



TUGAS AKHIR - SS 145561

PENGUKURAN WAKTU KERJA PADA PROSES PEMBUATAN RANGKA UTAMA UNDERFRAME GERBONG KERETA API PPCW DI PT INKA (PERSERO) MADIUN

MAYA LARASATI
NRP 1312 030 028

Dosen Pembimbing
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, M.T
Co Dosen Pembimbing
Diaz Fitra Aksioma, S.Si M.Si

PROGRAM STUDI DIPLOMA III
JURUSAN STATISTIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



TUGAS AKHIR - SS 145561

**PENGUKURAN WAKTU KERJA PADA PROSES
PEMBUATAN RANGKA UTAMA UNDERFRAME GERBONG
KERETA API PPCW DI PT INKA (PERSERO) MADIUN**

**MAYA LARASATI
NRP 1312 030 028**

**Dosen Pembimbing
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, M.T
Co Dosen Pembimbing
Diaz Fitra Aksioma, S.Si M.Si**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
JURUSAN STATISTIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**



FINAL PROJECT - SS 145561

TIME STUDY MEASUREMENT OF PPCW UNDERFRAME OF WAGON TRAIN PRODUCTION PROCESS IN PT INKA (PERSERO) MADIUN

MAYA LARASATI
NRP 1312 030 028

Supervisor
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, M.T
Co Supervisor
Diaz Fitra Aksioma, S.Si M.Si

DIPLOMA III STUDY PROGRAM
DEPARTMENT OF STATISTICS
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGUKURAN WAKTU KERJA PADA PROSES
PEMBUATAN RANGKA UTAMA *UNDERFRAME*
GERBONG KERETA API PPCW DI PT INKA (PERSERO)
MADIUN**


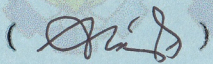
TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Program Studi Diploma III Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
MAYA LARASATI
NRP. 1312 030 028

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT
NIP. 19610311 198701 2 001
Diaz Filtra Aksloma, S.Si M.Si
NIP. 19870602 201212 2 002

()
()

Mengetahui
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS



Dr. Muhammad Mashuri, MT.
NIP. 19620408 198701 1 001

SURABAYA, Juli 2015

**PENGUKURAN WAKTU KERJA PADA PROSES
PEMBUATAN RANGKA UTAMA *UNDERFRAME*
GERBONG KERETA API PPCW DI PT. INKA
(PERSERO) MADIUN**

Nama Mahasiswa : Maya Larasati
NRP : 1312 030 028
Program Studi : Diploma III
Jurusan : Statistika FMIPA ITS
Dosen Pembimbing : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, M.T
Co Dosen Pembimbing : Diaz Fitra Aksioma, S.Si M.Si

Abstrak

PT. INKA (Persero) merupakan perusahaan manufaktur sarana kereta api dan transportasi pertama yang berada di Asia Tenggara. Penelitian dilakukan pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW, dimana PT. INKA (Persero) mempunyai target memproduksi 3 *underframe* dalam satu hari akan tetapi pada kenyataannya produksi tidak memenuhi target yang telah ditentukan. Maka, dilakukan penelitian untuk menentukan waktu standar, output standar dan keseimbangan lintas produksi. Pengambilan data dilakukan dengan diambil satu karyawan secara random pada masing-masing elemen kerja. Selanjutnya dilakukan pengamatan awal (n) sebanyak 30 waktu kerja untuk setiap elemen. Berdasarkan hasil analisis diketahui waktu standar yang dapat digunakan PT. INKA (Persero) untuk stasiun kerja adalah 106,9 menit. Output standar yang dihasilkan stasiun kerja sebesar 6,4 unit/hari. Keseimbangan lintas produksi menghasilkan jumlah stasiun kerja minimal adalah 2 stasiun kerja dengan waktu siklus stasiunnya adalah 240 menit/unit dan efisiensi lini perakitan sebesar 88,8%.

Kata Kunci : *Keseimbangan Lintas Produksi, Output Standar, PPCW, Waktu Standar*

TIME STUDY MEASUREMENT OF PPCW UNDERFRAME OF WAGON TRAIN PRODUCTION PROCESS IN PT INKA (PERSERO) MADIUN

Student Name : Maya Larasati
NRP : 1312 030 028
Programme : Diploma III
Department : Statistics FMIPA ITS
Supervisor : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, M.T
Co Supervisor : Diaz Fitra Aksioma, S.Si M.Si

Abstract

*PT.INKA (Persero) is the first manufacturing company who is specialist in producing train and other integrated transportation which is located in South East Asia. This study focused on PPCW underframe of wagon train production process. In this process, the company has objective to producing 3 underframe in one day, but in fact, the production process is not capable of fulfilling that. This study has some objectives, to determine the standard time, the standard output and the line balancing production. Data collection was performed by one employees drawn at random on each element of the work. Furthermore the initial observations 30 times each work element. Based on the result of the analysis, it is found that the standard time to production one PPCW underframe of wagon train is 106,9 minutes. The standard output from analysis is 6,4 unit per day. Line balancing the production of produce 2 work station with the time of cycle station 240 minutes per unit and efficiency is 88,8%.
Keywords : **Bottleneck, Line Balancing, Output Standart, PPCW, Standard Time***

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat yang tidak pernah berhenti sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan dengan baik Tugas Akhir yang berjudul **“PENGUKURAN WAKTU KERJA PADA PROSES PEMBUATAN RANGKA UTAMA *UNDERFRAME* GERBONG KERETA API PPCW DI PT. INKA (PERSERO) MADIUN”**. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT selaku dosen pembimbing yang telah sabar dalam memberikan bimbingan, motivasi dan informasi hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Diaz Fitra Aksioma S.Si M.Si selaku co dosen pembimbing yang telah dengan sabar dan baik hati memberikan motivasi, inspirasi dan dukungan yang diberikan.
3. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, MT dan Bapak Drs. Haryono, MSIE selaku dosen penguji atas saran dan kritiknya yang sangat membangun.
4. Ibu Tri Suryani sebagai Manager Administrasi Personil yang telah memberi kesempatan untuk mengambil data di PT. INKA (Persero).
5. Staff karyawan PT. INKA (Persero) yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas seluruh pengarahan dan bimbingannya selama Tugas Akhir.
6. Ibu, Bapak dan kedua kakak saya atas segala doa, kasih sayang, dukungan, dan masih banyak pemberian lain yang tidak mungkin dapat disebutkan satu persatu. Keluarga terbaik di dunia yang telah dianugerahkan Allah SWT kepada

penulis. Penyemangat disaat semangat mulai surut dan disaat menemui kendala.

7. Teman-teman DIII Statistika 2012 yang berjuang bersama menggapai cita-cita.
8. Semua pihak yang telah mendukung dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis sangat berharap hasil Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua serta saran dan kritik yang bersifat membangun guna perbaikan di masa mendatang.

Surabaya, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Staistika Deskriptif	5
2.2. Pengukuran Waktu kerja	5
2.2.1 Pengukuran Waktu kerja dengan Jam Henti (<i>Stopwatch Time Study</i>)	6
2.2.2 Syarat Pengukuran kerja	9
2.2.3 Faktor Penyesuaian	15
2.3 Output Standar	17
2.4 Keseimbangan Lintas Produksi	17
2.5 PT. INKA (Persero)	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data	23
3.2 Variabel Penelitian	23
3.2.1 <i>Performance Rating</i> Sistem <i>Westinghouse (Skill)</i>	24
3.2.2 <i>Performance Rating</i> Sistem <i>Westinghouse (Effort)</i>	26

3.2.3	<i>Performance Rating Sistem</i> <i>Westinghouse (Condition)</i>	27
3.2.4	<i>Performance Rating Sistem</i> <i>Westinghouse (Consistency)</i>	27
3.3	Langkah Penelitian.....	30
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN		
4.1	Deskripsi Data.....	33
4.2	Persyaratan Pengukuran Waktu Kerja	34
4.2.1	Kecukupan Data.....	34
4.2.2	Keseragaman Data	36
4.3	Penentuan Faktor Penyesuaian	37
4.4	Perhitungan Waktu Normal	41
4.5	Perhitungan Waktu Kelonggaran.....	42
4.6	Perhitungan Waktu Standar dan Output Standar	43
4.7	Keseimbangan Lintas Produksi	45
4.7.1	Diagram <i>Precedence</i>	45
4.7.2	Perhitungan Waktu Kerja Siklus Stasiun	47
4.7.3	Penentuan Efisiensi Lintas Produksi.....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA		53
LAMPIRAN		55
BIODATA PENULIS		65

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Organisasi Data Peta Kontrol <i>X-MR</i>	14
Tabel 2.2 <i>Performance Rating</i> Sistem <i>Westinghouse (Skill)</i>	15
Tabel 2.3 <i>Performance Rating</i> Sistem <i>Westinghouse (Effort)</i>	16
Tabel 2.4 <i>Performance Rating</i> Sistem <i>Westinghouse (Consistency)</i>	16
Tabel 2.5 <i>Performance Rating</i> Sistem <i>Westinghouse (Condition)</i>	16
Tabel 3.1 Variabel Penelitian.....	24
Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Data Pengukuran Waktu Kerja .	33
Tabel 4.2 Pengujian Persyaratan Kecukupan Data	36
Tabel 4.3 Pengujian Persyaratan Keseragaman Data.....	38
Tabel 4.4 Penentuan Faktor Penyesuaian	40
Tabel 4.5 Perhitungan Waktu Normal	41
Tabel 4.6 Perhitungan Waktu Standar dan Output Standar	44
Tabel 4.7 Data <i>Precedence</i>	46

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Side Sill</i>	19
Gambar 2.2 <i>Cross Beam</i> dan <i>Center Sill</i>	20
Gambar 2.3 <i>End Beam</i>	20
Gambar 2.4 <i>Bolster</i> dan <i>End Center Sill</i>	21
Gambar 2.5 Hasil <i>Griding</i>	21
Gambar 3.1 Proses Operasi	29
Gambar 3.2 Langkah Penelitian	32
Gambar 4.1 Peta kontrol <i>X</i> untuk Variabel A1.....	36
Gambar 4.2 Peta kontrol <i>MR</i> untuk Variabel A1	37
Gambar 4.3 Diagram <i>Precedence</i> Proses Operasi.....	46
Gambar 4.4 Diagram <i>Precedence</i> Berdasarkan Stasiun Kerja...	48

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT INKA (Persero) merupakan perusahaan manufaktur sarana kereta api dan transportasi terpadu pertama yang berada di Asia Tenggara. Sebagai penyedia jasa alat transportasi khususnya perkeretaapian yang ada di Indonesia, PT INKA (Persero) berkewajiban menjadi sarana transportasi yang unggul dan menciptakan keunggulan kompetitif bisnis untuk menguasai pasar domestik dan memenangkan persaingan bisnis di pasar regional ASEAN yang dapat dilihat dari visi misi perusahaan. Performansi perusahaan sangat dipengaruhi oleh seberapa efektif dan efisien sistem yang dijalankan oleh perusahaan tersebut. Sistem produksi adalah salah satu yang memegang peranan besar, dimana efisien sistem produksi yang dijalankan sangat berpengaruh terhadap performansi perusahaan. PT INKA (Persero) sebagai perusahaan dengan *core product* kereta api tentunya memerlukan strategi dan sistem yang baik untuk meningkatkan efisiensi.

Pengukuran waktu kerja merupakan suatu usaha untuk menentukan lamanya waktu kerja yang dibutuhkan oleh seorang karyawan yang terlatih untuk menyelesaikan suatu pekerjaan pada tingkat kecepatan kerja yang normal (Wignjosuebrototo 2008). Pengukuran waktu kerja dengan menggunakan metode *stopwatch time study* akan memperoleh hasil waktu standar untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan yang mana waktu ini akan dipergunakan sebagai standar penyelesaian pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama. Suatu pekerjaan akan dikatakan diselesaikan secara efisien apabila waktu penyelesaiannya berlangsung paling singkat. Ketepatan waktu penyelesaian suatu proses pelayanan harus dapat diputuskan secara pasti, oleh karena itu diperlukan pengukuran waktu kerja untuk mendapatkan waktu standar suatu petugas untuk menghasilkan output standar yang ditargetkan suatu perusahaan. Output standar adalah jumlah produk yang dapat

dihasilkan oleh suatu operator setelah mempertimbangkan faktor penyesuaian dan waktu *allowance* (Wignjosoebroto 2008). Penyeimbangan lintas produksi juga dipertimbangkan dalam perhitungan waktu kerja, hal itu dikarenakan dengan analisis lintas produksi nantinya dapat digunakan untuk melakukan pengontrolan atau pengawasan suatu proses produksi.

