



# Optimalisasi kapasitas produksi produk PDS Fender pada PT Arkha Jayanti Persada dengan *theory of constraints* menggunakan Lindo dan PomQm

Rivaldi Fajar Adhiputra\*

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI, Jl. Nangka No. 58 C (TB. Simatupang), Tanjung Barat, Jagakarsa, Jakarta Selatan, Jakarta 12530.

\*Corresponding author: [apriadi579@gmail.com](mailto:apriadi579@gmail.com)

## ARTICLE INFO

Received: 31 Juli 2021  
Revision: 15 Oktober 2021  
Accepted: 27 Oktober 2021

### Keywords:

Keywords-1 *Theory Of Constraint*  
Keywords-2 *Rought Cut Capacity Planning*  
Keywords-3 *Software Lindo*

## ABSTRACT

In this era of globalization, the development of technology is increasing rapidly so that many local and foreign companies develop their business in Indonesia. Of course, every company is competing to be in the forefront. Theory of Constraints (TOC) is a new approach to management and continuous improvement in company operations. TOC can help companies to improve performance and better efficiency. PT Arkha Jayanti Persada has a problem with its production system, namely that there is a work center that is experiencing problems or bottlenecks so that it causes delays in the delivery that was previously agreed upon. The available capacity at PT Arkha Jayanti Persada is 237.6, based on the processing that has been done, the Cutting workstation does not meet the available capacity of 341.54. Due to the bottleneck of the Cutting workstation, it is necessary to improve the capacity of the work station so that this capacity is fulfilled and optimal. Based on data processing using the Rought Cut Capacity Planning, which the production capacity has met the available capacity, but the results given are not optimal. To find out whether the results have been optimal, Lindo software is needed. The results of the sensitivity analysis for Lindo can be concluded that the improvement of work station capacity at PT Arkha Jayanti Persada using RCCP has been optimal. It is hoped that the company can implement the improvements that have been made so that in the production process there are no obstacles and no delays in product delivery to consumers.

## 1. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi ini, perkembangan teknologi semakin pesat sehingga banyak perusahaan lokal dan asing mengembangkan bisnisnya di Indonesia. Tentunya setiap perusahaan berlomba-lomba untuk menjadi yang terdepan. Salah satu hal yang dapat menjadikan sebuah perusahaan terdepan adalah sistem produksi yang efisien dan efektif [1], [2].

Perusahaan yang memiliki sistem produksi efisien dan efektif apabila perusahaan tersebut mampu mengelola sumber daya yang ada secara optimal sehingga dapat meningkatkan produktivitas perusahaan. Peranan perusahaan terhadap kinerja pengolahan produksi merupakan suatu hal yang sangat penting dalam sistem produksi, karena tidak ada sesuatu yang dapat diselesaikan tanpa manusia

yang mengerjakan yang ditunjang dengan peralatan (mesin). Kurang efektifnya lini produksi mengakibatkan terjadinya *bottleneck* pada stasiun kerja. Untuk mencapai efisiensi kerja, maka proses *bottleneck* harus diminimalkan [3], [4], [5].

*Theory of constraints* (TOC) adalah pendekatan baru manajemen dan peningkatan berkelanjutan pada operasional perusahaan [6]. Selain itu, TOC dapat membantu perusahaan untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi yang lebih baik. TOC memahami dan mengelola kendala-kendala, kemudian mensubordinasikan semua sumber daya yang bukan merupakan kendala (*nonconstraining resources*) terhadap kebutuhan dari kendala utamanya, dengan tujuan melakukan optimisasi sistem total dari sumber daya [7], [8].



PT Arkha Jayanti Persada adalah perusahaan nasional Indonesia yang bergerak dalam bidang manufaktur produk baja dan mensuplai beberapa industri alat berat dan perusahaan otomotif yang ada di Indonesia. Dalam strategi produksinya, perusahaan menerapkan sistem *make to order*. Di masa sekarang ini, permintaan *customer* selain kualitas dan tampilan produk yang bagus, hal yang paling diutamakan atau yang terpenting dari produk adalah ketepatan produk tersebut sampai ke *customer* sehingga tidak mengecewakan *customer*.

PT Arkha Jayanti Persada memiliki sebuah masalah pada sistem produksinya, yaitu terdapat *work center* yang mengalami kendala atau *bottlenecks* sehingga terdapat kemacetan produksi dan menyebabkan keterlambatan dalam pengiriman yang telah disepakati sebelumnya. Hal ini disebabkan karena *bottlenecks* tidak ditangani dengan benar. Masalah tersebut selama ini ditangani menggunakan pengalaman dari pemilik dan alakadarnya sehingga masalah tersebut belum bisa diselesaikan, dikarenakan pemilik tidak mempunyai metode khusus untuk menangani masalah tersebut.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rahmawati *et al.* [9]. Penelitian ini digunakan metode TOC untuk mengatasi stasiun kerja yang mengalami *bottleneck*. Perhitungan kapasitas maksimum setiap stasiun kerja didapat hasil bahwa stasiun kerja 7 memiliki kapasitas lebih sedikit dibanding stasiun kerja sebelumnya.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Ali *et al.* yaitu pengendalian produksi dan perencanaan kapasitas dengan perhitungan kapasitas unit, namun dari perhitungan kapasitas unit yang diterapkan masih kurang efektifnya dalam mengurangi bahan baku yang menumpuk [10]. *Rough cut capacity planning* (RCCP) digunakan untuk menghitung kebutuhan kapasitas secara kasar dan membandingkannya dengan kapasitas yang tersedia. Nilai optimisasi kapasitas olah sebesar 40,81 ton/jam.

