



Tersedia secara online di <https://journal.iteba.ac.id/index.php/jmrib>

JMRIB

Jurnal Manajemen Rekayasa dan Inovasi Bisnis



IMPLEMENTASI *LINE BALANCING* UNTUK MENINGKATKAN *OUTPUT* PADA PRODUK VERTUO-MINI

Kasrah Sah Putra Hia^{*1}, Edi Sumarya², Dadang Redantan³

¹kasrahsphia@gmail.com, ²edisumarya38@gmail.com, ³dadang@ft.unrika.ac.id

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan

Informasi Artikel

Riwayat Artikel :

Received : 17 – 03 – 2025

Revised : 31 – 07 – 2025

Accepted : 29 – 08 – 2025

Kata kunci :

Line Balancing,
Lean Manufacturing,
DMAIC,
Cycle time,
Bottleneck,

Abstract

The manufacturing industry faces challenges in improving production efficiency. PT WIK Far East Batam, a manufacturer of Vertuo Mini coffee machines, struggles to meet production targets due to bottlenecks in the assembly Line. This study aims to apply the Line Balancing method to optimize Cycle time and increase production output from 80 units/hour to 120 units/hour.

The research follows the Define-Measure-Analyze-Improve-Control (DMAIC) approach combined with Lean Manufacturing principles. Data collection was conducted through direct observation, time recording using the stopwatch time study method, and analysis with Fishbone Diagram and Five Why Analysis. The results show that the bottleneck occurred at the visual check and cleaning process in Workstation 27, where the Cycle time exceeded the target (45 seconds instead of the standard 30 seconds). By implementing Line Balancing, activities in Workstation 27 were redistributed to adjacent Workstations, reducing Cycle time and increasing production output.

The application of Line Balancing significantly Improved production Line balance and efficiency. Future research is recommended to apply similar methods to other production Lines to enhance overall productivity.

Abstrak

Industri manufaktur menghadapi tantangan dalam meningkatkan efisiensi produksi. PT WIK Far East Batam, produsen mesin kopi Vertuo Mini, mengalami kendala dalam mencapai target produksi akibat *bottleneck* pada lini perakitan. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *Line Balancing* guna mengoptimalkan *Cycle time* dan meningkatkan *output* produksi dari 80 unit/jam menjadi 120 unit/jam.

Metode penelitian menggunakan pendekatan *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* (DMAIC) yang dikombinasikan dengan konsep Lean Manufacturing. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, pencatatan waktu dengan metode stopwatch time study, serta analisis menggunakan Fishbone Diagram dan Five Why Analysis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *bottleneck* terjadi pada proses visual check and cleaning di *Workstation* 27, dengan *Cycle time* yang melebihi target (45 detik dari standar 30 detik). Dengan menerapkan *Line Balancing*, aktivitas di *Workstation* 27 didistribusikan ke *Workstation* sebelum dan sesudahnya, sehingga *Cycle time* dapat dikurangi dan *output* produksi meningkat.

Penerapan *Line Balancing* terbukti meningkatkan keseimbangan lini produksi dan mengoptimalkan efisiensi kerja. Studi ini menyarankan agar metode serupa diterapkan pada lini produksi lainnya untuk meningkatkan produktivitas secara keseluruhan.

1. Pendahuluan

PT. WIK Far East Batam adalah salah satu perusahaan di kota Batam yang memproduksi mesin kopi (*coffee maker*) tersebut merupakan tempat penelitian dimana salah satu produknya berupa Vertuo Mini. Vertuo Mini atau disebut VMini adalah produk mesin kopi yang sudah terdapat teknologi wireless di dalamnya. Kebanyakan proses pembuatan VMini dilakukan *secara* manual dan belum menerapkan sepenuhnya metode lean manufacturing dalam peningkatan produktivitas kerja karyawan maupun hasil produksinya yang kurang maksimal pada rantai produksi. Dari kondisi tersebut selama ini kondisi suasana kerja dirantai produksi di PT. WIK masih kurang nyaman karena masih belum terciptanya budaya kerja yang efektif dan efisien [1].

Berdasarkan data *output* produksi bulan Mei 2024, terdapat *output* produksi yang tidak tercapai dikarenakan tingginya *downtime* pada *Line* produksi. Rata-rata *output* / day PT. WIK adalah 80 Pcs/Jam dimana target *output* produksi PT. WIK adalah 120 pcs / jam, dengan demikian perlu dilakukan penelitian untuk meningkatkan *output* / jam sehingga tercapai sesuai dengan target yang diinginkan [2].

