

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

**SKRIPSI
TEKNIK INDUSTRI
KONSENTRASI REKAYASA SISTEM INDUSTRI**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



Disusun oleh:

**SELVY CATUR NIA KUSUMA PUTRI
NIM. 125060701111048**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2016**

LEMBAR PENGESAHAN

***ROUGH CUT CAPACITY PLANNING BODY* TERPISAH SEBAGAI
STRATEGI PEMENUHAN KEBUTUHAN KAPASITAS
BILAS LOGAM**

(Studi Kasus: PT Industri Kereta Api)

**SKRIPSI
TEKNIK INDUSTRI
KONSENTRASI REKAYASA SISTEM INDUSTRI**

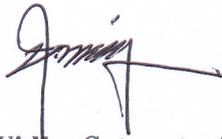
**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



**SELVY CATUR NIA KUSUMA PUTRI
NIM. 125060701111048**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 15 Agustus 2016

Dosen Pembimbing I



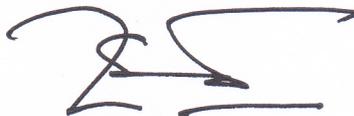
Nasir Widha Setyanto, ST., MT.
NIP. 197405282008011010

Dosen Pembimbing II



Wifqi Azlia, ST., MT.
NIP. 2011028512252001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri**



Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19730819 199903 1 002

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, Juni 2016



Selvy Catur Nia Kusuma Putri
NIM. 125060701111048

PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena petunjuk dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan kegiatan penelitian yang dilaksanakan di PT Industri Kereta Api dan dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Rough Cut Capacity Planning Body Terpisah sebagai Strategi Pemenuhan Kebutuhan Kapasitas Bilas Logam”**.

Pelaksanaan penelirian dan penyusunan tugas akhir ini dilakukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) yang harus ditempuh oleh mahasiswa Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari kerjasama dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan dukungan, bimbingan serta semangat yang turut membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini:

1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan kegiatan penelitian dan menyelesaikan tugas akhir dengan lancar.
2. Bapak Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.
3. Bapak Arif Rahman, ST., MT. selaku Sekertaris Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.
4. Bapak Nasir Widha Setyanto, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Wifqi Azlia, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II atas kesabaran dan ketekunan dalam membimbing, memberikan arahan, masukan, motivasi serta ilmu yang bermanfaat bagi penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Remba Yanuar Efranto, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan semangat dan bantuan selama masa studi penulis.
6. Bapak Richorda Datu Sukoco selaku Pembimbing Lapang bagian Perencanaan dan Pengendalian Produksi serta seluruh karyawan PT Industri Kereta Api atas kerjasama selama penelitian hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Kedua orang tua saya yang sangat saya muliakan, saya sayangi, dan saya cintai, Papa Waiman, S.pd. dan Mama Khinik Kholimah Kamsyantini atas doa-doa dan restu yang membuat saya menjalani hari-hari dengan lebih mudah serta lebih semangat dan juga atas dukungan serta motivasi yang tidak pernah lelah sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan tanpa rasa putus asa.

8. Saudara-saudara saya, Kak Ipung, Kak Wilis, Mbak Nur, Mbak Devy, Sonya, Dila, Uki dan Yuwen yang selalu memberikan semangat serta bantuan dalam menghadapi kesulitan agar dapat menyelesaikan studi dengan tepat waktu.
9. Bapak dan Ibu Dosen Pengajar di Jurusan Teknik Industri dan Teknik Mesin yang telah memberikan ilmunya selama perkuliahan kepada penulis.
10. Sahabat-sahabat saya yang selalu memberikan dukungan, Shelvya Endah W, Evi Riana N, Dian Dwi S, A.K Aziz, Fitriana A, Rifqi R, Amel, Arini, Kresna, Azil, Manik, Virda, Yunita, Mei, Prislia, Endah dan teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu.
11. Kawan-kawan Unit Kegiatan Mahasiswa Forum Studi Mahasiswa Pengembang Penalaran Universitas Brawijaya yang selalu memberikan dorongan untuk dapat mengerjakan tugas akhir dengan cepat dan lulus tepat waktu.
12. Teman-teman seperjuangan angkatan 2012 Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya yang selalu memberikan dukungan serta bantuan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih belum sempurna, mengingat masih kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun sehingga dapat menjadi sarana pembelajaran untuk menjadi yang lebih baik. Semoga hasil penelitian dalam tugas akhir ini dapat memberikan manfaat kepada semua pihak.

Malang, Juli 2016

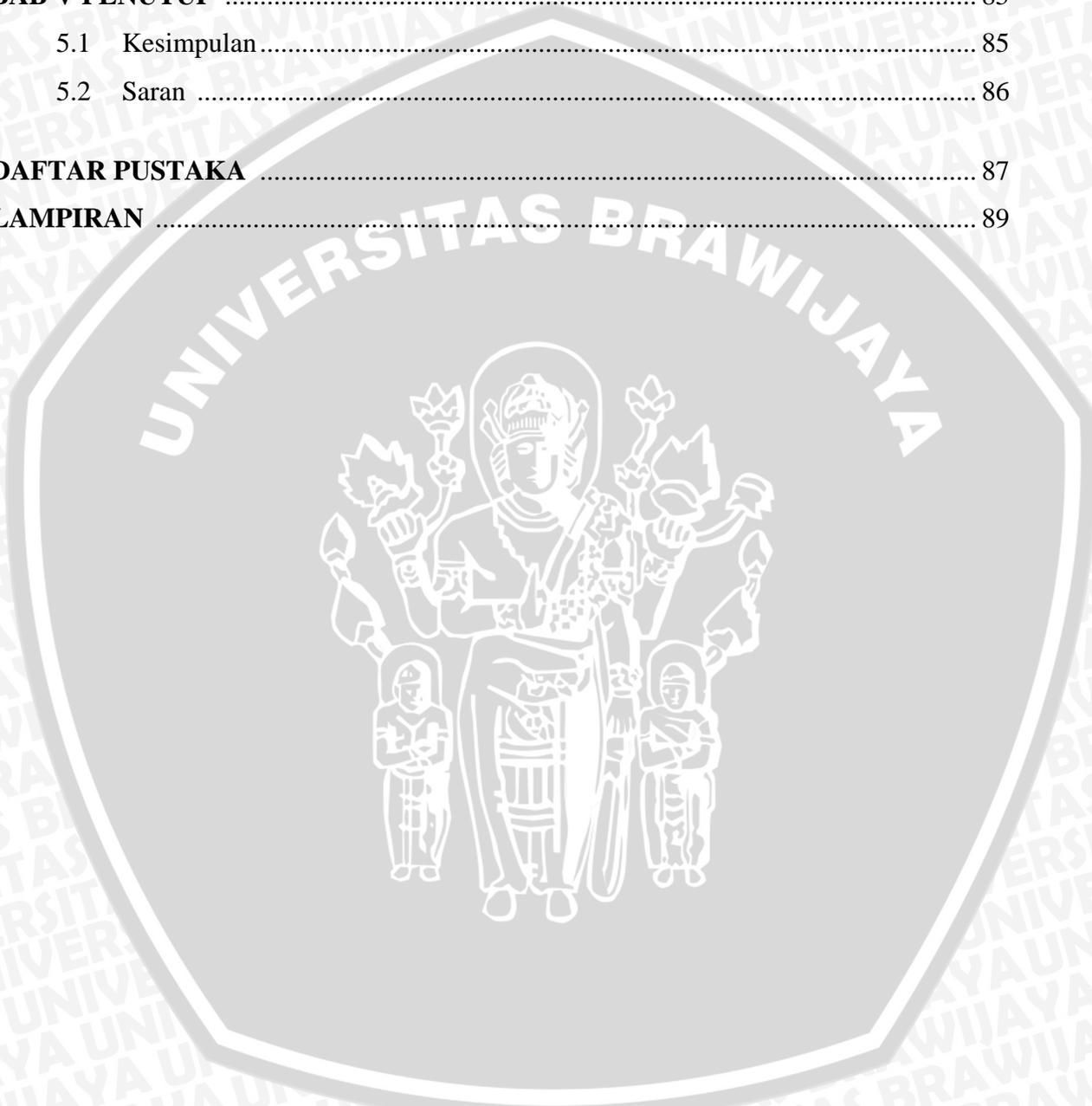
Penulis

DAFTAR ISI

PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
RINGKASAN	xiii
SUMMARY	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Perumusan Masalah.....	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Asumsi-Asumsi	5
1.6 Tujuan Penelitian.....	5
1.7 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Pengukuran Pekerjaan	9
2.3 Pengukuran Waktu Kerja Langsung dengan Jam Henti.....	10
2.4 Kapasitas Produksi	15
2.5 Metode Perhitungan Kebutuhan Kapasitas.....	18
2.5.1 Metode <i>Rough Cut Capacity</i>	18
2.5.2 Metode <i>Resources Requirement</i>	21
BAB I METODE PENELITIAN	23
3.1 Jenis Penelitian	23
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.3 Pengumpulan Data.....	23
3.4 Langkah-Langkah Penelitian.....	23
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Gambaran Umum Perusahaan	29
4.1.1 Visi dan Misi Perusahaan	29
4.1.2 Motto dan Nilai-Nilai Perusahaan	30
4.1.3 Sejarah Perusahaan	31
4.1.4 Struktur Organisasi Perusahaan	33
4.1.5 Proses Produksi dan Tata Letak Fasilitas Perusahaan	37
4.1.6 Manajemen Personalia	41
4.2 Pengumpulan Data	41
4.2.1 <i>Master Planning Schedule Delivery</i> PT Industri Kereta Api	41
4.2.2 <i>Master Planning Schedule</i> pada <i>Painting</i> 2016	43
4.2.3 Struktur Kereta	44
4.3 Pengolahan Data	45
4.3.1 Penyusunan Elemen Kerja pada Bilas Logam	45
4.3.2 Pengukuran Waktu	50
4.3.3 Uji Keseragaman Data	50
4.3.4 Uji Kecukupan Data	52
4.3.5 Penentuan <i>Performance Rating</i>	54
4.3.6 Penentuan Nilai Kelonggaran Kerja	55
4.3.7 Penentuan Waktu Standar	56
4.4 Perhitungan Waktu Standar Bilas Logam <i>Body</i> Terpisah Berdasarkan <i>Manufacturing Drawing</i>	57
4.5 Perhitungan Kapasitas Tersedia Setiap Tahun (jam) Bilas Logam <i>Body</i> Terpisah	60
4.5.1 Kebutuhan Waktu	60
4.5.2 Kapasitas Tersedia dalam Jam/ Tahun dan Unit/ Tahun	61
4.6 Perhitungan Kebutuhan Kapasitas dengan Metode <i>Rough Cut Capacity</i> <i>Planning (RCCP)</i> teknik <i>Bill of Labour (BOL)</i>	62
4.6.1 Perbandingan Kebutuhan Kapasitas dan Kapasitas Tersedia Tahun 2016	65
4.6.2 Kekurangan dan Sisa Kapasitas setiap Periode dengan Shift Kerja ...	66
4.7 Kemungkinan Subkontrak per Komponen untuk Seluruh Komponen	68
4.7.1 Komponen <i>Sidewall</i>	69
4.7.2 Komponen <i>Roof</i>	71

4.7.3	Komponen <i>Endwall</i>	73
4.7.4	Komponen <i>Underframe</i>	75
4.8	Perhitungan Strategi Gabungan Subkontrak dan Shift Kerja	77
4.9	Analisis dan Pembahasan.....	81
BAB V PENUTUP		85
5.1	Kesimpulan.....	85
5.2	Saran	86
DAFTAR PUSTAKA		87
LAMPIRAN		89



Halaman ini sengaja dikosongkan



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu.....	9
Tabel 2.2 Penyesuaian Schumard.....	14
Tabel 2.3 Nilai Kelonggaran Berdasarkan Rekomendasi <i>ILO</i>	16
Tabel 2.4 Contoh Rekap <i>MPS</i> untuk Produk Lampu	19
Tabel 2.5 Contoh Pembuatan <i>RCCP</i> Menggunakan Teknik <i>CPOF</i>	19
Tabel 2.6 Contoh <i>Bill of Labour</i> Pembuatan Lampu	20
Tabel 2.7 Contoh Pembuatan <i>RCCP</i> Menggunakan <i>BOL</i>	20
Tabel 2.8 Contoh <i>Resources Profile</i> Pembuatan Lampu	21
Tabel 2.9 Contoh Pembuatan <i>RCCP</i> Menggunakan Teknik <i>Resources Profile</i>	21
Tabel 4.1 Jenis dan Jumlah Target <i>Delivery</i>	42
Tabel 4.2 Target <i>Painting</i> Tahun 2016	44
Tabel 4.3 Komponen Penyusun Kereta	45
Tabel 4.4 Susunan Elemen Kerja Proses Bilas Logam	49
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Waktu Penyemprotan pada <i>Endwall</i>	50
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan SD, BKA, dan BKB Penyemprotan pada <i>Endwall</i>	51
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Jumlah Data yang Dibutuhkan Penyemprotan <i>Endwall</i>	53
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan <i>Performance Rating</i>	54
Tabel 4.9 Nilai <i>Allowance</i> Berdasarkan Rekomendasi <i>ILO</i>	55
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Standar	57
Tabel 4.11 Waktu Standar setiap Bagian Bilas Logam <i>Body</i> Terpisah.....	59
Tabel 4.12 Kebutuhan Waktu Berdasarkan Struktur Kereta	61
Tabel 4.13 Kapasitas Tersedia dalam Jam/ Tahun dan Unit/ Tahun.....	62
Tabel 4.14 Jadwal Induk Produksi Periode 1	63
Tabel 4.15 Jadwal Induk Produksi Bulanan	64
Tabel 4.16 Kebutuhan Waktu Masing-Masing Komponen pada setiap Periode.....	65
Tabel 4.17 Perbandingan Kebutuhan Kapasitas dan Kapasitas Tersedia	66
Tabel 4.18 Kekurangan dan Sisa Kapasitas setiap Periode	67
Tabel 4.19 Selisih Waktu dalam setiap Shift Jika <i>Sidewall</i> Disubkontrakkan.....	70
Tabel 4.20 Selisih Waktu dalam setiap Shift Jika <i>Roof</i> Disubkontrakkan	72
Tabel 4.21 Selisih Waktu dalam setiap Shift Jika <i>Endwall</i> Disubkontrakkan	74
Tabel 4.22 Selisih Waktu dalam setiap Shift Jika <i>Underframe</i> Disubkontrakkan	76

Tabel 4.23 Jumlah Komponen Terpilih yang dikerjakan dan disubkontrakkan Periode 1-6 .
..... 78

Tabel 4.24 Sisa Jam Setelah Revisi Jumlah Komponen Periode 1-6 78

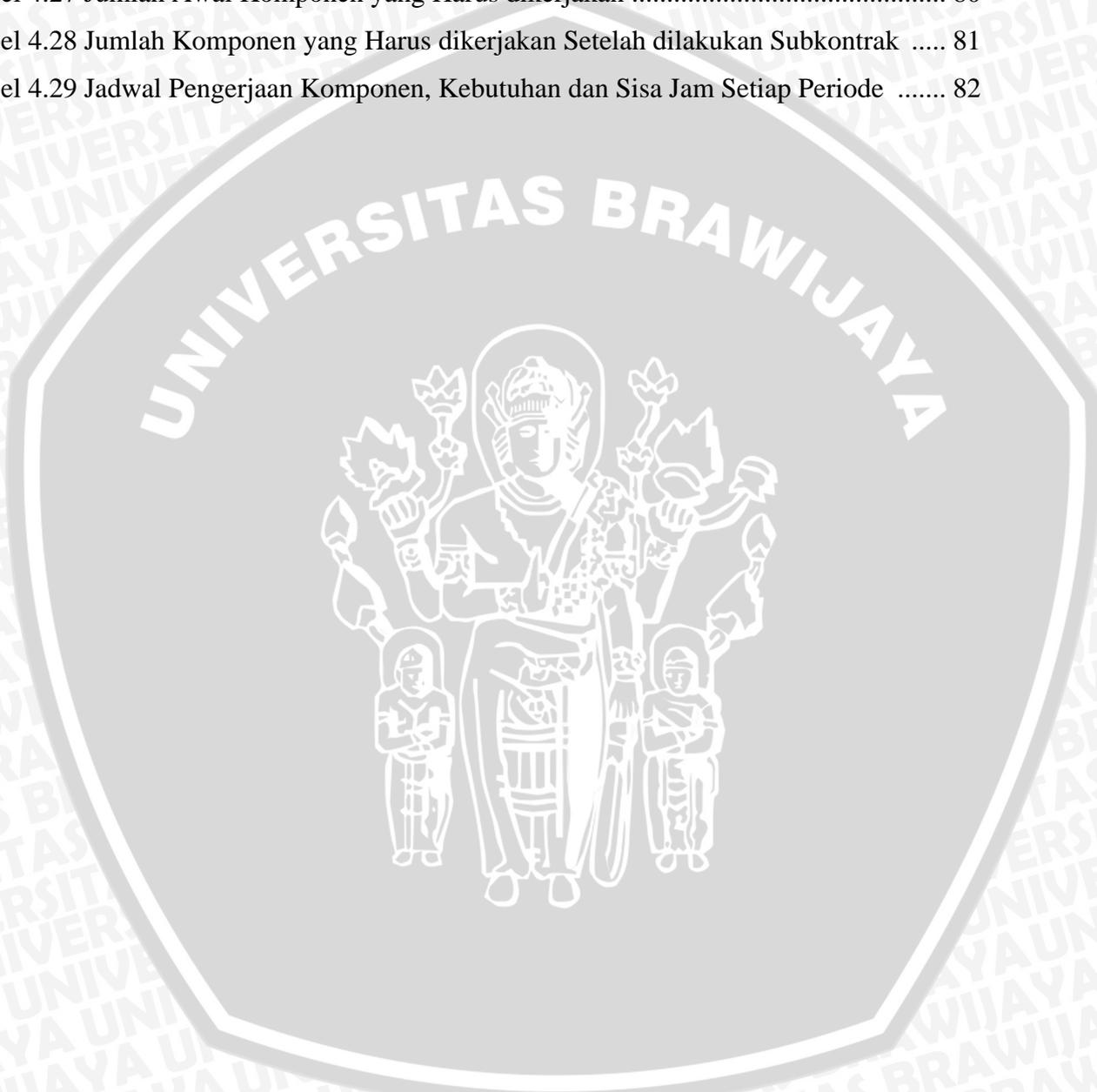
Tabel 4.25 Jumlah Komponen Terpilih yang dikerjakan Periode 7-11 79

Tabel 4.26 Sisa Jam Setelah Revisi Jumlah Komponen Periode 7-12 79

Tabel 4.27 Jumlah Awal Komponen yang Harus dikerjakan 80

Tabel 4.28 Jumlah Komponen yang Harus dikerjakan Setelah dilakukan Subkontrak 81

Tabel 4.29 Jadwal Pengerjaan Komponen, Kebutuhan dan Sisa Jam Setiap Periode 82



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Alur Proses dan Alokasi Waktu pada Tahap <i>Finishing</i>	2
Gambar 1.2 Kapasitas Tampung setiap Lokasi pada Tahap <i>Finishing</i>	3
Gambar 2.1 Langkah-langkah Sistematis dalam Kegiatan Pengukuran Kerja dengan Jam Henti (<i>Stop Watch Time Study</i>)	11
Gambar 2.2 Hubungan Aktivitas Perencanaan Kapasitas dengan Perencanaan/ Pengendalian Produksi	17
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 4.1 Logo PT Industri Kereta Api (INKA)	32
Gambar 4.2a Kereta Penumpang	37
Gambar 4.2b Kereta Barang	37
Gambar 4.2c Kereta <i>Flat Car</i>	37
Gambar 4.2d Kereta Rel Listrik	37
Gambar 4.3 Proses Pembuatan Kereta Api	38
Gambar 4.4 Aktivitas Penyemprotan	46
Gambar 4.5 Aktivitas Pembersihan 1	46
Gambar 4.6 Aktivitas <i>Masking</i>	47
Gambar 4.7 Aktivitas Bilas Logam	47
Gambar 4.8 Aktivitas Pembersihan 2	48
Gambar 4.9 Grafik Uji Keseragaman Data Penyemprotan pada <i>Endwall</i>	52
Gambar 4.10a <i>Underframe</i>	58
Gambar 4.10b <i>Endwall</i>	58
Gambar 4.10c <i>Sidewall</i>	58
Gambar 4.10d <i>Roof</i>	58
Gambar 4.11 Grafik Kebutuhan Waktu dan Waktu Tersedia	68
Gambar 4.12 Grafik Kebutuhan Waktu Jika <i>Sidewall</i> Disubkontrakkan	71
Gambar 4.13 Grafik Kebutuhan Waktu Jika <i>Roof</i> Disubkontrakkan	73
Gambar 4.14 Grafik Kebutuhan Waktu Jika <i>Endwall</i> Disubkontrakkan	75
Gambar 4.15 Grafik Kebutuhan Waktu Jika <i>Underframe</i> Disubkontrakkan	77

Halaman ini sengaja dikosongkan



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Struktur Organisasi Direktorat Produksi PT Industri Kereta Api (Persero) ..	89
Lampiran 2. Tata Letak Fasilitas PT Industri Kereta Api (INKA) Madiun	90
Lampiran 3. Jadwal Induk Produksi <i>Master Planning Schedule Delivery</i>	91
Lampiran 4. Jadwal Induk Produksi <i>Master Planning Schedule Painting</i> 2016	96
Lampiran 5. <i>Process Intruction</i> Bilas Logam PT INKA	99
Lampiran 6. Hasil Pengukuran dan Jumlah Data yang dibutuhkan	107
Lampiran 7. Hasil Uji Keseragaman Data	117
Lampiran 8. a.Jika <i>Sidewall</i> disubkontrakkan	122
b.Jika <i>Roof</i> disubkontrakkan	123
c.Jika <i>Endwall</i> disubkontrakkan	124
d.Jika <i>Underframe</i> disubkontrakkan	125



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



RINGKASAN

Selvy Catur Nia Kusuma Putri, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2016, *Rough Cut Capacity Planning Body* Terpisah sebagai Strategi Pemenuhan Kebutuhan Kapasitas Bilas Logam, Dosen Pembimbing: Nasir Widha Setyanto dan Wifqi Azlia.

PT INKA (Industri Kereta Api) merupakan produsen tunggal sarana kereta api dalam negeri. Peningkatan kebutuhan sarana transportasi umum masal dan angkutan barang berdampak kepada peningkatan permintaan terhadap gerbong penumpang dan gerbong barang kereta api. Permintaan tersebut terus meningkat dari tahun ke tahun sehingga rawan mengalami keterlambatan penyelesaian proyek. Hasil observasi pada tahun 2009 oleh BPPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi), proses bilas logam merupakan *bottleneck* pada tahap *finishing*. Selain keterbatasan fasilitas yang hanya dapat menampung 1 unit gerbong kereta, pekerjaan bilas logam juga tidak dapat disubkontrakkan di luar *workshop* PT INKA karena dalam keadaan *body* utuh. Sehingga agar dapat disubkontrakkan, maka pengerjaan bilas logam perlu dilakukan secara terpisah yaitu sebelum dilakukan *carbody assembly*. Bagian terpisah gerbong kereta api 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.

Kapasitas produksi PT INKA pada proses bilas logam dengan *body* terpisah dapat diketahui dengan melakukan pengukuran kerja. 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*.

Target tahun 2016 adalah setara 440 kereta penumpang dan setelah dihitung dengan kemampuan proses bilas logam PT INKA yang sebelumnya dilakukan dengan *body* utuh, ternyata kapasitas yang tersedia hanya 328 unit kereta penumpang. Sementara jumlah pesanan yang masuk lebih besar dari target penjualan yaitu sebanyak 459 kereta penumpang dan 131 *flat car*. Jumlah pesanan yang harus dikerjakan pada tahun 2016 adalah gabungan dari pesanan yang masuk pada tahun 2016 ditambah dengan pesanan kereta pada tahun 2015 yang belum selesai. Hasil perhitungan dengan strategi bilas logam *body* terpisah dapat memenuhi kebutuhan kapasitas sesuai dengan pesanan tahun 2016. Strategi terpilih adalah penerapan 3 shift dan dikombinasikan dengan subkontrak pada komponen *sidewall* di periode 1, 2, 3, 5 dan 6 serta subkontrak komponen *sidewall* dan 17 *roof* di periode 4. Pada periode 11 dan 12 masih terdapat banyak sisa jam yaitu 283,366 jam dan 562,500 jam yang dapat digunakan sebagai waktu cadangan apabila terdapat kemoloran waktu pengerjaan pada periode-periode sebelumnya atau digunakan untuk pengerjaan kereta pada target tahun berikutnya.

Kata Kunci: Bilas logam, *body* terpisah, perencanaan kapasitas, *Rough Cut Capacity Planning*.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



SUMMARY

Selvy Catur Nia Kusuma Putri, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, July 2016, *Separate Body Rough Cut Capacity Planning as Strategy of Fulfillment Blasting Capacity Requirement*, Advisors: Nasir Widha Setyanto and Wifqi Azlia.

PT INKA (Industri Kereta Api) is the sole producer of domestic rail. Increased need for mass transportation and transit of goods affect the increase in demand for passenger carriages and railway freight cars. The demand continues to increase year by year so prone to delays in completion of the project. The results of observation in 2009 by BPPT (Agency for the Assessment and Application of Technology), blasting is a bottleneck in the finishing stage. Besides limited facilities can accommodate only 1 unit carriages, blasting also can not be subcontracted outside the workshop PT INKA as the state body intact. So as to be subcontracted, then blasting needs to be done separately that is prior to the carbody assembly. A separate section the railway carriage consisting of the bottom rail (underframe), the front and behind of the train (endwall), part of the side rail (sidewall), and part of the top rail (roof). At present, the parts are also made outside the workshop PT INKA.

The production capacity of PT INKA in the blasting with a separate body can be determined by work measurement. In this research the measurement of working time directly used a stopwatch time study. Calculation of standard time on separate body based on the standard time of body intact which has been calculated previously by characterizing elements of the work based on the manufacturing drawing. Value of allowances determined by an approach based on recommendations of the ILO (International Labour of Organization), whereas in determining the value of performance rating using the adjustment Shumard. Calculation and planning of capacity requirements is then performed using Rough Cut Capacity Planning with Bill of Labour technique.

The target in 2016 is the equivalent of 440 passenger trains and as calculated by blasting process capability PT INKA previously with body intact, but it turns out that the available capacity is only 328 units of passenger train. While the number of incoming orders greater than the sales target as many as 459 passenger trains and 131 flat car. The number of orders that need to be done in 2016 is a combination of incoming orders in 2016 coupled with train orders in 2015 unfinished. The results of calculations with the separate body strategy can fulfill the capacity requirements in accordance with the order in 2016. Chosen strategy is the implementation of three shifts and combined with subcontracting sidewall components in period 1, 2, 3, 5 and 6 as well as subcontracting sidewall component and 17 of roof in the fourth period. In the period of 11 and 12 there are still many remnants hours they are 283,366 hours and 562.500 hours that can be used as a backup if there is a delay in the processing time in the previous periods or used to work on the train at the next year's target.

Keywords: Blasting, separate body, capacity planning, Rough Cut Capacity Planning.

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB I

PENDAHULUAN

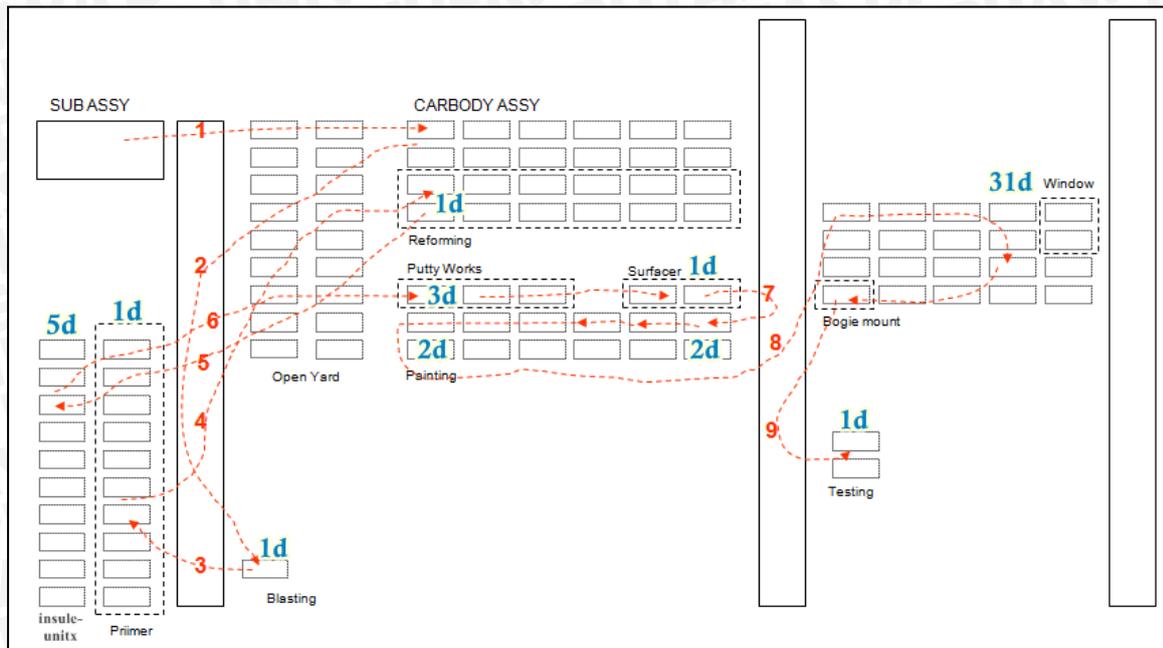
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang masalah mengapa permasalahan ini diulas, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan, batasan, asumsi dan manfaat penelitian ini.

1.1. LATAR BELAKANG

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. Menurut Manager Perencanaan Produksi PT INKA, Bambang Jatmika (2015), 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.

Mengantisipasi hal tersebut, berkaitan dengan target dan realisasi penjualan PT INKA ke depan tentu sangat ditentukan oleh ketepatan PT INKA 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 PT INKA 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. Sehingga tahap *finishing* sering kali menjadi faktor utama penyebab keterlambatan penyerahan barang ke pelanggan. Gambar 1.1 merupakan alur proses pada tahap *finishing* yang ditunjukkan oleh anak panah dengan

angka berwarna merah merupakan urutan proses. Sementara angka dengan warna biru merupakan durasi waktu pengerjaan pada setiap lokasi.

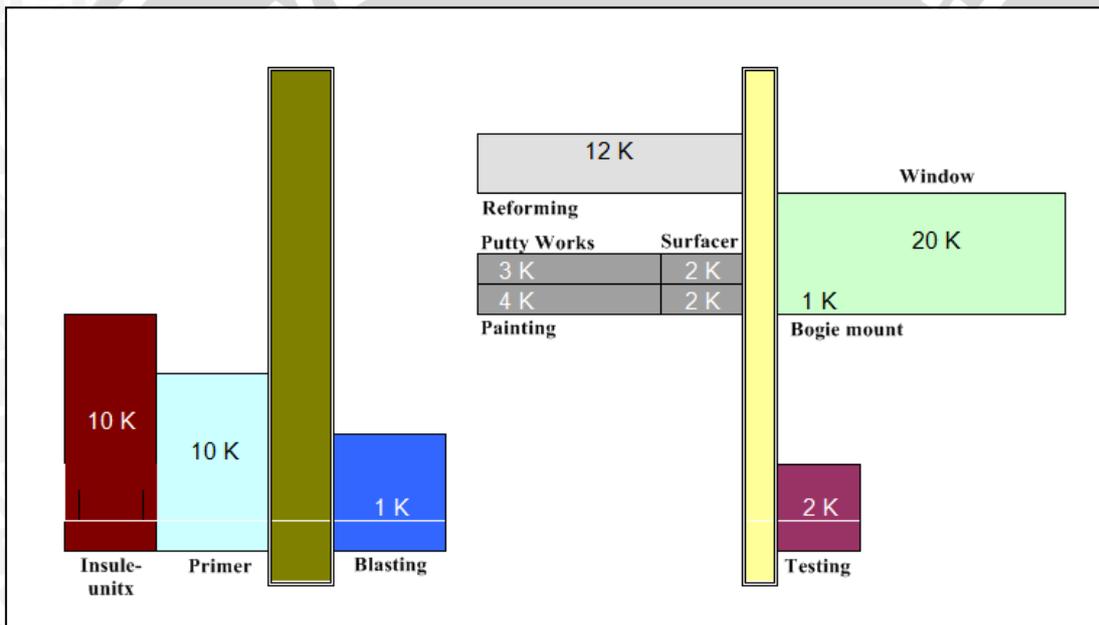


Gambar 1.1 Alur Proses dan Alokasi Waktu pada Tahap *Finishing*
Sumber: PT. Industri Kereta Api

Tahap *sub assy* atau *sub assembly* dan tahap *carbody assy* atau *carbody assembly* merupakan 2 tahap sebelum masuk dalam tahap *finishing*. Pada Gambar 1.1 tahap *sub assembly* terdapat dalam urutan 1 dan tahap *carbody assembly* terdapat pada urutan 2. Tahap *sub assembly* merupakan tahap penggabungan *part* kereta menjadi komponen kereta yaitu *underframe*, *endwall*, *sidewall* dan *roof*. Sedangkan tahap *carbody assembly* merupakan tahap penggabungan komponen menjadi gerbong kereta. Setelah tahap *carbody assembly*, gerbong kereta masuk dalam stasiun kerja *blasting* atau bilas logam. Sehingga urutan proses pada Gambar 1.1 mengilustrasikan bahwa proses bilas logam dilakukan dengan keadaan *body* utuh. Bilas logam merupakan proses pertama pada tahap *finishing* dengan waktu pengerjaan 1d pada gambar yang berarti 1 days atau 1 hari. Setelah *blasting*, proses selanjutnya adalah proses pengecatan primer dengan durasi waktu 1 hari, proses *reforming* selama 1 hari, proses *insule-unitx* selama 5 hari, proses *putty works* selama 3 hari, proses *surfacer* selama 3 hari, proses *painting* selama 2 hari, proses *window* selama 31 hari dan proses *testing* 1 selama hari.

Berdasarkan hasil observasi pada tahun 2009 oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) dalam Kegiatan Program Insentif Peningkatan Kapasitas Iptek Sistem Produksi, sesuai 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. Pada tahap *finishing* terdapat sebuah stasiun kerja yang memiliki keterbatasan fasilitas yaitu bilas logam seperti pada Gambar 1.2 yang merupakan kapasitas tampung setiap lokasi pada tahap *finishing* dimana tertulis 1K pada stasiun kerja *blasting* (bilas logam) yang artinya pada lokasi stasiun kerja bilas logam hanya dapat menampung 1 kereta.



