0,05
6	3,65	99,73	0,01
7	4,74	129,51	-1,08
8	4,75	129,78	-1,09
9	1,2	32,79	2,46
10	3,65	99,73	0,01
11	2,2	60,11	1,46
12	1,4	38,25	2,26
13	1,5	40,98	2,16
14	2,1	57,38	1,56

### ***Keseimbangan lini***

Penyeimbangan lini perakitan ini dilakukan dengan menggunakan metode *heuristic*, yaitu metode *Ranked Positional Weight* (RPW) dan metode *Largest Candidate Rule* (LCR). Dilakukan perhitungan untuk menentukan waktu siklus dan jumlah stasiun

kerja minimum untuk menyeimbangkan lini perakitan. Perhitungan dilakukan dengan mengetahui waktu jam kerja perhari dan target produksi perhari.

1. Menentukan waktu siklus (CT) untuk stasiun kerja

- Banyaknya produksi 1 hari = 131 unit
- Lama jam kerja 1 hari = 8 jam
- Waktu siklus (CT) yang dibutuhkan

$$CT = \frac{8 \times 60}{131} = 3,66 \text{ menit}$$

Dengan demikian yang dibutuhkan dalam memproses satu unit produk diperlukan waktu sebesar 3,66 menit untuk setiap stasiun kerjanya.

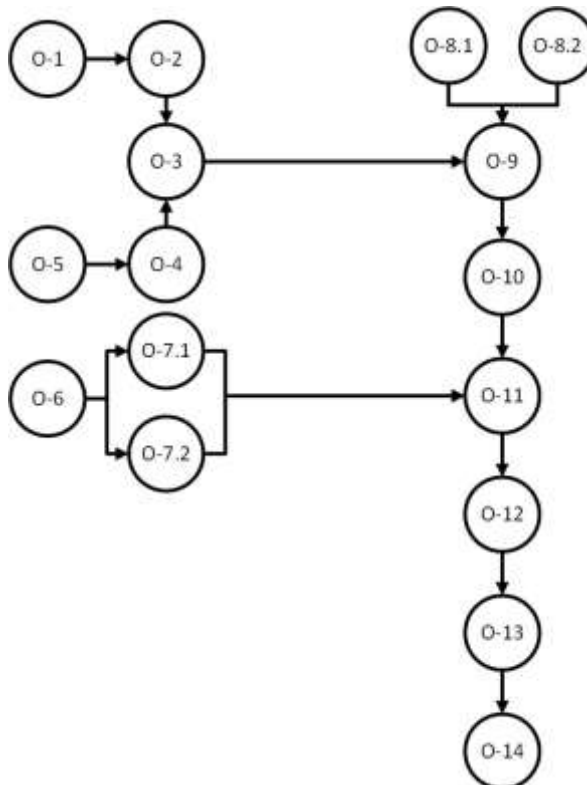
2. Menentukan jumlah stasiun kerja minimum (N)

$$N = \frac{42,51}{3,66} = 11,615 \approx 12$$

Jumlah minimum stasiun kerja yang dapat dibentuk adalah 12 stasiun kerja.

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa terdapat proses yang memiliki waktu menganggur bernilai minus yang berarti stasiun tersebut memiliki waktu proses yang lebih besar dari waktu siklus yaitu untuk proses 7 dan 8, sehingga untuk proses 7 dan 8 akan dibuat menjadi masing-masing 2 proses yaitu, 7.1, 7.2 dan 8.1, 8.2.

Terdapat penambahan operator untuk stasiun kerja yang mengalami perubahan tersebut. Gambar 2 merupakan hasil *precedence diagram* yang telah diperbaharui sesuai dengan pemecahan stasiun kerja untuk proses 7 dan 8.



**Gambar 2.** Precedence diagram sesudah perubahan stasiun kerja

### 3. Metode *Ranked Positional Weight* (RPW)

Waktu elemen kerja terpanjang pada metode ini akan diprioritaskan untuk ditempatkan dalam stasiun kerja yang mewakili waktu elemen kerja yang lebih rendah [11]. Pada proses ini dilakukan dengan memberikan bobot (*rank*). Bobot ini diberikan pada setiap elemen pekerjaan dengan memperhatikan *precedence* diagram. Dengan demikian, elemen pekerjaan yang memiliki ketergantungan terbesar akan memiliki bobot yang besar sehingga lebih diprioritaskan.

Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan metode RPW sebagai berikut:

Nilai bobot posisi setiap elemen kerja.

- a. Bobot operasi 14 atau RPW (14)  
= 2,1
- b. Bobot operasi 13 atau RPW (13)  
= 1,5 + RPW (14)  
= 1,5 + 2,1 = 3,6
- c. Bobot operasi 12 atau RPW(12)  
= 1,4 + RPW(13)  
= 1,4 + 3,6 = 5
- d. Bobot operasi lain dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil perhitungan bobot posisi metode *ranked positional weight*

Operasi	Waktu operasi (menit)	Operasi yang mendahului	Bobot posisi
O-1	3,33	-	42,51
O-2	3,4	O-1	39,18
O-3	3,64	O-2, O-4	35,78
O-4	3,34	O-5	32,14
O-5	3,61	-	28,8
O-6	3,65	-	25,19
O-7.1	2,37	O-6	21,54
O-7.2	2,37	O-7.1	19,17
O-8.1	2,375	-	16,8
O-8.2	2,375	O-8.1	14,425
O-9	1,2	O-3, O- 8.2	12,05
O-10	3,65	O-9	10,85
O-11	2,2	O-7.2, O-10	7,2
O-12	1,4	O-11	5
O-13	1,5	O-12	3,6
O-14	2,1	O-13	2,1

Setelah nilai bobot posisi diperoleh, kemudian di-*ranking* dari urutan nilai bobot posisi tertinggi sampai nilai bobot posisi terendah untuk penentuan prioritas pengelompokan stasiun kerja. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil prioritas bobot posisi *ranked positional weight*

Prioritas	Bobot posisi	Operasi	Waktu operasi (menit)	Operasi yang mendahului
1	42,51	O-1	3,33	-
2	39,18	O-2	3,4	O-1
3	35,78	O-3	3,64	O-2, O-4
4	32,14	O-4	3,34	O-5
5	28,8	O-5	3,61	-
6	25,19	O-6	3,65	-



Prioritas	Bobot posisi	Operasi	Waktu operasi (menit)	Operasi yang mendahului
7	21,54	O-7.1	2,37	O-6
8	19,17	O-7.2	2,37	O-7.1
9	16,8	O-8.1	2,375	-
10	14,425	O-8.2	2,375	O-8.1
11	12,05	O-9	1,2	O-3, O-8.2
12	10,85	O-10	3,65	O-9
13	7,2	O-11	2,2	O-7.2, O-10
14	5	O-12	1,4	O-11
15	3,6	O-13	1,5	O-12
16	2,1	O-14	2,1	O-13

Selanjutnya elemen-elemen kerja tersebut dikelompokkan ke dalam stasiun kerja dengan memprioritaskan urutan nilai bobot posisi dan waktu siklus. Kemudian hitung jumlah waktu operasi mulai dari prioritas bobot tertinggi hingga waktu operasi stasiun memenuhi waktu siklus yaitu 3,66 menit.

**Tabel 5.** Hasil pengelompokan stasiun kerja metode RPW

Stasiun	Waktu stasiun kerja (menit)	Operasi	Waktu operasi (menit)
1	3,33	O-1	3,33
2	3,4	O-2	3,4
3	3,64	O-3	3,64
4	3,34	O-4	3,34
5	3,61	O-5	3,61
6	3,65	O-6	3,65
7	2,37	O-7.1	2,37
8	2,37	O-7.2	2,37
9	2,375	O-8.1	2,375
10	3,575	O-8.2	2,375
		O-9	1,2
11	3,65	O-10	3,65
12	3,6	O-11	2,2
		O-12	1,4
13	3,6	O-13	1,5
		O-14	2,1

Dari hasil pengelompokan yang dilakukan pada Tabel 5 dengan menggunakan metode RPW dibutuhkan 13 stasiun kerja pada lini produksi *assembly* printer, dan untuk mengetahui performansinya maka dilakukan perhitungan efisiensi lini, *balance delay*, total waktu menganggur, efisiensi stasiun kerja, dan waktu menganggur stasiun kerja, sebagai berikut:

- a. Efisiensi lini (*line efficiency*, LE)

$$LE = 89,34\%$$

- b. *Balance delay* (BD)

$$BD = 10,66\%$$

- c. Total waktu menganggur

$$= 5,07 \text{ menit}$$

- d. *Smoothing index* (SI)

$$SI = 5,2785$$

- e. Efisiensi stasiun kerja  
Efisiensi stasiun kerja 1  
= 91%
- f. Waktu mengganggu  
Waktu mengganggu stasiun kerja 1  
= 0,33 *menit*

Efisiensi stasiun kerja dan waktu mengganggu dari seluruh stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil performansi stasiun kerja metode RPW

Stasiun	Waktu stasiun kerja (menit)	Efisiensi stasiun kerja (%)	Waktu mengganggu (menit)
1	3,33	91,0%	0,33
2	3,4	92,9%	0,26
3	3,64	99,5%	0,02
4	3,34	91,3%	0,32
5	3,61	98,6%	0,05
6	3,65	99,7%	0,01
7	2,37	64,8%	1,29
8	2,37	64,8%	1,29
9	2,375	64,9%	1,285
10	3,575	97,7%	0,085
11	3,65	99,7%	0,01
12	3,6	98,4%	0,06
13	3,6	98,4%	0,06
<b>Total</b>	42,51	-	5,07

#### 4. Metode *Largest Candidate Rule* (LCR)

Langkah awal pada metode ini dengan mengurutkan waktu semua elemen kerja dari yang terbesar hingga yang terkecil [12]. Setelah itu dijumlahkan waktu dari elemen kerja ke dalam stasiun kerja dengan tidak melebihi waktu siklus yaitu sebesar 3,66 menit. Tabel 7 merupakan pengelompokan stasiun kerja dari setiap elemen kerja.

**Tabel 7.** Pengelompokan stasiun kerja metode *largest candidate rule*

Stasiun	Waktu stasiun kerja (menit)	Operasi	Waktu operasi (menit)
1	3,65	O-6	3,65
2	3,65	O-10	3,65
3	3,64	O-3	3,64
4	3,61	O-5	3,61
5	3,4	O-2	3,4
6	3,34	O-4	3,34
7	3,33	O-1	3,33
8	2,375	O-8.1	2,375
9	2,375	O-8.2	2,375
10	2,37	O-7.1	2,37
11	2,37	O-7.2	2,37
12	2,2	O-11	2,2
13	3,6	O-14	2,1
		O-13	1,5
14	2,6	O-12	1,4
		O-9	1,2

- a. Efisiensi lini (*line efficiency*, LE)  
 $LE = 82,96\%$
- b. *Balance delay* (BD)  
 $BD = 17,04\%$
- c. Total waktu mengganggu  
 $= 8,73 \text{ menit}$
- d. *Smoothing Index* (SI)  
 $SI = 10,1714$
- e. Efisiensi stasiun kerja  
Efisiensi stasiun kerja 1  
 $= 99,7\%$
- f. Waktu mengganggu  
Waktu mengganggu stasiun kerja 1  
 $= 0,33 \text{ menit}$

Efisiensi stasiun kerja serta waktu mengganggu semua stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Hasil performansi stasiun kerja metode *largest candidate rule*

Stasiun	Waktu stasiun kerja (menit)	Efisiensi stasiun kerja (%)	Waktu mengganggu (menit)
1	3,65	99,7%	0,01
2	3,65	99,7%	0,01
3	3,64	99,5%	0,02
4	3,61	98,6%	0,05
5	3,4	92,9%	0,26
6	3,34	91,3%	0,32
7	3,33	91,0%	0,33
8	2,375	64,9%	1,285
9	2,375	64,9%	1,285
10	2,37	64,8%	1,29
11	2,37	64,8%	1,29
12	2,2	60,1%	1,46
13	3,6	98,4%	0,06
14	2,6	71,0%	1,06
<b>Total</b>	<b>42,51</b>		<b>8,73</b>