Penelitian dilakukan pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW. Rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW adalah gerbong pengangkut barang yang mempunyai tingkat pemesanan yang tinggi, sehingga jika ada keterlambatan dalam proses produksi maka akan sangat merugikan PT INKA (Persero) dan mengecewakan konsumen. Dalam proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW, perusahaan mempunyai target memproduksi 3 *underframe* dalam satu hari akan tetapi pada kenyataannya produksi tidak memenuhi target yang telah ditentukan perusahaan. Maka penelitian ini dilakukan untuk menentukan waktu standar dan output standar dengan menggunakan metode *stopwatch*. Kemudian membuat keseimbangan lintas produksi untuk meminimalis keterlambatan dalam proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW. Informasi tepat tidaknya waktu kerja dapat menjadi saran bagi pihak PT INKA untuk menentukan kebijakan kepada para karyawannya secara relevan sesuai dengan perhitungan yang jelas dan dapat dipertanggungjawabkan.

Penelitian sebelumnya yang membahas pengukuran waktu kerja antara lain Feryani (2007) menghasilkan waktu standar dan output standar pada masing-masing elemen kerja proses pengemasan benih jagung hibrida adalah dapat menetapkan waktu standar dan output standar pada setiap elemen pengemasan benih jagung hibrida. Selanjutnya dilakukan oleh Shandy (2010) penelitian ini mengukur waktu standar dan output standar untuk menghasilkan sebuah dompet kulit, yaitu menghasilkan penetapan waktu standar dan output standar di industri dompet kulit tersebut kemudian dievaluasi produktivitas industrinya. Kemudian Tiffany

(2010) penelitian ini menentukan waktu standar, output standar, jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dan biaya/gaji karyawan. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah mengevaluasi jumlah tenaga kerja yang ada sebelumnya dan menentukan biaya/gaji karyawan.

1.2 Permasalahan

PT INKA (Persero) selama ini belum menetapkan waktu standar kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW, sehingga tidak diketahui apakah waktu yang digunakan untuk pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW dapat menghasilkan output sesuai target yaitu 3 unit dalam satu hari, oleh karena itu permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana cara agar PT INKA (Persero) dapat menghasilkan output rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW sesuai dengan target perusahaan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Menentukan waktu standar yang diperlukan untuk memproduksi pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA (Persero).
2. Mengetahui output standar yang dihasilkan untuk memproduksi pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA (Persero).
3. Menyeimbangkan lintas produksi dalam pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA (Persero).

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian dilakukan pada bagian pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA (Persero) yang mempunyai tingkat pemesanan yang tinggi.
2. Pengukuran dilakukan pada pekerja regular, dimana pekerja diasumsikan dalam keadaan sehat dan tidak dalam tekanan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. PT INKA (Persero) dapat memastikan waktu standar kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA (Persero).
2. Mengetahui output standar yang dihasilkan PT INKA (Persero) sehingga pihak pemesan akan mendapatkan ketepatan waktu dan tidak merasa dirugikan.
3. Penyeimbangan lintas produksi dapat meminimalis keterlambatan untuk pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif merupakan metode atau cara menggali dan meringkas data. Statistika deskriptif dapat digunakan untuk menjelaskan karakteristik data dengan menyajikan ringkasan data dan grafik-grafik yang dapat memberikan informasi yang diinginkan (Agresti dan Franklin 2007). Ukuran-ukuran statistik yang digunakan untuk mendeskripsikan suatu gugus data pada penelitian ini antara lain *mean* (rata-rata), standar deviasi, nilai maksimum dan minimum.

2.2 Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran kerja merupakan suatu metode penetapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit output yang dihasilkan. Pengukuran waktu kerja berhubungan dengan usaha-usaha untuk menetapkan waktu standar yang dibutuhkan guna menyelesaikan suatu pekerjaan yang efektif dan efisien. Waktu standar diperlukan untuk *man power planning* (perencanaan kebutuhan tenaga kerja), estimasi biaya-biaya untuk upah pekerja, penjadwalan produksi dan penganggaran, perencanaan sistem pemberian bonus dan insentif bagi pekerja berprestasi, indikasi keluaran (output) yang mampu dihasilkan oleh seorang pekerja (Wignjosoebroto 2008).

Teknik pengukuran kerja dikelompokkan ke dalam dua bagian, yaitu pengukuran waktu kerja secara langsung dan pengukuran waktu kerja secara tidak langsung. Pengukuran waktu kerja secara langsung dilakukan dengan menggunakan *stopwatch* dan *sampling kerja*. Pengukuran waktu kerja secara langsung dilaksanakan secara langsung di tempat dimana pekerjaan diukur dijalankan. Sedangkan pengukuran waktu kerja secara tidak langsung dilaksanakan tidak di tempat dimana pekerjaan diukur dijalankan. Dan aktivitas perhitungan waktu kerja secara tidak

langsung dilakukan dengan cara membaca Tabel waktu yang tersedia serta mengetahui jalannya pekerjaan melalui elemen pekerja atau elemen kegiatan. Pengukuran waktu kerja secara langsung terutama pengukuran jam henti adalah aktivitas yang mengawali dan menjadi landasan untuk kegiatan-kegiatan pengukuran kerja.

2.2.1 Pengukuran Waktu Kerja Dengan Jam Henti (*Stopwatch Time Study*)

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti diperkenalkan pertama kali oleh Frederick W. Taylor sekitar abad 19. Metode ini baik diaplikasikan untuk pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang (*repetitive*). Persyaratan yang harus dipenuhi sebelum melakukan pengukuran kerja adalah pekerjaan yang diukur adalah pekerjaan yang distandarkan dan menggunakan metode yang baku sehingga tidak ada alternatif metode lain yang dapat digunakan selama proses penyelesaian pekerjaan.

Langkah-langkah untuk pelaksanaan pengukuran waktu kerja dengan jam henti dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Menetapkan tujuan pengukuran.
Tujuan untuk melaksanakan suatu kegiatan haruslah bisa diidentifikasi dan ditetapkan terlebih dahulu. Dalam pengukuran kerja, hal-hal penting yang harus diketahui dan ditetapkan adalah untuk apa hasil pengukuran akan digunakan atau dimanfaatkan didalam kaitannya dengan proses produksi.
2. Memilih operator.
Operator sangatlah penting dalam pengukuran waktu kerja. Operator atau pekerja diasumsikan memiliki tingkat ketrampilan dan kemampuan yang sama sesuai dengan pekerjaannya. Operator yang dipilih untuk dianalisis akan dilakukan dengan cara dirandom (Wignjosoebroto 2008).
3. Membagi operasi menjadi elemen-elemen kerja
Cara terbaik untuk menggambarkan suatu operasi adalah dengan membagi kedalam elemen-elemen yang lebih detail dan mampu untuk diukur dengan mudah secara terpisah.

Besarnya waktu standar bisa ditetapkan berdasarkan elemen-elemen pekerjaan yang ada. Dengan membagi kedalam elemen-elemen kerja maka akan dapat dianalisa waktu-waktu berlebihan untuk tiap-tiap elemen yang ada atau yang terlalu singkat untuk elemen kerja yang lain.

4. Melakukan pengukuran waktu kerja
Elemen-elemen kerja yang telah terbagi kemudian selanjutnya akan dilakukan pengukuran kerja. Pertama menyiapkan alat-alat ukur seperti alat tulis untuk mencatat, lembar pengamatan yang berisi kolom-kolom untuk menuliskan waktu kerja yang didapat, dan jam henti atau *stopwatch*. Pada pengukuran waktu secara terus-menerus maka pengamat kerja akan menekan tombol *stopwatch* pada saat elemen kerja pertama dimulai dan membiarkan jarum petunjuk *stopwatch* berjalan secara terus-menerus sampai periode atau siklus kerja selesai berlangsung. Di sini pengamat kerja terus mengamati jalannya jarum *stopwatch* dan mencatat pembacaan waktu yang ditunjukkan setiap akhir dari elemen-elemen kerja pada lembar pengamatan.
5. Mengecek syarat pengukuran kerja
Pemenuhan persyaratan kecukupan data sangat perlu dipenuhi karena peneliti tidak selalu mendapatkan pengukuran yang konsisten dan objektif pada saat melakukan penelitian waktu kerja secara langsung di lapangan. Pengecekan keseragaman data digunakan untuk mengetahui apakah data yang telah diambil pada saat pengukuran sudah mempunyai varians yang seragam (konsisten/stabil) atau tidak (Wignjosoebroto 2008).
6. Menetapkan *performance rating* dari operator saat melaksanakan aktifitas kerja yang diukur dan dicatat waktunya tersebut.
Faktor penyesuaian (*performance rating*) adalah teknik untuk menyamakan waktu hasil observasi terhadap seorang operator dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dengan

waktu yang diperlukan oleh operator normal dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut. Metode yang dapat digunakan untuk menentukan *performance rating* antara lain dengan *skill and effort rating*, *westing house system's rating*, *synthetic rating*, dan *speed rating*, tetapi pada penelitian ini menggunakan metode *westing house system's rating* (Wignjosobroto 2008).

7. Menghitung waktu normal

Waktu normal merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Menyesuaikan waktu pengamatan berdasarkan *performance* yang ditunjukkan oleh operator sehingga akhirnya diperoleh waktu kerja normal. Dalam menentukan waktu normal, digunakan Persamaan 2.1 (Wignjosobroto 2008).

$$W_{\text{normal}} = \text{waktu pengamatan} \times \frac{\text{performance rating \%}}{100\%}$$

(2.1)

Dengan Persamaan 2.1 maka waktu normal yang dihasilkan dalam aktivitas pengukuran kerja akan dapat digunakan sebagai alat untuk membuat rencana penjadwalan kerja yang menyatakan berapa lama suatu kegiatan harus berlangsung dan berapa output yang dihasilkan serta berapa pula jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan.

8. Menetapkan waktu longgar (*allowance time*).

Waktu longgar yang dibutuhkan dan akan menginterupsi proses produksi ini bisa diklasifikasikan menjadi kebutuhan pribadi, melepas rasa lelah dan kelonggaran karena keterlambatan-keterlambatan yang tidak dapat dihindarkan. Ketiganya ini merupakan hal-hal yang secara nyata dibutuhkan oleh pekerja selama pengukuran diamati maupun tidak diamati. Maka dari itu kelonggaran perlu ditambahkan untuk mengukur waktu standar (Wignjosobroto 2008).

9. Menghitung waktu standar

Waktu standar merupakan waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dikerjakan dalam kondisi kerja terbaik. Menetapkan waktu standar (*standard time*) yaitu jumlah total antara waktu normal dan waktu longgar. Perhitungan waktu standar memperhatikan seperti kebutuhan pribadi, pemborosan waktu kerja yang tidak dapat dihindari, kelelahan kerja yang merupakan waktu kelonggaran yang diberikan karyawan. Dengan demikian, waktu standar dapat ditentukan dengan Persamaan 2.2 (Wignjosoebroto 2008).

$$W_{\text{standar}} = W_{\text{normal}} \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ Allowance}} \quad (2.2)$$

2.2.2 Syarat Pengukuran Kerja

Sebelum menghitung waktu standar data penelitian harus telah memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, yaitu persyaratan kecukupan data dan keseragaman data. Persyaratan kecukupan data dan keseragaman data ini digunakan untuk memastikan apakah data dikatakan cukup dan seragam sehingga layak untuk ditentukan waktunya.

a. Kecukupan Data

Pemenuhan persyaratan kecukupan data sangat perlu dipenuhi karena tidak selalu mendapatkan pengukuran yang konsisten dan objektif pada saat melakukan penelitian waktu kerja secara langsung di lapangan. Data dikatakan cukup apabila data penelitian yang diambil tidak melebihi $\alpha\%$ dari data sebenarnya. Pengambilan sampel yang relatif besar akan dapat membuat siklus kerja yang diamati mendekati kebenaran dari data waktu yang diperoleh, namun apabila data belum cukup maka perlu dilakukan pengamatan kembali sampai data cukup memenuhi persyaratan. Adapun formulasi untuk melakukan

pemenuhan persyaratan kecukupan data dapat dilihat pada Persamaan 2.13 berikut (Wignjosoebroto 2008).

