

**MINIMASI *BOTTLENECK* DAN PENINGKATAN *PROFIT*  
PADA PRODUKSI *VELG* TIPE *D520N* DAN *P165* DENGAN  
PENDEKATAN METODE *THEORY OF CONSTRAINT* PADA  
PT *YYY***

***MINIMIZING BOTTLENECKS AND INCREASING PROFITS IN  
TYPES D520N AND P165 WHEEL PRODUCTION BY  
APPLYING THEORY OF CONSTRAINT METHOD AT PT YYY***

Lina Gozali, Andres, Hendri Chie

Program Studi Teknik Industri Universitas Tarumanagara  
Universitas Tarumanagara - Jakarta, Indonesia  
ligoz@gmail.com

**Abstrak**

*Velg* merupakan salah satu bagian yang penting dalam berkendara. PT *YYY* merupakan salah satu industri yang bergerak di bidang manufaktur produksi *velg*. Dikarenakan jumlah produksi yang besar dan membutuhkan waktu yang lama, seringkali terjadi *bottleneck* sehingga *cost* yang dikeluarkan menjadi lebih besar untuk memenuhi kebutuhan produk yang belum sempat diproduksi diakibatkan oleh *bottleneck*. Untuk memenuhi produksi yang tertunda namun dengan *cost* yang lebih rendah, maka dilakukan penelitian dengan menggunakan pendekatan *Theory of Constraint* (TOC). Berdasarkan data yang sudah dikumpulkan atau data *input*, dilakukan perhitungan waktu siklus untuk mengetahui apakah dengan waktu siklus tersebut semua unit yang akan diproduksi sesuai atau berada di bawah kapasitas yang ada. Selanjutnya dihitung dengan menggunakan alternatif dari metode TOC untuk meminimumkan *bottleneck* yang terjadi dalam proses produksi dan dengan metode TOC ini pula akan diketahui seberapa besar biaya yang akan dikeluarkan setelah *bottleneck* diminimumkan. Perhitungan biaya ini akan dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan saat proses produksi masih mengalami *bottleneck* agar dapat diketahui apakah perusahaan mengalami keuntungan atau kerugian dengan menggunakan metode TOC ini.

**Kata Kunci:** *Bottleneck, TOC, pengurangan biaya, keuntungan.*

**Abstract**

*Wheels is an important part in driving. PT. YYY is an industry engaged in the manufacturing production of wheels. This company produces different wheels on a daily basis. However, due to the large number of production which requires a long production time, bottleneck often occurs resulting in the high cost incurred to finish the delayed production. To reduce the delayed production cost, a study employing the Theory of Constraint approach was considered necessary. Based on the data gathered, cycle time calculation was performed to examine whether all units to be produced had met the existing capacity of the given cycle time. An alternative method of TOC was further applied to minimize bottleneck during the production process. The TOC method also aided in identifying the cost when the bottleneck had been minimized. The cost incurred during the bottleneck production was compared to that of when the bottleneck had been reduced to unravel whether the company experienced gains or losses when the TOC was implemented.*

**Keyword:** *Bottleneck, TOC, Cost reduction, Profit.*

Tanggal Terima Naskah : 26 Agustus 2015  
Tanggal Persetujuan Naskah : 08 Oktober 2015

## 1. PENDAHULUAN

PT YYY merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam industri manufaktur, dimana kegiatan perusahaan ini, antara lain memproduksi *velg* kendaraan roda empat, *casting product*, dan inspeksi *velg* impor. Dari kegiatan produksi tersebut, yang memiliki proses produksi paling panjang adalah produksi *velg* kendaraan roda empat. Dengan memiliki proses yang lebih panjang dan membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan kegiatan yang lain, maka sering terjadi *bottleneck* pada kegiatan proses produksi *velg*. Masalah yang dapat diakibatkan dari kendala ini adalah waktu pengiriman barang tidak sesuai dengan yang dijadwalkan sehingga biaya yang dikeluarkan untuk melakukan kegiatan produksi akan meningkat, akibatnya *profit* yang didapatkan oleh perusahaan akan menjadi semakin kecil dari yang diharapkan.