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa dengan TOC, perusahaan dapat melakukan tindakan yang tepat untuk menangani kendala tersebut. Sehingga profitabilitas yang didapat oleh perusahaan dapat maksimal. Tujuan dari penelitian ini adalah mengoptimalkan kapasitas produksi dengan melakukan pendekatan TOC. Dengan mengoptimalkan kapasitas produksi maka *bottleneck* dapat diminimumkan dan perusahaan dapat memenuhi permintaan konsumen.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT. Arkha Jayanti Persada beralamat di Jl. Lanbau No. 8, RT 06 / RW 09, Karang Asem Barat, Citeureup, Bogor, Jawa Barat, 16810 Waktu penelitian mulai dilakukan pada tanggal 13 Agustus 2020–14 September 2020 pada divisi Produksi Plan Reguler. Data yang dikumpulkan yaitu data yang diperoleh secara langsung dengan melakukan pengamatan di PT. Arkha Jayanti Persada mengenai TOC, RCCP, dan *drum buffer rope* untuk

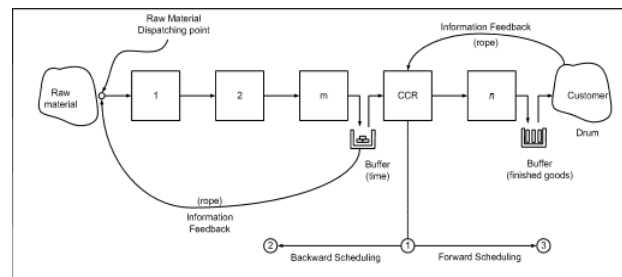
mengetahui kendala dalam proses produksi dan mengatasi kendala tersebut dengan mengoptimalkan kapasitas stasiun kerja.

Untuk metode pengumpulan data yang dilakukan kali ini yaitu data yang dikumpulkan dan diolah sendiri oleh peneliti langsung dari subjek atau objek penelitian, Berdasarkan data yang diambil dari PT. Arkha Jayanti Persada berupa Data Permintaan aktual dari bulan Februari sampai Juli, serta data waktu baku proses pembuatan produk PDS Fender D68.

*The theory of constraints* (TOC) yang diperkenalkan oleh Dr. Eliyahu Goldratt, merupakan suatu filosofi manajemen yang berdasarkan prinsip-prinsip pencapaian peningkatan terus-menerus (*continuous improvement*) melalui pemfokusan perhatian pada kendala system (*system constraint*). Terdapat 5 langkah yang berurutan agar proses perbaikan lebih terfokus dan memberikan pengaruh positif yang lebih baik bagi sistem sebelumnya [11], yaitu:

1. *Identify of constraint*
2. *Exploit the constraint*
3. *Subordinate everything else*
4. *Elevate the constraint*
5. Jika *constraint* telah dihilangkan, kembali ke langkah tiga

Dalam konsep TOC dikenal dengan istilah "*drum-buffer-rope*". *Drum buffer rope* merupakan Teknik TOC yang dimanfaatkan untuk menjadwalkan dan mengelola sistem produksi. Gambar 1 mengilustrasikan konsep *drum buffer rope* dalam sebuah sistem produksi.



Gambar 1. *Drum Buffer Rope*

Menurut Martono pengukuran waktu siklus dilakukan menggunakan metode jam henti atau *stop watch time study* [12]. Pengukuran waktu dilakukan pada proses produksi PDS Fender D68 pada PT Arkha Jayanti Persada. Pengukuran waktu di fokuskan pada stasiun *Cutting, Foming, Machining, Welding, Inspection, Painting* dengan menggunakan alat ukur *stopwatch*.

Untuk menghitung waktu baku, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut.

### (1) Faktor Penyesuaian

Faktor penyesuaian digunakan untuk menyesuaikan ketidakwajaran dan operator yang sedang diukur waktu menyelesaikan pekerjaannya. PT Arkha Jayanti Persada dalam penyesuaian telah menetapkan menggunakan metode Objektif.

- (2) Faktor Kelonggaran  
Kelonggaran diberikan untuk tiga hal, yaitu untuk kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa lelah dan hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan.

- (3) Menghitung waktu Normal dan Waktu Standar

a. Waktu normal (Wn)  

$$Wn = \text{waktu siklus} \times \text{objektif} = X \times (1+Rf) \quad (1)$$

b. Waktu Standar  

$$Ws = Wn \times \frac{100\%}{100\% - \%Allowance} \quad (2)$$

Kapasitas adalah tingkat dimana sistem produktif (tenaga kerja, mesin, stasiun kerja, departemen, pabrik) dapat memproduksi. Kapasitas ditetapkan dalam satuan unit output per unit terhadap waktu. Kapasitas tersedia merupakan kapasitas yang dibutuhkan dan tersedia dalam memenuhi jadwal produksi. Persamaan yang digunakan untuk menghitung ketersediaan kapasitas ialah:

$$\text{Kapasitas Tersedia} = \text{Jumlah Hari Kerja} \times \text{Jam kerja} \times \text{Efisiensi} \times \text{Utilitas} \times \text{Jumlah mesin dan Operator} \quad (3)$$

#### 1. Kapasitas Per Hari

Kapasitas per hari adalah tingkat kapasitas produktif yang dapat memenuhi jadwal produksi yang dihitung berdasarkan hari kerja dengan menggunakan waktu normal dan waktu lembur yang digunakan dalam waktu operasional perusahaan.

$$\text{Kapasitas Tersedia} = ((\text{Waktu normal} + \text{waktu lembur}) \times 90\%) \quad (4)$$

#### 2. Waktu Efektif Kerja

Waktu efektif kerja adalah jumlah waktu kerja formal karyawan agar dapat menyelesaikan pekerjaan tepat waktu serta memaksimalkan waktu kerja guna mendapatkan hasil kerja yang cerdas, efisien dan hasil produktivitas yang lebih maksimal.

#### 3. Takt Time

Takt time adalah waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit, dari proses material (satu part atau satu bagian) sampai proses *assembly* sebagai produk (kendaraan).

$$TT = \frac{\text{Total Waktu Efektif Kerja}}{\text{Permintaan Aktual Terbesar}} \quad (5)$$

#### 4. Rasio Produksi

Rasio produksi adalah jumlah unit yang diproduksi selama 1 bulan. Produk PDS Fender terbagi menjadi 2 produk yaitu Fender RH dan Fender LH.

