

ANALISIS KESEIMBANGAN LINTASAN MENGUNAKAN METODE *LARGEST CANDIDATE RULE, KILLBRIDGE AND WESTERN METHOD, RANKED POSITIONAL WEIGHTS*

Helmi Syaiful Haq¹⁾, Farida Pulansari,²⁾ Akmal Suryadi³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

e-mail: helmysyaiful20@gmail.com¹⁾, farida.ti@upnjatim.ac.id²⁾, akmal.ti@upnjatim.ac.id³⁾

ABSTRAK

UD. XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi spare part otomotif, aksesoris sepeda motor dan juga alat bantu pertanian. UD. XYZ memiliki lini proses yang memproduksi standar paddock untuk sepeda motor tipe sport. Pada lini produksi paddock sering terjadi bottleneck pada proses pengerolan pipa dan proses pengecatan sehingga mengakibatkan ada beberapa work station yang mengalami idle time yang signifikan dalam setiap proses produksi yang dilakukan. Metode yang digunakan dalam menyelesaikan masalah ini adalah Largest Candidate Rule, Killbridge and Western Method, dan Ranked Positional Weights sebagai metode pembandingan. Dengan menghasilkan metode yang paling optimal adalah metode Largest Candidate Rule yang menghasilkan line efficiency 85,04%, balance delay sebesar 19,94%, dan smoothnes index 1,8239 dengan jumlah operator sebanyak 6 orang.

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

ABSTRACT

UD. XYZ is a company engaged in the production of automotive spare parts, motorcycle accessories and agricultural equipment. UD. XYZ has a process line that produces paddock standards for sport motorcycles. In the paddock production line bottlenecks often occur in the process of pipe rolling and painting processes, resulting in several work stations that experience significant idle time in each production process. The method in solving this problem is the Largest Candidate Rule, Killbridge and Western Method, and Ranked Positional Weights as a comparison method. By producing the most optimal method is the Largest Candidate Rule method which produces line efficiency of 85.04%, balance delay of 19.94%, and smoothnes index of 1.8239 with the number of operators as many as 6 people.

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

I. PENDAHULUAN

Persaingan yang sangat ketat antar industri manufaktur pada bidang otomotif dan permintaan konsumen yang terus meningkat tiap tahunnya, membuat para pelaku industri otomotif harus mengeluarkan inovasi yang kreatif dalam rangka memaksimalkan sumber daya yang dimiliki untuk menghasilkan produk yang baik dalam segi kuantitas dan kualitas. Tanpa mengurangi kualitas dari produk, para pelaku industri otomotif melakukan pengurangan biaya yang dimulai dari mengubah proses, mengubah urutan kerja, mengubah *layout* mesin, menurunkan biaya *overtime* dan lain-lain yang bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan perusahaan tersebut, karena studi komparasi beberapa metode sekaligus dalam rangka meningkatkan nilai efisiensi lini produksi dengan meminimalkan jumlah stasiun kerja seperti yang diungkapkan oleh Dewi dkk (2017).

UD. Ks PRO merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak dalam pembuatan komponen *sparepart* otomotif, aksesoris sepeda motor dan peralatan pertanian. Komponen *sparepart* yang diproduksi adalah setir dan *footstep* yang digunakan pada motor Honda. Selain komponen *sparepart*, UD. KS PRO mampu memproduksi 90 buah *Paddock* dalam satu hari dengan menggunakan 9 karyawan yang memiliki efisiensi kerja 95% yang dinilai terlalu tinggi. Dari sini proses produksi menjadi hal yang sangat diperhatikan terutama dalam keseimbangan lintasan produksi (*Line Balancing*). Masalah yang sering terjadi adalah *bottleneck* pada proses pengerolan pipa dan proses pengecatan *Paddock*, sehingga mengakibatkan ada beberapa *work station* yang mengalami waktu tunggu yang signifikan dalam setiap proses produksi yang dilakukan. Penyebab lain adalah pengalokasian sumber daya mesin dan manusia yang tidak teratur. Pengaturan operasi yang dilakukan dan tidak seimbang beban kerja pada setiap stasiun kerja akan mengakibatkan stasiun kerja dalam lintasan produksi mempunyai kecepatan produksi yang berbeda, sehingga lintasan produksi menjadi tidak efisien.

