

Increasing the Efficiency of Wiring Harness Production Using the Ranked Positional Weight and Largest Candidate Rule Methods **[Peningkatan Efisiensi Produksi Wiring Harness Dengan Metode Ranked Positional Weight dan Largest Candidate Rule]**

Zainul Arifin¹⁾, Tedjo Sukmono^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: thedjoss@umsida.ac.id

Abstract. *In the wiring harness door production activities, the problem that occurs is the lack of achievement of the production target of 6.19% or 6.15 units in January 2023. This is caused by differences in production output at each work station or track which are not balanced resulting in an accumulation of work in progress. In making line balancing, working time measurements are carried out in each wiring harness production operation on the man power production line by using a stopwatch. The purpose of this research is to determine the optimal wiring harness production line and increase the efficiency of wiring harness production according to the company's target line efficiency. The methods used in solving this problem are the ranked positional weight method and the largest candidate rule method. From the results of the line balancing analysis using the ranked positional weight method and the largest candidate rule method, an efficiency value of 96.33% is obtained, the resulting output is 144.5 wiring harness units with 12 work stations. These results are better than before using both methods.*

Keywords – *Wiring Harness, Efficiency, Line Balancing, Ranked Positional Weight, Largest Candidate Rule.*

Abstrak. *Dalam kegiatan produksi wiring harness door, permasalahan yang terjadi adalah kurang tercapainya target produksi sebesar 6,19% atau 6,15 unit pada Januari 2023. Hal ini disebabkan oleh perbedaan output produksi pada setiap work station atau lintasan yang tidak seimbang sehingga terjadi penumpukan work in progress. Dalam membuat line balancing maka dilakukan pengukuran working time pada setiap operasi produksi wiring harness pada man power lini produksi dengan menggunakan stopwatch. Tujuan penelitian ini adalah menentukan lintasan produksi wiring harness secara optimal dan meningkatkan efisiensi produksi wiring harness sesuai target line efficiency perusahaan. Metode yang digunakan dalam pemecahan masalah ini adalah metode ranked positional weight dan metode largest candidate rule. Dari hasil analisa line balancing dengan menggunakan metode ranked positional weight dan metode largest candidate rule didapat nilai efficiency 96,33%, output yang dihasilkan 144,5 unit wiring harness dengan 12 work station. Hasil ini lebih baik dari pada sebelum menggunakan kedua metode tersebut.*

Kata Kunci – *Wiring Harness, Efficiency, Line Balancing, Ranked Positional Weight, Largest Candidate Rule.*

I. PENDAHULUAN

Perusahaan ini bergerak pada bidang produksi *wiring harness manufacturing* atau perakitan instalasi kelistrikan *body* mobil seperti Toyota, Nissan, Mitsubishi, dan kendaraan jenis mobil lainnya. *Wiring harness* merupakan rangkaian kabel otomotif yang terdiri dari ribuan komponen yang meliputi kabel dengan terminal, konektor, sekering, kotak relai, unit sakelar, komponen pemasangan, dan komponen pelindung. Rangkaian proses pembuatan wiring harness manufaktur, wiring harness dibagi menjadi tiga area manufaktur utama, area pemotongan atau pre assy, area praperakitan atau sub assy, dan area perakitan akhir atau final assy [1]. *Wiring harness* merupakan sistem saraf pusat yang berfungsi mengalirkan kelistrikan pada kendaraan sehingga alur listrik dapat tersalur dari satu bagian ke bagian lainnya, dan *wiring harness* bertanggung jawab untuk menghubungkan semua komponen perangkat keras, seperti unit kontrol dan komponen elektronik lainnya pada kendaraan. Rangkaian komponen material *wiring harness* ini memiliki peran yang sangat penting untuk menentukan baiknya performa serta keselamatan bagi pengguna kendaraan [2].

Dalam kegiatan produksi *wiring harness door* (bagian pintu), lini produksi tidak dapat memenuhi target efisiensi produksi sebesar 6,19% atau 6,15 unit atau hanya dapat mencapai efisiensi 93,85% atau 140,775 unit dari target 100% atau 150 unit pada January 2023. Hal ini disebabkan oleh perbedaan *output* produksi pada setiap *work station* atau lintasan yang tidak seimbang sehingga terjadi penumpukan *work in progress* atau kemacetan saat proses produksi berlangsung. *Work in progress* adalah barang yang ada dalam proses produksi yang telah diolah beberapa kali dan diubah menjadi barang jadi siap jual ke *customer* [3].

Efisiensi merupakan salah satu instrumen alat ukur sebagai indikator untuk melihat keberhasilan suatu produksi. Konsep dasar *efficiency* teknis dapat dilihat dari sisi *input*, yaitu seberapa besar *input* produksi dapat diubah untuk mencapai *output* tertentu. Kedua dapat dilihat dari sisi *output*, yaitu seberapa besar perubahan *output* yang dapat dicapai pada tingkat *input* tertentu [4]. Peningkatan efisiensi produksi merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan perusahaan agar dapat memenuhi *demand* pelanggan. Peningkatan efisiensi produksi sangat penting karena biaya proses