Gambar 1.2 Kapasitas Tampung setiap Lokasi pada Tahap *Finishing*
 Sumber: PT. Industri Kereta Api

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. Sehingga agar dapat disubkontrakkan, maka pengerjaan bilas logam perlu dilakukan secara terpisah atau sebelum masuk stasiun *carbody assembly* sehingga urutan proses pada Gambar 1.1 berubah yang awalnya *sub assembly* ke *carbody assembly* lalu ke *blasting* menjadi dari *sub assembly* ke *blasting* kemudian ke primer baru ke *carbody assembly*. Menurut Jatmika (2015), 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*).

Kapasitas produksi PT INKA pada proses bilas logam dengan *body* terpisah dapat diketahui dengan melakukan pengukuran kerja. Menurut Wignjosoebroto (2003: 169), pengukuran kerja merupakan metode penetapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit output yang dihasilkan. Bukan hanya pekerja saja yang dapat diukur melainkan juga dapat mengukur waktu aktivitas mesin. Pengukuran waktu kerja digunakan untuk mendapatkan waktu standar dalam menyelesaikan suatu pekerjaan. Pada penelitian ini dilakukan aktivitas pengukuran waktu kerja secara langsung dengan menggunakan pengukuran *stopwatch time study* untuk mengetahui distribusi penggunaan waktu kerja dalam bentuk waktu standar pada bilas logam dengan *body* utuh dan dengan *body* terpisah. Menurut Kusuma (2001: 11) dalam jangka panjang, perhitungan dan perencanaan kebutuhan kapasitas dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Rough Cut Capacity Planning*. Sehingga dengan metode *Rough Cut Capacity Planning*, peneliti dapat mengetahui kebutuhan kapasitas berdasarkan target 2016.

1.2. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Permintaan produksi PT INKA yang terus meningkat dan bertambah sehingga rawan mengalami keterlambatan penyelesaian proyek.
2. Dari hasil observasi pada tahun 2009 oleh BPPT, proses bilas logam merupakan *bottleneck* pada tahap *finishing* karena hanya dapat menampung satu unit kereta dan merupakan pekerjaan yang tidak dapat disubkontrakkan di luar Workshop PT. INKA karena dalam keadaan *body* utuh.

1.3. PERUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa waktu standar pada proses Bilas Logam dengan *body* utuh dan *body* terpisah di PT INKA?
2. Berapa kapasitas tersedia Bilas Logam *body* terpisah dalam jam per tahun dan unit per tahun di PT INKA?
3. Berapa kebutuhan kapasitas Bilas Logam sesuai target 2016 di PT INKA?
4. Bagaimana perbandingan kebutuhan kapasitas sesuai target 2016 dengan kapasitas tersedia pada proses Bilas Logam *body* terpisah di PT INKA?
5. Bagaimana strategi pemenuhan kebutuhan kapasitas sesuai target 2016 dengan Bilas Logam *body* terpisah di PT INKA?

1.4. BATASAN MASALAH

Batasan-batasan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data biaya tidak diperhitungkan.
2. Pengukuran waktu proses dilakukan pada proses Bilas Logam *body* utuh kereta penumpang ekonomi atau K1 dan kereta penumpang eksekutif atau K3 yang lebih lengkap terdiri dari *underframe*, *endwall*, *sidewall*, dan *roof*.
3. Perhitungan kebutuhan kapasitas hanya pada target pesanan kereta penumpang, kereta barang dan *flat car*.

1.5. ASUMSI-ASUMSI

Asumsi yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak ada perubahan kebijakan perusahaan selama penelitian ini
2. Kondisi mesin dan operator dalam keadaan baik
3. Tidak ada keterlambatan kedatangan bahan baku, material maupun *part*
4. Keadaan bahan baku, material maupun *part* sesuai dengan yang diharapkan
5. Waktu pemrosesan *underframe*, *sidewall*, *endwall* dan *roof* diasumsikan sama untuk semua jenis kereta.

1.6. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui waktu standar Bilas Logam dengan *body* utuh dan *body* terpisah di PT INKA

6

2. Mengetahui kapasitas tersedia Bilas Logam *body* terpisah dalam jam per tahun dan unit per tahun di PT INKA
3. Mengetahui kebutuhan kapasitas Bilas Logam dengan metode *Rough Cut Capacity Planning* sesuai target 2016 di PT INKA
4. Mengetahui perbandingan kebutuhan kapasitas sesuai target 2016 dengan kapasitas tersedia pada proses Bilas Logam di PT INKA.
5. Mengetahui strategi pemenuhan kapasitas sesuai target 2016 dengan Bilas Logam *body* terpisah di PT INKA.

1.7. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Waktu standar pada proses Bilas Logam dengan *body* utuh dan *body* terpisah di PT INKA dapat digunakan untuk perencanaan kebutuhan tenaga kerja, estimasi biaya-biaya untuk upah karyawan atau pekerja, penjadwalan produksi dan penganggaran, perencanaan sistem pemberian bonus dan insentif bagi karyawan atau pekerja berprestasi, serta indikasi keluaran (*output*) yang mampu dihasilkan oleh seorang pekerja.
2. Kapasitas tersedia Bilas Logam dalam jam per tahun dan unit per tahun dengan *body* terpisah dapat digunakan sebagai dasar pemilihan alur proses yang paling efektif untuk Bilas Logam.
3. Jumlah kebutuhan kapasitas Bilas Logam dengan metode *Rough Cut Capacity Planning* sesuai target 2016 dapat digunakan untuk mengetahui jumlah kekurangan sehingga dapat merencanakan tindak lanjut untuk mengantisipasi kekurangan tersebut.
4. Perbandingan kapasitas dengan target produksi tahun 2016 pada proses Bilas Logam di PT INKA dapat digunakan untuk menetapkan kebijakan teknologi baik terhadap tatakelola fasilitas permesinan yang ada maupun kemungkinan untuk melakukan investasi baru ataupun *outsourcing*.
5. Strategi pemenuhan kebutuhan kapasitas dengan Bilas Logam *body* terpisah dapat digunakan sebagai solusi dalam meningkatkan kemampuan proses pada Bilas Logam dan meminimalisasi kemungkinan keterlambatan penyerahan barang ke pelanggan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian ini menggunakan dasar argumentasi yang relevan dengan topik penelitian yang dilakukan melalui kajian pustaka yaitu referensi yang sahih maupun hasil-hasil penelitian yang telah diuji kebenarannya.

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian telah dilakukan sebelumnya terkait dengan metode serta konsep yang sesuai pada penelitian ini. Berikut ini merupakan *review* dari beberapa penelitian sebelumnya:

1. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (2009) dalam Kegiatan Program Insentif Peningkatan Kapasitas Iptek Sistem Produksi yang dengan tujuan Peningkatan kemampuan Teknologi Produksi melakukan evaluasi kemampuan teknologi produksi PT. Industri Kereta Api dengan melakukan perhitungan ulang kapasitas terpasang saat ini. Perhitungan kapasitas terpasang dilakukan terhadap ketersediaan fasilitas saat ini yang dituangkan dalam jam orang dan jam mesin dengan mengulas proses generik dari produksi kereta. Diawali dengan studi pustaka tentang teori-teori perencanaan kapasitas, perhitungan waktu standar dengan *stopwatch time study* dan *Critical Path Methode* (CPM). Hingga bulan November 2008, kemajuan kegiatan telah mencapai 99% dengan telah dilakukannya input data *manufacturing drawing* Kereta Api *Executive* dan evaluasi proses *sub assembly*, *assembly* dan *finishing* sampai diketahuinya kapasitas terpasang produksi kereta dalam 1 tahun untuk Kereta Api *Eksekutif*.
2. Santoso (2012) melakukan perencanaan kapasitas waktu produksi yang tersedia di PT. Wiharta Karya Agung Gresik guna mencukupi waktu produksi yang diperlukan untuk memenuhi permintaan konsumen pada periode mendatang PT. Wiharta Karya Agung Gresik merupakan perusahaan yang bergerak dibidang *Packaging* dan *Woven Polyolefin*. Produk yang dihasilkan berbagai macam dengan produk yang bervariasi, sehingga perusahaan membutuhkan mesin dan peralatan untuk menunjang proses produksi. Dari hasil penelitian di PT. Wiharta Karya Agung Gresik dapat disimpulkan bahwa pada produk "*Bale Cover*" pada 4 mesin yaitu mesin *mixer*, mesin *tirex*, mesin *circular loom*, mesin jahit tidak memenuhi kapasitas waktu

produksi tersedia, dan 3 mesin yang lain yakni mesin baling-baling, mesin MK (pemotong), dan mesin *pressing* yang sudah memenuhi kapasitas waktu tersedia dari 7 mesin yang ada, Sehingga perlunya perencanaan kapasitas waktu produksi ulang untuk memenuhi permintaan konsumen.

3. Aji (2013) melakukan perencanaan kapasitas produksi terhadap permintaan produk *Cross Section Floor Base Natural* dan *Cross Section Floor Base Earth Brown* yang paling banyak memiliki jumlah permintaan. Perencanaan kapasitas produksi dilakukan dengan mengumpulkan data permintaan produk, data jumlah hari kerja dan data waktu baku pembuatan produk yang kemudian diolah dengan menggunakan perencanaan agregat, *Master Production Schedulle* dan dilanjutkan dengan metode *Rough Cut Capacity Planning* guna menentukan kapasitas produksi yang dimiliki oleh perusahaan. Dari hasil analisa yang telah dilakukan total kapasitas produksi perusahaan untuk 22 hari kerja kapasitas Reguler Time untuk pembuatan produk tersebut adalah 308 (jam) dengan output per unit 221,76.
4. Jatmika (2015) melakukan penelitian pada bagian *painting* PT. Industri Kereta Api untuk mencari alternatif berkelanjutan yang dapat meningkatkan kapasitas bilas logam kereta bahan dasar *mill steel* dengan memanfaatkan kondisi *workshop* dan peralatan yang ada sekaligus sebagai usulan gagasan perubahan line proses pekerjaan *car body assembly* dan proses bilas logam (*grit blasting*) *car body* kereta penumpang bahan dasar *mill steel*. Dengan menggunakan *Critical Path Methode* proses *finishing* membutuhkan waktu 48 hari dan didapatkan dua kemungkinan. Pertama, jika pekerjaan *body assembly* memakan waktu 1,5 hari maka *the number of coaches produced* adalah 150 unit Kereta K1, Kereta K2 atau Kereta Bagasi. Sedangkan jika pekerjaan *body assembly* memakan waktu 1 hari maka *the number of coaches produced* adalah 225 unit Kereta K1, Kereta K2 atau Kereta Bagasi.

Ringkasan keempat penelitian dan perbandingan dengan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.1. Pada tabel tersebut ditunjukkan peneliti, objek metode dan hasil. Penelitian ini menggunakan metode *Stopwatch Time Study* untuk menentukan waktu standar dan *Rough Cut Capacity Planning* untuk menentukan kebutuhan kapasitas produksi bilas logam dengan *body* terpisah. Berdasarkan uraian penelitian terdahulu maka penelitian ini memiliki kelebihan dibandingkan sebelumnya sehingga dapat membantu meningkatkan kapasitas pada Bilas Logam PT. Industri Kereta Api.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Objek	Metode	Hasil
BPPT (2009)	PT. INKA Madiun	<i>Stopwatch Time Study, Critical Path Method</i>	Kapasitas yang ada yaitu 240 unit kereta penumpang. Sisa order yaitu Kereta Barang sebanyak 260 unit, dikerjakan pada tempat lain. Bila Kereta Barang dikerjakan pada tempat yang sama, maka akan ada kekurangan space untuk 196 unit terutama <i>underframe</i>
Santoso (2012)	PT. Wiharta Karya Agung Gresik	<i>Forecasting, RCCP</i>	Persediaan waktu produksi tersedia sudah optimal. Sedangkan dari 4 stasiun kerja lainnya 1 stasiun kerja proses pencampuran bahan baku perlu diadakannya pemindahan tenaga kerja dari stasiun kerja proses pengatur panjang pendek karung yang semula 3 pekerja menjadi 2 pekerja, agar waktu produksi tersedia menjadi optimal dan untuk mesin lainnya tidak ada pemindahan mesin karena sudah cukup
Aji (2013)	PT. BARALI CITRAMANDIRI	<i>MPS, RCCP</i>	<i>Rough Cut Capacity Planning</i> untuk meningkatkan kapasitas produksi bisa dilakukan dengan 2 alternatif yaitu alternatif <i>over time</i> dan alternatif penambahan tenaga kerja dengan, dari kedua alternatif tersebut kapasitas produksi perusahaan bisa meningkat dan bisa memenuhi total kapasitas stasiun.
Jatmika (2015)	PT. INKA Madiun	<i>Critical Path Method</i>	Perlu dilakukan peningkatan percepatan dengan merubah pola proses <i>grit blasting</i> dan sandblasting dari <i>assembly</i> total menjadi terpisah (<i>roof, underframe, sidewall</i> dan <i>endwall</i>). Pekerjaan dapat dilakukan di luar <i>workshop</i> PT. INKA, jadi datang ke PT INKA (Persero) sudah <i>base primer</i>
Penelitian ini	PT. INKA Madiun	<i>Stopwatch Time Study, RCCP</i>	-

2.2 Pengukuran Pekerjaan

Menurut Joko (2004: 248) yang dimaksud dengan pengukuran pekerjaan adalah penetapan waktu yang diperkirakan diperlukan untuk melaksanakan sebuah pekerjaan. Sedangkan menurut Wignjosoebroto (2003: 169), pengukuran kerja merupakan metode penetapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit output yang dihasilkan. Purnomo (2004: 42) mendefinisikan proses pengukuran waktu dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar yaitu:

1. Pengukuran waktu secara langsung, di mana pengamat secara langsung melakukan pengukuran atas waktu kerja yang dibutuhkan oleh seorang operator (obyek pengamatan) dalam menyelesaikan pekerjaannya. Pengukuran secara langsung terdiri dari dua cara, yaitu pengukuran dengan menggunakan stopwatch dan sampling kerja.
2. Pengukuran waktu secara tidak langsung, yaitu pengamat tidak berada secara langsung di lokasi (objek) pengukuran.

2.3 Pengukuran Waktu Kerja Langsung dengan Jam Henti

Wignjosobroto (2003: 171), menjelaskan bahwa pengukuran waktu kerja dengan jam henti atau biasa dikenal dengan istilah *stopwatch time study* pertama kali diperkenalkan oleh Frederick W. Taylor sekitar abad 19 yang lalu. Metode ini cocok diaplikasikan untuk pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang. Dari hasil pengukuran akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan dan dipergunakan sebagai standar menyelesaikan pekerjaan itu. Wignjosobroto (2003:172), juga mendefinisikan langkah-langkah untuk pelaksanaan pengukuran waktu kerja dengan jam henti secara sistematis dan ditunjukkan dalam Gambar 2.1.

a. Persiapan awal

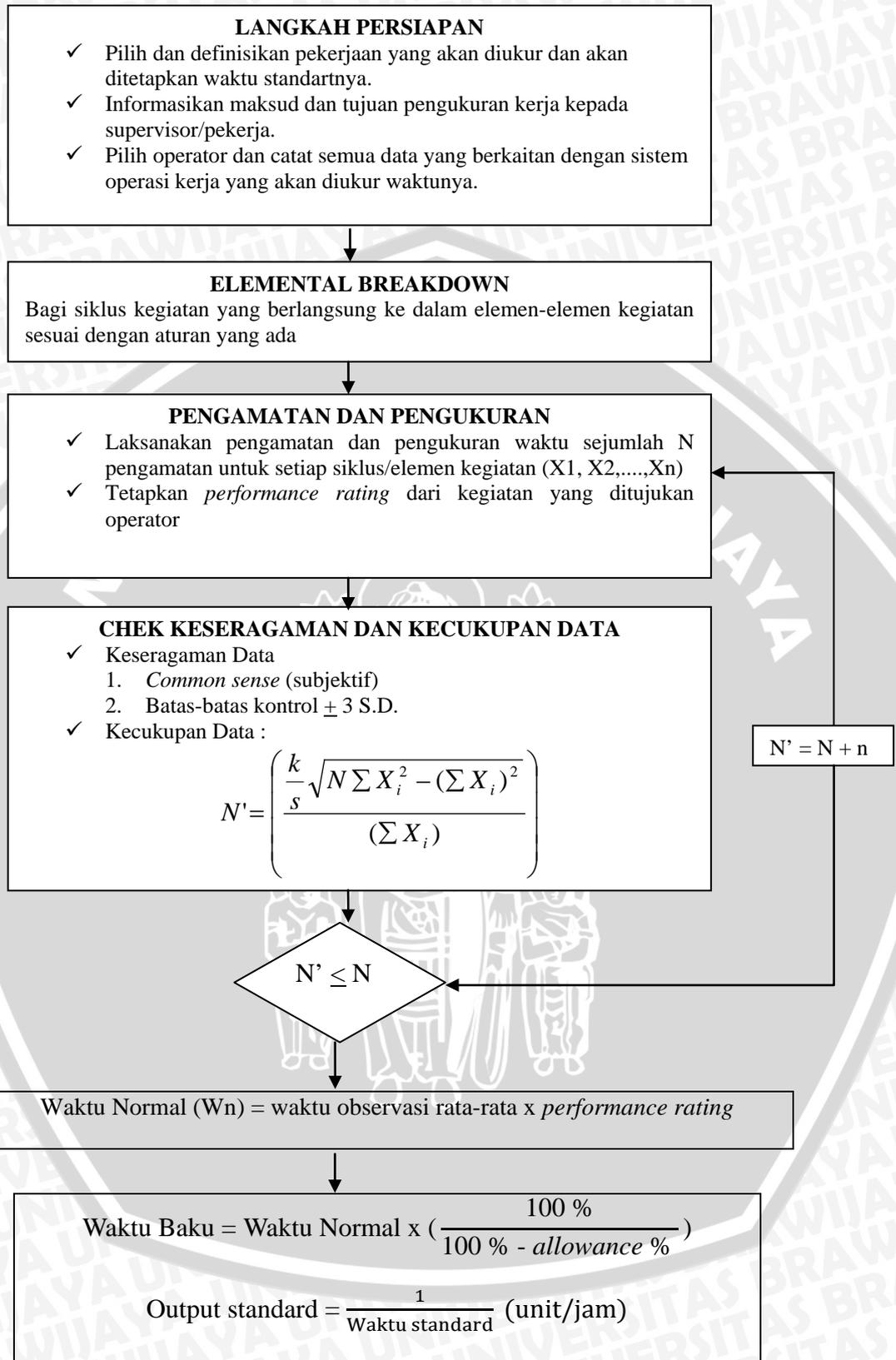
Dalam pengukuran waktu, hal penting yang harus diketahui dan ditetapkan adalah untuk apa hasil pengukuran digunakan, berapa tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan yang diinginkan dari hasil pengukuran tersebut. Hasil dari pengukuran waktu adalah waktu baku diberikan kepada pekerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Waktu baku merupakan waktu kerja yang diperoleh dari kondisi kerja yang baik.

Adapun beberapa alat yang perlu dipersiapkan untuk pengukuran ini antara lain, jam henti (*stop watch*), lembar pengamatan, alat tulis dan alat hitung dll.

b. Pembagian Operasi Menjadi Elemen Kerja

Berikut ini adalah beberapa aturan yang digunakan dalam pembagian operasi kerja yaitu sebagai berikut:

1. Elemen-elemen kerja dibuat sedetail mungkin dan sependek mungkin akan tetapi masih mudah untuk diukur waktunya dengan teliti.
2. *Handling Time, loading* dan *unloading* harus dipisahkan dari *machining time*. *Handling* ini biasanya merupakan pekerjaan yang dilaksanakan operator dan nantinya berkaitan dengan masalah *performance rating*.



Gambar 2.1 Langkah-langkah Sistematis dalam Kegiatan Pengukuran Kerja dengan Jam Henti (Stop Watch Time Study)

Sumber: Wignjosoebroto (2003: 172)



3. Elemen-elemen kerja yang konstan harus dipisahkan dengan elemen kerja yang variable. Elemen kerja konstan yang dimaksud ialah elemen kerja yang bebas dari pengaruh berat, ukuran, panjang, maupun bentuk dari benda kerja yang dibuat.

c. Pengukuran dan Pencatatan Waktu Kerja

Melakukan pengukuran dan pencatatan waktu kerja sesuai dengan lembar pengamatan yang telah dirancang sebelumnya. Lakukan pengamatan dan pengukuran sejumlah N pengamatan untuk setiap kali siklus/ elemen kegiatan (X_1, X_2, \dots, X_n).

d. Uji Keseragaman dan Kecukupan Data

Untuk menetapkan jumlah pengamatan yang seharusnya (N') maka harus diputuskan terlebih dahulu tingkat kepercayaan (*confidence level*) dan derajat ketelitian (*degree of accuracy*). Dalam pengukuran ini biasanya akan diambil 95% tingkat kepercayaan dan 5% tingkat ketelitian. Hal ini berarti sekurang-kurangnya 95 dari 100 rata-rata dari waktu pengukuran akan memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5%.

1. Uji Kecukupan Data

Menurut Wignjosoebroto (2003:121), proses uji kecukupan data adalah untuk mengetahui apakah data yang diambil pada saat melakukan pengukuran waktu proses telah cukup atau belum, bila data belum mencukupi maka harus dilakukan pengukuran waktu proses tahap selanjutnya sampai jumlah keseluruhan pengukuran mencukupi untuk tingkat ketelitian dan keyakinan yang dikehendaki, Uji kecukupan data dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$N' = \left(\frac{k}{s} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \right)^2 \quad (2-1)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2003:121)

Di mana:

N' = Jumlah pengamatan/pengukuran

k = Tingkat kepercayaan (90% *confidence level*, $k = 1$; 95% *confidence level*, $k = 2$; 99% *confidence level*, $k = 3$)

s = Tingkat ketelitian

N = Jumlah data

Apabila $N' < N$, maka data dinyatakan cukup. Jika $N' > N$, maka data dinyatakan tidak cukup dan perlu dilakukan pengamatan harus ditambah lagi sedemikian rupa

sehingga data yang diperoleh bisa memberikan tingkat keyakinan dan tingkat ketelitian sesuai yang diharapkan Wignjosoebroto (2003: 186).

2. Uji Keseragaman Data

Menurut Wignjosoebroto (2003: 194), selain kecukupan data, yharus dipenuhi dalam pelaksanaan *time study* maka tidak kalah pentingnya adalah bahwa data yang diperoleh haruslah juga seragam. Test keseragaman data bisa dilaksanakan dengan cara visual atau mengaplikasikan peta kontrol (*control chart*). Peta kontrol adalah suatu alat yang tepat guna dalam mengetest keseragaman data yang diperoleh dari hasil pengamatan. Batas kontrol atas (BKA) atau *upper control limit (UCL)* serta batas kontrol bawah (BKB) atau *lower control limit (LCL)* untuk grup data dapat dicari dengan formulasi berikut:

$$\text{BKA} = \bar{x} + 3 \text{ SD} \quad (2-2)$$

$$\text{BKB} = \bar{x} - 3 \text{ SD} \quad (2-3)$$

Di mana:

BKA = Batas Kontrol Atas, BKB = Batas Kontrol Bawah

\bar{x} = Nilai rata-rata

SD (σ) = Standar Deviasi

Mencari standar deviasi dapat dihitung dengan rumus:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2-4)$$

e. Menentukan Faktor Penyesuaian

Menurut Wignjosoebroto (2003: 196), kecepatan, usaha, tempo ataupun *performance* kerja semuanya akan menunjukkan kecepatan gerakan operator pada saat bekerja. Aktivitas untuk menilai atau mengevaluasi kecepatan kerja operator ini dikenal sebagai “*Rating Performance*” Secara umum kegiatan *rating* ini dapat didefinisikan sebagai proses dimana seorang pengamat membandingkan performans kerja operator pada saat diamati dengan konsep si pengamat mengenai *performance* normal. Untuk menormalkan waktu kerja maka diadakan penyesuaian yaitu dengan cara mengalikan waktu kerja dengan faktor penyesuaian/ *rating* ‘P’. Dalam bukunya, Sutamaksana (1979: 139) menjelaskan ada beberapa cara dalam menentukan faktor penyesuaian. Salah satu metode untuk menentukan faktor penyesuaian tersebut adalah dengan metode Schumard.

Schumard memberikan batasan penilaian melalui kelas-kelas performansi kerja di mana setiap kelas mempunyai nilai sendiri-sendiri. Tabel 2.2 merupakan Tabel Schumard yang menunjukkan besarnya penyesuaian masing-masing kelas.

Tabel 2.2 Penyesuaian Schumard

Superfast	100	Good -	65
Fast +	95	Normal	60
Fast	90	Fair +	55
Fast -	85	Fair	50
Excellent	80	Fair -	45
Good +	75	Poor	40
Good	70		

Seorang yang dipandang bekerja normal diberi nilai 60, dengan begitu bila seorang operator dinilai *fast* maka mendapatkan mendapatkan nilai 95, kemudian faktor penyesuaiannya adalah:

$$p = 95/60 = 1,58$$

Maka waktu normalnya adalah = $W_s * p = W_s * 1,58$

f. Menentukan Faktor Kelonggaran

Menurut Wignjoesobroto (2003: 203), untuk mendapatkan waktu baku untuk penyelesaian suatu operasi kerja, di sini waktu normal harus ditambahkan dengan kelonggaran. Di samping itu ada kecenderungan untuk mempertimbangkan kelonggaran ini sebagai waktu yang diberikan atau dilonggarkan untuk berbagai macam hal per hari kerja.

Besarnya kelonggaran yang diukur menggunakan ILO (*International Labour Organization*) Allowance dilihat dari beberapa faktor yaitu:

1. *Constant Allowance*

Yaitu kelonggaran yang nilainya konstan atau tetap dan sudah distandarisasikan dilihat dari *Personal Allowance* (kelonggaran personal) sebesar 5 % dan *Basic Fatigue* (tingkat kelelahan) sebesar 4 %.

2. *Variable Allowance*

Yaitu kelonggaran yang nilainya tidak tetap, dilihat dari pengamatan langsung secara aktual. *Variable Allowance* dilihat dari beberapa faktor yaitu: Faktor *Standing Allowance* (kelonggaran untuk pekerjaan yang posisinya berdiri) nilainya konstan yaitu 2 %, Faktor *Abnormal Position* (kelonggaran untuk posisi abnormal), Faktor tenaga yang dikeluarkan oleh masing-masing *manpower* dilihat dari kategori beban sehingga diberikan kelonggaran sebesar 0 - 22 %, Faktor *Bad Light* (cahaya yang buruk), Faktor *Atmosphere Conditions* (keadaan temperature tempat kerja), Faktor *Noise Level* (tingkat kebisingan), Faktor *Mental Strain* (ketegangan mental), Faktor *Monotony* (monoton), Faktor *Tediousness* (kebosanan). Pada Tabel 2.3 adalah tabel perhitungan *allowance* kerja berdasarkan ILO Allowance.

g. Penentuan waktu baku

Penentuan waktu baku untuk menentukan target produksi ini dilakukan dengan cara pengukuran langsung dengan menggunakan jam henti. Pengukuran dilakukan dikarenakan di dalam melakukan pekerjaan dipengaruhi oleh beberapa faktor yang tidak dapat dihindari baik faktor dari dalam maupun dari luar perusahaan. Waktu baku didapatkan dengan mengalikan waktu normal dengan kelonggaran (*allowance*). Menurut Wignjosoebroto (2003: 172) rumus untuk menghitung waktu observasi, waktu normal, waktu baku dan output standar adalah sebagai berikut:

$$\text{Waktu observasi} = \frac{\sum \text{Waktu Operasi}}{\sum \text{Data Pengamatan}} \quad (2-5)$$

= Total waktu rata-rata dari keseluruhan aktivitas kerja

$$\text{Waktu Normal (Wn)} = \text{waktu observasi rata-rata} \times \text{performance rating} \quad (2-6)$$

$$\text{Waktu Baku} = \text{Waktu Normal} \times \left(\frac{100\%}{100\% - \text{allowance}\%} \right) \quad (2-7)$$

$$\text{Output standard} = \frac{1}{\text{Waktu standard}} \quad (\text{unit/jam}) \quad (2-8)$$

Kegunaan waktu baku adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan kebutuhan tenaga kerja (*man power planning*),
2. Estimasi biaya-biaya untuk upah karyawan atau pekerja,
3. Penjadwalan produksi dan penganggaran, perencanaan sistem pemberian bonus dan insentif bagi karyawan atau pekerja berprestasi,
4. Indikasi keluaran (*output*) yang mampu dihasilkan oleh seorang pekerja.

2.4 Kapasitas Produksi

Menurut Kusuma (2001:113), kapasitas didefinisikan sebagai jumlah output (produk) maksimum yang dapat dihasilkan suatu fasilitas produksi dalam suatu selang waktu tertentu. Pengertian ini harus dilihat dari segi perspektif agar lebih jelas, yaitu:

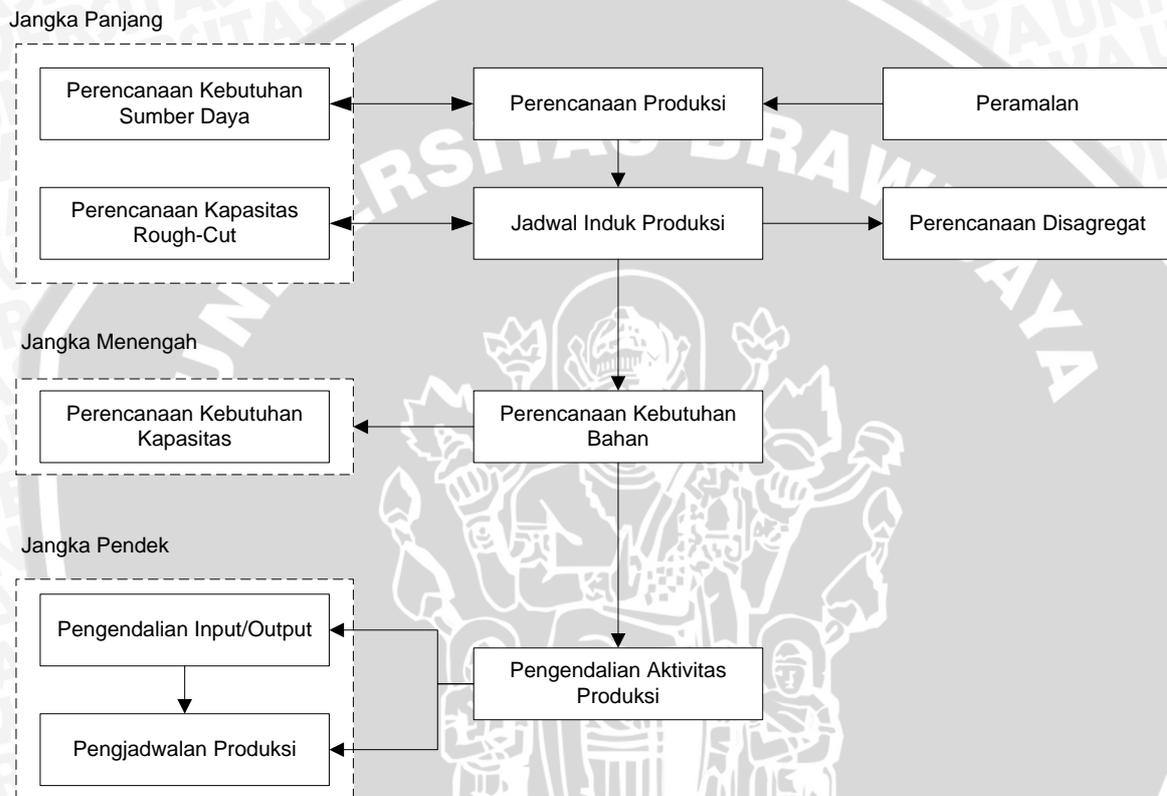
- a. Kapasitas Desain: Menunjukkan output maksimum pada kondisi ideal di mana tidak terdapat konflik penjadwalan, tidak ada produk yang rusak atau cacat, perawatan hanya yang rutin, dsb.
- b. Kapasitas Efektif: Menunjukkan output maksimum pada tingkat operasi tertentu. Pada umumnya kapasitas efektif lebih rendah daripada kapasitas desain.
- c. Kapasitas Aktual: Menunjukkan output nyata yang dapat dihasilkan oleh fasilitas produksi. Kapasitas aktual sedapat mungkin harus diusahakan sama dengan kapasitas efektif.

Tabel 2.3 Nilai Kelonggaran Berdasarkan Rekomendasi ILO

I	Kelonggaran Tetap	%
	A. Kelonggaran Pribadi	5
	B. Kelonggaran Keletihan Dasar	4
II	Kelonggaran Tidak Tetap	%
	C. Kelonggaran Berdiri	2
	D. Kelonggaran Posisi Tidak Normal	
	- Agak kaku	0
	- Kaku	2
	- Sangat kaku	7
	E. Memakai tenaga atau energi otot (mengangkat, menarik atau mendorong): Berat beban diangkat saat bekerja:	
	5lb	0
	10lb	1
	15lb	2
	20lb	3
	25lb	4
	30lb	5
	35lb	6
	40lb	7
	45lb	8
	50lb	9
	55lb	11
	60lb	13
	65lb	17
	70lb	22
	F. Cahaya tidak fokus	
	- Sedikit di bawah rekomendasi	0
	- Jauh di bawah rekomendasi	2
	- Benarbenar tidak cukup	5
	G. Kondisi udara (panas dan kelembaban) –varaibel	0-100
	H. Tingkat perhatian	
	- Cukup/ sedang	0
	- Teliti	2
	- Sangat teliti	5
	I. Tingkat kebisingan	
	- Berlanjut	0
	- Terputus-putus-keras	2
	- Terputus-putus- sangat keras	5
	- Nada tinggi-keras	5
	J. Ketegangan Mental	
	- Proses yang cukup rumit	1
	- Rumit atau butuh perhatian yang serius	4
	- Sangat rumit	8
	K. Monoton	
	- Rendah	0
	- Sedang	1
	- Tinggi	4
	L. Kebosanan	
	- Agak membosankan	0
	- Bosan	2
	- Sangat bosan	5

(Sumber: Niebel Benjamin & Freivalds, Andris, 1999)

Dalam kaitannya dengan definisi tersebut maka perencanaan kapasitas berusaha untuk mengintegrasikan faktor-faktor produksi untuk meminimasi ongkos fasilitas produksi. Dengan kata lain, keputusan-keputusan yang menyangkut kapasitas produksi haru mempertimbangkan faktor-faktor ekonomis fasilitas produksi tersebut, termasuk di dalamnya efisiensi dan utilitasnya. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan kapasitas efektif ialah rancangan produk, kualitas bahan yang digunakan, sikap dan motivasi tenaga kerja, perawatan mesin/ fasilitas, serta rancangan pekerjaan.



