

**ROUGH CUT CAPACITY PLANNING BODY TERPISAH SEBAGAI STRATEGI
PEMENUHAN KEBUTUHAN KAPASITAS BILAS LOGAM
(Studi Kasus: PT Industri Kereta Api)**

**SEPARATE BODY ROUGH CUT CAPACITY PLANNING AS STRATEGI OF
FULFILLMENT BLASTING CAPACITY REQUIREMENT
(Case Study: PT Industri Kereta Api)**

Selvy Catur Nia Kusuma Putri¹⁾, Nasir Widha Setyanto²⁾, Wifqi Azlia³⁾

Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya

Jl. Mayjen Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: selvycatur2@gmail.com¹⁾, nazzyr@ub.ac.id²⁾, wifqi_azlia@ub.ac.id³⁾

ABSTRAK

Peningkatan permintaan di PT INKA (Industri Kereta Api) terus meningkat dari tahun ke tahun sehingga rawan mengalami keterlambatan penyelesaian proyek. Pada tahap finishing, proses bilas logam mengalami bottleneck karena hanya dapat menampung 1 unit gerbong kereta serta tidak dapat disubkontrakkan. Sehingga agar dapat disubkontrakkan, maka pengerjaan bilas logam perlu dilakukan secara terpisah terdiri dari bagian dasar kereta (underframe), bagian pangkal kereta (endwall), bagian sisi samping kereta (sidewall), dan bagian atap kereta (roof). Perhitungan dan perencanaan kebutuhan kapasitas bilas logam body terpisah dilakukan menggunakan metode Rough Cut Capacity Planning dengan teknik Bill of Labour. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa strategi bilas logam body terpisah dapat memenuhi kebutuhan kapasitas sesuai dengan pesanan tahun 2016.

Kata kunci: Bilas logam, body terpisah, perencanaan kapasitas, Rough Cut Capacity Planning

1. Pendahuluan

Mobilitas penduduk yang semakin tinggi menjadi faktor pendukung terhadap peningkatan kebutuhan sarana transportasi umum masal. Hingga saat ini, jalur darat masih menjadi pilihan dan kebutuhan dalam transportasi umum masal. Salah satu alternatif solusi pemenuhan kebutuhan angkutan umum masal adalah kereta api. Selain itu, peningkatan jumlah dan intensitas aktivitas ekonomi nasional juga meningkatkan permintaan terhadap angkutan barang yang kemudian berdampak kepada peningkatan permintaan terhadap gerbong barang kereta api. Peningkatan permintaan terhadap sarana kereta api dan gerbong telah mulai dirasakan oleh PT INKA (Industri Kerta Api), yang sampai saat ini berstatus sebagai produsen tunggal sarana kereta api dalam negeri. Permintaan terhadap kereta api terus meningkat dari tahun ke tahun baik dari pelanggan dalam negeri maupun luar negeri. Peningkatan pertumbuhan penjualan tahun 2015 hampir dua kali lipat penjualan pada tahun 2014 dan rencana target penjualan tahun 2016 adalah sebesar 1,6 triliun yang berarti jika semua pesanan adalah kereta ekonomi maka kurang lebih setara dengan 440 unit kereta [1].

Mengantisipasi hal tersebut, berkaitan dengan target dan realisasi penjualan PT INKA

ke depan tentu sangat ditentukan oleh ketepatan dalam menghitung kapasitas fasilitas produksi yang dimiliki. Selain itu, PT INKA harus mampu menjaga citra kinerja untuk mencapai target penjualan tersebut. Salah satu yang harus dilakukan yaitu dengan memenuhi ketepatan waktu penyerahan barang dengan kualitas sesuai pesanan sehingga perlu mengoptimalkan kemampuan sumberdaya yang ada. Selama ini kapasitas produksi dibatasi oleh kapasitas finishing dimana line bisnis internal unit Penyelesaian Produk Akhir atau finishing merupakan pipeline dengan waktu penyelesaian pekerjaan yang pendek dan terbatas.

Sesuai dengan target produksi tahun 2009, jumlah kereta yang memerlukan finishing pada tempat yang sama berjumlah 189 unit yang terdiri dari Kereta penumpang, KRL (Kereta Rel Listrik) & KRDE (Kereta Rel Diesel Elektrik), Kereta Retrofit dan Kereta lainnya. Sehingga dengan kapasitas yang ada yaitu 253 unit kereta penumpang, maka ruang finishing masih mampu menampung order tahun 2009 dengan sisa space untuk mengerjakan 64 unit kereta. Sisa order yang belum dikerjakan yaitu Kereta Barang sebanyak 260 unit, sehingga harus dikerjakan pada tempat lain diluar workshop PT INKA atau disubkontrakkan. Bila dikerjakan di dalam

workshop PT INKA, maka akan ada kekurangan *space* untuk pengerjaan 196 unit kereta. Proses bilas logam merupakan *bottleneck* pada tahap *finishing*. Selain keterbatasan fasilitas, pekerjaan bilas logam tidak dapat disubkontrakkan di luar *workshop* PT. Industri Kereta Api dalam keadaan *body* utuh [2]. Sehingga agar dapat disubkontrakkan, maka pengerjaan bilas logam perlu dilakukan secara terpisah atau sebelum masuk stasiun *carbody assembly*

Terdapat beberapa keuntungan dari pengerjaan bilas logam secara terpisah. Pertama, proses bilas logam terpisah tidak perlu menunggu sampai kereta jadi sehingga memakan waktu lebih pendek. Kedua, dengan bilas logam *body* terpisah menggunakan proses *sandblasting* sehingga kecukupan waktu proses tidak sampai muncul biang karat untuk permukaan yang sudah dibilas. Ketiga, bagian-bagian permukaan kereta sudah dalam keadaan terlindungi sebelum dilakukan *assembly carbody*. Keempat, pekerjaan bilas logam *body* terpisah dapat dikerjakan diluar *workshop* PT INKA atau disubkontraktorkan karena hanya bagian-bagian kereta dan saat ini bagian-bagian tersebut juga dibuat di luar *workshop* PT INKA sehingga dapat menambah jumlah hasil pekerjaan. Bagian terpisah sebelum *carbody assembly* tersebut terdiri dari bagian dasar kereta (*underframe*), bagian pangkal kereta (*endwall*), bagian sisi samping kereta (*sidewall*), dan bagian atap kereta (*roof*). Saat ini, bagian-bagian tersebut juga dibuat di luar *workshop* PT INKA [1].

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui waktu standar pada proses bilas logam dengan *body* utuh dan *body* terpisah, kapasitas tersedia bilas logam *body* terpisah dalam jam per tahun dan unit per tahun, besar kebutuhan kapasitas bilas logam sesuai target 2016, perbandingan kebutuhan kapasitas sesuai target 2016 dengan kapasitas tersedia pada proses bilas logam *body* terpisah, serta strategi pemenuhan kebutuhan kapasitas sesuai target 2016.

2. Metode Penelitian

Kapasitas produksi PT INKA pada proses bilas logam dengan *body* terpisah dapat diketahui dengan melakukan pengukuran kerja. Dari hasil pengukuran akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan dan dipergunakan sebagai standar menyelesaikan pekerjaan itu [3]. Pada penelitian ini dilakukan aktivitas pengukuran waktu kerja secara langsung dengan menggunakan *stopwatch time study*. Perhitungan waktu standar pada *body* terpisah didasarkan pada waktu standar *body* utuh yang

telah dihitung sebelumnya dengan menggolongkan elemen pekerjaan berdasarkan *manufacturing drawing*. Nilai kelonggaran ditetapkan dengan pendekatan berdasarkan rekomendasi ILO (*International Labour of Organization*), sedangkan dalam menentukan nilai *performance rating* menggunakan penyesuaian *Schumard*. Perhitungan dan perencanaan kebutuhan kapasitas selanjutnya dilakukan menggunakan metode *Rough Cut Capacity Planning* dengan teknik *Bill of Labour*.