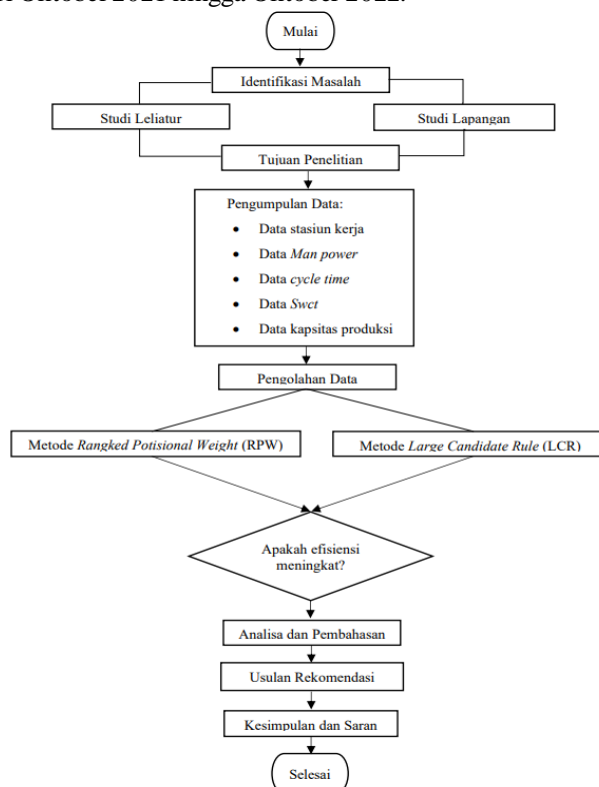
produksi atau komponen harga dasar yang ditentukan oleh produsen yang mampu menghasilkan produksi dengan cara paling efisien dalam memenuhi permintaan pasar [5].

Pada suatu proses produksi tentu ada permasalahan dalam peningkatan efisiensi produksi. Alternatif atau penyelesaian dalam mengatasi permasalahan ini menggunakan metode *line balancing* yang terdiri dari metode *Rangked Positional Weight* (RPW) dan metode *Largest Candidate Rule* (LCR). *line balancing* merupakan penyeimbangan penugasan elemen-elemen pekerjaan dari suatu lini perkaitan ke *work station* untuk meminimalkan *work station* yang berlebihan serta meminimalkan total *idle time* pada semua *work station* pada tingkat *output* tertentu. Dalam penyeimbangan lini kerja, waktu per *units* yang dibutuhkan suatu produk yang dispesifikasikan pada setiap tugas dan hubungan urutan kerja harus dipertimbangkan. Lebih singkatnya *line balancing* adalah suatu penugasan sejumlah pekerjaan ke dalam beberapa *work station* yang saling berkaitan dalam satu lintasan produksi [6]. *Line balancing* pada proses produksi bertujuan mengurangi waktu keterlambatan, meningkatkan efisiensi lini, dan mengoptimalkan jumlah produksi. menyeimbangkan beban kerja dengan menggabungkan dua atau lebih stasiun kerja yang mengalami penumpukan barang, serta untuk mengurangi *idle time* ketika proses produksi berlangsung sesuai dengan proses urutannya. Sehingga keseimbangan maksimal terjadi apabila pekerjaan tidak menimbulkan waktu menganggur [7].

Dalam penelitian ini data akan diolah menggunakan metode *line balancing* yang terdiri dari metode *Rangked Positional Weight* (RPW) dan metode *Largest Candidate Rule* (LCR). Metode *Rangked Positional Weight* (RPW) pada metode *line balancing* merupakan metode yang menghitung waktu siklus, membuat *operation process chart* berdasarkan jaringan kerja, menghitung bobot posisi, efisiensi waktu rata-rata [8]. Sedangkan metode *Largest Candidate Rule* (LCR) merupakan metode dengan melakukan pendekatan penyeimbangan lini produksi berdasarkan waktu operasi terpanjang akan diprioritaskan penempatannya dalam stasiun kerja. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan lintasan produksi *wiring harness* secara optimal dan meningkatkan efisiensi produksi *wiring harness* sesuai target *line efficiency* perusahaan [9].

II. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *line balancing* yang terdiri dari metode *Rangked Positional Weight* (RPW) dan metode *Largest Candidate Rule* (LCR). Data yang dibutuhkan dalam metode ini meliputi data primer yang didapatkan dari hasil survei yang meliputi data-data untuk pengolahan *line balancing* seperti data stasiun kerja, data *man power*, data *cycle time*, *actual time*, dan data kapasitas produksi. Data primer tersebut juga didapatkan dari orang yang *expert* dalam bidang *Production Preparation* (PP), dan *Production Planning and Inventory Control* (PPIC). Sedangkan data sekunder didapatkan dari hasil referensi jurnal mengenai metode *line balancing* yang terdiri dari metode *Rangked Positional Weight* (RPW) dan metode *Largest Candidate Rule* (LCR). Kegiatan tersebut di rancang sesuai dengan fungsi dan sistem pada stasiun kerja masing-masing *man power*. Waktu yang dibutuhkan dalam penelitian ini mulai dari Oktober 2021 hingga Oktober 2022.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

1. Metode *Ranked Positional Weight* (RPW)

Langkah-langkah dari metode *Ranked Positional Weight* (RPW) antara lain sebagai berikut [10]:

- Membuat diagram jaringan kerja dari *flow process chart*
- Menghitung cycle time.
- Membuat matiks lintasan berdasarkan *flow process chart*.
- Menghitung bobot posisi setiap operasi berdasarkan jumlah waktu operasi tersebut dan operasi-operasi yang mengikutinya.
- Mengurutkan operasi-operasi dari bobot operasi terbesar hingga terkecil.
- Menghitung jumlah minimal work station.
- Membuat flow diagram pada stasiun kerja minimum, lalu lakukan pembebanan operasi pada stasiun kerja.