Gambar 2.2 Hubungan Aktivitas Perencanaan Kapasitas dengan Perencanaan/ Pengendalian Produksi

Sumber: Kusuma (2001: 115)

Dalam jangka pendek, perencanaan kapasitas digunakan untuk pengendalian produksi, yaitu untuk melihat apakah pelaksanaan produksi telah sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan. Perencanaan kapasitas jangka pendek ini dilakukan dalam jangka waktu harian sampai dengan satu bulan ke muka.

Dalam jangka menengah, perencanaan kapasitas digunakan untuk melihat apakah fasilitas produksi akan mampu merealisasikan jadwal induk produksi yang ditetapkan. Dengan menggunakan teknik perhitungan kapasitas, maka jadwal tersebut dievaluasi sehingga diperoleh jadwal induk produksi yang lebih realistis. Kurun waktu perencanaan yang dicakup ialah satu bulan sampai dengan satu tahun ke muka. Isu-isu dalam

perencanaan tahap ini ialah perlunya tambahan *tools*, perlunya lembur, perlunya *shift* kerja tambahan, perlunya dilakukan subkontrak, atau penjadwalan yang lebih ketat.

Dalam jangka panjang (dengan kurun waktu satu sampai dengan lima tahun ke muka) perencanaan kapasitas digunakan untuk merencanakan ekonomisasi fasilitas produksi. Isu-isu penting dalam perencanaan kapasitas jangka panjang ini ialah fasilitas yang dibangun, jenis mesin yang akan dibeli, atau juga produk-produk yang baru akan dibuat.

2.5 Metode Perhitungan Kebutuhan Kapasitas

Menurut Kusuma (2001:115), ada 2 cara perhitungan kebutuhan kapasitas yaitu perencanaan kebutuhan kapasitas jangka panjang dengan Metode *Rough Cut Capacity* dan perhitungan kebutuhan kapasitas jangka menengah dengan Metode *Resource Requirement*.

2.5.1 Metode *Rough Cut Capacity*

Dalam jangka panjang, perhitungan dan perencanaan kebutuhan kapasitas 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.

Menurut Forgarty (1991:404), terdapat tiga teknik pembuatan *RCCP* di mana ketiga teknik tersebut memiliki tujuan yang hampir sama akan tetapi memiliki kebutuhan data yang berbeda. Melalui proses *RCCP* akan diketahui bahwa beberapa sumber daya utama saat ini sudah tidak memadai dan menambah *resource* membutuhkan lebih banyak waktu dan biaya yang harus diinvestasikan oleh perusahaan. Sebelum membuat *RCCP* dengan berbagai teknik dibutuhkan data *MPS* tahunan yang stabil yang telah dibuat oleh perusahaan seperti ilustrasi pada Tabel 2.4. Berikut teknik pembuatan *RCCP*, yaitu:

1) *Capacity Planning Using Overall Factor (CPOF)*

Teknik *CPOF* membutuhkan paling sedikit data dan proses komputasi yang sederhana dibandingkan dengan kedua teknik *RCCP* yang lain. *CPOF* membutuhkan tiga input data yaitu:

- a. *Material Planning Schedule (MPS)*
- b. Total waktu yang dibutuhkan fasilitas produksi untuk membuat sebuah "typical" part
- c. Proporsi historis dari total waktu yang dibutuhkan fasilitas produksi di tiap-tiap sumber utama fasilitas produksi dalam memproduksi part tersebut.

CPOF mengalikan waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi kuantitas *MPS* dengan proporsi historis masing-masing pusat kerja. Pembuatan *RCCP* menggunakan teknik *CPOF* diilustrasikan pada Tabel 2.5. Nilai pada kolom bulan Januari diperoleh dengan mengalikan Tabel *historical proportion* dengan hasil perkalian waktu produksi per unit produk dikalikan baris total produksi bulan Januari pada Tabel 2.4 untuk setiap *work center*nya.

Tabel 2.4 Contoh Rekap *MPS* untuk Produk Lampu

Month	Forecast (thousands)	Regular production	Overtime production	Total production	Inventory available
					15
1	22	15	0	15	8
2	8	15	0	15	15
3	10	15	0	15	20
4	10	15	0	15	25
5	20	15	0	15	20
6	14	15	0	15	21
7	8	15	1	16	28
8	8	15	4	19	36
9	12	15	4	19	43
10	15	15	4	19	47
11	30	15	4	19	36
12	40	15	4	19	15
Total	197	180		197	

Sumber: Forgarty (1991: 408)

Tabel 2.5 Contoh Pembuatan *RCCP* Menggunakan Teknik *CPOF*

Work Center	Proporsi Historis	Month													Total Hours
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13		
Lamp assembly	0,455	1.501,5	1.501,5	1.501,5	1.501,5	1.501,5	1.501,5	1.501,5	1.501,5	1.600,9	1.901	1.901	1.901	1.901	19.719,7
Oven	0,045	148,5	148,5	148,5	148,5	148,5	148,5	148,5	148,5	158,4	188,1	188,1	188,1	188,1	1.950,3
Base forming	0,227	749,1	749,1	749,1	749,1	749,1	749,1	749,1	749,1	799,04	948,86	948,86	948,86	948,86	9.838,18
Molding socket	0,091	300,3	300,3	300,3	300,3	300,3	300,3	300,3	300,3	320,32	380,38	380,38	380,38	380,38	3.943,94
Assembly	0,182	600,6	600,6	600,6	600,6	600,6	600,6	600,6	600,6	640,64	760,76	760,76	760,76	760,76	7.887,8
Total capacity requirement		3.300	3.300	3.300	3.300	3.300	3.300	3.300	3.300	3.520	4.180	4.180	4.180	4.180	

Sumber: Forgarty (1991: 412)

2) *The Bill of Labour (BOL)*

Teknik ini 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 maka waktu standar yang telah ditetapkan sebelumnya bisa menjadi tidak *reliable* lagi maka dari itu harus selalu dilakukan pembaharuan waktu standar.

Tabel 2.6 Contoh *Bill of Labour* Pembuatan Lampu

<i>Work Center</i>	<i>Hours</i>
<i>Lamp assembly</i>	0.10 hr
<i>Oven</i>	0.01 hr
<i>Base forming</i>	0.05 hr
<i>Molding socket</i>	0.02 hr
<i>Assembly</i>	0.04 hr
Total	0.22 hr

Sumber: Forgarty (1991:408)

Tabel 2.7 Contoh Pembuatan *RCCP* Menggunakan Teknik *BOL*

<i>Work Center</i>	<i>Month</i>												<i>Total Hours</i>	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13		
<i>Lamp assembly</i>	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.600	1.900	1.900	1.900	1.900	19.700
<i>Oven</i>	150	150	150	150	150	150	150	150	160	190	190	190	190	1.970
<i>Base forming</i>	750	750	750	750	750	750	750	750	800	950	950	950	950	9.850
<i>Molding socket</i>	300	300	300	300	300	300	300	300	320	380	380	380	380	3.940
<i>Assembly</i>	600	600	600	600	600	600	600	600	640	760	760	760	760	7.880
<i>Total capacity requirement</i>	3.300	3.520	4.180	4.180	4.180	4.180								

Sumber: Forgarty (1991:414)

Tabel *BOL* untuk pembuatan lampu disajikan pada Tabel 2.6. Untuk menentukan kapasitas yang dibutuhkan maka waktu yang ditunjuk pada Tabel 2.6 harus dikalikan dengan jumlah lampu yang dihasilkan perbulan. Hasil perhitungan *RCCP* menggunakan teknik *BOL* disajikan pada Tabel 2.7.

3) *Resource Profile*

Resource Profil merupakan teknik pembuatan *RCCP* yang paling detail. Seperti halnya teknik *Bill of Labour* teknik ini membutuhkan data waktu standar akan tetapi sesuai kebutuhan dalam teknik ini dibutuhkan *lead time* untuk mengerjakan suatu tugas tertentu. Baik teknik *CPOF* maupun *BOL* keduanya tidak menggunakan pendekatan *lead time*, kedua pendekatan tersebut mengasumsikan bahwa komponen dan produk akhir dibuat pada periode yang sama. *Resource profile* merupakan teknik paling detail dalam perhitungan *RCCP* namun tidak lebih detail dari *Capacity Requirement Planning (CRP)*.

Tabel 2.8 Contoh *Resource Profile* Pembuatan Lampu

Work Center	Month before due date		
	-2	-1	0
Lamp assembly	0	0	0.1
Oven	0	0.01	0
Base forming	0.05	0	0
Molding socket	0	0.02	0
Assembly	0	0.04	0

Sumber: Fogarty (1991:414)

Tabel 2.9 Contoh Pembuatan RCCP Menggunakan Teknik *Resource Profile*

Work Center	Month												Total Hours
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	
Lamp assembly	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.600	1.900	1.900	1.900	1.900	19.700
Oven	150	150	150	150	150	150	160	190	190	190	0	0	1.820
Base forming	750	750	750	750	750	800	950	950	950	950	950	0	8.350
Molding socket	300	300	300	300	300	300	320	320	380	380	380	0	3.640
Assembly	600	600	600	600	600	600	640	760	760	760	760	0	7.280
Total capacity requirement	3.300	3.300	3.300	3.300	3.300	3.300	3.570	3.880	4.180	4.180	3.230	1.900	

Sumber: Fogarty (1991:419)

Pembuatan *RCCP* menggunakan teknik *resource profile* diilustrasikan seperti pada Tabel 2.8. Pada Tabel 2.8 diketahui bahwa produk memiliki *lead time* sepanjang tiga bulan dengan pengalokasian pembuatan *base* pada bulan pertama, pengovenan, pengecoran plastik dan perakitan *socket* dibulan kedua, dan perakitan lampu dibulan terakhir. Berdasarkan Tabel 2.8 maka hasil *RCCP* menggunakan teknik *resource profile* disajikan pada Tabel 2.9. Pada Tabel 2.9 diketahui bahwa pada bulan ke 12 hanya *work station lamp assembly* saja yang melakukan proses produksi sedangkan, hal ini dikarenakan proses produksi untuk komponen-komponen penyusun telah dimulai dua bulan sebelumn *due date* yang ditetapkan untuk menyelesaikan produk, sehingga pada periode *due date* ditetapkan hanya *work station lamp assembly* yang melakukan proses produksi, hal ini berarti proses *base forming* untuk bulan 12 telah dikerjakan pada bulan 10 dan proses lainnya setiap *lamp assembly* dilakukan pada bulan 11.

2.5.2 Metode *Resources Requirement*

Metode *Rough Cut* dikritik karena kebutuhan kapasitas yang dibutuhkan tidak diperhitungkan pada saat yang dibutuhkan. Jika suatu produk dibutuhkan pada periode kelima, misalnya, maka proses produksi seharusnya sudah dilakukan sebelumnya. Dengan demikian kebutuhan kapasitas suatu *work center* terjadi pada periode sebelum periode produk tersebut dibutuhkan. Untuk mengatasi kelemahan metode *Rough Cut* kemudian dikembangkan metode *Resources Requirement* sehingga kebutuhan rinci kapasitas suatu

work center tiap periode dapat diketahui dengan jelas. Metode *Resources Requirement* membutuhkan data yang mirip dengan metode *rough cut*, tetapi dengan tambahan data waktu anjang (*lead time*) setiap produk dan komponen yang dihasilkan fasilitas produksi tersebut. Metode ini mirip dengan metode *MRP* (dan pada kenyataannya memang digunakan secara terkait dengan sistem *MRP*).

Langkah-langkah perhitungan kebutuhan kapasitas dengan menggunakan metode *resources requirement* ialah sebagai berikut:

Step 1: Menghitung profil beban. Profil beban dihitung melalui proses penentuan rencana pemenuhan kebutuhan tiap produk tanpa persediaan awal.

Step 2: Menghitung profil *resources requirement* setiap *work center* untuk membuat setiap produk.

Step 3: Menyesuaikan JIP awal berdasarkan ketersediaan dan kebutuhan kapasitas tiap *work center*.



BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian agar proses penelitian dapat terarah dengan baik sesuai dengan tujuan penelitian.

3.1. JENIS PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini menggunakan penelitian yang memusatkan perhatian kepada pemecahan masalah-masalah aktual pada saat penelitian dilaksanakan dengan mencari dan mengumpulkan data untuk memperoleh fakta-fakta yang jelas terkait dengan berbagai keadaan dan situasi yang ada dalam perusahaan.

3.2. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian ini akan dilaksanakan di bagian Bilas Logam PT. Industri Kereta Api (INKA) Madiun yang bertempat di Jalan Yos Sudarso 71 Madiun, Jawa Timur dimulai pada 3 Maret hingga 2 September 2016.

3.3. PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data dalam penelitian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Data primer adalah data yang diambil secara langsung dari obyek penelitian oleh peneliti yang diperoleh dari hasil observasi dari stasiun kerja bilas logam, hasil wawancara kepada pekerja stasiun kerja bilas logam serta wawancara kepada karyawan departemen perencanaan dan pengendalian produksi.
- b. Data sekunder, merupakan data yang didapatkan secara tidak langsung yaitu data historis perusahaan yang berkaitan dan masih relevan dengan penelitian ini berupa struktur organisasi dan tataletak fasilitas, hasil penelitian yang pernah dilakukan di PT INKA, rencana produksi dari Departemen Perencanaan dan Pengendalian Produksi dan data instruksi kerja dari Departemen Perencanaan Produk Akhir.

3.4. LANGKAH-LANGKAH PENELITIAN

Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. *Survey* pendahuluan
Melakukan *survey* pada tempat penelitian yaitu PT Industri Kereta Api di Madiun.
Survey pendahuluan ini digunakan untuk memperoleh gambaran mengenai kondisi

perusahaan dan kemungkinan dilakukan penelitian yang dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut:

1. *Interview*, yaitu dengan mengajukan pertanyaan secara langsung ketika perusahaan mengadakan suatu kegiatan atau ketika dalam jam kerja. Pada penelitian ini, *interview* dilakukan kepada pekerja di stasiun kerja bilas logam dan karyawan pada Departemen Perencanaan dan Pengendalian produksi.
 2. Observasi, yaitu dengan melakukan pengamatan langsung di stasiun kerja bilas logam terhadap keadaan yang sebenarnya dengan cara melakukan pengukuran waktu.
- b. 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.
- c. 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.
- d. Pengumpulan data
- Melakukan mengumpulkan data untuk menunjang dilakukannya penelitian. Data yang dikumpulkan dilakukan dengan cara sebagai berikut:
1. Secara Langsung: Waktu proses Bilas Logam, Nilai kelonggaran kerja, serta Nilai *Performance Rating*
 2. 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.
- e. Pengolahan data
- Melakukan pengolahan dari data-data yang telah terkumpul dengan tahapan sebagai berikut:
1. Pengukuran waktu standar Bilas Logam *body* utuh
- Melakukan pengukuran waktu standar dengan beberapa langkah yang perlu dilakukan yaitu:

i. Menentukan nilai kelonggaran kerja

Pada Penelitian ini, nilai kelonggaran ditetapkan dengan pendekatan berdasarkan rekomendasi ILO (*International Labour of Organization*) pada Tabel 2.3.

ii. Menentukan *performance rating*

Pada Penelitian ini, patokan penilaian dengan penyesuaian Schumard yaitu berdasarkan kelas-kelas performansi kerja di mana setiap kelas mempunyai nilai sendiri-sendiri sesuai dengan Tabel 2.2.

iii. Menyusun elemen kerja yang akan diukur

Menyusun elemen kerja dimulai dengan melakukan penyusunan *flow process* dari produk-produk PT INKA berpedoman pada *basic product* yaitu kereta penumpang (K3). Kereta jenis K3 mempunyai proses maupun *manufacturing drawing* relatif lebih lengkap sehingga dapat diketahui aktivitas produksi apa saja yang ada, peralatan atau mesin yang digunakan, serta input dan output produk pada proses bilas logam untuk kereta lainnya. Pada Lampiran 5 merupakan *Procces Instruction* yang menjadi dasar penyusunan elemen-elemen kerja. Secara garis besar, urutan *Procces Instruction* pada bilas logam dalam penelitian ini yaitu:

- 1) Menyemprot dengan udara bersih bertekanan untuk membersihkan sisa-sisa potongan logam/ geram
- 2) Membersihkan sisa air, minyak/ oli dengan mengusapkan majun yang sudah dibasahi *washing thinner* atau degreaser
- 3) *Masking*: Menutup semua lubang pada *bolster*
- 4) Bilas logam pada *end wall* bagian luar atas
- 5) Bilas logam pada *side wall* bagian atas
- 6) Bilas logam pada *roof* luar
- 7) Bilas logam pada *end wall* bagian bawah dari *floor*
- 8) Bilas logam pada *side wall* bagian bawah dari *floor*
- 9) Bilas logam sisi atas dari plat *keystone*
- 10) Bilas logam pada *roof* bagian dalam, *ceiling frame* dan partisi
- 11) Bilas logam pada *end wall* bagian dalam
- 12) Bilas logam pada *side wall* bagian dalam
- 13) Bilas logam pada sisi bagian bawah dari plat *keystone*
- 14) Pembersihan dengan hembusan udara bersih dan vakum

iv. Melakukan pengukuran waktu

Melakukan pengukuran waktu operasi dengan *stopwatch time study* kepada operator, mesin, material, alat dan produk sehingga didapatkan waktu ukur atau waktu observasi sesuai dengan Rumus (2-5).

v. Uji keseragaman dan kecukupan data

Uji keseragaman pada penelitian ini menggunakan batas-batas kontrol ± 3 S.D sesuai Rumus (2-2), (2-3) dan (2-4), sedangkan kecukupan data sesuai Rumus (2-1) dengan tingkat kepercayaan 95%.

vi. Menentukan waktu normal

Waktu ukur kemudian digunakan untuk menentukan waktu normal. Waktu normal adalah waktu penyelesaian pekerjaan yang diselesaikan oleh pekerja dalam kondisi wajar dan kemampuan rata-rata pada kecepatan normal dihitung sesuai dengan Rumus (2-6).

vii. Menentukan waktu standar

Waktu standar atau waktu baku adalah waktu yang diperlukan bagi seorang operator untuk bekerja dalam kondisi dan kecepatan normal dengan mempertimbangkan faktor kelonggaran, yang dihitung sesuai Rumus (2-7).

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

Menghitung waktu standar pada *body* terpisah dengan menggunakan waktu standar *body* utuh yang telah dihitung sebelumnya. Penentuan waktu standar pada *body* terpisah adalah dengan menggolongkan elemen pekerjaan berdasarkan *manufacturing drawing* yang digunakan sebagai dasar pemisahan bagian kereta untuk proses bilas logam dari kondisi *body* utuh menjadi *body* terpisah. Bagian tersebut adalah dasar kereta (*underframe*), sisi samping kereta (*sidewall*), sisi depan kereta (*endwall*) dan atap kereta (*roof*).

3. Perhitungan Kapasitas Tersedia Setiap Tahun (jam) Bilas Logam *Body* Terpisah

Setelah mengetahui waktu standar pada elemen-elemen kerja bilas logam *body* terpisah, dilanjutkan dengan perhitungan kapasitas tersedia. Hasil perhitungan waktu standar tersebut digunakan untuk mengetahui kapasitas tersedia dalam jam per tahun bilas logam *body* terpisah. Selain itu, kapasitas jam per tahun tersebut juga dapat menunjukkan kapasitas tersedia jika dilakukan dengan 1 *shift*, 2 *shift* dan 3 *shift*.

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

Waktu standar dalam penelitian ini juga digunakan sebagai acuan untuk menghitung kebutuhan kapasitas bilas logam. Produk yang digunakan untuk menghitung kebutuhan kapasitas adalah kereta penumpang, kereta barang dan *flat car*. Perhitungan kapasitas dilakukan menggunakan metode *Rough Cut Capacity Planning* dengan teknik *Bill of Labour (BOL)*. Hasil perhitungan tersebut digunakan untuk mengetahui total kebutuhan kapasitas produksi pada Bilas Logam PT INKA sesuai target 2016.

f. Analisis dan pembahasan

Melakukan analisis dan pembahasan terhadap data yang telah diolah dari hasil perhitungan. Analisis dan pembahasan meliputi kondisi kapasitas bilas logam saat masih dalam keadaan *body* utuh dan keadaan *body* terpisah. Analisis dan pembahasan tersebut terkait perbandingan antara kapasitas tersedia dan kebutuhan kapasitas sesuai target 2016 pada produk kereta barang, kereta penumpang dan *flat car*.

g. Strategi Pemenuhan Kapasitas

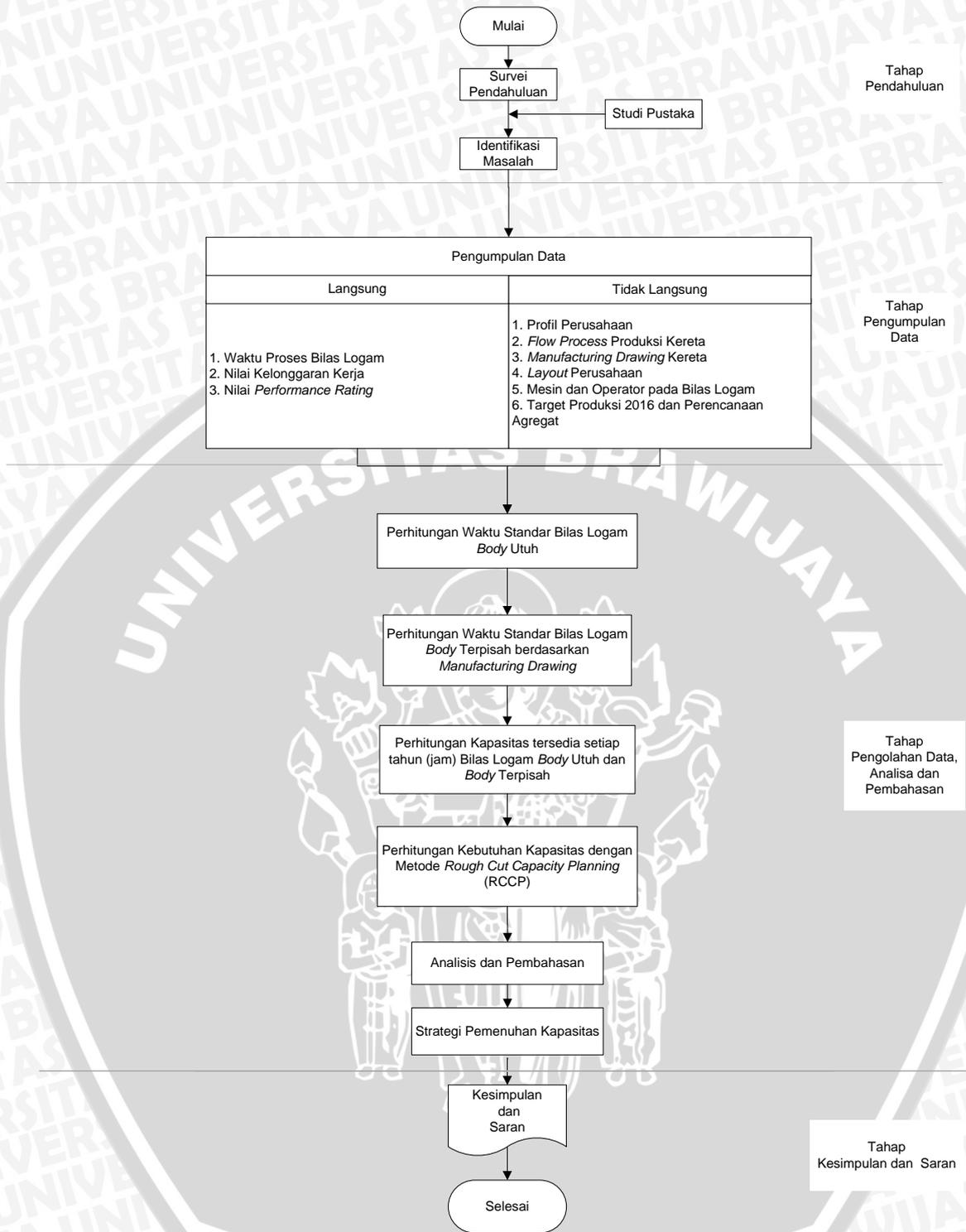
Merumuskan strategi dalam memenuhi kebutuhan kapasitas dengan memperhatikan kemungkinan-kemungkinan yang dapat dilakukan untuk memenuhi kekurangan kapasitas yang telah dihitung sebelumnya. Rumusan strategi tersebut menjadi beberapa alternatif solusi yang mungkin dapat diterapkan dalam upaya memenuhi kebutuhan kapasitas sesuai target produksi 2016.

h. Kesimpulan dan saran

Hasil dari penelitian akan mendapatkan suatu kesimpulan dan saran berupa poin-poin rekomendasi untuk PT Industri Kereta Api terhadap masalah kapasitas produksi pada bilas logam.

3.5 DIAGRAM ALIR PENELITIAN

Diagram alir pada Gambar 3.1 merupakan langkah-langkah untuk mendukung proses penelitian yang akan dibuat agar penelitian dapat berjalan lebih terarah dan sistematis.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

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

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

PT Industri Kereta Api merupakan perusahaan manufaktur dan jasa yang beralamat di Jalan Yos Sudarso No. 71 Madiun. Status Perusahaan yaitu Badan Usaha Milik Negara (BUMN), 100% dimiliki oleh Negara Republik Indonesia. Dasar Hukum Pendirian PT. Industri Kereta Api (INKA), Peraturan Pemerintah Nomor 5 Tahun 1992. Akte Pendirian PT. Industri Kereta Api (INKA) yaitu Akte Notaris Imas Fatimah, SH Nomor 51 Tanggal 18 Mei 1981. PT Industri Kereta Api (INKA) menjadi salah satu dari 10 BUMN Industri Strategis di bawah koordinasi BPIS. Kegiatan utama PT. Industri Kereta Api (INKA) Madiun adalah:

1. Pembuatan kereta api (gerbong barang, gerbong *ballast*, gerbong batubara, gerbong tangki, kereta penumpang, kereta rel diesel, kereta rel listrik).
2. Jasa perawatan besar (*overhaul*) perkeretaapian.
3. Perdagangan lokal, impor dan ekspor barang dan jasa yang berhubungan dengan perkeretaapian.
4. Jasa konsultasi dan rekayasa bidang perkeretaapian.
5. Pembuatan barang-barang dalam rangka program diversifikasi produk antara lain: *Aerobridge/ Boarding car, Grandby car, Container office, Track motor car, Airport trolley, Automotive product* dan *Toilet module*.
6. Pelayanan purna jual perkeretaapian.

4.1.1 Visi dan Misi Perusahaan

Visi dan Misi PT.INKA, meliputi:

a. Visi

Menjadi Perusahaan Manufaktur Sarana Kereta Api dan Transportasi Kelas Dunia yang Unggul di Indonesia.

b. Misi

Menciptakan Keunggulan Kompetitif Dalam Bisnis dan Teknologi Sarana Perkeretaapian dan Transportasi, Untuk Menguasai Pasar Domestik dan Memenangkan Persaingan Bisnis di Pasar Regional, ASEAN, dan Negara Berkembang.

Adapun strategi yang digunakan oleh PT INKA Madiun yaitu:

1. Menutup semua keteringgalan yang selama ini belum tertanami dalam pengelolaan perusahaan.
2. Mengusahakan peningkatan pelayanan terhadap pelanggan terutama dalam hak waktu penyerahan.
3. Menyiapkan diri untuk mempunyai daya saing yang tinggi.
4. Mengusahakan selalu berada dalam hal bidang usaha transportasi darat terhadap pesaing dalam negeri dan regional.

4.1.2 Motto dan Nilai-Nilai Perusahaan

Berikut adalah motto dan nilai nilai dari PT INKA Madiun :

1. Motto

Moto PT. INKA adalah I'M PRO:

- a. Integritas: Satunya kata, pikiran dan perbuatan dengan tetap berlandaskan pada kepentingan perusahaan.
- b. Mutu: Mampu memberikan kinerja lebih dari standar.
- c. Profesional: Mampu memberikan hasil pekerjaan sesuai dengan kualitas dibidang tertentu dengan keahliannya yang sesuai dengan tuntutan bidang tersebut

2. Nilai-nilai

Nilai-nilai Perusahaan adalah :

- a. Tumbuh dan berkembang: Mampu memberikan nilai tambah perusahaan secara berkelanjutan dan selalu berusaha menjadi lebih baik dibandingkan kondisi hari ini.
- b. Mutu: Mampu memberikan kinerja lebih dari standard.
- c. Belajar berkelanjutan: Mampu meningkatkan wawasan, ilmu dan keterampilan dirinya secara berkelanjutan berdasarkan tuntutan yang sedang terjadi.
- d. Integritas: Satunya kata, pikiran, perasaan dan perbuatan dengan tetap berlandaskan pada kepentingan perusahaan.
- e. Profesional: Mampu memberikan hasil pekerjaan sesuai dengan kualitas di bidang tertentu dengan keahlian yang sesuai dengan tuntutan bidang tersebut.

- f. **Kemitraan:** Kemampuan dalam membangun hubungan tertentu dengan beberapa pihak sehingga dirasakan manfaatnya.

4.1.3 Sejarah Perusahaan

Gagasan untuk mendirikan PT. Industri Kereta Api (INKA) di Indonesia merupakan salah satu kebijakan pemerintah dalam rangka menanggulangi dan memenuhi kebutuhan jasa angkutan kereta api di Indonesia yang terus menaik. Perusahaan Jasa Kereta Api (PJKA) sejak tahun 1977 telah merintis dan mengadakan penjajagan secara intensif akan kemungkinan-kemungkinan untuk memproduksi sendiri gerbong dan kereta penumpang di Balai Yasa PJKA Madiun, yang kemudian direalisasikan dengan pembuatan *ablepe-prototipe* beberapa jenis gerbong dan kereta penumpang dan pembuatan 20 buah gerbong GW. Secara kronologis proses pendirian PT. Industri Kereta Api (INKA) dapat diuraikan sebagai berikut:

Pada tanggal 28 Nopember 1979, Menteri Perhubungan dan Menteri Ristek mengadakan peninjauan ke Balai Yasa PJKA Madiun. Hasil peninjauan ini diputuskan untuk mengakselerasi pendirian Industri Kereta Api. Pada tanggal 11 Desember 1979, diadakan rapat antara wakil-wakil dari departemen perhubungan, BPPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi) dan Departemen Perindustrian. Hasil rapat menetapkan dasar kebijaksanaan pendirian suatu PT (persero) *manufacturing* perkeretaapian.

Dengan SK menteri perhubungan NO. 32/OT.001/PHB/80 tanggal 27 Pebruari 1980 dibentuk panitia persiapan pembentukan persero pabrik kereta api Madiun. Anggota panitia terdiri dari wakil-wakil:

- Departemen Perhubungan
- BPPT
- Departemen Perindustrian
- Departemen Keuangan
- Sekretaris Kabinet
- Menteri Aparatur Negara

PT Industri Kereta Api Indonesia (PT INKA) merupakan sebuah badan usaha milik negara yang berdiri di 19 Agustus 1981. PT INKA merupakan pengembangan dari Balai Jasa Lokomotif Uap yang dimiliki oleh PJKA (sekarang PT Kereta Api) pada saat itu. Balai Yasa ini berlokasi di Madiun. Semenjak lokomotif uap sudah tidak dioperasikan lagi, maka Balai Yasa ini dialihfungsikan menjadi pabrik kereta api. Penentuan lokasi dan pendirian pabrik kereta ini berdasarkan hasil studi dari BPPT.

PT INKA, sebagai salah satu badan usaha milik negara terus mengalami perkembangan, diawali pada tahun 1981 dengan produk berupa lokomotif bertenaga uap kini menjadi industri manufaktur perkeretaapian yang modern. Aktivitas bisnis INKA yang ada kini berkembang mulai dari penghasil produk dasar menjadi penghasil produk dan jasa perkeretaapian dan transportasi yang bernilai tinggi.

Pada tahun 1989 PT INKA menjadi salah satu dari 10 BUMN industri strategis di bawah koordinasi BPIS. Pada tahun 1999 PT INKA menjadi anak perusahaan BUMN holding PT Bahana Pakarya Industri Strategis (persero). Pada tahun 2002 PT INKA dalam status peralihan koordinasi kantor meneg BUMN setelah PT BPIS dalam proses likuidasi. Gambar 4.1 merupakan logo dari PT INKA.



Gambar 4.1 Logo PT Industri Kereta Api (INKA)
Sumber: PT Industri Kereta Api

PT INKA bergerak dalam bidang industri kereta api, industri logam dasar yang memproduksi gerbong dan lokomotif guna menunjang peningkatan dan penambahan jasa angkutan kereta api. Dalam jangkauan yang lebih luas, memberikan jasa teknik dan pemanfaatan teknologi tinggi serta inovasi teknologi. Dengan demikian PT INKA sebagai katalisator dan dinamisator bagi perkembangan industri nasional.

Lingkaran panah yang bergerak dua arah dan ditengahnya terdapat dua kepingan serta garis warna putih, memberi gambaran mengenai fungsi dan misi PT INKA, sebagaimana diungkapkan sebagai berikut:

1. Karakter kokoh/ kuat, secara visual tampil dalam pemakaian garis tebal yang membantu gerak dan lingkaran yang menyatu utuh.
2. Karakter dinamis dalam menjalankan aktivitasnya, digambarkan oleh panah yang bergerak melingkar dua arah dengan tujuan tanpa batas, memberi gambaran pencapaian pengembangan usaha secara optimum.
3. Karakter industri kereta api, digambarkan oleh elemen/ dua kepingan serta garis lingkaran putih sebagai orosnya, memberi kesan gerak roda kereta api dan industri berat.

4. Falsafah pancasila, diungkapkan oleh lima unsure terdiri dari dua panah, dua kepingan dan garis putih merupakan lima unsure yang seimbang, terwujud dalam bentuk lingkaran yang kokoh dan dinamis serta sekaligus merupakan landasan usaha PT INKA.
5. Penampilan logo yang abstrak dan sederhana memberi kesan intelektual dan jangkauan luas. Melalui logo yang ilustratif ini menggambarkan identitas dan aktifitas usaha PT INKA. Perpaduan panah yang melingkar dua arah serta dua kepingan/ elemen ditengahnya, dinamis dan utuh, sebagai lambang PT INKA berperan dalam pembangunan Indonesia.

Makna logo secara keseluruhan memberi kesan gerak dinamis industri, kepesatan kemajuan disamping penonjolan industri berat/ logam dasar. Selain memberikan kesan sebagai dinamisator juga katalisator dalam sektor industri di Indonesia. Untuk memberikan kesan yang lebih mantap terhadap PT INKA yang merupakan industri berat atau industri logam dasar serta memiliki keunggulan di bidang industri kereta api, ditampilkan dua warna, yaitu merah dan hitam serta warna dasar putih. Pemilihan warna dasar tersebut memberikan gambaran integritas PT INKA, antara lain:

1. Warna hitam, menggambarkan karakter kokoh, kuat, atau padat dan berbagai warna logam yang merupakan bahan utama dalam memproduksi gerbong dan lokomotif
2. Warna merah, menggambarkan karakter api, semangat, dinamis serta sumber kekuatan, yang merupakan tekad PT INKA mensukseskan pembangunan Indonesia.
3. Warna dasar putih (lingkaran dan dua elemen), berbentuk kemudi dan piala, menggambarkan perencanaan keunggulan dan sebagai warna yang bersih dan suci, merupakan sistem kerja PT INKA yang terarah guna mencapai sasaran usaha.