Perhitungan dan perencanaan kebutuhan kapasitas dalam jangka panjang dilakukan dengan menggunakan metode *Rough Cut Capacity Planning*. Analisis ini dilakukan untuk menguji ketersediaan kapasitas fasilitas produksi yang tersedia didalam memenuhi jadwal induk produksi yang telah ditetapkan. Dengan kata lain, proses ini akan menghasilkan jadwal induk yang telah disesuaikan (direvisi), karena telah memberikan gambaran tentang ketersediaan kapasitas untuk memenuhi target produksi yang disusun dalam jadwal induk produksi. Hal ini dilakukan mengingat rencana induk produksi diturunkan dari optimasi ongkos-ongkos produksi sehingga tidak mencerminkan realita kebutuhan kapasitas yang sebenarnya. Pada kenyataannya, keputusan-keputusan penambahan fasilitas baru, atau lembur, atau subkontrak pada hakikatnya dihasilkan pada tahap ini [4]. Sedangkan Teknik *Bill of Labour* membutuhkan data yang mendetail terkait waktu standar untuk setiap produk pada tiap-tiap sumber daya utama atau kunci. Waktu standar merupakan waktu yang harus dipakai oleh setiap pekerja untuk bekerja dalam keadaan normal dalam memproduksi satu unit item. Saat waktu standar telah ditetapkan, maka waktu tersebut harus *reliable*. Dikarenakan proses produksi selalu berkembang dan berubah makan waktu standar yang telah ditetapkan sebelumnya bisa menjadi tidak *reliable* lagi maka dari itu harus selalu dilakukan pembaharuan waktu standar [5].

2.1. Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Survey* pendahuluan
Melakukan *survey* di PT Industri Kereta Api dengan observasi dan *interview* pada stasiun kerja bilas logam dan karyawan pada Departemen Perencanaan dan Pengendalian Produksi.
2. Studi pustaka
Melakukan studi literatur di perpustakaan dan membaca sumber-sumber informasi

lainnya yang berhubungan dengan pembahasan. Sehingga dengan studi pustaka ini, diperoleh secara teori untuk menunjang penelitian.

3. Identifikasi masalah
 Mengidentifikasi masalah yang terjadi dari hasil *survey* pendahuluan dan merumuskan solusi dalam mengatasi masalah tersebut yang mungkin dilakukan dari hasil studi pustaka dengan kesesuaian teori yang telah ada.
4. Pengumpulan data
 Melakukan pengumpulan data untuk menunjang dilakukannya penelitian. Data yang dikumpulkan dilakukan dengan cara sebagai berikut:
 - a) Secara Langsung: Waktu proses Bilas Logam, Nilai kelonggaran kerja, serta Nilai *Performance Rating*
 - b) Secara Tidak Langsung: Profil perusahaan, *flow process* produksi kereta, *manufacturing drawing* kereta, mesin dan operator pada Bilas Logam, serta target produksi 2016 beserta perencanaan agregatnya.
5. Pengolahan data
 Melakukan pengolahan dari data-data yang telah terkumpul dengan tahapan sebagai berikut:
 - a) Pengukuran waktu standar Bilas Logam *body*
 - b) Perhitungan Waktu Standar Bilas Logam *Body* Terpisah Berdasarkan *Manufacturing Drawing*
 - c) Perhitungan Kapasitas Tersedia Setiap Tahun (jam) Bilas Logam *Body* Terpisah
 - d) Perhitungan Kebutuhan Kapasitas dengan Metode *Rough Cut Capacity Planning (RCCP)* teknik *Bill of Labour (BOL)*
6. Analisis dan Pembahasan
 - a) Perbandingan kebutuhan kapasitas dan kapasitas tersedia
 - b) Strategi pemenuhan kebutuhan kapasitas

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini dijelaskan tentang analisis data dan pembahasan dari analisis tersebut sehingga nantinya dapat memberikan usulan perbaikan berdasarkan hasil analisis pembahasan.

3.1. Penentuan Waktu Standar

Sebelum menentukan waktu standar, harus dilakukan perhitungan waktu normal

dengan mengalikan waktu observasi dengan nilai *performance rating*. Sedangkan nilai waktu standar berdasar pada nilai waktu normal dengan mempertimbangkan nilai *allowance* sesuai Tabel 1 yaitu sebesar 15%. Berikut contoh perhitungan waktu normal dan waktu standar pada elemen kerja penyemprotan *endwall*.

$$\begin{aligned} \text{Waktu Normal (Wn)} &= \text{waktu observasi rata-rata} \times \text{performance rating} \\ &= 3,430 \times 1,25 \\ &= 4,288 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Standar} &= \text{Waktu Normal} \times \left(\frac{100\%}{100\% - \text{allowance}\%} \right) \\ &= 4,288 \times \left(\frac{100\%}{100\% - 7\%} \right) \\ &= 5,044 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 1. Hasil Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Standar

No	elemen kerja	Waktu Obs.	PR	Waktu normal	Allowance (%)	Waktu standar
1	Penyemprotan pada <i>endwall</i>	3,430	1,250	4,288	15%	5,044
2	Penyemprotan pada <i>sidewall</i>	9,193	1,250	11,492	15%	13,520
3	Penyemprotan pada <i>roof</i>	9,193	1,250	11,492	15%	13,520
4	Penyemprotan pada <i>underframe</i>	6,207	1,250	7,758	15%	9,127
5	Pembersihan 1 pada <i>endwall</i>	2,187	1,250	2,733	15%	3,216
6	Pembersihan 1 pada <i>sidewall</i>	5,157	1,333	6,876	15%	8,089
7	Pembersihan 1 pada <i>roof</i>	5,868	1,333	7,824	15%	9,205
8	Pembersihan 1 pada <i>underframe</i>	3,493	1,250	4,367	15%	5,137
9	Masking pada <i>endwall</i>	2,193	1,167	2,559	15%	3,010
10	Masking pada <i>sidewall</i>	3,780	1,167	4,410	15%	5,188
11	Masking pada <i>roof</i>	4,700	1,167	5,483	15%	6,451
12	Masking pada <i>underframe</i>	2,800	1,167	3,267	15%	3,843
13	Blasting <i>endwall</i> luar atas	18,810	1,417	26,648	15%	31,350
14	Blasting <i>sidewall</i> atas	254,037	1,500	381,055	15%	448,300
15	Blasting <i>roof</i> luar	31,880	1,333	42,507	15%	50,008
16	Blasting <i>endwall</i> bawah	32,137	1,417	45,527	15%	53,561
17	Blasting <i>sidewall</i> bawah	76,043	1,500	114,065	15%	134,194
18	Blasting sisi atas plat <i>keystone</i>	22,810	1,417	32,314	15%	38,017
19	Blasting <i>roof</i> dalam	116,953	1,583	185,176	15%	217,854
20	Blasting <i>endwall</i> dalam	19,487	1,250	24,358	15%	28,657
21	Blasting <i>sidewall</i> dalam	33,453	1,250	41,817	15%	49,196
22	Blasting sisi bawah plat <i>keystone</i>	32,317	1,333	43,089	15%	50,693
23	Pembersihan 2 pada <i>endwall</i>	5,782	1,333	7,709	15%	9,069
24	Pembersihan 2 pada <i>sidewall</i>	9,255	1,333	12,340	15%	14,518
25	Pembersihan 2 pada <i>roof</i>	3,860	1,417	5,468	15%	6,433
26	Pembersihan 2 pada <i>underframe</i>	10,638	1,333	14,184	15%	16,688

3.2. Perhitungan Waktu Standar Bilas Logam *Body* Terpisah Berdasarkan *Manufacturing Drawing*

Waktu standar hasil pengukuran pada bilas logam *body* utuh kemudian digunakan sebagai dasar penentuan waktu standar pada bilas logam *body* terpisah. Pengerjaan bilas logam *body* utuh dilakukan sesuai dengan urutan posisi misalnya bagian luar terlebih dahulu, bagian depan dan terakhir bagian dalam. Sementara pada bilas logam *body* terpisah, pengerjaan bilas logam dilakukan sesuai susunan *body* kereta yaitu *endwall*, *sidewall*, *underframe* dan *roof*. Sehingga elemen-elemen kerja dikelompokkan berdasarkan aktivitas bilas logam *body* terpisah pada *manufacturing drawing* kereta yaitu sebelum kereta masuk dalam stasiun kerja *body assembly*.

JURNAL REKAYASA DAN MANAJEMEN SISTEM INDUSTRI VOL. 4 NO. 7
TEKNIK INDUSTRI UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Pengelompokkan tersebut yaitu kelompok aktivitas pada *endwall*, kelompok aktivitas pada *sidewall*, kelompok aktivitas pada *underframe* dan kelompok aktivitas pada *roof*. Tabel 2 merupakan waktu standar setiap bagian bilas logam *body* terpisah.