Bottle neck adalah area / *station* yang menyebabkan terjadinya penumpukan *output* produksi dikarenakan *Cycle time* yang melebihi target yang ditentukan tiap masing-masing *station*. Sedangkan *Cycle time* adalah akumulasi waktu yang diperlukan operator untuk menyelesaikan proses *assembly* dalam satu kali siklus. Berdasarkan data perusahaan periode bulan Juli 2024, terdapat *bottle neck station* memiliki *Cycle time* 45 detik dimana target *Cycle time* di perusahaan adalah 30 detik/*station*, sehingga target *output* produksi

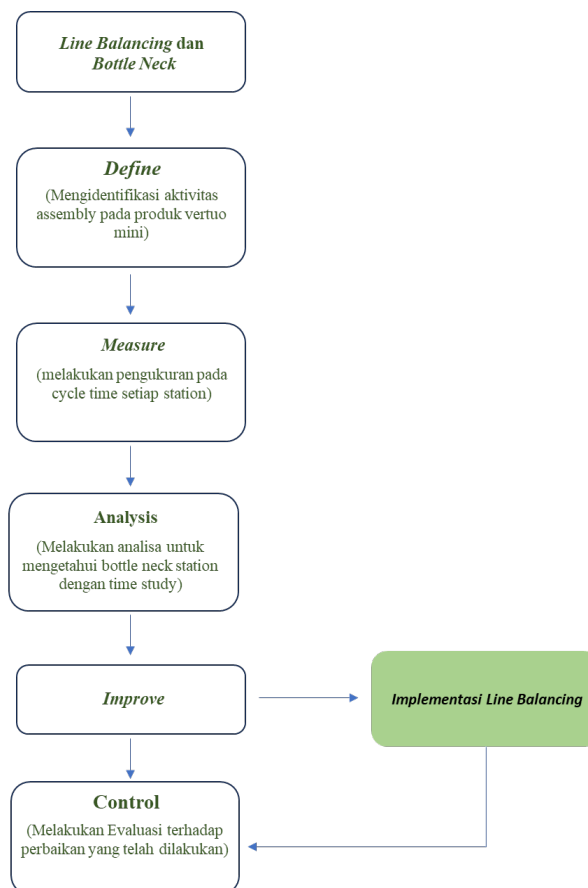
belum terpenuhi. Hal ini tentu terdapat *bottle neck* yang mempengaruhi *output* produksi, dimana *output* rata-rata/hari periode bulan Juli 2024 adalah 80 pcs/jam dengan target perusahaan *output*/jam adalah 120 pcs [3].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini diawali dengan melakukan identifikasi masalah yang terjadi di perusahaan, dilanjutkan dengan studi literatur dari beberapa penelitian/pengembangan terdahulu. Hal tersebut berguna untuk mencari referensi penelitian dan pengembangan yang dilakukan yang dapat digambarkan pada diagram alir / *flow chart*.

Flowchart atau Diagram Alir adalah representasi grafis dari langkah-langkah dan urutan dalam suatu program atau proses. *Flowchart* membantu analis membagi masalah menjadi bagian-bagian kecil dan mengevaluasi berbagai opsi dalam operasi.

Dalam lingkungan organisasi, proses biasanya terdiri dari serangkaian kegiatan yang berulang. Dengan menggunakan *Flowchart*, pemecahan masalah menjadi lebih sistematis, terutama untuk masalah yang memerlukan investigasi dan evaluasi lebih lanjut.



Gambar 3.0 Diagram Alur Penelitian

DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) adalah metode yang digunakan dalam *Six Sigma* untuk meningkatkan proses bisnis secara sistematis. Implementasi DMAIC dalam *Line Balancing* bertujuan untuk mengoptimalkan keseimbangan kerja di lini produksi, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan efisiensi. Berikut adalah penjelasan tiap tahap DMAIC dalam konteks *Line Balancing* [4]:

1. Define (Menentukan)

Pada tahap *Define*, kegiatan yang dilakukan merupakan mengidentifikasi jenis aktivitas *assembly* produk vertuo mini. Identifikasi masalah dalam keseimbangan lini produksi, seperti *bottleneck* atau idle time.

- a. Tetapkan tujuan proyek, misalnya meningkatkan efisiensi produksi atau mengurangi waktu siklus.
- b. Tentukan ruang lingkup dan pemangku kepentingan yang terlibat.

2. Measure (Mengukur)

Tahap *Measure* merupakan tahap pengukuran/perhitungan dimana kegiatan yang dilakukan adalah melakukan perhitungan, dalam hal ini dilakukan perhitungan mengenai *Cycle time* setiap *station* pada proses *assembly* vertuo mini.

- a. Ukur kapasitas produksi saat ini dan identifikasi beban kerja tiap operator.
- b. Hitung *Line Efficiency* dan *Balance delay* untuk melihat sejauh mana ketidakseimbangan terjadi.

3. Analyze (Menganalisis)

Tahap analisis merupakan tahap menganalisis kegiatan proses *assembly* vertuo mini. Tahap analisis diharapkan penulis mampu memahami akar permasalahan / *bottle neck station* yang menyebabkan *output* produksi tidak tercapai. Dalam hal ini, metode yang tepat untuk menganalisa pada proses *Line Balancing* adalah dengan *Time Measurement Analysis*.

Time Measurement Analysis (TMA) adalah metode untuk mengukur dan menganalisis waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu tugas atau aktivitas dalam proses kerja. Tujuannya adalah untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi pemborosan, dan memastikan produktivitas optimal. Metode Time Study menggunakan stopwatch untuk mengukur waktu yang diperlukan dalam setiap aktivitas kerja. Berikut langkah-langkahnya [5]:

A. Persiapan dan Perencanaan

Tentukan tujuan pengukuran (misalnya, meningkatkan efisiensi atau menentukan waktu standar).

- a) Identifikasi *workstation* yang akan dianalisis.
- b) Pastikan kondisi kerja normal (tidak ada gangguan yang dapat memengaruhi hasil).