4.1.4 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur Organisasi PT. Industri Kereta Api (INKA) Madiun dapat dilihat pada Lampiran 1. Pembagian tugas dan tanggung jawab dari masing-masing bagian dalam perusahaan adalah sebagai berikut:

A. Direktorat Utama

1. Meyakinkan /memastikan bahwa seluruh organ perusahaan baik kepengurusan, infrastruktur maupun suprastruktur yang ditetapkan dalam anggaran dasar perusahaan beserta perubahannya (jika ada) dan diimplementasikan dengan baik.
2. Menyakin/memastikan bahwa perusahaan telah menyusun / memiliki Rencana Jangka Panjang Perusahaan (RJPP), termasuk visi dan misi yang dijabarkan dalam

rencana pencapaian jangka menengah dan rencana kerja menengah serta Rencana Jangka Panjang Perusahaan (RJPP) tiap tahun berjalan.

3. Mempertanggung jawabkan kinerja perusahaan setiap tahun atau periode berjalan kepada pemegang saham, baik melalui Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) maupun melalui monitoring atau pengawasan Dewan Komisaris.
4. Mengkoordinasikan seluruh anggota direksi dalam menjalankan operasional perusahaan dan memastikan/ meyakini bahwa operasional seluruh direktorat, divisi dan departemen telah menjalankan fungsi-fungsi manajemen dengan baik.
5. Mewakili perusahaan dalam melakukan perikatan dengan pihak ketiga setelah ada persetujuan kuorum anggota direksi yang lain.
6. Melakukan pembinaan terhadap divisi/departemen yang menjadi binaannya sesuai dengan keputusan Direksi.

Dalam Direktorat Utama terdapat beberapa divisi yang membantu dalam melaksanakan tugasnya yaitu Divisi Pengendalian Kualitas dan Purna Jual, Divisi Pengawasan Internal yang terdiri dari Departemen Internal Audit dan Departemen Manajemen Mutu dan LH, Divisi Logistik yang terdiri dari Departemen Pengadaan dan Departemen Perencanaan dan Pengendalian Material, serta Divisi Logistik

B. Direktorat Keuangan dan SDM

1. Meyakini/memastikan bahwa kegiatan di divisi perencanaan perusahaan dan *general affair*, keuangan dan sumber daya manusia menjadi tanggung jawabnya telah dijalankan sesuai dengan anggaran dasar perusahaan beserta perubahan (jika ada) dan kebijakan/ ketentuan perusahaan.
2. Mengkoordinasikan seluruh direktorat dalam penyusunan Rencana Jangka Panjang Perusahaan (RJPP) dan penjabarannya dalam Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) tahun berjalan dan meyakini/memastikan bahwa RJPP dan RKAP termaksud telah tersusun dengan kualitas yang baik dan kuantitas pencapaian bisnis yang SMART (*Specify, Measurable, Achievable, Realistic, Time Bound*).
3. Mencari dan mengelola bahwa sumber-sumber dana untuk mendukung bisnis perusahaan secara efisien dan optimum dalam pencapaian bisnis.
4. Meyakini/ memastikan bahwa seluruh transaksi perusahaan telah dibukukan dengan baik sesuai dengan ketentuan dan kaedah serta prinsip-prinsip akuntansi yang berlaku di Indonesia.

5. Melakukan analisa kinerja perusahaan dan membandingkan dengan potensi bisnis yang ada untuk mengukur pencapaian bisnis dan mendorong kemajuan bisnis perusahaan secara optimal.
6. Mengendalikan seluruh resiko dan melakukan inisiasi baru untuk pengembangan perusahaan yang akan datang.
7. Mengkoordinasikan seluruh aktivitas divisi dalam perencanaan perusahaan dan *general affair*, keuangan, sumber daya manusia dan meyakini/ memastikan bahwa seluruh aktivitas termaksud tersusun dengan kualitas dengan kualitas dan kuantitas yang baik.
8. Meyakinkan/ memastikan akurasi analisis organisasi perusahaan, mengelola SDM dan budaya kerja, kesejahteraan karyawan, permasalahan hubungan industrial dan pengelolan pendidikan dan pelatihan bagi karyawan dalam membentuk SDM perusahaan yang kompeten dan profesional.
9. Melakukan analisa pemenuhan SDM dalam mendukung operasional bisnis yang ada untuk mengukur pencapaian bisnis dan mendorong kemajuan bisnis perusahaan secara optimal.
10. Mempertanggung jawabkan kinerja perusahaan di bidang bisnis yang menjadi tanggung jawabnya baik dalam RUPS, memonitoring pemegang saham atau dewan komisaris.
11. Menjalankan pembinaan dan pengasan terhadap seluruh pejabat atau karyawan di bidang bisnis yang menjadi tanggung jawabnya selalu terjaga dengan baik (tidak menjadi *Non Performing Loan*).
12. Melakukan pembinaan terhadap divisi/ departemen yang menjadi binaanya sesuai dengan keputusan direksi.

Dalam Direktorat Keuangan dan SDM terdapat beberapa divisi yang membantu dalam melaksanakan tugasnya yaitu Divisi Keuangan yang terdiri dari Departemen Keuangan, Departemen Akuntansi dan Departemen Pengendalian Anggaran, Divisi Sumber Daya Manusia yang terdiri dari Departemen Pengembangan SDM dan Organisasi dan Departemen Adm SDM dan Hubungan Industrial, serta Divisi Perencanaan Perusahaan dan General Affair yang terdiri dari Departemen Sekretariat Humas dan Umum, Departemen Perencanaan Perusahaan dan Pengolahan PKBL/CSR dan Departemen Manajemen Resiko dan Legal.

C. Direktorat Komersial dan Teknologi

1. Meyakini/ memastikan bahwa kegiatan di divisi pemasaran kereta api, pemasaran produk pengembangan dan teknologi yang menjadi tanggung jawabnya telah dijalankan sesuai dengan anggaran perusahaan beserta perubahannya (jika ada) dan kebijakan/ ketentuan Perusahaan.
2. Meyakini/ memastikan bahwa bidang usaha yang menjadi tanggung jawabnya telah memiliki visi dan misi yang sesuai dengan visi dan misi perusahaan untuk merealisasikan pencapaian Rencana Jangka Panjang Perusahaan (RJPP) yang dijabarkan dalam Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) tahun berjalan.
3. Mempertanggung jawabkan kinerja perusahaan di bidang bisnis yang menjadi tanggung jawabnya baik dalam RUPS, monitoring pemegang saham atau dewan komisaris.
4. Menjalankan pembinaan dan pengawasan terhadap seluruh pejabat atau karyawan di bidang bisnis yang menjadi tanggung jawabnya selalu terjaga dengan baik (tidak menjadi *Non Performing Loan*).
5. Melakukan pembinaan terhadap divisi/ departemen yang menjadi binaannya sesuai dengan keputusan direksi.

Pada Direktorat Komersial dan Teknologi terdapat beberapa divisi yang membantu dalam melaksanakan tugasnya yaitu Divisi Pemasaran Kereta Api yang terdiri dari Departemen Pemasaran Pemerintah dan BUMN, Departemen Pemasaran Swasta dan Ekspor dan Departemen *Service* dan *Retail*, Divisi Pemasaran Produk Pengembangan yang terdiri dari Departemen Pemasaran dan Departemen Perencanaan dan Pengendalian Proyek serta Divisi Teknologi yang terdiri dari Departemen Litbang dan Rekayasa Departemen Desain Elektrik dan Departemen Desain Mekanik.

D. Direktorat Produksi

1. Meyakini/ memastikan bahwa kegiatan di Divisi Fabrikasi, *Finishing* serta perencanaan dan pengendalian produksi termasuk menjaga dan merawat fasilitas produksi dan teknologi informasi perusahaan untuk tetap beroperasi secara optimal, telah dijalankan sesuai dengan anggaran dasar perusahaan beserta perubahannya (jika ada) dan kebijakan/ ketentuan perusahaan.
2. Meyakini/ memastikan bahwa bidang usaha yang menjadi tanggung jawabnya telah memiliki visi dan misi untuk merealisasikan pencapaian Rencana Jangka Panjang Perusahaan (RKAP) tahun berjalan.

3. Mempertanggung jawabkan kinerja perusahaan di bidang bisnis yang menjadi tanggung jawabnya baik dalam RUPS, monitoring pemegang saham atau dewan komisaris.
4. Menjalankan pembinaan dan pengawasan terhadap seluruh pejabat atau karyawan di bidang bisnis yang menjadi tanggung jawabnya selalu terjaga dengan baik.
5. Melakukan pembinaan terhadap divisi/ departemen yang menjadi binaannya sesuai dengan keputusan direksi.

Dalam Direktorat Komersial dan Teknologi terdapat beberapa divisi yang membantu dalam melaksanakan tugasnya yaitu Divisi Fabrikasi yang terdiri dari Departemen *Metal Working* dan Departemen *Assembling*, Divisi *Finishing* yang terdiri dari Departemen Pemasangan Instalasi Sistem dan Departemen Penyelesaian Produk Akhir, serta Divisi Perencanaan dan Pengendalian Produksi yang terdiri dari Departemen Perencanaan dan Pengendalian Produksi, Departemen Teknologi Produksi, Departemen Fasilitas dan Pemeliharaan, dan Departemen IT.

4.1.5 Proses Produksi dan Tata Letak Fasilitas Perusahaan

PT Industri Kereta Api (INKA) merupakan perusahaan yang memproduksi kereta api, jasa perawatan kereta api serta perdagangan yang berhubungan dengan perkeretaapian. Yang ditunjukkan pada Gambar 4.2a sampai Gambar 4.2d adalah beberapa contoh produk dari PT Industri Kereta Api (INKA).



Gambar 4.2a Kereta Penumpang



Gambar 4.2b Kereta Barang



Gambar 4.2c Kereta Flat Car

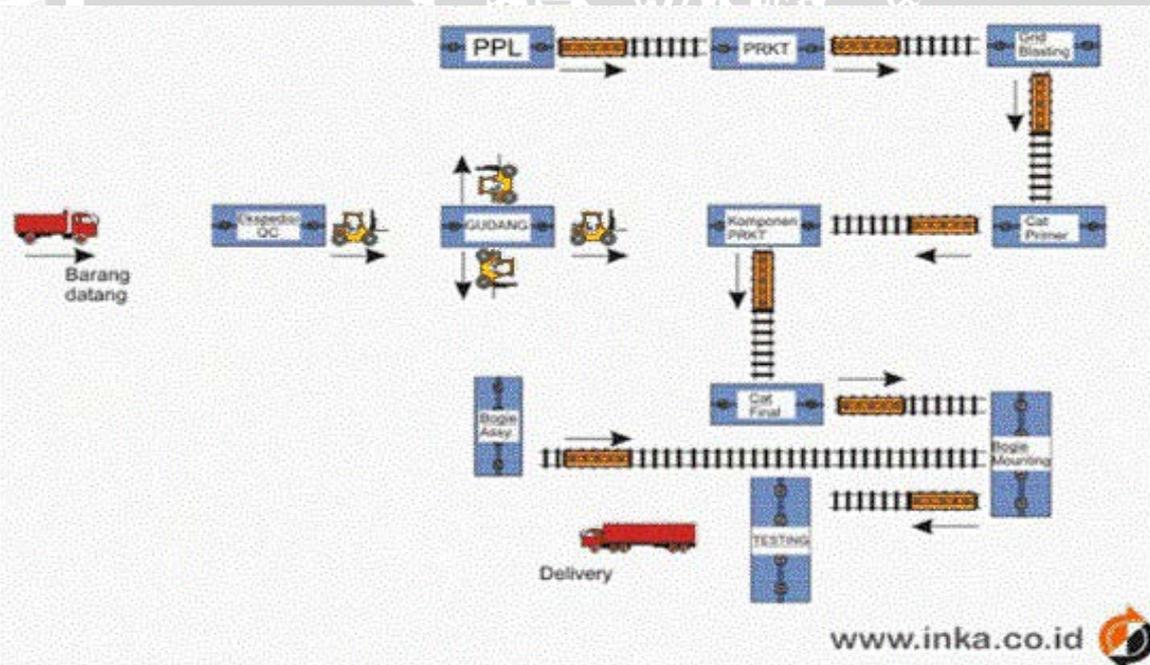


Gambar 4.2d Kereta Rel Listrik

Sumber: PT Industri Kereta Api

Gambar 4.2a merupakan contoh produk kereta penumpang. Kereta penumpang yang diproduksi PT INKA biasanya berupa kereta penumpang ekonomi yaitu K3 dan kereta penumpang eksekutif yaitu K1. Gambar 4.2b merupakan contoh produk kereta barang yang biasa disebut juga sebagai kereta bagasi. Kereta api barang atau kereta api bagasi adalah kereta api yang digunakan untuk mengangkut barang (kargo), pupuk atau hasil tambang berupa pasir, batu, batubara maupun mineral. Gambar 4.2c merupakan contoh produk kereta *flat car*. Biasanya PT INKA memproduksi kereta *flat car* jenis PPCW yang merupakan kereta yang juga mengangkut barang namun barang yang diangkut berupa *container*. Gambar 4.2d merupakan contoh produk Kereta Rel Listrik atau disingkat KRL merupakan kereta rel yang bergerak dengan sistem propulsi motor listrik.

Proses produksi merupakan kegiatan fisik berupa mentransformasi bahan baku (material) dengan sumber daya (*resources*) yang dimiliki oleh perusahaan dengan standar mutu dan pengawasan yang ketat dan berkesinambungan guna menghasilkan suatu produk yang bernilai tinggi. Proses produksi merupakan kegiatan yang kompleks, karena melibatkan seluruh aktivitas-aktivitas produksi yang saling terintegrasi. Proses produksi di PT INKA dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan tata letak fasilitas pada lantai produksi PT. INKA Madiun dapat dilihat pada Lampiran 2.



Gambar 4.3 Proses Pembuatan Kereta Api
Sumber: PT Industri Kereta Api

Secara umum bahwa proses produksi di Perusahaan Industri Kereta Api (PT. INKA) Madiun pada prinsipnya sama dengan sistem produksi pada umumnya, yaitu; kegiatan mentransformasi *input* menjadi *output* yang memiliki nilai tambah (*value added*). Proses produksi di PT. Industri Kereta Api (INKA) dibagi menjadi 5 (lima) proses, yaitu:

1. Proses *Detail Part Manufactur*

Proses *Detail Part Manufacture* merupakan proses awal dalam proses pembuatan kereta api, yaitu berupa pemotongan pelat, pelubangan pelat dan pembentukan *body* kereta yang berbahan dasar pelat baja yang dibuat berdasarkan dengan dimensi yang ada pada *Manufacture Drawing* (MD) yang pada akhirnya menjadi bagian-bagian kecil penyusunan kereta api yang disebut *single part*.

2. Proses *Minor Assembly*

Minor Assembly merupakan proses perakitan *single part* yang akan menjadi *part* yang lebih kompleks seperti *end center sill*, *bolster*, *crossbeam*, *center sill*. Untuk mempermudah perakitan *minor assembly* digunakan *jig*, sehingga tercapai efisiensi kerja yang optimal. Untuk proses ini peralatan yang digunakan berupa peralatan pengelasan, palu dan alat material *handling* berupa *crane*.

3. Proses *Sub Assembly*

Proses *Sub Assembly* merupakan proses penggabungan dari *minor assembly* yang telah dirakit menjadi satu kesatuan, misalnya penggabungan *minor assembly* seperti *underframe* (*rangka bawah*), pada bodi kereta. Proses *Sub Assembly* ini nantinya mengalami proses *reforming*. Proses *reforming* ini dilakukan dengan tujuan supaya logam yang telah dibentuk pada proses *minor assembly* sebelumnya, tidak mengalami deformasi plastis sewaktu dirakit.

4. Proses *Main Assembly*

Proses *Main Assembly* merupakan proses penggabungan dari beberapa *Sub-sub Assembly* yang telah diproses sebelumnya sehingga dirakit menjadi *car body*. Pada proses ini juga memerlukan *reforming*. Sedangkan untuk proses pembuatan kereta barang tidak melalui proses ini.

5. Proses *Finishing*

Proses *Finishing Product* pada PT. Industri Kereta Api (INKA) terbagi menjadi beberapa proses yaitu:

a. Proses Pemasangan Komponen Kereta

Proses pemasangan komponen kereta api tidak hanya bertugas memasang komponen yang sudah jadi pada kereta, akan tetapi juga membuat salah satu

komponen dari kereta yaitu seperti: *bogie* (roda kereta), pipa-pipa, dan peralatan perlengkapan serta interior kereta. Pada proses ini pemasangan komponen kereta dibagi menjadi 3 seksi:

- 1) Seksi *Boogie Assy* bertugas merakit *boogie*, dimana komponen-komponen yang dirakit diterima dari bagian pengerjaan plat komponen *boogie*. Peralatan pokok yang digunakan adalah peralatan las dan pesawat angkat (*crane*).
- 2) Seksi *Equipment* bertugas memasang peralatan perlengkapan pada kereta, baik bagian dalam (*interior*) maupun bagian luar (*eksterior*) kereta. Peralatan yang dipasang adalah peralatan pengereman, peralatan *inside* dan peralatan *outside*.
- 3) Seksi *Piping* bertugas mengerjakan kebutuhan pipa-pipa yang akan digunakan dalam kereta.

b. Proses Pengecatan

Sebelum proses pengecatan dilakukan, terlebih dahulu kereta di bilas logam (*blasting*) dengan menggunakan butiran halus (pasir logam), tujuan dilakukannya proses bilas logam ini, yaitu untuk membersihkan atau menghilangkan kotoran-kotoran atau karat pada *body* kereta. Setelah proses bilas logam ini selesai, barulah kemudian dilanjutkan dengan proses pengecatan. Proses pengecatan dilakukan 3 tahapan, yaitu; *primer painting* (pengecatan dasar), *midle painting (touch up primer)*, *black coat* (pengecatan akhir).

c. Pemasangan Interior

Pemasangan interior dilakukan setelah kereta selesai melalui proses pengecatan. Pada proses ini dilakukan pemasangan komponen-komponen interior kereta. Khusus untuk kereta barang, interior yang dipasang meliputi pemasangan peralatan rem (*brake equipment*), pemasangan pipa pengereman (*brake piping*), pemasangan gengan pengait dan *handel (automatic coupler and end stopper)*, pemasangan simpul pengunci (*twislock*), pemasangan *striping (stripping)*, pemasangan bantalan rel (*support rail*), pemasangan roda (*bogie monting*), dan pemasangan pelat (*marking and lettering*). Setelah proses pemasangan interior ini selesai, proses akhir, yaitu kereta di bawa ke ruang pengetesan (*final inspection room*).

d. Uji Kelayakan (*Quality Control*)

Kegiatan *quality control* di Perusahaan Industri Kereta api (INKA) dilakukan disetiap proses perakitan kereta, mulai dari proses *detail part*, *minor assembly*, *sub assembly*, *mayor assembly*, pemasangan komponen dan pengecatan, pemasangan interior maupun proses *finishing*. Setelah dilakukan uji kelayakan di masing-masing proses produksi, sebelum kereta di kirim ke pihak konsumen, terlebih dahulu dilakukan *final inspection*. Proses *final inspection* ini bertujuan untuk menguji kelayakan. Pada kereta, proses ini meliputi; tes statis maupun tes jalan (*running test*).

4.1.6 Manajemen Personalia

Ketenagakerjaan PT Industri Kereta Api (INKA) Madiun sebagian besar berasal dari PJKA, BPPT dan Perindustrian. Sesuai SK jumlah tenaga kerja yang dimiliki PT. INKA Madiun saat ini berjumlah 830 orang, terdiri dari 791 karyawan INKA dan 39 karyawan bagian PT. Rilindo Global Karya. Standar Operasional Perusahaan PT.INKA sebagai berikut:

Hari Kerja : Senin s/d Jum'at

Jam Masuk : 07.00 WIB – 16.00 WIB (Jam 11.30 WIB – 12.30 WIB Istirahat)

4.2 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan merupakan data yang diperoleh dari PT Industri Kereta Api (INKA) Madiun. Data tersebut digunakan sebagai dasar dalam melakukan penelitian. Agar dapat menjadi sebuah informasi, membutuhkan beberapa data yang dipadukan untuk mendukung penelitian. Data data yang dipadukan tersebut kemudian akan diolah dan dianalisis sehingga mampu menghasilkan kesimpulan dan menyelesaikan masalah. Berikut data-data yang telah dikumpulkan.

4.2.1 *Master Planning Schedule Delivery* PT Industri Kereta Api

Sistem produksi di PT INKA adalah *job order* yaitu pekerjaan yang dilakukan apabila ada order yang diterima dari konsumen. Setiap detail pekerjaan 100% ditentukan oleh calon pembeli, pihak pembuat hanya menyatakan kesanggupannya. Bila pekerjaan telah disetujui, maka dilakukan negosiasi harga antara pembeli dan pembuat. PT Industri Kereta Api (INKA) Madiun mempunyai *Master Plan* untuk tahun 2016 di mana master plan tersebut kemudian dijadikan target *delivery*. Target *delivery* adalah rencana

banyaknya kereta yang harus dikirim ke pelanggan pada periode–periode tertentu. Tabel 4.1 merupakan jenis dan jumlah target *delivery*. Satuan untuk jumlah pesanan adalah unit di mana satu unit sama dengan satu gerbong kereta. Lebih rinci pada Lampiran 3 merupakan *master planning schedule delivery* dalam bentuk jadwal induk produksi PT Industri Kereta Api tahun Januari 2016 sampai Mei 2017. Lampiran 3 memuat jadwal induk produksi yang setiap periode adalah satu bulan dan dalam satu bulan terdapat 4 minggu serta dalam setiap minggunya terdapat 2 bagian yang menandakan bahwa pesanan harus dilakukan *delivery* di awal minggu yaitu hari Senin hingga Rabu atau akhir minggu yaitu hari Kamis hingga Jumat.

Tabel 4.1 Jenis dan Jumlah Target *Delivery*

No	Jenis	Jumlah (Unit)
1	1213 Unit PPCW 50 Ton	221
2	KRL-SOETTA	60
3	Kereta Ukur Prasarana (Track & LAA) 2015-2016	1
4	Kereta Inspeksi 2015-2016	2
5	4 TS K1	44
6	Rehab Anggrek	7
7	MG Bangladesh	100
8	BG Bangladesh	50
9	Bogie Loco GE	11
10	Kereta Inspeksi 2016-2017	1
11	Kereta Ukur Prasarana (Track & LAA) 2016-2017	2
12	5 TS K3	80
13	5 TS K1	60
14	K3 (8 kereta + 2 difabel + 1 MP3) – PMN	66
15	Gerbong datar PPCW 3 gandar – PMN	329
16	Perakitan Bogie Loko CC 205	20
TOTAL TAHAPAN PENGIRIMAN		1054

Sumber: Departemen Perencanaan dan Pengendalian Produksi PT INKA

Terdapat 16 jenis kereta yang menjadi target *delivery* PT Industri Kereta Api (INKA) Madiun dengan total keseluruhan yaitu 1054 kereta. Jenis tersebut adalah PPCW yang merupakan jenis *flat car* yaitu kereta pengangkut barang dengan berat 50 Ton. Jumlah target *delivey* PPCW yaitu sebanyak 1213 unit yang pada tahun 2015 telah diproduksi sebanyak 992 sehingga tersisa 221 pada tahun 2016. Target *delivery* kedua yaitu Kereta Rel Listrik (KRL) jalur Soekarno-Hatta (SOETTA) merupakan kereta rel yang bergerak dengan sistem propulsi motor listrik sebanyak 60 unit kereta. Target *delivery* ketiga yaitu Kereta Ukur Prasarana (*Track & LAA*) merupakan kereta yang melakukan inspeksi

terhadap rel di sepanjang jalur yang akan di inspeksi meliputi keadaan rel, kontur geometri dan lain sebagainya di mana lintasan rel yang memerlukan perbaikan akan segera diketahui. Kereta ukur prasarana telah diproduksi sejak tahun 2015 sehingga tersisa 1 unit untuk dikerjakan di tahun 2016. Taret *delivey* keempat yaitu Kereta Inspeksi yang fungsinya untuk melakukan inspeksi atau perjalanan dinas oleh pejabat dirjen maupun direksi PT KAI dengan *krew* dan masinis di dalamnya. Kereta Inspeksi telah diproduksi sejak tahun 2015 sehingga tersisa 2 unit untuk dikerjakan di tahun 2016. Target *delivery* selanjutnya adalah 4 *Train Set* Kereta Eksekutif (K1) sebanyak 44 unit, Rehabilitasi Kereta Anggrek sebanyak 7 unit, *Meter Gauge* yaitu kereta yang digunakan pada *track* dengan lebar 1000 mm dipesan oleh Bangladesh sebanyak 100 unit, *Board Gauge* yaitu kereta yang digunakan pada *track* dengan lebar 1676 mm yang juga merupakan pesanan Bangladesh sebanyak 50 unit, *Bogie Locomotive General Electric* sebanyak 11 unit, Kereta Inspeksi sebanyak 1 unit, Kereta Ukur Prasarana (*Track & LAA*) yang pada 2016 dikerjakan sebanyak 2 unit sementara sisanya dikerjakan pada tahun 2017, 5 *Train Set* Kereta Ekonomi (K3) sebanyak 80 unit, 5 *Train Set* Kereta Eksekutif (K1) sebanyak 60 unit, Kereta Ekonomi (K3) sebanyak 66 unit, Gerbong datar Kereta Jenis PPCW 3 Gandar sebanyak 329 unit, dan perakitan *Bogie Loco* CC 205 sebanyak 20 unit.

4.2.2 Master Planning Schedule pada Painting 2016

PT Industri Kereta Api (INKA) Madiun membuat target pengerjaan pada setiap departemen untuk memenuhi target *delivery*. Salah satunya adalah pada departemen *painting* di mana terdapat stasiun kerja bilas logam. Tidak semua pesanan yang masuk pada departemen *painting*. Misalnya pesanan kereta jenis *Bogie Loco* GE yang langsung masuk departemen *Locomotive General Electric* sehingga tidak masuk departemen *painting* dan pesanan perakitan *Bogie Loco* CC 205 yang langsung masuk departemen Perakitan *Bogie* sehingga juga tidak masuk departemen *painting*. Pada tabel 4.2 merupakan target *painting* untuk tahun 2016 dan Lampiran 4 secara lebih jelas menggambarkan *master planning schedule painting* tahun 2016 dalam bentuk jadwal induk produksi. Pada *master planning schedule painting* hanya memuat pekerjaan untuk tahun 2016 saja karena berdasarkan *master planning schedule* target *delivery*, jumlah pesanan pada Januari 2016 hingga Mei 2017 masuk dan selesai dalam departemen *painting* mulai Januari hingga Desember 2016.

Tabel 4.2 Target *Painting* Tahun 2016

No	Jenis	Jumlah (Unit)	Jumlah di tahun 2016 (Unit)
1	1213 Unit PPCW 50 Ton	201	12
2	KRL-SOETTA	60	60
3	Kereta Ukur Prasarana (Track & LAA) 2015-2016	1	1
4	Kereta Inspeksi 2015-2016	2	2
5	4 TS K1	44	30
6	Rehab Anggrek	7	7
7	MG Bangladesh	100	100
8	BG Bangladesh	50	50
9	Kereta Inspeksi 2016-2017	1	1
10	Kereta Ukur Prasarana (Track & LAA) 2016-2017	2	2
11	5 TS K3	80	80
12	5 TS K1	60	60
13	K3 (8 kereta + 2 difabel + 1 MP3) – PMN	66	66
14	Gerbong datar PPCW 3 gandar – PMN	329	119
	TOTAL KERETA DI PAINTING	1003	590

Sumber: Departemen Perencanaan dan Pengendalian Produksi PT INKA

Terdapat beberapa proses untuk memproduksi kereta. Sehingga perlu direncanakan kapan *part/* material kereta masuk ke tahap–tahap tertentu dan berapa banyak yang harus diproduksi agar mampu memenuhi target *delivey*. Pada tahap *finishing*, beberapa kereta harus melalui *proses painting* seperti pada Tabel 4.2. Kolom jumlah di tahun 2016 merupakan banyaknya satuan unit jumlah gerbong kereta yang harus masuk *painting* untuk memenuhi target *deliver* selama Januari 2016 sampai dengan Mei 2017. Total keseluruhan yang harus masuk proses *painting* sepanjang tahun 2016 adalah 590 unit kereta.

4.2.3 Struktur Kereta

PT Industri Kereta Api (INKA) Madiun memproduksi berbagai jenis kereta. Jenis-jenis kereta yang diproduksi memiliki komponen penyusun yang berbeda-beda. Pada dasarnya, komponen penyusun kereta terdiri dari *underframe* yaitu bagian dasar kereta, *sidewall* yaitu bagian dinding samping kereta, *endwall* yaitu sisi pangkal kereta, dan *roof* yaitu atap bagian atas kereta. Tabel 4.3 merupakan komponen penyusun kereta.

Tabel 4.3 Komponen Penyusun Kereta

No	Jenis Kereta	<i>Underframe</i>	<i>Sidewall</i>	<i>Endwall</i>	<i>Roof</i>
1	K1				
2	K3				
3	KRL				
4	KRDE				
5	Kereta Barang				
6	<i>Flat Car</i>				

Sumber: Departemen Perencanaan dan Pengendalian Produksi PT INKA

Tabel 4.3 menjelaskan bahwa kereta jenis K1 yang merupakan kereta penumpang eksekutif, kereta jenis K3 yang merupakan kereta penumpang ekonomi, Kereta Rel Listrik (KRL), dan Kereta Rel Diesel Elektrik (KRDE) terdiri dari komponen penyusun *underframe*, *sidewall*, *endwall* dan *roof*. Sedangkan jenis kereta barang tidak memiliki atap (*roof*) sehingga hanya terdiri dari *underframe*, *sidewall* dan *endwall*. Serta Kereta jenis *Flat Car* yang hanya terdiri dari komponen penyusun kereta *underframe* saja.

4.3 Pengolahan Data

Data yang diperoleh perlu diolah agar menjadi informasi. Data dari PT Industri Kereta Api (INKA) dan data hasil observasi dipadukan sehingga kemudian dapat dianalisis sesuai dengan tujuan penelitian. Ada beberapa tahapan dalam melakukan pengolahan data. Berikut adalah tahapan pengolahan data.

4.3.1 Penyusunan Elemen Kerja pada Bilas Logam

Bilas logam adalah salah satu proses pada tahap *finishing*, yaitu penyemprotan partikel pasir ke permukaan material dengan tujuan membersihkan permukaan material yang terkontaminasi oleh berbagai kotoran terutama karat. Hasil dari bilas logam membuat permukaan menjadi kasar sehingga membuat cat dapat melekat dengan kuat. Bilas logam bisa menggunakan material pasir grit atau pasir besi yang disebut sebagai *grit blasting* maupun dengan pasir *silica* yang disebut sebagai *sand blasting*. Spesifikasi pasir pada *grit blasting* adalah jenis SAE-G40 GL yaitu pasir yang memiliki tingkat kekerasan 56 hingga 60 hrc dengan minimal *density* 7,6 gr/cc. Sedangkan untuk *sand blasting* menggunakan pasir MESH 16–30. Proses bilas logam dilakukan secara manual oleh pekerja dengan bantuan *compressor*. Berikut merupakan penjelasan proses pada bilas logam. Adapun *process instruction* pada Lampiran 5.

1. Penyemprotan

Penyemprotan merupakan aktivitas membersihkan sisa-sisa potongan logam atau geram dengan cara menyemprotkan udara bersih bertekanan keseluruh permukaan. Penyemprotan dilakukan pada seluruh bagian kereta yang akan dilakukan bilas logam yaitu *endwall*, *sidewall*, *roof* dan *underframe*. Gambar 4.4 merupakan aktivitas penyemprotan.



Gambar 4.4 Aktivitas Penyemprotan
Sumber: Dokumentasi Departemen Bilas Logam PT INKA

2. Pembersihan 1

Pembersihan 1 merupakan aktivitas membersihkan sisa air, minyak atau oli dengan cara mengusapkan kain majun yang sudah dibasahi dengan *washing thinner* atau *degreaser* pada permukaan plat. *Degreaser* mengandung *non-ionic detergent* bersifat *water based* yang mampu melarutkan kotoran berminyak, tidak mudah terbakar dan dapat diuraikan oleh bakteri sehingga tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Gambar 4.5 merupakan aktivitas pembersihan 1 pada bilas logam.



Gambar 4.5 Aktivitas Pembersihan 1
Sumber: Dokumentasi Departemen Bilas Logam PT INKA

3. Masking

Masking merupakan aktivitas menutup semua lubang pada *bolster* menggunakan potongan kayu atau karet yang telah disesuaikan dengan ukuran lubang dengan

tujuan agar ketika dilakukan bilas logam maka lubang tidak tertutup oleh pasir yang menggumpal yang mengakibatkan lubang menyempit atau bahkan menjadi buntu sehingga tidak dapat difungsikan. Gambar 4.6 merupakan aktivitas *masking* pada bilas logam.



Gambar 4.6 Aktivitas *Masking*
Sumber: Dokumentasi Departemen Bilas Logam PT INKA

4. *Blasting*

Blasting atau Bilas logam dilakukan pada seluruh permukaan plat menggunakan *nozzle* berukuran 9-10 mm yang dihubungkan dengan *compressor*. Tekanan harus terjaga antara 4-5 kg/cm² agar dapat menghasilkan permukaan plat dengan kekasaran *grade fine to medium G* yaitu 30-85 μm , Ry 5 sesuai dengan ISO 8501-1. Gambar 4.7 merupakan aktivitas bilas logam.



Gambar 4.7 Aktivitas Bilas Logam
Sumber: Dokumentasi Departemen Bilas Logam PT INKA

5. Pembersihan 2

Pembersihan 2 merupakan aktivitas membersihkan setiap bagian *car body* dari sisa bilas logam menggunakan hembusan udara bersih dan vakum. Terdapat beberapa hal

yang tidak boleh dilakukan pada pembersihan 2 yaitu aktivitas pembersihan plat tidak boleh dilakukan dengan kain majun bersih seperti pada pembersihan 1 dan tidak boleh menyentuh permukaan yang sudah dilakukan bilas logam dengan tangan langsung karena akan merusak hasil *blasting* sehingga dapat memicu terjadinya korosi kembali pada *plat* yang telah dilakukan bilas logam atau *blasting*. Setelah dilakukan pembersihan, harus dipastikan bagian *car body* benar-benar bersih dari debu, kotoran dan sisa-sisa pasir. Tingkat kebersihan menggunakan standar ISO 8501-1: 2007 SA 3 pada *outside roof*, *outside sidewall* dan *outside endwall*, serta ISO 8501-1: 2007 SA 2,5 pada *car body inside*, *under floor*, *ceiling frame* dan partisi. Gambar 4.8 merupakan aktivitas pembersihan 2 pada bilas logam.



