

# ANALISIS KESEIMBANGAN LINI DAN USULAN PERBAIKAN MENGGUNAKAN METODE *LINE BALANCING* DI PT. XYZ

Eldiana Juwita<sup>\*1)</sup>, Bambang Suhardi<sup>2)</sup>, Frisheila Sely Apriliana<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Jalan Ir. Sutami 36A, Surakarta, 57126, Indonesia

<sup>2)</sup> Staff Pengajar Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Jalan Ir. Sutami 36A, Surakarta, 57126, Indonesia

<sup>3)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Jalan Ir. Sutami 36A, Surakarta, 57126, Indonesia

Email: eldianajuwita@gmail.com, bambangsuhardi@staff.uns.ac.id, frisheilasely@gmail.com

## ABSTRAK

Permasalahan pada proses produksi yang berkaitan dengan lini produksi di PT XYZ adalah terjadinya *bottleneck*. Hal itu terjadi pada seksi *M/C Crank Case* dalam memproduksi *crank case R (right)*, *crank case L (left)*, dan *mission case*. Pada seksi *M/C Crank Case* di beberapa stasiun kerja mengalami *bottleneck* yang menyebabkan menurunnya jumlah *output* produksi. Salah satu usaha yang dilakukan untuk meningkatkan produktivitas adalah dengan cara mengoptimalkan keseimbangan lini produksi. Kemudian dilakukan analisa perbandingan keseimbangan lini awal dan usulan dengan menggunakan metode *Largest Candidate Rule* Sehingga diperoleh hasil dari ketiga produk mengalami kenaikan yang berarti bahwa keseimbangan lini produksi lebih lancar serta berkurangnya *bottleneck* pada *M/C Crank Case*. Kenaikan nilai *line efficiency* pada *crank case L* sebesar 42%, *crank case R* sebesar 18%, dan untuk *mission case* mengalami kenaikan sebesar 21%. Nilai kenaikan ini cukup signifikan dan berpengaruh pada keseimbangan lintasan produksi serta meningkatkan efisiensi lini.

**Kata Kunci:** *Bottleneck, Largest Candidate Rule, Line Balancing, Line Efficiency*

## 1. Pendahuluan

Semakin pesatnya pertumbuhan ekonomi di Indonesia membuat peningkatan investasi di sektor industri, khususnya industri otomotif. Hal ini yang berdampak pada meningkatnya pertumbuhan pasar otomotif di Indonesia. Peningkatan permintaan juga terjadi pada perusahaan yang memproduksi sepeda motor. Perusahaan harus meningkatkan kapasitas produksi untuk mampu memenuhi kebutuhan konsumen.

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri otomotif yang memproduksi sepeda motor. Aktivitas PT. XYZ meliputi kegiatan manufaktur, perakitan, dan distribusi sepeda motor. Perusahaan ini menganut sistem *make to stock* dalam menjalankan proses produksinya. Target produksi yang telah ditetapkan harus dipenuhi oleh perusahaan dengan cara mengurangi *idle time*. *Idle time* merupakan waktu menganggur dimana pekerja melakukan kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produktivitas perusahaan.

PT. XYZ terbagi menjadi beberapa seksi, salah satunya adalah seksi *M/C Crank Case* yang membuat tempat menyimpan komponen utama dari mesin seperti *crank shaft*, *main shaft*, *counter shaft*, dan lain-lain yang terbuat dari aluminium atau ingot hasil dari proses *die casting*. Produk yang dihasilkan pada seksi *M/C Crank Case* yaitu *crank case R (right)*, *crank case L (left)*, dan *mission case*. Proses produksi *crank case R* melalui 14 tahapan proses pemesinan, *crank case L* melalui 14 tahapan proses pemesinan, dan *mission case* melalui 7 tahapan proses pemesinan.

Proses produksi pada seksi *M/C Crank Case* mengalami permasalahan yang mempengaruhi keseimbangan lini produksi. Permasalahan yang terjadi yaitu masih banyak terjadinya *bottleneck* pada beberapa stasiun kerja di seksi *M/C Crank Case* yang menyebabkan menurunnya jumlah *output* produksi *crank case*. Stasiun kerja yang mengalami *bottleneck* antara lain OP-20, OP-80, dan *leak taster*. Proses yang dilakukan pada OP-20 adalah *tapping center* dimana *input* proses ini