1. Menghitung rata-rata waktu pengamatan

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.3)$$

dengan :

x_i = waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu elemen pada pengamatan ke- i

\bar{x} = rata-rata dari semua waktu pengamatan per elemen kerja

n = jumlah pengamatan yang diambil

2. Menghitung deviasi standar dari waktu penyelesaian

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{N}} \quad (2.4)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i^2 - 2\mu x_i + \mu^2)}{N}} \quad (2.5)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - 2\mu \sum_{i=1}^n x_i + n\mu^2}{N}} \quad (2.6)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{N}} \quad (2.7)$$

$$\sigma = \frac{1}{N} \sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \quad (2.8)$$

3. Menghitung deviasi standar dari distribusi rata-rata yang diukur

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n'}} \quad (2.9)$$

4. Menghitung kecukupan data

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n'}}$$

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\frac{1}{N} \sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}}{\sqrt{n'}} \quad (2.10)$$

Berdasarkan Persamaan 2.9 dan 2.10 maka dapat diperoleh rumus sebagai berikut,

$$s\bar{x} = k\sigma_{\bar{x}}$$

$$s \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{k \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{N}}}{\sqrt{n'}} \quad (2.11)$$

$$\sqrt{n'} = \frac{nk \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{N}}}{s \sum_{i=1}^n x_i} \quad (2.12)$$

$$n' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}}{\sum_{i=1}^n x_i} \right]^2 \quad (2.13)$$

dengan :

n' = jumlah pengamatan yang seharusnya diambil

n = jumlah pengamatan awal yang diambil

s = tingkat ketelitian

k = tingkat kepercayaan

Jika data yang diperoleh dari pengamatan awal lebih kecil daripada jumlah pengamatan yang seharusnya diambil ($n < n'$) maka perlu dilakukan kembali pengamatan hingga mendapatkan hasil $n \geq n'$. Apabila hal tersebut sudah dipenuhi, maka sampel dianggap sudah cukup dan layak dipakai untuk dilanjutkan ke analisis berikutnya.

b. Keseragaman Data

Pengecekan keseragaman data digunakan untuk mengetahui apakah data yang telah diambil pada saat pengukuran sudah mempunyai variansi yang seragam (konsisten/stabil) atau tidak (Wignjosoebroto 2008). Keseragaman data dapat dilakukan dengan cara visual dan/atau mengaplikasikan peta kontrol (*control chart*). Cara visual dilakukan dengan sederhana, mudah dan cepat, dapat dilakukan dengan hanya melihat data yang terkumpul dan mengidentifikasi data yang terlalu “ekstrim”, dimana data yang terlalu ekstrim untuk selanjutnya tidak dapat digunakan. Secara deskriptif pemeriksaan keseragaman data adalah peta kontrol. Peta kontrol yang tepat digunakan adalah peta kontrol *X-MR* karena peta kontrol *X-MR* merupakan peta yang menggunakan pengujian terhadap satu unit produk. Apabila proses pengujian akan menyebabkan kerusakan produk atau proses pengujian dirasakan terlalu tinggi maka hanya diambil satu unit produk sebagai sampel untuk menguji apakah proses produksinya masih berada didalam batas kontrol atau tidak.

Peta kontrol *X-MR* digunakan untuk pengamatan individu dimana $n=1$. Pengamatan individu dapat terjadi karena produksi yang dihasilkan sedikit dan bersifat homogen. Sesuai dengan namanya, peta ini terdiri atas peta kontrol *X* dan peta kontrol

Moving Range (MR) yang mana prosedur pengendaliannya menggunakan rentang bergerak dua pengamatan berurutan. Peta kontrol \bar{X} adalah peta yang menampilkan angka hasil pengukuran, sedangkan peta kontrol *Moving Range (MR)* adalah peta yang menampilkan rentang bergerak dari pengukuran yang satu ke pengukuran selanjutnya.

Untuk penggunaan peta kontrol akan terlebih dahulu menentukan batas atas (BKA) dan batas bawah (BKB) untuk peta kontrol \bar{X} yang ada dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$BKA = \bar{x} + 3 \frac{\overline{MR}}{d_2} \quad (2.14)$$

$$GT = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.15)$$

$$BKB = \bar{x} - 3 \frac{\overline{MR}}{d_2} \quad (2.16)$$

dimana, $Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 3$ dengan $\alpha = 0,27\%$

Selanjutnya batas kontrol untuk peta kontrol *Moving Range (MR)* diformulasikan sebagai berikut.

$$BKA = D_4 \overline{MR} \quad (2.17)$$

dimana : $D_4 = 1 + \frac{d_3}{d_2}$

$$GT = \overline{MR} = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - x_{i-1}|}{n-1} \quad (2.18)$$

$$BKB = D_3 \overline{MR} \quad (2.19)$$

dimana : $D_3 = 1 - \frac{d_3}{d_2}$

dengan :

\bar{x} = rata-rata data pengamatan waktu kerja

\overline{MR} = rata-rata rentang bergerak dua pengamatan berurutan

BKA = batas kontrol atas

BKB = batas kontrol bawah

GT = garis tengah

D_3, D_4 = nilai faktor-faktor untuk penetapan batas kendali

Susunan data atau organisasi data dari peta kontrol $X-MR$ dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Organisasi Data Peta Kontrol $X-MR$

Sampel (i)	X_i	MR_i
1	X_1	
2	X_2	MR_1
3	X_3	MR_2
.	.	.
.	.	.
.	.	.
N	X_n	MR_{n-1}
	\bar{X}	\overline{MR}

Jika data yang diperoleh telah terkendali maka dapat dilanjutkan ke analisis berikutnya. Sedangkan jika data tidak terkendali atau melebihi batas kontrol maka variabel yang tidak seragam akan mengalami reduksi atau pengurangan data. Sehingga perlu dilakukan persyaratan kecukupan data lagi pada variabel yang tidak seragam.

2.2.3 Faktor Penyesuaian

Faktor penyesuaian (*performance rating*) adalah teknik untuk menyamakan waktu hasil observasi terhadap seorang operator dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dengan waktu yang diperlukan oleh operator normal dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut. Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan *performance rating* adalah *Westing House System's Rating*. Sistem *Westing House* ini menjelaskan empat faktor yaitu kemampuan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*condition*) dan ketepatan kerja (*consistency*). Untuk ini, *westing house* telah membuat suatu Tabel *performance rating* yang berisikan nilai-nilai angka yang berdasarkan tingkatan yang ada untuk masing-masing faktor tersebut sesuai dengan yang tertera pada Tabel 2.2 sampai Tabel 2.5

Tabel 2.2 *Performance Rating Sistem Westinghouse(Skill)*

SKILL		
Jenis <i>Performance</i>	Simbol	Nilai
<i>Superskill</i>	A1	+0.15
<i>Superskill</i>	A2	+0.13
<i>Excellent</i>	B1	+0.11
<i>Excellent</i>	B2	+0.08
<i>Good</i>	C1	+0.06
<i>Good</i>	C2	+0.03
<i>Average</i>	D	0.00
<i>Fair</i>	E1	-0.05
<i>Fair</i>	E2	-0.10
<i>Poor</i>	F1	-0.16
<i>Poor</i>	F2	-0.22

Tabel 2.3 Performance Rating Sistem Westinghouse(*Effort*)

EFFORT		
Jenis <i>Performance</i>	Simbol	Nilai
<i>Superskill</i>	A1	+0.16
<i>Superskill</i>	A2	+0.12
<i>Excellent</i>	B1	+0.10
<i>Excellent</i>	B2	+0.08
<i>Good</i>	C1	+0.05
<i>Good</i>	C2	+0.02
<i>Average</i>	D	0.00
<i>Fair</i>	E1	-0.04
<i>Fair</i>	E2	-0.08
<i>Poor</i>	F1	-0.12
<i>Poor</i>	F2	-0.17

Tabel 2.4 Performance Rating Sistem Westinghouse(*Condition*)

CONDITION		
Jenis <i>Performance</i>	Simbol	Nilai
<i>Ideal</i>	A	+0.06
<i>Excellent</i>	B	+0.04
<i>Good</i>	C	+0.02
<i>Average</i>	D	0.00
<i>Fair</i>	E	-0.03
<i>Poor</i>	F	-0.07

Tabel 2.5 Performance Rating Sistem Westinghouse(*Consistency*)

CONSISTENCY		
Jenis <i>Performance</i>	Simbol	Nilai
<i>Ideal</i>	A	+0.04
<i>Excellent</i>	B	+0.03
<i>Good</i>	C	+0.01
<i>Average</i>	D	0.00
<i>Fair</i>	E	-0.02
<i>Poor</i>	F	-0.04

2.3 Output Standar

Output standar adalah jumlah output atau produk yang dapat dihasilkan oleh suatu operator setelah mempertimbangkan faktor penyesuaian dan waktu *allowance* (Wignjosoebroto 2008). Untuk mengetahui output standar yang dihasilkan maka setelah menghitung waktu standar, dilanjutkan menghitung output standar. Dengan demikian, Persamaan 2.20 dapat digunakan untuk menentukan output standar.

$$O_{\text{standar}} = \frac{1}{W_{\text{standar}}} \quad (2.20)$$

2.4 Keseimbangan Lintas Produksi

Penyeimbangan lintas produksi adalah mendapatkan output disetiap stasiun kerja pada lintas produksi sehingga keterlambatan dapat diminimalisasi (Render dan Heizer 2006). Pengaturan kerja sepanjang lintas produksi akan bervariasi sesuai ukuran produk yang akan dirakit. Adapun permasalahan penting dalam penyeimbangan lintas adalah penyeimbangan antar stasiun kerja dan menjaga kelangsungan produksi dalam lintas produksi.

Dengan adanya lintas produksi diharapkan dapat meningkatkan efisiensi tiap stasiun kerja dan menyeimbangkan lintasan sehingga seluruh stasiun kerja dalam lintasan bekerja dengan kecepatan yang optimal (Render dan Heizer 2006).

Setelah membuat diagram *precedence* yang merangkum urutan waktu tugas kemudian tugas-tugas dikelompokkan dalam stasiun kerja. Proses ini meliputi tiga langkah berikut.

1. Menghitung unit yang dibutuhkan perhari (tingkat permintaan atau tingkat produksi) dan dibagi dengan waktu produksi yang tersedia perhari. Selanjutnya akan diperoleh waktu siklus yang merupakan waktu maksimal dimana produk dapat tersedia pada setiap stasiun kerja pada tingkat produksi yang ingin dicapai.

$$\text{waktu siklus} = \frac{\text{waktu produksi yang tersedia perhari}}{\text{unit yang dihasilkan perhari}} \quad (2.21)$$

2. Menghitung jumlah stasiun kerja minimal secara teoritis. Jumlah ini merupakan waktu pengerjaan tugas total (waktu standar yang dibutuhkan untuk membuat produk) dibagi dengan waktu siklus stasiun.

$$\text{jumlah stasiun kerja minimal} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{waktu untuk tugas } i}{\text{waktu siklus}} \quad (2.22)$$

3. Menyeimbangkan lintas produksi dengan memberikan tugas produksi tertentu pada setiap stasiun kerja. Berikut prosedur formal untuk mngerjakan hal ini.
 - a. Mengidentifikasi daftar tugas utama.
 - b. Menghilngkan tugas yang telah diberikan pada stasiun kerja tertentu.
 - c. Menghilangkan tugas yang memiliki hubungan preseden yang tidak dapat dipenuhi.
 - d. Menghilangkan tugas yang tidak cukup waktunya untuk dilaksanakan pada stasiun kerja.
 - e. Menggunakan salah satu heuristik penyeimbang lintas produksi .

2.5 PT INKA (Persero)

PT. Industri Kereta Api (INKA) didirikan pada 18 Mei 1981. PT INKA merupakan perusahaan manufaktur sarana kereta api dan transportasi terpadu pertama di Asia Tenggara. PT INKA berkomitmen untuk menghasilkan produk dan jasa berkualitas terbaik bagi semua konsumen. Produk-produk PT INKA telah dioperasikan di berbagai dunia, antara lain di Bangladesh, Filipina, Malaysia, Singapura, Thailand dan Australia. Berawal dari industri manufaktur sarana kereta api hingga berkembang menjadi penyedia sarana kereta api dan transportasi terpadu, selama lebih dari 30 tahun INKA selalu mendorong perkembangan industri transportasi di Indonesia.

