

ANALISIS LINE BALANCING MENGGUNAKAN METODE LARGEST CANDIDATE RULE, KILLBRIDGE AND WESTERN METHOD, DAN RANKED POSITIONAL WEIGHTS METHODS DI PT. XYZ

Masdani Irfan Prakoso Karmawan¹, Farida Pulansari², Dwi Sukma
Donoriyanto³

Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

e-mail: irfanmasdani@gmail.com¹, farida.ti@upnjatim.ac.id², dwisukma.ti@upnjatim.ac.id³

ABSTRAK

PT. XYZ berdiri pada tahun 2015 merupakan perusahaan yang bergerak di bidang prasarana lalu lintas yang memiliki produk berupa Tiang RPPJ (Rambu Pendahulu Petunjuk Jurusan). Pada lini produksi sering terjadi bottleneck pada proses pengelasan lantai tiang terhadap tiang utama sehingga mengakibatkan ada beberapa work station yang mengalami idle time yang signifikan dalam proses produksi yang dilakukan. Penyelesaian masalah bottleneck menggunakan line balancing dengan membandingkan tiga metode yaitu Largest Candidate Rule, Killbridge and Western Method, dan Ranked Positional Weights yang akan dibandingkan. Masing-masing dari ketiga metode tersebut akan menghasilkan line efficiency, balance delay, dan smoothness index. Metode yang memiliki line efficiency tertinggi akan dipilih sebagai metode yang direkomendasikan. Jika terdapat dua metode yang memiliki hasil line efficiency sama besarnya maka metode yang direkomendasikan dilihat dari nilai smoothness index yang paling mendekati 0 dari kedua metode tersebut. Hasil penelitian menunjukkan metode Ranked Positional Weights sebagai metode rekomendasi dengan line efficiency 90,27%, balance delay 9,72%, dan smoothnes index sebesar 19,56936

Kata kunci: *Line Balancing, Keseimbangan Lintasan, Largest Candidate Rule, Killbridge and Western Method, Ranked Positional Weights.*

ABSTRACT

PT. XYZ was established in 2015 as a company engaged in the field of traffic infrastructure which has a product in the form of a RPPJ Pole (Signs Preliminary Instructions for Departments). In the production line bottlenecks often occur in the welding process of the pile floor to the main pile, resulting in several work stations that experience significant idle time in each production process. The solution to this bottleneck problem uses the Largest Candidate Rule, Killbridge and Western Method, and Ranked Positional Weights as the method to be compared. Each of the three methods will obtain line efficiency, balance delay, and smoothness index. The method that has the highest line efficiency will be chosen as the recommended method. If there are two methods that have the same line efficiency results, the recommended method is seen from the value of the smoothness index that is close to 0 of the two methods. From the results of data processing, the Ranking Positional Weights method was chosen as a recommendation method that gets a line efficiency of 90.27%, a balance delay of 9.72%, and a smoothnes index of 19,56936

Keywords: *Line Balancing, Path Balance, Largest Candidate Rule, Killbridge and Western Method, Ranked Positional Weights.*

I. PENDAHULUAN

Persaingan yang sangat ketat antar industri manufaktur dan permintaan konsumen yang terus meningkat tiap tahunnya, membuat para pelaku industri harus mengeluarkan inovasi yang kreatif dalam rangka memaksimalkan sumber daya yang dimiliki untuk menghasilkan produk yang baik. Upaya yang dapat dilakukan untuk mendukung hal tersebut yakni dengan melakukan suatu perencanaan dan perancangan sistem produksi yang tetap, yaitu dengan prinsip keseimbangan lintasan produksi. Karena lintasan produksi yang tidak seimbang akan menyebabkan waktu tunggu yang besar dan penumpukan barang (Kucukkoc, 2015) (Sternatz, 2015)

PT. XYZ berdiri pada tahun 2015 merupakan perusahaan yang bergerak di bidang prasarana lalu lintas yang memiliki produk berupa tiang RPPJ (Rambu Pendahulu Petunjuk Jurusan). PT. XYZ memiliki kapasitas produksi sebesar 200 unit tiang RPPJ, tetapi PT. XYZ mampu memproduksi 8 unit tiang RPPJ dengan 10 karyawan dalam 1 hari, atau 192 unit tiang dalam satu bulan. Dari hal tersebut dapat dikatakan bahwa PT. XYZ tidak dapat memenuhi kapasitas produksi. Masalah tersebut terjadi dikarenakan *bottleneck* pada proses pengelasan plat besi pada bagian bawah pipa utama, sehingga mengakibatkan waktu tunggu dalam setiap proses produksi yang dilakukan.