2. Metode *Largest Candidate Rules* (LCR)

Metode ini prinsip dasarnya menggabungkan proses-proses atas dasar pengurutan operasi dari waktu proses terbesar hingga elemen dengan waktu operasi terkecil. 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 [11]. Berikut tahap-tahap dari metode *largest candidate rules*:

- Pilih elemen yang akan ditugaskan pada work station pertama yang memenuhi persyaratan berdasarkan metode *largest candidate rule* dan tidak menyebabkan total jumlah waktu aktual proses pada stasiun tersebut melebihi waktu siklus.
- Jika tidak ada pekerjaan lain yang dapat ditugaskan tanpa melebihi waktu siklus, maka lanjutkan ke stasiun berikutnya.
- Ulangi langkah 1 dan 2 untuk stasiun lainnya sampai seluruh pekerjaan selesai ditugaskan.
- menentukan nilai line efficiency dan balance delay.

Adapun beberapa perhitungan yang digunakan dalam penelitian ini :

Production Speed adalah kecepatan dalam memproduksi suatu barang berdasarkan *demand* dengan waktu operasi [12].

$$R_p = \frac{\text{Demand}}{\text{Operation Time}} \text{ unit/jam} \quad (1)$$

Waktu siklus adalah waktu yang dibutuhkan untuk membuat satu *unit* produk pada satu *work station* [13]. Waktu siklus (*cycle time*) merupakan proses yang dilakukan selama proses produksi mulai dari proses *Housing, Special Process, Setting, Tapping, Offline, Material Supply, TPO, Electrical Ceck, Dimensi Ceck*, hingga proses *Visual*. Perhitungan *cycle time* menggunakan persamaan berikut:

$$W_s = \frac{X_i}{N} \quad (2)$$

Keterangan :

- W_s = Waktu siklus
 X_i = jumlah waktu penyelesaian yang teramati
 N = jumlah pengamatan yang dilakukan

Waktu menunggu (*idle time*) merupakan waktu menunggu selama jam kerja (*berth working time*), yang di sebabkan oleh beberapa faktor diantaranya dokumen terlambat, *delay* material, mesin bermasalah, hujan (faktor alam) dan sebagainya. Waktu menunggu (*idle time*) terjadi apabila *work station* yang ditugaskan memerlukan waktu yang sedikit daripada *cycle time* yang telah diberikan. *Idle time* adalah perbedaan ataupun selisih antara *cycle time* dan *station time*. Rumus dari waktu menunggu (*idle time*) adalah [14]:

$$\text{Idle Time} = n \cdot W_s - \sum_{i=1}^n W_i \quad (3)$$

Keterangan :

- n = jumlah stasiun kerja
 W_s = Waktu stasiun kerja terbesar
 W_i = Waktu sebenarnya pada stasiun kerja
 i = 1,2,3,...,n

Balance delay merupakan ukuran dari ketidakefisienan lintasan yang dihasilkan dari waktu senggang atau manganggur yang terjadi karena pengalokasian yang kurang tepat di antara stasiun-stasiun kerja. Dapat dirumuskan *balance delay* sebagai berikut [15]:

$$BD = 100\% - LE \quad (4)$$

Keterangan :

- BD = *Balance delay* (%)
 100% = Target efisiensi perusahaan
 LE = *Line efficiency*

Line efficiency merupakan rasio dari total waktu stasiun terhadap waktu siklus dikalikan dengan jumlah stasiun kerja yang terbentuk. Dapat dirumuskan *Line efficiency* adalah [16]:

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^k ST_i}{K(CT)} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan :

ST_i = Waktu stasiun kerja dari ke-i

K = jumlah stasiun kerja

CT = Cycle time

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan data

Berdasarkan pengumpulan data produksi yang digunakan dalam perhitungan *line balancing average* januari 2023 dapat dilihat pada tabel 1.

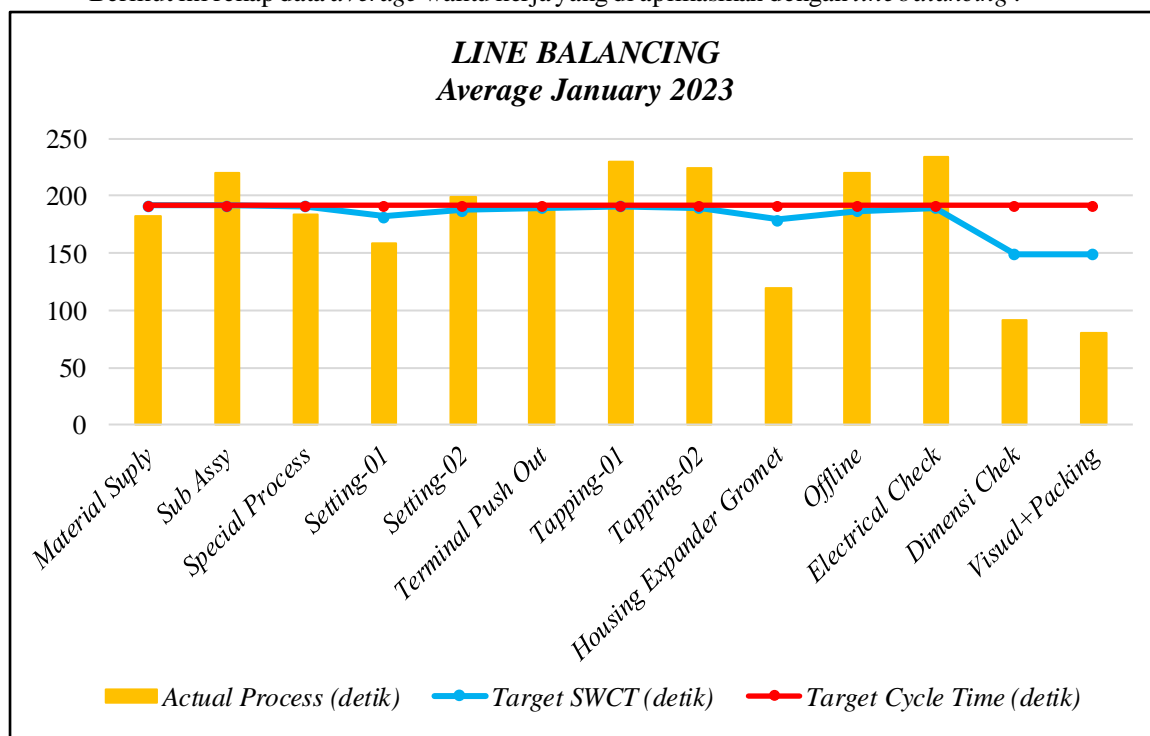
Jam kerja bersih = Total waktu kerja – waktu istirahat
= 9 jam – 1 jam = 8 jam kerja bersih