B. Pengamatan dan Pengukuran Waktu

Gunakan stopwatch untuk mencatat waktu penyelesaian setiap siklus kerja.

- a) mencatat waktu setiap elemen kerja dalam *workstation* yang sedang diamati.
- b) Lakukan pengukuran beberapa kali untuk mendapatkan data yang lebih akurat.

C. Perhitungan Waktu Normal (Normal Time)

Melakukan perhitungan *Cycle time* pada setiap *Workstation*, kemudian melakukan evaluasi kerja pada kegiatan operator, dilanjutkan dengan perhitungan *Standard Time*

- a) Hitung rata-rata waktu siklus (*Cycle time*) dari data yang dikumpulkan:

$$\text{Cycle Time} = \frac{\sum \text{Waktu Siklus}}{\text{Jumlah Pengamatan}} \quad (1)$$

- b) Evaluasi kecepatan kerja operator menggunakan Rating Factor (RF), yaitu faktor penyesuaian berdasarkan performa pekerja dibandingkan standar normal.

Hitung Waktu Normal dengan rumus:

$$\text{Waktu Normal} = \text{Cycle Time} \times \text{Rating Factor} \quad (2)$$

Perhitungan Waktu Standar (*Standard Time*)

Perhitungan Waktu Standar dengan rumus :

$$\text{Waktu Standar} = \frac{\text{Waktu Normal}}{1 - \text{Allowance Factor}} \quad (3)$$

D. Analisis dan Implementasi

- Bandingkan hasil dengan waktu standar atau target produksi.
- Identifikasi potensi inefisiensi atau *bottleneck* pada *workstation*.
- Terapkan perbaikan jika diperlukan, seperti redistribusi beban kerja atau perubahan metode kerja.

Dengan metode ini, *Cycle time* dapat diukur dengan lebih akurat untuk memastikan keseimbangan lini produksi dan meningkatkan efisiensi kerja.

4. Improve (Meningkatkan)

Tahap perbaikan / *Improve* merupakan tahap perbaikan, sehingga pada tahap ini akan diberikan rekomendasi perbaikan, langkah perbaikan yang dilakukan adalah dengan penggantian *equipment*

5. Control (Mengendalikan)

Langkah *Control* berguna untuk melihat apakah hasil perbaikan yang telah dilakukan dapat dilaksanakan dengan baik dan mencapai tujuan sesuai rencana pada tahap sebelumnya, kemudian melakukan evaluasi dan pengawasan terhadap langkah perbaikan, Setelah tahap perbaikan dilakukan. Dalam hal ini, langkah *Control* yang dilakukan adalah melakukan pergantian pada *Work Instruction* di perusahaan dan melakukan tranining cara penggunaan dari *equipment* baru [6].

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data perusahaan, berikut *Cycle time* dan detail aktivitas proses *assembly* pada produk vertuo mini dapat dilihat pada tabel 3.1 di bawah ini:

Tabel 3.1 Data *output* produksi bulan mei – oktober 2024

No	Month	Output Rata - Rata / Jam (Unit)	Target Output / Jam (Unit)
1	Mei	80	120
2	Juni	80	120
3	Juli	75	120
4	Agustus	85	120
5	September	90	120
6	Oktober	70	120
Output Rata - Rata		80	

Berdasarkan tabel 4.1 di atas terdapat *output* rata rata / jam bulan Mei sampai Oktober tercapai 80 *unit* / jam, sedangkan target *output* produksi adalah 120 *unit* / jam. Untuk mendapatkan *output* produksi sesuai dengan target, diperlukan *Cycle time* setiap *station* adalah 30 *seconds*. *Cycle time* adalah akumulasi waktu yang diperlukan operator untuk menyelesaikan proses *assembly*

dalam satu kali siklus. Untuk mengurangi *Cycle time*, proses *assembly* perlu dilakukan *Improvement*/ langkah perbaikan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis dan mengurangi *Cycle time* proses *assembly* adalah dengan metode *Line Balancing*. [7]

a. Define

Pada tahap *Define*, kegiatan yang dilakukan merupakan mengidentifikasi jenis kegiatan yang dilakukan operator pada proses *assembly* Vertuo Mini[8] .