Gambar 4.8 Aktivitas Pembersihan 2
Sumber: Dokumentasi Departemen Bilas Logam PT INKA

Proses pada bilas logam kemudian dipecah dalam bentuk elemen-elemen kerja agar mudah dalam melakukan pengukuran kerja. Pengukuran kerja yang dilakukan tidak hanya bertujuan untuk mengetahui jumlah keseluruhan waktu yang dibutuhkan dalam melakukan proses bilas logam, tetapi juga untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan pada setiap komponen *body* kereta. Sehingga waktu standar hasil pengukuran pada *body* utuh dapat digunakan sebagai dasar penentuan waktu standar *body* terpisah. Pada bilas logam *body* utuh, pengerjaan dilakukan tidak sesuai dengan susunan *body* kereta tetapi dikerjakan 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*. Tabel 4.4 merupakan susunan elemen kerja pada proses bilas logam.

Tabel 4.4 Susunan Elemen Kerja Proses Bilas Logam

No	Elemen kerja
1	Penyemprotan pada <i>endwall</i>
2	Penyemprotan pada <i>sidewall</i>
3	Penyemprotan pada <i>roof</i>
4	Penyemprotan pada <i>underframe</i>
5	Pembersihan 1 pada <i>endwall</i>
6	Pembersihan 1 pada <i>sidewall</i>
7	Pembersihan 1 pada <i>roof</i>
8	Pembersihan 1 pada <i>underframe</i>
9	<i>Masking</i> pada <i>endwall</i>
10	<i>Masking</i> pada <i>sidewall</i>
11	<i>Masking</i> pada <i>roof</i>
12	<i>Masking</i> pada <i>underframe</i>
13	<i>Blasting endwall</i> luar atas
14	<i>Blasting sidewall</i> atas
15	<i>Blasting roof</i> luar
16	<i>Blasting endwall</i> bawah
17	<i>Blasting sidewall</i> bawah
18	<i>Blasting sisi atas plat keystone</i>
19	<i>Blasting roof</i> dalam
20	<i>Blasting endwall</i> dalam
21	<i>Blasting sidewall</i> dalam
22	<i>Blasting sisi bawah plat keystone</i>
23	Pembersihan 2 pada <i>endwall</i>
24	Pembersihan 2 pada <i>sidewall</i>
25	Pembersihan 2 pada <i>roof</i>
26	Pembersihan 2 pada <i>underframe</i>

Terdapat 26 elemen kerja yang akan diukur waktunya. Elemen kerja tersebut dibuat untuk masing masing pekerjaan pada *endwall*, *sidewall*, *underframe* dan *roof*. Misalnya pada aktivitas penyemprotan maka elemen kerja menjadi penyemprotan pada *endwall*; penyemprotan pada *sidewall*; penyemprotan pada *roof*; serta penyemprotan pada *underframe*. Demikian halnya dengan pekerjaan lainnya yaitu pembersihan 1, *masking*, dan pembersihan 2. Sedangkan pada aktivitas *blasting* urutan prosesnya berbeda yaitu pengerjaan selain dibagi berdasarkan komponen juga memiliki urutan pengerjaan bagian luar terlebih dahulu baru kemudian bagian dalam. Pada elemen kerja *roof* terdiri dari pekerjaan pada *ceiling frame* dan partisi karena dilakukan dalam serangkaian kegiatan sehingga disatukan menjadi elemen kerja *roof* saja.

4.3.2 Pengukuran Waktu

Pengukuran waktu dilakukan secara langsung kepada pekerja dengan *stopwatch time study*. Tabel 4.5 merupakan hasil pengukuran waktu penyemprotan pada *endwall* dan berikut adalah contoh perhitungan waktu observasi sesuai Rumus (2-5). Hasil pengukuran waktu lainnya dapat dilihat pada Lampiran 6.

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Waktu Penyemprotan pada *Endwall*

Penyemprotan pada <i>endwall</i>		
Pengamatan	Waktu (detik)	Waktu (menit)
1	218	3,633
2	209	3,483
3	192	3,200
4	194	3,233
5	216	3,600
Rata-rata (Waktu Observasi)		3.430

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu observasi} &= \frac{\sum \text{Waktu Operasi}}{\sum \text{Data Pengamatan}} \\
 &= \frac{3,633 + 3,483 + 3,200 + 3,233 + 3,600}{5} \\
 &= 3,430 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Waktu observasi disebut juga sebagai waktu rata-rata. Waktu observasi untuk penyemprotan pada *endwall* adalah 3,430 menit. Didapatkan dari pembagian jumlah seluruh waktu operasi (dalam menit) dengan jumlah pengamatan yaitu sebanyak 5 kali pengamatan.

4.3.3 Uji Keseragaman Data

Tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95% karena merupakan pekerjaan produksi barang sehingga membutuhkan tingkat kepercayaan yang tinggi dan selang kepercayaan yang sempit. Dengan tingkat kepercayaan 95% maka tingkat keyakinan (k) bernilai 2 dan derajat ketelitian (s) adalah 0,05. Tabel 4.3 merupakan hasil perhitungan Standar Deviasi (SD), Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah penyemprotan pada *endwall* dan berikut adalah contoh perhitungan Standar Deviasi (SD) sesuai Rumus (2-4), Batas Kontrol Atas (BKA) sesuai Rumus (2-2) dan Batas Kontrol Bawah sesuai Rumus (2-3) penyemprotan pada *endwall*. Urutan pengerjaan adalah mencari nilai standar deviasi terlebih dahulu agar dapat diketahui nilai dari batas kontrol atas dan batas kontrol

bawah. Tabel 4.6 merupakan hasil perhitungan standar deviasi, batas kontrol atas dan batas kontrol bawah penyemprotan pada *endwall*.

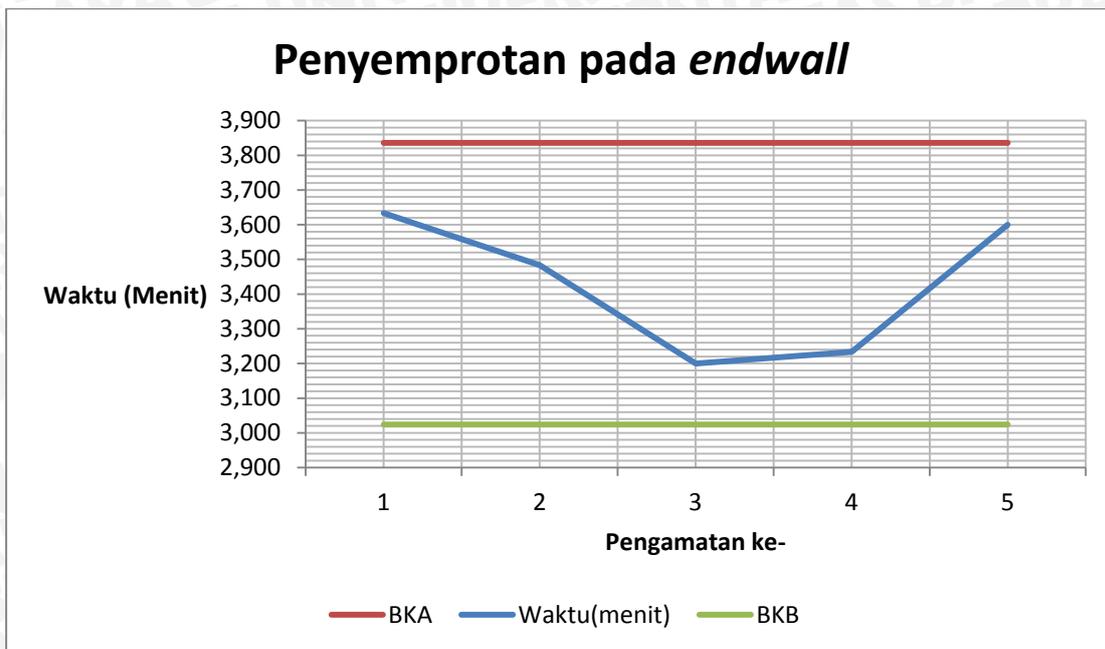
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan SD, BKA dan BKB penyemprotan pada *endwall*

Penyemprotan pada <i>endwall</i>					
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB	
1	218	3,633	3,836	3,024	
2	209	3,483	3,836	3,024	
3	192	3,200	3,836	3,024	
4	194	3,233	3,836	3,024	
5	216	3,600	3,836	3,024	
Xbar		3,430			
SD		0,203			

$$\begin{aligned}
 \text{SD} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \\
 &= \sqrt{\frac{(3,633 - 3,430)^2 + (3,483 - 3,430)^2 + (3,200 - 3,430)^2 + (3,233 - 3,430)^2 + (3,600 - 3,430)^2}{5 - 1}} \\
 &= 0,203 \\
 \text{BKA} &= \bar{x} + 3 \text{ SD} \\
 &= 3,430 + (3 \times 0,203) \\
 &= 3,836 \\
 \text{BKB} &= \bar{x} - 3 \text{ SD} \\
 &= 3,430 - (3 \times 0,203) \\
 &= 3,024
 \end{aligned}$$

Pada Tabel 4.3 menunjukkan nilai standar deviasi (SD) adalah sebesar 0,203 dari hasil perhitungan yang telah dilakukan untuk 5 pengamatan pada penyemprotan *endwall*. Nilai standar deviasi digunakan untuk menghitung nilai dari batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Selain menggunakan standar deviasi, untuk mendapatkan nilai batas kontrol atas dan batas kontrol bawah digunakan juga nilai rata-rata atau waktu observasi yang telah dihitung sebelumnya. Dari hasil perhitungan, nilai batas kontrol atas adalah 3,836 sedangkan nilai batas kontrol bawah adalah 3,024. Semua batas kontrol atas adalah sama untuk pengamatan 1 sampai 5. Demikian pula dengan batas kontrol bawah. Setelah mendapatkan nilai batas maka dilakukan uji keseragaman data dengan peta kontrol. Gambar 4.9 merupakan grafik uji keseragaman data penyemprotan pada *endwall*. Hasil

perhitungan Standar Deviasi (SD), Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah lainnya dapat dilihat pada Lampiran 4.



Gambar 4.9 Grafik Uji Keseragaman Data Penyemprotan pada *Endwal*

Dari grafik pada Gambar 4.9 garis merah merupakan batas kontrol atas, garis hijau merupakan baris kontrol bawah dan garis biru merupakan waktu operasi dalam satuan menit. Sumbu X merupakan urutan pengamatan dan sumbu Y merupakan waktu dalam ukuran menit. Gambar 4.9 menunjukkan bahwa garis biru berada diantara garis merah dan garis hijau serta tidak keluar dari kedua garis batas tersebut. Hal tersebut menunjukkan bahwa data proses penyemprotan pada *endwall* dikatakan seragam karena berada di dalam batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Hasil uji keseragaman proses lainnya dapat dilihat pada Lampiran 7.

4.3.4 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah jumlah data pengamatan hasil pengukuran mencukupi. Jika tidak mencukupi maka harus dilakukan pengamatan dan dilakukan uji kecukupan data dan uji keseragaman data kembali. Sesuai dengan Rumus (2-1) maka dilakukan perhitungan untuk nilai jumlah data yang dibutuhkan (N') yang kemudian akan dibandingkan dengan nilai N yang merupakan jumlah pengamatan yang telah dilakukan. Tabel 4.7 merupakan hasil perhitungan jumlah data yang dibutuhkan (N') untuk elemen kerja penyemprotan pada *endwall*. Berikut adalah contoh perhitungan jumlah data yang dibutuhkan (N').

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Jumlah Data yang Dibutuhkan Penyemprotan *Endwall*

Penyemprotan pada <i>endwall</i>					
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB	
1	218	3,633	3,836	3.024	
2	209	3,483	3,836	3.024	
3	192	3,200	3,836	3.024	
4	194	3,233	3,836	3.024	
5	216	3,600	3,836	3.024	
Xbar		3,430	K	2,000	
SD		0,203	S	0,050	
$\sum X_i$		17,150			
$(\sum X_i)^2$		294,123			
$\sum X_i^2$		58,989			
N		5	N'	4,479	

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{(\sum X_i)} \right)^2$$

$$N' = \left(\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{5 \times 58,989 - 294,123}}{17,150} \right)^2$$

$$N' = 4,479$$

Sebelum menghitung nilai pengamatan yang dibutuhkan (N'), agar lebih mudah maka dilakukan perhitungan untuk nilai $\sum X_i$ yaitu jumlah dari waktu operasi pada pengamatan ke-1 sampai dengan pengamatan ke-5 yaitu $3,633+3,483+3,200+3,233+3,600$ sehingga hasilnya adalah 17,150 menit. Kemudian dihitung nilai $(\sum X_i)^2$ yaitu kuadrat dari $\sum X_i$, sehingga $(17,150)^2 = 294,123$. Selain itu dihitung juga nilai $\sum X_i^2$ yang merupakan jumlah kuadrat dari nilai operasi pengamatan ke-1 hingga ke-5 sehingga $(3,633)^2+(3,483)^2+(3,200)^2+(3,233)^2+(3,600)^2 = 58,989$. Dengan nilai k sebesar 2 dan nilai s sebesar 0,050 kemudian dilakukan perhitungan nilai pengamatan yang dibutuhkan (N'). Dari hasil perhitungan dengan nilai N sebanyak 5 pengamatan, dapat diketahui bahwa nilai N' adalah 4,479 sehingga $N (5) > N' (4,479)$. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa data pengamatan penyemprotan pada *endwall* yang dibutuhkan sudah cukup. Hasil perhitungan jumlah data yang dibutuhkan lainnya dapat dilihat pada Lampiran 6.

4.3.5 Penentuan *Performance Rating*

Nilai *performance rating* didapatkan dari hasil pengamatan secara langsung kepada pekerja ketika melakukan pekerjaannya di mana pekerja yang diamati adalah orang yang sama. Penilaian dilakukan dengan melihat batasan pada kelas-kelas performansi kerja di mana setiap kelas mempunyai nilai sendiri-sendiri pada tabel penyesuaian Schumard. Pada tabel penyesuaian Schumard, seorang yang dipandang bekerja normal diberi nilai 60, sehingga *performance rating* adalah hasil bagi dari nilai pada tabel dengan nilai 60. Tabel 4.8 merupakan hasil perhitungan *performance rating*.

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan *Performance Rating*

No	Elemen Kerja	Nilai	<i>Performance Rating</i>
1	Penyemprotan pada <i>endwall</i>	75	1,250
2	Penyemprotan pada <i>sidewall</i>	75	1,250
3	Penyemprotan pada <i>roof</i>	75	1,250
4	Penyemprotan pada <i>underframe</i>	75	1,250
5	Pembersihan 1 pada <i>endwall</i>	75	1,250
6	Pembersihan 1 pada <i>sidewall</i>	80	1,333
7	Pembersihan 1 pada <i>roof</i>	80	1,333
8	Pembersihan 1 pada <i>underframe</i>	75	1,250
9	<i>Masking</i> pada <i>endwall</i>	70	1,167
10	<i>Masking</i> pada <i>sidewall</i>	70	1,167
11	<i>Masking</i> pada <i>roof</i>	70	1,167
12	<i>Masking</i> pada <i>underframe</i>	70	1,167
13	<i>Blasting endwall</i> luar atas	85	1,417
14	<i>Blasting sidewall</i> atas	90	1,500
15	<i>Blasting roof</i> luar	80	1,333
16	<i>Blasting endwall</i> bawah	85	1,417
17	<i>Blasting sidewall</i> bawah	90	1,500
18	<i>Blasting sisi atas plat keystone</i>	85	1,417
19	<i>Blasting roof</i> dalam	95	1,583
20	<i>Blasting endwall</i> dalam	75	1,250
21	<i>Blasting sidewall</i> dalam	75	1,250
22	<i>Blasting sisi bawah plat keystone</i>	80	1,333
23	Pembersihan 2 pada <i>endwall</i>	80	1,333
24	Pembersihan 2 pada <i>sidewall</i>	80	1,333
25	Pembersihan 2 pada <i>roof</i>	85	1,417
26	Pembersihan 2 pada <i>underframe</i>	80	1,333

Sesuai hasil pengamatan, pekerja pada penyemprotan *endwall* melebihi normal. Pada Tabel 4.8 pekerja pada penyemprotan pada *endwall* masuk kedalam kelas Good+ dan

mendapatkan nilai 75 sesuai Tabel Schumard. Sehingga nilai *performance rating* atau nilai P adalah 75 dibagi 60 yaitu 1,25.

4.3.6 Penentuan Nilai Kelonggaran Kerja

Nilai kelonggaran kerja didapatkan dari pengamatan terhadap pekerja dan lingkungan kerja. Pengamatan dilakukan dengan memperhatikan beberapa faktor sesuai dengan rekomendasi ILO (*International Labour Organization*) sehingga dapat diketahui nilai dari kelonggaran kerja dalam bentuk numerik. Tabel 4.9 merupakan nilai *allowance* berdasarkan rekomendasi ILO.

Tabel 4.9 Nilai *Allowance* Berdasarkan Rekomendasi ILO

Allowance			
I	Kelonggaran Tetap		
A	Kelonggaran pribadi		5
B	Kelonggaran keletihan dasar		4
II	Kelonggaran Tidak Tetap		
C	Kelonggaran berdiri		2
D	Kelonggaran posisi tidak normal	Agak kaku	0
E	Berat beban diangkat saat bekerja	5lb	0
F	Cahaya tidak fokus	sedikit dibawah rekomendasi	0
G	Kondisi udara (panas dan kelembaban)	Panas	2
H	Tingkat perhatian	Cukup/ sedang	0
I	Tingkat kebisingan	Berlanjut	0
J	Ketegangan mental	Proses yang cukup rumit	1
K	Monoton	Sedang	1
L	Kebosanan	Agak membosankan	0
	Total Allowance		
			15

Pada Tabel 4.9 faktor kelonggaran yang diperhitungkan yang merupakan kelonggaran tetap pada tabel ILO adalah kelonggaran pribadi sebesar 5% dan kelonggaran keletihan dasar sebesar 4 %. Sedangkan kelonggaran tidak tetap yaitu kelonggaran berdiri karena pekerjaan dilakukan dalam keadaan berdiri yaitu sebesar 2%. Kelonggaran tidak tetap lainnya yaitu kelonggaran posisi tidak normal dengan posisi agak kaku karena harus memegang selang penyemprot, kelonggaran berat beban diangkat saat bekerja yaitu mengangkat selang penyemprot yang beratnya kurang dari 5lb atau di mana 5lb adalah setara dengan 2,26796 kg, kelonggaran cahaya tidak fokus yang masuk kategori sedikit dibawah rekomendasi karena terdapat lampu penerangan bagian samping bawah dan atas namun kurang terang ketika mengerjakan bagian dalam, kondisi udara yang panas karena pekerjaan dilakukan didalam ruangan, tingkat perhatian yang cukup/ sedang karena *part*

berukuran besar dan korosi pada *part* terlihat jelas, serta tingkat kebisingan berlanjut yang disebabkan oleh suara dari kompresor, ketegangan mental yang bernilai 1 karena proses yang cukup rumit, tingkat monoton yang sedang dengan nilai 1 karena pekerjaan *blasting* terkadang dikerjakan untuk jenis-jenis kereta yang sama dan tingkat kebosanan agak membosankan. Sehingga total dari seluruh kelonggaran adalah sebesar 15%. Kelonggaran tersebut merupakan kelonggaran seluruh pekerjaan bilas logam karena kondisi pekerjaan yang sama pada seluruh elemen kerjanya.

4.3.7 Penentuan Waktu Standar

Sebelum menentukan waktu standar, harus dilakukan perhitungan waktu normal dengan mengalikan waktu observasi dengan nilai *performance rating*. Hasil perhitungan waktu observasi didapat sesuai dengan Tabel 4.5 dan Lampiran 6. Sedangkan nilai *performance rating* didapat dari Tabel 4.9. Tabel 4.10 merupakan hasil perhitungan waktu normal dan waktu standar.

Sesuai dengan Rumus (2-6) didapatkan nilai waktu normal dan sesuai Rumus (2-7) didapatkan hasil waktu baku atau waktu standar. Waktu normal berdasar pada hasil pengukuran waktu kerja dengan mempertimbangkan nilai *performance rating*. Sedangkan nilai waktu standar berdasar pada nilai waktu normal dengan mempertimbangkan nilai *allowance* sesuai Tabel 4.8 yaitu sebesar 15%. Berikut contoh perhitungan waktu normal dan waktu standar pada elemen kerja penyemprotan *endwall*.

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

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

Waktu Normal penyemprotan *endwall* didapatkan dari perkalian antara waktu observasi rata-rata pada elemen kerja penyemprotan *endwall* yaitu sebesar 3,430 dengan nilai *performance rating* pada pekerja yang melakukan penyemprotan *endwall* yaitu sebesar 1,25 sehingga hasilnya adalah 4,288 menit. Waktu normal yang telah dihitung digunakan untuk menghitung waktu standar. Selain menggunakan waktu normal, untuk

mendapatkan nilai waktu standar juga diperlukan nilai dari *allowance* sehingga didapatkan hasil waktu standar pada penyemprotan *endwall* adalah sebesar 5,044 menit.

Tabel 4.10 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	<i>Masking</i> pada <i>endwall</i>	2,193	1,167	2,559	15%	3,010
10	<i>Masking</i> pada <i>sidewall</i>	3,780	1,167	4,410	15%	5,188
11	<i>Masking</i> pada <i>roof</i>	4,700	1,167	5,483	15%	6,451
12	<i>Masking</i> pada <i>underframe</i>	2,800	1,167	3,267	15%	3,843
13	<i>Blasting endwall</i> luar atas	18,810	1,417	26,648	15%	31,350
14	<i>Blasting sidewall</i> atas	254,037	1,500	381,055	15%	448,300
15	<i>Blasting roof</i> luar	31,880	1,333	42,507	15%	50,008
16	<i>Blasting endwall</i> bawah	32,137	1,417	45,527	15%	53,561
17	<i>Blasting sidewall</i> bawah	76,043	1,500	114,065	15%	134,194
18	<i>Blasting sisi atas plat keystone</i>	22,810	1,417	32,314	15%	38,017
19	<i>Blasting roof</i> dalam	116,953	1,583	185,176	15%	217,854
20	<i>Blasting endwall</i> dalam	19,487	1,250	24,358	15%	28,657
21	<i>Blasting sidewall</i> dalam	33,453	1,250	41,817	15%	49,196
22	<i>Blasting sisi bawah plat 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

4.4 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*. Pengelompokan tersebut yaitu kelompok aktivitas pada *endwall*, kelompok aktivitas pada *sidewall*, kelompok aktivitas pada *underframe* dan kelompok aktivitas pada *roof*. Gambar 4.10a hingga 4.10d merupakan komponen kereta dalam pengerjaan bilas logam *body* terpisah dan Tabel 4.11 merupakan waktu standar setiap komponen dalam bilas logam *body* terpisah.



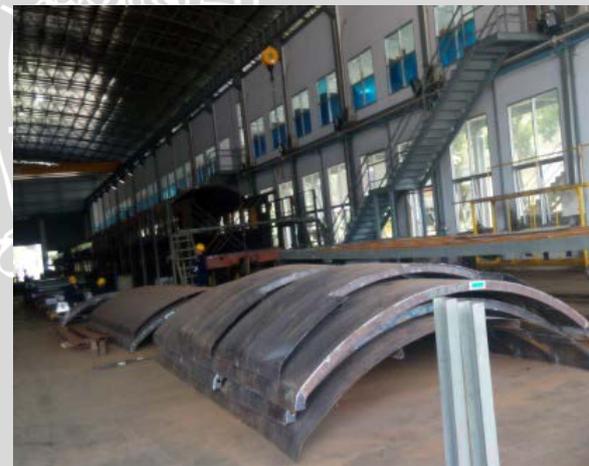
Gambar 4.10a Underframe



Gambar 4.10b Endwall



Gambar 4.10c Sidewall



Gambar 4.10d Roof

Sumber: Dokumentasi Departemen Bilas Logam PT INKA

Tabel 4.11 Waktu Standar setiap Bagian Bilas Logam *Body* Terpisah

ENDWALL		
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
SIDEWALL		
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
ROOF		
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
UNDERFRAME		
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 sisi atas plat keystone</i>	38,017
5	<i>Blasting sisi bawah plat keystone</i>	50,693
6	Pembersihan 2 pada <i>underframe</i>	16,688
Jumlah		123,505

Setelah dikelompokkan menjadi 4 bagian pekerjaan yaitu *sidewall*, *endwall*, *underframe* serta *roof* dan didapatkan hasil-hasil sesuai pada Tabel 4.11. Pada komponen *endwall*, seluruh elemen pekerjaan yang berkaitan dengan pekerjaan *endwall* dikelompokkan menjadi satu serangkaian yaitu terdiri dari elemen kerja penyemprotan pada *endwall*, pembersihan 1 pada *endwall*, *masking* pada *endwall*, *blasting endwall* luar atas, *blasting endwall* bawah, *blasting endwall* dalam serta pembersihan 2 pada *endwall*. Total waktu pada pengerjaan *endwall* adalah sebesar 133,908 menit. Pada komponen *sidewall*, seluruh elemen pekerjaan yang berkaitan dengan pekerjaan *sidewall* dikelompokkan menjadi satu serangkaian yaitu terdiri dari elemen kerja penyemprotan pada *sidewall*, pembersihan 1 pada *sidewall*, *masking* pada *sidewall*, *blasting sidewall* atas, *blasting sidewall* bawah, *blasting sidewall* dalam, serta pembersihan 2 pada *endwall*. Total waktu pada pengerjaan *sidewall* adalah sebesar 673,005 menit. Pada komponen *roof*, seluruh elemen pekerjaan yang berkaitan dengan pekerjaan *roof* dikelompokkan menjadi satu serangkaian yaitu terdiri dari elemen kerja penyemprotan pada *roof*, pembersihan 1 pada *roof*, *masking* pada *roof*, *blasting roof* luar, *blasting roof* dalam, serta pembersihan 2 pada *roof*. Total waktu pada pengerjaan *roof* adalah sebesar 303,471 menit. Pada komponen *underframe*, seluruh elemen pekerjaan yang berkaitan dengan pekerjaan *underframe* dikelompokkan menjadi satu serangkaian yaitu terdiri dari elemen kerja penyemprotan pada *underframe*, pembersihan 1 pada *underframe*, *masking* pada *underframe*, *blasting* sisi atas plat *keystone*, *blasting* sisi bawah plat *keystone*, serta pembersihan 2 pada *underframe*. Total waktu pada pengerjaan *underframe* adalah sebesar 123,550 menit.

4.5 Perhitungan Kapasitas Tersedia Setiap Tahun (jam) Bilas Logam *Body* Terpisah

Kebutuhan kapasitas tersedia setiap tahun dalam hal ini yaitu tahun 2016 pada bilas logam *body* terpisah perlu dihitung untuk dari hasil pengukuran waktu dan penentuan waktu standar pada tahap sebelumnya. Kapasitas tersedia dihitung dalam ukuran jam per tahun pada masing-masing produk. Produk yang digunakan sebagai dasar adalah kereta penumpang, kereta barang dan kereta *flat car*.

4.5.1 Kebutuhan Waktu

Kebutuhan waktu dalam pengerjaan bilas logam kereta dikelompokkan berdasarkan kebutuhan penyusunnya. Sesuai Tabel 4.3 Kereta Penumpang Ekonomi (K1), Kereta Penumpang K3, Kereta Rel Diesel, mempunyai struktur lengkap yang terdiri dari *endwall*,

sidewall, *roof* dan *underframe*. Sedangkan kereta barang terdiri dari *endwall*, *sidewall* dan *underframe* serta kereta *flat car* yang hanya terdiri dari *underframe*. Sehingga penggolongan didasarkan pada struktur kereta dalam menentukan kebutuhan waktu. Penggolongan tersebut dibedakan menjadi tiga jenis kereta yaitu kereta penumpang, kereta barang dan kereta *flat car*. Pada bilas *body* utuh, komponen *roof* merupakan gabungan pengerjaan *roof* sehingga berikutnya disebut sebagai komponene *roof*. Tabel 4.12 merupakan kebutuhan waktu berdasarkan struktur kereta.

Tabel 4.12 Kebutuhan Waktu Berdasarkan Struktur Kereta

Jenis	Waktu (menit)				
	<i>Endwall</i>	<i>Sidewall</i>	<i>Roof</i>	<i>Underframe</i>	Total waktu
Kereta Penumpang	133,908	673,005	303,471	123,505	1.233,888
Kereta Barang	133,908	673,005	-	123,505	930,417
Kereta Flat Car	-	-	-	123,505	123,505

Dari Tabel 4.12 dapat diketahui bahwa total waktu kereta penumpang yang terdiri dari komponen penyusun kereta yaitu *endwall*, *sidewall*, *roof* dan *underframe* adalah sebesar 1.233,888 menit. Kereta barang yang terdiri dari komponen *endwall*, *sidewall* dan *underframe* mempunyai waktu total 930,417 menit. Sedangkan pada kereta *flat car* yang hanya terdiri dari komponen penyusun kereta *underframe* saja mempunyai total waktu pengerjaan 123,550 menit.

4.5.2 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 4.13 merupakan kapasitas tersedia dalam jam/ tahun dan unit/ tahun.

Tabel 4.13 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. Pada 2 shift jam kerja per tahun yang tersedia adalah 4.500 jam dan 6.750 pada 3 shift. Sedangkan kapasitas tersedia unit per tahun didapatkan dari pembagian antara kapasitas tersedia dalam jam/ tahun dengan total waktu pengerjaan untuk jenis kereta yang dapat dilihat pada Tabel 4.12. 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.

4.6 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 pada Tabel 4.2 dan jadwal induk produksi pada Lampiran 4 ke dalam bentuk periode untuk mengetahui jumlah kereta penumpang, kereta barang dan kereta *flat car*. Pada *master plan* 2016 ternyata kereta yang diproduksi hanya terdapat 2 golongan yaitu golongan kereta penumpang dan golongan kereta *flat car*. Tabel 4.14 merupakan jadwal induk produksi pada periode 1 yaitu bulan Januari.

Tabel 4.14 Jadwal Induk Produksi Periode 1

Description				JANUARI 2016			
				1			
No	Jenis	Jumlah Pesanan	Jumlah tahun 2016	1	2	3	4
1	1.213 Unit PPCW 50 Ton	201	12	12			
2	KRL-SOETTA	60	60				
3	Kereta Ukur Prasarana (Track & LAA) 2015-2016	1	1				
4	Kereta Inspeksi 2015-2016	2	2				
5	4 TS K1	44	30	3	3	3	3
6	Rehab Anggrek	7	7				
7	MG Bangladesh	100	100	17	5	5	5
8	BG Bangladesh	50	50				1
9	Kereta Inspeksi 2016-2017	1	1				
10	Kereta Ukur Prasarana (Track & LAA) 2016-2017	2	2				
11	5 TS K3	80	80				
12	5 TS K1	60	60				
13	K3 (8 kereta + 2 difabel + 1 MP3)–PMN	66	66				
14	Gerbong datar PPCW 3 gandar – PMN	329	119				
TOTAL KERETA DI PAINTING		1.003	590	57			

Jenis kereta PPCW 50 ton 1.213 unit dan gerbong datar PPCW 3 gandar merupakan golongan kereta *flat car* yang pada Tabel 4.14 di blok biru. Sedangkan yang lainnya merupakan golongan kereta penumpang. Pada bulan Januari banyaknya kereta yang harus masuk proses bilas logam adalah sebanyak 12 kereta PPCW 50 Ton pada minggu pertama, masing-masing 3 kereta 4 *Train Set* K1 pada setiap minggu, 17 kereta *Meter Gauge*

Bangladesh pada minggu pertama dan 5 kereta pada minggu ke-2, 3 dan 4 serta 1 unit kereta *Board Gauge* Bangladesh pada minggu ke-4. Sehingga total seluruh kereta yang harus dikerjakan pada bilas logam untuk periode 1 yaitu bulan Januari adalah sebanyak 56 unit. Lebih lengkap pada Lampiran 4 merupakan jadwal induk produksi bulanan. Tabel 4.15 merupakan rangkuman produksi per periode untuk kereta penumpang dan *flat car* berdasarkan pada jadwal induk produksi sesuai Lampiran 4.

Tabel 4.15 Jadwal Induk Produksi Bulanan

Periode	Kereta Penumpang	Kereta <i>Flat Car</i>	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 4.15 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*, 55 kereta penumpang pada periode 2, 64 kereta penumpang pada periode 3, 83 kereta penumpang pada periode 4 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 sesuai dengan Tabel 4.12 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 4.16 Kebutuhan Waktu Masing-Masing Komponen pada Setiap Periode

Periode	<i>Sidewall</i>	<i>Endwall</i>	<i>Roof</i>	<i>Underframe</i>	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	35.669,265	7.097,124	16.083,963	6.545,765	65.396,117	1.089,935
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	7.533,805	31.962,253	532,704
12	4.038,030	803,448	1.820,826	10.621,430	17.283,734	288,062
Total	308909,295	61.463,772	139.293,189	72.867,950	582.534,206	9.708,903

Pada Tabel 4.16 dapat dilihat bahwa pada periode 1 membutuhkan waktu 57.007.065 menit yang didapatkan dari perkalian antara jumlah kereta pada Tabel 4.15 dengan masing masing waktu pengerjaan komponen pada Tabel 4.12. Berikut contoh perhitungan kebutuhan waktu total pada periode 1.

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

Total pengerjaan *sidewall* adalah 308.909,295 menit, pengerjaan *endwall* yaitu 61.463,772 menit, pengerjaan *roof* yaitu 139.293,189 dan pengerjaan *underframe* yaitu 72.867,950 menit. Sehingga total pengerjaan periode 1 hingga 12 untuk semua komponen adalah 582.534,206 menit atau setara dengan 9.708,903 jam.

4.6.1 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 $\frac{1}{2}$ 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 4.17 merupakan perbandingan kebutuhan kapasitas dan kapasitas tersedia.

Tabel 4.17 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 4.17 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 4.16. Pada Tabel 4.16 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.

4.6.2 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 4.18 merupakan kekurangan

dan sisa kapasitas setiap periode dengan kebutuhan jam sesuai Tabel 4.16 dan berikut contoh perhitungan pada periode 1 dengan 1 shift.