Tahapan pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA (Persero) terdiri dari beberapa proses. Berikut tahapan proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA (Persero).

a. *Setting*

Tahap *setting* merupakan tahap awal dalam proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW. *Setting* disini dilakukan dengan mempersiapkan awal pemasangan bahan untuk *underframe* gerbong kereta api PPCW. Di proses *setting* ini ada pemasangan *side sill*, dimana *side sill* merupakan beam yang terdapat pada sisi *underframe*.



Gambar 2.1 *Side sill*

b. *Welding in jig*

Pada tahap *Welding in jig* karyawan memasang (mengelas) bagian *cross beam* dan *center sill*. *Cross beam* merupakan beam yang berfungsi sebagai penambah kekakuan *underframe*, terletak ditengah-tengah *underframe* dan melintang terhadap *center sill* dan *side sill*. *Center sill* merupakan beam utama yang berfungsi menerima langsung gaya horizontal.



Gambar 2.2 *cross beam dan center sill*

c. *Setting out jig*

Dalam pembuatan *underframe* gerbong kereta api PPCW, tahap *setting out jig* adalah karyawan memasang (mengelas) bagian *end beam*. *End beam* adalah berfungsi sebagai penambah kekakuan *underframe*, terletak pinggir *underframe*.



Gambar 2.3 *end beam*

d. *Welding out jig*

Pada tahap *welding out jig* karyawan memasang (mengelas) bagian *bolster* dan *end center sill*. *Bolster* merupakan tempat bertumpunya boggie. *End center sill*, merupakan beam yang terdapat pada ujung *underframe*.



Gambar 2.4 *bolster dan end center sill*

e. Griding

Proses griding ini berguna untuk menguatkan *assembly* dari *side sill*, *cross beam*, *center sill*, *end beam*, *bolster* dan *end center sill*. Dimana proses ini paling lama dalam pembuatan *underframe*.



Gambar 2.5 hasil *griding*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer, yaitu dengan melakukan penelitian secara langsung pada bagian pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW dengan metode *stopwatch time study*. Pengamatan dilaksanakan pada Bulan Januari-Februari 2015 di PT INKA (Persero). Pengambilan data dilakukan dengan membagi setiap proses operasi menjadi beberapa elemen kerja. Setiap elemen kerja diambil satu karyawan secara random yang memiliki kemampuan yang relatif sama. Pengukuran setiap stasiun kerja dilakukan dengan mengamati waktu kerja karyawan yang telah terpilih, dimana diamati dari awal pekerjaan karyawan sampai pekerjaannya selesai.

Dilakukan pengamatan awal (n) sebanyak 30 waktu kerja untuk setiap elemen. Data yang diperoleh dari pengamatan awal digunakan untuk menguji persyaratan kecukupan data, apabila $n < n'$ maka perlu dilakukan penambahan jumlah pengamatan hingga mendapatkan hasil $n \geq n'$.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang dipakai adalah proses produksi dan waktu kerja pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA pada bagian perakitan (PRK). Elemen kerja pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW merupakan rincian dari proses operasi yaitu, *setting awal*, *welding in jig*, *setting out jig*, *welding out jig* dan *grinding*. Elemen kerja untuk proses operasi dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

No.	Proses Operasi	Variabel	Elemen Kerja
1	<i>Setting Awal</i>		Karyawan A
		A1	1. Menyambung bagian <i>Side Sill</i>
2	<i>Welding In Jig</i>		Karyawan B
		B1	1. Menyambung <i>Cross Beam</i>
		B2	2. Menyambung <i>Center Sill</i>
3	<i>Setting Out Jig</i>		Karyawan C
		C1	1. Menyambung <i>End Beam</i>
4	<i>Welding Out Jig</i>		Karyawan D
		D1	1. Menyambung <i>Bolster</i>
		D2	2. menyambung <i>End Center Sill</i>
5	<i>Gridding</i>		Karyawan E
		E1	1. Melakukan gridding ke setiap bagian <i>underframe</i>

Kriteria nilai *performance rating* karyawan dalam pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW dapat dijelaskan sebagai berikut.

3.2.1 *Performance Rating Sistem Westinghouse(Skill)*

Klasifikasi dari kelas keterampilan pada Tabel 2.2 dibagi menjadi 6 kelas dengan ciri-ciri dari setiap kelas yang telah diberikan oleh PT INKA (Persero) adalah.

1. *Superskill* memiliki ciri-ciri secara bawaan cocok sekali dengan pekerjaannya, bekerja dengan sempurna, tampak seperti telah terlatih dengan baik, gerakannya halus tapi sangat cepat sehingga sulit sekali untuk diikuti, perpindahan dari satu elemen pekerjaan ke elemen pekerjaan lainnya tidak terlampau terlihat karena lancar, tidak terkesan adanya gerakan-gerakan berpikir dan merencanakan tentang apa yang akan dikerjakan (sudah sangat otomatis).

2. *Excellent skill* memiliki ciri-ciri percaya pada diri sendiri, tampak cocok dengan pekerjaannya, terlihat terlatih dengan baik, bekerjanya teliti dengan tidak banyak melakukan pengukuran-pengukuran atau pemeriksaan-pemeriksaan, menggunakan peralatan dengan baik, gerakan kerjanya beserta urutan-uratanya tanpa kesalahan.
3. *Good skill* memiliki ciri-ciri kualitas hasil baik, dapat memberi petunjuk-petunjuk pada pekerjaan lain yang keterampilannya lebih rendah, tampak jelas sebagai pekerja yang cakap, gerakan terkoordinasi dengan baik, pekerjaannya tampak lebih baik daripada kebanyakan pekerjaan pada umumnya, tidak memerlukan banyak pengawasan.
4. *Average skill* memiliki ciri-ciri gerakannya tidak terlalu cepat dan tidak terlalu lambat, terlihat adanya pekerjaan-pekerjaan yang direncanakan, tampak cukup terlatih dan karenanya mengetahui seluk beluk pekerjaannya, mengkoordinasi tangan dan pikiran dengan cukup baik, bekerjanya secara teliti, secara keseluruhan cukup memuaskan.
5. *Fair skill* memiliki ciri-ciri tampak terlatih tapi belum cukup baik, terlihat adanya perencanaan-perencanaan sebelum me-mulai pekerjaannya, tidak mempunyai kepercayaan diri yang cukup sehingga mengetahui apa yang harus dilakukannya tetapi tampak tidak selalu yakin, sebagian waktu terbuang karena kesalahan-kesalahan sendiri, sepertinya tidak cocok dengan pekerjaannya, tetapi telah ditempatkan dipekerjaan itu sejak lama, jika tidak bekerja secara sungguh-sungguh, *outputnya* akan sangat rendah.
6. *Poor skill* memiliki ciri-ciri tidak bisa mengkoordinasikan tangan dan pikiran, gerakan kaku, tidak terlihat adanya kecocokan dengan pekerjaannya, tidak adanya kepercayaan diri, sering melakukan kesalahan tidak bisa mengambil inisiatif sendiri.

3.2.2 Performance Rating Sistem Westinghouse(Effort)

Berdasarkan Tabel 2.3 usaha atau *effort* menunjukkan kemampuan untuk bekerja secara efektif. Hal ini ditunjukkan oleh kecepatan pada tingkat kemampuan yang dimiliki dan dapat dikontrol pada tingkat yang tinggi oleh operator. Untuk usaha atau *effort* ini, ciri-ciri yang telah ditetapkan PT INKA adalah sebagai berikut.

1. *Excessive effort* memiliki ciri-ciri kecepatan sangat berlebihan, usahanya sangat bersungguh-sungguh tetapi dapat mem-bahayakan kesehatan, kecepatan yang ditimbulkan tidak dapat dipertahankan sepanjang hari.
2. *Excellent effort* memiliki ciri-ciri jelas terlihat kecepatan kerjanya yang tinggi, gerakan yang lebih “ekonomis” dari operator yang lain, penuh perhatian pada pekerjaan, banyak memberi saran, tidak dapat bertahan lebih dari beberapa hari bekerja secara sistematis.
3. *Good effort* memiliki ciri-ciri bekerjanya berirama, waktu untuk menganggur sangat sedikit, kadang-kadang tidak ada kecepatan baik dan dapat dipertahankan sepanjang hari, menerima saran-saran dan petunjuk dengan senang, penuh perhatian pada pekerjaan.
4. *Average effort* memiliki ciri-ciri tidak sebaik *good effort*, tetapi lebih baik dari *poor effort*, bekerja dengan stabil, menerima saran-saran tetapi tidak melaksanakannya, *set up* dilaksanakan dengan baik, melakukan kegiatan-kegiatan perencanaan.
5. *Fair effort* memiliki ciri-ciri saran-saran perbaikan diterima dengan kesal, kurang sungguh-sungguh, terjadi sedikit penyimpangan dari cara kerja baku, gerakan tidak terencana, tidak mengeluarkan tenaga dengan secukupnya, terlampau hati-hati.
6. *Poor effort* memiliki ciri-ciri membuang-buang waktu, tidak memperhatikan adanya minat bekerja, tidak mau menerima saran, malas dan lambat bekerja, *set up* kerjanya tidak baik.

3.2.3 *Performance Rating Sistem Westinghouse(Condition)*

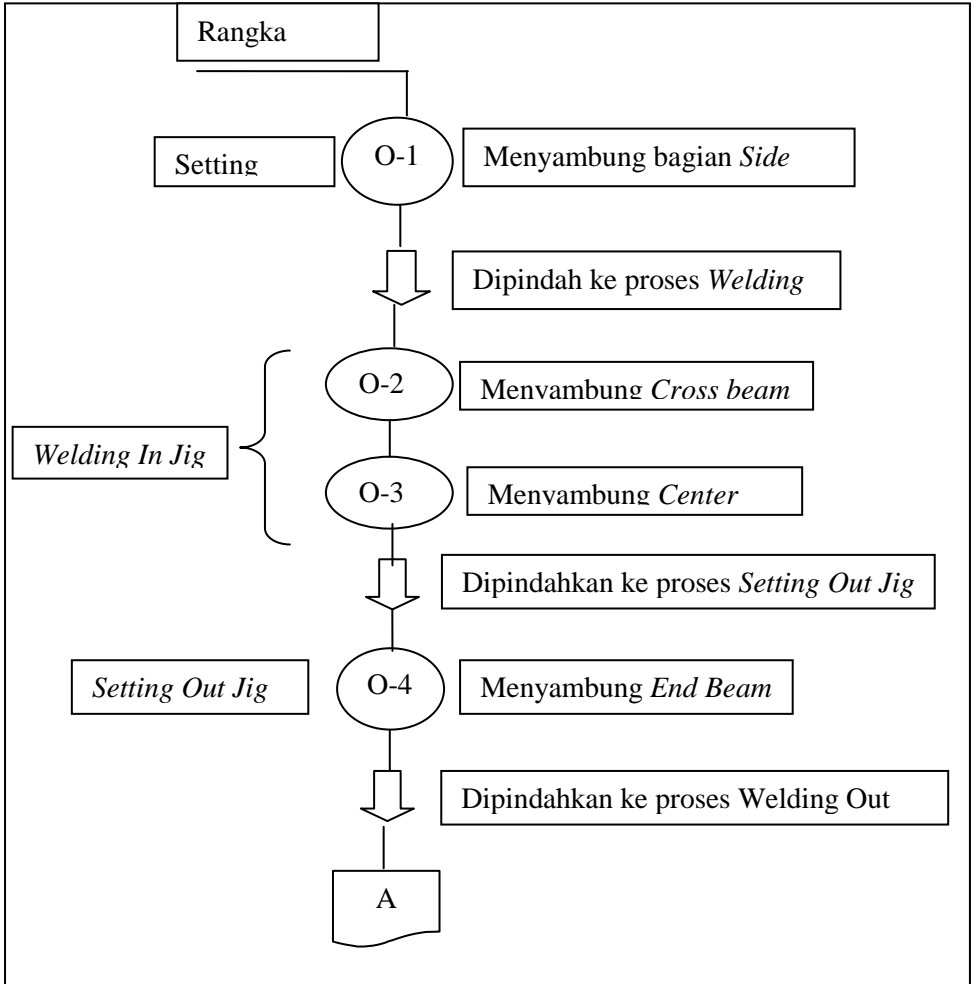
Berdasarkan Tabel 2.4 untuk faktor kondisi (*condition*) merupakan prosedur *performance rating* yang berakibat pada operator bukan pada operasi. Kondisi kerja (*condition*) adalah kondisi fisik lingkungan kerja seperti keadaan pencahayaan, temperatur dan kebisingan ruangan. Bila 3 faktor lainnya yaitu keterampilan, usaha dan konsistensi merupakan apa yang dicerminkan oleh operator maka kondisi kerja ini merupakan sesuatu diluar operator yang diterima apa adanya oleh operator tanpa banyak kemampuan merubahnya. Oleh sebab itu, faktor kondisi sering disebut sebagai faktor manajemen, karena pihak inilah yang dapat dan berwenang merubah atau memperbaikinya. Kondisi kerja dibagi menjadi 6 kelas yaitu *Ideal*, *Excellent*, *Good*, *Average*, *Fair* dan *Poor*. Kondisi yang *ideal* tidak selalu sama bagi setiap pekerjaan karena berdasarkan karakteristiknya, masing-masing pekerja membutuhkan kondisi *ideal* sendiri-sendiri. Suatu kondisi yang dianggap *good* untuk suatu pekerjaan dapat dirasakan sebagai *fair* atau *poor* bagi pekerjaan yang lain. Pada dasarnya, kondisi *ideal* adalah kondisi yang paling cocok untuk pekerjaan yang bersangkutan, yaitu yang memungkinkan *performance* maksimal dari pekerja. Sebaliknya kondisi *poor* adalah kondisi lingkungan yang tidak membantu jalannya pekerjaan bahkan sangat menghambat pencapaian *performance* yang baik.