Tabel 2. Waktu Standar setiap Bagian Bilas Logam *Body* Terpisah

<i>ENDWALL</i>		
No	elemen kerja	Waktu standar (menit)
1	Penyemprotan pada <i>endwall</i>	5,044
2	Pembersihan 1 pada <i>endwall</i>	3,216
3	<i>Masking</i> pada <i>endwall</i>	3,010
4	<i>Blasting endwall</i> luar atas	31,350
5	<i>Blasting endwall</i> bawah	53,561
6	<i>Blasting endwall</i> dalam	28,657
7	Pembersihan 2 pada <i>endwall</i>	9,069
Jumlah		133,908
<i>SIDEWALL</i>		
No	elemen kerja	Waktu standar (menit)
1	Penyemprotan pada <i>sidewall</i>	13,520
2	Pembersihan 1 pada <i>sidewall</i>	8,089
3	<i>Masking</i> pada <i>sidewall</i>	5,188
4	<i>Blasting sidewall</i> atas	448,300
5	<i>Blasting sidewall</i> bawah	134,194
6	<i>Blasting sidewall</i> dalam	49,196
7	Pembersihan 2 pada <i>sidewall</i>	14,518
Jumlah		673,005
<i>ROOF</i>		
No	elemen kerja	Waktu standar (menit)
1	Penyemprotan pada <i>roof</i>	13,520
2	Pembersihan 1 pada <i>roof</i>	9,205
3	<i>Masking</i> pada <i>roof</i>	6,451
4	<i>Blasting roof</i> luar	50,008
5	<i>Blasting roof</i> dalam	217,854
6	Pembersihan 2 pada <i>roof</i>	6,433
Jumlah		303,471
<i>UNDERFRAME</i>		
No	elemen kerja	Waktu standar (menit)
1	Penyemprotan pada <i>underframe</i>	9,127
2	Pembersihan 1 pada <i>underframe</i>	5,137
3	<i>Masking</i> pada <i>underframe</i>	3,843
4	<i>Blasting</i> sisi atas plat <i>keystone</i>	38,017
5	<i>Blasting</i> sisi bawah plat <i>keystone</i>	50,693
6	Pembersihan 2 pada <i>underframe</i>	16,688
Jumlah		123,505

Setelah dikelompokkan menjadi 4 bagian pekerjaan didapatkan hasil-hasil sesuai pada Tabel 4.11. yaitu total waktu pada pengerjaan *endwall* adalah sebesar 133,908 menit, pengerjaan *sidewall* adalah sebesar 673,005 menit, pengerjaan *roof* adalah sebesar 303,471 menit, pengerjaan *underframe* adalah sebesar 123,550 menit.

3.3. Kapasitas Tersedia dalam Jam/ Tahun dan Unit/ Tahun

Kapasitas tersedia dalam pengerjaan bilas logam dihitung dalam bentuk jam per tahun dan unit per tahun. Jam per tahun adalah kapasitas yang tersedia dalam ukuran jam untuk memproduksi kereta dengan jangka waktu satu tahun. Sedangkan unit per tahun adalah kapasitas

tersedia dalam ukuran unit yang dapat dihasilkan perusahaan dalam jangka waktu satu tahun. Perhitungan kapasitas tersedia dapat digunakan acuan dalam melihat berapa jumlah waktu tersedia dan unit yang dapat dihasilkan untuk kereta penumpang, kereta barang maupun *flat car*. Kemungkinan shift yang dapat dilakukan adalah dengan 1 shift hingga 3 shift. Tabel 3 merupakan kapasitas tersedia dalam jam/ tahun dan unit/ tahun.

Tabel 3. Kapasitas Tersedia dalam Jam/ Tahun dan Unit/ Tahun

Jenis	Total waktu (menit)	Total waktu (jam)	Kapasitas tersedia (jam/tahun)			Kapasitas tersedia (unit/ tahun)		
			1 shift	2 shift	3 shift	1 shift	2 shift	3 shift
Kereta Penumpang	1.233,888	20,565	2.250	4.500	6.750	109	218	328
Kereta Barang	930,417	15,507	2.250	4.500	6.750	145	290	435
Kereta Flat Car	123,505	2,058	2.250	4.500	6.750	1,093	2,186	3,279

PT Industri Kereta Api dalam setiap shift kerja menetapkan 8 jam kerja dengan jam istirahat 0,5 jam sehingga jam kerja aktif adalah 7,5 jam. Jumlah hari kerja dalam satu tahun adalah 300 hari kerja aktif. Jumlah jam per tahun didapatkan dari perkalian antara jumlah jam kerja dengan jumlah hari kerja untuk setiap shift. Misalkan untuk 1 shift maka kapasitas tersedia jam per tahun adalah 7,5 jam dikali dengan 300 hari sehingga hasilnya 2.250 jam. Artinya dalam satu tahun total jam kerja untuk 1 shift adalah 2.250 jam.

Kapasitas tersedia unit per tahun didapatkan dari pembagian antara kapasitas tersedia dalam jam/ tahun dengan total waktu pengerjaan untuk jenis kereta. Sebelumnya, total waktu pengerjaan harus disamakan satuannya yaitu dengan dirubah menjadi bentuk jam dengan cara membagi bilangan tersebut dengan angka 60. Misalkan untuk kereta penumpang yang membutuhkan waktu 1.233,888 menit dibagi dengan 60 menjadi 20,565 jam. Sehingga kapasitas tersedia dalam unit per tahun untuk 2 shift kereta penumpang adalah 4.500 jam dibagi dengan 20,565 jam yaitu 218,818 unit per tahun. Karena jumlah unit yang dihasilkan tidak mungkin dalam bilangan desimal maka dibulatkan ke bawah sehingga menjadi 218 unit. Artinya dalam satu tahun dengan 2 shift dapat mengerjakan bilas logam sebanyak 218 unit kereta penumpang.

3.4. Perhitungan Kebutuhan Kapasitas dengan Metode Rough Cut Capacity Planning (RCCP) teknik Bill of Labour (BOL)

Perhitungan kebutuhan kapasitas pada bilas logam menggunakan metode *rough cut capacity planning* karena merupakan

perencanaan jangka panjang yaitu untuk kebutuhan satu tahun dengan 12 periode. *Rough cut capacity planning* dihitung dengan menggunakan teknik *Bill of Labour (BoL)*. Pada teknik *Bill of Labour* membutuhkan data waktu standar secara detail pada setiap produk yang telah dihitung pada tahap sebelumnya. Langkah awal untuk perhitungan kebutuhan kapasitas adalah menyusun target *painting* tahun 2016. Tabel 4 merupakan jadwal induk produksi bulanan.

Tabel 4. Jadwal Induk Produksi Bulanan

Periode	Kereta Penumpang	Kereta Flat Car	Jumlah
1	45	12	57
2	55	0	55
3	64	0	64
4	83	0	83
5	53	0	53
6	32	0	32
7	18	0	18
8	28	0	28
9	22	0	22
10	31	0	31
11	22	39	61
12	6	80	86
Total	459	131	590

Pada Tabel 4 dapat diketahui pada bulan pertama yaitu bulan Januari 2016 kereta yang harus masuk proses bilas logam adalah sebanyak 45 kereta golongan kereta penumpang dan 12 kereta golongan *flat car* dan seterusnya hingga pada periode 12 yaitu kereta penumpang sejumlah 6 unit dan 80 kereta *flat car*. Sehingga total untuk kereta jenis kereta penumpang adalah 459 unit sedangkan untuk kereta *flat car* adalah sejumlah 131 unit. Jadi total seluruhnya adalah 590 unit kereta. Kemudian jadwal induk produksi tiap periode tersebut dikombinasikan dengan kebutuhan pengerjaan setiap komponennya agar dapat diketahui total waktu yang dibutuhkan untuk masing-masing komponen pada setiap periode. Tabel 4.16 merupakan kebutuhan waktu masing-masing komponen pada setiap periode.