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

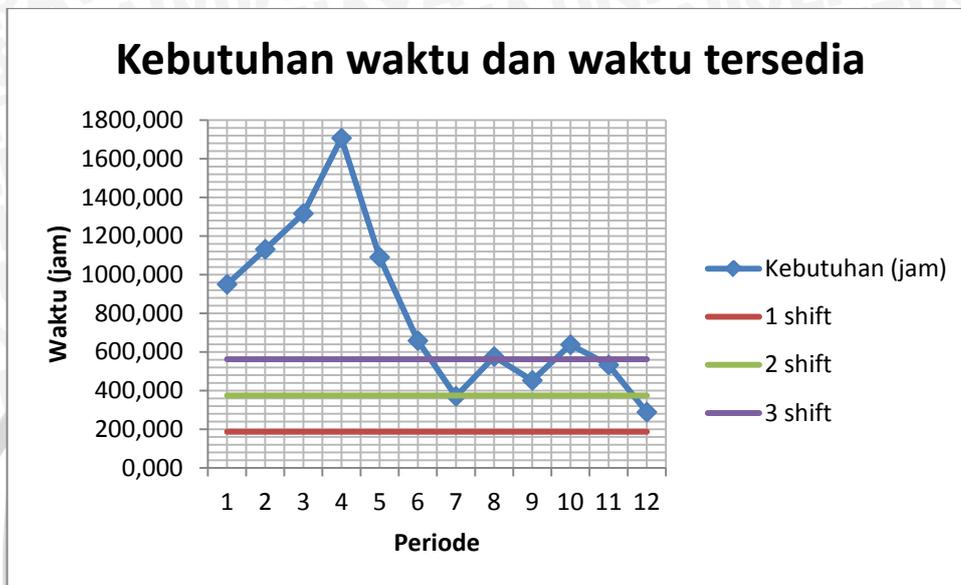
$$\begin{aligned} \text{Selisih 1 shift periode 1} &= \text{Kapasitas tersedia periode 1} - \text{Kebutuhan periode 1} \\ &= 187,5 - 950,118 \\ &= -762,618 \end{aligned}$$

Tabel 4.18 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 4.18 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* pada Lampiran 3 sehingga jadwal pengerjaan departemen *painting* stasiun kerja bilas logam minimal harus sesuai dengan jadwal induk produksi *master planning schedule painting* pada Lampiran 4.

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 4.11 merupakan grafik kebutuhan waktu dan waktu tersedia.



Gambar 4.11 Grafik Kebutuhan Waktu dan Waktu Tersedia

Pada Gambar 4.11 menunjukkan bahwa ketika periode 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, dan 10 mengalami kekurangan kapasitas sehingga waktu pengerjaan akan molor dan berdampak pada target *delivery*. Strategi lainnya adalah dengan dilakukan subkontrak. Pada periode 9 dan 11 titik kebutuhan berada dibawah garis ungu yang menunjukkan 3 shift dan diatas garis hijau yang menunjukkan 2 shift serta diatas garis merah yang menunjukkan 1 shift. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan pada periode 9 dan 11 maka perlu diterapkan 3 shift kerja, jika diterapkan 2 shift atau 1 shift maka akan mengalami kekurangan kapasitas. Kebutuhan periode 7 dan 12 berada dibawah garis 2 shift dan diatas garis 1 shift sehingga perlu diterapkan minimal 2 shift untuk memenuhi kebutuhan. Dapat dilihat pada Gambar 4.11 bahwa periode 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 dan 10 kebutuhan berada diatas 3 shift yang artinya masih ada kekurangan pemenuhan kebutuhan meskipun telah diberlakukan 3 shift. Alternatif kedua adalah dengan subkontrak. Dengan merubah pengerjaan bilas logam *body* utuh menjadi bilas logam *body* terpisah maka memungkinkan dilakukan subkontrak.

4.7 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.

4.7.1 Komponen *Sidewall*

Salah satu komponen *body* kereta adalah *Sidewall*. *Sidewall* adalah sisi samping kereta. Dalam satu kereta terdapat 2 komponen *sidewall*. Namun dalam pengerjaan harus dilakukan bersamaan dan bukan merupakan bagian terpisah antara *sidewall* sisi kanan dan sisi kiri. Sehingga pada penelitian ini yang dimaksud *sidewall* adalah kedua sisi kereta. Kebutuhan dalam jam dengan melakukan subkontrak pada *sidewall* dihitung dengan menjumlahkan kebutuhan waktu pada komponen selain *sidewall*. Tabel 4.19 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 4.18 dan waktu masing-masing komponen sesuai Tabel 4.16 serta contoh perhitungan selisih waktu dengan 3 shift pada periode 1.

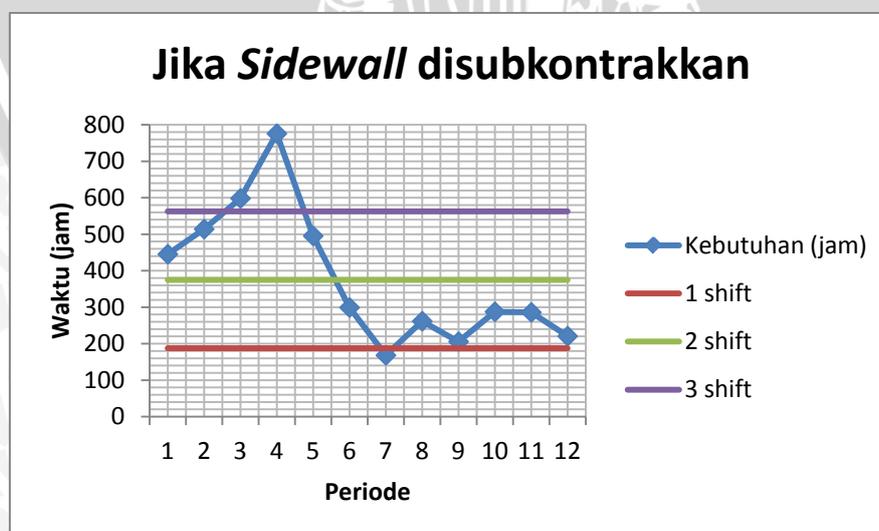
$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan jam} &= \text{Kebutuhan waktu jam seluruh komponen} - \text{Kebutuhan waktu } \textit{sidewall} \text{ (jam)} \\
 &= 950,118 \text{ jam} - \frac{30.285,225 \text{ menit}}{60} \\
 &= 950,118 \text{ jam} - 504,754 \text{ jam} \\
 &= 445,364 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

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

Tabel 4.19 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	154,238	341,738
Total	4.560,415	2.250	4.500	6.750	-2.310,415	-60,415	2.189,585

Pada Tabel 4.19 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. Perhitungan kebutuhan waktu setiap komponen lebih lengkap pada Lampiran 8. Lebih jelas pada Gambar 4.12 merupakan grafik kebutuhan waktu jika *sidewall* disubkontrakkan.

Gambar 4.12 Grafik Kebutuhan Waktu Jika *Sidewall* Disubkontrakkan

Pada Gambar 4.12 dapat diketahui bahwa pada periode 7 titik kebutuhan berada di bawah garis merah. Garis merah merupakan garis 1 shift sehingga menggambarkan bahwa kebutuhan pada periode 7 dapat dipenuhi dengan menerapkan 1 shift. Pada periode 6, 8, 9, 10, 11 dan 12 titik kebutuhan berada di bawah garis hijau. Garis hijau merupakan garis 2 shift sehingga menggambarkan bahwa kebutuhan pada periode 6, 8, 9, 10, 11, dan 12 dapat dipenuhi dengan menerapkan 2 shift. Pada periode 1, 2, 3 dan 5 titik kebutuhan berada di bawah garis ungu. Garis ungu merupakan garis 3 shift sehingga menggambarkan bahwa kebutuhan pada periode 1, 2, 3 dan 5 dapat dipenuhi dengan menerapkan 3 shift. Sedangkan pada periode 4 titik kebutuhan berada di atas garis ungu sehingga menggambarkan bahwa kebutuhan pada periode 4 tidak dapat dipenuhi dengan shift yang tersedia atau masih terdapat kekurangan waktu.

4.7.2 Komponen *Roof*

Komponen lainnya pada *body* kereta adalah *roof*. *Roof* adalah sisi atas kereta. Dalam satu kereta terdapat 1 komponen *roof*. Pada penelitian ini bagian *roof* dilakukan bilas logam bersamaan dengan *ceiling frame* dan partisi sehingga kemudian pada perhitungan yang dimaksud dengan komponen *roof* adalah terdiri dari *roof* sehingga pada pembahasan berikutnya golongan komponen ini disebut sebagai *roof*. Kebutuhan dalam jam dengan melakukan subkontrak pada *roof* dihitung dengan menjumlahkan kebutuhan waktu pada komponen selain *roof*. Tabel 4.20 merupakan selisih waktu dalam setiap shift jika *roof* disubkontrakan dan berikut contoh perhitungan kebutuhan jam pada periode 1 dengan melihat kebutuhan jam setiap periode pada Tabel 4.18 dan waktu masing-masing komponen sesuai Tabel 4.16 serta contoh perhitungan selisih waktu dengan 3 shift pada periode 1.

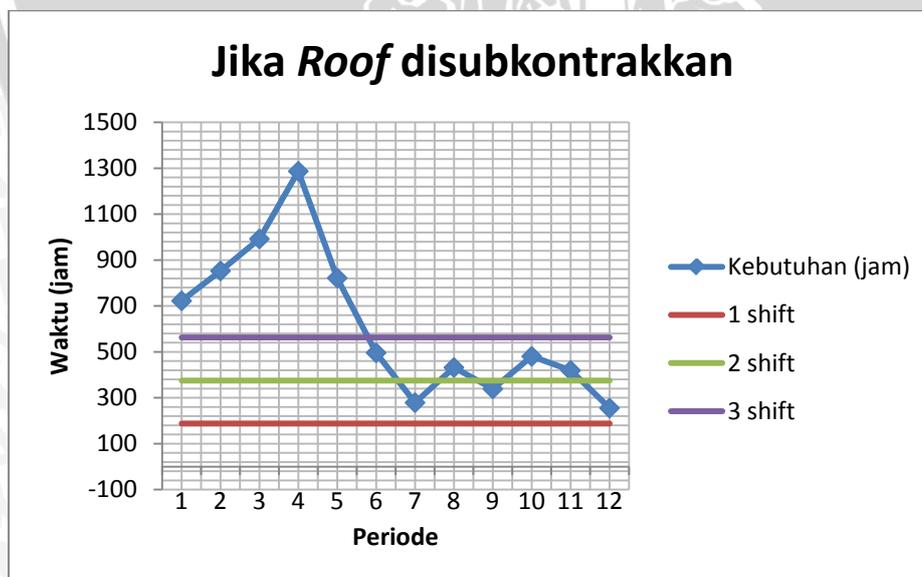
$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan jam} &= \text{Kebutuhan waktu jam seluruh komponen} - \text{Kebutuhan waktu } \textit{roof} \text{ (jam)} \\
 &= 950,118 \text{ jam} - \frac{13.656,195 \text{ menit}}{60} \\
 &= 950,118 \text{ jam} - 227,603 \text{ jam} \\
 &= 722,515 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

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

Tabel 4.20 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 4.20 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 4.13 merupakan grafik kebutuhan waktu jika *roof* disubkontrakkan.

Gambar 4.13 Grafik Kebutuhan Waktu Jika *Roof* Disubkontrakkan

Pada Gambar 4.13 dapat diketahui bahwa pada periode 1, 2, 3, 4 dan 5 titik kebutuhan berada di atas garis ungu. Garis ungu merupakan garis 3 shift yang merupakan garis maksimal shift yang dapat diberlakukan sehingga pada periode 1, 2, 3, 4 dan 5 masih terdapat kekurangan waktu. Pada periode 6 dan 10 titik kebutuhan berada di bawah garis ungu sehingga menggambarkan bahwa kebutuhan pada periode 6 dan 10 dapat dipenuhi dengan menerapkan 3 shift. Pada periode 7, 8, 9, 11 dan 12 titik kebutuhan berada di bawah garis hijau sehingga menggambarkan bahwa kebutuhan pada periode 7, 8, 9, 11 dan 12 dapat dipenuhi dengan menerapkan minimal 2 shift. Namun dengan melihat selisih jam pada Tabel 4.22 pada periode 8 dan 11 sebaiknya menerapkan 3 shift.

4.7.3 Komponen *Endwall*

Komponen *body* kereta lainnya adalah *endwall*. *Endwall* adalah sisi depan kereta. Dalam satu kereta terdapat 2 komponen *endwall* yaitu sisi depan dan belakang kereta. Namun dalam pengerjaan harus dilakukan bersamaan dan bukan merupakan bagian terpisah antara *endwall* sisi depan dan sisi belakang. Sehingga pada penelitian ini yang dimaksud *endwall* adalah kedua sisi kereta. Kebutuhan dalam jam dengan melakukan subkontrak pada *endwall* dihitung dengan menjumlahkan kebutuhan waktu pada komponen selain *endwall*. Tabel 4.21 merupakan selisih waktu dalam setiap shift jika *endwall* disubkontraskan dan berikut contoh perhitungan kebutuhan jam pada periode 1 dengan melihat kebutuhan jam setiap periode pada Tabel 4.18 dan waktu masing-masing komponen sesuai Tabel 4.16 serta contoh perhitungan selisih waktu dengan 3 shift pada periode 1.

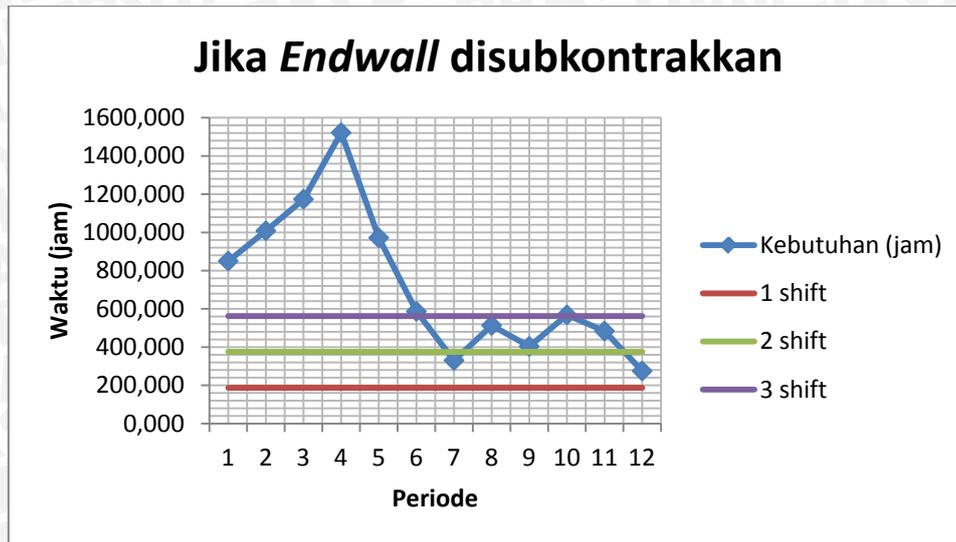
$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan jam} &= \text{Kebutuhan waktu jam seluruh komponen} - \text{Kebutuhan waktu } \textit{endwall} \text{ (jam)} \\
 &= 950,118 \text{ jam} - \frac{6.025,860 \text{ menit}}{60} \\
 &= 950,118 \text{ jam} - 100,431 \text{ jam} \\
 &= 849,687 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

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

Tabel 4.21 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	586,657	187,5	375	562,5	-399,157	-211,657	-24,157
7	329,994	187,5	375	562,5	-142,494	45,006	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 4.23 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 dan dapat memenuhi jumlah minimal waktu istirahat dalam shift tersebut sehingga lebih baik diterapkan 2 shift dengan selisih waktu 45,006 jam pada periode 7, dan 100,329 jam pada periode 12. Sedangkan pada periode 8, 9 dan 11 dengan 3 shift selisih waktu bertanda positif sehingga lebih baik diterapkan 3 shift dengan selisih waktu 49,176 jam pada periode 8, 159,174 jam pada periode 9 dan 78,895 jam pada periode 11. Lebih jelas pada Gambar 4.14 merupakan grafik kebutuhan waktu jika *endwall* disubkontrakkan dan perhitungan kebutuhan waktu lebih lengkap pada Lampiran 8.



Gambar 4.14 Grafik Kebutuhan Waktu Jika *Endwall* Disubkontrakkan

Pada Gambar 4.14 dapat diketahui bahwa pada periode 8, 9 dan 11 titik kebutuhan waktu berada di bawah garis ungu. Garis ungu merupakan garis 3 shift sehingga pada periode 1 lebih baik diterapkan 3 shift. Sedangkan pada periode 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 10 titik kebutuhan berada di atas garis ungu. Garis ungu merupakan garis 3 shift yang merupakan garis maksimal shift sehingga pada periode 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 10 masih terdapat kekurangan waktu. Pada periode 7 dan 12 titik kebutuhan berada di bawah garis hijau yang merupakan garis 2 shift sehingga menggambarkan bahwa kebutuhan pada periode 7 dan 12 dapat dipenuhi dengan menerapkan 2 shift.

4.7.4 Komponen *Underframe*

Komponen *body* kereta lainnya adalah *underframe*. *Underframe* adalah sisi bawah kereta. Dalam satu kereta terdapat 1 komponen *underframe*. Kebutuhan dalam jam dengan melakukan subkontrak pada *underframe* dihitung dengan menjumlahkan kebutuhan waktu pada komponen selain *underframe*. Tabel 4.22 merupakan selisih waktu dalam setiap shift jika *underframe* disubkontrakkan dan berikut contoh perhitungan kebutuhan jam pada periode 1 dengan melihat kebutuhan jam setiap periode pada Tabel 4.18 dan waktu masing-masing komponen sesuai Tabel 4.16 serta contoh perhitungan selisih waktu dengan 3 shift pada periode 1.

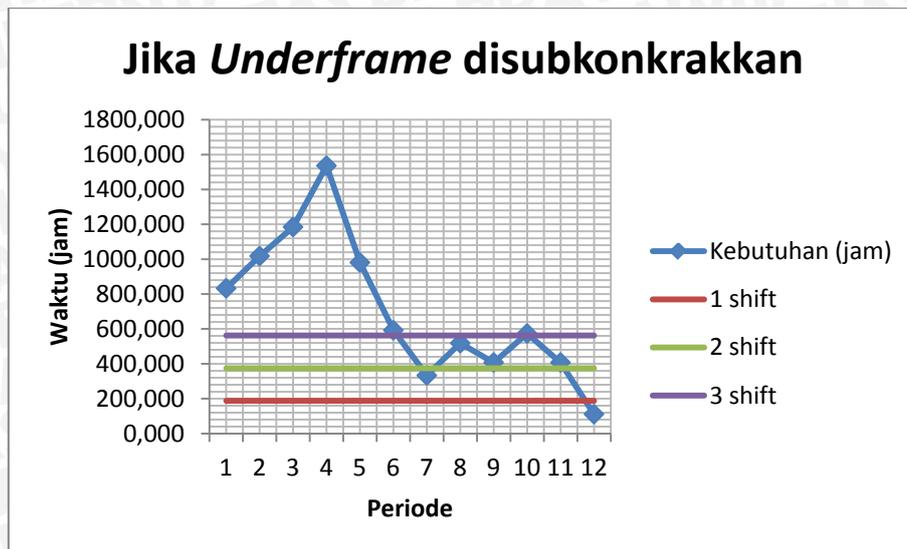
$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan jam} &= \text{Kebutuhan waktu jam seluruh komponen} - \text{Kebutuhan waktu } \textit{underframe} \text{ (jam)} \\
 &= 950,118 \text{ jam} - \frac{7.039,785 \text{ menit}}{60} \\
 &= 950,118 \text{ jam} - 117,330 \text{ jam} \\
 &= 832,788 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

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

Tabel 4.22 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 4.22 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 dengan selisih waktu 44,321 jam pada periode 8, 155,359 jam pada periode 9 dan 155,359 jam pada periode 11. Pada periode 7 selisih waktu bertanda positif ketika 2 shift sehingga lebih baik diterapkan 2 shift dengan selisih 41,885 jam. Sedangkan pada periode 12 selisih waktu bertanda positif pada 1 shift dengan selisih waktu 76,462. Lebih jelas pada Gambar 4.15 merupakan grafik kebutuhan waktu jika *underframe* disubkontrakkan dan perhitungan kebutuhan waktu lebih lengkap pada Lampiran 8.



Gambar 4.15 Grafik Kebutuhan Waktu Jika *Sidewall* Disubkontrakkan

Pada Gambar 4.15 dapat diketahui bahwa pada periode 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 10 titik kebutuhan waktu berada di atas garis ungu. Garis ungu merupakan garis 3 shift yang merupakan garis maksimal shift sehingga pada periode 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 10 masih terdapat kekurangan waktu. Pada periode 8, 9 dan 11 titik kebutuhan berada di bawah garis ungu sehingga menggambarkan bahwa kebutuhan pada periode 8, 9 dan 11 dapat dipenuhi dengan menerapkan 3 shift. Pada periode 7 titik kebutuhan berada di bawah garis hijau yang merupakan garis 2 shift sehingga menggambarkan bahwa kebutuhan pada periode 7 dapat dipenuhi dengan menerapkan 2 shift. Pada periode 12 titik kebutuhan berada di bawah garis merah yang merupakan garis 1 shift sehingga pada periode 12 dapat dipenuhi dengan menerapkan 1 shift.

4.8. Perhitungan Strategi Gabungan Subkontrak dan Shift Kerja

Pada strategi pemenuhan kebutuhan jam dengan subkontrak komponen pada *sidewall* sesuai Tabel 4.19, *roof* sesuai Tabel 4.20, *endwall* sesuai Tabel 4.21, dan *underframe* sesuai Tabel 4.22 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 4.23 merupakan jumlah komponen terpilih yang dikerjakan untuk memanfaatkan sisa jam.

Tabel 4.23 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 4.23 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 kompinonen pada periode 2 yang dikerjakan pada periode 1. Periode 4 menunjukkan terdapat kurang 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 4.24 merupakan sisa jam setelah dilakukan revisi jumlah komponen yang dikerjakan.

Tabel 4.24 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 4.18. Berikut contoh perhitungan kebutuhan waktu dan sisa jam pada periode 1

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

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

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 4.25 merupakan jumlah komponen yang dikerjakan untuk memanfaatkan sisa jam pada periode 7 hingga 11.

Tabel 4.25 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 4.25 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 4.26 merupakan sisa jam pada periode 7 hingga 12 setelah dilakukan revisi jumlah komponen yang dikerjakan.

Tabel 4.26 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

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

$$\begin{aligned}
 \text{Sisa jam} &= \text{Jam tersedia 3 shift} - \text{Kebutuhan Waktu} \\
 &= 562,5 - 562,468 \\
 &= 0,032 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Sesuai Tabel 4.15 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 4.27 merupakan jumlah awal masing-masing komponen yang harus dikerjakan.

Tabel 4.27 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 4.28 merupakan jumlah komponen yang harus dikerjakan setelah dilakukan subkontrak dan berikut contoh perhitungan pada periode 1.

Tabel 4.28 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

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

$$= 57 + 55$$

$$= 112$$

4.9. 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 4.29 merupakan jadwal pengerjaan komponen, kebutuhan waktu serta sisa jam setiap periode.

Tabel 4.29 Jadwal Pengerjaan Komponen, Kebutuhan dan Sisa Jam Setiap Periode

Periode	Jumlah komponen yang dikerjakan (unit)				Kebutuhan Jam	Sisa jam
	<i>Sidewall</i>	<i>Endwall</i>	<i>Roof</i>	<i>Underframe</i>		
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 4.29 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 sesuai dengan hasil perhitungan pada Tabel 4.13. 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.



Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB V PENUTUP

Pada bab berisi tentang kesimpulan dari hasil analisa dan pembahasan yang juga merupakan jawaban dari rumusan masalah penelitian ini. Serta saran yang merupakan rekomendasi untuk perusahaan dan penelitian lebih lanjut.

5.1 KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

1. 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.
2. 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.
3. Kebutuhan kapasitas bilas logam sesuai target 2016 di PT Industri Kereta Api 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

4. 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.
5. 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.

5.2 SARAN

Saran untuk rekomendasi perusahaan maupun pengembangan penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengawasan yang lebih ketat terhadap pekerja sehingga pekerja lebih tertib dan pengerjaan bilas logam tidak mengalami kemoloran yang signifikan dari estimasi.
2. Menambah fasilitas bilas logam jika pemesanan semakin banyak dan meminimalisasi subkontrak agar keuntungan lebih maksimal.
3. Melakukan bilas logam dengan cara *body* terpisah sehingga pengerjaan dapat lebih cepat karena tidak perlu menunggu komponen lain datang dan keuntungan-keuntungan lainnya.
4. Melakukan penelitian lebih lanjut terhadap biaya subkontrak dan biaya pengerjaan bilas logam dengan *body* terpisah sehingga dapat menghasilkan strategi atau solusi pemenuhan kebutuhan kapasitas yang lebih *reliable*.
5. Melakukan penelitian lebih lanjut terhadap kemungkinan penambahan mesin dan peralatan sebagai solusi pemenuhan kebutuhan kapasitas dalam jangka panjang. Sehingga jika angka subkontrak besar, maka dapat merencanakan peningkatan teknologi produksi untuk mengantisipasi banyaknya jumlah pesanan.

DAFTAR PUSTAKA

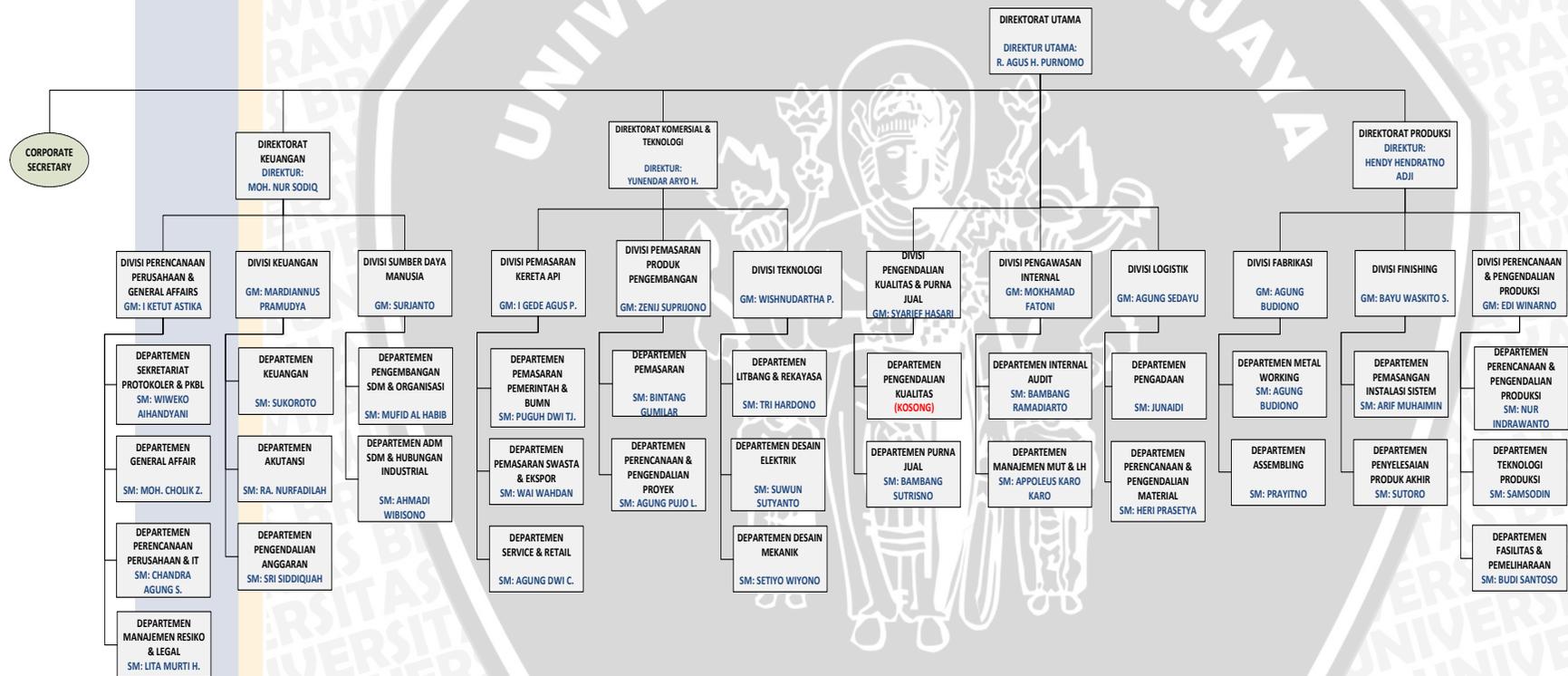
- Aji, Didik Khusna. 2013. *Perencanaan Kapasitas Produksi untuk Memenuhi Permintaan Konsumen dengan Menggunakan Metode Rough Cut Capacity Planning (RCCP)*. Jurnal Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Dian Nuswantoro.
- BPPT. 2009. *Peningkatan Kemampuan Teknologi Produksi PT INKA*. Laporan Akhir Program Insentif Peningkatan Kapasitas IPTEK Sitem Produksi.
- Fogarty, Donald., John Blackstone, & Thomas Hoffan., 1991. *Production & Inventory Management*. Cincinnati: South-Western Publishing Co.
- Jatmika, Bambang. 2015. *Peningkatan Pencapaian Kapasitas Painting PT. INKA (Persero) untuk Mencapai Target Sales di atas 1 T*. Prasyarat Senior Manajer Penyelesaian Produk Akhir.
- Joko, Sri. 2004. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Malang: UMM Press
- Kusuma, Hendra. 2001. *Manajemen Produksi Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: ANDI.
- Niebel, Benjamin dan Freivalds, Andris. 1999. *Method, Standards & Work Design*. USA: McGraw-Hill Company.
- PT IPTN. 1994. *Perhitungan Kapasitas Produksi*. Laporan Perhitungan Kembali Kapasitas Produksi Rill Berdasarkan Kondisi Permesinan.
- Purnomo, H. 2014. *Metode Pengukuran Kerja*. Yogyakarta: CV Sigma.
- Santoso, Budi. 2012. *Perencanaan Kapasitas Waktu Produksi dengan Menggunakan Metode Rough Cut Capacity Planning (RCCP) pada Produk "Bale Cover" (Studi Kasus di PT.Wiharta Karya Agung Gresik)*. Yogyakarta: Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III
- Sukma, Novita., Hidayat, Arif & Anggraini, Sakunda. 2003. *Analisis Pengukuran Waktu Kerja dengan Metode Pengukuran Kerja secara Langsung pada Bagian Pengemasan PT Japfa Comfeed Indonesia Tbk*. Jurnal Teknologi Industri Pertanian Universitas Brawijaya.
- Sutalaksana, Iftikar Z. 2006. *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung. Labolatorium Tata Cara Kerja & Ergonomi, Departemen Teknik Industri ITB.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: Guna Widya.