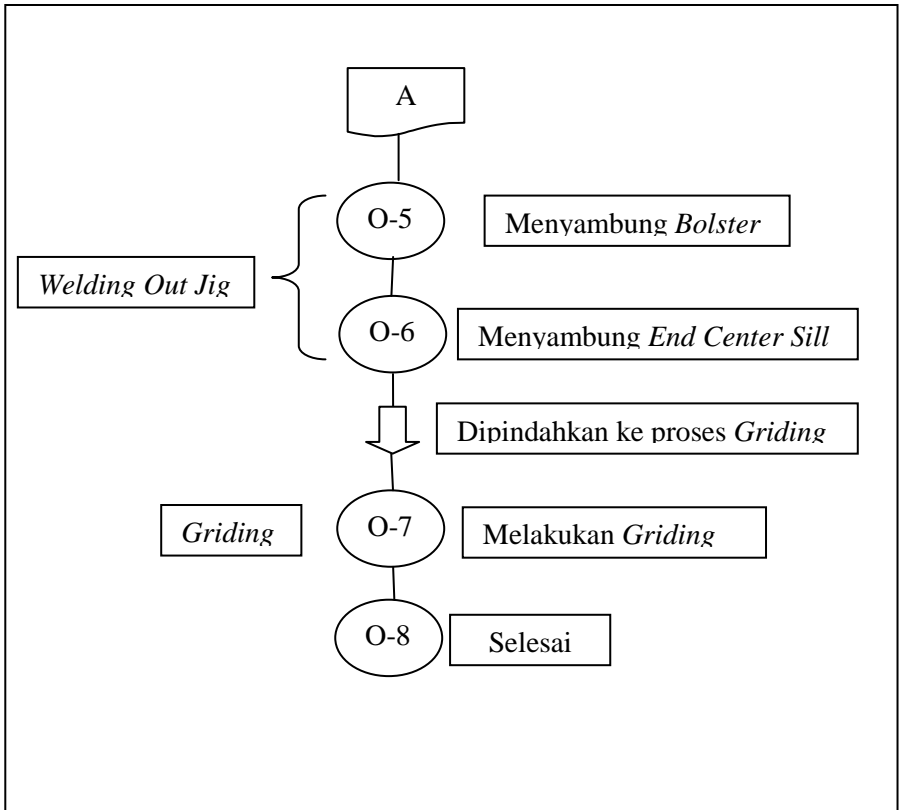
3.2.4 *Performance Rating Sistem Westinghouse(Consistency)*

Berdasarkan Tabel 2.5 faktor berikutnya yang harus diperhatikan adalah konsistensi atau *consistency*. Faktor ini perlu diperhatikan karena kenyataan bahwa pada setiap pengukuran waktu, angka-angka yang dicatat tidak pernah semuanya sama dan selalu berubah dari satu siklus ke siklus lainnya, dari jam ke jam bahkan dari ke hari ke hari. Selama masih dalam batas-batas kewajaran, masalah tidak akan timbul, tetapi jika variabilitasnya tinggi maka hal tersebut harus diperhatikan. Sebagaimana halnya

dengan faktor-faktor yang lain, konsistensi juga dibagi menjadi 6 kelas yaitu: *Perfect*, *Excellent*, *Good*, *Average*, *Fair* dan *Poor*.

Berdasarkan elemen kerja pada variabel penelitian selanjutnya peta operasi pada Gambar 3.1





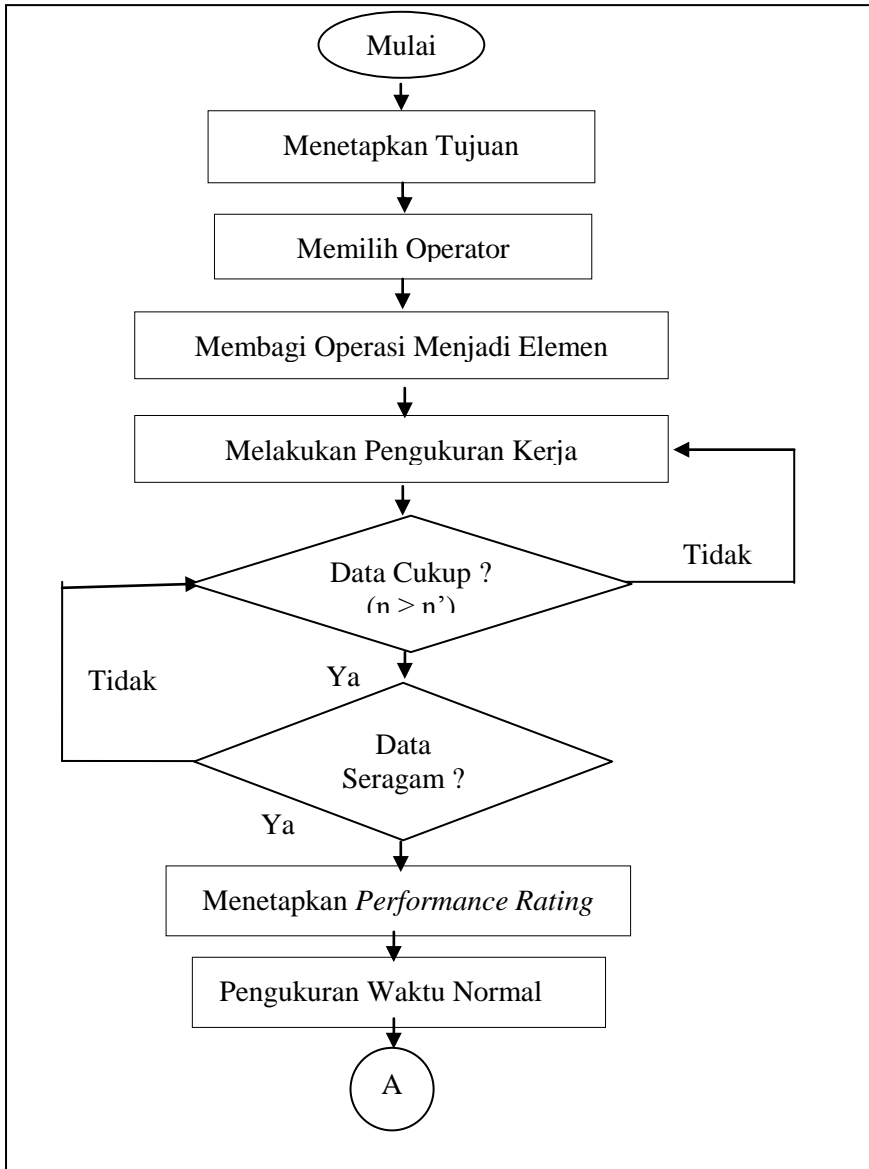
Gambar 3.1 Proses Operasi

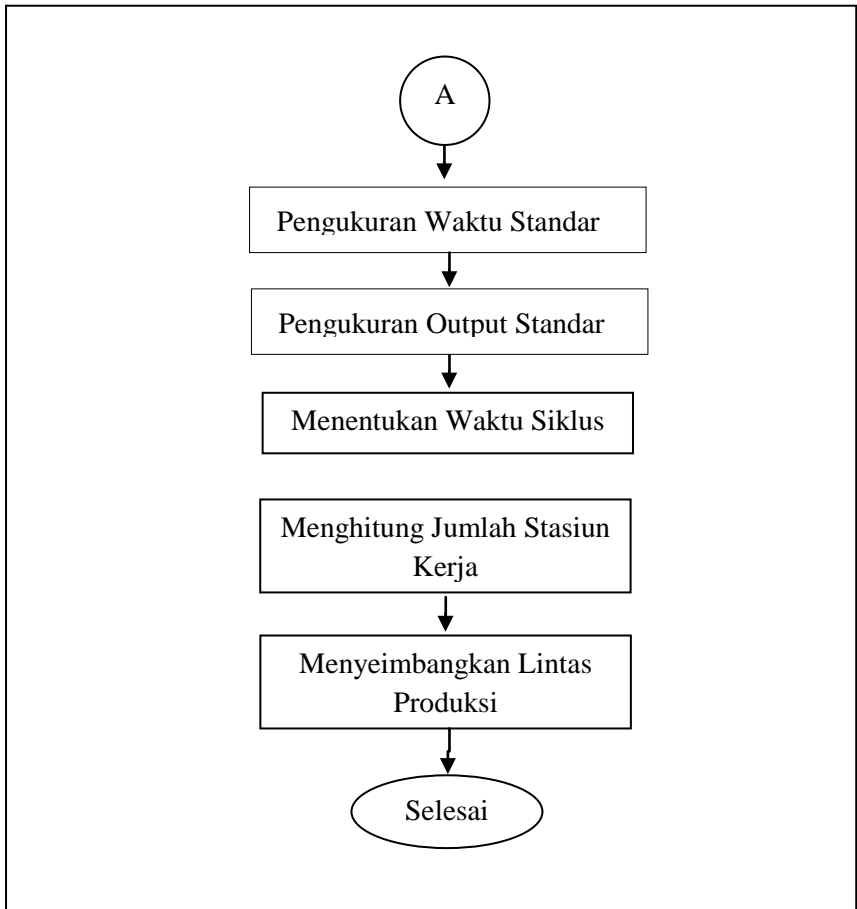
3.3 Langkah Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian dari laporan ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk menghitung waktu standar, adapun langkah-langkah analisis yang digunakan sebagai berikut.
 - a. Menetapkan tujuan pengukuran
 - b. Memilih operator
 - c. Membagi operasi menjadi elemen-elemen kerja
 - d. Melakukan pengukuran waktu kerja
 - e. Menguji syarat kecukupan data
 - f. Menguji syarat keseragaman data
 - g. Menetapkan *performance rating*
 - h. Menghitung waktu normal
 - i. Menetapkan waktu longgar (*allowence*)
 - j. Menghitung waktu standar
2. Menghitung output standar berdasarkan waktu standar yang telah diperoleh
3. Untuk menentukan lintas produksi, langkah analisis yang digunakan adalah sebagai berikut
 - a. Menentukan waktu siklus stasiun
 - b. Menghitung jumlah stasiun kerja
 - c. Menyeimbangkan lintas produksi

Tahapan proses pembuatan laporan berdasarkan langkah penelitian dapat dilihat pada gambar 3.2.





Gambar 3.2 Langkah Penelitian

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis dan pembahasan merupakan penyelesaian dari permasalahan yang ada. Data karakteristik pengukuran waktu kerja dapat secara langsung dianalisis dengan statistika deskriptif. Sedangkan pengukuran waktu kerja untuk mengetahui output standar dengan menggunakan metode *stopwatch time study*. Dan selanjutnya dilakukan analisis keseimbangan lintas produksi diharapkan dapat meningkatkan efisiensi setiap stasiun kerja dan menyeimbangkan lintasan.