Tabel 5 Kebutuhan Waktu Masing-Masing Komponen pada Setiap Periode

Periode	Sidewall	Endwall	Roof	Underframe	Kebutuhan Waktu (menit)	Kebutuhan Waktu (jam)
1	30.285,225	6.025,860	13.656,195	7.039,785	57.007,065	950,118
2	37.015,275	7.364,940	16.690,905	6.792,775	67.863,895	1.131,065
3	43.072,320	8.570,112	19.422,144	7.904,320	78.968,896	1.316,148
4	55.859,415	11.114,364	25.188,093	10.250,915	102.412,787	1.706,880
5	33.669,265	7.097,124	16.083,983	6.545,765	63.396,137	1.056,602
6	21.536,160	4.285,056	9.711,072	3.952,160	39.484,448	658,074
7	12.114,090	2.410,344	5.462,478	2.223,090	22.210,002	370,167
8	18.844,140	3.749,424	8.497,188	3.458,140	34.548,892	575,815
9	14.806,110	2.945,976	6.676,362	2.717,110	27.145,558	452,426
10	20.863,155	4.151,148	9.407,601	3.828,655	38.250,559	637,509
11	14.806,110	2.945,976	6.676,362	2.717,110	27.145,558	452,426
12	4.038,030	803,448	1.823,686	10.621,430	17.286,594	288,092
Total	308909,295	61.463,772	138.293,188	72.867,950	582.534,206	9.708,903

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa pada periode 1 membutuhkan waktu 57.007.065 menit yang didapatkan dari perkalian antara jumlah kereta pada Tabel 4 dengan waktu pengerjaan

komponen. Berikut contoh perhitungan kebutuhan waktu total pada periode 1.

$$\begin{aligned} &\text{Kebutuhan waktu (jam) periode 1} \\ &= (45 \times 133,908) + (45 \times 673,005) + (45 \times 303,471) \\ &\quad + ((45+12) \times 123,505) \\ &= 57.007,065 \text{ menit} \\ &= 950,118 \text{ jam.} \end{aligned}$$

3.5. Perbandingan Kebutuhan Kapasitas dan Kapasitas Tersedia Tahun 2016

Perhitungan perbandingan terhadap kebutuhan dan kapasitas tersedia dilakukan untuk mengetahui selisih antara keduanya sehingga dapat menunjukkan apakah kapasitas yang ada dapat memenuhi kebutuhan yang seharusnya dipenuhi. Terdapat 3 alternatif shift untuk kebutuhan kapasitas maupun kapasitas tersedia yaitu dengan 1 shift, 2 shift dan 3 shift. Maksimal shift adalah 3 karena dalam satu hari terdapat 24 jam dan setiap shift terdapat 8 jam kerja. Namun dengan mempertimbangkan jam istirahat yaitu minimal adalah 30 menit untuk setiap shift sesuai dengan Pasal 79 Undang-undang Nomor 13 Tahun 2003 yang berbunyi “Setiap pekerja berhak atas istirahat sekurang-kurangnya ½ jam setelah bekerja 4 jam terus menerus dan waktu istirahat tersebut tidak termasuk jam kerja”. Sehingga jam kerja per hari menjadi 7,5 jam dengan total hari kerja dalam satu tahun adalah 300 hari. Dengan demikian maka akan diketahui kekurangan kapasitas maupun sisa kapasitas. Tabel 6 merupakan perbandingan kebutuhan kapasitas dan kapasitas tersedia.

Tabel 6. Perbandingan Kebutuhan Kapasitas dan Kapasitas Tersedia

	1 shift	2 shift	3 shift
Hari kerja	300	300	300
Jam kerja perhari	7,5	15	22,5
Kapasitas tersedia (jam)	2.250	4.500	6.750
Kebutuhan kapasitas (jam)	9.708,903	9.708,903	9.708,903
Kekurangan	7.458,903	5.208,903	2.958,903

Pada Tabel 6 dapat diketahui untuk 1 shift, kapasitas tersedia adalah sebesar 2.250 jam per tahun yang didapatkan dari perkalian antara jumlah hari kerja dengan jam kerja perhari sehingga $300 \times 7,5 = 2.250$ jam dalam satu tahun. Demikian halnya dengan 2 shift yaitu tersedia 4.500 jam dan 3 shift tersedia 6.750 jam per tahun. Setelah mengetahui kapasitas tersedia, kemudian dibandingkan dengan kebutuhan kapasitas total seperti pada Tabel 5. Pada Tabel 5 dapat diketahui bahwa total kebutuhan kapasitas adalah 9.708,903 jam per tahun sedangkan kapasitas tersedia dalam 1 shift adalah 2.250 maka kekurangan adalah sebesar 7.458,903 yang didapatkan dari pengurangan antara kebutuhan

kapasitas dengan kapasitas tersedia. Pada 2 shift, kekurangan kapasitas adalah sebesar 5.208,903 jam per tahun, dan pada 3 shift terdapat kekurangan kapasitas yaitu sebesar 2.958,903 jam dalam satu tahun.

3.6. Kekurangan dan Sisa Kapasitas setiap Periode dengan Shift Kerja

Kekurangan dan sisa kapasitas dalam bentuk tahunan kurang dapat menggambarkan secara detail kapan saja kekurangan tersebut terjadi dan kapan saja terdapat sisa kapasitas. Sehingga kekurangan dan sisa kapasitas harus digambarkan juga dalam setiap periode yaitu masing-masing pada periode 1 hingga 12 yang menggambarkan jumlah periode dalam tahun 2016 dimana periode mewakili bulan pada tahun 201. Pemenuhan kebutuhan jam tersebut dapat menggunakan beberapa strategi. Alternatif pertama yang digunakan perusahaan adalah dengan memaksimalkan shift kerja. Sehingga perlu digambarkan kapasitas tersedia dan selisih dalam 3 alternatif shift. Tabel 7 merupakan kekurangan dan sisa kapasitas setiap periode dengan kebutuhan jam sesuai Tabel 5 dan berikut contoh perhitungan pada periode 1 dengan 1 shift.

$$\text{Kapasitas tersedia 1 shift} = \frac{\text{Kapasitas tersedia dalam satu tahun}}{\text{Jumlah periode dalam satu tahun}} = \frac{2.250}{12} = 187,5$$

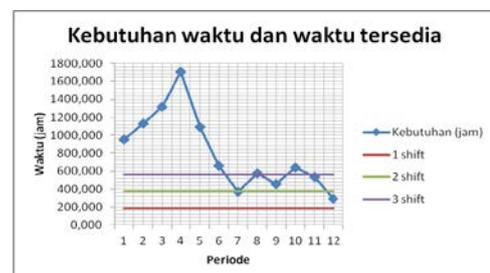
$$\begin{aligned} \text{Selisih 1 shift periode 1} \\ = \text{Kapasitas tersedia periode 1} - \text{Kebutuhan periode 1} \\ = 187,5 - 950,118 = -762,618 \end{aligned}$$

Tabel 7 Kekurangan dan Sisa Kapasitas setiap Periode

Periode	Kebutuhan (jam)	Kapasitas Tersedia			Selisih		
		1 shift	2 shift	3 shift	1 shift	2 shift	3 shift
1	950,118	187,5	375	562,5	-762,618	-575,118	-387,618
2	1.131,065	187,5	375	562,5	-943,565	-756,065	-568,565
3	1.316,148	187,5	375	562,5	-1128,648	-941,148	-753,648
4	1.706,880	187,5	375	562,5	-1.519,380	-1.331,880	-1.144,380
5	1.089,935	187,5	375	562,5	-902,435	-714,935	-527,435
6	658,074	187,5	375	562,5	-470,574	-283,074	-95,574
7	370,167	187,5	375	562,5	-182,667	-4,833	192,333
8	575,815	187,5	375	562,5	-388,315	-200,815	-13,315
9	452,426	187,5	375	562,5	-264,926	-77,426	110,074
10	637,509	187,5	375	562,5	-450,009	-262,509	-75,009
11	532,704	187,5	375	562,5	-345,204	-157,704	29,796
12	288,062	187,5	375	562,5	-100,562	86,938	274,438
Total	9.708,903	2.250	4.500	6.750	-7.458,903	-5.208,903	-2.958,903

Pemenuhan kebutuhan kapasitas bilas logam, ternyata dijumpai beberapa periode yang tidak dapat dipenuhi hanya dengan memaksimalkan shift kerja. Selisih pada setiap periode dapat dilihat pada Tabel 7 dimana angka minus menunjukkan adanya kekurangan kapasitas dalam memenuhi kebutuhan sedangkan tanda positif menunjukkan adanya sisa kapasitas dalam memenuhi kebutuhan yang ada. Dengan demikian adanya kekurangan kapasitas tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk mencari strategi dalam memenuhi kebutuhan. Sedangkan

sisa jam hanya dapat digunakan untuk mengerjakan komponen yang seharusnya dikerjakan pada periode selanjutnya karena hal ini berkaitan dengan jadwal induk produksi *master planning schedule delivery* sehingga jadwal pengerjaan departemen *painting* stasiun kerja bilas logam minimal harus sesuai dengan jadwal induk produksi *master planning schedule painting*. Jika digunakan untuk mengerjakan komponen yang seharusnya dikerjakan pada periode sebelumnya, maka akan terjadi keterlambatan proses pada tahap *finishing* yang berakibat juga pada keterlambatan penyerahan barang ke pelanggan. Gambar 1 merupakan grafik kebutuhan waktu dan waktu tersedia.