Production Speed (Rp) = $\frac{\text{Demand per shift}}{\text{Opertion time jam}} = \text{Number of good}$
= $\frac{150}{8} = 18,75 \text{ unit per jam}$

Cycle Time (CT) = $\frac{\text{Total waktu kerja (menit)}}{\text{Demand per shift}}$
= $\frac{480}{150} = 3,2 \text{ menit/units} = 192 \text{ detik/units}$

Jumlah *work station* awal yang sudah di tentukan perusahaan yakni sejumlah 13 *work station*.

Berikut ini rekap data *average* waktu kerja yang di aplikasikan dengan *line balancing* :



Gambar 2. Grafik Line Balancing

Dari rekap data *average* bulan januari 2023 pada gambar 2 grafik *line balancing* akan di analisa dan dijelaskan pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil analisa dari *line balancing*

Stasiun	Pekerjaan	Target SWCT (detik)	Aktual Proses (detik)	Target Cycle Time (detik)	Idle Time	Preceding
1	Material Suply	192	182	192	-10	-
2	Sub Assy	192	220	192	28	1
3	Special Process	191	184	192	-8	2
4	Setting-01	182	159	192	-33	3

5	<i>Setting-02</i>	188	199	192	7	4
6	<i>TPO</i>	190	189	192	-3	5
7	<i>Tapping-01</i>	191	230	192	38	6
8	<i>Tapping-02</i>	190	225	192	33	7
9	<i>HEG</i>	179	120	192	-72	8
10	<i>Offline</i>	187	220	192	28	10
11	<i>Electrical Check</i>	190	235	192	43	11
12	<i>Dimensi Check</i>	149	91	192	-101	12
13	<i>Visual+Packing</i>	149	80	192	-112	13

Pada tabel diatas terlihat ada beberapa stasiun yang tidak dapat mencapai target *cycle time* dan memiliki *idle time* melebihi angka 0 antara lain stasiun 2, 5, 7, 8, 10, 11. Langkah pertama melakukan penyelesaian menggunakan metode *ranked positional weight* dan yang kedua metode *large candidate rule*

B. Pengolahan data

Setelah data untuk perhitungan *line balancing* sudah didapatkan, maka selanjutnya dilakukan pengolahan data Pertama yaitu pembuatan *flow chart*, perhitungan metode *ranked positional weight* (RPW), metode *largest candidate rule* (LCR) selanjutnya *improvement result* atau hasil perbaikan.

1. Flow process chart

Dari data proses pengerjaan perakitan *wiring harness* pada tabel 1, maka dapat digambarkan aliran jaringan kerja melalui aktivitas-aktivitas produksi seperti pada Gambar 2 berikut ini:

FLOW PROCESS CHART									
CHART No.1	Sheet No. 1	OF 1	S U M M A R Y						
Subject	Proses Produksi <i>Wiring Harness</i>		Activity	Jumlah	Usulan				
Activity	Material Suply, Sub Assy, Special Process, Setting 01, Setting 02, Terminal Push Out, Tapping 01, Tapping 02, Housing Expander Gromet, Offline, Electrical Check, Dimensi Check, Visual+Packing		Operasi ○	9					
Metode	Kondisi sekarang		Transportasi ⇨	1					
Lokasi	PT. Surabaya Autocomp Indonesia		Delay D	-					
Tanggal	27 Januari 2023		Inspeksi □	3					
Dipetakan Oleh:	Zainul Arifin		Penyimpanan △	1					
Diperiksa Oleh:	Boy Isma Putra, ST. MM.		Jarak (m)	7					
			Waktu (detik)	2334					
			Biaya						
			Karyawan						
			Material						
			Total						
Deskripsi	Berat (Kg)	Jarak (m)	Waktu (detik)	Simbol					Keterangan
1 <i>Material Suply</i>	-	5	182	○	⇨	D	□	△	
2 <i>Sub Assy</i>	-	-	220						
3 <i>Special Process</i>	-	-	184						
4 <i>Setting-01</i>	-	-	159						
5 <i>Setting-02</i>	-	-	199						
6 <i>TPO</i>	-	-	189						
7 <i>Tapping-01</i>	-	-	230						
8 <i>Tapping-02</i>	-	-	225						
9 <i>HEG</i>	-	-	120						
10 <i>Offline</i>	-	-	220						
11 <i>Electrical Check</i>	-	-	235						
12 <i>Dimensi Check</i>	-	-	91						
13 <i>Visual+Packing</i>	-	2	80						
Total	-	7	2334	9	1		3	1	

Gambar 2. Flow process chart produksi *wiring harness*

2. Metode *ranked positional weight*

Setelah membuat *Flow process chart*, lalu pada tabel 3 melakukan perhitungan *ranked positional weight* (RPW) dari setiap pekerjaan.