Dari kendala yang telah dijabarkan pada latar belakang tersebut, Penelitian ini dilakukan dengan melakukan proses pengukuran kerja dengan mengukur waktu proses operasi. Pengambilan data dilakukan menggunakan studi waktu dan menentukan standar waktu. Metode penyeimbangan lintasan produksi dilakukan dengan membandingkan antara metode yaitu *Largest Candidate Rule*, *Killbridge and Western Method*, dan *Ranked Positional Weight* dengan hasil yang paling maksimal yang akan digunakan sebagai saran lintasan produksi yang baru guna mengoptimalkan proses produksi yang dilakukan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengukuran Waktu Kerja

Rully dan Rahmawati (2015) mengungkapkan bahwa suatu perusahaan biasanya menginginkan waktu kerja yang sangat singkat dalam memenuhi target produksi agar dapat meraih keuntungan yang sebesar-besarnya. Adapun metode yang paling banyak digunakan oleh perusahaan dalam pengukuran waktu adalah studi waktu (*time study*). Sehubungan dengan hal tersebut, dalam meningkatkan upaya meningkatkan produktivitas kerja dalam setiap kegiatan produksi maka diperlukan pengukuran kerja yang baik. Hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan pengukuran kerja adalah menentukan waktu standar.

Pengukuran waktu kerja pada dasarnya merupakan suatu usaha untuk menentukan lamanya waktu kerja yang diperlukan oleh seorang operator untuk menyelesaikan suatu pekerjaan seperti yang diungkapkan oleh Wignjosoebroto (2008). Dari hasil pengukuran maka akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan, yang mana waktu ini digunakan sebagai standar penyelesaian pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melakukan pekerjaan yang sama.

B. *Bottleneck*

Daelima dkk. (2013) mengungkapkan *bottleneck* adalah stasiun kerja yang memiliki kapasitas lebih kecil dari kebutuhan produksi. Stasiun kerja *bottleneck* mengakibatkan terjadinya keterlambatan jika ada peningkatan permintaan yang melebihi kapasitas. Stasiun kerja yang *bottleneck* menjadi stasiun kerja yang sibuk, sedangkan stasiun kerja yang *non bottleneck* terjadi jika kapasitas mesin yang ada lebih besar daripada permintaan.

C. *Line Balancing*

Line balancing atau keseimbangan lintasan merupakan penyeimbangan penugasan elemen-elemen tugas dari suatu *assembly line* ke *work stations*. Fungsi utamanya adalah untuk meminimumkan banyaknya *work station* dan meminimumkan total harga *Idle time* pada semua stasiun untuk tingkat *output* tertentu. Dalam penyeimbangan tugas ini, kebutuhan waktu per unit produk yang dispesifikasikan untuk setiap tugas dan hubungan yang berpengaruh harus dipertimbangkan seperti yang diungkapkan oleh Gasperz (2008).

Nadeak dan Ngalimun (2018) juga mengungkapkan bahwa keseimbangan lini sangat penting karena aspek-aspek lain dalam sistem produksi dalam jangka waktu yang cukup lama. Beberapa aspek-aspek yang terpengaruh antara lain biaya, keuntungan, tenaga kerja, peralatan, dan sebagainya. Keseimbangan lini ini digunakan untuk mendapatkan lintasan produksi yang memenuhi target produksi tertentu. Demikian penyeimbangan lini harus dilakukan dengan metode yang tepat sehingga menghasilkan keluaran berupa keseimbangan lini yang baik. Karena tujuan akhir pada *line balancing* adalah memaksimalkan kecepatan pada tiap stasiun kerja sehingga dapat dicapai efisiensi kerja yang tinggi di setiap stasiun kerja.

D. *Largest Candidate Rule*

Menurut Hamza dan Al-Manaa (2013) aturan *Largest Candidate Rule* adalah untuk memperhitungkan elemen kerja yang akan diatur dalam urutan menurun (dengan mengacu pada *station time*, dan *work elements*) untuk setiap *station time* tidak melebihi yang waktu yang diijinkan.

Yudha dkk. (2017) mengungkapkan bahwa nama lain dari metode ini adalah teknik/metode waktu terpanjang, metode ini merupakan metode yang paling sederhana. Dalam metode ini melakukan pendekatan penyeimbangan lini produksi berdasarkan waktu operasi terpanjang akan diprioritaskan penempatannya dalam stasiun kerja. Prinsip dasarnya adalah menggabungkan proses-proses atas dasar pengurutan operasi dari waktu proses terbesar. Sebelum dilakukan penggabungan, harus ditentukan dahulu, berapa waktu siklus yang akan dipakai. Waktu siklus ini akan dijadikan pembatas dalam penggabungan operasi dalam satu stasiun kerja.

