

INCREASING THE EFFICIENCY OF WIRING HARNESS PRODUCTION USING THE RANGKED POSITIONAL WEIGHT AND LARGEST CANDIDATE RULE METHODS

Zainul Arifin 1, Tedjo Sukmono 2

^{1,2)} Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Article Info	ABSTRACT
Article history: Received Jun 10, 2024 Revised Jul 15, 2024 Accepted Jul 20, 2024 Keywords: Wiring Harness, Efficiency, Line Balancing, Ranked Positional Weight, Largest Candidate Rule.	. 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 haness units with 12 work stations. These results are better than before using both methods. This is an open-acces article under the CC-BY 4.0 license. 

Corresponding Author:

Tedjo Sukmono

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Email : thedjoss@umsida.ac.id

INTRODUCTION

Perusahaan ini bergerak pada bidang produksi wiring harness manufacturing atau perakitan instalasi kelistrikan body mobil seperti Toyota, Nissan, Mitsubhisi, 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 Ranked 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 Ranked Positional Weight (RPW) dan metode Largest Candidate Rule (LCR). Metode Ranked 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].

METHODS

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode line balancing yang terdiri dari metode Ranked 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 Ranked 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]:

- a. Membuat diagram jaringan kerja dari flow process chart
- b. Menghitung cycle time.
- c. Membuat matiks lintasan berdasarkan flow process chart.
- d. Menghitung bobot posisi setiap operasi berdasarkan jumlah waktu operasi tersebut dan operasi-operasi yang mengikutinya.
- e. Mengurutkan operasi-operasi dari bobot operasi terbesar hingga terkecil.
- f. Menghitung jumlah minimal work station.
- g. 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:

- a. 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.
- b. Jika tidak ada pekerjaan lain yang dapat ditugaskan tanpa melebihi waktu siklus, maka lanjutkan ke stasiun berikutnya.
- c. Ulangi langkah 1 dan 2 untuk stasiun lainnya sampai seluruh pekerjaan selesai ditugaskan.
- d. 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].

$$R_p = \frac{Demand}{Operation Time} unit/jam$$

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:

$$W_s = \frac{X_i}{N}$$

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]:

$$Idle\ Time = n \cdot W_s - \sum_{i=1}^n W_i$$

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 menganggur yang terjadi karena pengalokasian yang kurang tepat di antara stasiun-stasiun kerja. Dapat dirumuskan balance delay sebagai berikut [15]:

$$BD = 100\% - LE$$

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]:

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

Keterangan :

ST_i = Waktu stasiun kerja dari ke-i

K = jumlah stasiun kerja

CT = Cycle time

RESULT AND DISSCUSION

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) = $\frac{\text{Demand per shift}}{\text{Opertion time jam}} = \text{Number of good}$