berasal dari OP-10. *Bottleneck* terjadi karena jarak antara OP-10 ke OP-20 cukup jauh yang menyebabkan proses pada OP-20 berlangsung lebih lama. Sedangkan pada OP-80 terjadi proses *fine boring* yang merupakan proses yang sangat *critical* dan jumlah mesin yang digunakan hanya satu buah. Hal ini menyebabkan terjadi penumpukan produk pada stasiun ini. *Bottleneck* juga terjadi pada stasiun kerja *leak taster* karena *input* dari stasiun ini berasal dari stasiun *cleaning* yang prosesnya berlangsung cepat sehingga terjadi penumpukan pada stasiun kerja *leak taster* karena proses *leak taster* berlangsung lebih lama. Salah satu usaha yang dilakukan untuk meningkatkan produktivitas PT. XYZ adalah dengan cara mengoptimalkan keseimbangan lini produksi. Keseimbangan lini produksi yang optimal adalah yang memiliki nilai efisiensi lini yang tinggi dan total *idle time* yang rendah karena proses produksi tiap stasiun kerja berjalan lancar sehingga perusahaan dapat mencapai target produksi harian dan memaksimalkan profit perusahaan.

## 2. Metode

Pada penelitian ini dilakukan penghitungan *line balancing* dengan menggunakan metode *Largest Candidate Rule* (LCR). Kemudian dilakukan analisis perbandingan keseimbangan lini awal dan usulan pada seksi *M/C Crank Case* dalam memproduksi *crank case R*, *crank case L*, dan *mission case*.

### 2.1 Line Balancing

Purnomo (2004), *line balancing* adalah penyeimbangan penugasan elemen-elemen kerja dari suatu *assembly line* ke *work stations* untuk meminimumkan banyaknya *work station* dan meminimumkan total harga *idle time* pada setiap stasiun untuk meningkatkan *output*, dalam menyeimbangkan tugas ini kebutuhan waktu atau unit produk yang dispesifikasikan untuk setiap tugas dan hubungan sekuensial harus dipertimbangkan. Berikut merupakan istilah-istilah dalam perhitungan *line balancing*.

#### 1. Precedence Diagram

Gambaran secara grafis mengenai urutan operasi kerja, serta ketergantungan pada operasi kerja lainnya untuk memudahkan pengendalian dan perencanaan kegiatan yang terkait didalamnya.

#### 2. Assembly Product

Produk yang melewati urutan stasiun kerja dimana tiap stasiun kerja memberikan proses tertentu hingga selesai menjadi produk akhir pada perakitan akhir.

#### 3. Elemen Kerja

Bagian dari seluruh proses perakitan yang dilakukan.

#### 4. Stasiun Kerja

Tempat pada lini perakitan dimana proses perakitan dilakukan.

#### 5. Waktu Siklus (*Cycle Time*)

Waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk per satu stasiun kerja.

$$t_{max} \leq CT \leq \frac{P}{Q} \quad (1)$$

#### 6. Idle Time

Waktu dimana operator atau pekerja menunggu untuk melakukan proses atau pekerjaan selanjutnya yang akan dikerjakan.

$$Idle\ Time = nW_s - \sum W_i \quad (2)$$

#### 7. Efisiensi Stasiun Kerja

Rasio antara waktu operasi setiap stasiun kerja ( $W_i$ ) dengan waktu operasi stasiun kerja terbesar ( $W_s$ ).

$$Efisiensi\ stasiun\ kerja = \frac{W_i}{W_s} \times 100\% \quad (3)$$

#### 8. Line Efficiency

Rasio dari total waktu stasiun kerja dibagi dengan siklus dikalikan dengan jumlah stasiun kerja atau jumlah efisiensi stasiun kerja dibagi jumlah stasiun kerja.

$$Line\ Efficiency = \frac{\sum W_i}{K.CT} \times 100\% \quad (4)$$

#### 9. Balance Delay

Ukuran dari ketidakefisienan lintasan yang dihasilkan dari waktu mengganggu sebenarnya.

$$D = 1 - Line\ Efficiency \quad (5)$$

#### 10. Smoothness Index

Indeks yang menunjukkan kelancaran relatif dari penyeimbangan lini perakitan tertentu.