Gambar 1. Grafik Kebutuhan Waktu dan Waktu Tersedia

3.7. Kemungkinan Subkontrak per Komponen untuk Seluruh Komponen

Berdasarkan Tabel 4.18 dan Grafik 4.11 yang merupakan strategi pemenuhan kebutuhan kapasitas dengan shift kerja menunjukkan periode 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, dan 9 pemenuhan kapasitas tidak cukup hanya dengan pemberlakuan shift kerja bahkan hingga 3 shift kerja ternyata masih terdapat kekurangan waktu. Maka dari itu, alternatif lain dalam memenuhi kebutuhan jam adalah dengan melakukan subkontrak sesuai dengan komponen *body* kereta untuk setiap periode dan dikombinasikan dengan menerapkan shift kerja yaitu 1 shift, 2 shift atau 3 shift dengan 7,5 jam kerja setiap shift dan dengan pekerja yang berbeda. Subkontrak dilakukan pada komponen penyusun *body* kereta yaitu *sidewall*, *endwall*, *roof* atau *underframe*. Masing-masing komponen penyusun tersebut dilakukan perhitungan jika dilakukan subkontrak dalam periode 1 hingga 12. Berikut adalah analisis kemungkinan pada masing-masing komponen jika dilakukan subkontrak pada seluruh komponen sebanyak jumlah target pada setiap periode.

3.7.1. Komponen Sidewall

Kebutuhan dalam jam dengan melakukan subkontrak pada *sidewall* dihitung dengan

menjumlahkan kebutuhan waktu pada komponen selain *sidewall*. Tabel 8 merupakan selisih waktu dalam setiap shift jika *sidewall* disubkontrakkan dan berikut contoh perhitungan kebutuhan jam pada periode 1 dengan melihat kebutuhan jam setiap periode pada Tabel 7 dan waktu masing-masing komponen sesuai Tabel 5 serta contoh perhitungan selisih waktu dengan 3 shift pada periode 1.

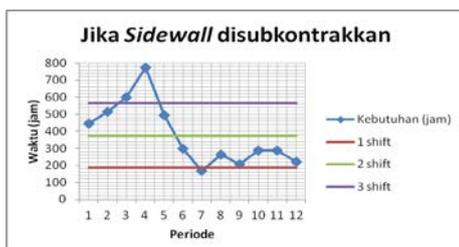
$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan jam} &= \text{Kebutuhan waktu jam seluruh komponen} - \\ &\quad \text{Kebutuhan waktu } \textit{sidewall} \text{ (jam)} \\ &= 950,118 \text{ jam} - \frac{30.285,225 \text{ menit}}{60} \\ &= 950,118 \text{ jam} - 504,754 \text{ jam} \\ &= 445,364 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih 3 shift periode 1} &= \text{Kapasitas tersedia periode 1} - \\ &\quad \text{Kebutuhan periode 1} \\ &= 562,5 - 445,364 \\ &= 117,136 \text{ jam} \end{aligned}$$

Tabel 8 Selisih Waktu dalam Setiap Shift Jika *Sidewall* Disubkontrakkan

Periode	Kebutuhan (jam)	Tersedia			Selisih		
		1 shift	2 shift	3 shift	1 shift	2 shift	3 shift
1	445,364	187,5	375	562,5	-257,864	-70,364	117,136
2	514,144	187,5	375	562,5	-326,644	-139,144	48,356
3	598,276	187,5	375	562,5	-410,776	-223,276	-35,776
4	775,890	187,5	375	562,5	-588,390	-400,890	-213,390
5	495,448	187,5	375	562,5	-307,948	-120,448	67,052
6	299,138	187,5	375	562,5	-111,638	75,862	263,362
7	168,265	187,5	375	562,5	19,235	206,735	394,235
8	261,746	187,5	375	562,5	-74,246	113,254	300,754
9	205,657	187,5	375	562,5	-18,157	169,343	356,843
10	289,790	187,5	375	562,5	-102,290	85,210	272,710
11	285,936	187,5	375	562,5	-98,436	89,064	276,564
12	220,762	187,5	375	562,5	-33,262	134,238	341,738
Total	4.560,415	2.250	4.500	6.750	-2.310,415	-60,415	2.189,585

Pada Tabel 8 dapat diketahui bahwa dengan melakukan subkontrak pada *sidewall* sejumlah target setiap periode maka selisih waktu tersedia dengan kebutuhan waktu pada periode 1 bernilai positif dengan 3 shift yaitu 117,136 jam. Sehingga lebih baik menerapkan 3 shift karena tidak terdapat kekurangan waktu. Pada periode 2 dan 5 juga lebih baik menerapkan 3. Sedangkan periode 6, 8, 9, 10, 11, dan 12 lebih baik dengan 2 shift serta periode 7 dengan 1 shift. Lebih jelas pada Gambar 2 merupakan grafik kebutuhan waktu jika *sidewall* disubkontrakkan.



Gambar 2 Grafik Kebutuhan Waktu Jika *Sidewall* Disubkontrakkan

3.7.2. Komponen Roof

Kebutuhan dalam jam dengan melakukan subkontrak pada *roof* dihitung dengan

menjumlahkan kebutuhan waktu pada komponen selain *roof*. Tabel 9 merupakan selisih waktu dalam setiap shift jika *roof* disubkontrakkan dan berikut contoh perhitungan kebutuhan jam pada periode 1 dengan melihat kebutuhan jam setiap periode pada Tabel 7 dan waktu masing-masing komponen sesuai Tabel 5 serta contoh perhitungan selisih waktu dengan 3 shift pada periode 1.

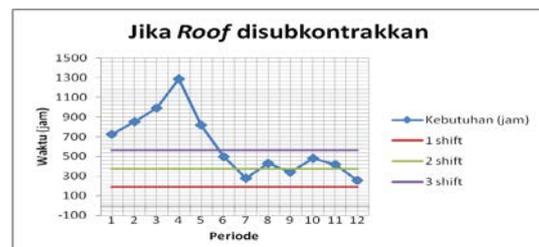
$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan jam} &= \text{Kebutuhan waktu jam seluruh komponen} - \\ &\quad \text{Kebutuhan waktu } \textit{roof} \text{ (jam)} \\ &= 950,118 \text{ jam} - \frac{13.656,195 \text{ menit}}{60} \\ &= 950,118 \text{ jam} - 227,603 \text{ jam} \\ &= 722,515 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih 3 shift periode 1} &= \text{Kapasitas tersedia periode 1} - \\ &\quad \text{Kebutuhan periode 1} \\ &= 562,5 - 722,515 \\ &= -160,015 \text{ jam} \end{aligned}$$

Tabel 9 Selisih Waktu dalam Setiap Shift Jika *Roof* disubkontrakkan

Periode	Kebutuhan (jam)	Tersedia			Selisih		
		1 shift	2 shift	3 shift	1 shift	2 shift	3 shift
1	722,515	187,5	375	562,5	-535,015	-347,515	-160,015
2	852,883	187,5	375	562,5	-665,383	-477,883	-290,383
3	992,446	187,5	375	562,5	-804,946	-617,446	-429,946
4	1287,078	187,5	375	562,5	-1099,578	-912,078	-724,578
5	821,869	187,5	375	562,5	-634,369	-446,869	-259,369
6	496,223	187,5	375	562,5	-308,723	-121,223	66,277
7	279,125	187,5	375	562,5	-91,625	95,875	283,375
8	432,137	187,5	375	562,5	-244,637	-57,137	130,363
9	338,921	187,5	375	562,5	-151,421	36,079	223,579
10	480,716	187,5	375	562,5	-293,216	-105,716	81,784
11	419,373	187,5	375	562,5	-231,873	-44,373	143,127
12	255,483	187,5	375	562,5	-67,983	119,517	307,017
Total	7378,770	2250	4500	6750	-5128,770	-2878,770	-628,770

Pada Tabel 9 dapat diketahui bahwa dengan melakukan subkontrak pada *roof* sejumlah target setiap periode maka selisih waktu tersedia dengan kebutuhan waktu pada periode 1 hingga 5 bertanda minus yang berarti kebutuhan masih belum bisa dipenuhi. Sedangkan pada periode 6, 8, 10 dan 11 dengan 3 shift selisih waktu bertanda positif sehingga lebih baik diterapkan 3 shift dan pada periode 7, 9, dan 12 lebih baik menerapkan 2 shift. Lebih jelas pada Gambar 3 merupakan grafik kebutuhan waktu jika *roof* disubkontrakkan.



Gambar 3 Grafik Kebutuhan Waktu Jika *Roof* Disubkontrakkan

3.7.3. Komponen Endwall

Kebutuhan dalam jam dengan melakukan subkontrak pada *endwall* dihitung dengan

menjumlahkan kebutuhan waktu pada komponen selain *endwall*. Tabel 10 merupakan selisih waktu dalam setiap shift jika *endwall* disubkontrakkan dan berikut contoh perhitungan kebutuhan jam pada periode 1 serta contoh perhitungan selisih waktu dengan 3 shift pada periode 1.