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam metode *Largest Candidate Rule* ini adalah sebagai berikut menurut Satria (2014):

1. Mengurutkan semua elemen kerja yang paling besar waktunya hingga yang paling kecil.
2. Elemen kerja pada stasiun kerja pertama diambil dari urutan yang paling atas. Elemen kerja pindah ke stasiun kerja berikutnya, apabila jumlah elemen kerja telah melebihi waktu siklus
3. Lanjutkan proses langkah ke-2, hingga semua elemen kerja telah berada dalam stasiun kerja dan memenuhi.

E. *Killbridge and Western Method*

Jaggi dkk. (2015) mengungkapkan bahwa 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. Metode ini dikenal untuk keandalannya dalam mengatasi kesulitan yang dapat ditemui dalam metode *largest*

candidate rule. Metode *Killbridge-Western Heuristic* dikembangkan oleh sesuai dengan namanya, yaitu *Killbridge* dan *Wester* pada tahun 1961 dan telah diterapkan dengan kesuksesan yang nyata ke beberapa persoalan keseimbangan lintasan yang rumit di industri seperti yang diungkapkan oleh Yudha dkk. (2017).

Metode heuristik ini memilih elemen-elemen kerja untuk dijadikan kedalam stasiun-stasiun kerja di *precedence diagram*. Salah satu kesulitan dalam metode ini adalah dimana elemen-elemen kerja untuk dipilih karena memiliki nilai T_e yang tinggi terlepas dari posisinya di dalam *precedence diagram*. Secara keseluruhan metode *killbridge and wester* memberikan solusi keseimbangan yang superior.

Langkah langkah dalam metode ini adalah dengan perhitungan manual:

1. Buat *precedence diagram*.
2. Bagi *precedence diagram* ke dalam wilayah-wilayah mulai dari kiri hingga ke kanan. Gambarkan ulang *precedence diagram*, tempatkan seluruh *task* di daerah paling ujung kiri sedapat-dapatnya.
3. Dari tiap wilayah urutkan *task* mulai dari waktu operasi paling besar hingga waktu operasi paling kecil.
4. Tentukan waktu siklus (CT).
5. Bebankan *task* dengan urutan sebagai berikut (perhatikan pula untuk menyesuaikan diri terhadap batas wilayah):
 - a. Daerah paling kiri terlebih dahulu
 - b. Dalam 1 wilayah, bebaskan *task* dengan waktu terbesar pertama kali (di prioritaskan)

Pada tahap akhir tiap pembebanan stasiun kerja, pastikan waktu stasiun tidak melebihi waktu siklus.

F. *Ranked Positional Weights*

Menurut Ekoanindiyo dan Helmy (2017) *Ranked Positional Weight Method* atau Metode Bobot Posisi merupakan heuristik yang paling awal dikembangkan. Metode ini dikembangkan oleh W.B. Helgeson dan D.P. Birnie pada tahun 1961. Metode ini 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. Proses kerja diurutkan berdasarkan peringkat, mulai dari yang paling besar sampai yang paling kecil. Nilai peringkat didapat dari jumlah waktu operasi mulai dari awal sampai akhir proses.

Nadeak dan Ngalimun (2018) mengungkapkan bahwa dalam ini terdapat kelebihan dan kekurangan yang dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan. Kelebihan tersebut adalah hasil yang dihasilkan lebih akurat dalam hal akurasi dibandingkan dengan metode *Largest Candidate Rule*. Kelemahan dari metode ini adalah tidak mempertimbangkan *line efficiency*, sehingga mungkin saja akan dihasilkan penugasan yang paling tinggi tingkat efisiensinya dan akan meningkatkan biaya transportasi atau biaya pemindahan beban.

Menurut Yudha dkk. (2017) langkah-langkah metode *Ranked Positional Weight* dengan perhitungan manual adalah sebagai berikut:

1. Gambar jaringan *precedence diagram* sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.
2. Tentukan bobot posisi untuk setiap elemen pekerjaan dari suatu operasi yang memiliki waktu penyelesaian (waktu baku) terpanjang mulai dari awal pekerjaan hingga ke akhir elemen pekerjaan yang memiliki waktu penyelesaian (waktu baku) terendah.
3. Urutkan elemen pekerjaan berdasarkan bobot posisi pada langkah ke-2 di atas. Elemen pekerjaan yang memiliki bobot posisi tertinggi diurutkan pertama kali.
4. Tentukan waktu siklus (CT).