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^k (W_s - W_i)^2} \quad (6)$$

### 2.2 Largest Candidate Rule (LCR)

Metode *Largest Candidate Rule* merupakan salah satu metode pemecahan masalah *line balancing* yang memiliki nama lain metode waktu operasi terpanjang. 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.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Keseimbangan Lini Produksi Awal M/C Crank Case

Pengumpulan data *cycle time* dilakukan dengan cara pengamatan langsung pada seksi M/C Crank Case yaitu pada lini produksi *crank case R*, *crank case L*, dan *mission case* di PT. XYZ. Sebagian elemen kerja memiliki lebih dari satu mesin, sehingga dilakukan perhitungan *cycle time* rata-rata untuk setiap elemen kerja. Sebagai contoh berikut merupakan pembahasan untuk *crank case L* seperti pada Tabel 1.

$$Cycle\ time\ rata - rata = 1 / \left( \left( \frac{1}{A} \right) + \left( \frac{1}{B} \right) + \left( \frac{1}{C} \right) \right) \quad (7)$$

Tabel 1. Cycle Time pada Crank Case L

Elemen Kerja	Machining Time	Load - Unload	Cycle Time Rata-Rata (per unit)
OP - 10	49	0	49,00
OP - 15A	63	14	25,67
OP - 15B	63	14	
OP - 15C	63	14	
OP - 20	10	14	24,00
OP - 30A	37	14	25,50
OP - 30B	37	14	
OP - 40A	56	14	23,33
OP - 40B	56	14	
OP - 40C	56	14	
OP - 50A	97	14	
OP - 50B	97	14	27,75
OP - 50C	97	14	
OP - 50D	97	14	
OP - 60A	78	14	
OP - 60B	78	14	23,00
OP - 60C	78	14	
OP - 60D	78	14	
OP - 70A	46	16	
OP - 70B	46	16	
OP - 70C	46	16	
OP - 80A	13,5	14	17,87
OP - 80B	37	14	
OP - 90A	26,5	14	13,50
OP - 90B	26,5	14	
OP - 90C	26,5	14	
OP - 100	28	14	42,00
Cleaning	13	14	27,00
Leak Tester A	32	14	23,00
Leak Tester B	32	14	

Kemudian dilakukan pengelompokan elemen kerja pada masing-masing stasiun kerja lalu menghitung keseimbangan lini pada masing-masing elemen kerja dari *cycle time* yang telah diperoleh diubah menjadi waktu baku dengan menambahkan penyesuaian menggunakan *westinghouse system rating* dan *allowance* untuk masing-masing elemen kerja. Hasil perhitungan waktu baku dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Perhitungan Waktu Baku pada *Crank Case L*

Elemen Kerja	Penyesuaian	Waktu Normal (detik)	Allowance	Waktu Baku (detik)
OP - 10	1,05	51,45	10%	57,17
OP - 15	1,05	26,95	10%	29,94
OP - 20	1,02	24,48	10%	27,20
OP - 30	1,02	26,01	10%	28,90
OP - 40	1,02	23,80	10%	26,44
OP - 50	1,02	28,31	10%	31,45
OP - 60	1,02	23,46	10%	26,07
OP - 70	1,02	21,08	10%	23,42
OP - 80	1,02	18,22	10%	20,25
OP - 90	1,02	13,77	10%	15,30
OP - 100	1,02	42,84	10%	47,60
Cleaning	0,98	26,46	10%	29,40
Leak Taster	1,02	23,46	10%	26,07
<b>TOTAL</b>		<b>350,29</b>		<b>389,21</b>

Setelah mengetahui waktu baku dari masing-masing stasiun kerja, maka langkah selanjutnya membuat *precedence diagram* dari elemen-elemen kerja yang dilakukan. *Precedence diagram* berfungsi untuk memudahkan dalam menganalisa keseimbangan lini produksi, sehingga memperoleh data waktu proses serta informasi mengenai lini produksi yang tidak lancar atau terjadi *bottleneck*.



**Gambar 1.** *Precedence Diagram* Awal *Crank Case L*

### Hasil Keseimbangan Lini Awal

Hasil perhitungan keseimbangan lini atau *line balancing* pada proses pembuatan *crank case L*, *crank case R*, dan *mission case* sehingga dapat diketahui efisiensi tiap stasiun, *line efficiency*, *balance delay*, *idle time*, dan *smoothness index* pada masing-masing stasiun.