Tabel 3.2 Jenis Kegiatan Proses *Assembly*

<i>Station No</i>	<i>Process Description</i>	<i>Target Cycle time (s)</i>
1	<i>Assembly rubber foot to Main Chassis and Laser Marking</i>	30,00
2	<i>Assembly Main PCB to Housing and Chassis</i>	30,00
3	<i>Assembly power cable, spring support & bracket to pivot top</i>	30,00
4	<i>Filter and Extension Hose Assy</i>	30,00
5	<i>Assembly Pivot Top to Pivot Bottom</i>	30,00
6	<i>Assembly pivot to Chassis Main</i>	30,00
7	<i>Assembly Handle to VMBU</i>	30,00
8	<i>Assembly Hose to Brewing unit</i>	30,00
9	<i>Assembly Cable VMBU heater N VMBU speed & cable guide 2</i>	30,00
10	<i>Assembly cable VMBU heater PE & hose Bu cutlet & heater L</i>	30,00
11	<i>Assembly BU to main chassis & cable guide 1</i>	30,00
12	<i>Assembly HMI front</i>	30,00
13	<i>Cover blind Assy and HMI Testing</i>	30,00
14	<i>Assembly Handle Damper and blind assy to cover top</i>	30,00
15	<i>Assembly outlet assy to cover top</i>	30,00
16	<i>Assembly Cover Top to Sub Machine</i>	30,00
17	<i>Insert and Screw Cable Guide</i>	30,00
18	<i>Assembly Pump Assy to tube and Hose WT</i>	30,00
19	<i>Connectivity Pump Wire and Flowmeter to PCBA</i>	30,00
20	<i>Assembly Fluidic Clip and Cover Electrical Main</i>	30,00
21	<i>Visual Check for Cable Routing</i>	30,00
22	<i>Side Panel Assembly</i>	30,00
23	<i>Screwing Side Panel to Machine</i>	30,00
24	<i>Automatic Hi-pot test</i>	30,00
25	<i>Function test</i>	30,00
26	<i>Empty Water</i>	30,00
27	<i>Visual Check & cleaning</i>	30,00
28	<i>Packaging Machine to Pulp Tray</i>	30,00
29	<i>Packaging Pulp Tray to Gift Box</i>	30,00
30	<i>Packaging Gift box to Master carton</i>	30,00

Berdasarkan data aktivitas 3.2 diatas, terdapat 30 *station* dalam pembuatan produk vertuo mini. Dari setiap *station*, terdapat target *Cycle time* yang ditentukan adalah 30 *seconds* untuk mencapai target 120 *unit* / jam.

b. Measure

Tahap *Measure* merupakan tahap pengukuran/perhitungan dimana kegiatan yang dilakukan adalah melakukan pengukuran, dalam hal ini dilakukan pengukuran *Cycle time* pada setiap *station* dengan menggunakan stopwatch. Berikut tabel 3.3 merupakan hasil pengukuran *Cycle time* setiap *station* pada proses *assembly*. [9]

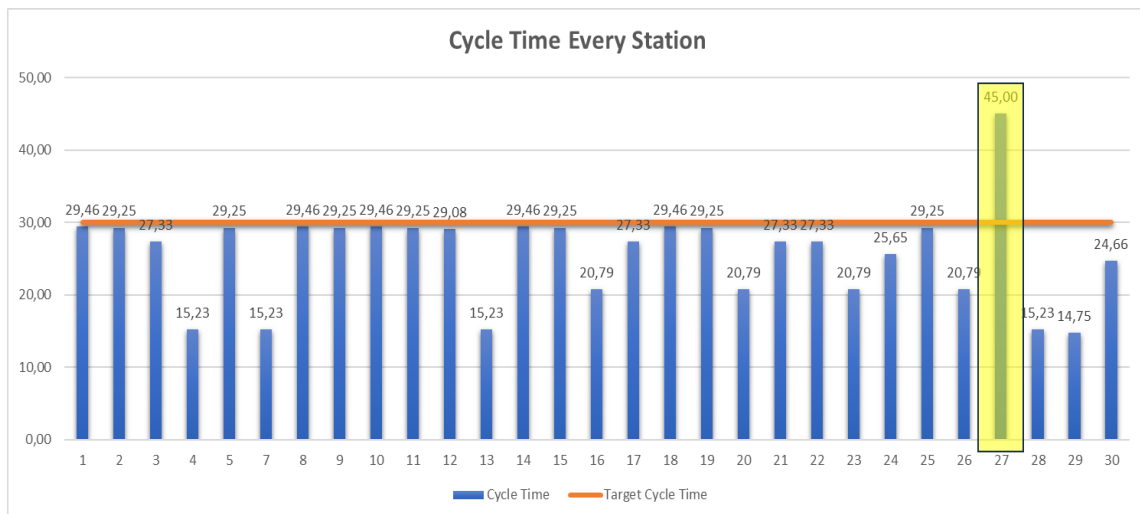
Tabel 3.3 Hasil Pengukuran *Cycle time* Proses *Assembly*.