#### 5. Volume Produksi Harian

Volume produksi harian adalah jumlah produk yang dihasilkan selama 1 hari kerja.

$$\text{Vol. Produksi} = \frac{\text{Waktu Efektif}}{\text{Takt Time}} \quad (6)$$

#### 6. Efisiensi dan Utilisasi Tiap Stasiun Kerja

Perhitungan Efisiensi dan Utilization dilakukan untuk mengetahui kemampuan mesin dalam beroperasi. Perlu dicatat bahwa angka utilisasi tidak dapat melebihi 1,0 (100%).

$$\text{Efisiensi} = \frac{WN-WS}{WS} \times 100\% \quad (7)$$

$$\text{Utilisasi} = \frac{\text{Waktu yang dibutuhkan tiap SK}}{\frac{\text{Waktu efektif kerja}}{3600}} \times 100\% \quad (8)$$

#### 7. Kapasitas yang dibutuhkan

Kapasitas yang dibutuhkan adalah tingkat output yang dapat di ekspektasi berdasarkan pengalaman, dimasukkan dalam perhitungan aktual dan perencanaan tingkat dari sumber daya seperti tenaga kerja, lembur dan jumlah shift. Rumus perhitungan kapasitas yang dibutuhkan yaitu:

$$\text{Kapasitas} = \frac{\sum \text{Waktu Stasiun Kerja} \times \text{Vol. Produksi Harian}}{60} \quad (9)$$

#### 2.6 Optimalisasi kapasitas stasiun kerja yang mengalami kendala

Menurut KBBI, Optimalisasi adalah proses mengoptimalkan sesuatu, dengan kata lain suatu proses yang menjadikan sesuatu menjadi paling baik atau tinggi.

##### 1. Rought Cut Capacity Planning

RCCP merupakan kapasitas yang dibutuhkan untuk memproduksi JIP (Jadwal Induk Produksi). RCCP digunakan untuk membuat keputusan pada penyesuaian kapasitas serta menghitung kebutuhan kapasitas secara kasar dan membandingkannya dengan kapasitas yang tersedia [13], [14], [15], [16]. Berikut adalah langkah-langkah dalam menggunakan RCCP.

- Memperoleh informasi tentang rencana produksi
- Mengetahui Struktur Produk
- Menghitung Standar Waktu Kerja

$$SRH = \text{Waktu Proses} + \frac{\text{Waktu Setup}}{EPQ} \quad (10)$$

- Menghitung Kebutuhan Sumber Daya (*Bill Of Resource*)

- Menghitung kebutuhan sumber daya spesifik dan membuat laporan

##### 2. Software Lindo

Lindo (*Linear Interaktive Discrete Optimizer*) adalah *software* yang dapat digunakan untuk mencari penyelesaian dari masalah program linear. Prinsip kerja utama Lindo adalah memasukan data, menyelesaikan serta menaksirkan kebenaran dan kelayakan data berdasarkan kebenarannya.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data dilakukan dengan melakukan pendekatan berdasarkan prinsip perbaikan *theory of constraint*. Perbaikan untuk mengoptimalkan

kapasitas stasiun kerja dengan langkah-langkah TOC. Terdapat 5 langkah yang berurutan agar proses perbaikan lebih terfokus dan memberikan pengaruh positif yang lebih baik bagi sistem sebelumnya.

**Tabel 1.** Waktu normal dan waktu standar tiap proses (menit)

Proses	Qty (pcs)	Waktu Pengerjaan		
		WS	WN	WB
Cutting	42	111,9	129,8	172,3
Forming	23	64,4	75,3	100,2
Machining	16	51,5	61,2	81,5
Welding	7	85	101,3	134,8
Inspection	4	16	19	21
Painting	1	30	36	47

**Tabel 2.** Hasil forecast

Bulan	Demand (y)	Forecast
February 2019	64	
March 2019	66	
April 2019	66	65
May 2019	68	66
June 2019	70	67
July 2019	74	69
August 2019	74	72
September 2019	76	74
October 2019	68	75
November 2019	70	72
December 2019	72	69
January 2020	70	71
TOTALS	838	
AVERAGE	69,833	
Next period forecast	71	

**Tabel 3.** Kapasitas tersedia per hari

Tanggal	Waktu Normal (8 x 1x 3600)	Waktu Lembur (8 x 1 x 3600)	Kapasitas Tersedia ((Waktu normal+waktu lembur) x 90%)
2	28800	0	25920
3	28800	0	25920
4	28800	0	25920
5	28800	0	25920
6	28800	28800	51840
7	28800	28800	51840
9	28800	0	25920
10	28800	0	25920
11	28800	0	25920
12	28800	0	25920
13	28800	28800	51840
14	28800	28800	51840
16	28800	0	25920
17	28800	0	25920
18	28800	0	25920
19	28800	0	25920
20	28800	28800	51840
21	28800	28800	51840
23	28800	0	25920
24	28800	0	25920
25	28800	0	25920
26	28800	0	25920
27	28800	28800	51840
28	28800	28800	51840
30	28800	0	25920

**Tabel 4.** Waktu efektif kerja

Hari	Jam Normal	Jam Lembur	Total Waktu Jam Kerja	Waktu Efektif Kerja (Total waktu kerja x 90%)
Senin	28800	0	28800	25920
Selasa	28800	0	28800	25920
Rabu	28800	0	28800	25920
Kamis	28800	0	28800	25920
Jumat	28800	28800	57600	51840
Sabtu	28800	28800	57600	51840
Senin	28800	0	28800	25920
Selasa	28800	0	28800	25920
Rabu	28800	0	28800	25920
Kamis	28800	0	28800	25920
Jumat	28800	28800	57600	51840
Sabtu	28800	28800	57600	51840
Senin	28800	0	28800	25920
Selasa	28800	0	28800	25920
Rabu	28800	0	28800	25920
Kamis	28800	0	28800	25920
Jumat	28800	28800	57600	51840
Sabtu	28800	28800	57600	51840
Senin	28800	0	28800	25920
Selasa	28800	0	28800	25920
Rabu	28800	0	28800	25920
Kamis	28800	0	28800	25920
Jumat	28800	28800	57600	51840
Sabtu	28800	28800	57600	51840
Senin	28800	0	28800	25920
Total	720000	230400	950400	855360

3.1 Identify of constraint

Kegiatan Identifikasi *constraint* berarti mengidentifikasi elemen atau faktor yang membatasi peningkatan kinerja sistem terkait dengan pencapaian sistem. Kemacetan produksi di PT. Arkha Jayanti Persada bersumber dari 7 faktor yaitu keadaan pasar (*market*), keterbatasan kapasitas mesin (*capacity*), permainan bagian marketing (*politic*), kekurangan bahan baku (*raw material*), keterlambatan pengiriman dari supplier (*logistic*), perilaku karyawan (*behavioral*), dan kesalahan dalam perencanaan produksi (*administrative*).