### Analisis

Usulan perbaikan yang dilakukan untuk meratakan distribusi waktu dan menyeimbangkan beban kerja menggunakan 2 metode yaitu metode RPW dan LCR. Setelah dilakukan perhitungan, pada metode RPW dan LCR dihasilkan performansi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Performansi *line balancing*

Performansi	Lini perakitan awal	Metode <i>line balancing</i>	
		RPW	LCR
Efisiensi lini	82,96%	89,34%	82,96%
<i>Balance delay</i>	17,04%	10,66%	17,04%
Total waktu mengganggu	8,73	5,07	8,73
<i>Smoothing index</i>	23,0265	5,2785	10,1714
Jumlah stasiun kerja	14	13	14

Dari hasil analisis di atas, dapat diketahui bahwa nilai pada efisiensi lini jika semakin besar maka semakin baik, semakin besar nilai efisiensi lini menunjukkan bahwa pembagian bobot kerja antar stasiun kerja berjalan dengan baik dan merata. Sedangkan, nilai *balance delay* merupakan besaran keseimbangan waktu senggang, maka semakin besar nilai *balance delay* maka semakin buruk, ini artinya terdapat pembagian bobot kerja yang tidak merata dan adanya ketimpangan beban kerja antara satu stasiun kerja dengan stasiun kerja lainnya. Pada nilai waktu menganggur, semakin besar nilai waktu menganggurnya maka akan semakin buruk ini berarti banyaknya waktu yang terbuang sia-sia, karena nilai waktu menganggur merupakan *non value added time* yang harus ditekan oleh perusahaan. Pada nilai *smoothing index* sempurna jika nilainya 0 atau disebut *perfect balance*.

Metode *Largest Candidate Rule* hanya mengalami perbedaan pada nilai *smoothing index* saja dengan lini perakitan awal, dikarenakan pada kondisi lini perakitan awal stasiun kerja berjumlah 14 dengan 14 proses operasi. Sedangkan setelah dilakukan keseimbangan dengan metode LCR, 2 stasiun kerja dengan waktu tertinggi dipecah menjadi masing-masing 2 proses operasi dan waktu proses terkecil digabungkan dengan proses lainnya ke dalam satu stasiun kerja hingga mendekati *takt time*. Sehingga dengan metode LCR didapat 14 stasiun kerja dengan 16 proses operasi. Dengan hasil ini tidak merubah perhitungan pada efisiensi lini, *balance delay* dan total waktu menganggur.

Diketahui bahwa metode *Ranked Positional Weight* memiliki hasil yang paling baik, yaitu dengan efisiensi lintasan sebesar 89,34% yang berarti memiliki pembagian bobot kerja yang paling baik, lalu nilai *balance delay* sebesar 10,66% yang berarti paling minimnya ketimpangan pembagian bobot kerja antara stasiun kerja, dan waktu menganggur hanya sebesar 5,07 menit menjadi waktu yang paling sedikit waktu menganggurnya.

### **Pembahasan**

Dalam mengatasi masalah keseimbangan lintasan dan untuk meningkatkan efisiensi lintasan perakitan *printer*, maka digunakan metode *heuristic*. Efisiensi lini perakitan awal bernilai 82,96%, *balance delay* 17,0% serta *smoothing index* sebesar 23,0265. Kondisi tersebut dapat diperbaiki melalui perhitungan dengan metode *heuristic*. Tingkat efisiensi lintasan dengan menggunakan metode RPW sebesar 89,34%, lalu *balance delay* 10,66% dan *smoothing index* sebesar 5,2785. Sedangkan tingkat efisiensi lintasan dengan menggunakan metode LCR sebesar 82,96%, *balance delay* 17,04% dan *smoothing index* sebesar 10,1714.

Dilihat dari hasil perhitungan metode RPW menjadi metode dengan efisiensi lintasan perakitan terbesar dengan besar 89.34%, *balance delay* sebesar 10,66%, *smoothing index* sebesar 5,2785 dan 13 jumlah stasiun kerja. Dengan hasil ini produksi akan berjalan dengan lancar dibandingkan pada kondisi awal.