Tabel 2. Nilai *Ranked Positional Weight* (RPW) tiap pekerjaan

RPW-i		Total
RPW-1	182+220+184+159+199+189+230+225+120+220+235+91+80	2334
RPW-2	220+184+159+199+189+230+225+120+220+235+91+80	2152
RPW-3	184+159+199+189+230+225+120+220+235+91+80	1932
RPW-4	159+199+189+230+225+120+220+235+91+80	1748
RPW-5	199+189+230+225+120+220+235+91+80	1589
RPW-6	189+230+225+120+220+235+91+80	1390
RPW-7	230+225+120+220+235+91+80	1201
RPW-8	225+120+220+235+91+80	971
RPW-9	120+220+235+91+80	746
RPW-10	220+235+91+80	626
RPW-11	235+91+80	406
RPW-12	91+80	171
RPW-13	80	80

Nilai *ranked positional weight* (RPW) pada tabel 3 dasar pengisian dalam melakukan perhitungan diambil dari waktu tiap pekerjaan yang sudah diinput pada *Flow process chart*. Langkah selanjutnya melakukan penyusunan ringking bobot posisi. Jika bobot posisi telah tersedia maka pekerjaan-pekerjaan atau aktivitas operasi dapat disusun berdasarkan rangkingnya. Pengurutan rangking dimulai dari operasi dengan bobot posisi terbesar sampai operasi dengan bobot posisi terkecil.

Tabel 3. Rangking bobot posisi

Pekerjaan	Rangking	Bobot Posisi	Aktual Proses	<i>Preceding</i>
<i>Material Suply</i>	1	2334	182	-
<i>Sub Assy</i>	2	2152	220	1
<i>Special Process</i>	3	1932	184	2
<i>Setting-01</i>	4	1748	159	3
<i>Setting-02</i>	5	1589	199	4
<i>Terminal Push Out</i>	10	1390	189	5
<i>Tapping-01</i>	6	1201	230	6
<i>Tapping-02</i>	7	971	225	7
<i>Housing Expander Gromet</i>	8	746	120	8
<i>Offline</i>	9	626	220	10
<i>Electrical Check</i>	11	406	235	11
<i>Dimensi Check</i>	12	171	91	12
<i>Visual+Packing</i>	13	80	80	13

Selanjutnya pada **tabel 4.** melakukan pengelompokan operasi pada *work station*.

Tabel 4. Pengelompokan stasiun kerja dengan metode *Ranked Positional Weight* (RPW)

Stasiun	Pekerjaan	SWCT (detik)	Aktual Proses (detik)	Cycle Time (detik)	Rank	Achivment Efficiency	Idle Time (detik)	Improvement
1	<i>Material Suply</i>	192	182	192	3	105%	-10	
2	<i>Sub Assy</i>	192	220	192	7	87%	28	Training 4M
3	<i>Special Process</i>	191	184	192	4	104%	-8	
4	<i>Setting-01</i>	182	159	192	2	107%	-13	Balancing Area
5	<i>Setting-02</i>	188	199	192				
6	<i>T. Push Out</i>	190	189	192	5	102%	-3	
7	<i>Tapping-01</i>	191	230	192	6	100%	0	Training 4M

8	Tapping-02	190	225	192				Training 4M
9	Housing Expader Gromet	179	120	192				Buffer
10	Offline	187	220	192	8	87%	28	Training 4M
11	Electrical Check	190	235	192	9	82%	43	PIC Rework Standby
12	Dimensi Check	149	91	192	1	112%	-21	Training Decrease
	Visual + Packing	149	80	192				

Dari data tabel 4. *achievement efficiency* stasiun kerja 1,3,4,5,6,7,8,9,12 mencapai 100% lebih tapi dalam melakukan perhitungan *total line efficiency* data tiap stasiun kerja yang melebihi 100% dikumulatifkan 100% karena selebihnya termasuk *idle time*. Berikut ini merupakan perhitungan *line efficiency* dan *balance delay*.

$$\text{Line efficiency} = LE = \frac{ST^i}{K} \times 100\%$$

$$LE = \frac{1156}{12} \times 100\% = 96,33\%$$

Keterangan :

STⁱ = Waktu stasiun kerja atau *achievement efficiency* total (%)

K = jumlah stasiun kerja

Jadi *total line efficiency* = 96,33%

$$\text{Balance delay} = BD = 100\% - LE$$

$$BD = 100\% - 96,33\% = 3,67\%$$

Keterangan :

BD = *Balance delay* (%)

100% = Target *line efficiency* perusahaan

LE = *Line efficiency*

Setelah *line efficiency* dan *balance delay* sudah diketahui, proses selanjutnya melakukan pengelompokan waktu siklus pada metode *Large Candidate Rule* (LCR).



Gambar 3. Hasil Pengelompokan Pekerjaan

Catatan : Pada *workstation* 2, 10, 11 masih mengalami keterlambatan dalam menyelesaikan pekerjaannya, terlihat operasi ini bisa diseimbangkan dengan cara *workstation* 2 dan 10 dilakukan *training Man, Methods, materials, Machines* (4M) sesuai dengan rule *Standard Work Combination Table* (SWCT). Berdasarkan waktu siklusnya ada beberapa *workstation* yang memiliki waktu sisa dalam melakukan operasi namun tidak bisa digabung karena *zoning constraint*. Sedangkan pada *workstation* 11 ini sering mengalami bottleneck jika terjadi kesalahan perakitan pada proses housing maupun setting sehingga mengakibatkan kemacetan pada *workstation* 11 atau proses electrical check maka perbaikannya PIC rework standby disini untuk melakukan repair jika terjadi *wrong insert circuit* yang mengakibatkan arus listrik tidak mengalir sesuai fungsinya.