5. Pilih elemen operasi dengan bobot tertinggi i , alokasikan ke suatu stasiun kerja. Jika masih layak ($\text{waktu stasiun} < CT$), alokasikan operasi dengan bobot tertinggi berikutnya, namun lokasi ini tidak boleh membuat $\text{waktu stasiun} (ST) > CT$.
6. Bila alokasi suatu elemen operasi membuat $\text{waktu stasiun} > CT$, maka sisa waktu ini ($CT-ST$) dipenuhi dengan alokasi elemen operasi dengan bobot paling besar dan penambahannya tidak membuat $ST < CT$.

Jika elemen operasi yang jika dialokasikan untuk membuat $ST < CT$ sudah tidak ada, kembali ke langkah 5.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di UD. Ks PRO. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2019 sampai dengan data yang dibutuhkan terpenuhi. Pengambilan data dilakukan pada divisi produksi. Identifikasi variabel merupakan salah satu langkah dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti dengan menentukan variabel-variabel. Variabel-variabel yang digunakan yaitu:

- A. Variabel Bebas: Yang termasuk variabel bebas dalam penelitian ini adalah: Data kapasitas produksi, Data elemen kerja yang tersedia, Data waktu setiap elemen kerja, Data diagram alir proses produksi.
- B. Variabel Terikat: Yang menjadi variabel terikat dalam penelitian ini adalah sistem produksi yang baik dengan beban lintasan yang seimbang dengan memperoleh jumlah pekerja dan waktu proses yang optimal.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

- Data Bahan Baku

Dalam proses produksi *paddock* terdapat 10 jenis bahan baku dari pipa besi, plat baja, beton eser, mur dan baut, spon, hingga roda. Dengan rincian bahan baku yang digunakan sebagai berikut:

1. Pipa diameter 32mm dengan ketebalan 1,2mm
2. Pipa diameter 25,4mm dengan ketebalan 1,2mm
3. Pipa diameter 22,22mm dengan ketebalan 1,4mm
4. Pipa diameter 15,87mm dengan ketebalan 1,2mm
5. Pipa diameter 12mm dengan ketebalan 1mm
6. Plat baja dengan ketebalan 2,5mm
7. Beton Eser dengan diameter 10mm
8. Mur dan Baut ukuran M8
9. Spons jenis EVA
10. Roda karet

- Data Kapasitas Produksi

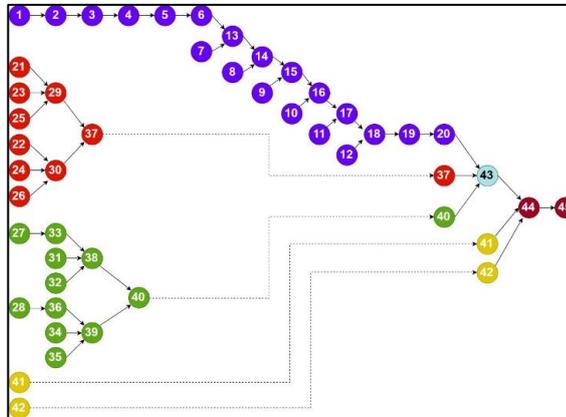
Kapasitas produksi *paddock* pada UD. KS PRO dalam satu bulan adalah 2250 buah yang dikerjakan oleh 9 orang pekerja dengan jam kerja efektif 8 jam per hari dengan satu bulan 25 hari kerja dan efisiensi kerja 95%. Sedangkan memiliki *repositioning time* sebesar 0,05 menit untuk bergerak.

- Proses Produksi Paddock

Dalam proses produksi *paddock* terdapat beberapa tahapan yaitu membuat pipa rangka utama, membuat komponen penyangga 1, membuat komponen penyangga 2, membuat komponen penyangga roda, perakitan, dan pengemasan.

- *Data Precedence Diagram*

Setelah didapatkan data proses produksi *paddock* maka akan dibuat data *precedence diagram* untuk mengetahui gambaran secara grafis dari urutan operasi kerja dan ketergantungan setiap operasi kerja lainnya.



GAMBAR 1 PRECEDENCE DIAGRAM PRODUKSI PADDOCK

- *Data Assembly Chart*

Saat melakukan proses produksi didapatkan data *assembly chart* yaitu data urutan proses produksi serta waktu setiap elemen kerja. Berikut merupakan data *assembly chart* proses produksi *paddock*.