3.2 Exploit the constraint

Eksplorasi *constraint* merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengoptimalkan sumber daya yang ada sehingga kinerja dari *constraint* dapat maksimal. Kegiatan ini memutuskan bagaimana cara mengungkapkan kendala sistem melalui memaksimalkan performansi sistem berdasarkan kendala yang diidentifikasi dalam langkah 1. Langkah-langkah yang dilakukan dalam *exploit the constraint* adalah penentuan waktu normal dan waktu standar (Tabel 1), melakukan peramalan permintaan (Tabel 2), penghitungan kapasitas tersedia (Tabel 3), penghitungan takt time, dan penentuan waktu efektif kerja (Tabel 4). Peramalan adalah alat yang ampuh yang dapat digunakan di setiap area fungsional bisnis.

Manajer produksi menggunakan peramalan untuk memandu strategi produksi dan pengendalian inventaris mereka [17]. Dari data permintaan produk PDS Fender bulan Februari 2019 sampai Januari 2020, maka akan dilakukan peramalan jumlah permintaan produk untuk satu tahun ke depan. Metode peramalan yang digunakan adalah metode

Moving Average dengan menggunakan Software Pom Qm.

Takt Time

$$TT = \frac{\text{Total Waktu Efektif Kerja}}{\text{Permintaan Aktual Terbesar}} \quad (11)$$

$$TT = \frac{855360}{76} \quad (12)$$

$$TT = 11254,7 \text{ Detik/unit}$$

**Tabel 5.** Volume produksi harian

Hari	Vol. Produksi	Fender D68 RH	Fender D68 LH
Senin	2	1	1
Selasa	2	1	1
Rabu	2	1	1
Kamis	2	1	1
Jumat	5	2	2
Sabtu	5	2	2
Senin	2	1	1
Selasa	2	1	1
Rabu	2	1	1
Kamis	2	1	1
Jumat	5	2	2
Sabtu	5	2	2
Senin	2	1	1
Selasa	2	1	1
Rabu	2	1	1
Kamis	2	1	1
Jumat	5	2	2
Sabtu	5	2	2
Senin	2	1	1
Selasa	2	1	1
Rabu	2	1	1
Kamis	2	1	1
Jumat	5	2	2
Sabtu	5	2	2
Senin	2	1	1

Berdasarkan perhitungan diatas, maka PT Arkha Jayanti Persada untuk menyelesaikan 1 unit produk PDS fender dibutuhkan waktu sebesar 11254,7 detik/unit atau 3 jam/unit. Jumlah unit masing-masing produk yang dihasilkan per bulan adalah PDS Fender D68 RH sebanyak 40 unit dan PDS Fender D68 LH sebanyak 36 Unit.

**Tabel 7.** Kebutuhan kapasitas stasiun kerja

No	Stasiun Kerja	Kapasitas yang dibutuhkan	Kapasitas Tersedia	Kekurangan/Kelebihan Kapasitas	Keterangan
1	Cutting	341,54		-103,94	Tidak Terpenuhi
2	Forming	191,54		46,06	Terpenuhi
3	Machining	155,18	237,6	82,42	Terpenuhi
4	Welding	201,41		36,19	Terpenuhi
5	Inspection	43,42		194,18	Terpenuhi
6	Painting	64,60		173,00	Terpenuhi

3.3 Subordinate everything else

Setelah *constraint* berhasil diidentifikasi, hal selanjutnya yang perlu dilakukan adalah mengelola sumber daya *nonconstraint* berdasarkan *constraint* yang ada. Sumber daya *nonconstraint* harus dikelola sehingga *constraint* dapat diutilisasi sampai titik

Jumlah produk yang dihasilkan selama 1 hari kerja pada PT Arkha Jayanti Persada dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa jumlah unit yang dihasilkan selama 1 hari kerja dengan adanya waktu lembur sebesar 2-5 unit per hari. Dengan demikian, rasio produksi PDS Fender D68 RH dan LH dihitung menggunakan persamaan (13) dan (14).

$$\text{Rasio Produksi PDS Fender D68 RH} = \frac{40}{76} = 0,53 \quad (13)$$

$$\text{Rasio Produksi PDS Fender D68 LH} = \frac{36}{76} = 0,47 \quad (14)$$

1. Efisiensi dan Utilisasi Tiap Stasiun Kerja  
Perhitungan efisiensi dan utilisasi dari setiap stasiun kerja disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Efisiensi dan utilisasi

Parameter	Hasil
<b>Efisiensi</b>	
Cutting	84 %
Forming	83 %
Machining	81 %
Welding	81 %
Inspection	81 %
Painting	81 %
<b>Utilisasi</b>	
Cutting	144 %
Forming	81 %
Machining	61 %
Welding	85 %
Inspection	18 %
Painting	27 %

2. Kebutuhan Kapasitas Stasiun Kerja

Hasil rekapitulasi perhitungan kebutuhan kapasitas untuk keseluruhan stasiun kerja dapat dilihat pada tabel 7. Berdasarkan tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa stasiun kerja *Cutting* tidak memenuhi kapasitas yang tersedia atau telah terjadi *bottleneck* (kendala). Dikarenakan stasiun kerja *Cutting* terjadi *bottleneck*, diperlukan perbaikan kapasitas stasiun kerja agar kapasitas tersebut menjadi terpenuhi dan optimal.