Halaman ini sengaja dikosongkan



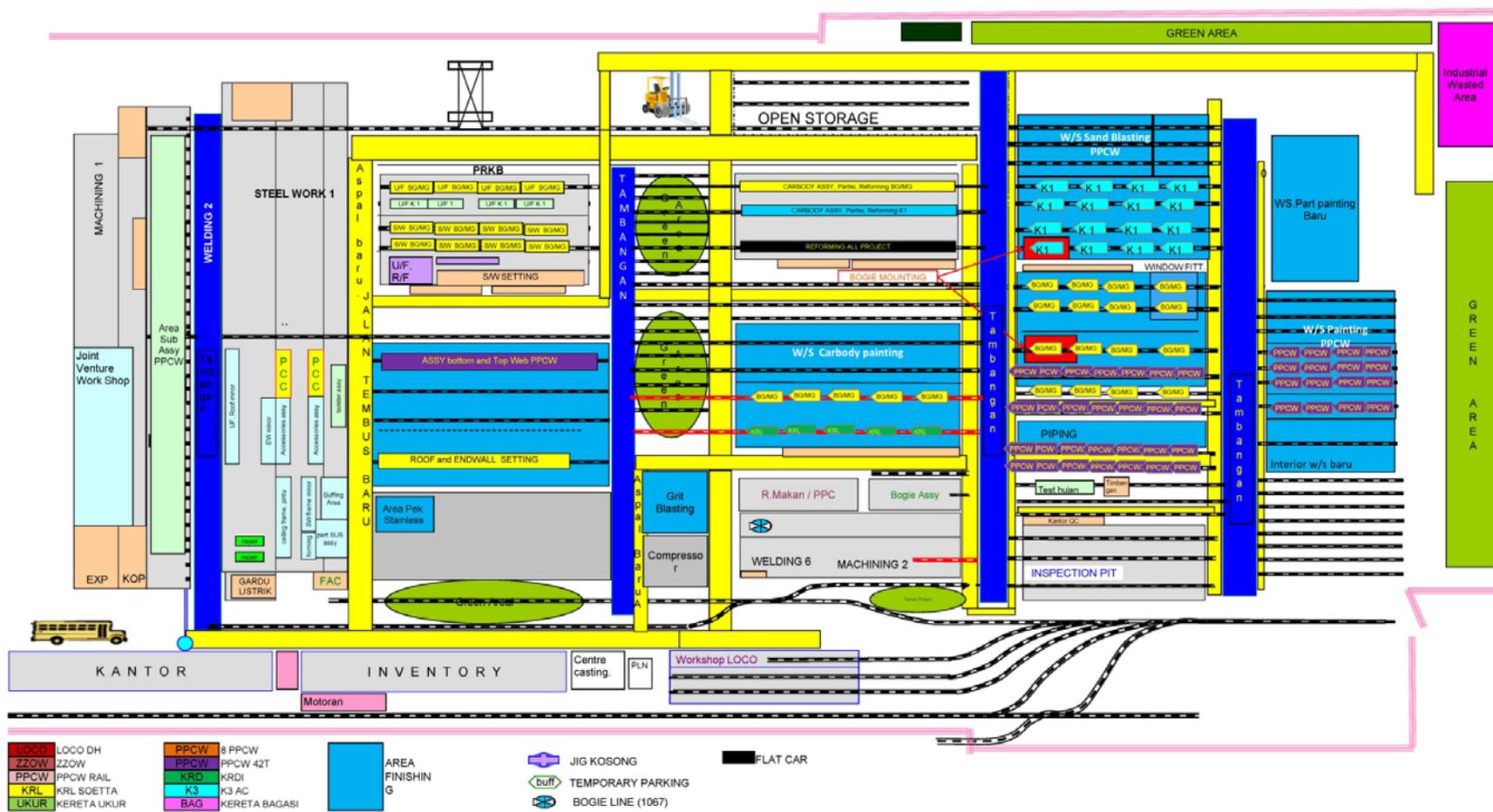
Lampiran 1

STRUKTUR ORGANISASI DIREKTORAT PRODUKSI PT INDUSTRI KERETA API (PERSERO)



Lampiran 2

TATA LETAK FASILITAS PT INDUSTRI KERETA API (INKA) MADIUN



Lampiran 3 Jadwal Induk Produksi *Master Planning Schedule Delivery*

TARGET DELIVERY			JANUARI 2016				PEBRUARI 2016				MARCH 2016			
			1				2				3			
No	Jenis	Jumlah Pesanan	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1213 Unit PPCW 50 Ton	221				60	60				50	51		
2	KRL-SOETTA	60												
3	Kereta Ukur Prasarana (Track & LAA) 2015-2016	1												
4	Kereta Inspeksi 2015-2016	2												
5	4 TS K1	44				11					11			11
6	Rehab Anggrek	7												7
7	MG Bangladesh	100									15			
8	BG Bangladesh	50												
9	Bogie Loco GE	11											2	
10	Kereta Inspeksi 2016-2017	1												
11	Kereta Ukur Prasarana (Track & LAA) 2016-2017	2												
12	5 TS K3	80												
13	5 TS K1	60												
14	K3 (8 kereta + 2 difabel + 1 MP3) – PMN	66												
15	Gerbong datar PPCW 3 gandar – PMN	329												
16	Perakitan Bogie Loco CC 205	20												
TOTAL TAHAPAN PENGIRIMAN		1054	131				112				35			

TARGET DELIVERY			APRIL 2016				MAY 2016				JUNE 2016				JULY 2016			
			4				5				6				7			
No	Jenis	Jumlah Pesanan	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1213 Unit PPCW 50 Ton	221																
2	KRL-SOETTA	60																
3	Kereta Ukur Prasarana(Track & LAA) 2015-2016	1																
4	Kereta Inspeksi 2015-2016	2																
5	4 TS K1	44			11													
6	Rehab Anggrek	7																
7	MG Bangladesh	100		22				22				22					19	
8	BG Bangladesh	50					16				17						17	
9	Bogie Loco GE	11				2				2				2				2
10	Kereta Inspeksi 2016-2017	1																
11	Kereta Ukur Prasarana (Track & LAA) 2016-2017	2																
12	5 TS K3	80									22			22		12		12
13	5 TS K1	60									12			12			12	
14	K3 (8 kereta + 2 difabel + 1 MP3) - PMN	66																
15	Gerbong datar PPCW 3 gandar – PMN	329																
16	Perakitan Bogie Loko CC 205	20																
TOTAL TAHAPAN PENGIRIMAN		1054	35				40				109				74			

TARGET DELIVERY			AUGUST 2016				SEPT 2016				OCT 2016				NOV 2016			
			8				9				10				11			
No	Jenis	Jumlah Pesanan	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1213 Unit PPCW 50 Ton	221																
2	KRL-SOETTA	60																6
3	Kereta Ukur Prasarana (Track & LAA) 2015-2016	1																1
4	Kereta Inspeksi 2015-2016	2														1		1
5	4 TS K1	44																
6	Rehab Anggrek	7																
7	MG Bangladesh	100																
8	BG Bangladesh	50																
9	Bogie Loco GE	11				1												
10	Kereta Inspeksi 2016-2017	1																
11	Kereta Ukur Prasarana (Track & LAA) 2016-2017	2																
12	5 TS K3	80		12														
13	5 TS K1	60		12				12										
14	K3 (8 kereta + 2 difabel + 1 MP3) - PMN	66																
15	Gerbong datar PPCW 3 gandar - PMN	329																
16	Perakitan Bogie Loko CC 205	20																
TOTAL TAHAPAN PENGIRIMAN		1054	25				12				0				9			

TARGET DELIVERY			DEC 2016				JANUARI 2017				FEBRUARI 2017			
			12				13				14			
No	Jenis	Jumlah Pesanan	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1213 Unit PPCW 50 Ton	221												
2	KRL-SOETTA	60			6			6	6	6		6	6	6
3	Kereta Ukur Prasarana (Track & LAA) 2015-2016	1												
4	Kereta Inspeksi 2015-2016	2												
5	4 TS K1	44												
6	Rehab Anggrek	7												
7	MG Bangladesh	100												
8	BG Bangladesh	50												
9	Bogie Loco GE	11												
10	Kereta Inspeksi 2016-2017	1											1	
11	Kereta Ukur Prasarana (Track & LAA) 2016-2017	2											1	1
12	5 TS K3	80												
13	5 TS K1	60												
14	K3 (8 kereta + 2 difabel + 1 MP3) - PMN	66	11	11			11	11			11	11		
15	Gerbong datar PPCW 3 gandar - PMN	329									80			
16	Perakitan Bogie Loco CC 205	20												
TOTAL TAHAPAN PENGIRIMAN		1054	28				40				123			

TARGET DELIVERY			MARCH 2017				APRIL 2017				MAY 2017			
			15				16				17			
No	Jenis	Jumlah Pesanan	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1213 Unit PPCW 50 Ton	221												
2	KRL-SOETTA	60		6	6									
3	Kereta Ukur Prasarana (Track & LAA) 2015-2016	1												
4	Kereta Inspeksi 2015-2016	2												
5	4 TS K1	44												
6	Rehab Anggrek	7												
7	MG Bangladesh	100												
8	BG Bangladesh	50												
9	Bogie Loco GE	11												
10	Kereta Inspeksi 2016-2017	1												
11	Kereta Ukur Prasarana (Track & LAA) 2016-2017	2												
12	5 TS K3	80												
13	5 TS K1	60												
14	K3 (8 kereta + 2 difabel + 1 MP3) - PMN	66												
15	Gerbong datar PPCW 3 gandar - PMN	329	80				80				89			
16	Perakitan Bogie Loko CC 205	20												20
TOTAL TAHAPAN PENGIRIMAN		1054	92				80				109			

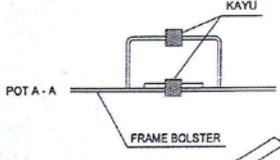
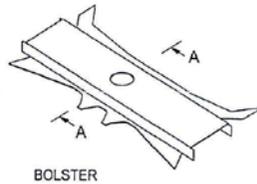
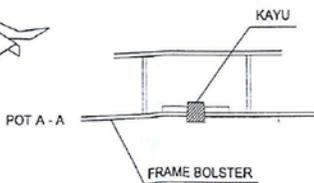
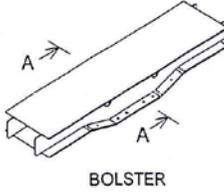
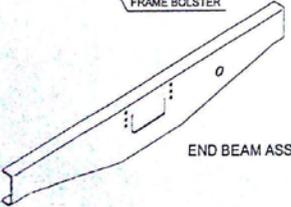
Lampiran 4 Jadwal Induk Produksi *Master Planning Schedule Painting* 2016

Description				JANUARI 2016				PEBRUARI 2016				MARCH 2016				APRIL 2016			
				1				2				3				4			
No	Jenis	Jumlah Pesanan	Jumlah tahun 2016	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1213 Unit PPCW 50 Ton	201	12	12															
2	KRL-SOETTA	60	60																
3	Kereta Ukur Prasarana (Track & LAA) 2015-2016	1	1															1	
4	Kereta Inspeksi 2015-2016	2	2															1	1
5	4 TS K1	44	30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						
6	Rehab Anggrek	7	7					4	3										
7	MG Bangladesh	100	100	17	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
8	BG Bangladesh	50	50				1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
9	Kereta Inspeksi 2016-2017	1	1																
10	Kereta Ukur Prasarana (Track & LAA) 2016-2017	2	2																
11	5 TS K3	80	80											7	7	7	7	7	7
12	5 TS K1	60	60											4	4	4	4	4	4
13	K3 (8 kereta + 2 difabel + 1 MP3) - PMN	66	66																
14	Gerbong datar PPCW 3 gandar - PMN	329	119																
	TOTAL KERETA DI PAINTING	1003	590	57				55				64				83			

Description				MAY 2016				JUNE 2016				JULY 2016				AUGUST 2016			
				5				6				7				8			
No	Jenis	Jumlah Pesanan	Jumlah tahun 2016	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1213 Unit PPCW 50 Ton	201	12																
2	KRL-SOETTA	60	60								6			6		6			6
3	Kereta Ukur Prasarana (Track & LAA) 2015-2016	1	1																
4	Kereta Inspeksi 2015-2016	2	2																
5	4 TS K1	44	30																
6	Rehab Anggrek	7	7																
7	MG Bangladesh	100	100	5	3														
8	BG Bangladesh	50	50	1															
9	Kereta Inspeksi 2016-2017	1	1																
10	Kereta Ukur Prasarana (Track & LAA) 2016-2017	2	2																
11	5 TS K3	80	80	7	7	7	7	7	3										
12	5 TS K1	60	60	4	4	4	4	4	4	4	4	4							
13	K3 (8 kereta + 2 difabel + 1 MP3) – PMN	66	66											4	4	4	4	4	4
14	Gerbong datar PPCW 3 gandar – PMN	329	119																
TOTAL KERETA DI PAINTING		1003	590	53				32				18				28			

Description				SEPT 2016				OCT 2016				NOV 2016				DEC 2016			
				9				10				11				12			
No	Jenis	Jumlah Pesanan	Jumlah tahun 2016	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1213 Unit PPCW 50 Ton	201	12																
2	KRL-SOETTA	60	60		6			6		6			6					6	
3	Kereta Ukur Prasarana (Track & LAA) 2015-2016	1	1																
4	Kereta Inspeksi 2015-2016	2	2																
5	4 TS K1	44	30																
6	Rehab Anggrek	7	7																
7	MG Bangladesh	100	100																
8	BG Bangladesh	50	50																
9	Kereta Inspeksi 2016-2017	1	1							1									
10	Kereta Ukur Prasarana (Track & LAA) 2016-2017	2	2							1	1								
11	5 TS K3	80	80																
12	5 TS K1	60	60																
13	K3 (8 kereta + 2 difabel + 1 MP3) - PMN	66	66	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2					
14	Gerbong datar PPCW 3 gandar - PMN	329	119											9	10	10	10	10	10
TOTAL KERETA DI PAINTING				22				31				61				86			

Lampiran 5 Process Intruccion Bilas Logam PT INKA

 PT. INKA		Tack No. : CAT 1	Process Instruction		Doc. No : PI280A7100301
Design Drawing No. : 280A71003		Title : PROSES BLASTING KERETA K1		Type Of Car : KERETA K1 2015	Order No. : -
				Revision : 0	
No.	Working Process	Key Point / Acceptance Criteria	Description / Sketch	Resources	
				Equipment	Personel
1.	PERSIAPAN BLASTING NOTE : 1. Proses blasting bisa menggunakan material pasir grit/ pasir besi (Grit Blasting) maupun pasir silica (Sand Blasting) 2. Tingkat kebersihan 2,5 - 3 SA (ISO 8501-1 : 2007) 3. Roughness/ tingkat kekasaran permukaan grade Fine to Medium G (30 - 85 µm, Ry 5 → ISO 8503-1) 4. Perhatikan pada sudut-sudut sempit dan celah yang sulit dijangkau. Pastikan tidak ada KARAT yang tertinggal.	REFERENCES : PPS - 026 - Nozzle baru 9-10 mm - Batas aus nozzle 15 mm - Jaga tekanan udara pada 4 - 5 kg/cm2 - Sand blast menggunakan pasir MESH 16-30 - Grit blasting menggunakan pasir grit/ pasir besi - Spesifikasi pasir besi : * SAE G-40 GL * Kekerasan 56 - 60 hrc * Min. density 7,6 gr/cc	1. Menghilangkan kotoran - Bersihkan sisa-sisa potongan logam/ gram, semprot dengan udara bersih bertekanan - Bersihkan sisa air, minyak/ oli, usap dengan majun yang sudah dibasahi washing thinner atau degreaser  2. Masking - Tutup semua lubang pada bolster menggunakan potongan kayu	- Kompresor - Majun bersih - Washing thinner atau degreaser - Mesin blasting - Potongan kayu	6 Operator terlatih
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">     </div>  					
Time estimate	24 jam/ car	Date	23 Januari 2014	Prepared by	Eka 
				Checked by	Tar 
				Approved by	Win 
Form No. : IV - 01.051 Rev. A				Page No : 1 dari 8	



PT. INKA

Tack No. :

CAT 1

Design Drawing No. :
280A71003

Title : PROSES BLASTING KERETA K1

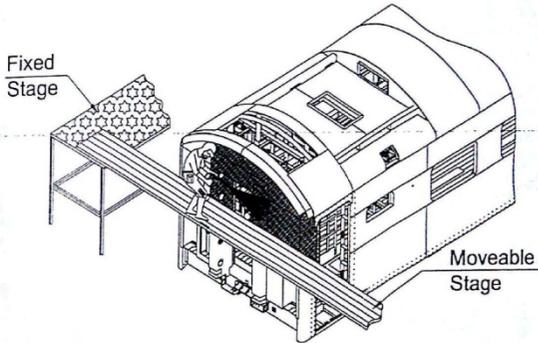
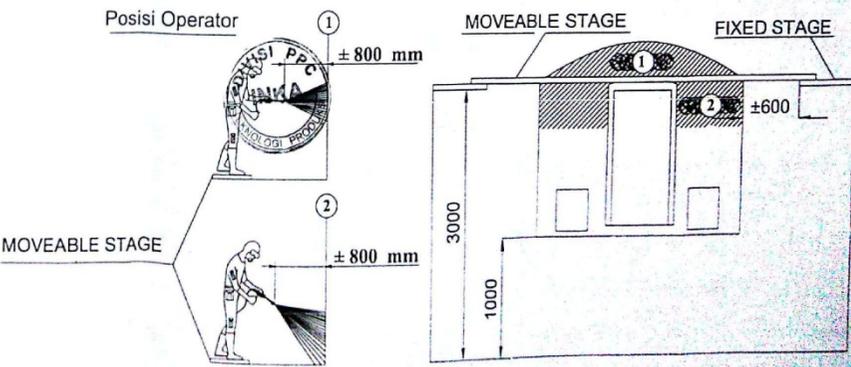
Process Instruction

Doc. No : P1280A7100301

Type Of Car : KERETA K1 2015

Order No. : -

Revision : 0

No.	Working Process	Key Point / Acceptance Criteria	Description / Sketch	Resources	
				Equipment	Personel
2.	2.1. GRIT/ SAND BLASTING PADA KERETA PENUMPANG		<p>A. Pengerjaan pada End wall bagian luar atas</p>  <p>View 3 D pengerjaan blasting pada End Wall luar bagian atas</p> 		



PT. INKA
FINISHING SUPPORT

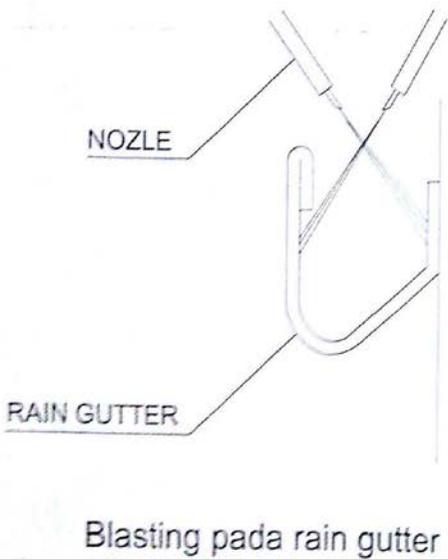
Tack No. :
CAT 1
Design Drawing No. :
280A71003

Process Instruction

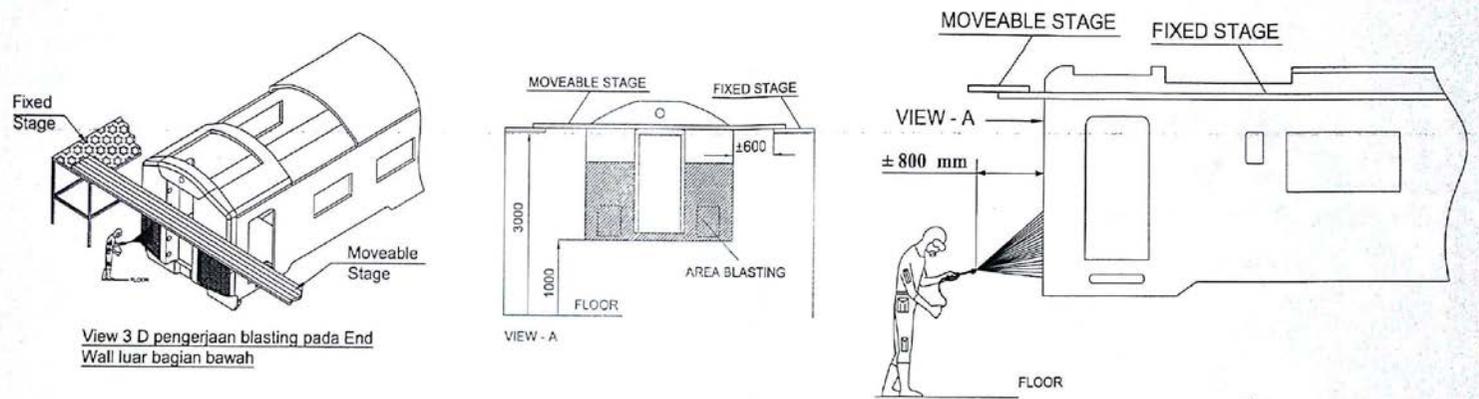
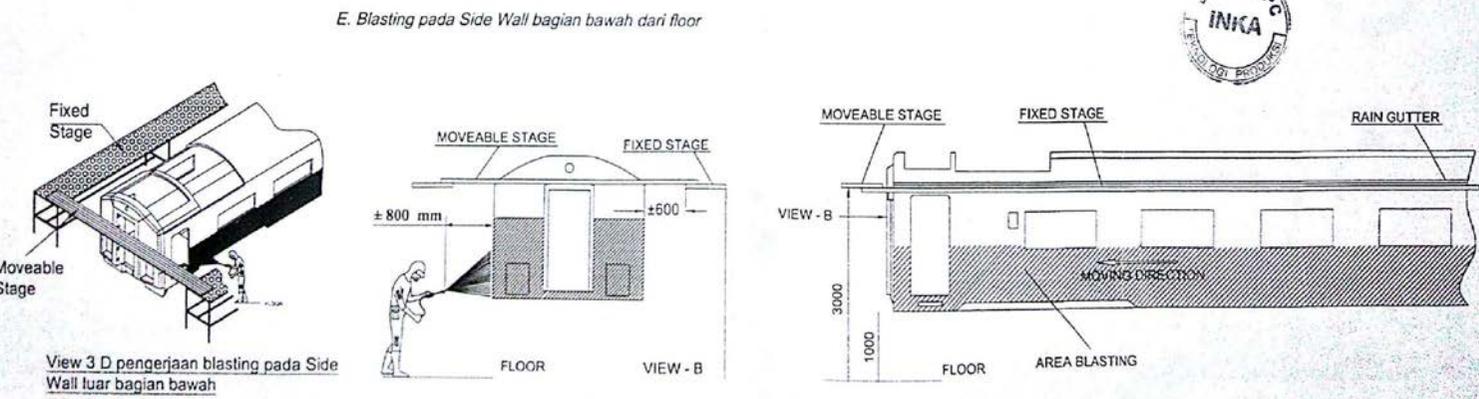
Title : PROSES BLASTING KERETA K1

Doc. No : P1280A7100301
Type Of Car : KERETA K1 2015
Order No. : -
Revision : 0

No.	Working Process	Key Point / Acceptance Criteria	Description / Sketch	Resources	
				Equipment	Personel
			<p><i>B. Pengerjaan pada Side Wall luar bagian atas</i></p>		
			<p><i>C. Pengerjaan blasting pada Roof</i></p>		



 PT. INKA	Tack No. : CAT 1	Process Instruction	Doc. No : PI280A7100301
	Design Drawing No. : 280A71003	Title : PROSES BLASTING KERETA K1	Type Of Car : KERETA K1 2015
		Order No. : -	Revision : 0

No.	Working Process	Key Point / Acceptance Criteria	Description / Sketch	Resources	
				Equipment	Personel
			<p><i>D. Blasting pada End Wall bagian bawah dari floor</i></p>  <p><i>E. Blasting pada Side Wall bagian bawah dari floor</i></p> 		



Form No. : IV - 01.051 Rev. A
Page No : 4 dari 8



PT. INKA
FINISHING SUPPORT

Tack No. :

CAT 1

Design Drawing No. :
280A71003

Title : PROSES BLASTING KERETA K1

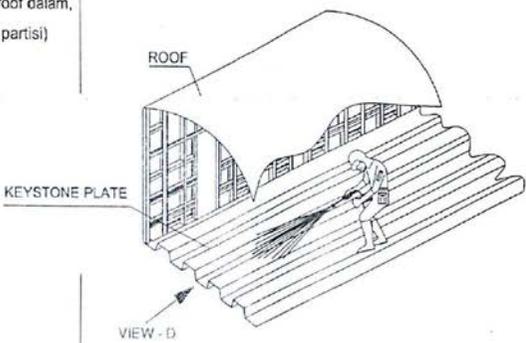
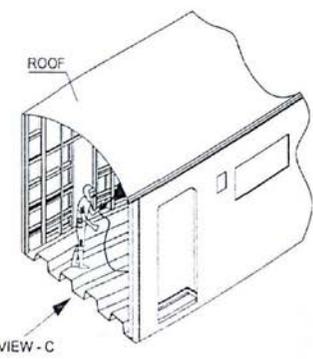
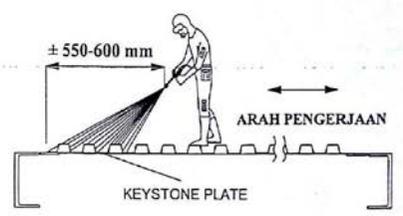
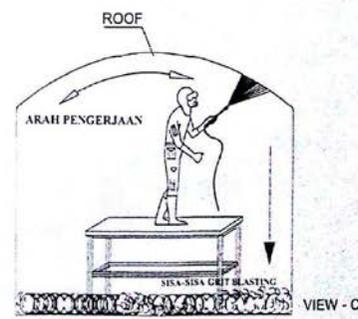
Process Instruction

Doc. No : PI280A7100301

Type Of Car : KERETA K1 Z01S

Order No. : -

Revision : 0

No.	Working Process	Key Point / Acceptance Criteria	Description / Sketch	Resources	
				Equipment	Personel
		- Pengerjaan blasting sisi atas dari plat keystone dilaksanakan sebelum blasting (roof dalam, dinding dalam dan partisi) diaplikasikan	<p><i>F. Blasting sisi atas dari plat keystone</i></p>  <p><i>G. Blasting pada Roof bagian dalam, Ceiling frame dan Partisi</i></p> 		
			 		





PT. INKA
FINISHING SUPPORT

Tack No. :

CAT 1

Process Instruction

Doc. No : PI280A7100301

Type Of Car : KERETA K1 2015

Design Drawing No. :

280A71003

Title : PROSES BLASTING KERETA K1

Order No. : -

Revision : 0

No.	Working Process	Key Point / Acceptance Criteria	Description / Sketch	Resources	
				Equipment	Personel
			<p>H. Blasting pada End Wall bagian dalam</p>		
			<p>I. Blasting pada Side Wall bagian dalam</p> <p>VIEW - C</p>		



PT. INKA

Tack No. :

CAT 1

Design Drawing No. :

280A71003

Process Instruction

Title : PROSES BLASTING KERETA K1

Doc. No : PI280A7100301

Type Of Car : KERETA K1 2015

Order No. : -

Revision : 0

No.	Working Process	Key Point / Acceptance Criteria	Description / Sketch	Resources	
				Equipment	Personel
		<p>NOTE : Cek hasil pengelasan di bagian sambungan plat keystone. Pastikan tidak ada yang lepas.</p>	<p>J. Sisi bagian bawah dari plat keystone</p> <p style="text-align: center;"><i>Pengerjaan grit blasting untuk sisi bagian bawah dan plat keystone</i></p>		





PT. INKA

Tack No. : CAT 1
Design Drawing No. : 280A71003

Process Instruction

Title : PROSES BLASTING KERETA K1

Doc. No : PI280A7100301
Type Of Car : KERETA K1 2015
Order No. : -
Revision : 0

No.	Working Process	Key Point / Acceptance Criteria	Description / Sketch	Resources																						
				Equipment	Personel																					
3.	CLEANING/ PEMBERSIHAN PASIR BESI ATAU PASIR SILIKA	<i>Max 2 jam setelah blasting harus segera di cat primer.</i>	<p>#. Pembersihan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bersihkan setiap bagian car body dari pasir sisa blasting dengan hembusan udara bersih dan vakum - Jangan membersihkan dengan kain majun bersih - Jangan menyentuh permukaan yang sudah diblasting dengan tangan langsung. - Pastikan seluruh bagian carbody benar-benar bersih dari debu, kotoran, dan sisa-sisa pasir. 																							
4.	TINGKAT KEBERSIHAN		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tingkat Kebersihan Standart ISO 8501</th> <th>Out side Roof</th> <th>Out side Side wall</th> <th>Out side End wall</th> <th>Car body inside</th> <th>Under floor</th> <th>Ceiling frame + partisi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SA 3</td> <td>V</td> <td>V</td> <td>V</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>SA 2,5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>V</td> <td>V</td> <td>V</td> </tr> </tbody> </table>	Tingkat Kebersihan Standart ISO 8501	Out side Roof	Out side Side wall	Out side End wall	Car body inside	Under floor	Ceiling frame + partisi	SA 3	V	V	V				SA 2,5				V	V	V		
Tingkat Kebersihan Standart ISO 8501	Out side Roof	Out side Side wall	Out side End wall	Car body inside	Under floor	Ceiling frame + partisi																				
SA 3	V	V	V																							
SA 2,5				V	V	V																				



Lampiran 6 Hasil Pengukuran dan Jumlah Data yang Dibutuhkan

Penyemprotan pada <i>endwall</i>				
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB
1	218	3.633	3.836	3.024
2	209	3.483	3.836	3.024
3	192	3.200	3.836	3.024
4	194	3.233	3.836	3.024
5	216	3.600	3.836	3.024
Xbar		3.430	k	2.000
SD		0.203	s	0.050
$\sum Xi$		17.150	k/s	40.000
$(\sum Xi)^2$		294.123	baris 1	0.907
$\sum Xi^2$		58.989		36.295
N		5	N'	4.479

Penyemprotan pada <i>roof</i>				
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB
1	521	8.683	10.200	8.187
2	540	9.000	10.200	8.187
3	547	9.117	10.200	8.187
4	548	9.133	10.200	8.187
5	602	10.033	10.200	8.187
Xbar		9.193	k	2.000
SD		0.503	s	0.050
$\sum Xi$		45.967	k/s	40.000
$(\sum Xi)^2$		2112.934	baris 1	2.250
$\sum Xi^2$		423.599		90.002
N		5.000	N'	3.834

Penyemprotan pada <i>sidewall</i>				
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB
1	540	9.000	9.678	8.709
2	572	9.533	9.678	8.709
3	547	9.117	9.678	8.709
4	538	8.967	9.678	8.709
5	561	9.350	9.678	8.709
Xbar		9.193	k	2.000
SD		0.242	s	0.050
$\sum Xi$		45.967	k/s	40.000
$(\sum Xi)^2$		2112.934	baris 1	1.083
$\sum Xi^2$		422.822		43.338
N		5.000	N'	0.889

Penyemprotan pada <i>underframe</i>				
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB
1	349	5.817	6.907	5.506
2	397	6.617	6.907	5.506
3	355	5.917	6.907	5.506
4	390	6.500	6.907	5.506
5	371	6.183	6.907	5.506
Xbar		6.207	k	2.000
SD		0.350	s	0.050
$\sum Xi$		31.033	k/s	40.000
$(\sum Xi)^2$		963.068	baris 1	1.567
$\sum Xi^2$		193.104		62.667
N		5.000	N'	4.078

Pembersihan 1 pada <i>endwall</i>					
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB	
1	132	2.200	2.535	1.838	
2	149	2.483	2.535	1.838	
3	123	2.050	2.535	1.838	
4	131	2.183	2.535	1.838	
5	139	2.317	2.535	1.838	
6	141	2.350	2.535	1.838	
7	112	1.867	2.535	1.838	
8	133	2.217	2.535	1.838	
9	129	2.150	2.535	1.838	
10	123	2.050	2.535	1.838	
SD		2.187	k	2.000	
SD		0.174	s	0.050	
$\sum X_i$		21.867	k/s	40.000	
$(\sum X_i)^2$		478.151	baris 1	1.655	
$\sum X_i^2$		48.089		66.185	
N		10	N'	9.161	

Pembersihan 1 pada <i>sidewall</i>					
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB	
1	309	5.150	5.707	4.606	
2	312	5.200	5.707	4.606	
3	342	5.700	5.707	4.606	
4	290	4.833	5.707	4.606	
5	311	5.183	5.707	4.606	
6	301	5.017	5.707	4.606	
7	331	5.517	5.707	4.606	
8	309	5.150	5.707	4.606	
9	298	4.967	5.707	4.606	
10	291	4.850	5.707	4.606	
Xbar		5.157	k	2.000	
SD		0.275	s	0.050	
$\sum X_i$		51.567	k/s	40.000	
$(\sum X_i)^2$		2659.121	baris 1	2.611	
$\sum X_i^2$		266.594		104.443	
N		10	N'	4.102	

Pembersihan 1 pada roof				
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB
1	320	5.333	6.761	4.976
2	390	6.500	6.761	4.976
3	361	6.017	6.761	4.976
4	315	5.250	6.761	4.976
5	332	5.533	6.761	4.976
6	371	6.183	6.761	4.976
7	377	6.283	6.761	4.976
8	346	5.767	6.761	4.976
9	331	5.517	6.761	4.976
10	378	6.300	6.761	4.976
Xbar		5.868	k	2.000
SD		0.446	s	0.050
$\sum Xi$		58.683	k/s	40.000
$(\sum Xi)^2$		3443.734	baris 1	4.235
$\sum Xi^2$		346.167		169.403
N		10	N'	8.333

Pembersihan 1 pada underframe				
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB
1	201	3.350	3.938	3.049
2	208	3.467	3.938	3.049
3	221	3.683	3.938	3.049
4	198	3.300	3.938	3.049
5	195	3.250	3.938	3.049
6	221	3.683	3.938	3.049
7	231	3.850	3.938	3.049
8	190	3.167	3.938	3.049
9	217	3.617	3.938	3.049
10	214	3.567	3.938	3.049
Xbar		3.493	k	2.000
SD		0.222	s	0.050
$\sum Xi$		34.933	k/s	40.000
$(\sum Xi)^2$		1220.338	baris 1	2.108
$\sum Xi^2$		122.478		84.338
N		10	N'	5.829

Masking pada endwall				
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB
1	139	2.317	2.545	1.841
2	121	2.017	2.545	1.841
3	143	2.383	2.545	1.841
4	139	2.317	2.545	1.841
5	142	2.367	2.545	1.841
6	137	2.283	2.545	1.841
7	112	1.867	2.545	1.841
8	121	2.017	2.545	1.841
9	128	2.133	2.545	1.841
10	134	2.233	2.545	1.841
Xbar		2.193	k	2.000
SD		0.176	s	0.050
$\sum Xi$		21.933	k/s	40.000
$(\sum Xi)^2$		481.071	baris 1	1.670
$\sum Xi^2$		48.386		66.813
N		10	N'	9.279

Masking pada sidewall				
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB
1	230	3.833	4.409	3.151
2	210	3.500	4.409	3.151
3	234	3.900	4.409	3.151
4	241	4.017	4.409	3.151
5	190	3.167	4.409	3.151
6	212	3.533	4.409	3.151
7	251	4.183	4.409	3.151
8	244	4.067	4.409	3.151
9	238	3.967	4.409	3.151
10	218	3.633	4.409	3.151
Xbar		3.780	k	2.000
SD		0.314	s	0.050
$\sum Xi$		37.800	k/s	40.000
$(\sum Xi)^2$		1428.840	baris 1	2.983
$\sum Xi^2$		143.774		119.324
N		10	N'	9.965

Masking pada roof				
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB
1	278	4.633	5.240	4.160
2	266	4.433	5.240	4.160
3	283	4.717	5.240	4.160
4	279	4.650	5.240	4.160
5	277	4.617	5.240	4.160
6	301	5.017	5.240	4.160
7	254	4.233	5.240	4.160
8	281	4.683	5.240	4.160
9	311	5.183	5.240	4.160
10	290	4.833	5.240	4.160
Xbar		4.700	k	2.000
SD		0.270	s	0.050
$\sum Xi$		47.000	k/s	40.000
$(\sum Xi)^2$		2209.000	baris 1	2.559
$\sum Xi^2$		221.555		102.372
N		10	N'	4.744

Masking pada underframe				
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB
1	182	3.033	3.156	2.444
2	175	2.917	3.156	2.444
3	151	2.517	3.156	2.444
4	173	2.883	3.156	2.444
5	155	2.583	3.156	2.444
6	164	2.733	3.156	2.444
7	166	2.767	3.156	2.444
8	170	2.833	3.156	2.444
9	183	3.050	3.156	2.444
10	161	2.683	3.156	2.444
Xbar		2.800	k	2.000
SD		0.178	s	0.050
$\sum Xi$		28.000	k/s	40.000
$(\sum Xi)^2$		784.000	baris 1	1.688
$\sum Xi^2$		78.685		67.528
N		10	N'	5.816

<i>Blasting endwall luar atas</i>				
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB
1	1102	18.367	21.131	16.489
2	1185	19.750	21.131	16.489
3	1170	19.500	21.131	16.489
4	1018	16.967	21.131	16.489
5	1168	19.467	21.131	16.489
Xbar		18.810	k	2.000
SD		1.160	s	0.050
$\sum Xi$		94.050	k/s	40.000
$(\sum Xi)^2$		8845.403	baris 1	5.189
$\sum Xi^2$		1774.466		207.564
N		5	N'	4.871

<i>Blasting roof luar</i>				
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB
1	1797	29.950	35.347	28.413
2	2055	34.250	35.347	28.413
3	1982	33.033	35.347	28.413
4	1877	31.283	35.347	28.413
5	1853	30.883	35.347	28.413
Xbar		31.880	k	2.000
SD		1.734	s	0.050
$\sum Xi$		159.400	k/s	40.000
$(\sum Xi)^2$		25408.360	baris 1	7.753
$\sum Xi^2$		5093.693		310.114
N		5	N'	3.785

<i>Blasting sidewall atas</i>				
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB
1	15784	263.067	276.598	231.476
2	15973	266.217	276.598	231.476
3	14292	238.200	276.598	231.476
4	15239	253.983	276.598	231.476
5	14923	248.717	276.598	231.476
Xbar		254.037	k	2.000
SD		11.280	s	0.050
$\sum Xi$		1270.183	k/s	40.000
$(\sum Xi)^2$		1613365.700	baris 1	50.448
$\sum Xi^2$		323182.139		2017.917
N		5	N'	2.524