Dari kendala tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk merekomendasikan lintasan produksi dan mendapatkan hasil pengelompokan tugas dengan kapasitas yang seimbang. Metode penyeimbangan lintasan produksi dilakukan dengan membandingkan metode yaitu *Largest Candidate Rule*, *Killbridge and Western Method*, dan *Rangked positional Weight* dengan hasil yang paling maksimal akan digunakan sebagai rekomendasi lintasan produksi yang baru bagi perusahaan agar keseimbangan lintasan terealisasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Line Balancing*

Line Balancing adalah sekumpulan orang atau mesin yang melakukan tugas-tugas yang berhubungan dalam merakit suatu produk yang diberikan kepada masing-masing sumber daya secara seimbang dalam setiap lintasan produksi, sehingga dicapai efisiensi kerja yang tinggi di setiap stasiun kerja (Purnomo, 2009) (Salim, 2016). Penetapan standar waktu kerja (Rully, 2015) (Tarigan, 2015), *output* barang (Wignjosoebroto, 2010), kapasitas produksi, evaluasi kerja, jam kerja adalah hal-hal yang perlu diperhatikan (Zandin, 2011) (Andriani, 2017) (Bora, 2018).

B. *Istilah Line Balancing*

Istilah yang biasa digunakan dalam *line balancing* untuk menghindari *bottleneck*, atau hambatan yang tidak dapat dihindarkan dan berpengaruh terhadap (Fidianto, 2017) (Sutalaksana, 2009) (Daelima, 2013). Dalam kasus yang sederhana penggunaan RPW dinilai lebih sesuai (Grzecha, 2014). Istilah tersebut adalah:

C. *Precedence Diagram*

Precedence diagram adalah gambaran secara grafis dari urutan operasi kerja, serta ketergantungan pada operasi kerja lainnya yang berfungsi untuk memudahkan pengontrolan dan perencanaan kegiatan yang berhubungan di dalamnya. *Precedence diagram* digunakan sebelum melangkah pada penyelesaian menggunakan metode *line balancing* (Jaggi, 2015).

D. *Production speed*

Production speed yaitu kecepatan untuk memproduksi suatu barang dengan memperhatikan (demand) dengan waktu operasi (Prabowo, 2016).

$$R_p = \frac{\text{demand}}{\text{operation time}} \text{ unit/jam} \dots\dots\dots(1)$$

E. *Time cycle*

Merupakan waktu yang dibutuhkan seorang operator untuk menyelesaikan 1 siklus pekerjaannya termasuk untuk melakukan kerja manual dan berjalan(Groover, 2008).

$$T_c = \frac{60E}{R_p} \dots\dots\dots(2)$$

F. *Assemble Product*

Assemble Product merupakan produk yang melewati urutan *work station* dimana, setiap *work station* melakukan proses tertentu hingga selesai menjadi produk akhir pada perakitan akhir.

G. *Minumum workers*

Dimana dalam satu proses produksi dapat ditentukan pekerja minimal yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah pekerjaan dihitung dari total waktu produksi dibagi dengan waktu siklus setiap stasiun(Kusuma, 1999).

$$w^* = (\text{minimum Integer} \geq \frac{T_{wc}}{T_c} \dots\dots\dots(3)$$

H. *Waktu baku operasi*

Waktu stasiun merupakan waktu yang diberikan kepada setiap stasiun kerja untuk melakukan pekerjaannya dan sudah memperhitungkan waktu repositioning.