**Tabel 3.** Perhitungan Efisiensi tiap Stasiun, *Line Efficiency*, *Balance Delay*, *Idle Time*, dan *Smoothness Index* pada *Crank Case L*

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Baku (detik)	Efisiensi Stasiun	Line Efficiency	Balance Delay	Idle Time (detik)	Smoothness Index
1	OP - 10	57,17	100%	52%	48%	0,00	105,33
2	OP - 15	29,94	52%			27,22	
3	OP - 20	27,20	48%			29,97	
4	OP - 30	28,90	51%			28,27	
5	OP - 40	26,44	46%			30,72	
6	OP - 50	31,45	55%			25,72	
7	OP - 60	26,07	46%			31,10	
8	OP - 70	23,42	41%			33,74	
9	OP - 80	20,25	35%			36,92	
10	OP - 90	15,30	27%			41,87	
11	OP - 100	47,60	83%			9,57	
12	Cleaning	29,40	51%			27,77	
13	Leak Taster	26,07	46%			31,10	
	<b>Total</b>	<b>389,21</b>		<b>Total Idle Time (detik)</b>	<b>353,96</b>		
	<b>Maksimum</b>	<b>57,17</b>					

$$Efisiensi\ Stasiun = \frac{W_i}{W_s} \times 100\% \quad (8)$$

$$= \frac{57,17}{57,17} \times 100\%$$

$$= 100\%$$

$$\text{Line Efficiency} = \frac{\sum W_i}{K \times CT} \times 100\% \quad (9)$$

$$= \frac{389,21}{13 \times 57,17} \times 100\%$$

$$= 52\%$$

$$\text{Balance Delay} = 1 - \text{Line Efficiency} \quad (10)$$

$$= 1 - 52\%$$

$$= 48\%$$

$$\text{Total Idle Time} = \sum \text{Idle Time}_i \quad (11)$$

$$= 0 + 27,22 + 29,97 + 28,27 + 30,72 + 25,72 + 31,10 + 33,74 + 36,92 + 41,87 + 9,5$$

$$+ 27,77 + 31,10$$

$$= 359,96 \text{ detik}$$

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^k (W_s - W_i)^2}$$

$$= \sqrt{11094,65}$$

$$= 105,33 \text{ detik}$$

**Tabel 4.** Perhitungan Efisiensi tiap Stasiun, *Line Efficiency*, *Balance Delay*, *Idle Time*, dan *Smoothness Index* pada *Crank Case R*

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Baku Stasiun (detik)	Efisiensi Stasiun	Line Efficiency	Balance Delay	Idle Time (detik)
1	OP - 10	70,00	100%	63%	37%	0,00
2	OP - 20	47,83	68%			22,17
3	OP - 30	56,67	81%			13,33
4	OP - 40	55,53	79%			14,47
5	OP - 50	58,37	83%			11,63
6	OP - 60	58,93	84%			11,07
7	OP - 70	58,93	84%			11,07
8	OP - 80	19,18	27%			50,82
9	OP - 90	16,06	23%			53,94
10	OP - 100	60,07	86%			9,93
11	Cleaning	27,22	39%			42,78
12	Plug Cone	18,89	27%			51,11
13	Leak Taster	26,63	38%			43,37
<b>Total</b>		<b>574,31</b>			<b>Total Idle Time (detik)</b>	<b>335,69</b>
<b>Maksimum</b>		<b>70,00</b>				

**Tabel 5.** Perhitungan Efisiensi tiap Stasiun, *Line Efficiency*, *Balance Delay*, *Idle Time*, dan *Smoothness Index* pada *Mission Case*

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Baku Stasiun (detik)	Efisiensi Stasiun	Line Efficiency	Balance Delay	Idle Time (detik)	Smoothness Index
1	OP - 10	70,00	100%	64%	36%	0,00	83,44
2	OP - 20	66,67	95%			3,33	
3	OP - 30	59,44	85%			10,56	
4	Turning	24,50	35%			45,50	
5	Cleaning	20,40	29%			49,60	
6	Leak Taster	44,20	63%			25,80	
7	Press Sleeve	29,47	42%			40,53	
<b>Total</b>		<b>314,68</b>			<b>Total Idle Time (detik)</b>	<b>175,32</b>	
<b>Maksimum</b>		<b>70,00</b>					

### 3.2. Keseimbangan Lini Produksi Usulan M/C Crank Case

Perhitungan keseimbangan lini usulan menggunakan metode *Largest Candidate Rule* dimana metode ini mengelompokkan elemen kerja ke dalam sejumlah kelompok berdasarkan jumlah stasiun kerja minimal dan dalam melakukan pengalokasian sesuai dengan urutan *cycle*

time dari terbesar ke terkecil yang dimiliki masing-masing elemen kerja pada *crank case L*, *crank case R*, dan *mission case*. Sebagai contoh berikut merupakan perhitungan keseimbangan lini usulan untuk *crank case L*.