4.1 Deskripsi Data

Deskripsi data digunakan untuk mengetahui karakteristik dari data pengukuran waktu kerja yang diperoleh. Tabel 4.1 dibawah ini menunjukkan hasil pengukuran kerja pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA (Persero) Madiun.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Data Pengukuran Waktu Kerja

Proses Operasi	Variabel (menit)	Mean (menit)	St.Dev (menit)	Minimum (menit)	Maksimum (menit)
<i>Setting Awal</i>	A1	48,3	3,2	45	52,5
<i>Welding In Jig</i>	B1	46	2,2	43,3	49,5
	B2	46,3	2,3	43,6	49,5
<i>Setting Out Jig</i>	C1	47,2	3,2	43,9	52,5
<i>Welding Out Jig</i>	D1	45,2	2,2	43,6	48,8
	D2	47,1	3	43,9	52,5
<i>Gridding</i>	E1	46,4	2,9	43,6	52,5

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata elemen kerja yang paling lama adalah proses *setting* awal sebesar 48,3 menit, dengan standar deviasi 3,2 menit, waktu minimum proses *setting* awal sebesar 45 menit dan waktu maksimum sebesar 52,5 menit. Sedangkan rata-rata elemen kerja yang paling singkat adalah proses *welding out jig* elemen kegiatan D1 (menyambung *end center sill*) yaitu sebesar 45,2 menit, dengan standar deviasi 2,2 menit, waktu minimum proses *welding out jig* elemen kegiatan D1 (menyambung *end center sill*) sebesar 43,6 menit dan waktu maksimum sebesar 48,8 menit.

4.2 Persyaratan Pengukuran Waktu Kerja

Sebelum menghitung waktu standar data penelitian harus telah memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, yaitu persyaratan kecukupan data dan keseragaman data. Berikut adalah hasil analisis persyaratan kecukupan data dan keseragaman data pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA (Persero).

4.2.1 Kecukupan Data

Pemenuhan persyaratan kecukupan data sangat perlu dipenuhi karena tidak selalu mendapatkan pengukuran yang konsisten dan objektif pada saat melakukan penelitian waktu kerja secara langsung di lapangan. Pengukuran waktu kerja yang telah dilakukan pada setiap elemen kerja dengan pengamatan awal $n = 30$ yang dilakukan pada setiap elemen kerja, sehingga setiap elemen kerja dari setiap proses operasi masing-masing memiliki 30 data. Pada penelitian ini digunakan taraf signifikan 5% sehingga diperoleh nilai $k = 1,96$. Berikut hasil analisis pada elemen kerja A1 dengan proses operasi *setting* awal pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW.

$$n' = \left[\frac{\frac{k}{g} \sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}}{\sum_{i=1}^n x_i} \right]^2$$

$$n' = \left[\frac{\frac{1,96}{0,05} \sqrt{30(70034,06) - (1446,75)^2}}{1446,75} \right]^2$$

$$n' = 5,83 \approx 6$$

Berdasarkan perhitungan elemen kerja A1 didapatkan $n' = 6$ sedangkan pengamatan awal $n = 30$. Maka pengujian kecukupan data pada elemen kerja A1 dengan proses operasi *setting* awal telah memenuhi persyaratan kecukupan data dimana mendapatkan hasil $n \geq n'$.

Keseluruhan perhitungan untuk persyaratan kecukupan data tiap elemen kerja proses produksi pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW dapat dilihat pada lampiran A, sedangkan Tabel 4.2 menunjukkan ringkasan hasil analisis persyaratan kecukupan data dari keseluruhan elemen kerja berdasarkan masing-masing proses operasi.

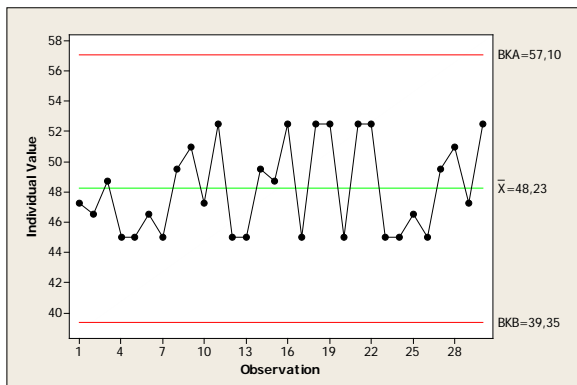
Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui bahwa semua variabel dari masing-masing elemen kerja pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW telah memenuhi persyaratan kecukupan data. Hal tersebut dikarenakan pengamatan telah mendapatkan hasil $n \geq n'$ sehingga keseluruhan pengamatan telah memenuhi persyaratan kecukupan data.

Tabel 4.2 Pengujian Persyaratan Kecukupan Data

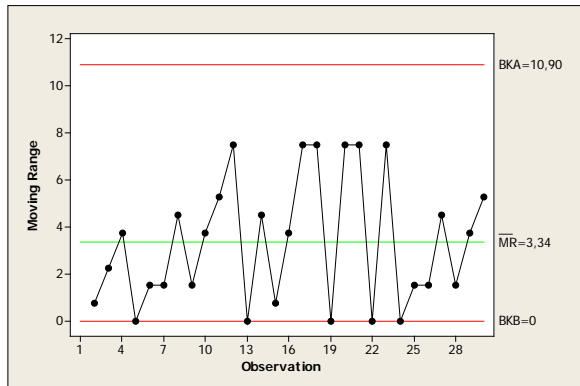
No.	Proses Operasi	Variabel	n	n'	Keterangan
1	<i>Setting Awal</i>	A1	30	5,82	Data Cukup
2	<i>Welding In Jig</i>	B1	30	3,13	Data Cukup
		B2	30	3,46	Data Cukup
3	<i>Setting Out Jig</i>	C1	30	6,93	Data Cukup
4	<i>Welding Out Jig</i>	D1	30	3,23	Data Cukup
		D2	30	5,91	Data Cukup
5	<i>Grinding</i>	E1	30	4,44	Data Cukup

4.2.2 Keceragaman Data

Pengecekan persyaratan keseragaman data digunakan untuk mengetahui apakah data yang telah diambil pada saat pengukuran sudah memiliki varians yang seragam (konsisten/stabil) atau tidak. Peta kontrol yang tepat digunakan adalah peta kontrol *X-MR* menggunakan taraf signifikan sebesar 0,27%. Berikut hasil analisis pada elemen kerja A1 dengan proses operasi *setting awal* pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW.

**Gambar 4.1** Peta kontrol X untuk Variabel A1

Berdasarkan Gambar 4.1 dengan menggunakan Persamaan (2.14) – (2.15) diketahui bahwa hasil analisis dari peta kontrol X dengan variabel A1 menghasilkan nilai BKA = 57,10; garis tengah = 48,23; BKB = 39,35; dimana semua pengukuran waktu kerja pada variabel A1 berada dalam batas kontrol bawah maupun batas kontrol atas.



Gambar 4.2 Peta kontrol MR untuk Variabel A1

Berdasarkan Gambar 4.2 dengan menggunakan Persamaan (2.17) – (2.19) yakni peta kontrol MR (*Moving Range*) diketahui bahwa nilai BKA = 10,90; garis tengah = 3,34; BKB = 0, dimana semua pengukuran waktu kerja pada variabel A1 berada dalam batas kontrol bawah dan batas kontrol atas.

Kedua peta kontrol yakni peta X dan peta kontrol MR yang telah dianalisis pada variabel A1 ternyata berada pada batas kontrol atas dan batas kontrol bawah, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa variabel A1 seragam. Keseluruhan perhitungan untuk persyaratan keseragaman data tiap elemen kerja proses produksi pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW dapat dilihat pada lampiran B, sedangkan Tabel 4.3 menunjukkan ringkasan menggunakan peta kontrol $X-MR$ pada variabel lainnya.

Tabel 4.3 Pengujian Persyaratan Keseragaman Data

No.	Proses Operasi	Variabel	Titik Pengamatan Ekstrim		Keterangan
			Diagram <i>X</i>	Diagram <i>MR</i>	
1	<i>Setting Awal</i>	A1	-	-	Data Seragam
2	<i>Welding In Jig</i>	B1	-	-	Data Seragam
		B2	-	-	Data Seragam
3	<i>Setting Out Jig</i>	C1	-	-	Data Seragam
4	<i>Welding Out Jig</i>	D1	-	-	Data Seragam
		D2	-	-	Data Seragam
5	<i>Gridding</i>	E1	-	-	Data Seragam

Berdasarkan Tabel 4.3 diketahui bahwa semua variabel yakni dari masing-masing elemen kerja pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW telah memenuhi persyaratan keseragaman data. Dimana peta kontrol *X* dan peta kontrol *MR* yang telah dianalisis pada variabel ternyata berada pada batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

4.3 Penentuan Faktor Penyesuaian

Faktor penyesuaian (*performance rating*) adalah teknik untuk menyamakan waktu hasil observasi terhadap seorang operator dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dengan waktu yang diperlukan oleh operator normal dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut. Dalam menentukan faktor penyesuaian ini dilakukan oleh orang yang benar-benar memahami pekerjaan karyawan serta kondisi tempat kerja, oleh karena itu penentuan ini dilakukan sepenuhnya oleh pihak PT.INKA (Persero). Tabel 4.4 berikut menunjukkan penentuan faktor penyesuaian proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW.

Tabel 4.4 menunjukkan hasil penilaian tentang penentuan faktor penyesuaian dengan menggunakan sistem *westing house* pada masing-masing operator proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW. Berdasarkan aspek kemampuan karyawan A, B dan C memiliki kemampuan *excellent* karena proses *setting* awal, *welding in jig* dan *setting out jig* membutuhkan karyawan yang terlatih, teliti dan terampil selama proses pekerjaannya. Karyawan D dan E memiliki kemampuan *good* karena proses *welding out jig* dan *griding* membutuhkan karyawan menghasilkan kualitas yang baik, gerakan proses terkoordinasi dengan baik dan tidak memerlukan banyak pengawasan.

Berdasarkan aspek usaha karyawan A, B dan C memiliki usaha *good* karena proses *setting* awal, *welding in jig* dan *setting out jig* membutuhkan karyawan yang bekerjanya berirama, waktu menganggurnya sangat sedikit dan menerima saran-saran dan petunjuk dengan senang. Karyawan D dan E yang bekerja pada proses *welding out jig* dan *griding* memiliki usaha *average* dimana proses ini tidak sebaik *good effort* tetapi karyawan bekerja dengan stabil dan melakukan kegiatan-kegiatan perencanaan.

Berdasarkan aspek kondisi karyawan A, B dan C yang bekerja pada proses *setting* awal, *welding in jig* dan *setting out jig* memiliki kondisi *average* dimana kondisi yang lumayan cocok untuk pekerjaan yang bersangkutan, sehingga *performance* stabil dari pekerja. Karyawan D dan E yang bekerja pada proses *welding out jig* dan *griding* memiliki kondisi *good* dimana kondisi yang cocok untuk pekerjaan yang bersangkutan dan memungkinkan *performance* meningkat dari pekerja.

Sedangkan dari aspek konsistensi karyawan A yang bekerja pada proses *setting* awal memiliki konsistensi *excellent* dimana karyawan memiliki pengalaman kerja yang lama sehingga pekerjaan berjalan dengan konsisten. Karyawan B, C, D dan E yang bekerja pada proses *welding in jig*, *setting out jig* *welding out jig* dan *griding* memiliki konsistensi *good* dimana proses ini

tidak sebaik *excellent* tetapi karyawan juga memiliki konsistensi yang dapat membuat proses berjalan secara konsisten dan stabil.

Tabel 4.4 Penentuan Faktor Penyesuaian

Proses Operasi	Aspek				
	Kemampuan	Usaha	Kondisi	Konsistensi	Jumlah
<i>Setting Awal</i> (karyawan A)	<i>Excellent</i> (B2) +0.08	<i>Good</i> (C2) +0.02	<i>Average</i> (D) 0.00	<i>Excellent</i> (B) +0.03	+0.13
<i>Welding In Jig</i> (karyawan B)	<i>Excellent</i> (B2) +0.08	<i>Good</i> (C2) +0.02	<i>Average</i> (D) 0.00	<i>Good</i> (C) +0.01	+0.11
<i>Setting Out Jig</i> (karyawan C)	<i>Excellent</i> (B2) +0.08	<i>Good</i> (C2) +0.02	<i>Average</i> (D) 0.00	<i>Good</i> (C) +0.01	+0.11
<i>Welding Out Jig</i> (karyawan D)	<i>Good</i> (C1) +0.06	<i>Average</i> (D) 0.00	<i>Good</i> (C) +0.02	<i>Good</i> (C) +0.01	+0.09
<i>Grinding</i> (karyawan E)	<i>Good</i> (C1) +0.06	<i>Average</i> (D) 0.00	<i>Good</i> (C) +0.02	<i>Good</i> (C) +0.01	+0.09

Setelah diketahui jumlah dari masing-masing faktor penyesuaian hasil tersebut akan ditambahkan $p=1$, sehingga jumlah faktor penyesuaian pada proses *setting awal* menjadi +1.13, proses *welding in jig* menjadi +1.11, proses *setting out jig* menjadi +1.11, proses *welding out jig* menjadi +1.09 dan proses *grinding* menjadi +1.09.