$$T_{si} = T_c - T_s \text{ minute} \dots\dots\dots(4)$$

I. *Waktu menunggu (idle time)*

Dimana operator atau pekerja menunggu untuk melakukan proses kerja ataupun kegiatan operasi yang selanjutnya akan dikerjakan. Selisih atau perbedaan antara *Cycle time* (CT) dan *Station Time* (ST), atau CT dikurangi ST

$$\text{idle time} = n.W_s - \sum_{i=1}^n w_i \dots\dots\dots(5)$$

J. *Keseimbangan waktu senggang (balance delay)*

Keseimbangan waktu senggang merupakan ukuran dari ketidakefisienan lintasan yang dihasilkan dari waktu menganggur sebenarnya yang disebabkan karena pengalokasian yang kurang sempurna diantara stasiun-stasiun kerja. *Balance delay* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$D = \frac{n.C - \sum t_i}{(nt_i)} \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

K. *Efisiensi kerja*

Efisiensi stasiun kerja merupakan rasio antara waktu operasi tiap stasiun kerja (W_i) dan waktu operasi stasiun kerja terbesar (W_s). Efisiensi stasiun kerja dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Efisiensi\ stasiun\ kerja = \frac{W_i}{W_s} \times 100\% \dots \dots \dots (7)$$

L. *Line efficiency*

Line efficiency merupakan rasio dari total waktu stasiun kerja dibagi dengan siklus dikalikan jumlah stasiun kerja atau jumlah efisiensi stasiun kerja dibagi jumlah stasiun kerja (Azwir, 2017). *Line efficiency* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Line\ efficiency = \frac{\sum_{i=1}^k sti - \sum ti}{(k)(CT)} \times 100\% \dots \dots \dots (8)$$

M. *Smoothness index*

Smoothness index (SI) adalah suatu indeks yang menunjukkan kelancaran relatif dari penyeimbangan lini perakitan tertentu yang ditetapkan dengan rumus:

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^k stimaks - STI} \dots \dots \dots (9)$$

N. *Metode Line Balancing*

Metode *line balancing* diuraikan menjadi beberapa metode. Beberapa metode yang digunakan dalam keseimbangan lintasan adalah metode *Largest Candidate Rule*, metode *Killbridge and Wester Heuristic*, dan metode *Ranked Positional Weight* (Gasperzs, 2008).

O. *Largest Candidate Rule*

Aturan *Largest Candidate Rule* adalah untuk memperhitungkan elemen kerja yang akan diatur dalam urutan waktu elemen kerja terbesar hingga terkecil (dengan mengacu pada *station time*, dan *work elemens*) untuk setiap *station time* tidak melebihi yang waktu yang diijinkan (Hamza, 2013) (Yudha, 2017).

P. *Killbridge and Western Heuristic*

Metode *Killbridge and Western* adalah prosedur heuristik yang memilih elemen kerja untuk penugasan ke stasiun kerja sesuai dengan posisi mereka dalam *precedence diagram* yang diutamakan (dengan mengacu pada *station time*, dan *work elemens*) (Dewi, 2017).

Q. *Ranked Positional Weights*

Ranked Positional Weight Method merupakan pendekatan untuk dapat memecahkan masalah pada keseimbangan lini perakitan dan menemukan solusi secara cepat. Pendekatan ini menugaskan operasi ke dalam stasiun-stasiun kerja dengan dasar panjang waktu operasi (Ekoanindiyo, 2017) (Nadeak, 2018).

III. METODE PENELITIAN

Penjelasan langkah-langkah masalah :

A. *Identifikasi Variabel*

1. Variabel bebas terdiri dari data kapasitas produksi, data elemen kerja, data waktu setiap elemen kerja, data diagram alir produksi
2. Variabel terikat sistem produksi yang baik dengan beban lintasan yang seimbang dengan memperoleh jumlah pekerja dan waktu proses yang optimal.

B. *Pengumpulan Data*

Yang Digunakan untuk data penelitian sebagai berikut:

Data bahan baku, Data mesin yang digunakan, Data proses pembuatan tiang RPPJ, Data precedence diagram, Data waktu kerja setiap elemen, Data kapasitas produksi.