Dalam penelitian ini, akan dibahas mengenai pencegahan dan pengurangan kejadian *bottleneck* di lini produksi *velg* pada PT YYY yang berlokasi di Jl. Gaya Motor Raya-Sunter II. Tujuan keseluruhan dari kegiatan efisiensi ini adalah mendapatkan keuntungan yang lebih besar dan mengurangi biaya yang ditimbulkan dengan menggunakan metode *Theory of Constraint* (TOC).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Pengukuran Kerja

Pengukuran kerja [1] selalu dihubungkan dengan keluaran secara fisik, yaitu produk akhir yang dihasilkan. Produk akhir bisa terdiri dari bermacam-macam tipe produk dan ukuran, terutama dalam suatu industri yang bersifat *job order*. Demikian pula proses yang digunakan dalam industri umumnya terdiri dari bermacam-macam proses produksi yang berbeda-beda. Suatu produk kemungkinan memerlukan lebih dari satu proses pengerjaan dan memunyai banyak jenis produk dalam kegiatan produksi suatu industri.

### 2.2 Tingkat Ketelitian dan Tingkat Kepercayaan

Tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan merupakan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengukur dalam pengukuran tertentu. Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Hal ini biasanya dinyatakan dalam persen (dari waktu penyelesaian sebenarnya yang harus dicari), sedangkan tingkat kepercayaan menunjukkan besarnya kepercayaan pengukur bahwa hasil yang diperoleh telah memenuhi syarat ketelitian, yang juga dinyatakan dalam persen [2].

### 2.3 Faktor Penyesuaian

Terdapat beberapa sistem untuk memberikan *rating* yang umumnya diaplikasikan di dalam aktivitas pengukuran kerja. Salah satunya adalah *Westinghouse System's Rating*. *Westinghouse Company* memperkenalkan kecakapan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*working condition*), dan keajegan (*consistency*) dari operator dalam melakukan pekerjaan sebagai suatu sistem yang memengaruhi *performance* kerja [3]. Waktu yang

ada dinormalkan dengan cara mengalikan waktu siklus yang diperoleh dari pengukuran kerja dengan jumlah keempat dari *rating factor* yang dipilih sesuai dengan *performance* yang ditunjukkan oleh operator.

Tabel 1. *Performance rating* dengan *westinghouse system's rating*

FAKTOR	KELAS	LAMBANG	PENYESUAIAN
KETERAMPILAN ( <i>SKILL</i> )	SUPER SKILL	A1	0,15
		A2	0,13
	EXCELLENT	B1	0,11
		B2	0,08
	GOOD	C1	0,06
		C2	0,03
	AVERAGE	D	0
	FAIR	E1	-0,05
		E2	-0,1
	POOR	F1	-0,16
	F2	-0,22	
USAHA ( <i>EFFORT</i> )	SUPER SKILL	A1	0,13
		A2	0,12
	EXCELLENT	B1	0,1
		B2	0,08
	GOOD	C1	0,05
		C2	0,02
	AVERAGE	D	0
	FAIR	E1	-0,04
		E2	-0,08
	POOR	F1	-0,12
	F2	-0,17	
KONDISI KERJA ( <i>CONDITION</i> )	IDEAL	A	0,04
	EXCELLENT	B	0,03
	GOOD	C	0,01
	AVERAGE	D	0
	FAIR	E	-0,02
	POOR	F	-0,04
KONSISTENSI ( <i>CONSISTENCY</i> )	IDEAL	A	0,06
	EXCELLENT	B	0,04
	GOOD	C	0,02
	AVERAGE	D	0
	FAIR	E	-0,03
	POOR	F	-0,07

## 2.4 *Theory of Constraint* (TOC)

TOC diperkenalkan oleh Dr. Elihayu Goldratt, merupakan suatu filosofi manajemen yang berdasarkan prinsip-prinsip pencapaian peningkatan terus-menerus (*continuous improvement*) melalui pemfokusan perhatian pada kendala sistem (*system constraint*) [4]. Suatu kendala sistem membatasi performansi dari sistem itu, sehingga semua upaya seharusnya ditujukan untuk memaksimalkan performansi kendala itu.