4.4 Perhitungan Waktu Normal

Setelah diketahuinya faktor penyesuaian kemudian dilanjutkan untuk menghitung waktu normal. Menjumlahkan waktu normal untuk setiap elemen agar dapat diperoleh total waktu normal untuk suatu proses operasi. Total waktu normal digunakan karena dalam proses *welding in jig* dan *welding out jig* tidak akan melanjutkan ke proses berikutnya sebelum kedua proses tersebut selesai. Berikut ini adalah perhitungan waktu normal dari elemen kerja A1 dengan proses operasi *setting* awal.

$$W_{\text{normal}} = \text{waktu pengamatan} \times \frac{\text{performance rating } \%}{100\%}$$

$$= 48,3 \times 1,13$$

$$= 54,6 \text{ menit/unit}$$

Hasil perhitungan menunjukkan waktu normal untuk proses *setting* awal memerlukan waktu 54,6 menit per satu unit rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW. Selanjutnya Tabel 4.5 merupakan hasil dari waktu normal dari setiap elemen kerja proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW.

Tabel 4.5 Perhitungan Waktu Normal

No.	Proses Operasi	Variabel	Faktor Penyesuaian	Waktu rata-rata (menit)	Waktu Normal (menit)	Total Waktu Normal (menit)
1	<i>Setting Awal</i>	A1	1,13	48,3	54,6	54,6
2	<i>Welding In Jig</i>	B1	1,11	46	51,1	102,5
		B2		46,3	51,4	
3	<i>Setting Out Jig</i>	C1	1,11	47,2	52,4	52,4
4	<i>Welding Out Jig</i>	D1	1,09	45,2	49,3	100,6
		D2		47,1	51,3	
5	<i>Gridding</i>	E1	1,09	46,4	50,6	50,6

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat diketahui total waktu normal untuk menyelesaikan satu *underframe* gerbong kereta api PPCW. Pada proses *setting* awal memerlukan waktu 54,6 menit. Proses *welding in jig* memerlukan waktu 102,5 menit. Proses *setting out jig* memerlukan waktu 52,4 menit, proses *welding out jig* memerlukan waktu 100,6 menit dan pada proses *griding* memerlukan waktu 50,6 menit.

4.5 Penentuan Waktu Kelonggaran

Kelonggaran diberikan kepada karyawan atau operator dikarenakan seorang operator tidak mampu bekerja penuh tanpa adanya waktu kelonggaran yakni seperti halnya waktu istirahat. Adapun kelonggaran yang diberikan untuk operator proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW yakni kebutuhan pribadi, rasa *fatigue* dan hambatan lain yang tidak dapat dihindarkan.

Jam kerja pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA (Persero) adalah 12 jam mulai pukul 07.00-12.00 WIB, pukul 13.00-16.00 dan pukul 17.00-21.00 dengan waktu istirahat selama 2 jam.

Berikut adalah perhitungan untuk waktu kelonggaran yang dibutuhkan operator.

$$\begin{aligned}\text{Waktu kerja} &= 12 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \\ &= 720 \text{ menit}\end{aligned}$$

Penentuan waktu kelonggaran karyawan sesuai dengan tingkat kesulitan pada proses operasi yang dikerjakan karyawan, dimana pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW dilakukan pada karyawan reguler sehingga waktu kelonggaran yang didapat adalah 30 menit dengan rincian 10 menit untuk *personal allowance*, dimana kelonggaran untuk *personal* tidak boleh melebihi 5% dari jam kerja maka perusahaan menetapkan kelonggaran sebesar 10 menit. Kemudian 10 menit untuk *fatigue* (rasa lelah), dimana kelonggaran *fatigue* (rasa lelah) sekitar 5-10 menit untuk

pekerjaan berat maka perusahaan menggunakan 10 menit karena pekerjaan pembuatan rangka utama *underframe* PPCW termasuk kategori pekerjaan berat. Dan 10 menit untuk keterlambatan-keterlambatan yang tidak dapat dihindarkan, dimana keterlambatan yang tidak dapat dihindarkan tidak melebihi 10 menit. Apabila waktu tunggu akibat keterlambatan yang tidak dapat dihindarkan lebih dari 10 menit maka tidak akan dipertimbangkan sebagai penetapan waktu standar.

$$\begin{aligned}\text{Waktu kelonggaran} &= \frac{30}{720} \times 100\% \\ &= 4,17\%\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan waktu kelonggaran yang telah dilakukan diketahui bahwa waktu kelonggaran yang dibutuhkan operator dalam proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW sebesar 4,17%. Waktu kelonggaran yang telah diperoleh nantinya akan digunakan untuk menghitung waktu standar.

4.6 Perhitungan Waktu Standar dan Output Standar

Perhitungan waktu standar mempertimbangkan waktu kelonggaran. Berikut ini adalah perhitungan waktu standar dari elemen kerja A1 dengan proses operasi *setting* awal menggunakan Persamaan (2.2).

$$\begin{aligned}W_{\text{standar}} &= 54,6 \times \frac{100\%}{100\% - 4,17\%} \\ &= 57,0 \text{ menit/unit}\end{aligned}$$

Perhitungan waktu standar pada proses *setting* awal memerlukan waktu 57,0 menit. Artinya karyawan memiliki kemampuan rata-rata membuat rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW selama 57 menit.

Kemudian setelah waktu standar diketahui maka selanjutnya menghitung output standar. Berikut ini adalah

perhitungan output standar dari elemen kerja A1 dengan proses operasi *setting* awal menggunakan Persamaan (2.20).

Setting Awal :

$$\begin{aligned} \text{Output Standar} &= \frac{1}{57} \\ &= 0,0175 \text{ unit/menit} \\ &= 12,63 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan output standar proses *setting* awal diketahui bahwa hasil output standar sebesar 12,63 unit/hari.

Selanjutnya Tabel 4.6 menunjukkan waktu standar dan output standar dari setiap elemen kerja proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW.

Tabel 4.6 Perhitungan Waktu Standar dan Output Standar

No	Proses Operasi	Waktu Normal Total (menit)	Allowance	Waktu Standar (menit)	Output Standar (menit)
1	<i>Setting Awal</i>	54,6	0,0417	57	12,63
2	<i>Welding In Jig</i>	102,5	0,0417	106,9	6,74
3	<i>Setting Out Jig</i>	52,4	0,0417	54,7	13,16
4	<i>Welding Out Jig</i>	100,6	0,0417	105	6,86
5	<i>Gridding</i>	50,6	0,0417	52,8	13,64

Berdasarkan Tabel 4.6 diketahui waktu standar pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW. Pada proses *setting* awal memerlukan waktu 57,0 menit, proses *welding in jig* memerlukan waktu 106,9 menit, proses *setting out jig* memerlukan waktu 54,7 menit, proses *welding out jig* memerlukan waktu 105,0 menit dan pada proses *gridding*

memerlukan waktu 52,8 menit. Maka waktu standar yang digunakan oleh PT INKA adalah 106,9 menit dengan output standar 6,74 unit.

Tabel 4.6 menunjukkan proses *welding in jig* dan *welding out jig* memiliki output yang kecil dimana hasilnya hampir setengah dari output proses *setting* awal, *setting out jig* dan *grinding*, maka terjadi kasus *bottleneck* pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW dibagian proses *welding in jig* dan *welding out jig*. Kedua proses tersebut memiliki tingkat kerumitan yang tinggi daripada proses lainnya dan prosesnya membutuhkan waktu yang lama, maka dari itu dilakukan analisis keseimbangan lintas produksi.

4.7 Keseimbangan Lintas Produksi

Keseimbangan lintas produksi dilaksanakan untuk meminimalkan ketidakseimbangan antara operator dengan output dari lintas produksi. Lintas produksi menjadi tidak efisien apabila kecepatan produksi stasiun kerja yang tidak berimbang. Adapun tahapan awal yang dilakukan dalam penyeimbangan lintas produksi adalah mengembangkan diagram *precedence* yang merangkum urutan dan waktu tugas.

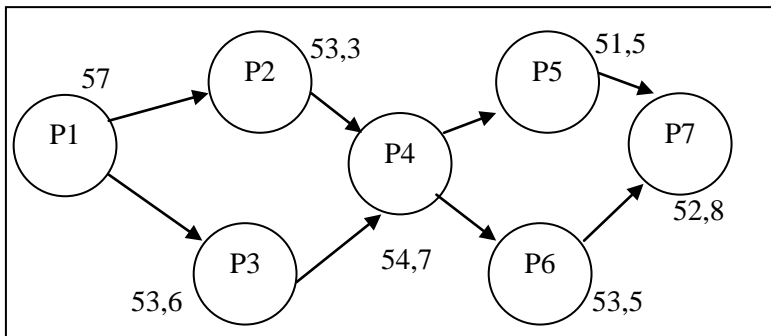
4.7.1 Diagram Precedence

Diagram *precedence* bertujuan untuk memudahkan pengontrolan kegiatan dalam suatu proses produksi. Dalam diagram *precedence* ini nantinya berisi tentang waktu standar dari setiap proses produksi.

Berikut Tabel 4.7 merupakan data diagram *precedence* dari proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW.

Tabel 4.7 Data *Precedence*

No.	Proses Operasi	Variabel	Kode	Waktu Standar (menit)
1	<i>Setting Awal</i>	A1	P1	57
2	<i>Welding In Jig</i>	B1	P2	53,3
		B2	P3	53,6
3	<i>Setting Out Jig</i>	C1	P4	54,7
4	<i>Welding Out Jig</i>	D1	P5	51,5
		D2	P6	53,5
5	<i>Grinding</i>	E1	P7	52,8
Total Waktu Standar				376,4

**Gambar 4.3** Diagram *Precedence* Proses Operasi

Gambar 4.3 menunjukkan diagram *precedence* yang merangkum urutan waktu tugas kemudian tugas-tugas dikelompokkan dalam stasiun kerja. Setelah diketahuinya diagram *precedence* langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan waktu siklus stasiun, jumlah stasiun minimal dan menyeimbangkan lintas dengan memberikan tugas tertentu.

4.7.2 Perhitungan Waktu Siklus Stasiun

Waktu siklus merupakan waktu maksimal dimana produk dapat tersedia pada setiap stasiun kerja pada tingkat produksi yang ingin dicapai. Pada perhitungan waktu siklus ini didasarkan pada target produksi perusahaan perhari. Adapun target produksi yakni sebesar 3 unit *underframe* gerbong kereta api PPCW. Waktu kerja untuk setiap operator dalam sehari adalah 12 jam. Berikut ini perhitungan waktu siklus stasiun.

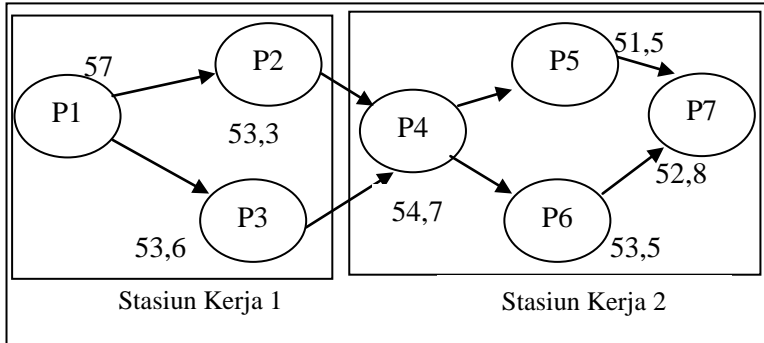
$$\begin{aligned} \text{waktu siklus} &= \frac{\text{waktu produksi yang tersedia perhari}}{\text{unit yang dihasilkan perhari}} \\ &= \frac{12 \text{ jam} \times 60 \text{ menit/jam}}{3} \\ &= 240 \text{ menit/unit} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan waktu siklus yang telah dilakukan diketahui bahwa waktu maksimal pada setiap stasiun dalam lintas produksi adalah sebesar 240 menit/unit. Setelah hasil perhitungan waktu siklus diketahui, langkah selanjutnya yakni menghitung jumlah stasiun kerja minimal. Berikut adalah perhitungan jumlah stasiun kerja minimal.

$$\begin{aligned} \text{jumlah stasiun kerja minimal} &= \frac{\sum_{i=1}^n \text{waktu untuk tugas } i}{\text{waktu siklus}} \\ &= \frac{376,4 \text{ menit/unit}}{240 \text{ menit/unit}} \\ &= 1,57 \approx 2 \text{ stasiun kerja} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan diketahui jumlah stasiun kerja minimal adalah 2 stasiun kerja dengan waktu siklus stasiunnya adalah 240 menit/unit.