C. *Pengolahan Data*

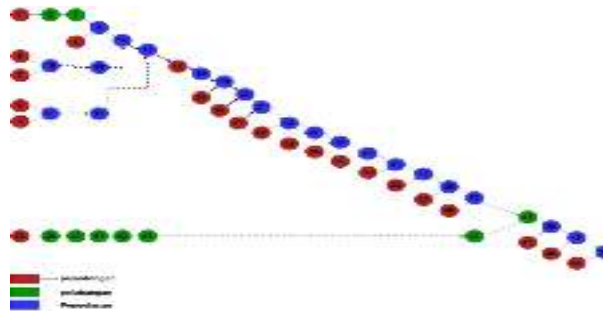
Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan data yaitu:

Perhitungan *Line Balancing*, Perhitungan dengan metode *Largest Candidate Rule*, Perhitungan dengan metode *Killbridge and Western Method*, Perhitungan dengan *Ranked Positional Weights*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Precedence diagram*

Data *precedence diagram* diatas berisi urutan setiap elemen kerja dan ikatan di setiap masing masing elemen kerja. Setelah membuat *precedence diagram* dilakukan pembuatan data waktu kerja tiap elemen. Pembuatan *precedence diagram* untuk mengetahui gambaran tiap elemen kerja dan hubungan antar elemen kerja satu dengan lainnya.



GAMBAR. 1. *PRECEDENCE DIAGRAM* TIAP ELEMEN KERJA PADA P.T. ACIER

Data *precedence diagram* diatas berisi urutan setiap elemen kerja dan ikatan di setiap masing masing elemen kerja.

B. *Data waktu kerja tiap elemen*

TABEL 1.

DATA WAKTU KERJA TIAP ELEMEN			
No.	Elemen kerja	Waktu (menit)	Preceded by
1.	E1	17	-
2.	E2	7	1
3.	E3	7	2
4.	E4	5	-
5.	E5	10	3,4
6.	E6	11	-
7.	E7	5	-
8.	E8	11	-
9.	E9	5	-
10.	E10	10	6,7
11.	E11	10	8,9
12.	E12	11	5,1
13.	E13	11	11
14.	E14	11	13
15.	E15	11	-
16.	E16	21	-
17.	E17	14	-
18.	E18	14	14
19.	E19	14	15
20.	E20	14	16
21.	E21	11	17
22.	E22	11	-

23.	E23	11	-
24.	E24	11	-
25.	E25	21	-
26.	E26	14	22
27.	E27	14	23
28.	E28	14	24
29.	E29	14	25
30.	E30	5	-
31.	E31	10	30
32.	E32	5	-
33.	E33	10	32
34.	E34	12	-
35.	E35	17	34
36.	E36	12	-
37.	E37	17	36
38.	E38	13	-
39.	E39	7	38
40.	E40	4	39
41.	E41	4	40
42.	E42	4	41
43.	E43	4	42
44.	E44	19	37,43
45.	E45	11	-
46.	E46	11	-
47.	E47	11	-
48.	E48	14	44,45
49.	E49	14	46
50.	E50	14	47
	Total	558	

Sumber: Data Primer PT.XYZ

Data waktu kerja diatas adalah data waktu di tiap-tiap elemen kerja sudah ditentukan oleh perusahaan. Kapasitas produksi tiang RPPJ pada PT. XYZ dalam satu bulan adalah 200 unit. PT. XYZ memiliki 10 orang pekerja dengan jam kerja efektif 8 jam per hari, dengan 24 hari kerja perbulannya dan efisiensi kerja sebesar 80%. Serta memiliki repositioning time 2 menit untuk bergerak.