<i>Station No</i>	<i>Process Description</i>	<i>Cycle time (s)</i>	<i>Target Cycle time (s)</i>
1	<i>Assembly rubber foot to Main Chassis and Laser Marking</i>	29,46	30,00
2	<i>Assembly Main PCB to Housing and Chassis</i>	29,25	30,00
3	<i>Assembly power cable, spring support & bracket to pivot top</i>	27,33	30,00
4	<i>Filter and Extention Hose Assy</i>	15,23	30,00
5	<i>Assembly Pivot Top to Pivot Bottom</i>	29,25	30,00
6	<i>Assembly pivot to Chassis Main</i>	20,79	30,00
7	<i>Assembly Handle to VMBU</i>	15,23	30,00
8	<i>Assembly Hose to Brewing unit</i>	29,46	30,00
9	<i>Assembly Cable VMBU heater N VMBU speed & cable guide 2</i>	29,25	30,00
10	<i>Assembly cable VMBU heater PE & hose Bu cutlet & heater L</i>	29,46	30,00
11	<i>Assembly BU to main chassis & cable guide 1</i>	29,25	30,00
12	<i>Assembly HMI front</i>	29,08	30,00
13	<i>Cover blind Assy and HMI Testing</i>	15,23	30,00
14	<i>Assembly Handle Damper and blind assy to cover top</i>	29,46	30,00
15	<i>Assembly outlet assy to cover top</i>	29,25	30,00
16	<i>Assembly Cover Top to Sub Machine</i>	20,79	30,00
17	<i>Insert and Screw Cable Guide</i>	27,33	30,00
18	<i>Assembly Pump Assy to tube and Hose WT</i>	29,46	30,00
19	<i>Connectivity Pump Wire and Flowmeter to PCBA</i>	29,25	30,00
20	<i>Assembly Fluidic Clip and Cover Electrical Main</i>	20,79	30,00
21	<i>Visual Check for Cable Routing</i>	27,33	30,00
22	<i>Side Panel Assembly</i>	27,33	30,00
23	<i>Screwing Side Panel to Machine</i>	20,79	30,00
24	<i>Automatic Hi-pot test</i>	25,65	30,00
25	<i>Function test</i>	29,25	30,00
26	<i>Empty Water</i>	20,79	30,00
27	<i>Visual Check & cleaning</i>	45,00	30,00
28	<i>Packaging Machine to Pulp Tray</i>	19,20	30,00
29	<i>Packaging Pulp Tray to Gift Box</i>	14,75	30,00
30	<i>Packaging Gift box to Master carton</i>	24,66	30,00
<i>Cycle time Average</i>		25,35	

Berdasarkan data *Cycle time* pada tabel 3.3 di atas, terdapat rata – rata *Cycle time* dari 30 *station* adalah 25,35 *seconds*, secara rata-rata *Cycle time* keseluruhan *Workstation* sudah mencapai target yang ditentukan, akan tetapi *output* produksi masih belum tercapai. Oleh karena itu diperlukan langkah selanjutnya untuk melakukan Analisa penyebab *output* produksi tidak tercapai [10] [11] [12] [13] [14].

c. Analyze

Tahap analisis merupakan tahap menganalisis kegiatan proses *assembly* pada produk vertuo mini. Tahap analisis diharapkan penulis mampu memahami akar permasalahan yang menyebabkan *output* produksi tercapai. Dalam hal ini, proses menganalisa menggunakan *Time Measurement Analysis* dan *Bar Chart* untuk mempermudah proses Analisa. Dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini *Time Measurement Analysis* pada produk Vertuo Mini yang digambarkan dengan *Bar Chart*.



Gambar 3.1 *Time Measurement Analysis* – Vertuo Mini

Object penelitian pada tahap analisis adalah *Cycle time* setiap *station* pada proses *assembly*, berdasarkan gambar 4.1 di atas terdapat *station* 27 yaitu proses *visual check* dan *cleaning* mempunyai *Cycle time* 45 *seconds*, artinya *station* ini melebihi target yang ditentukan yaitu 30 *seconds*. Konsep *assembly* pada produk vertuo mini ini saling berhubungan pada setiap *station*nya, artinya jika terdapat satu *Workstation* bermasalah / memiliki *Cycle time* yang melebihi target yang ditentukan akan mempengaruhi *output* produksi secara keseluruhan. Hal ini dikarenakan *Workstation* berikutnya tidak bisa berjalan jika *Workstation* sebelumnya belum menyelesaikan proses *assembly*.

Oleh sebab itu, pada tahap Analisa ini dapat disimpulkan bahwa *Workstation* 27 adalah *bottle neck*, *bottle neck* adalah area / *station* yang menyebabkan terjadinya penumpukan *output* produksi dikarenakan *Cycle time* yang melebihi target yang ditentukan tiap masing-masing *station*.

Hal ini menyebabkan *output* produksi tidak tercapai meskipun secara keseluruhan rata rata *Cycle time* memenuhi target.

d. Improve

Tahap perbaikan / *Improve* merupakan tahap perbaikan, sehingga pada tahap ini akan diberikan rekomendasi perbaikan, berdasarkan tahap analisis diatas, langkah perbaikan yang dilakukan adalah dengan metode *Line Balancing*. Berikut adalah langkah dalam mengimplementasi *Line Balancing*:

1. Melakukan Breakdown kegiatan pada *bottle neck station*.
2. Melakukan Breakdown kegiatan pada *Workstation* sebelum dan sesudah *bottle neck station*
3. Melakukan langkah perbaikan dengan cara mengurangi aktivitas pada *bottle neck station* dan membaginya pada *Workstation* setelah dan sebelumnya.
 - a. Langkah 1: Melakukan Breakdown kegiatan pada *bottle neck station* (*Workstation 27*)

Breakdown kegiatan pada WS 27 dapat dilihat pada tabel 3.4 di bawah ini:

Tabel 3.4 Breackdown Activity *Workstation 27*.

<i>Station</i>	<i>Station activity</i>	<i>Tasks</i>	<i>Cycle time (s)</i>	<i>Total Cycle time (s)</i>
Station 27	Visual Check & cleaning	Unplug power cable, take machine from the carrier, & put in the Workstation	6,40	45,0
		Clean up inside the machine using FMC Canebo	10,30	
		Assembly Blind Plastic	5,60	
		Assembly Safety Sticker to the machine	9,40	
		Put the product to the scanner & press visual checking result then put the product to the next station	13,30	

- b. Langkah 2: Melakukan Breakdown kegiatan pada *Workstation* sebelum dan sesudah *bottle neck* (*Workstation 26* dan *28*)

Breakdown kegiatan pada WS 26 dan 28 dapat dilihat pada tabel 3.5 di bawah ini:

Tabel 3.5 Breackdown Activity *Workstation* 26 and 28.