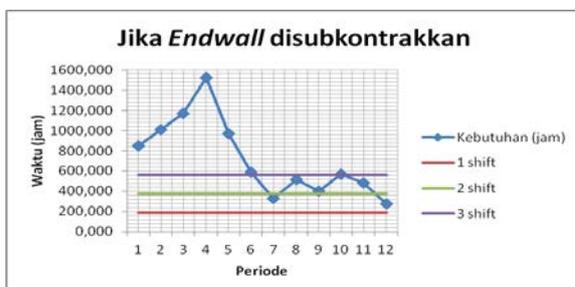
$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan jam} &= \text{Kebutuhan waktu jam seluruh komponen} - \\ &\quad \text{Kebutuhan waktu } \textit{endwall} \text{ (jam)} \\ &= 950,118 \text{ jam} - \frac{6,025,860 \text{ menit}}{60} \\ &= 950,118 \text{ jam} - 100,431 \text{ jam} \\ &= 849,687 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih 3 shift periode 1} &= \text{Kapasitas tersedia periode 1} - \\ &\quad \text{Kebutuhan periode 1} \\ &= 562,5 - 849,687 \\ &= -287,187 \text{ jam} \end{aligned}$$

Tabel 10 Selisih Waktu dalam Setiap Shift Jika *Endwall* Disubkontrakkan

Periode	Kebutuhan (jam)	Tersedia			Selisih		
		1 shift	2 shift	3 shift	1 shift	2 shift	3 shift
1	849,687	187,5	375	562,5	-662,187	-474,687	-287,187
2	1008,316	187,5	375	562,5	-820,816	-633,316	-445,816
3	1173,313	187,5	375	562,5	-985,813	-798,313	-610,813
4	1521,640	187,5	375	562,5	-1334,140	-1146,640	-959,140
5	971,650	187,5	375	562,5	-784,150	-596,650	-409,150
6	386,657	187,5	375	562,5	-399,157	-211,657	-24,157
7	329,994	187,5	375	562,5	-142,494	-48,096	232,506
8	513,324	187,5	375	562,5	-325,824	-138,324	49,176
9	403,326	187,5	375	562,5	-215,826	-28,326	159,174
10	568,324	187,5	375	562,5	-380,824	-193,324	-5,824
11	483,605	187,5	375	562,5	-296,105	-108,605	78,895
12	274,671	187,5	375	562,5	-87,171	100,329	287,829
Total	8684,507	2250	4500	6750	-6434,507	-4184,507	-1934,507

Pada Tabel 10 dapat diketahui bahwa dengan melakukan subkontrak pada *endwall* sejumlah target setiap periode maka selisih waktu tersedia dengan kebutuhan waktu. Pada periode 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 10 bertanda minus yang berarti kebutuhan masih belum bisa dipenuhi dengan melakukan subkontrak seluruh komponen *endwall*. Pada periode 7 dan 12 dengan 2 shift selisih waktu bertanda positif sehingga lebih baik diterapkan 2 shift. Sedangkan pada periode 8, 9 dan 11 dengan 3 shift selisih waktu bertanda positif sehingga lebih baik diterapkan 3 shift. Lebih jelas pada Gambar 4 merupakan grafik kebutuhan waktu jika *endwall* disubkontrakkan.



Gambar 4 Grafik Kebutuhan Waktu Jika *Endwall* Disubkontrakkan

3.7.4. Komponen Underframe

Kebutuhan dalam jam dengan melakukan subkontrak pada *underframe* dihitung dengan

menjumlahkan kebutuhan waktu pada komponen selain *underframe*. Tabel 11 merupakan selisih waktu dalam setiap shift jika *underframe* disubkontrakkan dan berikut contoh perhitungan kebutuhan jam pada periode 1 serta contoh perhitungan selisih waktu dengan 3 shift pada periode 1.

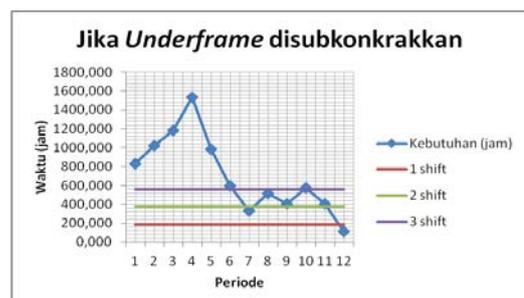
$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan jam} &= \text{Kebutuhan waktu jam seluruh komponen} - \\ &\quad \text{Kebutuhan waktu } \textit{underframe} \text{ (jam)} \\ &= 950,118 \text{ jam} - \frac{7,039,785 \text{ menit}}{60} \\ &= 950,118 \text{ jam} - 117,330 \text{ jam} \\ &= 832,788 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih 1 shift periode 1} &= \text{Kapasitas tersedia periode 1} - \\ &\quad \text{Kebutuhan periode 1} \\ &= 562,5 - 832,788 \\ &= -270,288 \text{ jam} \end{aligned}$$

Tabel 11 Selisih Waktu dalam Setiap Shift Jika *Underframe* Disubkontrakkan

Periode	Kebutuhan (jam)	Jam Tersedia			Selisih Jam		
		1 shift	2 shift	3 shift	1 shift	2 shift	3 shift
1	832,788	187,5	375	562,5	-645,288	-457,788	-270,288
2	1,017,852	187,5	375	562,5	-830,352	-642,852	-455,352
3	1,184,410	187,5	375	562,5	-996,910	-809,410	-621,910
4	1,536,031	187,5	375	562,5	-1348,531	-1161,031	-973,531
5	980,839	187,5	375	562,5	-793,339	-605,839	-418,339
6	592,205	187,5	375	562,5	-404,705	-217,205	-29,705
7	333,115	187,5	375	562,5	-145,615	-41,885	229,385
8	518,179	187,5	375	562,5	-330,679	-143,179	44,321
9	407,141	187,5	375	562,5	-219,641	-32,141	155,359
10	573,698	187,5	375	562,5	-386,198	-198,698	-11,198
11	407,141	187,5	375	562,5	-219,641	-32,141	155,359
12	111,038	187,5	375	562,5	76,462	263,962	451,462
Total	8,494,438	2,250	4,500	6,750	-6,244,438	-3,994,438	-1,744,438

Pada Tabel 11 dapat diketahui bahwa dengan melakukan subkontrak pada *underframe* sejumlah target setiap periode maka selisih waktu tersedia dengan kebutuhan waktu pada periode 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 10 bertanda minus yang berarti kebutuhan masih belum bisa dipenuhi dengan melakukan subkontrak seluruh komponen *underframe*. Pada periode 8, 9 dan 11, selisih waktu bertanda positif ketika 3 shift sehingga lebih baik diterapkan 3 shift. Pada periode 7 selisih waktu bertanda positif ketika 2 shift sehingga lebih baik diterapkan 2 shift. Sedangkan pada periode 12 selisih waktu bertanda positif pada 1 shift. Lebih jelas pada Gambar 5 merupakan grafik kebutuhan waktu jika *underframe* disubkontrakkan



Gambar 5 Grafik Kebutuhan Waktu Jika *Sidewall* Disubkontrakkan

3.8. Perhitungan Strategi Gabungan Subkontrak dan Shift Kerja

Pada strategi pemenuhan kebutuhan jam dengan subkontrak komponen pada *sidewall*, *roof*, *endwall*, dan *underframe* menunjukkan hasil bahwa hanya pada *sidewall* yang dapat memenuhi kebutuhan periode awal yaitu periode 1 dan 2. Sehingga dengan sisa jam yang ada pada periode 2 memungkinkan untuk digunakan dalam mengerjakan komponen berikutnya. Sedangkan periode yang masih terdapat kekurangan jam maka dilakukan penambahan subkontrak dengan jumlah tertentu sehingga menghasilkan sisa jam paling sedikit. Penentuan jumlah komponen pada periode berikutnya yang dikerjakan pada periode tersebut dan jumlah komponen yang disubkontrakkan dihitung dan dipilih berdasarkan jumlah yang paling mendekati sisa jam. Tabel 12 merupakan jumlah komponen terpilih yang dikerjakan untuk memanfaatkan sisa jam.