C. Perhitungan line balancing

Waktu total pekerjaan

$$T_{wc}: 17 + 7 + 7 + 5 + \dots + 14 = 558 \text{ menit}$$

Production rate

$$R_p: \frac{\text{demand}}{\text{operation time}} = R_p = \text{Production rate} = \frac{200}{24(8)} = 1,04 \text{ unit/hour}$$

Waktu siklus

$$T_c: \frac{60 E}{R_p} = T_c = \frac{60 (0,80)}{1,04} = 46,15 \text{ min}$$

$$T_s = T_c - T_r \rightarrow T_s = 46,15 - 2,0 = 44,15 \text{ min}$$

Jumlah minimum pekerja

$$w^* = (\text{Minimum Integer} \geq \frac{T_{wc}}{T_c}) w^* = \text{Min Int} \geq \frac{558}{46,15} = 12,09 \rightarrow 13 \text{ pekerja}$$

D. Perhitungan dengan Largest Candidate rule, Killbridge and Western Method, dan Ranked Postional Weights

TABEL 3.
 PENGELOMPOKAN STASIUN KERJA SESUAI LCR

Stasiun	Elemen kerja	Pre- ceded by	Waktu (menit)	Waktu stasiun (menit)	Waktu siklus (menit)	Efisiensi stasiun kerja	Idle time (menit)
	1	-	17				
1	2	1	7	36	44,15	81,54%	8,15
	3	2	7				
	4	-	5				
	6	-	11				
2	7	-	5	32	44,15	72,48%	12,15
	8	-	11				
	9	-	5				
3	5	3,4	10	41	44,15	92,87%	3,15
	10	6,7	10				
	12	5,10	21				
4	11	8,9	21	42	44,15	95,13%	2,15
	13	11	10				
	14	13	11				
5	15	-	11	39	44,15	88,34%	5,15
	18	14	14				
	19	15	14				
6	16	-	11	36	44,15	81,54%	8,15
	17	-	11				
	20	16	14				
7	21	17	14	39	44,15	88,34%	5,15
	22	-	11				
	26	22	14				
	23	-	11				
8	24	-	11	36	44,15	81,54%	8,15
	27	23	14				
	25	-	11				
9	28	24	14	44	44,15	99,66%	0,15
	29	25	14				
	30	-	5				
	31	30	10				
10	32	-	5	37	44,15	83,81%	7,15
	33	32	10				
	34	-	12				
11	35	34	17	29	44,15	65,69%	15,15
	36	-	12				
	38	-	13				
	39	38	7				
12	40	39	4	36	44,15	81,54%	8,15
	41	40	4				
	42	41	4				
	43	42	4				
13	37	36	17	38	44,15	86,07%	6,15
	44	37,43	10				
	45	-	11				
14	46	-	11	39	44,15	88,34%	5,15
	48	44,45	14				
	49	46	14				
	47	-	11				
15	50	47	14	25	44,15	56,63%	19,15

Sumber: data diolah

perhitungan line efficiency, balance delay, dan smoothnest index

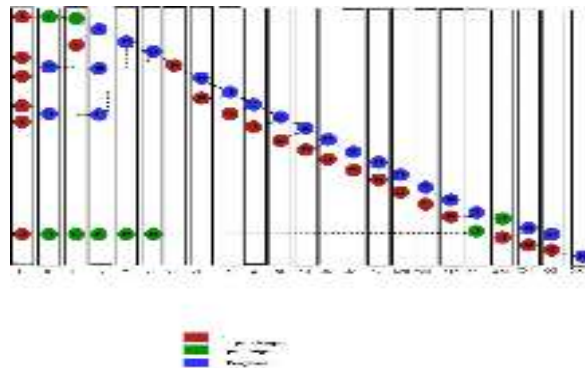
Line efficiency : $\Sigma ST_i / (K \cdot CT) \times 100\%$
 : $558 / ((15 \times 44,15)) \times 100\%$
 : 84,25%

Balance delay : $(n \cdot C - \Sigma t_i) / ((n \cdot t_i)) \times 100\%$
 : $(15 \times 44,15 - 558) / ((15 \times 44,15)) \times 100\%$

: 15,74%

Smoothness index : $\sqrt{(\sum_{i=1}^n (\text{Cycle time}-\text{Station time})^2)}$
 : $\sqrt{((8,15)^2+(12,15)^2+ [(3,15)] ^2+(2,15)^2+(5,15)^2+\dots+ [(19,15)] ^2)}$
 : 34,53404

Urutkan sesuai kelompok kolom



GAMBAR 2. PRECEDENCE DIAGRAM SESUAI KILLBRIDGE AND WESTERN METHOD

TABEL 4.