**Tabel 6.** Data Elemen Kerja Awal pada *Crank Case L*

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Elemen Kerja yang Mendahului	Waktu Baku Stasiun (detik)
1	OP - 10	-	57,17
2	OP - 15	1	29,94
3	OP - 20	2	27,20
4	OP - 30	3	28,90
5	OP - 40	4	26,44
6	OP - 50	5	31,45
7	OP - 60	6	26,07
8	OP - 70	7	23,42
9	OP - 80	8	20,25
10	OP - 90	9	15,30
11	OP - 100	10	47,60
12	Cleaning	11	29,40
13	Leak Taster	12	26,07

Langkah awal dalam penyelesaian dengan menggunakan metode LCR yaitu mengurutkan secara *descending cycle time* setiap elemen kerja yaitu mengurutkan semua elemen kerja dari yang memiliki waktu paling besar hingga paling kecil. Kemudian elemen kerja pada stasiun pertama diambil dari urutan yang paling atas dan dapat dipindahkan ke stasiun kerja berikutnya apabila jumlah elemen kerja telah melebihi *cycle time* maksimum.

**Tabel 7.** Pengurutan Secara *Descending Waktu Baku* pada *Crank Case L*

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Elemen Kerja yang Mendahului	Waktu Baku Stasiun (detik)
1	OP - 10	-	57,17
11	OP - 100	10	47,60
6	OP - 50	5	31,45
2	OP - 15	1	29,94
12	Cleaning	11	29,40
4	OP - 30	3	28,90
3	OP - 20	2	27,20
5	OP - 40	4	26,44
7	OP - 60	6	26,07
13	Leak Taster	12	26,07
8	OP - 70	7	23,42
9	OP - 80	8	20,25
10	OP - 90	9	15,30

**Tabel 8.** Pengurutan Metode *Largest Candidate Rule* pada *Crank Case L*

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Elemen Kerja yang Mendahului	Waktu Baku Stasiun (detik)
1	OP - 10	-	57,17
2	OP - 15	1	29,94
3	OP - 20	2	27,20
4	OP - 30	3	28,90
5	OP - 40	4	26,44
6	OP - 50	5	31,45
7	OP - 60	6	26,07
8	OP - 70	7	23,42
9	OP - 80	8	20,25
10	OP - 90	9	15,30
11	OP - 100	10	47,60
12	Cleaning	11	29,40
13	Leak Taster	12	26,07
<b>Maksimum</b>			<b>57,17</b>
<b>Total</b>			<b>389,21</b>
<b>Jumlah Stasiun</b>			<b>6,8083</b>

**Tabel 9.** Perhitungan Alokasi Waktu Tiap Stasiun pada *Crank Case L*

Jumlah Stasiun	Alokasi Waktu Tiap Satuan
6	64,87
7	55,60

1) Perhitungan Alokasi Waktu Tiap Stasiun Alternatif 1

$$\text{Alokasi Waktu Tiap Stasiun} = \frac{\sum W_i}{\text{Jumlah Stasiun}} \quad (12)$$

$$= \frac{57,17}{6}$$

$$= 64,87 \text{ detik}$$

2) Perhitungan Alokasi Waktu Tiap Stasiun Alternatif 2

$$\text{Alokasi Waktu Tiap Stasiun} = \frac{\sum W_i}{\text{Jumlah Stasiun}} \quad (13)$$

$$= \frac{57,17}{7}$$

$$= 55,60 \text{ detik}$$

**Tabel 10.** Alternatif Perbaikan 1 pada *Crank Case L*

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Elemen Kerja yang Mendahului	Waktu Baku Stasiun (detik)	WB Kumulatif	Penentuan Stasiun	Selisih WB dengan Alokasi Waktu
1	OP - 10	-	57,17	57,17	1	7,70
2	OP - 15	1	29,94	57,14	2	7,72
3	OP - 20	2	27,20			
4	OP - 30	3	28,90	55,34	3	9,52
5	OP - 40	4	26,44			
6	OP - 50	5	31,45	80,94	4	16,07
7	OP - 60	6	26,07			
8	OP - 70	7	23,42			
9	OP - 80	8	20,25	83,15	5	18,28
10	OP - 90	9	15,30			
11	OP - 100	10	47,60			
12	Cleaning	11	29,40	55,47	6	9,40
13	Leak Taster	12	26,07			