TABEL I
ASSEMBLY CHART PROSES PRODUKSI PADDOCK

No.	Jenis pekerjaan	Preceded by	Waktu
1	Pemotongan pipa diameter 32mm (<i>part A</i>)	-	0.4
2	Pengerolan tengah	1	0.35
3	Pengerolan lebar sisi kanan	2	0.4
4	Pengerolan lebar sisi kiri	3	0.4
5	Pengerolan atas sisi kanan	4	0.5
6	Pengerolan atas sisi kiri	5	0.5
7	Pemotongan pipa diameter 22,22mm kanan (<i>part B</i>)	-	0.3
8	Pemotongan pipa diameter 22,22mm kiri (<i>part C</i>)	-	0.3
9	Pemotongan pipa diameter 25,4mm kanan (<i>part D</i>)	-	0.3
10	Pemotongan pipa diameter 25,4mm kiri (<i>part E</i>)	-	0.3
11	Pemotongan pipa diameter 15,87mm kanan (<i>part F</i>)	-	0.1
12	Pemotongan pipa diameter 15,87mm kiri (<i>part G</i>)	-	0.1
13	Pengelasan <i>part B</i> pada <i>part A</i>	6, 7	0.2
14	Pengelasan <i>part C</i> pada <i>part A</i>	8, 13	0.2
15	Pengelasan <i>part D</i> pada <i>part A</i>	9, 14	0.2
16	Pengelasan <i>part E</i> pada <i>part A</i>	10, 15	0.2
No.	Jenis pekerjaan	Preceded by	Waktu
17	Pengelasan <i>part F</i> pada <i>part A</i>	11, 16	0.2
18	Pengelasan <i>part G</i> pada <i>part A</i>	12, 17	0.2
19	Pemasangan mur dan baut m8 pada komponen utama	18	0.25
20	Pengecatan komponen utama	19	3.4
21	Pemotongan pipa 22,22mm kanan (<i>part H</i>)	-	0.3
22	Pemotongan pipa 22,22mm kiri (<i>part I</i>)	-	0.3
23	Pemotongan plat bulat (<i>part J</i>)	-	0.05
24	Pemotongan plat bulat (<i>part J</i>)	-	0.05
25	Pemotongan plat baja 2,5mm siku-siku kanan (<i>part K</i>)	-	0.4
26	Pemotongan plat baja 2,5mm siku-siku kanan (<i>part K</i>)	-	0.4
27	Pemotongan beton eser kanan (<i>part N</i>)	-	0.05
28	Pemotongan beton eser kiri (<i>part N</i>)	-	0.05
29	Pengelasan <i>part J</i> dan <i>part K</i> pada <i>part H</i>	21, 23, 25	0.7
30	Pengelasan <i>part J</i> dan <i>part K</i> pada <i>part I</i>	22, 24, 26	0.7
31	Pemotongan pipa 22,22mm kanan (<i>part L</i>)	-	0.3
32	Pemotongan plat bulat (<i>part J</i>)	-	0.05
33	Pengerolan beton eser kanan	27	0.05
No.	Jenis pekerjaan	Preceded by	Waktu
34	Pemotongan pipa 22,22mm kiri (<i>part M</i>)	-	0.3
35	Pemotongan plat bulat (<i>part J</i>)	-	0.05
36	Pengerolan beton eser kiri	2	0.05
37	Pengecatan komponen penyangga 1	29, 30	1.2
38	Pengelasan <i>part J</i> dan <i>part N</i> pada <i>part L</i>	30, 32, 36	0.5
39	Pengelasan <i>part J</i> dan <i>part N</i> pada <i>part M</i>	31, 33, 37	0.5
40	Pengecatan komponen penyangga 2	38, 39	1.2
41	Pemotongan pipa 12mm kanan (<i>part O</i>)	-	0.3
42	Pemotongan pipa 12mm kiri (<i>part P</i>)	-	0.3
43	Pemasangan komponen penyangga pada komponen utama	20, 29, 40	2
44	Perakitan roda pada komponen utama	41, 42, 43	3
45	Pengemasan	45	4

Sumber: Data Perusahaan

B. Pengolahan Data

- Pembentukan Rancangan *Line Balancing*

1. Waktu total pekerjaan

$$T_{wc}: 0,4 + 0,35 + 0,4 + \dots + 2 + 3 + 4 = 25,6 \text{ menit}$$

2. Production rate

$$R_p: \frac{\text{demand}}{\text{operation time}} : \frac{2250}{25 (8)} = 11,25 \text{ unit/jam}$$