PENGELOMPOKAN STASIUN SESUAI KILLBRIDGE							
Sta-siun	Ele-men kerja	Pre-ceded by	Waktu (menit)	Waktu sta-siun ()	Waktu siklus (menit)	Efisiensi stasiun kerja	Idle time (menit)
	1	-	17				
	2	1	7				
1	3	2	7	4	44,15	97,39%	1,15
	4	-	5				
	39	38	7				
	5	3,4	10				
	6	-	11				
2	7	-	5	42	44,15	95,13%	2,15
	8	-	11				
	9	-	5				
	10	6,7	10				
3	11	8,9	10	41	44,15	92,86%	3,15
	12	5,10	21				
	13	11	21				
4	14	13	11	43	44,15	97,39%	1,15
	15	-	11				
	16	-	11				
5	17	-	11	36	44,15	81,54%	8,15
	18	14	14				
	19	15	14				
6	20	16	14	42	44,15	95,13%	2,15
	21	17	14				
	22	-	11				
7	23	-	11	44	44,15	99,66%	0,15
	24	-	11				
	25	-	11				
	26	22	14				
8	27	23	14	42	44,15	95,13%	2,15
	28	24	14				
	29	25	14				
	30	-	5				
9	31	30	10	44	44,15	99,66%	0,15
	32	-	5				
	33	31	10				
	34	-	12				
10	35	34	17	41	44,15	92,86%	3,15
	36	-	12				

11	37	36	17	17	44,15	38,50%	27,15
	38	-	13				
	40	39	4				
12	41	40	4	29	44,15	65,85%	15,15
	42	41	4				
	43	42	4				
	44	37,43	19				
13	45	-	11	41	44,15	92,86%	3,15
	46	-	11				
	47	-	14				
14	48	44,45	14	39	44,15	88,33%	5,15
	49	46	14				
15	50	47	14	14	44,15	31,71	30,15

sumber: data diolah

Perhitungan Line efficiency, balance delay, dan smoothnest index

$$\begin{aligned} \text{Line efficiency} &: \Sigma STi / (K \cdot CT) \times 100\% \\ &: 558 / ((15 \times 44,15)) \times 100\% \\ &: 84,25\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balance delay} &: (n \cdot C - \Sigma ti) / ((n \cdot ti)) \times 100\% \\ &: (15 \times 44,15 - 558) / ((15 \times 44,15)) \\ &: 15,74\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Smoothness index} &: \sqrt{(\Sigma_{i=1}^n (\text{Cycle time} - \text{Station time})^2)} \\ &: \sqrt{((1,15)^2 + (2,15)^2 + \dots + (30,15)^2)} \\ &: 44,8345 \end{aligned}$$

E. Pengelompokan stasiun kerja

TABEL 6.
 STASIUN KERJA SESUAI RPW

Sta-siun	Ele-men kerja	Pre-ceded by	Waktu (menit)	Waktu stasiun (menit)	Waktu siklus (menit)	Efisiensi stasiun kerja	Idle time (menit)
	1	-	17				
1	2	1	7	42	44,15	95,13%	2,15
	3	2	7				
	6	-	11				
	4	-	5				
	5	3,4	10				
2	7	-	5	41	44,15	92,86%	3,15
	8	-	11				
	10	6,7	10				
	9	-	5				
3	11	8,9	10	36	44,15	81,54%	8,15
	12	5,1	21				
	13	11	21				
4	14	13	11	43	44,15	97,39%	1,15
	15	-	11				
	16	-	11				
5	18	14	14	39	44,15	88,33%	5,15
	19	15	14				
	17	-	11				
6	20	16	14	39	44,15	88,33%	5,15
	21	17	14				
	22	-	11				
7	23	-	11	36	44,15	81,54%	8,15
	26	22	14				
8	24	-	11	39	44,15	88,33%	5,15
	27	23	14				