<i>Station</i>	<i>Station activity</i>	<i>Tasks</i>	<i>Cycle time (s)</i>	<i>Total Cycle time (s)</i>
<i>Station 26</i>	<i>Empty Water</i>	<i>Take Product from Cerrier and Press button rinsing</i>	6,40	20,79
		<i>Empty Water Process</i>	10,19	
		<i>Put product to carrier and press continue button</i>	4,20	
		<i>Take Pulp Tray Bottom from Rack and put to table</i>	3,10	
<i>Station 28</i>	<i>Packaging Machine to Pulp Tray</i>	<i>Take product from table and put to pulp tray</i>	4,15	19,20
		<i>Take accecories from rack and put to pulp tray</i>	3,20	
		<i>Take pulp tray top and closed the packaging</i>	8,75	

Berdasarkan tabel 3.5 diatas, dapat diketahui bahwa aktivitas pada *Workstation* 26 proses empty water, dengan total waktu yang diperlukan adalah 20,79 sec dan *Workstation* 28 adalah proses packaging machine to pulp tray, dengan total waktu yang diperlukan adalah 19,20 sec. Dengan target maksimum *Cycle time* pada setiap *Cycle time* adalah 30 sec maka *Workstation* 26 dan 28 masih dibawah target yang ditentukan dan berpotensi untuk mengurangi kegitan pada *bottle neck station* sehingga mengunrangi *Cycle time* pada *Workstation* 27

- a. Langkah 3: Melakukan langkah perbaikan dengan cara memindahkan aktivitas *bottleneck station* (WS 27) pada *Workstation* sebelum dan sesudah (WS 26 dan 28) dapat dilihat pada WS 3.6 dibawah ini.

Tabel 3.6 Langkah Perbaikan dengan *Line Balancing*

<i>Station</i>	<i>Station activity</i>	<i>Tasks</i>	<i>Langkah Perbaikan</i>	<i>Cycle time (s)</i>	<i>Total Cycle time (s)</i>
Station 26	Empty Water	Take Product from Carrier and Press button rinsing		6,40	26,39
		Empty Water Process		10,19	
		Assembly Blind Plastic	Ditambahkan dari Workstation 27	5,60	
		Put product to carrier and press continue button		4,20	
		Unplug power cable, take machine from the carrier, & put in the work station		6,40	
Station 27	Visual Check & cleaning	Clean up inside the machine using FMC Canebo		10,30	30,0
		Assembly Blind Plastic	Dipindahkan ke Workstation 26	0,00	
		Assembly Safety Sticker to the machine	Dipindahkan ke Workstation 28	0,00	
		Put the product to the scanner & press visual checking result then put the product to the next station		13,30	
		Take Pulp Tray Bottom from Rack and put to table		3,10	
Station 28	Packaging Machine to Pulp Tray	Take product from table and put to pulp tray		4,15	28,60
		Take accesories from rack and put to pulp tray		3,20	
		Assembly Safety Sticker to the machine	Ditambahkan dari Workstation 27	9,40	
		Take pulp tray top and closed the packaging		8,75	

Berdasarkan tabel 3.6 di atas, terdapat perbaikan pada *bottleneck station* yaitu Workstation 27 dimana *Cycle time* sebelum dilakukan *Improvement* adalah 45 seconds

menjadi 30 *seconds*. Hal ini juga meningkatkan *Line* efisiensi dikarenakan turunnya *delay time*. Dengan tercapainya target maksimal *Cycle time* 30 *seconds* membuat *output* produksi meningkat dari 80 *unit* / jam menjadi 120 *unit* / jam sesuai dengan target yang ditentukan. Berikut perhitungan *Cycle time*, *Standard Time*, *Line* Efisiensi, dan *balance* efisiensi setelah Langkah perbaikan. Berikut adalah langkah rumus *Line Balancing* untuk mengontrol berjalannya *Line* produksi:

Keterangan : a. waktu produksi 8 jam x 60 menit = 480 menit

b. Jumlah *unit*/jam 120 *unit* x 8 jam = 960 *unit*

1. Langkah 1: Menghitung Waktu Siklus (*Cycle time*)

$$\begin{aligned}CT &= \text{Total waktu produksi} / \text{Jumlah } unit \text{ produksi} \\&= 480 \text{ min} / 960 \\&= 0,5 \text{ min} / 30 \text{ sec.}\end{aligned}$$

Untuk mendapatkan jumlah target 120 *unit*/jam maka waktu harus di capai 30s/*Unit*

2. Langkah 2: Menghitung Waktu Baku (*Standard Time*)

$$\begin{aligned}\text{Waktu baku} &= \text{Total waktu kerja} / \text{Jumlah stasiun kerja.} \\&= 480 \text{ min} / 30 \text{ stasiun} \\&= 16 \text{ min.}\end{aligned}$$