1) Perhitungan Waktu Baku Kumulatif

Berikut merupakan contoh perhitungan waktu baku kumulatif pada stasiun ke- 2 :

$$\text{Waktu Baku Kumulatif} = \sum W_i \quad (14)$$

$$= 29,94 + 27,20$$

$$= 57,14 \text{ detik}$$

2) Perhitungan Selisih Waktu Baku dengan Alokasi Waktu

$$\text{Selisih WB} = |\text{Waktu Baku Kumulatif} - \text{Alokasi Waktu Tiap Stasiun}| \quad (15)$$

$$= |57,14 - 55,60|$$

$$= 7,72 \text{ detik}$$

**Tabel 11.** Alternatif Perbaikan 2 pada *Crank Case L*

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Elemen Kerja yang Mendahului	Waktu Baku Stasiun (detik)	WB Kumulatif	Penentuan Stasiun	Selisih WB dengan Alokasi Waktu
1	OP - 10	-	57,17	57,17	1	1,57
2	OP - 15	1	29,94	57,14	2	1,54
3	OP - 20	2	27,20			
4	OP - 30	3	28,90	55,34	3	0,26
5	OP - 40	4	26,44			
6	OP - 50	5	31,45	57,52	4	1,92
7	OP - 60	6	26,07			
8	OP - 70	7	23,42			
9	OP - 80	8	20,25	58,97	5	3,37
10	OP - 90	9	15,30			
11	OP - 100	10	47,60			
12	Cleaning	11	29,40	55,47	7	0,13
13	Leak Taster	12	26,07			

**Tabel 12.** Rekapitulasi Selisih Waktu Baku pada *Crank Case L*

Stasiun Kerja	Waktu Baku Alternatif 1	Waktu Baku Alternatif 2	Selisih WB Stasiun dengan WB Alokasi	
			Alternatif 1	Alternatif 2
1	57,17	57,17	7,70	1,57
2	57,14	57,14	7,72	1,54
3	55,34	55,34	9,52	0,26
4	80,94	57,52	16,07	1,92
5	83,15	58,97	18,28	3,37
6	55,47	47,60	9,40	8,00
7		55,47		0,13
<b>Total Selisih</b>			<b>68,70</b>	<b>16,79</b>
<b>Rata-Rata Selisih</b>			<b>11,45</b>	<b>2,40</b>
<b>Alternatif Terpilih</b>			<b>2,40</b>	<b>Alternatif 2</b>

1) Perhitungan Total Selisih Waktu Baku

$$\begin{aligned}
 \text{Total Selisih WB} &= \sum \text{Selisih WB} & (16) \\
 &= 7,70 + 7,72 + 9,52 + 16,07 + 18,28 + 9,40 \\
 &= 68,70 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

2) Perhitungan Rata-Rata Selisih Waktu Baku

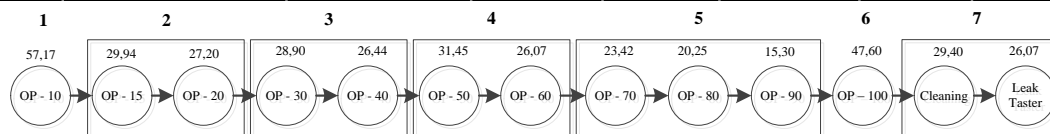
$$\begin{aligned}
 \text{Rata - rata selisih WB} &= \frac{\text{Total Selisih WB}}{\sum \text{Stasiun kerja}} & (17) \\
 &= \frac{68,70}{6} \\
 &= 11,45 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

3) Alternatif terpilih merupakan alternatif dengan rata-rata selisih terendah yaitu alternatif 2.

### Hasil Keseimbangan Lini Usulan

**Tabel 13.** Perhitungan Efisiensi Stasiun, LE, BD, IT, dan SI Usulan pada *Crank Case L*

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Baku Stasiun (detik)	Efisiensi Stasiun	Line Efficiency	Balance Delay	Idle Time (detik)	Smoothness Index
1	OP - 10	57,17	97%	94%	6%	1,80	12,78
2	OP - 15, OP-20	57,14	97%			1,83	
3	OP - 30, OP-40	55,34	94%			3,63	
4	OP - 50, OP-60	57,52	98%			1,45	
5	OP - 70, OP-80, OP-90	58,97	100%			0,00	
6	OP - 100	47,60	81%			11,37	
7	Cleaning, Leak Taster	55,47	94%			3,50	
<b>Total</b>		<b>389,21</b>			<b>Total Idle Time (detik)</b>	<b>23,58</b>	
<b>Maksimal</b>		<b>58,97</b>					