	28	24	14				
	25	-	11				
	29	25	14				
9	30	-	5	40	44,15	90,60%	4,15
	31	30	10				
	32	-	5				
	33	32	10				
10	34	-	12	44	44,15	99,66%	0,15
	35	34	17				
	36	-	12				
11	37	36	17	36	44,15	81,54%	8,15
	38	-	7				
	39	38	7				
	40	39	4				
	41	40	4				
12	42	41	4	42	44,15	95,13%	2,15
	43	42	4				
	44	37,43	19				
	45	-	11				
13	46	-	11	36	44,15	81,54%	8,15
	48	44,45	14				
	47	-	11				
14	49	46	14	39	44,15	88,33%	5,15
	50	47	14				

Sumber: data diolah

Perhitungan line efficiency, balance delay, dan smoothnest index

Line efficiency : $\Sigma STi / (K.CT) \times 100\%$

: $558 / ((14 \times 44,15)) \times 100\%$

: 90,27%

Balance delay : $(n.C - \Sigma ti) / ((n.ti)) \times 100\%$

: $(14 \times 44,15 - 558) / ((14 \times 44,15)) \times 100\%$

: 9,72%

Smoothness index : $\sqrt{\sum_{i=1}^n (Cycle\ time - Station\ time)^2}$

: $\sqrt{((2,15)^2 + (8,15)^2 + [(3,15)]^2 + (1,15)^2 + (5,15)^2 + \dots + [(5,15)]^2)}$

: 19,56936

F. Perbandingan Hasil metode

TABEL 7.
 PERBANDINGAN HASIL METODE

	<i>Largest Candidate Rule</i>	<i>Killbridge and Western Method</i>	<i>Ranked Positional Weights Method</i>
<i>Line Efficiency</i>	84,25%	84,25%	90,27%
<i>Balance Delay</i>	15,74%	15,74%	9,27%
<i>Smoothness Index</i>	34,53404	44,8345	19,56936

Sumber: Data diolah

Tabel diatas adalah hasil perhitungan dengan masing-masing metode yang digunakan. Metode yang direkomendasikan dapat ditentukan dari *line efficiency* terbesar. Metode *Largest Candidate Rule* dan *Killbridge and western method* memiliki 15 stasiun kerja sedangkan metode *Ranked Positional Weights* memiliki 14 stasiun kerja

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan metode yang direkomendasikan untuk perbaikan lintasan sehingga permasalahan *bottleneck* dapat diatasi yaitu dengan metode *Ranked Positional Weights* karena memiliki *Line Balancing* terbesar dengan jumlah 90,27%. Agar tidak terjadi *bottleneck* dan mencukupi kapasitas produksi maka dibentuk 14 stasiun kerja dengan penambahan tenaga kerja sebanyak 4 orang.