3. Langkah 3: Menghitung Efisiensi *Line* (*Line Efficiency*)

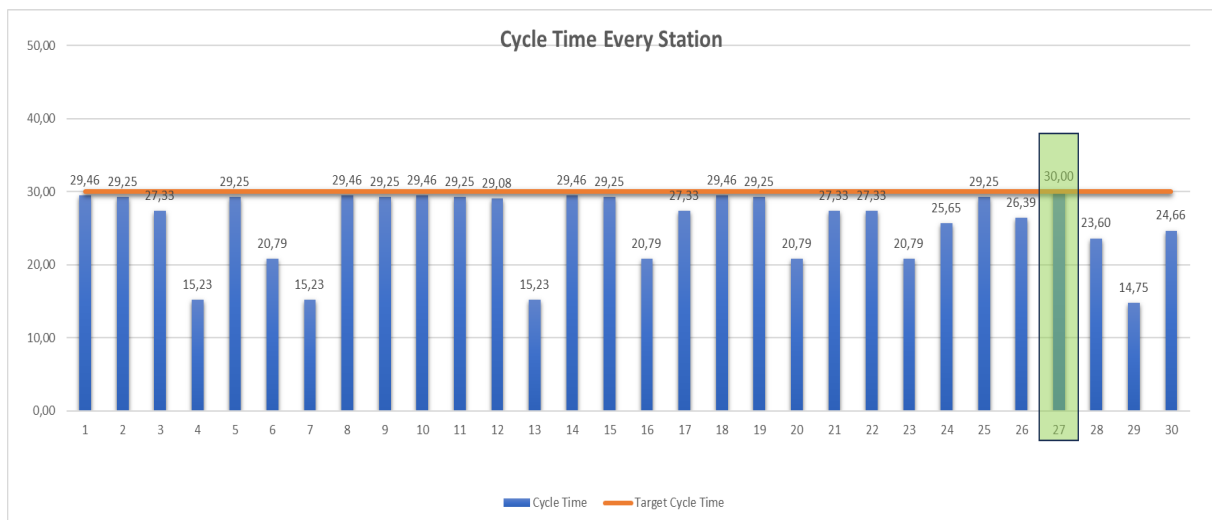
$$\begin{aligned}\text{Line Efficiency (LE)} &= (\text{Total waktu kerja efektif} / \text{Total waktu produksi}) \times 100\% \\&= (430 / 480) \times 100\% \\&= 89,5 \%\end{aligned}$$

4. Langkah 4: Menghitung Keseimbangan Lini (*Balance Efficiency*)

$$\text{Balance Efficiency (BE)} = (\Sigma \text{ waktu baku}) / (\text{Jumlah stasiun kerja} \times \text{CT})$$

$$\begin{aligned} \text{BE} &= 16 / (30 \times 0,5) \\ &= 16 / 15 \\ &= 1,06 \text{ min} \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel 3.6 diatas, setelah dilakukan langkah perbaikan dengan metode *Line Balancing* terlihat bahwa *Cycle time* pada *bottle neck station* berkurang dari 45 *sec* menjadi 30 *sec*. Maximal *Cycle time* yang diperbolehkan pada proses *assembly* adalah 30 *sec*, hal ini membuat *output* produksi tercapai meningkat dari 80 menjadi 120 *unit* / jam. Berikut perbandingan grafik *Cycle time* sebelum dan sesudah dilakukan langkah perbaikan dapat dilihat pada gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2 *Cycle time Every Station* Setelah Langkah Perbaikan.

e. *Control*

Langkah *Control* berguna untuk melihat apakah hasil perbaikan yang telah dilakukan dapat dilaksanakan dengan baik dan mencapai tujuan sesuai rencana pada tahap sebelumnya, kemudian melakukan evaluasi dan pengawasan terhadap langkah perbaikan, Setelah tahap perbaikan dilakukan. Dalam hal ini, langkah *Control* yang dilakukan adalah melakukan pergantian pada *Work Instruction* di perusahaan dan melakukan tranining kepada operator terkait perubahan aktivitas yang dilakukan.

Berdasarkan gambar 3.2 diatas, dapat diketahui bahwa setelah dilakukan langkah perbaikan seluruh *Workstation* maksimal *Cycle time* adalah 30s, hal ini sesuai dengan target yang ditentukan untuk mendapatkan *output* produksi 120 *unit* / jam. Berikut data bulan November hingga januari *output* produksi setelah dilakukan Langkah perbaikan

Berikut perbandingan data *Line* Produksi sebelum dan sesudah dilakukan langkah perbaikan.