optimal. *Buffer time* adalah waktu yang dijadikan penyangga dengan tujuan untuk melindungi laju produksi (*Troughput*) sistem dari gangguan yang selalu terjadi dalam sistem produksi. Perhitungan *buffer time* disajikan pada persamaan (15) adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Buffer Time} &= \text{Jumlah Lead Time (WS)} \times 25 \% \\
 &= 0,091 \times 25 \% \\
 &= 0,022 \qquad (15)
 \end{aligned}$$

Sehingga dapat digambarkan dalam bentuk Drum Buffer Rope yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Drum Buffer Rope

Berdasarkan layout di atas terjadi *bottleneck* distasiun kerja *cutting*. Karna terjadi *bottleneck* di stasiun kerja tersebut sehingga menyebabkan adanya penumpukan atau terjadinya penghambatan, maka di beri *buffer time*/waktu jeda dan melakukan umpan balik informasi di setiap stasiun kerja yang memiliki hambatan atau penumpukan, sehingga proses aliran di stasiun kerja dapat terus berjalan sampai produksi selesai.

3.4 Elevate the Constraint

*Elevate the constraint* berarti meningkatkan kapasitas dari *constraint* guna meningkatkan *troughtput* dari sistem secara keseluruhan. Pada tahap ini *improvement* dilakukan dengan mengoptimalkan meningkatkan kapasitas melalui optimasi dengan cara berpikir *think lik there is no box*.

Hasil rekapitulasi kebutuhan kapasitas yang terlihat pada Tabel 7. Stasiun kerja *Cutting* tidak memenuhi kapasitas yang terjadi, sehingga diperlukan perbaikan. Perbaikan yang dapat dilakukan adalah mengoptimalkan kapasitas tersebut, maka perbaikannya adalah dengan melakukan perencanaan kebutuhan kapasitas menggunakan metode RCCP dan penggunaan *Software Lindo* untuk mengetahui bahwa perbaikan kapasitas telah optimal.

Kebutuhan kapasitas pada RCCP masih didasarkan pada kelompok produk, bukan produk per produk dan tidak memperhitungkan jumlah persediaan yang telah ada. Berikut adalah langkah-langkah dalam menggunakan RCCP.

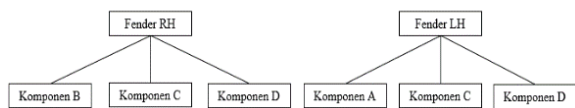
Tabel 8. Data MPS Pembuatan Produk PDS Fender D68

Bulan	MPS	Satuan
Februari 2019	64	Unit
Maret 2019	66	Unit
April 2019	66	Unit
Mei 2019	68	Unit
Juni 2019	70	Unit
Juli 2019	74	Unit
Agustus 2019	74	Unit
September 2019	76	Unit
Oktober 2019	68	Unit
November 2019	70	Unit
Desember 2019	72	Unit
Januari 2020	70	Unit
Jumlah	838	Unit

- a. Mengetahui Rencana Produksi  
Data Produksi PDS Fender D68 yang akan digunakan sebagai input yaitu data Master Production Schedule (MPS) untuk dua belas bulan ke depan yaitu bulan Februari 2019 sampai Januari 2020 dapat dilihat pada Tabel 8.
- b. Mengetahui Struktur Produk  
Struktur Produk adalah gambaran penyusun suatu produk yang terdiri dari beberapa item/komponen. Komponen penyusun produk PDS Fender RH dan LH yang terlihat pada Gambar 4.3 berikut.
- c. Menghitung Standar Waktu Kerja  
Berikut ini berisi standar jam kerja pada pembuatan produk PDS Fender RH dan LH, dengan melihat *Economic Production Quantity* (EPQ) yang sudah ditetapkan oleh perusahaan.

Tabel 9. Data routing

Item	Operasi	Waktu Set Up	Waktu Proses	EPQ	Standard Run Hours (Jam/unit)
Fender RH	Assembly	0	1,33	40	1,33
Fender LH	Assembly	0	1,50	36	1,50
Komponen A	Cutting	0,25	0,10	25	0,11
	Forming	0,33	0,06		0,07
	Welding	0,28	0,24		0,25
Komponen B	Cutting	0,33	0,45	20	0,46
	Forming	0,25	0,43		0,44
	Machining	0,23	0,08		0,09
	Welding	0,25	0,72		0,73
Komponen C	Cutting	0,33	0,91	25	0,92
	Forming	0,38	0,32		0,33
	Machining	0,17	0,53		0,54
	Welding	0,25	0,40		0,41
Komponen D	Cutting	0,35	1,23	25	1,25
	Forming	0,33	0,68		0,70
	Machining	0,27	0,69		0,70
	Welding	0,30	0,47		0,49



**Gambar 3.** Struktur Produk PDS Fender RH dan LH

Selanjutnya menghitung kebutuhan SRH untuk setiap komponen penyusun produk PDS Fender RH dan LH. Rumus menghitung kebutuhan SRH yaitu:  $SRH \text{ per unit} \times \text{Jumlah Item Komponen yang dibutuhkan dalam menyusun produk}$

**Tabel 10.** Standar Run Hours untuk setiap komponen produk pada tiap stasiun kerja

Item	Operasi	SRH per unit (jam/unit)	Jumlah Item	Kebutuhan SRH (jam/unit)
Fender RH	Assembly	1,33	1	1,33
Fender LH	Assembly	1,50	1	1,50
Komponen A	Cutting	0,11	2	0,23
	Forming	0,07		0,14
	Welding	0,25		0,50
	Cutting	0,46		0,93
Komponen B	Forming	0,44	2	0,89
	Machining	0,09		0,19
	Welding	0,73		1,46
	Cutting	0,92		0,92
Komponen C	Forming	0,33	1	0,33
	Machining	0,54		0,54
	Welding	0,41		0,41
	Cutting	1,25		1,25
Komponen D	Forming	0,70	1	0,70
	Machining	0,70		0,70
	Welding	0,49		0,49

Bill of resource adalah menggambarkan daftar kebutuhan sumber daya seperti tenaga kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu produk. Kebutuhan sumber daya pada proses pembuatan PDS Fender RH dan LH dapat dilihat pada Tabel 11.