3. *Time cycle*

$$T_c: \frac{60 E}{Rp} : \frac{60 (0.95)}{11.25} = 5.0667 \text{ menit}$$

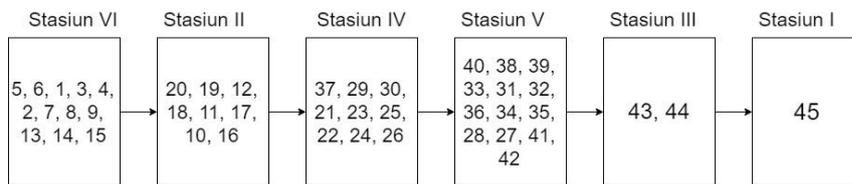
4. *Minimum workers*

$$w^* = (\text{Minimum Integer} \geq \frac{Twc}{T_c}) = (\text{Minimum Integer} \geq \frac{25.6}{5.0667} = 5,0.525) = 6 \text{ pekerja}$$

5. *Time service*

$$T_s = T_c - T_r = 5.0667 - 0.05 = 5.0167$$

C. *Metode Largest Candiate Rule*



GAMBAR 2 STASIUN KERJA YANG TERSEDIA UNTUK METODE LCR

- *Line efficiency*: $\frac{\sum ST_i}{K.CT} \times 100\%$

$$: \frac{25,6}{(6 \times 5,0167)} \times 100\% : 85,04\%$$

- *Balance delay I*: $\frac{n.C - \sum ti}{(n.ti)} \times 100\%$

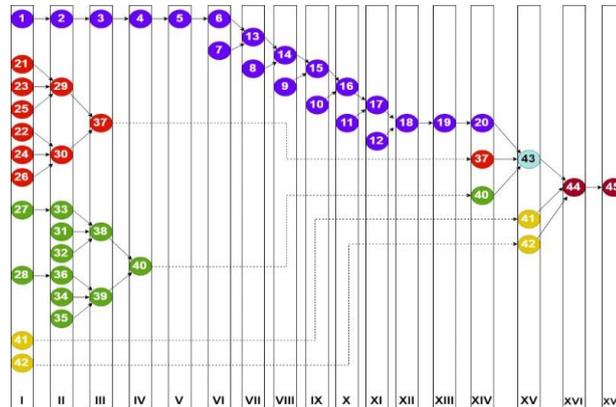
$$: \frac{6 \times 5,0167 - 25,6}{(6 \times 5,0167)} \times 100\% : 14,94\%$$

- *Smoothes index*: $\sqrt{\sum (\text{Cycle time} - \text{Station time})^2}$

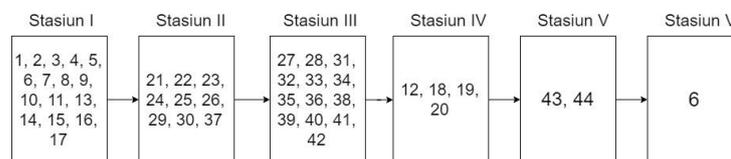
$$: \sqrt{(1,016)^2 + (0,266)^2 + (0,016)^2 + (0,916)^2 + (1,136)^2 + (0,966)^2} :$$

 1,8239

D. Metode Killbridge and Western Method



GAMBAR 3 PRECEDENCE DIAGRAM SETELAH DIKELOMPOKKAN SESUAI WILAYAH



Gambar 4 Stasiun kerja yang tersedia dalam Killbridge and Wesstern Method

- *Line efficiency*: $\frac{\sum STi}{K.CT} \times 100\%$

$$: \frac{25,6}{(6 \times 5,0167)} \times 100\% : 85,04\%$$
- *Balance delay I*: $\frac{n.C - \sum ti}{(n.ti)} \times 100\%$

$$: \frac{6 \times 5,0167 - 25,6}{(6 \times 5,0167)} \times 100\% : 14,94\%$$
- *Smoothes index*: $\sqrt{\sum(\text{Cycle time} - \text{Station time})^2}$

$$: \sqrt{(0,166)^2 + (0,916)^2 + (1,316)^2 + (1,066)^2 + (0,016)^2 + (1,0167)^2}$$