Tabel 12 Jumlah Komponen Terpilih yang dikerjakan dan disubkontrakkan periode 1-6

Komponen	Periode					
	1	2	3	4 + Subkontrak	5	6
<i>Endwall</i> (2,232 jam)	N2 = 1 2,232	N3 = 64(All) 142,835	N4 = 57 127,224	N = 39 87,048	N6 = 30 66,96	
<i>Roof</i> (5,058 jam)		N3 = 4 20,232	N4 = 25 126,450	N = 17 85,986	N6 = 13 65,754	N7 = 18(All) 91,041
<i>Underframe</i> (2,058 jam)	N2 = 55(All) 113,213	N3 = 10 20,58	N4 = 62 127,596	N = 42 86,436	N6 = 32 65,856	N7 = 18(All) 37,052
<i>Sidewall</i> (11,217)						N7 = 18(All) 201,906

Pada Tabel 12 setiap komponen *endwall* membutuhkan waktu 2,232 jam yang didapatkan dari Tabel 4.11 yaitu 133,908 menit dibagi dengan 60 menit. N2 menunjukkan jumlah komponen pada periode 2 yang dikerjakan pada periode 1. Periode 4 menunjukkan terdapat kekurangan waktu meskipun telah dilakukan 3 shift dan ditambah dengan subkontrak pada *sidewall*. Hasil perhitungan menunjukkan jumlah subkontrak terpilih adalah komponen *roof* karena paling mendekati dengan jumlah kekurangan jam ditunjukkan dengan warna kuning. Tabel 13 merupakan sisa jam setelah dilakukan revisi jumlah komponen yang dikerjakan.

Tabel 13 Sisa Jam Setelah Revisi Jumlah Komponen Periode 1-6

Periode	Kebutuhan Waktu Awal (jam)	Kebutuhan waktu (jam)	Sisa Jam
1	445,364	560,809	1,691
2	514,144	562,114	0,386
3	598,276	562,457	0,043
4	775,890	562,308	0,192
5	495,448	562,408	0,092
6	299,138	562,172	0,328

Subkontrak dilakukan dengan memaksimalkan shift kerja yaitu 3 shift kerja dan

dikombinasikan dengan melakukan subkontrak pada komponen. Waktu yang tersedia dalam 3 shift pada setiap periode adalah 562,5 sesuai dengan Tabel 7. Berikut contoh perhitungan kebutuhan waktu dan sisa jam pada periode 1

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan waktu} &= \text{Kebutuhan Waktu Awal} + \text{Waktu 1} \\ &\quad \text{Endwall} + \text{Waktu 55 Underframe} \\ &= 445,364 + 2,232 + 113,213 \\ &= 560,809 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sisa jam} &= \text{Jam tersedia 3 shift} - \text{Kebutuhan Waktu} \\ &= 562,5 - 560,809 \\ &= 1,691 \text{ jam} \end{aligned}$$

Subkontrak yang dilakukan pada periode 1 sampai 6 membuat kebutuhan waktu dan sisa jam pada periode 7 sampai 12 berubah. Sehingga perlu dilakukan perhitungan pemanfaatan sisa jam setelah dilakukan subkontrak dengan cara yang sama yaitu dihitung dan dipilih berdasarkan jumlah yang paling mendekati sisa jam. Tabel 14 merupakan jumlah komponen yang dikerjakan untuk memanfaatkan sisa jam pada periode 7 hingga 11.

Tabel 14 Jumlah Komponen Terpilih yang dikerjakan periode 7-11

Komponen	Periode				
	7	8	9	10	11
<i>Endwall</i> (2,232 jam)	N8 = 28 (All) 62,496	N9 = 22 (All) 49,104	N10 = 31 (All) 69,192	N11 = 61 (All) 136,152 N12 = 4 8,928	N12 = 86 (All) 191,952
<i>Roof</i> (5,058 jam)	N8 = 28 (All) 141,624	N9 = 22 (All) 111,276	N10 = 31 (All) 156,798	N11 = 61 (All) 308,538	N12 = 86 (All) 424,988
<i>Underframe</i> (2,058 jam)	N8 = 2 4,116	N9 = 22 (All) 45,276		N11 = 61 (All) 125,538	N12 = 86 (All) 176,988
<i>Sidewall</i> (11,217)	N8 = 28 (All) 314,076	N9 = 22 (All) 246,774 N10 = 5 56,085	N10 = 31 (All) 347,727	N11 = 61 (All) 684,237	N12 = 86 (All) 964,662

Pada Tabel 14 menunjukkan bahwa periode 8 dapat mengerjakan komponen *sidewall* pada periode 9 dan 10 ditunjukkan dari nilai N9 yaitu sebanyak 22 dan N10 yaitu 5. Periode 12 merupakan periode akhir pada tahun 2016 sehingga belum dapat dilakukan perhitungan pemanfaatan sisa jam. Sisa jam pada periode 12 jika memungkinkan akan dimanfaatkan untuk periode 1 di tahun 2017. Tabel 15 merupakan sisa jam pada periode 7 hingga 12 setelah dilakukan revisi jumlah komponen yang dikerjakan.

Tabel 15 Sisa Jam Setelah Revisi Jumlah Komponen Periode 7-12

Periode	Kebutuhan Waktu Awal (jam)	Kebutuhan Waktu (jam)	Sisa jam
7	370,167	562,468	0,032
8	575,815	562,031	0,469
9	452,426	560,831	1,669
10	637,509	562,225	0,275
11	532,704	279,134	283,366
12	288,062	0	562,500

Kebutuhan waktu
 =Kebutuhan Waktu Awal - Waktu komponen yang dikerjakan pada periode 6 + Waktu 28 *Endwall* + Waktu 28 *Roof* + Waktu 2 *Underframe* + Waktu 28 *Sidewall*
 =370,167-(91,041+37,052+201,906)+62,496+141,624+4,116+ 314,076
 = 370,167-329,999+522,312 = 562,468

Sisa jam = Jam tersedia 3 shift – Kebutuhan Waktu
 = 562,5 – 562,468
 = 0,032 jam

Sidewall = 0 (semua disubkontrakkan)
Endwall = Jumlah *endwall* awal periode 1 + N2 *endwall* periode 1
 = 45 + 1 = 46
Roof = Jumlah *roof* awal periode 1 + N2 *roof* periode 1
 = 45 + 0
 = 45
Underframe = Jumlah *underframe* awal periode 1 + N2 *underframe* periode 1
 = 57 + 55
 = 112

Sesuai Tabel 4 yaitu jadwal induk produksi bulanan maka didapatkan jumlah masing-masing komponen yang harus dikerjakan setiap periode dimana sesuai *manufacturing drawing* kereta penumpang terdiri dari *komponen sidewall, endwall, roof* dan *underframe* sementara kereta *flat car* hanya terdiri dari *underframe*. Tabel 16 merupakan jumlah awal masing-masing komponen yang harus dikerjakan.

Tabel 16 Jumlah Awal Komponen yang Harus dikerjakan

Periode	Jumlah komponen yang dikerjakan (unit)			
	<i>Sidewall</i>	<i>Endwall</i>	<i>Roof</i>	<i>Underframe</i>
1	45	45	45	57
2	55	55	55	55
3	64	64	64	64
4	83	83	83	83
5	53	53	53	53
6	32	32	32	32
7	18	18	18	18
8	28	28	28	28
9	22	22	22	22
10	31	31	31	31
11	22	22	22	61
12	6	6	6	86

Penerapan strategi subkontrak membuat jadwal komponen yang harus dikerjakan pada setiap periode berubah. Perubahan tersebut disebabkan pemanfaatan sisa jam untuk mengerjakan komponen pada periode selanjutnya serta penambahan jumlah subkontrak pada periode yang masih terdapat kekurangan jam yaitu periode 4. Tabel 17 merupakan jumlah komponen yang harus dikerjakan setelah dilakukan subkontrak dan berikut contoh perhitungan pada periode 1.

Tabel 17 Jumlah Komponen yang Harus dikerjakan Setelah dilakukan Subkontrak

Periode	Jumlah komponen yang dikerjakan (unit)			
	<i>Sidewall</i>	<i>Endwall</i>	<i>Roof</i>	<i>Underframe</i>
1	0	46	45	112
2	0	118	55	10
3	0	0	64	116
4	0	83	66	21
5	0	83	53	53
6	18	2	50	50
7	28	46	28	2
8	22	22	22	50
9	31	31	31	0
10	61	61	61	61
11	86	86	86	86
12	0	0	0	0

3.9. Analisis dan Pembahasan

Pada kondisi sebelumnya pekerjaan bilas logam *body* utuh tidak terdapat alternatif solusi lain selain dengan memaksimalkan kerja lembur untuk memenuhi jumlah kekurangan waktu karena tidak memungkinkan dilakukannya subkontrak. Tentu hal tersebut berdampak pada kemoloran proyek jika masih terdapat kekurangan waktu meskipun telah memaksimalkan jam lembur. Kondisi saat ini jumlah shift yang tersedia adalah 3 shift dengan pekerja setiap shift adalah orang yang berbeda. Pada keadaan sebelumnya, strategi untuk pemenuhan kapasitas dilakukan dengan jam kerja lembur yaitu di hari sabtu dan minggu. Namun, untuk saat ini terdapat kebijakan baru dimana pada hari minggu diberlakukan pemadaman listrik untuk seluruh area PT INKA sehingga tidak bisa dilakukan lembur setiap hari minggu. Kondisi kemoloran juga didukung faktor lain yang memperlambat pengerjaan adalah tekanan angin yang kurang kuat dari kompresor karena pemakaian secara bersamaan dengan stasiun kerja lain, sehingga ketika shift pertama tekanan angin biasanya melemah.