Dalam TOC terdapat beberapa batasan atau *constraint* sebagai berikut:

### 1. *Market Constraint*

- a. Permintaan pasar merupakan faktor berpengaruh pada perusahaan manufaktur. Penentuan jumlah produksi, *lead time*, harga, dan kualitas produk ditentukan oleh permintaan pasar.
- b. *The ultimate constraint* pada perusahaan manufaktur adalah pasar. Jika tidak dapat memenuhi permintaan pasar dipastikan akan sulit untuk bertahan.

2. *Material Constraint*

- a. *Short term material constraint* sering terjadi pada saat pemasok tidak bisa memenuhi jadwal pengiriman sehingga produksi tertunda, atau material yang dikirim ternyata cacat sehingga tidak dapat diproses.
- b. *Long term material constraint* dapat terjadi karena adanya kelangkaan material di pasaran.
- c. *Material shortage* bisa juga terjadi karena buruknya penjadwalan produksi sehingga ada suatu *workstation* yang *overload* dan mengakibatkan kekurangan material untuk diproduksi.
- d. Jumlah *scrap* yang berlebihan juga dapat mengakibatkan kekurangan material

3. *Logistical Constraint*

*Logistical constraint* berperan sebagai hambatan atau penghambat pada kelancaran arus material pada sistem produksi [5].

4. *Managerial Constraint*

- a. *Managerial constraint* berupa strategi dan kebijakan manajemen perusahaan yang berdampak pada keberlangsungan proses produksi.
- b. Kebijakan penentuan ukuran *batch* produksi, kebijakan penjadwalan produksi secara langsung akan berdampak pada kelancaran proses produksi.
- c. Kebijakan pembeli material, biasanya membeli cukup untuk kebutuhan produksi satu bulan namun mendapatkan harga rendah maka logistik terpaksa harus membeli untuk kebutuhan enam bulan produksi.

5. *Behavioral Constraint*

- a. *Behavioral constraint* dapat muncul karena adanya kebiasaan, perilaku, dan sikap mental pada diri pekerja. Semua ini merupakan cerminan dari budaya yang ada pada perusahaan tersebut.
- b. *Behavioral constraint* mungkin tidak akan menjadi penyebab utama dari masalah yang terjadi pada suatu sistem produksi, akan tetapi bila *constraint* ini ada, maka akan sulit untuk diatasi

## 2.5 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan waktu siklus dilakukan untuk mengetahui waktu yang diperlukan setiap subproses untuk memproduksi masing-masing unit produk. Contoh waktu siklus subproses dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Contoh pengumpulan waktu siklus pada subproses *coiler*

Uji-Proses	Coiler (detik)
1	8,34
2	8,55
3	7,94
4	6,23
5	6,36
6	7,86
7	6,76

Tabel 2. Contoh pengumpulan waktu siklus pada subproses *coiler* (lanjutan)

Uji-Proses	Coiler (detik)
8	7,96
9	8,32
10	8,31
11	7,44
12	6,27
13	7,71
14	7,24
15	8,85
16	9,07
17	7,46
18	7,92
19	7,03
20	8,65

Dalam mengumpulkan waktu siklus setiap subproses yang ada, ditentukan waktu normal setiap subproses berdasarkan kelonggaran dan penyesuaian yang digunakan apakah waktu kerja yang dilakukan sudah sesuai dengan waktu baku yang telah dihitung. Berikut adalah tabel dari waktu siklus dan waktu baku yang ada pada setiap subproses pada lini produksi.

Tabel 3. Waktu normal dan waktu baku

Proses	Proses	Allowance	Waktu Normal (detik)	Waktu Baku (detik)
Rim	Coiler	0,345	8,48	12,95
	FBW	0,36	9,19	14,36
	Triming	0,335	8,20	12,33
	Side Cutting	0,335	5,00	7,51
	Edge Roll	0,16	8,56	10,19
	Flaring	0,335	10,45	15,71
	Roll Former I	0,37	10,96	17,40
	Roll Former II	0,37	11,28	17,90
	Roll Former III	0,37	10,02	15,90
	Expander	0,16	8,47	10,09
	Air Leak Test	0,36	11,03	17,23
	Valve Hole Punch	0,345	9,34	14,25
Disc	Blanking Drawing	0,335	3,77	5,67
	Drawing	0,335	4,40	6,62
	Triming	0,335	3,42	5,15
	Piercing	0,335	3,32	4,99
	Forming	0,335	3,66	5,50
	Coining	0,36	13,45	21,02
	Ventilation Hole	0,345	13,27	20,26
Assembly	Force Fitting Process	0,345	10,16	15,50
	OTC Welding	0,16	13,56	16,14
	Runout Process	0,36	11,46	17,90