3. Metode *Largest Candidate Rule* (LCR)

Metode *largest candidate rule* merupakan metode dengan melakukan pendekatan penyeimbangan lini produksi berdasarkan waktu operasi terpanjang akan diprioritaskan penempatannya dalam stasiun kerja. Berikut pada tabel 5 merupakan langkah awal menggunakan metode *largest candidate rule*.

Tabel 5. Urutan pekerjaan berdasarkan metode *largest candidate rule*

Pekerjaan	Aktual Proses (detik)	Stasiun
<i>Material Supply</i>	182	11
<i>Electrical Check</i>	235	7
<i>Tapping-01</i>	230	8
<i>Tapping-02</i>	225	10
<i>Housing Expander Gromet</i>	120	2
<i>Offline</i>	220	5
<i>Sub Assy</i>	220	6
<i>Setting-02</i>	199	3
<i>Setting-01</i>	159	1
<i>Terminal Push Out</i>	189	4
<i>Special Proses</i>	184	9
<i>Dimensi check</i>	91	12
<i>Visual + packing</i>	80	13

Dasar pengisian pengisian pengurutan pekerjaan berdasarkan metode *largest candidate rule* pada tabel 5 diambil dari waktu tiap pekerjaan yang sudah diinput pada *flow process chart*. Selanjutnya pada tabel 6 berikut ini melakukan pengelompokan stasiun kerja menggunakan metode *Large Candidate Rule* (LCR).

Tabel 6. Pengelompokan stasiun kerja menggunakan metode *Large Candidate Rule* (LCR)

Stasiun	Pekerjaan	SWCT (detik)	Aktual Proses (detik)	Target Cycle Time (detik)	Achivment Efficiency	Idle Time (detik)	Improvement
1	<i>Material Supply</i>	192	182	192	105%	-10	
2	<i>Electrical Check</i>	192	235	192	82%	43	<i>PIC Rework Standby</i>
3	<i>Tapping-01</i>	192	230	192			Buffer
4	<i>Tapping-02</i>	192	225	192			
5	<i>Housing Expander Gromet</i>	179	120	192	100%	0	
6	<i>Offline</i>	187	220	192	87%	28	<i>Training 4M</i>
7	<i>Sub Assy</i>	192	220	192	87%	28	<i>Training 4M</i>
8	<i>Setting-02</i>	188	199	192	107%	-13	Balancing Area
9	<i>Setting-01</i>	182	159	192			
10	<i>Terminal Push Out</i>	190	189	192	102%	-3	
11	<i>Special Proses</i>	191	184	192	104%	-8	
12	<i>Dimensi check</i>	91	91	192	112%	-21	<i>Training Decrease</i>
	<i>Visual + packing</i>	80	80	192			

Dalam melakukan perhitungan total *achievement efficiency* data tiap stasiun kerja yang melebihi 100% dikumulatifkan 100% karena selebihnya termasuk *idle time*. Berikut ini merupakan perhitungan *line efficiency* dan *balance delay*.

$$\text{Line efficiency} = LE = \frac{\sum ST_i}{K} \times 100\%$$

$$LE = \frac{1156}{12} \times 100\% = 96,33\%$$

Keterangan :

ST_i = Waktu stasiun kerja atau *achievement efficiency* total (%)

K = jumlah stasiun kerja

Jadi total *line efficiency* = 96,33%

Balance delay = BD = 100% - LE

$$BD = 100\% - 96,33\% = 3,67\%$$

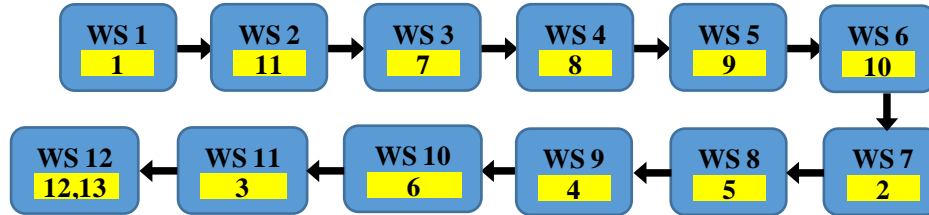
Keterangan :

BD = *Balance delay* (%)

100% = *Target line efficiency* perusahaan

LE = *Line efficiency*

Setelah *line efficiency* dan *balance delay* sudah diketahui, proses selanjutnya malakukan pengelompokan waktu siklus pada metode *Large Candidate ule* (LCR).