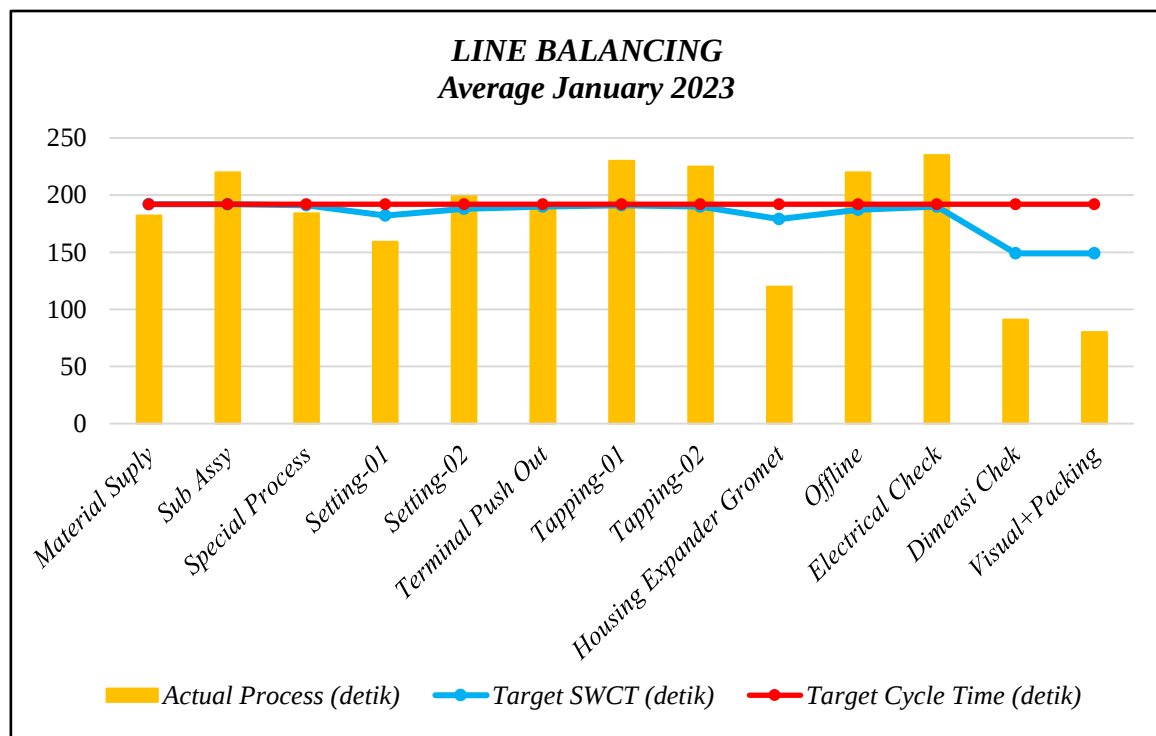
= $\frac{150}{8} = 18,75 \text{ unit per jam}$

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

Pada tabel 1 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 rangked positional weight dan yang kedua metode large candidat rule

B. Pengolahan data

Setelah data untuk perhitungan line balancing sudah didapatkan, maka selanjutnya dilakukan pengolahan data Pertama yaitu pembuatan flow chart, perhitungan metode rangked 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	OP 1	SUMMARY								
Subject			Proses Produksi Wiring Harness		Activity		Jumlah		Unitan			
Activity			Material Supply, Sub Assy, Special Process, Setting 01, Setting 02, Terminal Push Out, Tapping 01, Tapping 02, Housing Expander Groover, Offline, Electrical Check, Dimensi Check, Final+Packing		Operasi	○	9					
					Transportasi	⇒	1					
					Delay	□	-					
					Impelasi	□	3					
Metode			Kondisi sekarang		Penyimpanan	△	1					
Lokasi			PT. Surabaya Autocomp Indonesia		Jarak (m)	7						
Tanggal			27 Januari 2023		Waktu (detik)	2334						
Dipetakan Oleh :			Zaini Arifin		Biaya							
Diperiksa Oleh :			Boy Issa Putra, ST, MDM		Karyawan							
					Material							
					Total							
Deskripsi			Berat (Kg)	Jarak (m)	Waktu (detik)	Simbol					Keterangan	
						○	⇒	□	□	△		
1	Material Supply		-	5	182							
2	Sub Assy		-	-	220							
3	Special Process		-	-	184							
4	Setting-01		-	-	159							
5	Setting-02		-	-	199							
6	TPO		-	-	188							
7	Tapping-01		-	-	230							
8	Tapping-02		-	-	225							
9	HEG		-	-	120							
10	Offline		-	-	220							
11	Electrical Check		-	-	235							
12	Dimensi Check		-	-	91							
13	Final+Packing		-	2	80							
Total			-	7	2334	9	1		3	1		

Gambar 2. Flow process chart produksi wiring harness

2. Metode rangked positional weight

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

Tabel 2. Nilai Rangked 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 rangked positional weight (RPW) pada tabel 2 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>Precedin</i> <i>g</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 Rangked Positional Weight (RPW)