Setelah mengetahui waktu normal dan waktu baku, selanjutnya dihitung waktu yang dibutuhkan dalam melakukan produksi sesuai dengan jumlah yang diinginkan dan dibandingkan dengan kapasitas yang diberikan dalam memproduksi seluruh unit yang akan diproduksi. Jika hasil total waktu siklus berada di atas kapasitas yang telah diberikan, maka pada subproses tersebut terjadi *bottleneck* dan pada subproses itulah yang akan dijadikan objek penelitian lebih lanjut dengan menggunakan pendekatan *theory of constraint* (TOC).

## 2.6 Hasil Perhitungan *Bottleneck*

*Bottleneck* akan dihitung pada setiap proses produksi selanjutnya ke masing-masing subproses produksi. Sebelum melakukan penentuan *bottleneck*, terlebih dahulu harus diketahui berapa jumlah produk yang akan diproduksi. Dalam penelitian ini, produk yang diambil adalah *velg* kategori I dengan tipe D520N dan P165, dengan masing-masing jumlah unit yang diproduksi adalah 1.345 unit dan 972 unit. Berikut adalah tabel hasil perhitungan *bottleneck* yang terjadi dalam proses produksi *velg* pada PT YYY.

Tabel 4. Subproses *bottleneck*

Proses	Resource (Subproses)	Waktu Rata-rata (detik)	Kapasitas yang Diperlukan (detik)		Total Waktu (detik)	Kapasitas yang tersedia (detik)	Persentase Beban (%)
			D520N(1345)	P165 (972)			
Rim	Coiler	7,71	10374,66	10374,66	20749,32	23.400	88,67
	Flash Butt Welding	7,86	10567,67	7637,00	18204,67	23.400	77,80
	Trim	7,19	9675,93	6992,57	16668,50	23.400	71,23
	Side Cutting	4,54	6110,34	4415,80	10526,13	23.400	44,98
	Edge Roll	8,47	11397,53	8236,73	19634,26	23.400	83,91
	Flaring	9,25	12438,56	8989,06	21427,62	23.400	91,57
	<b>Roll Former I</b>	<b>10,15</b>	<b>13652,42</b>	<b>9866,29</b>	<b>23518,71</b>	23.400	<b>100,51</b>
	Roll Former II	9,98	13423,10	9700,56	23123,66	23.400	98,82
	Roll Former III	8,87	11924,10	8617,27	20541,36	23.400	87,78
	Expander	8,73	11746,78	8489,12	20235,91	23.400	86,48
	Air Leak Test	9,94	13365,27	9658,76	23024,03	23.400	98,39
Valve Hole Punch	8,26	11111,49	8030,02	19141,51	23.400	81,80	
Disc	Blanking Drawing I	3,33	4484,23	3240,65	7724,88	23.400	33,01
	Drawing II	3,89	5237,43	3784,97	9022,40	23.400	38,56
	Trimming	3,03	4075,35	2945,16	7020,51	23.400	30,00
	P12	2,94	3951,61	2855,74	6807,35	23.400	29,09
	D3	3,24	4351,75	3144,91	7496,65	23.400	32,04
	<b>BE1CO2</b>	<b>11,91</b>	<b>16013,57</b>	<b>11572,63</b>	<b>27586,20</b>	23.400	<b>117,89</b>
	<b>P3</b>	<b>11,75</b>	<b>15797,03</b>	<b>11416,14</b>	<b>27213,17</b>	23.400	<b>116,30</b>
Assembly	Force Fitting	8,53	11478,23	8295,05	19773,28	23.400	84,50
	<b>OTC</b>	<b>10,59</b>	<b>14249,83</b>	<b>10298,02</b>	<b>24547,84</b>	23.400	<b>104,91</b>
	ROP	9,17	12327,61	8908,88	21236,49	23.400	90,75