**Gambar 2.** Precedence Diagram Usulan *Crank Case L*

**Tabel 14.** Perhitungan Efisiensi Stasiun, LE, BD, IT, dan SI Usulan pada *Crank Case R*

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Baku Stasiun (detik)	Efisiensi Stasiun	Line Efficiency	Balance Delay	Idle Time (detik)	Smoothness Index
1	OP - 10	70,00	90%	82%	18%	8,11	52,37
2	OP-20	47,83	61%			30,28	
3	OP-30	56,67	73%			21,45	
4	OP-40	55,53	71%			22,58	
5	OP-50	58,37	75%			19,75	
6	OP-60	58,93	75%			19,18	
7	OP-70, OP-80	78,11	100%			0,00	
8	OP-90, OP-100	76,12	97%			1,99	
9	Cleaning, Plug Cone, Leak Taster	72,74	93%			5,37	
<b>Total</b>		<b>574,31</b>			<b>Total Idle Time (detik)</b>	<b>128,70</b>	
<b>Maksimum</b>		<b>78,11</b>					



**Tabel 15.** Perhitungan Efisiensi Stasiun, LE, BD, IT, dan SI Usulan pada *Mission Case*

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Baku Stasiun (detik)	Efisiensi Stasiun	Line Efficiency	Balance Delay	Idle Time (detik)	Smoothness Index
1	OP - 10	70,00	95%	85%	15%	3,67	33,05
2	OP-20	66,67	90%			7,00	
3	OP-30	59,44	81%			14,22	
4	Turning, Cleaning	44,90	61%			28,77	
5	Leak Taster, Press Sleeve	73,67	100%			0,00	
<b>Total</b>		<b>314,68</b>			<b>Total Idle Time (detik)</b>	<b>53,66</b>	
<b>Maksimum</b>		<b>73,67</b>					

### 3.3. Perbandingan Keseimbangan Lini Produksi Awal dan Usulan *M/C Crank Case*

Berikut merupakan perbandingan keseimbangan lini produksi awal dan usulan dari nilai efisiensi stasiun kerja, *idle time*, *line efficiency*, *balance delay*, dan *smoothness index* pada *crank case L*.

**Tabel 16.** Perbandingan Keseimbangan Lini Awal dan Usulan pada *Crank Case L*

Sebelum							Usulan						
Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Efisiensi Stasiun Kerja	Idle Time	Line Efficiency	Balance Delay	Smoothness Index	Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Efisiensi Stasiun Kerja	Idle Time	Line Efficiency	Balance Delay	Smoothness Index
1	OP - 10	100%	0,00	52%	48%	105,33	1	OP - 10	97%	1,80	94%	6%	12,78
2	OP - 15	52%	27,22				2	OP - 15, OP-20	97%	1,83			
3	OP - 20	48%	29,97				3	OP - 30, OP-40	94%	3,63			
4	OP - 30	51%	28,27				4	OP - 50, OP-60	98%	1,45			
5	OP - 40	46%	30,72				5	OP - 70, OP-80, OP-90	100%	0,00			
6	OP - 50	55%	25,72				6	OP - 100	81%	11,37			
7	OP - 60	46%	31,10				7	Cleaning, Leak Taster	94%	3,50			
8	OP - 70	41%	33,74				<b>Total</b>		<b>23,58</b>				
9	OP - 80	35%	36,92										
10	OP - 90	27%	41,87										
11	OP - 100	83%	9,57										
12	Cleaning	51%	27,77										
13	Leak Taster	46%	31,10										
<b>Total</b>			<b>353,96</b>										

**Tabel 17.** Perbandingan Keseimbangan Lini Awal dan Usulan pada *Crank Case R*

Sebelum							Usulan						
Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Efisiensi Stasiun Kerja	Idle Time	Line Efficiency	Balance Delay	Smoothness Index	Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Efisiensi Stasiun Kerja	Idle Time	Line Efficiency	Balance Delay	Smoothness Index
1	OP - 10	100%	0,00	63%	37%	114,77	1	OP - 10	90%	8,11	82%	18%	52,37
2	OP - 20	68%	22,17				2	OP-20	61%	30,28			
3	OP - 30	81%	13,33				3	OP-30	73%	21,45			
4	OP - 40	79%	14,47				4	OP-40	71%	22,58			
5	OP - 50	83%	11,63				5	OP-50	75%	19,75			
6	OP - 60	84%	11,07				6	OP-60	75%	19,18			
7	OP - 70	84%	11,07				7	OP-70, OP-80	100%	0,00			
8	OP - 80	27%	50,82				8	OP-90, OP-100	97%	1,99			
9	OP - 90	23%	53,94				9	Cleaning, Plug Cone, Leak Taster	93%	5,37			
10	OP - 100	86%	9,93				<b>Total</b>		<b>128,70</b>				
11	Cleaning	39%	42,78										
12	Plug Cone	27%	51,11										
13	Leak Taster	38%	43,37										
<b>Total</b>			<b>335,69</b>										