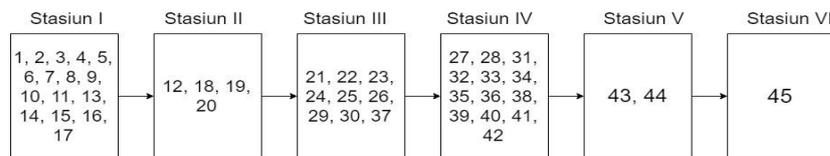
$$: 2,1837$$

E. Metode Ranked Positional Weights

TABEL II
URUTAN BEBAN RPW

Elemen Kerja	Urutan Beban RPW	Elemen Kerja	Urutan Beban RPW	Elemen Kerja	Urutan Beban RPW	Elemen Kerja	Urutan Beban RPW
1	16,4	10	13,55	21	11,2	32	10,75
2	16	15	13,45	22	11,2	33	10,75
3	15,65	16	13,25	34	11,05	36	10,75
4	15,25	11	13,15	31	11	38	10,7
5	14,85	17	13,05	23	10,95	39	10,7
6	14,35	18	12,85	24	10,95	37	10,2
7	14,15	12	12,75	29	10,9	40	10,2
8	13,95	19	12,65	30	10,9	43	9
13	13,85	20	12,4	27	10,8	41	7,3
9	13,75	25	11,3	28	10,8	42	7,3
14	13,65	26	11,3	35	10,8	44	7
						45	4

Sumber: Pengolahan Data



GAMBAR 5 STASIUN KERJA YANG TERSEDIA DALAM METODE RPW

- *Line efficiency* : $\frac{\sum ST_i}{K.CT} \times 100\%$
: $\frac{25,6}{(6 \times 5,0167)} \times 100\% : 85,04\%$
- *Balance delay* : $\frac{n.C - \sum ti}{(n.ti)} \times 100\%$
: $\frac{6 \times 5,0167 - 25,6}{(6 \times 5,0167)} \times 100\% : 14,94\%$
- *Smoothes index* : $\sqrt{\sum (Cycle\ time - Station\ time)^2}$
: $\sqrt{(0,166)^2 + (1,066)^2 + (0,916)^2 + (1,316)^2 + (0,016)^2 + (1,0167)^2} : 2,1837$

F. Analisa Line Balancing

Proses produksi *paddock* pada UD. KS PRO memiliki 45 elemen kerja yang terdiri dari proses pemotongan pipa, peroses pemotongan plat besi, proses pengerolan pia, proses pengecatan, proses perakitan komponen, dan proses pengemasan.

Pada proses produksi *paddock* memiliki waktu 25,6 menit, mempunyai kecepatan produksi 11,25 unit per jam, memiliki waktu siklus per stasiun 5,0667 menit, mempunyai minimal pekerja yaitu 6 orang pekerja, dan memiliki *time service* sebesar 5,0167 menit.

- *Largest Candidate Rule*

Pada metode ini menghasilkan 6 stasiun kerja dengan *line efficiency* 85,04%, memiliki *balance delay* 14,94%, dan *smoothnes index* sebesar 1,8239 yang berarti memiliki kelancaran 1,8239.

- *Killbridge and Western Method*

Pada metode ini menghasilkan 6 stasiun kerja dengan *line efficiency* 85,04%, memiliki *balance delay* 14,95%, dan *smoothnes index* sebesar 2,1837 yang berarti memiliki kelancaran 2,1837.

- *Ranked Positional Weights*

Pada metode ini menghasilkan 6 stasiun kerja dengan *line efficiency* 85,04%, memiliki *balance delay* 14,95%, dan *smoothnes index* sebesar 2,1837 yang berarti memiliki kelancaran 2,1837.

Dari analisa *line balancing* dipilih metode *Largest Candidate Rule* yang mempunyai 6 stasiun kerja dengan *line efficiency* 85,04%, memiliki *balance delay* 14,94%, dan *smoothness index* atau kelancaran relatif dari lini penyeimbangan stasiun terkecil yaitu 1,8239.

V. KESIMPULAN

Proses produksi paddock pada UD. KS PRO memiliki 45 elemen kerja yang terdiri dari proses pemotongan pipa, peroses pemotongan plat besi, proses pengerolan pia, proses pengecatan, proses perakitan komponen, dan proses pengemasan. Pada proses produksi paddock memiliki waktu 25,6 menit, mempunyai kecepatan produksi 11,25 unit per jam, memiliki waktu siklus per stasiun 5,0667 menit, mempunyai minimal pekerja yaitu 6 orang pekerja, dan memiliki time service sebesar 5,0167 menit.

Pada metode ini menghasilkan 6 stasiun kerja dengan *line efficiency* 85,04%, memiliki *balance delay* 14,94%, dan *smoothnes index* sebesar 1,8239 yang berarti memiliki kelancaran 1,8239. Pada metode ini menghasilkan 6 stasiun kerja dengan *line efficiency* 85,04%, memiliki *balance delay* 14,95%, dan *smoothnes index* sebesar 2,1837 yang berarti memiliki kelancaran 2,1837.