**Tabel 11.** Kebutuhan sumber daya (bill of resource/bill of capacity)

Stasiun kerja	SRH untuk Produk	
	Fender RH	Fender LH
Assembly	1,33	1,33
Cutting	3,09	2,39
Forming	1,92	1,92
Machining	1,42	1,42
Welding	2,35	1,39

**Tabel 12.** Total kebutuhan kapasitas

Stasiun kerja	Kapasitas Yang dibutuhkan											Rata-rata
	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agt	Sept	Nov	Des	Jan	
Assembly	101,33	85,33	86,67	88,00	93,33	98,67	100,00	101,33	100,00	96,00	93,33	208,80
Cutting	209,72	175,43	177,82	180,21	191,87	202,84	207,33	209,72	203,12	197,36	191,87	429,46
Forming	118,74	98,73	99,90	101,07	107,99	114,16	117,57	118,74	113,09	111,07	107,99	241,81
Machining	101,41	85,08	86,32	87,56	93,06	98,38	100,18	101,41	99,05	95,72	93,06	208,25
Welding	144,14	119,76	121,15	122,54	130,98	138,47	142,75	144,14	136,97	134,73	130,98	293,32

Untuk dapat menguji apakah hasil yang didapat telah optimal, maka peneliti menggunakan software Lindo agar dapat mengetahui perbaikan yang dilakukan telah optimal. Dalam memproduksi kedua produk diperlukan beberapa proses yaitu Assembly, Cutting, Forming, Machining dan Welding. Ketersediaan kapasitas paling sedikit proses Assembly adalah 101,33, proses Cutting adalah 209,72, proses Forming adalah

Berikut adalah laporan kebutuhan kapasitas mesin berdasarkan analisis RCCP ditunjukkan pada Tabel

1. Optimalisasi Perbaikan Kapasitas Menggunakan Software Lindo

PT Arkha Jayanti Persada memiliki sebuah pabrik yang memproduksi 2 jenis produk, yaitu Fender RH dan Fender LH. Dalam proses pembuatannya terjadi kendala produksi yang menyebabkan keterlambatan pengiriman ke konsumen, maka diperlukan perbaikan kapasitas stasiun kerja. Perbaikan yang dilakukan yaitu dengan menggunakan metode RCCP, akan tetapi hasil yang didapat belum bisa dikatakan optimal.

118,74, proses Machining adalah 101,41, dan proses Welding adalah 144,14. Kebutuhan setiap proses pembuatan produk dilihat dalam Tabel 12. Masalah pada PT Arkha Jayanti Persada adalah bagaimana kapasitas stasiun kerja yang akan memproduksi produk PDS Fender RH dan LH bisa optimal.

**Tabel 12.** Kebutuhan setiap proses pembuatan produk

Proses/Produk	SRH Produk		Minimum Ketersediaan
	Fender RH	Fender LH	
Assembly	1,33	1,33	101,33
Cutting	3,09	2,39	209,72
Forming	1,92	1,17	118,74
Machining	1,42	1,24	101,41
Welding	2,35	1,39	144,14

Untuk menentukan solusi optimal, maka digunakan metode *linear programming* untuk menyelesaikan perencanaan kapasitas. Penggunaan metode ini digunakan di berbagai penelitian antara lain pada perencanaan kapasitas di pabrik roti [18], perencanaan bahan baku dan barang jadi [19], perencanaan produksi [20], dan perencanaan kapasitas produksi sepatu [21]. Langkah-langkah pemecahan masalah menggunakan metode *linear programming* adalah sebagai berikut.

a. Menentukan Variabel Keputusan

$x = \text{Fender RH}$

$y = \text{Fender LH}$

b. Fungsi Tujuan

$Z_{\text{Min}} = x + y$

c. Fungsi Kendala/Batasan

1.  $1,33x + 1,33y \leq 101,33$

2.  $3,09x + 2,39y \leq 209,72$

3.  $1,92x + 1,17y \leq 118,74$

4.  $1,42x + 1,24y \leq 101,41$

5.  $2,35x + 1,39y \leq 144,14$

Ketersediaan Kapasitas Perusahaan:  $x + y \leq 237,6$

$x \geq 0$

$y \geq 0$

d. Hasil Output

Berikut adalah tampilan input *Software Lindo*

```

min x + y
subject to
  1.33x + 1.33y < 101.33
  3.09x + 2.39y < 209.72
  1.92x + 1.17y < 145.60
  1.42x + 1.24y < 108.14
  2.35x + 1.39y < 144.14
end
    
```

**Gambar 4.** Input *Software Lindo*

Pada Gambar 5 dapat dilihat hasil output *saensitivity* yang ditunjukkan dibawah ini yaitu:

a) *Objective Function Value*

Nilai yang tertera pada *Objective Function Value* merupakan solusi optimal dari fungsi objektif. Dalam hal ini, solusi optimal tercapai pada  $x = 0$  dan  $y = 0$ , sehingga  $Z = x + y = 0$ .

b) *Slack or surplus*

Nilai slack pada *Assembly* adalah 101,33, proses *Cutting* adalah 209,72, proses *Forming* adalah 118,74, proses *Machining* adalah 101,41, dan proses *Welding* adalah

144,14. Ini berarti bahwa input ini tidak semua digunakan dan strategi produksi yang optimal.

c) *Dual Prices*

Harga dual menunjukkan kontribusi keuntungan bila kapasitas suatu input dinaikkan. Nilai dual masing-masing 0. Artinya, hal ini mengindikasikan bahwa meskipun kapasitas dinaikkan, keuntungan tidak meningkat. Ini disebabkan karena pada strategi optimal, kapasitas stasiun kerja belum dimanfaatkan semua sehingga bila kapasitas ditingkatkan akan sia-sia saja.