<i>Blasting endwall bawah</i>				
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB
1	2056	34.267	35.260	29.013
2	1848	30.800	35.260	29.013
3	1999	33.317	35.260	29.013
4	1882	31.367	35.260	29.013
5	1856	30.933	35.260	29.013
Xbar		32.137	k	2.000
SD		1.562	s	0.050
$\sum Xi$		160.683	k/s	40.000
$(\sum Xi)^2$		25819.134	baris 1	6.985
$\sum Xi^2$		5173.584		279.383
N		5	N'	3.023

<i>Blasting sidewall bawah</i>					
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB	
1	4867	81.117	85.231	66.855	
2	4793	79.883	85.231	66.855	
3	4202	70.033	85.231	66.855	
4	4556	75.933	85.231	66.855	
5	4395	73.250	85.231	66.855	
Xbar		76.043	k	2.000	
SD		4.594	s	0.050	
$\sum Xi$		380.217	k/s	40.000	
$(\sum Xi)^2$		144564.714	baris 1	20.545	
$\sum Xi^2$		28997.362		821.799	
N		5	N'	4.672	

<i>Blasting roof dalam</i>					
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB	
1	7244	120.733	130.932	102.975	
2	7602	126.700	130.932	102.975	
3	6566	109.433	130.932	102.975	
4	6981	116.350	130.932	102.975	
5	6693	111.550	130.932	102.975	
Xbar		116.953	k	2.000	
SD		6.989	s	0.050	
$\sum Xi$		584.767	k/s	40.000	
$(\sum Xi)^2$		341952.054	baris 1	31.257	
$\sum Xi^2$		68585.807		1250.268	
N		10	N'	4.571	

<i>Blasting sisi atas plat keystone</i>					
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB	
1	1393	23.217	24.402	21.218	
2	1433	23.883	24.402	21.218	
3	1308	21.800	24.402	21.218	
4	1367	22.783	24.402	21.218	
5	1342	22.367	24.402	21.218	
Xbar		22.810	k	2.000	
SD		0.796	s	0.050	
$\sum Xi$		114.050	k/s	40.000	
$(\sum Xi)^2$		13007.403	baris 1	3.560	
$\sum Xi^2$		2604.015		142.402	
N		5	N'	1.559	

<i>Blasting endwall dalam</i>					
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB	
1	1134	18.900	21.450	17.524	
2	1122	18.700	21.450	17.524	
3	1233	20.550	21.450	17.524	
4	1123	18.717	21.450	17.524	
5	1234	20.567	21.450	17.524	
Xbar		19.487	k	2.000	
SD		0.981	s	0.050	
$\sum Xi$		97.433	k/s	40.000	
$(\sum Xi)^2$		9493.254	baris 1	4.389	
$\sum Xi^2$		1902.504		175.568	
N		5	N'	3.247	

<i>Blasting sidewall dalam</i>				
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB
1	1977	32.950	36.924	29.983
2	2087	34.783	36.924	29.983
3	1974	32.900	36.924	29.983
4	2131	35.517	36.924	29.983
5	1867	31.117	36.924	29.983
Xbar		33.453	k	2.000
SD		1.735	s	0.050
$\sum Xi$		167.267	k/s	40.000
$(\sum Xi)^2$		27978.138	baris 1	7.761
$\sum Xi^2$		5607.673		310.429
N		5	N'	3.444

<i>Pembersihan 2 pada endwall</i>				
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB
1	320	5.333	6.632	4.931
2	336	5.600	6.632	4.931
3	395	6.583	6.632	4.931
4	347	5.783	6.632	4.931
5	333	5.550	6.632	4.931
6	325	5.417	6.632	4.931
7	351	5.850	6.632	4.931
8	388	6.467	6.632	4.931
9	345	5.750	6.632	4.931
10	329	5.483	6.632	4.931
Xbar		5.782	k	2.000
SD		0.425	s	0.050
$(\sum Xi)^2$		3342.767	Baris1	4.034
$\sum Xi^2$		335.904		161.368
N		10	N'	7.790

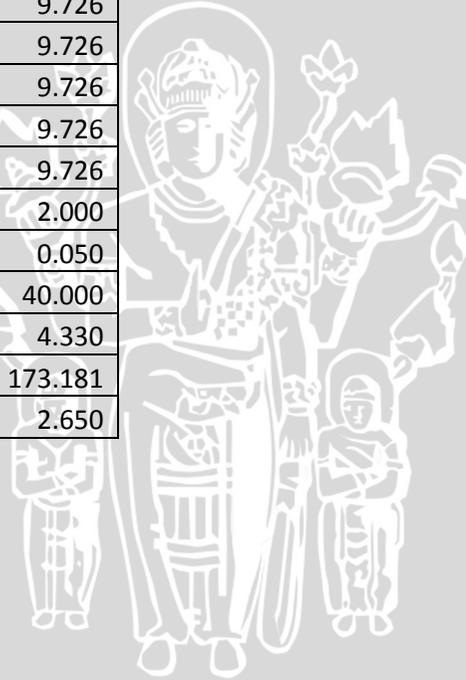
<i>Blasting sisi bawah plat keystone</i>				
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB
1	2005	33.417	35.266	29.368
2	1908	31.800	35.266	29.368
3	1849	30.817	35.266	29.368
4	1876	31.267	35.266	29.368
5	2057	34.283	35.266	29.368
Xbar		32.317	k	2.000
SD		1.475	s	0.050
$\sum Xi$		161.583	k/s	40.000
$(\sum Xi)^2$		26109.174	baris 1	6.594
$\sum Xi^2$		5230.532		263.776
N		5	N'	2.665

Pembersihan 2 pada <i>sidewall</i>				
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB
1	566	9.433	10.129	8.381
2	536	8.933	10.129	8.381
3	595	9.917	10.129	8.381
4	547	9.117	10.129	8.381
5	533	8.883	10.129	8.381
6	512	8.533	10.129	8.381
7	559	9.317	10.129	8.381
9	591	9.850	10.129	8.381
10	571	9.517	10.129	8.381
Xbar		9.255	k	2.000
SD		0.437	s	0.050
$\sum Xi$		92.550	k/s	40.000
$(\sum Xi)^2$		8565.503	baris 1	4.147
$\sum Xi^2$		858.270		165.866
N		10	N'	3.212

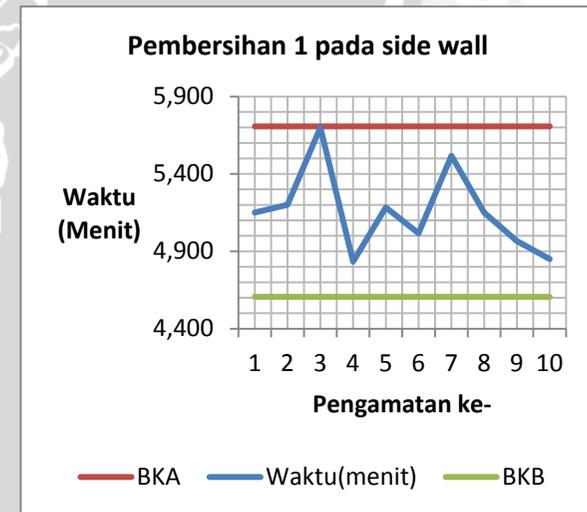
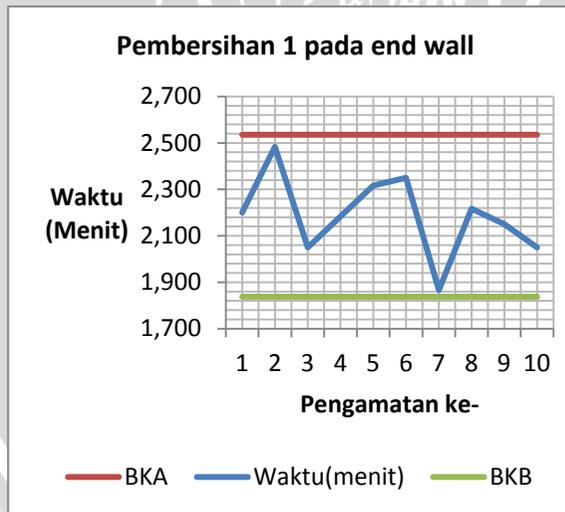
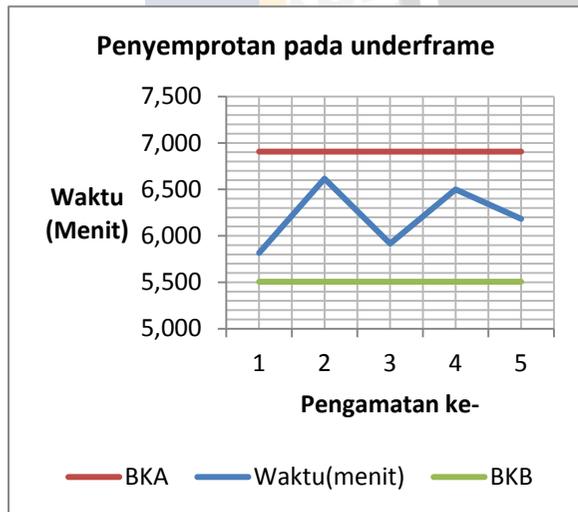
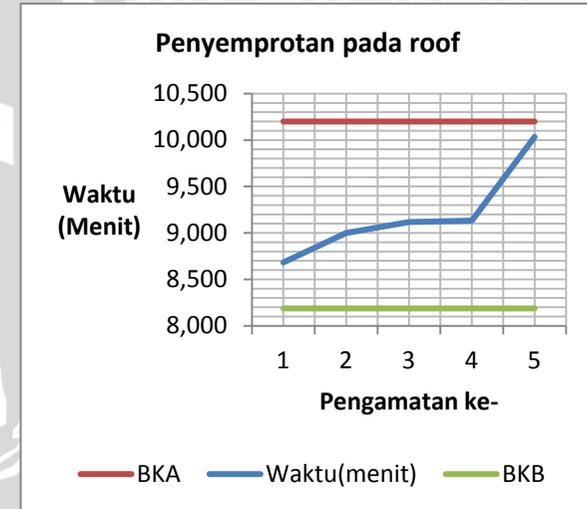
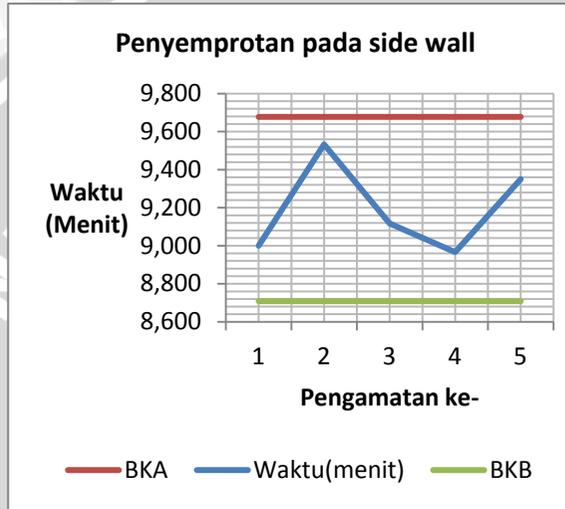
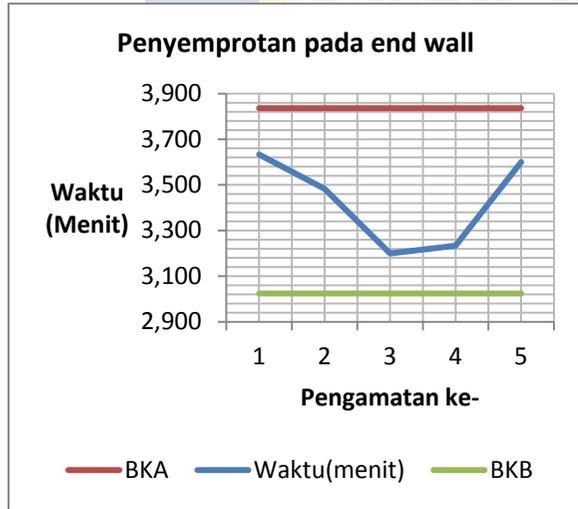
Pembersihan 2 pada <i>underframe</i>				
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB
1	232	3.867	4.502	3.218
2	244	4.067	4.502	3.218
3	270	4.500	4.502	3.218
4	198	3.300	4.502	3.218
5	211	3.517	4.502	3.218
6	243	4.050	4.502	3.218
7	231	3.850	4.502	3.218
8	227	3.783	4.502	3.218
9	231	3.850	4.502	3.218
10	229	3.817	4.502	3.218
Xbar		3.860	k	2.000
SD		0.321	s	0.050
$(\sum Xi)^2$		1489.960	baris 1	3.046
$\sum Xi^2$		149.924		121.845
N		10	N'	9.964

Pembersihan 2 pada roof

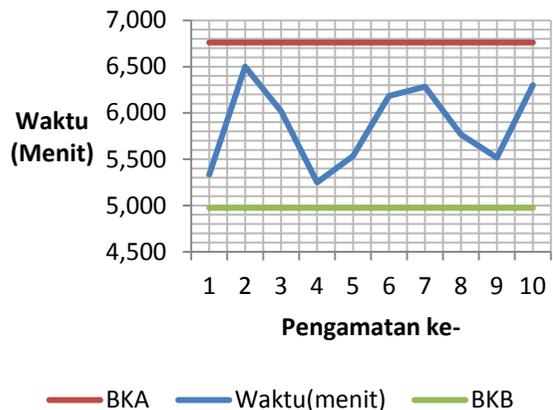
Pengamatan	Waktu(detik)	Waktu(menit)	BKA	BKB
1	612	10.200	11.551	9.726
2	630	10.500	11.551	9.726
3	644	10.733	11.551	9.726
4	602	10.033	11.551	9.726
5	633	10.550	11.551	9.726
6	617	10.283	11.551	9.726
7	674	11.233	11.551	9.726
9	667	11.117	11.551	9.726
10	681	11.350	11.551	9.726
Xbar		10.638	k	2.000
SD		0.456	s	0.050
$\sum Xi$		106.383	k/s	40.000
$(\sum Xi)^2$		11317.414	baris 1	4.330
$\sum Xi^2$		1133.616		173.181
N		10	N'	2.650



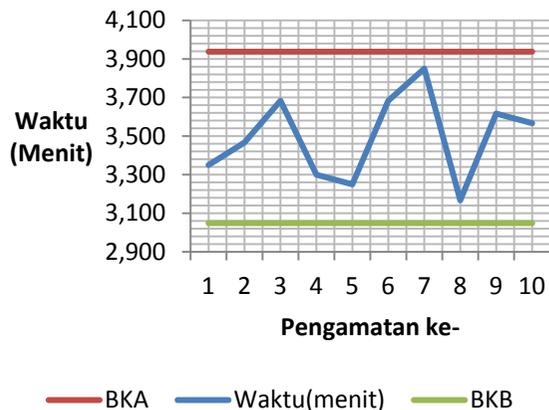
Lampiran 7 Hasil Uji Keseragaman Data



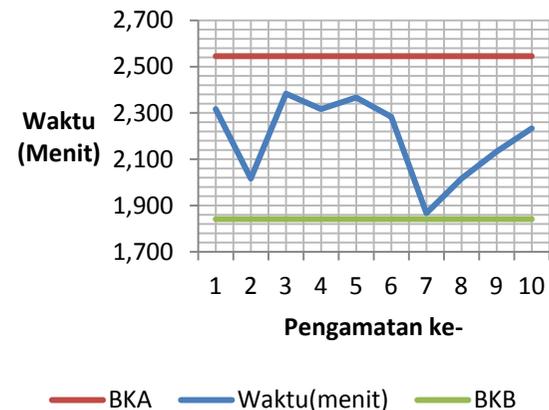
Pembersihan 1 pada roof



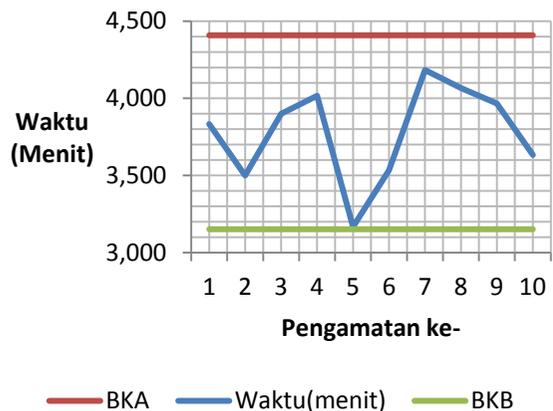
Pembersihan 1 pada underframe



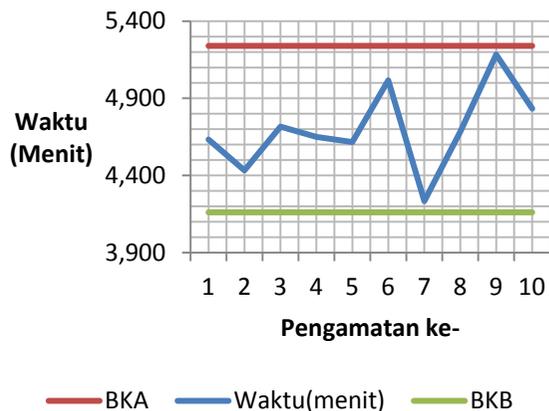
Masking pada end wall



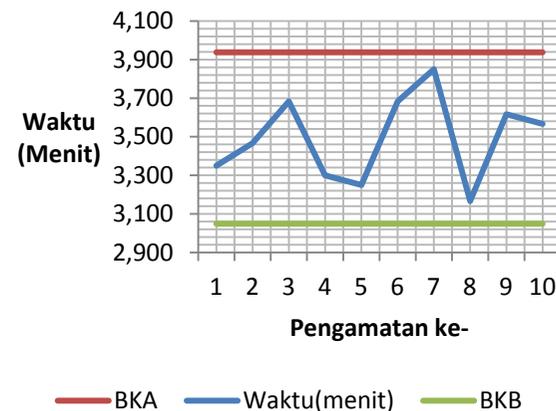
Masking pada side wall



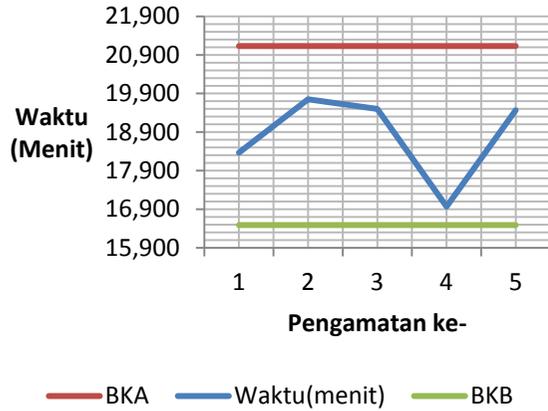
Masking pada roof,



Masking pada underframe



Blasting end wall luar atas



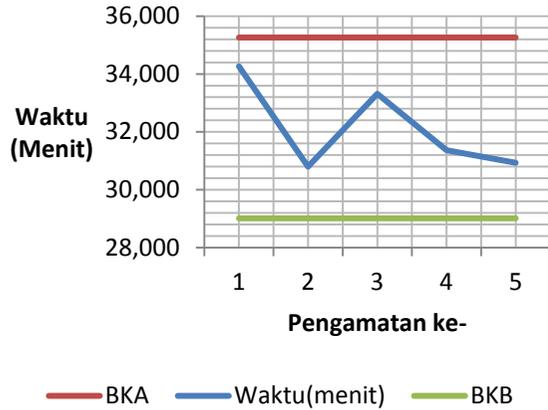
Blasting side wall atas



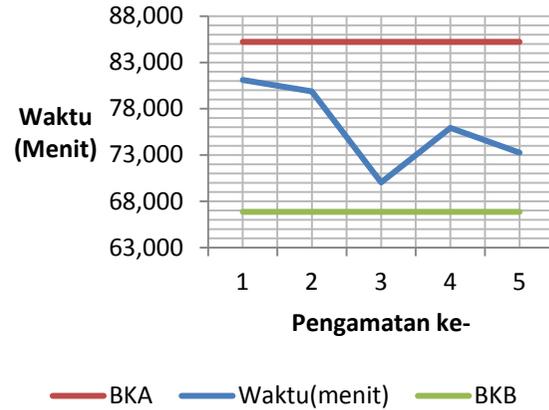
Blasting roof luar



Blasting end wall bawah

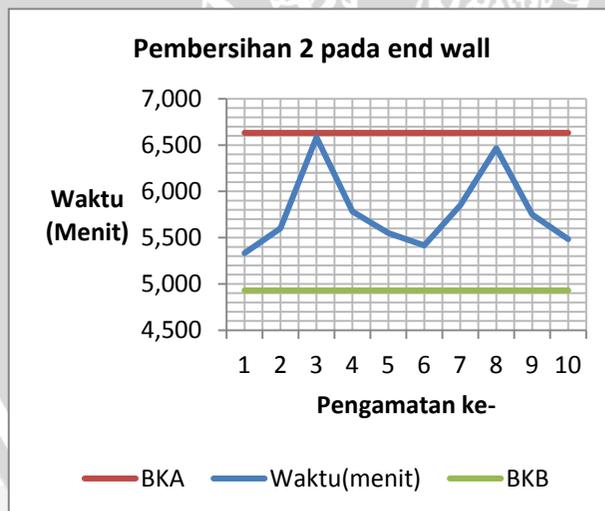
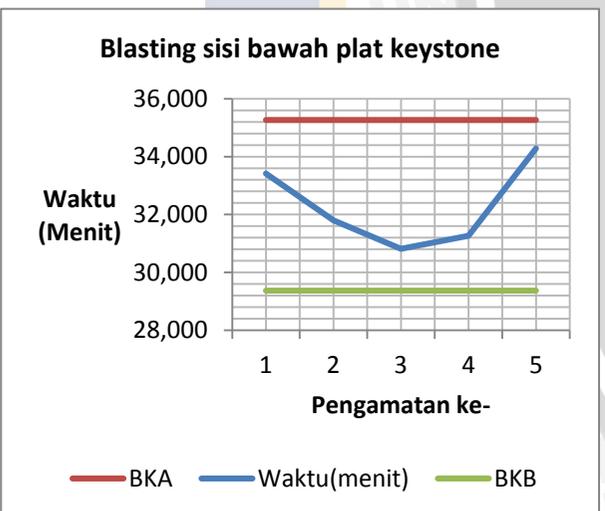
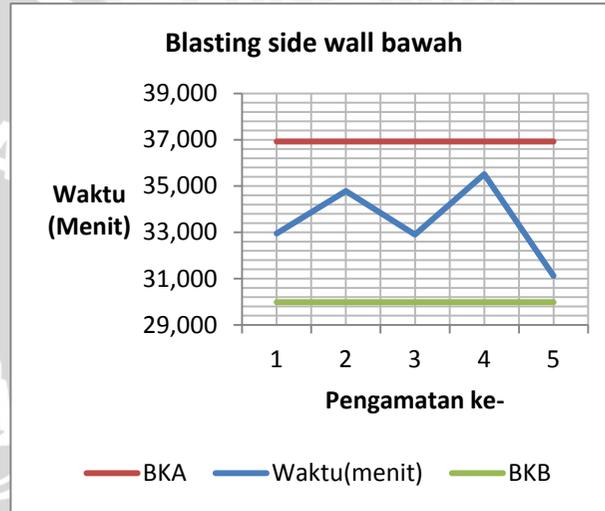
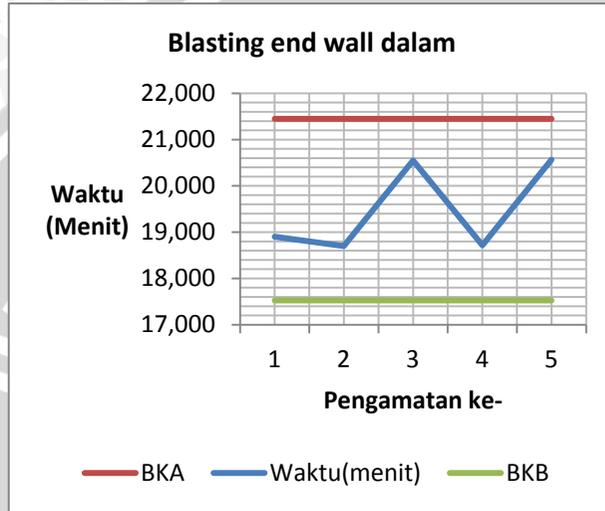
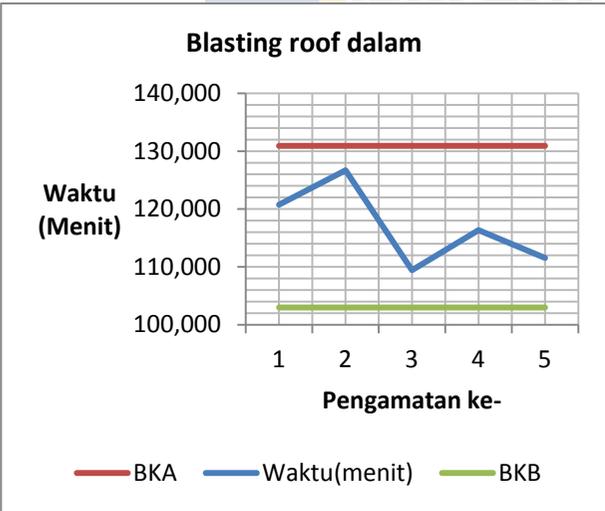


Blasting side wall bawah

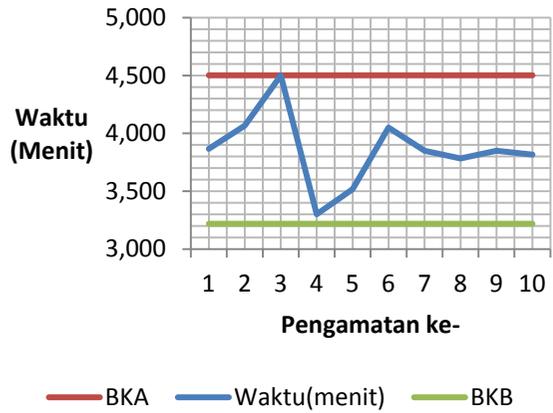


Blasting sisi atas plat keystone

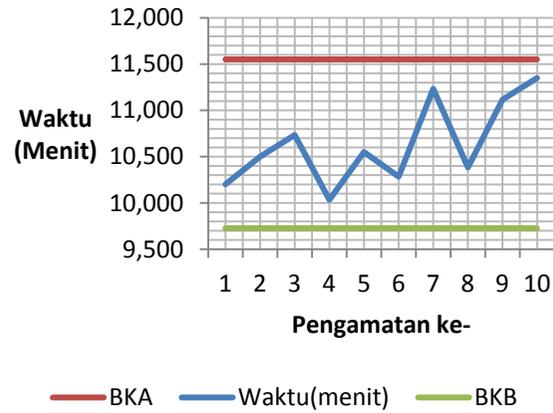




Pembersihan 2 pada roof



Pembersihan 2 pada underframe



Lampiran 8 Hasil Perhitungan Kebutuhan Waktu Subkontrak setiap Komponen

a. Jika *Sidewall* disubkontrakkan

Periode	KP	KFC	Roof	Endwall	Underframe	Jumlah Waktu (menit)	Kebutuhan (jam)	Tersedia			Selisih		
								1 shift	2 shift	3 shift	1 shift	2 shift	3 shift
1	45	12	13656,195	6025,860	7039,785	26721,840	445,364	187,5	375	562,5	-257,864	-70,364	117,136
2	55	0	16690,905	7364,940	6792,775	30848,620	514,144	187,5	375	562,5	-326,644	-139,144	48,356
3	64	0	19422,144	8570,112	7904,320	35896,576	598,276	187,5	375	562,5	-410,776	-223,276	-35,776
4	83	0	25188,093	11114,364	10250,915	46553,372	775,890	187,5	375	562,5	-588,390	-400,890	-213,390
5	53	0	16083,963	7097,124	6545,765	29726,852	495,448	187,5	375	562,5	-307,948	-120,448	67,052
6	32	0	9711,072	4285,056	3952,160	17948,288	299,138	187,5	375	562,5	-111,638	75,862	263,362
7	18	0	5462,478	2410,344	2223,090	10095,912	168,265	187,5	375	562,5	19,235	206,735	394,235
8	28	0	8497,188	3749,424	3458,140	15704,752	261,746	187,5	375	562,5	-74,246	113,254	300,754
9	22	0	6676,362	2945,976	2717,110	12339,448	205,657	187,5	375	562,5	-18,157	169,343	356,843
10	31	0	9407,601	4151,148	3828,655	17387,404	289,790	187,5	375	562,5	-102,290	85,210	272,710
11	22	39	6676,362	2945,976	7533,805	17156,143	285,936	187,5	375	562,5	-98,436	89,064	276,564
12	6	80	1820,826	803,448	10621,430	13245,704	220,762	187,5	375	562,5	-33,262	154,238	341,738
Total	459	131	139293,189	61463,772	72867,950	273624,911	4560,415	2250	4500	6750	-2310,415	-60,415	2189,585

b. Jika Roof disubkontrakkan

Periode	KP	KFC	Sidewall	Endwall	Underframe	Jumlah Waktu (menit)	Kebutuhan (jam)	Tersedia			Selisih		
								1 shift	2 shift	3 shift	1 shift	2 shift	3 shift
1	45	12	30285,225	6025,860	7039,785	43350,870	722,515	187,5	375	562,5	-535,015	-347,515	-160,015
2	55	0	37015,275	7364,940	6792,775	51172,990	852,883	187,5	375	562,5	-665,383	-477,883	-290,383
3	64	0	43072,320	8570,112	7904,320	59546,752	992,446	187,5	375	562,5	-804,946	-617,446	-429,946
4	83	0	55859,415	11114,364	10250,915	77224,694	1287,078	187,5	375	562,5	-1099,578	-912,078	-724,578
5	53	0	35669,265	7097,124	6545,765	49312,154	821,869	187,5	375	562,5	-634,369	-446,869	-259,369
6	32	0	21536,160	4285,056	3952,160	29773,376	496,223	187,5	375	562,5	-308,723	-121,223	66,277
7	18	0	12114,090	2410,344	2223,090	16747,524	279,125	187,5	375	562,5	-91,625	95,875	283,375
8	28	0	18844,140	3749,424	3458,140	25928,199	432,137	187,5	375	562,5	-244,637	-57,137	130,363
9	22	0	14806,110	2945,976	2717,110	20335,288	338,921	187,5	375	562,5	-151,421	36,079	223,579
10	31	0	20863,155	4151,148	3828,655	28842,958	480,716	187,5	375	562,5	-293,216	-105,716	81,784
11	22	39	14806,110	2945,976	7533,805	25162,386	419,373	187,5	375	562,5	-231,873	-44,373	143,127
12	6	80	4038,030	803,448	10621,430	15329,000	255,483	187,5	375	562,5	-67,983	119,517	307,017
Total	459	131	308909,295	61463,772	72867,950	442726,191	7378,770	2250	4500	6750	-5128,770	-2878,770	-628,770

c. Jika *Endwall* disubkontrakkan

Periode	KP	KFC	Sidewall	Roof	Underframe	Jumlah Waktu (menit)	Kebutuhan (jam)	Tersedia			Selisih		
								1 shift	2 shift	3 shift	1 shift	2 shift	3 shift
1	45	12	30285,225	13656,195	7039,785	50981,205	849,687	187,5	375	562,5	-662,187	-474,687	-287,187
2	55	0	37015,275	16690,905	6792,775	60498,955	1008,316	187,5	375	562,5	-820,816	-633,316	-445,816
3	64	0	43072,320	19422,144	7904,320	70398,784	1173,313	187,5	375	562,5	-985,813	-798,313	-610,813
4	83	0	55859,415	25188,093	10250,915	91298,423	1521,640	187,5	375	562,5	-1334,140	-1146,640	-959,140
5	53	0	35669,265	16083,963	6545,765	58298,993	971,650	187,5	375	562,5	-784,150	-596,650	-409,150
6	32	0	21536,160	9711,072	3952,160	35199,392	586,657	187,5	375	562,5	-399,157	-211,657	-24,157
7	18	0	12114,090	5462,478	2223,090	19799,658	329,994	187,5	375	562,5	-142,494	45,006	232,506
8	28	0	18844,140	8497,188	3458,140	30799,468	513,324	187,5	375	562,5	-325,824	-138,324	49,176
9	22	0	14806,110	6676,362	2717,110	24199,582	403,326	187,5	375	562,5	-215,826	-28,326	159,174
10	31	0	20863,155	9407,601	3828,655	34099,411	568,324	187,5	375	562,5	-380,824	-193,324	-5,824
11	22	39	14806,110	6676,362	7533,805	29016,277	483,605	187,5	375	562,5	-296,105	-108,605	78,895
12	6	80	4038,030	1820,826	10621,430	16480,286	274,671	187,5	375	562,5	-87,171	100,329	287,829
Total	459	131	308909,295	139293,189	72867,950	521070,434	8684,507	2250	4500	6750	-6434,507	-4184,507	-1934,507

d. Jika *Underframe* disubkontrakkan

Periode	KP	KFC	Sidewall	Endwall	Roof	Jumlah Waktu (menit)	Kebutuhan (jam)	Tersedia			Selisih		
								1 shift	2 shift	3 shift	1 shift	2 shift	3 shift
1	45	12	30285,225	6025,860	13656,195	49967,280	832,788	187,5	375	562,5	-645,288	-457,788	-270,288
2	55	0	37015,275	7364,940	16690,905	61071,120	1017,852	187,5	375	562,5	-830,352	-642,852	-455,352
3	64	0	43072,320	8570,112	19422,144	71064,576	1184,410	187,5	375	562,5	-996,910	-809,410	-621,910
4	83	0	55859,415	11114,364	25188,093	92161,872	1536,031	187,5	375	562,5	-1348,531	-1161,031	-973,531
5	53	0	35669,265	7097,124	16083,963	58850,352	980,839	187,5	375	562,5	-793,339	-605,839	-418,339
6	32	0	21536,160	4285,056	9711,072	35532,288	592,205	187,5	375	562,5	-404,705	-217,205	-29,705
7	18	0	12114,090	2410,344	5462,478	19986,912	333,115	187,5	375	562,5	-145,615	41,885	229,385
8	28	0	18844,140	3749,424	8497,188	31090,752	518,179	187,5	375	562,5	-330,679	-143,179	44,321
9	22	0	14806,110	2945,976	6676,362	24428,448	407,141	187,5	375	562,5	-219,641	-32,141	155,359
10	31	0	20863,155	4151,148	9407,601	34421,904	573,698	187,5	375	562,5	-386,198	-198,698	-11,198
11	22	39	14806,110	2945,976	6676,362	24428,448	407,141	187,5	375	562,5	-219,641	-32,141	155,359
12	6	80	4038,030	803,448	1820,826	6662,304	111,038	187,5	375	562,5	76,462	263,962	451,462
Total	459	131	308909,295	61463,772	139293,189	509666,256	8494,438	2250	4500	6750	-6244,438	-3994,438	-1744,438