Pada bilas logam *body* terpisah selain strategi lembur juga terdapat alternatif solusi lainnya yaitu memungkinkan dilakukan subkontrak. Melakukan strategi subkontrak juga didukung dengan meminimalisasi lemahnya tekanan angin sehingga pekerjaan lebih cepat, serta saat ini pengerjaan komponen tersebut memang dilakukan diluar *workshop* PT INKA jadi dapat sekaligus mensubkontrakkan pekerjaan bilas logam sehingga diterima PT INKA sudah dalam keadaan selesai *primer painting*. Keuntungan bilas logam dengan *body* terpisah lainnya juga dapat dilihat dari segi kualitas yaitu jika komponen dilakukan bilas logam terlebih dahulu sebelum di *body assembly* maka dapat meminimalisasi munculnya karat sehingga meminimalisasi pekerjaan bilas logam.

Melakukan subkontrak dan memaksimalkan shift kerja dapat memenuhi kebutuhan jam dalam memenuhi target pesanan

2016. Perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya mendapatkan hasil berupa jadwal pengerjaan komponen dalam setiap periode selama tahun 2016, kebutuhan waktu pengerjaan dan sisa jam. Tabel 18 merupakan jadwal pengerjaan komponen, kebutuhan waktu serta sisa jam setiap periode.

Tabel 18 Jadwal Pengerjaan Komponen, Kebutuhan dan Sisa Jam Setiap Periode

Periode	Jumlah komponen yang dikerjakan (unit)				Kebutuhan Jam	Sisa jam
	Sidewall	Endwall	Roof	Underframe		
1	0	46	45	112	560,809	1,691
2	0	118	55	10	562,114	0,386
3	0	0	64	116	562,457	0,043
4	0	83	66	21	562,308	0,192
5	0	83	53	53	562,408	0,092
6	18	2	50	50	562,172	0,328
7	28	46	28	2	562,468	0,032
8	22	22	22	50	562,031	0,469
9	31	31	31	0	560,831	1,669
10	61	61	61	61	562,225	0,275
11	86	86	86	86	279,134	283,366
12	0	0	0	0	0	562,500

Pada Tabel 18 dapat dilihat sudah tidak terdapat kekurangan jam ditandai dengan sisa jam yang bertanda positif pada periode 1 hingga 12. Pada periode 11 dan 12 sisa waktu berjumlah banyak yaitu 283,366 dan 562,500. Sisa jam pada periode akhir ini dapat digunakan sebagai waktu cadangan apabila terdapat kemoloran waktu pengerjaan pada periode-periode sebelumnya. Selain itu, sisa waktu juga dapat digunakan untuk pengerjaan kereta pada tahun berikutnya yang sudah masuk di tahun 2016. Target tahun 2016 adalah setara dengan 440 kereta penumpang dan setelah dihitung dengan kemampuan proses bilas logam PT INKA yang sebelumnya dilakukan dengan *body* utuh hanya dapat mengerjakan 328 unit kereta penumpang. Sementara jumlah pesanan yang masuk ternyata lebih besar dari target penjualan yaitu sebanyak 459 kereta penumpang dan 131 *flat car*. Jumlah pesanan yang harus dikerjakan pada tahun 2016 ini adalah gabungan dari pesanan yang memang masuk di tahun 2016 ditambah dengan pesanan kereta di tahun 2015 yang belum selesai. Perhitungan pengerjaan bilas logam dengan *body* terpisah terbukti dapat meningkatkan pemenuhan kebutuhan kapasitas. Strategi memaksimalkan shift kerja yang dikombinasikan dengan subkontrak pada komponen *sidewall* di periode 1, 2, 3, 5 dan 6 serta subkontrak komponen *sidewall* dan *roof* di periode 4 dapat memenuhi target *painting*. Bahkan masih terdapat sisa waktu pada periode akhir yang dapat dimanfaatkan.

4. Penutup

Waktu standar bilas logam dengan *body* utuh pada *endwall* yaitu 133,908 menit, pada *sidewall* yaitu 673,005 menit, pada *roof* yaitu

303,471 menit, serta pada *underframe* yaitu 123,505 menit. Sehingga berdasarkan *manufacturing* kereta, untuk kereta penumpang yang terdiri dari komponen *endwall*, *sidewall*, *roof* dan *underframe* membutuhkan waktu 1.233,888 menit atau setara dengan 20,565 jam setiap unit, untuk kereta barang yang terdiri dari komponen *endwall*, *sidewall* dan *underframe* membutuhkan waktu 930,417 menit atau setara dengan 15,507 jam setiap unit, serta untuk kereta *flat car* yang hanya terdiri atas *underframe* membutuhkan waktu 123,505 menit atau setara dengan 2,058 jam.

Kapasitas tersedia bilas logam *body* terpisah dalam jam per tahun untuk 1 shift adalah 2.250, untuk 2 shift adalah 4.500, dan untuk 3 shift adalah 6.750. Jam tersedia dalam satu tahun berlaku untuk semua jenis kereta. Sedangkan kapasitas tersedia dalam unit per tahun didapatkan hasil pada jenis kereta penumpang untuk 1 shift adalah 109 unit, untuk 2 shift adalah 218 unit, dan untuk 3 shift adalah 328 unit, pada jenis kereta barang untuk 1 shift adalah 145 unit, untuk 2 shift adalah 290 unit, dan untuk 3 shift adalah 435 unit, dan pada jenis kereta *flat car* untuk 1 shift adalah 1.093 unit, untuk 2 shift adalah 2.186 unit, dan untuk 3 shift adalah 3.279 unit.

Kebutuhan kapasitas bilas logam sesuai target 2016 di i yaitu sejumlah 590 kereta yang terdiri dari 459 kereta penumpang dan 131 kereta *flat car*, dihitung dengan metode *Rough Cut Capacity Planning* didapatkan hasil berupa kebutuhan kapasitas setiap periode di mana dalam satu tahun terdapat 12 periode. Hasil dari perhitungan didapatkan bahwa kebutuhan waktu terbesar adalah pada periode 4 yang mengerjakan 83 kereta penumpang sehingga membutuhkan waktu 1.706,880 jam. Total kebutuhan selama 2016 adalah 9.708,903 jam

Perbandingan kebutuhan kapasitas sesuai target 2016 menunjukkan hasil bahwa hanya pada periode 7, 9, 11 dan 12 yang kebutuhannya dapat dipenuhi dengan memaksimalkan shift kerja. Sementara untuk periode lain yaitu periode 1, 2, 5, 6, 8, dan 10 dapat dipenuhi dengan melakukan subkontrak pada masing-masing komponen. Sedangkan pada periode 3 dan 4, dimana kebutuhan belum dapat dipenuhi dengan melakukan subkontrak salah satu komponen maka perlu dilakukan subkontrak 2 komponen.

Strategi pemenuhan kapasitas dengan menggabungkan strategi memaksimalkan shift kerja serta melakukan subkontrak kemudian memanfaatkan sisa waktu untuk mengerjakan komponen pada periode berikutnya didapatkan

hasil pada periode 1, 2, 3, 5, dan 6 perlu dilakukan subkontrak *sidewall*, pada periode 4 perlu dilakukan subkontrak *sidewall* dan 17 *roof* serta periode 7, 8, 9, 10, 11, dan 12 dapat dipenuhi dengan menerapkan 3 shift kerja.

Daftar Pustaka

- [1] Jatmika, Bambang. 2015. *Peningkatan Pencapaian Kapasitas Painting PT. INKA (Persero) untuk Mencapai Target Sales di atas 1 T*. Prasyarat Senior Manajer Penyelesaian Produk Akhir.
- [2] BPPT. 2009. *Peningkatan Kemampuan Teknologi Produksi PT INKA*. Laporan Akhir Program Insentif Peningkatan Kapasitas IPTEK Sitem Produksi.
- [3] Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: Guna Widya.
- [4] Kusuma, Hendra. 2001. *Manajemen Produksi Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: ANDI.
- [5] Fogarty, Donald., John Blackstone, & Thomas Hoffan., 1991. *Production & Inventory Management*. Cincinati: South-Western Publishing Co.