Tabel 3.7 Perbandingan Sebelum dan Sesudah Langkah Perbaikan

<i>No</i>	<i>Description</i>	<i>Before</i>	<i>After</i>	<i>Gap</i>	<i>Percentage</i>
1	<i>Cycle time Max (sec)</i>	45	30	15	33%
2	<i>Balance delay / Day (sec)</i>	30,25	15,25	15	49,5%
3	<i>Output / Jam (unit)</i>	80	120	40	50%

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, menunjukkan bahwa implementasi *Line Balancing* pada proses *assembly* produk Vertuo Mini ini cukup baik, terjadi penurunan *Cycle time* pada *bottle neck station* dari 45 *sec* menjadi 30 *sec* atau 33%, selain itu juga terdapat penurunan *balance delay* dari 30,25 *sec* menjadi 15,25 *sec* atau 49,5%. Sehingga terjadi peningkatan *output* produksi dari 80 *unit* / jam menjadi 120 *unit* / jam atau 50%. Dengan demikian, *output* produksi dengan target perusahaan 120 *unit* / jam dapat terpenuhi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan data yang diperoleh selama penelitian, diperoleh kesimpulan bahwa implementasi *Line Balancing* sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan aktivitas perbaikan, terdapat penurunan *Cycle time* pada *bottle neck station* pada *Workstation* 27 dari 45 *sec* menjadi 30 *sec*. Karena Beberapa aktivitas kegiatan pada *Workstation* 27 dibagikan pada *Workstation* 26 dan 28 atau sebelum dan sesudah terjadi *bottleneck*. Sehingga *Line* produksi menjadi seimbang dan lancar tanpa adanya penumpukan barang.
2. Setelah dilakukan aktivitas perbaikan, terjadi penurunan *balance delay* dari 30,25 *sec* menjadi 15,25 *sec*. Sehingga terjadi peningkatan *output* produksi dari 80 *unit* / jam menjadi 120 *unit* / jam. Dengan demikian, *output* produksi dengan target perusahaan 120 *unit* / jam dapat terpenuhi.

Daftar Pustaka

- [1] A. F. Dasanti, F. Jakdan, and T. Santoso, “Penerapan Konsep *Line Balancing* Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja di PT Garment Jakarta,” *Bull. Appl. Ind. Eng. Theory*, vol. 1, no. 2, pp. 40–45, 2020.
- [2] A. Y. Pribadi and D. A. Wijanarko, “Analisis Efisiensi Waktu Siklus Untuk Meningkatkan Produktivitas Dengan *Line Balancing* Pada Proses Pengemasan Produksi Obat Diabetes di PT. OPQ,” *J. Ind. Eng. Syst.*, vol. 3, no. 2, pp. 11–20, 2022.
- [3] Dharmayanti, I. dan Maarliansyah, H., Perhitungan Efektifitas Lintas Produksi Menggunakan Metode *Line Balancing*. *Jurnal Manajemen Industri dan Logistik*. Vol. 03 No. 1, 43-54, 2021.
- [4] Djunaidi. M. dan Angga. Analisis Keseimbangan Lintas pada Proses Perakitan Body Bus Pada Karoseri Guna Meningkatkan Efisiensi Lintasan. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. Vol. 5 No. 2, 77-84, 2022.
- [4] Elsa Novianti, Dene Herwanto. Penerapan *Line Balancing* Produksi Arm Rear Brake dengan Metode Ranked Positional Weight di PT. Ciptaunggul Karya Abadi. *Jurnal Serambi Engineering*, Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia, 2023.
- [6] Erdhianto, Y., & Basuki HM, G. Analisa Produktivitas Pada Pt. Pekebunan Nusantara (Ptpn) X Pg Kremboong Dengan Metode Objective Matrix (Omax). *KAIZEN: Management Systems & Industrial Engineering Journal*. 2021
- [7] Ghufroon, G. (Analisis Pendekatan *Line Balancing* Menggunakan Metode Ranged Position Weights, Largest Candidate Rule Dan J-Wagon Pada Proses Produksi Kaus Sabrina Collection. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 2023.
- [8] Hartono, Andriyansyah. Implementasi *Line Balancing* Untuk Meningkatkan *Output* Produksi Lini *Assembly* Loading Biscuit Di Industri Keramik Tangerang. *Journal Industrial Manufacturing*, Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang, 2024.
- [9] Henry, P., Hardono, J., & Khaerul, “Analisa keseimbangan lintasan produksi pada pembuatan radiator mitsubishi ps 220 dengan metode ranked position weight (RPW).” *Journal Industrial Manufacturing*, 2022
- [10] Manaye, M., *Line Balancing* Techniques for Productivity *Improvement*. *International Journal of Mechanical and Industrial Technology*. Vol. 7 No. 1, 89-104, 2019
- [11] M. Rahayu and S. Juhara, “Pengukuran Waktu Baku Perakitan Pena Dengan Menggunakan Waktu Jam Henti Saat Praktikum Analisa Perancangan Kerja,” *J. Pendidik. dan Apl. Ind.*, vol. 7, no. 2, pp. 93–97, 2020.
- [12] Nurwicaksono, A. F., & Rusindiyanto, R. Perbaikan Lintasan Produksi Dengan Penerapan Large Candidate Rule (Lcr) Dan Killbridge and Wester Pada Proses Produksi Di Pt Ej. Tekmapro : *Journal of Industrial Engineering and Management*, 15(2), 1–12, 202
- [13] Panudju, A. T., Panulisan, B. S., & Fajriati, E. Analisis Penerapan Konsep Penyeimbangan Lini (*Line Balancing*) Dengan Metode Ranked Position Weight (Rpw) Pada Sistem Produksi Penyamakan Kulit Di Pt . Tong. *Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 5(2), 12, 2021
- [14] Prabowo, R. (2021). Penerapan Konsep *Line Balancing* Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja Pada Pt. Hm. Sampoerna Tbk. *Jurnal IPTEK*, 20(2),8.