Pada metode ini menghasilkan 6 stasiun kerja dengan *line efficiency* 85,04%, memiliki *balance delay* 14,95%, dan *smoothnes index* sebesar 2,1837 yang berarti memiliki kelancaran 2,1837. Dari analisa *line balancing* dipilih metode *Largest Candidate Rule* yang mempunyai 6 stasiun kerja dengan *line efficiency* 85,04%, memiliki *balance delay* 14,94%, dan *smothness index* atau kelancaran relatif dari lini penyeimbangan stasiun terkecil yaitu 1,8239.

DAFTAR PUSTAKA

- Baroto, T., 2006. Simulasi Perbandingan Algoritma Region Approach, Positional Weight, Dan Modie-Young Dalam Efisiensi dan Keseimbangan Lini Produksi. *Jurnal Gamma*, 2(1).
- Baroto, Teguh, (2002), Perencanaan dan Pengendalian Produksi, Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Daelima, Vickri Fiesta, Febianti, Evi dan Ilhami, Muhammad Adha, (2013), "Analisis Kesimbangan 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.
- Ekoaindiyo, F.A. and Helmy, L., 2017. Meningkatkan Efisiensi Lintasan Kerja Menggunakan Metode RPW dan Killbridge-Western. *Jurnal Ilmiah Dinamika Teknik*, 10(1).
- Ekoaindiyo, 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.
- Gasperzs, Vincent, (2008), *Production Planning and Inventory Control*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

- Ginting, Rosani (2007). Sistem Produksi. Edisi pertama- yogyakarta: graha ilmu 2007
- Gozali, L., Widodo, L. and Bernhard, M., 2012. Analisa Keseimbangan Lini Pada Departemen Chassis PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia Dengan Algoritma Ant Colony, Rank Positional Weight, dan Algoritma Genetika. *Jurnal Teknik Industri*, 2(2), pp.119-126.
- 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.
- Helmi L., 2010, Meningkatkan Efisiensi Lintasan Kerja Dengan Metode Ranked Positional Weight dan Metode Kill-bridge-Western Pada CV. Mustika Jati Jepara, Skripsi, Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Unisbank, Semarang.
- Hilman, M. (2019). Optimasi Produk Produk Makanan Pada UKM Makanan Di Kabupaten Ciamis Dengan Metode Linier Programing
- Jaggi, Anil, (2015), "Application of Line-balacing 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.
- Nadeak, Multi dan Ngalimun, (2018), "Peningkatan Produktivitas pada Perakitan Lever Assy, Select dengan Metode Line Balancing", *Jurnal TrendTech*, Vol. 3, No. 1.
- Nasution, Arman Hakim, (1999), Perencanaan dan Pengendalian Produksi, Guna Widya, Jakarta.
- Nasution, Arman Hakim, (2003), Perencanaan dan Pengendalian Produksi, Guna Widya, Jakarta.
- 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.
- Satria, F., Syafitri, A., Merici, A., Bilghifari, M., Fauzan, I., Tanzil, R., Broni, A., Ardiana, V., dan Ghifari, F., *Modul Praktikum Perencanaan & Pengendalian Produksi*, Laboratorium Sistem Produksi dan Otomasi, Bandung.
- Sutalaksana, I.Z., Anggawisastra, R., Tjakraatmadja, J.H. (2006). Teknik Perancangan Sistem Kerja, Edisi Kedua, ITB, Bandung.
- Wignjoesobroto. (2003). "Ergonomi Studi Gerak dan Waktu". Surabaya : Guna Widya.
- Wignjoesobroto, S. (2008). Ergonomi Studi Gerak dan Waktu, Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja, Edisi Pertama, Cetakan Keempat, Guna Widya, Surabaya.
- Wignjoesobroto, Sritomo, (1995), Teknik Tata Cara Kerja dan Pengukuran Kerja, Guna Widya, Jakarta.
- Yanto, Billy Ngaliman. (2017) "ERGONOMI Dasar-Dasar Studi Waktu dan Gerakan Untuk Analisis dan Perbaikan Sistem Kerja". Yogyakarta : Andy
- Yudha, Sabdha Purna, (2017), "Meningkatkan Efisiensi Lintasan Perakitan Plastic Box 260 Menggunakan Pendekatan Metode Heuristik", *Prosiding Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu*, Universitas Brawijaya, Malang.