**Tabel 18.** Perbandingan Keseimbangan Lini Awal dan Usulan pada *Mission Case*

Sebelum							Usulan						
Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Efisiensi Stasiun Kerja	Idle Time	Line Efficiency	Balance Delay	Smoothness Index	Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Efisiensi Stasiun Kerja	Idle Time	Line Efficiency	Balance Delay	Smoothness Index
1	OP - 10	100%	0,00	64%	36%	83,44	1	OP - 10	95%	3,67	85%	15%	33,05
2	OP - 20	95%	3,33				2	OP-20	90%	7,00			
3	OP - 30	85%	10,56				3	OP-30	81%	14,22			
4	Turning	35%	45,50				4	Turning, Cleaning	61%	28,77			
5	Cleaning	29%	49,60				5	Leak Taster, Press Sleeve	100%	0,00			
6	Leak Taster	63%	25,80				<b>Total</b>		<b>53,66</b>				
7	Press Sleeve	42%	40,53										
<b>Total</b>			<b>175,32</b>										

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan keseimbangan lini produksi awal diketahui bahwa keseimbangan lini produksi pada *M/C Crank Case* saat ini belum optimal karena pada *crank case* L nilai *line efficiency* sebesar 52%, *balance delay* sebesar 48%, total *idle time* sebesar 303,09 detik, dan *smoothes index* sebesar 108,14 detik. *Crank case* R memiliki nilai *line efficiency* sebesar 63%, *balance delay* sebesar 37%, total *idle time* sebesar 283,02 detik, dan *smoothes index* sebesar 114,77 detik. Sedangkan *mission case* memiliki nilai *line efficiency* sebesar 64%, *balance delay* sebesar 36%, total *idle time* sebesar 141,36 detik, dan *smoothes index* sebesar 83,44 detik.

Kemudian dilakukan usulan perbaikan sehingga diperoleh keseimbangan lini produksi usulan dengan metode *Largest Candidate Rule* mengalami peningkatan yaitu pada *crank case* L nilai *line efficiency* sebesar 94%, *balance delay* sebesar 6%, total *idle time* sebesar 23,79 detik, dan *smoothes index* sebesar 12,84. *Crank case* R memiliki nilai *line efficiency* sebesar 81%, *balance delay* sebesar 19%, total *idle time* sebesar 136,69 detik, dan *smoothes index* sebesar 54,57. Sedangkan *mission case* memiliki nilai *line efficiency* sebesar 85%, *balance delay* sebesar 15%, total *idle time* sebesar 51,32 detik, dan *smoothes index* sebesar 33,59.

Dari analisa data perbandingan keseimbangan lini produksi awal dan usulan didapatkan bahwa nilai *line efficiency* dari ketiga produk mengalami kenaikan yang berarti bahwa keseimbangan lini produksi lebih lancar serta berkurangnya terjadi *bottleneck* pada *M/C Crank Case*. Kenaikan nilai *line efficiency* pada *crank case* L sebesar 42%, *crank case* R sebesar 18%, dan untuk *mission case* mengalami kenaikan sebesar 21%. Nilai kenaikan ini cukup signifikan dan berpengaruh pada keseimbangan lintasan produksi serta meningkatkan efisiensi lini.

Saran untuk penelitian selanjutnya dilanjutkan hingga tahap implementasi hasil perhitungan sehingga didapatkan hasil yang optimum.

#### DAFTAR PUSTAKA

- David, Setyawan, Soegiharto, Stefanus & Agus, Jerry. Perbaikan Sistem Produksi dengan Metode *Line Balancing* pada Perusahaan Pembuat Mesin Pertanian PT Agrindo di Gresik. Jurusan Teknik Industri. Universitas Surabaya Raya Kalirungkut, Surabaya.
- Gustin, Yusan, Theopilus Yanse, & Jonathan, William.. (2015). Perancangan Alat *Material Handling* untuk Mengurangi Beban Kerja Operator Divisi *Machining Crank Case* di PT. *Ganteng Jaya Motor*. Jurusan Teknik Industri. Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- Indrawan, Yayan & Hariastuti, Ni Luh Putu. (2013). Minimalisasi *Bottleneck* Proses Produksi dengan Menggunakan Metode *Line Balancing*. Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama, Surabaya.
- Saiful, Mulyadi, & Rahman, Tri Muhadi. (2014). Penyeimbangan Lintasan Produksi dengan Metode Heuristik (Studi Kasus PT XYZ Makassar). Teknik Industri. Universitas Hasanuddin, Makassar.