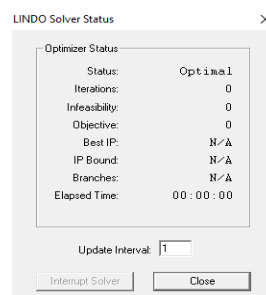
```

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0
OBJECTIVE FUNCTION VALUE
  1)  0.0000000E+00
VARIABLE      VALUE      REDUCED COST
  X            0.000000      1.000000
  Y            0.000000      1.000000
ROW  SLACK OR SURPLUS      DUAL PRICES
  2)  101.330002            0.000000
  3)  209.720001            0.000000
  4)  145.600006            0.000000
  5)  108.139999            0.000000
  6)  144.139999            0.000000
NO. ITERATIONS= 0
RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:
VARIABLE      CURRENT      OBJ COEFFICIENT RANGES      ALLOWABLE      ALLOWABLE
              COST              INCREASE      DECREASE
  X            1.000000      INFINITY          1.000000
  Y            1.000000      INFINITY          1.000000
ROW           CURRENT      RIGHTHAND SIDE RANGES      ALLOWABLE      ALLOWABLE
              RHS              INCREASE      DECREASE
  2)          101.330002      INFINITY          101.330002
  3)          209.720001      INFINITY          209.720001
  4)          145.600006      INFINITY          145.600006
  5)          108.139999      INFINITY          108.139999
  6)          144.139999      INFINITY          144.139999
    
```

**Gambar 5.** Analisis *sensitivity*

*Objective function coefficient Ranges*

Solusi optimal masih berada pada  $x = 0$  dan  $y = 0$ .



**Gambar 6** *Lindo Solver Status*

d) *Righthand side Ranges*

Bila kapasitasnya diturunkan atau dinaikkan berapa saja, tidak akan mengubah keuntungan.

Berdasarkan Gambar 6 dan hasil analisis sensitivitas dapat disimpulkan bahwa perbaikan kapasitas stasiun kerja pada PT Arkha Jayanti Persada menggunakan RCCP telah optimal. Diharapkan perusahaan dapat menerapkan perbaikan yang telah dilakukan sehingga dalam proses produksi tidak terjadi kendala dan tidak terjadi keterlambatan dalam pengiriman produk ke konsumen. Dengan adanya perbaikan untuk mengurangi *bottleneck* ini, keterlambatan pengiriman barang ke pelanggan dapat dikurangi dan dapat meningkatkan kepercayaan pelanggan [21].

Suatu sistem pasti memiliki setidaknya satu *constraint*, setelah *constraint* dihilangkan, sistem pasti memiliki *constraint* yang baru. Ketika hal ini terjadi, yang harus dilakukan adalah mengulangi proses langkah tiga untuk peningkatan terus menerus.



#### 4. KESIMPULAN

Setelah melakukan indentifikasi masalah kendala dalam proses sistem produksi produk PDS Fender pada PT Arkha Jayanti Persada dengan melakukan pendekatan pada prinsip *theory of constraint* bahwa kapasitas produksi menjadi kendala dalam proses produksi. Hal ini terjadi karena keterbatasan mesin dalam menghasilkan output, karena keterbatasan kapasitas mesin ini sehingga terjadi kemacetan produksi, dikarenakan kapasitas yang dibutuhkan melebihi batas kapasitas yang tersedia dalam memenuhi jadwal produksi.

Tindakan yang dapat dilakukan agar kendala tersebut dapat diperbaiki yaitu dengan meningkatkan kapasitas produksi dengan menambah beberapa unit mesin dan menambah tenaga kerja dan melakukan pengoptimalan kapasitas stasiun kerja yang mengalami kendala (*Bottleneck*). Upaya pengoptimalan mesin *bottleneck* yang terdapat pada stasiun kerja *cutting* dilakukan berdasarkan *contribution rate (throughput)*. Terdapat 3 alternatif yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan sistem *bottleneck* yaitu membeli beberapa unit mesin *cutting*, menambahkan *economic production quantity* pada tiap komponen struktur produk dan menambahkan *buffer time* pada stasiun kerja yang mengalami kendala.

Perhitungan Efisiensi dan Utilization dilakukan untuk mengetahui kemampuan mesin dalam beroperasi. Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan pada mesin *cutting* nilai utilitasnya sebesar 144%, pada mesin *forming* nilai utilitasnya sebesar 81%, pada mesin *machining* nilai utilitasnya sebesar 65%, pada mesin *welding* nilai utilitasnya sebesar 85%, pada *inspection* nilai utilitasnya sebesar 18%, dan pada mesin *painting* nilai utilitasnya sebesar 27%. Sedangkan nilai efisiensinya pada mesin *cutting* nilai efisiensinya sebesar 84%, pada mesin *forming* nilai efisiensinya sebesar 83%, pada mesin *machining* nilai efisiensinya sebesar 81%, pada mesin *welding* nilai efisiensinya sebesar 81%, pada *inspection* nilai efisiensinya sebesar 81%, dan pada mesin *painting* nilai efisiensinya sebesar 81%.

Tindakan yang dapat dilakukan agar kapasitas produksi dapat optimal yaitu dengan menggunakan metode *Rough Cut Capacity Planning* dan menguji hasil tersebut menggunakan *software Lindo*. Pada RCCP diperlukan memperoleh informasi tentang struktur produk, memperoleh waktu standar kerja berdasarkan *Economic Production Quantity* pada tiap komponen struktur produk, Menentukan kebutuhan sumber daya (*bill of resource*), dan menghitung kebutuhan kapasitas. Berdasarkan hasil analisis *sensitivity* menggunakan *Software Lindo* dapat disimpulkan bahwa perbaikan kapasitas stasiun kerja pada PT Arkha Jayanti Persada menggunakan RCCP telah optimal.