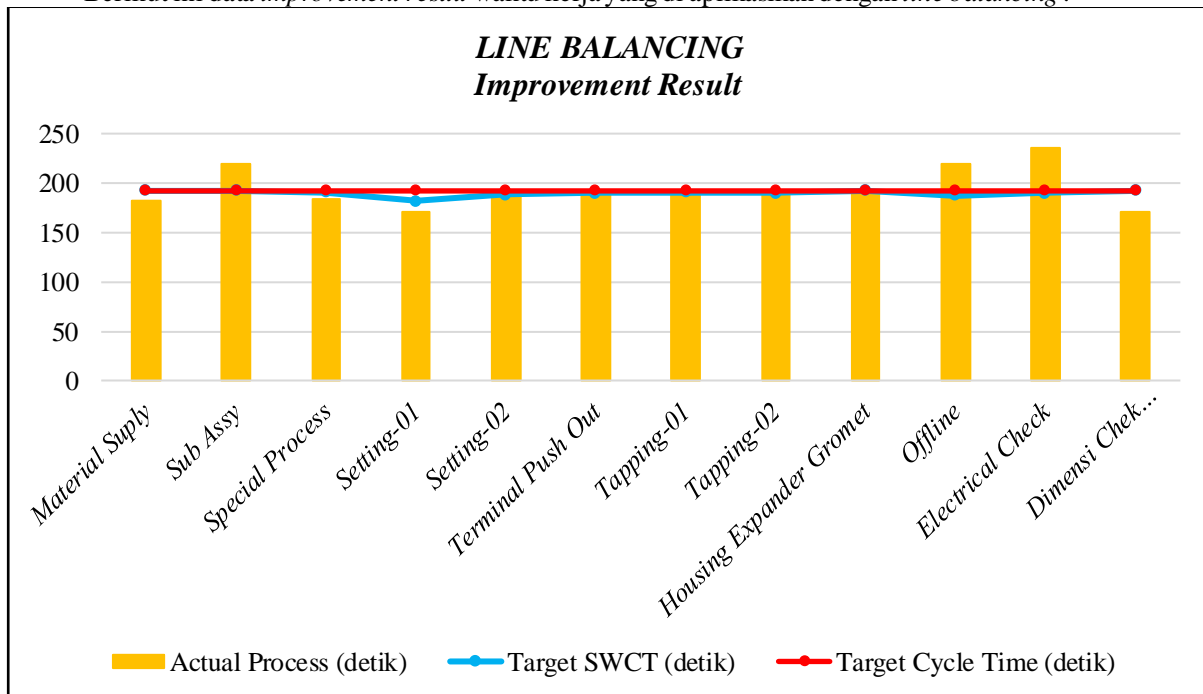


Gambar 3. Hasil pengelompokan WS metode LCR

Catatan : Pada *workstation* 1,10,11 yang memiliki waktu sisa dalam melakukan operasi namun tidak bisa digabung karena *zoning constraint*. Operasi *workstation* 6, 7 ini bisa diseimbangkan dengan cara dilakukan *training man, methods, materials, machines* (4M) sesuai dengan *rule Standard Work Combination Table* (SWCT). Sedangkan pada *workstation* 2 ini sering mengalami *bottleneck* jika terjadi kesalahan perakitan pada proses *housing* maupun *setting* sehingga mengakibatkan kemacetan pada *workstation* 2 atau proses *electrical check* maka perbaikannya *PIC rework standby* disini.

4. Improvement result

Berikut ini data *improvement result* waktu kerja yang di aplikasikan dengan *line balancing* :



Gambar 4. Grafik Line Balancing Improvement Result

Berikut ini tabel 7 menjelaskan hasil perbandingan *Before and After* perbaikan dari penelitian.

Tabel 7. Hasil perbandingan *before and after* perbaikan dari penelitian.

Deskripsi	Before	After	Selisih
Work Station	13	12	1
Line Efficiency	93,85%	96,33%	2,48%
Balace Delay	6,15%	3,67%	2,48%
Output Produksi	140,78 units	144,5 units	3,72 units
Lose Target	9,22 units	5,5 units	3,72 units
Downtime	29,5 menit	17,6 menit	11,9 menit

IV. SIMPULAN

Dari hasil penelitian ini kesimpulan yang didapat adalah bahwa dengan melakukan penerapan metode *line balancing* untuk permasalahan yang ada mengenai peningkatan efisiensi produksi *wiring harness* lebih efektif dan efisien menggunakan metode *ranked positional weight* dan metode *large candidate rule* dengan hasil *line efficiency* terjadi peningkatan presentase nilai sebesar 2,48% dari nilai awal 93,85% dan nilai akhir 96,33%. *Balance delay* terjadi penurunan presentase nilai sebesar 2,48% dari nilai awal 6,15% dan nilai akhir 3,67%. *Output* produksi terjadi peningkatan sebesar 3,72 *units* dari jumlah *outout* awal sebanyak 140,78 *units* dan *output* akhir sebanyak 144.5 *units wiring harness / shift*. Jumlah *Work station* terjadi pengurangan sebanyak 1 *work station* dari jumlah *work station* awal sebanyak 13 *work station* menjadi 12 *work station*. Jumlah *Down time* terjadi penurunan sebanyak 11,9 menit dari jumlah *downtime* awal 29,5 menit dan jumlah *downtime* akhir sebanyak 17,6 menit. Kelemahan pada penelitian ini adalah belum dapat menerapkan usulan perbaikan terkait *training* mesin, metode, manusia, material (4M) pada beberapa *work station* yang mengalami keterlambatan dalam proses operasi seperti *electrical chek*, *sub assy* dan *offline* dikarenakan keterbatasan waktu penelitian sehingga belum dapat melakukan perubahan atau perbaikan penurunan waktu aktu proses pengerjaan *work station* tersebut. Jadi penelitian ini bisa dilanjutkan dengan melakukan penerapan *training* tersebut guna mendapatkan hasil lintasan produksi *wiring harness* yang optimal dan meningkatkan efisiensi produksi *wiring harness* sesuai target *line efficiency* perusahaan 100% atau dengan *output* 150 *unit wiring harness* per *shift*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulisan dan penyusunan artikel ini tidak dapat berjalan lancar dan terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dari berbagai pihak yang bersangkutan. Terima kasih kepada PT. Surabaya *Autocomp* Indonesia yang menjadi tempat penelitian yang senantiasa mendukung dan memberikan hal-hal yang dibutuhkan selama penelitian ini berlangsung. Semoga adanya artikel ini dapat bermanfaat untuk berbagai pihak dan pembaca.