PUSTAKA

- Andriani, Debrina Puspita, (2017), "Penentuan Waktu dan Output Baku pada Proses Produksi Tube Lamp dengan Methods Time Measurement", *Sinergi*, Vol. 21, No. 3, hal: 204-212.
- Azwir, Hery Hamdi dan Pratomo, Harry Wahyu, (2017), "Implementasi line Balancing untuk Peningkatan Efisiensi di Line Welding Studi Kasus: PT X", *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, Vol. 6, No.1.
- Bora, M. Ansyar, Yusdinata, Zeri dan Siregar, Rizky Roy Sandy, (2018), "Analisis Waktu Standar Pembuatan Baju Seragam Sekolah Dasar (SD) Dengan Metode Work Sampling (Studi Kasus di Yunus Tailor Batam)", *Jurnal Industri Kreatif*, Vol. 2, No, 1.
- Daelima, Vickri Fiesta, Febianti, Evi dan Ilhami, Muhammad Adha, (2013), "Analisis Keseimbangan Lintasan untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi dengan Pendekatan Line Balancing dan Simulasi", *jurnal Teknik Industri*, Vol. 1, No. 2, hal: 107-113.
- Dewi, Hernawati, (2017), "Minimasi Stasiun Kerja Packing Line Dengan Metode Branch and Bound (BB), RPW, ACO dan COMSOAL", *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*, Vol. 6, No. 23.
- Ekoanindiyo, Firman Ardiansyah dan Helmy, Latif, (2017), "Meningkatkan Efisiensi Lintasan kerja Menggunakan Metode RPW dan Killbridge-Western", *Dinamika Teknik*, Vol. 10, No.1, Hal: 16-26.
- Fidianto, Dupi dan Munir, Misbach, (2017), "Rancangan Keseimbangan Stasiun Kerja Guna Meningkatkan Efisiensi Waktu Siklus Operasi Produk Es Balok (Studi Kasus: Perusahaan Es Balok, PT. X Pandaan Pasuruan)", *Journal Knowledge Industrial Engineering (JKIE)*, Vol. 4, No. 3.
- Gasperz, Vincent, (2008), *Production Planning and Inventory Control*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Groover, Mikell P., (2008), *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*, edisi ke-3, Pearson Education, London.
- Grzecha, W., (2014), "Idle Times Analysis in Two Sided Assembly Line Balancing Problem", *Manufacturing Modelling, Management, and Control*, Vol. 7, No. 1, hal: 1720-1725.
- Hamza, Riyadh Mohammed Ali dan Al-Manaa, Jassim Yousif, (2013), "Selection of Balancing Method for Manual Assembly Line of Two Stages Gearbox", *Global Perspective on Engineering Management*, Vol. 2, No. 2, hal: 70-81.
- Jaggi, Anil, (2015), "Application of Line-balancing to Minimize the Idle Time of Workstations in the Production Line with Special Reference to Automobile Industry", *International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research (IJEASR)*, Vol. 4, No. 7.
- Kucukkoc, Ibrahim dan Zhang, David, (2015), "Type-E Parralel Two-Sided Assembly Line Balancing Problem: Mathematical Model and Ant Colony Optimisation based Approach with Optimised Parameters", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 84, hal: 56-69.
- Kusuma, Hendra, (1999), *Manajemen Produksi Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Nadeak, Multi dan Ngalimun, (2018), "Peningkatan Produktivitas pada Perakitan Lever Assy, Select dengan Metode Line Balancing", *Jurnal TrendTech*, Vol. 3, No. 1.
- Prabowo, Rony, (2016), "Penerapan Konsep Line Balancing Untuk Mencapai Efisiensi Kerja yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja Pada PT. HM. Sampoerna Tbk.", *Jurnal IPTEK*, Vol. 20, No. 2.
- Purnomo, Hari, (2009), *Pengantar Teknik Industri*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Rully, Tutus dan Rahmawati, Noni Tri, (2015), "Perencanaan Pengukuran Kerja dalam Menentukan Waktu Standar dengan Metode Time Study Guna Meningkatkan Produktivitas Kerja pada Divisi Pompa Minyak PT Bukaka Teknik Utama TBK.", *JIMFE (Jurnal Ilmiah Manajemen Fakultas Ekonomi)*, Vol. 1, No. 1, hal: 12-18.
- Salim, Hengky K., Setiawan, Kuswara dan Hartanti, Lusia P. S., (2016), "Perancangan Keseimbangan Lintasan Produksi menggunakan Pendekatan Simulasi dan Metode Ranked Positional Weights", *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 11, No. 1.
- Sternatz, J., (2015), "The Joint Line Balancing and Material Supply Problem", *International Journal of Production Economic*, Vol. 159, hal: 304-318.
- Sutalaksana dan Iftikar Z., (2009), *Teknik Tata Cara Kerja*, ITB Bandung, Bandung.
- Tarigan, Miska Irani, (2015), "Pengukuran Standar Waktu Kerja untuk Menentukan Jumlah Tenaga Kerja Optimal", *Wahana Inovasi*, Vol. 4, No. 1.
- Wignjosobroto, Sritomo, (2010), *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*, Guna Widya, Surabaya.

- Yudha, Sabdha Purna, (2017), "Meningkatkan Efisiensi Lintasan Perakitan Plastic Box 260 Menggunakan Pendekatan Metode Heuristik", Prosiding Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu, Universitas Brawijaya, Malang.
- Zandin, K. B. dan Maynard, H. B., (2011), Industrial Engineering Handbook, McGraw-Hill Book Company., New York.