Dari Tabel 4 dapat dilihat subproses mana yang memiliki persentase beban dari yang paling kecil hingga yang paling besar. Subproses yang menjadi penyebab terjadinya *bottleneck* adalah subproses yang memiliki persentase beban di atas 100% atau dengan kata lain total waktu proses pada suatu subproses yang melebihi dari waktu kapasitas yang telah disediakan dan dalam proses produksi di atas subproses yang mengalami *bottleneck* adalah *Roll Former I* pada proses *rim*, BE1CO2, dan P3 pada proses *disc*, dan OTC pada subproses *assembly*.

Setelah mengetahui suproses mana yang mengalami *bottleneck*, harus ditentukan mana yang menjadi *Bottleneck-Capacity constraint resource*, *Bottleneck-Non Capacity constraint resources*, *Non Bottleneck-Capacity constraint resource*, *Non Bottleneck-Non Capacity constraint resource*. Berikut adalah tabel pengelompokan subproses *bottleneck* tersebut.

Tabel 5. Pengelompokan subproses yang mengalami *bottleneck*

	Bottleneck	Non Bottleneck
Capacity-constraint resources	BE1CO2	Air Leak Test
Non-Capacity-Constraint Resources	Roll Former I	P12

Dengan mengetahui proses yang mengalami *bottleneck* tersebut, dapat dihitung peminimumannya melalui pendekatan *theory of constraint* dengan memfokuskan pada maksimasi penggunaan *constraint resource* untuk mencapai tujuan, yaitu meminimumkan *constraint* pada subproses lainnya. Untuk hal ini perlu dihitung rasio antara kontribusi dengan waktu proses pada subproses yang mengalami *bottleneck*, kemudian memilih rasio yang paling besar untuk mengetahui produk mana yang harus diproduksi terlebih dahulu. Berikut adalah contoh dari tabel perhitungan rasio pada proses *disc* subproses BE1CO2.

Tabel 6. Rasio pada proses *disc* subproses BE1CO2

Produk (tipe)	D520N	P165
Harga Jual	Rp1.548.348	Rp2.089.822
Biaya	Rp1.382.454	Rp1.382.454
Kontribusi	Rp165.894	Rp707.368
Waktu BE1CO2 (detik)	11,906	11,906
Kontribusi/Biaya	13933,69	59412,74
Rasio	1	4

Dari tabel rasio tersebut dapat diketahui bahwa produk P165 memiliki rasio paling besar, sehingga produk P165 diproduksi terlebih dahulu secara maksimal dan sisa waktunya dapat digunakan untuk menghasilkan produk D520N. Berikut adalah salah satu contoh tabel perhitungan jumlah unit yang harus diproduksi agar tidak terjadi lagi *bottleneck*.

Tabel 7. Jumlah produk pada subproses BE1CO2

Produk (tipe)	D520N	P165
Demand (unit)	Rp1.345,00	<b>Rp972,00</b>
Waktu Proses (detik)	11,91	<b>11,91</b>
Total Waktu (detik)		<b>11572,63</b>
Waktu Sisa (detik)	11827,37	
Jumlah Akhir (unit)	993	<b>Rp972,00</b>

Dari tabel tersebut, jumlah produk P165 yang diproduksi adalah sebanyak 972 unit dan jumlah produk D520N yang diproduksi adalah sebanyak 993 unit (produk D520N diambil jumlah produk yang terkecil dan sisanya akan diproduksi dengan menggunakan waktu lembur atau dengan menambah *shift*, yaitu sebesar 340 unit untuk

subproses *Roll Former I*, 27 unit untuk subproses P3, dan 244 unit untuk subproses OTC).