Stasiun	Pekerjaan	SWCT (detik)	Aktual Proses (detik)	Cycle Time (detik)	Rank	Achivment Efficiency	Idle Time (detik)	Improvement
1	Material Supply	192	182	192	3	105%	-10	
2	Sub Assy	192	220	192	7	87%	28	Training 4M
3	Special Process	191	184	192	4	104%	-8	
4	Setting-01	182	159	192	2	107%	-13	Balancing Area
5	Setting-02	188	199	192				
6	T. Push Out	190	189	192	5	102%	-3	
7	Tapping-01	191	230	192				Training 4M
8	Tapping-02	190	225	192	6	100%	0	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 Visual + Packing	149	91	192	1	112%	-21	Training Decrease

Dari data tabel 4. achievement efficiency stasiun kerja 1,3,4,5,6,7,8,9,12 mencapai 100% lebih tapi dalam mekakukan perhitungan total line efficiency data tiap stasiun kerja yang melebihi 100% dikumulatitkan 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 :

ST_i = Waktu stasiun kerja atau *achievment 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 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 perbaikan nya 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. Pengelompokkan 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			
4	<i>Tapping-02</i>	192	225	192			
5	<i>Housing Expander Gromet</i>	179	120	192	100%	0	<i>Buffer</i>
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	<i>Balancing Area</i>
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.

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

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

Keterangan :

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

K = jumlah stasiun kerja

Jadi *total line efficiency* = 96,33%

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

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

$$= 3,67\%$$

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).

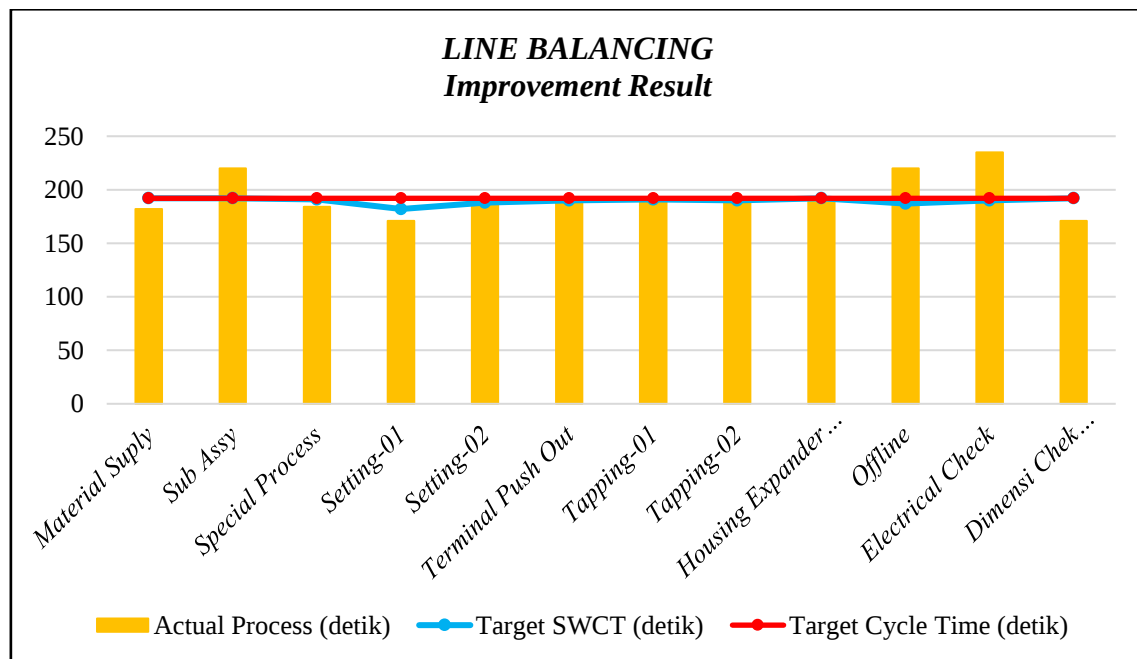


Gambar 4. Hasil pengelompokan WS metode LCR

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 perbaikan nya PIC rework standby disini.

4.Improvement result

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



Gambar 5. 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

CONCLUSION

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 output 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 check, sub assembly dan offline dikarenakan keterbatasan waktu penelitian sehingga belum dapat melakukan perubahan atau perbaikan penurunan waktu aktual 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

REFERENCES

- [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. Sankaranarayanan, And N. Durairaj, "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 Madiun," *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.