### **Kesimpulan**

Dari hasil perhitungan metode *heuristic*, pada metode RPW didapat perhitungan dengan nilai *smoothing index* paling rendah yaitu 5,2785. Performansi dari lini setelah perbaikan dengan menggunakan metode RPW adalah terjadi peningkatan efisiensi sebesar 89,34%, dan penurunan *balance delay* sebesar 10,66%, serta pengurangan total waktu menganggur menjadi sebesar 5,07 menit. Jumlah stasiun kerja dengan metode

RPW pada lini produksi *printer* adalah 13 stasiun kerja dan 13 operator dengan 1 operator disetiap stasiun kerja. Sedangkan pada perhitungan dengan metode LCR didapat efisiensi lini sebesar 82,96%, *balance delay* sebesar 17,04% dan *smoothing index* sebesar 10,1714. Untuk jumlah operator yang dibutuhkan pada metode ini sebanyak 14 orang. Berdasarkan hasil dari perhitungan kedua metode, maka metode RPW merupakan metode yang optimal dikarenakan pada metode RPW terjadi peningkatan efisiensi lini, penurunan *balance delay*, pengurangan total waktu menganggur, serta pengurangan stasiun kerja dan operator.

### Daftar Pustaka

- [1] M. C. O. Moreira, C. Miralles, and A. M. Costa, “Model and heuristics for the Assembly Line Worker Integration and Balancing Problem,” *Comput. Oper. Res.*, vol. 54, pp. 64–73, Feb. 2015, doi: 10.1016/j.cor.2014.08.021.
- [2] I. Kucukkoc and D. Z. Zhang, “Type-E parallel two-sided assembly line balancing problem: Mathematical model and ant colony optimisation based approach with optimised parameters,” *Comput. Ind. Eng.*, vol. 84, pp. 56–69, Jun. 2015, doi: 10.1016/j.cie.2014.12.037.
- [3] T. Rachman, “Penentuan Keseimbangan Lintasan Optimal dengan Menggunakan Metode Heuristik,” *J. Inovasi*, vol. 11, no. 2, pp. 67–83, 2015.
- [4] O. E. Great and A. Offiong, “Productivity improvement in Breweries through line balancing using Heuristic method,” *Int. J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 5, no. 3, pp. 475–486, 2013.
- [5] W. T. Aripin and A. Kurniawan, “Analisis Keseimbangan Lintasan di PT. Cibuniwangi Gunung Satria,” *J. Ind. Galuh*, vol. 1, no. 2, pp. 48–55, 2019.
- [6] I. Ristumadin, “Analisa Produktivitas dan Efisiensi Kerja dengan Line Balancing pada Area Lead Connection di PT A,” *J. PASTI*, vol. 9, no. 3, pp. 300–310, 2015.
- [7] 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, Mar. 2016, doi: 10.22219/JTIUMM.Vol15.No2.182-189.
- [8] M. S. Khan and P. S. Jha, “Evaluation of Standard Time With the Application of Rank Positional Weighted Method in the Production Line,” *Int. J. Mech. Prod.*, vol. 7, no. 2, pp. 73–80, 2017.
- [9] O. Bongomin, J. I. Mwasiagi, E. O. Nganyi, and I. Nibikora, “Improvement of garment assembly line efficiency using line balancing technique,” *Eng. Reports*, vol. 2, no. 4, Apr. 2020, doi: 10.1002/eng2.12157.
- [10] M. Widyantoro, Solihin, R. I. Rosihan, and I. Fajar, “Peningkatan Efisiensi pada Lini Proses Machining Velg Motor dengan Metode Line Balancing PT. XYZ,” *J. PASTI*, vol. 14, no. 1, pp. 54–64, 2020.
- [11] S. J. Ghutukade and S. M. Sawant, “Use of Ranked Position Weighted Method for Assembly Line Balancing,” *Int. J. Adv. Eng.*, vol. 2, no. 4, pp. 83–84, 2013.
- [12] Eddy and M. Ahyan, “Optimalisasi Keseimbangan Lintasan Produksi dengan Metode Largest Candidate Rule di PT. PAP,” *J. Simetri Rekayasa*, vol. 2, no. 2, pp. 76–85, 2020.