Berikut adalah tabel persentase beban setelah adanya meminimuman *bottleneck* berdasarkan jumlah unit yang akan diproduksi:

Tabel 8. *Bottleneck* diminimumkan

Proses	Resource (Subproses)	Waktu Rata-rata (detik)	Kapasitas yang Diperlukan (detik)		Total Waktu (detik)	Kapasitas yang tersedia (detik)	Persentase Beban (%)
			D520N(993)	P165 (972)			
Rim	<i>Coiler</i>	7,71	7659,51	7659,51	15319,01	23.400	65,47
	<i>Flash Butt Welding</i>	7,86	7802,00	7637,00	15439,01	23.400	65,98
	<i>Trim</i>	7,19	7143,64	6992,57	14136,21	23.400	60,41
	<i>Side Cutting</i>	4,54	4511,20	4415,80	8927,00	23.400	38,15
	<i>Edge Roll</i>	8,47	8414,68	8236,73	16651,41	23.400	71,16
	<i>Flaring</i>	9,25	9183,26	8989,06	18172,32	23.400	77,66
	<b>Roll Former I</b>	<b>10,15</b>	<b>10079,45</b>	<b>9866,29</b>	<b>19945,73</b>	<b>23.400</b>	<b>85,24</b>
	<i>Roll Former II</i>	9,98	9910,14	9700,56	19610,70	23.400	83,81
	<i>Roll Former III</i>	8,87	8803,44	8617,27	17420,71	23.400	74,45
	<i>Expander</i>	8,73	8672,53	8489,12	17161,66	23.400	73,34
	<i>Air Leak Test</i>	9,94	9867,44	9658,76	19526,21	23.400	83,45
<i>Valve Hole Punch</i>	8,26	8203,50	8030,02	16233,52	23.400	69,37	
Disc	<i>Blanking Drawing I</i>	3,33	3310,66	3240,65	6551,31	23.400	28,00
	<i>Drawing II</i>	3,89	3866,74	3784,97	7651,71	23.400	32,70
	<i>Trimming</i>	3,03	3008,79	2945,16	5953,95	23.400	25,44
	P12	2,94	2917,43	2855,74	5773,17	23.400	24,67
	D3	3,24	3212,85	3144,91	6357,76	23.400	27,17
	<b>BE1CO2</b>	<b>11,91</b>	<b>11822,66</b>	<b>11572,63</b>	<b>23395,29</b>	<b>23.400</b>	<b>99,98</b>
<b>P3</b>	<b>11,75</b>	<b>11662,79</b>	<b>11416,14</b>	<b>23078,93</b>	<b>23.400</b>	<b>98,63</b>	
Assembly	<i>Force Fitting</i>	8,53	8474,26	8295,05	16769,31	23.400	71,66
	<b>OTC</b>	<b>10,59</b>	<b>10520,50</b>	<b>10298,02</b>	<b>20818,52</b>	<b>23.400</b>	<b>88,97</b>
	ROP	9,17	9101,35	8908,88	18010,23	23.400	76,97

Setelah *bottleneck* diminimumkan, selanjutnya dihitung perbedaan biaya atau perbedaan *cost* antara sesudah dan sebelum *bottleneck* diminimumkan. Berikut adalah tabel biaya-biaya tersebut.

Tabel 9. Biaya sebelum *bottleneck* diminimumkan

Jenis Biaya	Biaya Satuan	Biaya Akhir
Biaya Bahan Baku		Rp139.831.777
Biaya Listrik	Rp1.352	Rp115.878.298
Biaya Air	Rp3.000	Rp2.775.090.000
Gaji Operator	Rp2.611.301	Rp172.345.866
Total Cost		Rp3.203.145.941

Tabel 10. Biaya sesudah *bottleneck* diminimumkan

Jenis Biaya	Biaya Satuan	Biaya Akhir
Biaya Bahan Baku		Rp118.588.452
Biaya Listrik	Rp1.352	Rp98.273.999
Biaya Air	Rp3.000	Rp2.353.496.698
Gaji Operator	Rp2.611.301	Rp146.162.981
Total Cost		Rp2.716.522.130

Dari tabel perbandingan biaya tersebut, dapat diketahui bahwa dengan meminimumkan *bottleneck*, biaya yang harus dikeluarkan akan lebih kecil. Dalam hal ini penurunan biaya yang terjadi adalah sebesar Rp 486.623.812.