#### REFERENCES

- [1] T. Yang, Y. Kuo, C.-T. Su, and C.-L. Hou, "Lean production system design for fishing net manufacturing using lean principles and simulation optimization," *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 34, pp. 66–73, Jan. 2015, doi: 10.1016/j.jmsy.2014.11.010.
- [2] J. Black, "Design rules for implementing the Toyota Production System," *International Journal of Production Research*, vol. 45, no. 16, pp. 3639–3664, 2007, doi: 10.1080/00207540701223469.
- [3] S. J. Mason, J. W. Fowler, and W. Matthew Carlyle, "A modified shifting bottleneck heuristic for minimizing total weighted tardiness in complex job shops," *Journal of Scheduling*, vol. 5, no. 3, pp. 247–262, 2002, doi: 10.1002/jos.102.
- [4] I. K. Sriwana, I. A. Marie, and Yulius, "Usulan perbaikan kapasitas produksi dengan pendekatan theory of constraint pada divisi tekstil PT. Mulia Knitting Factory," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 4, no. 2, May 2017, doi: 10.24912/jitiuntar.v4i2.494.
- [5] R. Ekawati, A. Ridwan, and Y. Ferdian, "Usulan penerapan metode Aslan's frequency algorithm dan Aslan's point algorithm berdasarkan prinsip theory of constraint untuk mengalokasikan sumber daya di PT. XYZ," *Journal Industrial Servicess*, vol. 1, no. 2, Feb. 2016, doi: 10.36055/jiss.v1i2.1546.
- [6] Z. F. Hunusalela, "Usulan penjadwalan produksi dengan menggunakan theory of constraint pada bagian welding rear body PT Krama Yudha Ratu Motor," *Faktor Exacta*, vol. 6, no. 1, pp. 70–86, Sep. 2015, doi: 10.30998/faktorexacta.v6i1.219.
- [7] Y. Spector, "Theory of constraint methodology where the constraint is the business model," *International Journal of Production Research*, vol. 49, no. 11, pp. 3387–3394, Jun. 2011, doi: 10.1080/00207541003801283.
- [8] C.-M. Tsou, "On the strategy of supply chain collaboration based on dynamic inventory target level management: A theory of constraint perspective," *Applied Mathematical Modelling*, vol. 37, no. 7, pp. 5204–5214, Apr. 2013, doi: 10.1016/j.apm.2012.10.031.
- [9] D. Rahmawati, P. Puryani, and E. Nursubiyantoro, "Optimalisasi kapasitas stasiun kerja dengan penerapan theory of constraints (TOC)," *OPSI*, vol. 12, no. 1, pp. 12–19, 2019, doi:https://doi.org/10.31315/opsi.v12i1.2828.
- [10] A. M. Ali, A. Saputra, J. Putra, "Optimisasi kinerja mesin pengolahan tandan buah segar menggunakan metode RCCP (Studi kasus PT. Karya Tanah Subur)," *Jurnal Optimalisasi*, vol. 3, no. 4, pp. 17–27, 2017, doi: 10.35308/jopt.v3i4.217.
- [11] M. Mulyono, *Model terintegrasi berbasis teori konstrain optimasi meningkatkan kinerja sistem*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2018.
- [12] V. R. Martono, *Analisis produktivitas dan efisiensi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2019.
- [13] F. A. Reicita, "Analisis perencanaan produksi pada PT. Armstrong Industri Indonesia dengan metode forecasting dan agregat planning," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 7, no. 3, pp. 160–168, 2019, doi: 10.24912/jitiuntar.v7i3.6340.
- [14] A. Matswaya, B. Sunarko, R. Widuri, and S. Indriati, "Analisis perencanaan kapasitas produksi dengan metode rough cut capacity planning (RCCP) pada pembuatan produk kasur busa (Studi pada PT. Buana Spring Foam di Purwokerto)," *Performance: Jurnal Personalia, Finansial, Operasional, Marketing dan Sistem Informasi*, vol. 26, no. 2, pp. 128–142, Aug. 2019, doi: 10.20884/1.jp.2019.26.2.1624.
- [15] A. Sugiarna, "Analisis perencanaan kapasitas produksi dengan menggunakan metoda rough cut capacity planning pendekatan CPOF di PT. XYZ," *Sistemik : Jurnal Ilmiah Nasional Bidang Ilmu Teknik*, vol. 9, no. 2, pp. 28–32, Dec. 2021, doi: 10.53580/sistemik.v9i02.61.
- [16] I. Iksan, "Analisa perencanaan kapasitas produksi pada pt. muncul abadi dengan metode rough cut capacity planning," *Matrik: Jurnal Manajemen dan Teknik Industri Produksi*, vol. 8, no. 2, pp. 91–99, Jun. 2018, doi: 10.30587/matrik.v8i2.375.
- [17] R. K. Sihotang and A. Wirangga, "Perencanaan kapasitas produksi dengan metode capacity requirement planning di teaching factory manufacture electronics Politeknik Negeri Batam," *Journal of Applied Business Administration*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2017, doi: 10.30871/jaba.v1i1.1254.

- [18] R. A. Hasmi, "Optimasi perencanaan produksi dengan menggunakan metode linear programming pada CV. Aceh Bakery," *Jurnal Optimalisasi*, vol. 1, no. 1, Sep. 2018, doi: [10.35308/jopt.v1i1.168](https://doi.org/10.35308/jopt.v1i1.168).
- [19] M. Handayani and E. K. Dewi, "Perencanaan bahan baku dan hasil produksi menggunakan metode linier programming simplek," *Business Management Journal*, vol. 12, no. 2, Jun. 2017, doi: [10.30813/bmj.v12i2.430](https://doi.org/10.30813/bmj.v12i2.430).
- [20] A. P. E and B. Asmono, "Penerapan Metode Linier Programming untuk Membuat Perencanaan Produksi yang Optimal," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 1, no. 2, pp. 164-173, 2000, doi: [10.22219/JTIUMM.Vol1.No2.164-173](https://doi.org/10.22219/JTIUMM.Vol1.No2.164-173).
- [21] E. Yusnita and J. Juarni, "Optimasi Perencanaan Produksi Sepatu Kulit Dengan Menggunakan Linier Programming," *Journal of Industrial and Manufacture Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 1-6, 2018, doi: [10.31289/jime.v2i1.2423](https://doi.org/10.31289/jime.v2i1.2423).
- [21] A. Bachtiar, "Inventory control indirect material: EOQ model, efektivitas produksi," *EKOMBIS REVIEW: Jurnal Ilmiah Ekonomi dan Bisnis*, vol. 5, no. 2, Jul. 2017, doi: [10.37676/ekombis.v5i2.379](https://doi.org/10.37676/ekombis.v5i2.379).