REFERENSI

- [1] H. G. Nguyen, M. Kuhn, And J. Franke, "Manufacturing Automation For Automotive Wiring Harnesses," *Procedia Cirp*, Vol. 97, Pp. 379–384, 2020, Doi: 10.1016/J.Procir.2020.05.254.
- [2] L. L. Tobing, E. S. Nugroho, And S. Solehudin, "Pengaruh Motivasi, Pelatihan Dan Pengembangan Terhadap Kinerja Karyawan Pada Level Operator Di Pt. Subang Autocomp Indonesia," *Syntax Lit. ; J. Ilm. Indones.*, Vol. 6, No. 1, P. 274, 2021, Doi: 10.36418/Syntax-Literate.V6i1.2000.
- [3] C. Hemalatha, K. Sankaranarayananamy, And N. Durairraaj, "Lean And Agile Manufacturing For Work-In-Process (Wip) Control," *Mater. Today Proc.*, Vol. 46, Pp. 10334–10338, 2021, Doi: 10.1016/J.Matpr.2020.12.473.
- [4] I. Minarsih And L. R. Waluyati, "Efisiensi Produksi Pada Usahatani Bawang Merah Di Kabupaten Ma diun," *J. Ekon. Pertan. Dan Agribisnis*, Vol. 3, No. 1, Pp. 128–137, 2019, Doi: 10.21776/Ub.Jepa.2019.003.01.13.
- [5] Y. Yujianto, N. M. Sudri, L. Theresia, And Y. Widianty, "Meningkatkan Efisiensi Proses Produksi Pada Industri Tekstil Dengan Data Envelopment Analysis," *J. Iptek*, Vol. 3, No. 2, Pp. 239–244, 2019, Doi: 10.31543/Jii.V3i2.154.
- [6] A. T. Panudju, B. S. Panulisan, And E. Fajriati, "Analisis Penerapan Konsep Penyeimbangan Lini (Line Balancing) Dengan Metode Ranked Position Weight (Rpw) Pada Sistem Produksi Penyamakan Kulit Di Pt. Tong Hong Tannery Indonesia Serang Banten," *J. Integr. Sist. Ind.*, Vol. 5, No. 2, Pp. 70–80, 2018.
- [7] T. Regina, J. A. Luin, And G. D. Rembulan, "Mengurangi Keterlambatan Waktu Produksi Menggunakan Line Balancing Pada Sektor Konstruksi Jalan Tol," *Pros. Semin. Nas. Ris. Dan Teknol.*, Pp. 258–263, 2020.
- [8] I. Purnamasari And A. S. Cahyana, "Line Balancing Dengan Metode Ranked Position Weight (Rpw)," *Spektrum Ind.*, Vol. 13, No. 2, P. 157, 2015, Doi: 10.12928/Si.V13i2.2693.
- [9] M. Djunaidi And . A., "Analisis Keseimbangan Lintasan (Line Balancing) Pada Proses Perakitan Body Bus Pada Karoseri Guna Meningkatkan Efisiensi Lintasan," *J. Ilm. Tek. Ind.*, Vol. 5, No. 2, Pp. 77–84, 2018, Doi: 10.24912/Jitiuntar.V5i2.1788.
- [10] H. L. Afrian, R. Alfatiyah, And K. Subarman, "Perbaikan Sistem Produksi Dengan Metode Time Study Dan Line Balancing Untuk Efisiensi Proses Pengemasan Pada Cv. Tirta Sasmita," *Teknologi*, Vol. 3, No. 1, Pp. 73–81, 2020.
- [11] M. Basuki, H. Mz, S. Aprilyanti, And M. Junaidi, "Perancangan Sistem Keseimbangan Lintasan Produksi Dengan Pendekatan Metode Heuristik," *J. Teknol.*, Vol. 11, No. 2, Pp. 1–9, 2019, [Online]. Available: <https://dx.doi.org/10.24853/Jurtek.11.2.117-126>
- [12] M. I. P. Karmawan, F. Pulansari, And D. S. Donoriyanto, "Analisis Keseimbangan Lintasan Menggunakan Metode Largest Candidate Rule, Killbridge And Western Method, Ranked Positional Weights," *Juminten*, Vol. 1, No. 1, Pp. 43–54, 2020, Doi: 10.33005/Juminten.V1i3.18.
- [13] E. Meila Sari And M. M. Darmawan, "Pengukuran Waktu Baku Dan Analisis Beban Kerja Pada Proses Filling Dan Packing Produk Lulur Mandi Di Pt. Gloria Origita Cosmetics," *J. Asimetrik J. Ilm. Rekayasa Inov.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 51–61, 2020, Doi: 10.35814/Asimetrik.V2i1.1253.

- [14] D. L. Trenggonowati And N. Febriana, “Mengukur Efisiensi Lintasan Dan Stasiun Kerja Menggunakan Metode Line Balancing Studi Kasus Pt. Xyz,” *J. Ind. Serv.*, Vol. 4, No. 2, Pp. 97–105, 2019, Doi: 10.36055/Jiss.V4i2.5158.
- [15] I. Dharmayanti And H. Marliansyah, “Perhitungan Efektifitas Lintasan Produksi Menggunakan Metode Line Balancing,” *J. Manaj. Ind. Dan Logistik*, Vol. 3, No. 1, Pp. 45–56, 2019, Doi: 10.30988/Jmil.V3i1.63.
- [16] W. P. Febriani, M. A. Saputra, And D. S. B. F. Lumbanraja, “Penerapan Konsep Line Balancing Dalam Proses,” *Bull. Appl. Ind. Eng. Theory*, Vol. 1, No. 2, Pp. 1–6, 2020.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.