## 2.7 Perhitungan Keuntungan

Dengan menggunakan *theory of constraint*, akan dihitung keuntungan maksimal yang akan didapatkan perusahaan dan dengan tidak adanya *bottleneck* dalam proses produksi atau dengan kata lain proses produksipun dapat berjalan dengan lancar. Namun, sebelum menentukan *profit*, terlebih dahulu harus mengetahui subproses mana yang memiliki waktu total terkecil. Berikut adalah salah satu contoh tabel perhitungan waktu total pada proses *assembly* subproses OTC.

Tabel 11. Waktu total subproses OTC

Produk (tipe)	D520N	P165
Harga Jual	Rp1.548.348,49	Rp2.089.822,11
Biaya	Rp1.382.454,01	Rp1.382.454,01
Demand (unit)	1345	972
Waktu BE1C02 (detik)	11,906	11,906
Waktu Total (detik)	16.013,57	11.572,63

Dari tabel 11 dapat dilihat bahwa produk P165 memiliki waktu total terkecil sehingga produk tersebut diproduksi terlebih dahulu. Dengan mengetahui jumlah tersebut, maka dapat dihitung pendapatan dari penjualan unit tersebut dengan mengalikan *contribution margin* masing-masing produk dengan jumlah unit yang akan diproduksi.

$$\begin{aligned}
 \text{Pendapatan} &= \text{contribution margin} \times \text{jumlah unit yang akan diproduksi} \\
 &= (165.894 \times 993) + (707.368 \times 972) \\
 &= 164.733.220 + 687.561.795 \\
 &= \text{Rp } 852.295.014
 \end{aligned}$$

Selain dengan menggunakan waktu total, adapun metode dari *theory of constraint* yang lain dalam menghitung pendapatan, yaitu berdasarkan *contribution margin* yang tertinggi. Berikut adalah contoh tabel dari *contribution margin* dari subproses BE1C02.

Tabel 12. *Contribution margin* subproses BE1C02

Produk (tipe)	D520N	P165
Harga Jual	Rp1.548.348,49	Rp2.089.822,11
Biaya	Rp1.382.454,01	Rp1.382.454,01
Demand (unit)	1345	972
Waktu BE1C02 (detik)	11,906	11,906
Contribution	Rp165.894,48	Rp707.368,10

Dari tabel 12 dapat dilihat bahwa *contribution margin* terbesar ada pada produk P615. Dengan adanya kesamaan antara penentuan *net margin* dengan menggunakan alternatif waktu total dengan *contribution margin*, maka jumlah unit yang produksi dengan menggunakan alternatif *contribution margin* akan sama dengan menggunakan alternatif waktu total, yaitu *velg* D520N sejumlah 993 unit dan untuk tipe P165 sejumlah 972 unit; dengan kesamaan jumlah unit yang diproduksi maka total *net margin* nya akan sama, yaitu sebesar Rp 852.295.014.

Setelah mengetahui berapa keuntungan yang didapatkan oleh perusahaan dengan memproduksi *velg* dengan tipe D520N sejumlah 993 unit dan tipe P165 sejumlah 972 unit, selanjutnya akan dihitung berapa keuntungan total dari perusahaan dengan memperhitungkan juga unit yang belum diproduksi pada tipe D520N per masing-masing subproses produksi. Adapun beberapa alternatif dalam menyelesaikan selisih produk dari D520N, yaitu dengan menggunakan waktu lembur dan penambahan *shift* kerja. Dengan kedua alternatif tersebut akan dipilih alternatif mana yang memiliki hasil keuntungan

paling besar, sehingga menunjukkan bahwa alternatif tersebut memberikan pendapatan atau *profit* yang lebih besar.

## 2.8 Perhitungan Waktu Lembur

Waktu kerja lembur adalah waktu kerja yang melebihi tujuh jam sehari untuk enam hari kerja dan 40 jam dalam seminggu atau 8 jam sehari untuk 8 hari kerja dan 40 jam dalam seminggu atau waktu kerja pada hari istirahat mingguan dan atau pada hari libur resmi yang ditetapkan Pemerintah (Pasal 1 ayat 1 Peraturan Menteri No.102/MEN/VI/2004). Berdasarkan ketentuan tersebut, berikut adalah contoh perhitungan lembur yang akan dilakukan untuk memenuhi jumlah produksi D520N yang belum diproduksi sebelumnya beserta dengan total keuntungan yang didapatkan

Tabel 13. Biaya lembur pada hari kerja normal

lembur hari biasa	jam	biaya	
Roll Former	1	Rp15.094	Rp67.924
P3	1	Rp15.094	Rp67.924
OTC	1	Rp15.094	Rp67.924
			Rp203.772

Tabel 14. Tabel biaya dan sisa keuntungan

Jenis Biaya	Jumlah
Biaya Bahan Baku	Rp36.874.068
Biaya Listrik	Rp1.388.976
Biaya Air	Rp33.263.624
Gaji Operator	Rp203.772
Total Cost	Rp71.730.440
Keuntungan	Rp414.893.371

## 2.9 Hasil Perhitungan Penambahan Shift Kerja

Penambahan *shift* merupakan salah satu alternatif yang digunakan untuk memenuhi atau memproduksi unit atau produk yang belum sempat terproduksi. Penambahan *shift* ini memiliki arti menambah jam kerja sesuai pada *shift* normal. Berikut adalah biaya yang harus dikeluarkan serta keuntungan bersih yang didapatkan.

Tabel 15. Biaya penambahan *shift*

Tambah Shift	jam		
Roll Former	6	Rp435.217	Rp7.833.903
P3	6	Rp435.217	Rp7.833.903
OTC	6	Rp435.217	Rp7.833.903
			Rp23.501.709

Tabel 16. Biaya total dan sisa keuntungan

Jenis Biaya	Jumlah
Biaya Bahan Baku	Rp36.874.068
Biaya Listrik	Rp8.333.853
Biaya Air	Rp33.263.624
Gaji Operator	Rp23.501.709
Total Cost	Rp101.973.255
Keuntungan	Rp384.650.557

Dari alternatif yang ada dapat dilihat perbandingan keuntungan antara menambah waktu lembur dengan menambah *shift*, dimana keuntungan lebih besar didapat dengan menambah waktu lembur pada hari kerja normal atau pada hari biasa, karena memiliki nilai keuntungan yang paling besar.

### 3. KESIMPULAN

Berdasarkan minimasi *bottleneck* dengan menggunakan TOC dapat disimpulkan:

1. Stasiun kerja yang mengalami *bottleneck* adalah *Roll Former* pada proses *Rim*, *BE1CO2* dan *P3* pada proses *Disc*, dan pada stasiun kerja *OTC* pada proses *Assembly*.
2. Faktor yang menyebabkan *bottleneck* adalah jumlah waktu produksi yang melebihi dari kapasitas yang diberikan
3. Dengan memproduksi *velg* tipe *D520N* sebesar 993 unit dan tipe *P165* sebesar 975 unit, maka *bottleneck* yang terjadi dapat diminimumkan
4. Dengan minimumnya *bottleneck*, biaya yang dikeluarkan menjadi lebih kecil dibandingkan saat proses produksi masih mengalami *bottleneck*

### REFERENSI

- [1]. Wignjosobroto, Sritomo. 1995. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: PT. Guna Widya.
- [2]. Cox, J.F., & Schelier, J. G. 2010. *The Theory of Constraint Handbook*. New York: McGraw Hill.
- [3]. Hansen, Don R., dan Maryanne M. Mowen. 2004. *Management Accounting*. Penerbit Salemba Empat, Jakarta. Edisi Ketujuh.
- [4]. Nugroho, Aditya Tri. 1998. *Pengoptimalan Keuntungan dengan implementasi Theory of Constraint (TOC) di Bengkel Nenggala Satria Surabaya*. Surabaya: Fakultas Teknik Universitas Kristen Petra
- [5]. Setyaningrum, Rina Moestika. 2008. *Analisis Biaya Produksi dengan Pendekatan Theory of Constraint untuk Meningkatkan Laba*. Penerbit UPN, Jawa Timur. Volume 8 & No. 1.