Berikut Gambar 4.4 adalah diagram *precedence* setelah diketahuinya jumlah stasiun kerja minimal.



Gambar 4.4 Diagram *Precedence* Berdasarkan Stasiun Kerja

Berdasarkan Gambar 4.6 diketahui bahwa dengan waktu maksimal tiap stasiun yakni sebesar 240 menit/unit terbentuklah 2 stasiun kerja untuk P1 hingga P7. Stasiun kerja 1 terdiri dari P1 (*setting awal*) sebesar 57 menit, P2 (*menyambung cross beam*) sebesar 53,3 menit dan P3 (*menyambung center sill*) sebesar 53,6 menit sehingga menghasilkan nilai pada stasiun kerja 1 sebesar 21,6 menit. Stasiun kerja 2 terdiri dari P4 (*menyambung end beam*) sebesar 54,7 menit, P5 (*menyambung bolster*) sebesar 51,5 menit, P6 (*menyambung end center sill*) sebesar 53,5 menit dan P7 (*griding*) sebesar 52,8 menit.

4.7.3 Penentuan Efisiensi Lintas Produksi

Setelah dilakukannya tahapan untuk menentukan waktu siklus stasiun kemudian dilanjutkan dengan menentukan efisiensi lintas pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi lintas produksi} &= \frac{\sum_{i=1}^n \text{waktu pengerjaan tugas } i}{(\text{jumlah stasiun}) \times (\text{waktu siklus terbesar})} \\ &= \frac{376,4}{2 \times 212,5} \\ &= 0,88 \\ &= 88\%\end{aligned}$$

Berdasarkan efisiensi lintas produksi sebesar 88,8%. Hal tersebut berarti sumber daya memiliki dayaguna sebesar 88,8%.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Waktu standar yang diperlukan stasiun kerja untuk proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW adalah 106,9 menit.
2. Output standar yang dihasilkan untuk memproduksi pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW adalah 6,74 unit/hari.
3. Keseimbangan lintas produksi menghasilkan jumlah stasiun kerja minimal adalah 2 stasiun kerja dengan waktu siklus stasiunnya adalah 240 menit/unit dan efisiensi lini perakitan sebesar 88,8%.

5.2 Saran

Adapun saran yang harus dilakukan dari hasil penelitian ini yakni

1. PT. INKA (Persero) agar dapat memastikan waktu standar yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW berdasarkan hasil pengukuran kerja.
2. Menyeimbangkan lintas produksi untuk meminimalis keterlambatan untuk pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Persyaratan Kecukupan Data	55
Lampiran B Persyaratan Keseragaman Data.....	62

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran A. Perhitungan Persyaratan Kecukupan Data

Proses Operasi	Waktu (menit)	x^2	$\sum_{i=1}^n x_i$	$(\sum_{i=1}^n x_i)^2$	$\sum_{i=1}^n x_i^2$	n'
A1	47,3	2232,6	1446,8	2093086	70034,1	5,82
	46,5	2162,3				
	48,8	2376,6				
	45	2025				
	45	2025				
	46,5	2162,3				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	51	2601				
	47,3	2232,6				
	52,5	2756,3				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	52,5	2756,3				
	45	2025				
	52,5	2756,3				
	52,5	2756,3				
	45	2025				
	52,5	2756,3				
	52,5	2756,3				
	45	2025				
	45	2025				
	46,5	2162,3				
45	2025					
49,5	2450,3					
51	2601					
47,3	2232,6					
52,5	2756,3					

Proses Operasi	Waktu (menit)	x^2	$\sum_{i=1}^n x_i$	$(\sum_{i=1}^n x_i)^2$	$\sum_{i=1}^n x_i^2$	n'
B1	43,9	1928,7	1375,3	1891450	63176,78	3,13
	44,8	2010				
	45	2025				
	45	2025				
	46,5	2162,3				
	45	2025				
	43,3	1877,8				
	44,5	1980,3				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	43,5	1889,4				
	44,2	1950,7				
	44,2	1950,7				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
48,8	2376,6					
44,3	1965,4					
43,9	1928,7					
44,2	1950,7					

Proses Operasi	Waktu (menit)	x^2	$\sum_{i=1}^n x_i$	$(\sum_{i=1}^n x_i)^2$	$\sum_{i=1}^n x_i^2$	n'
B2	44,2	1950,7	1383,1	1913012	63910,6	3,46
	44,2	1950,7				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	44,3	1965,4				
	43,9	1928,7				
	44,2	1950,7				
	48,8	2376,6				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	44,3	1965,4				
	43,9	1928,7				
	44,2	1950,7				
	46,5	2162,3				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	49,5	2450,3				
	47,3	2232,6				
	47,3	2232,6				
	43,6	1902,4				
43,9	1928,7					
43,9	1928,7					

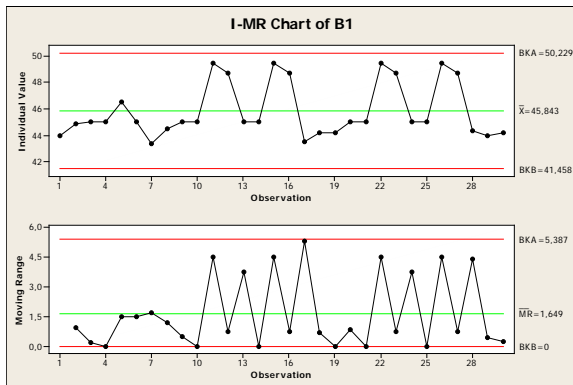
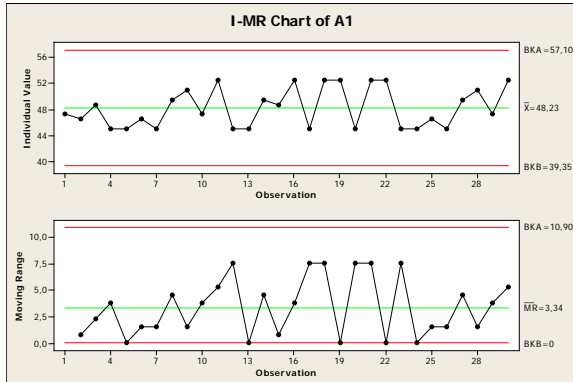
Proses Operasi	Waktu (menit)	x^2	$\sum_{i=1}^n x_i$	$(\sum_{i=1}^n x_i)^2$	$\sum_{i=1}^n x_i^2$	n'
C1	44	1936	1407,3	1980353	66309,7	6,93
	44,1	1943,3				
	43,5	1892,3				
	44,1	1943,3				
	44,1	1943,3				
	44,1	1943,3				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	44,3	1965,4				
	43,9	1928,7				
	44,2	1950,7				
	48,8	2376,6				
	45	2025				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	52,5	2756,3				
	45	2025				
	52,5	2756,3				
	52,5	2756,3				
	45	2025				
52,5	2756,3					
52,5	2756,3					
45	2025					

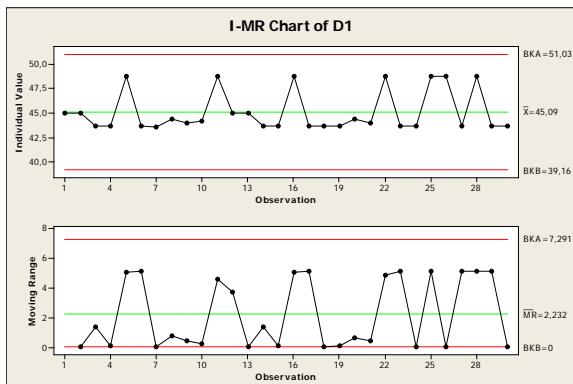
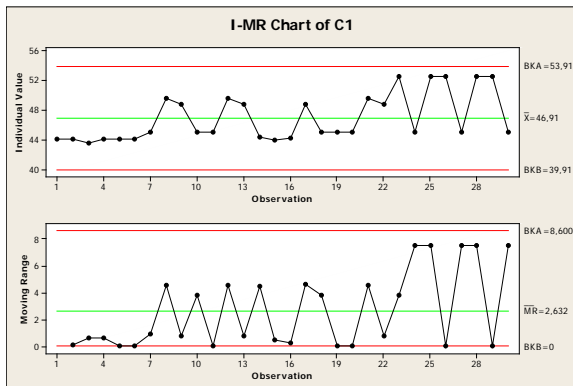
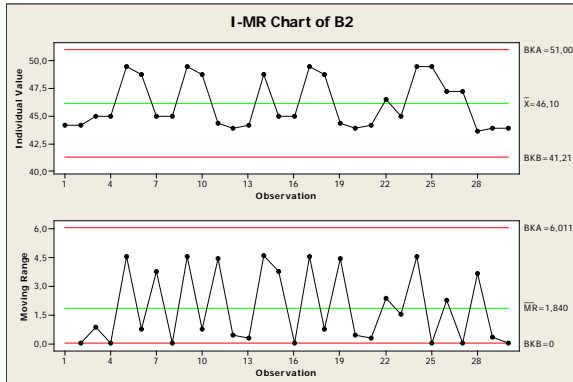
Proses Operasi	Waktu (menit)	x^2	$\sum_{i=1}^n x_i$	$(\sum_{i=1}^n x_i)^2$	$\sum_{i=1}^n x_i^2$	n'
D1	45	2025	1352,8	1829978	61127,6	3,23
	45	2025				
	43,6	1902,4				
	43,7	1908,2				
	48,8	2376,6				
	43,6	1902,4				
	43,6	1899,5				
	44,3	1965,4				
	43,9	1928,7				
	44,2	1950,7				
	48,8	2376,6				
	45	2025				
	45	2025				
	43,6	1902,4				
	43,7	1908,2				
	48,8	2376,6				
	43,6	1903,9				
	43,6	1902,4				
	43,7	1908,2				
	44,3	1965,4				
	43,9	1928,7				
	48,8	2376,6				
	43,6	1903,9				
	43,6	1902,4				
	48,8	2376,6				
	48,8	2376,6				
43,6	1902,4					
48,8	2376,6					
43,6	1903,9					
43,6	1902,4					

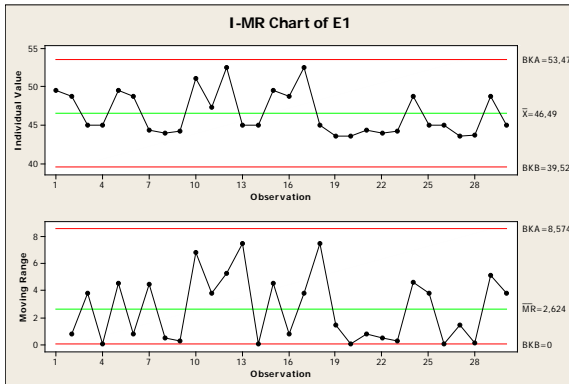
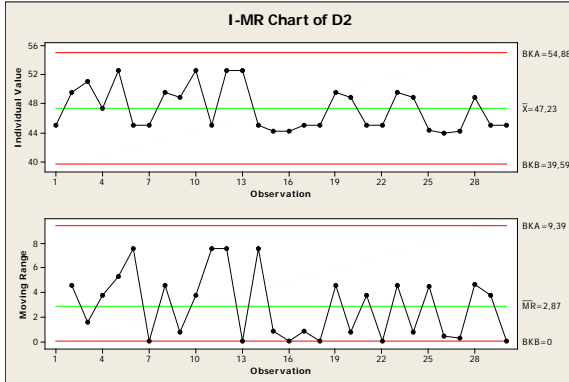
Proses Operasi	Waktu (menit)	x^2	$\sum_{i=1}^n x_i$	$(\sum_{i=1}^n x_i)^2$	$\sum_{i=1}^n x_i^2$	n'
D2	45	2025	1417	2007889	67187	5,91
	49,5	2450,3				
	51	2601				
	47,3	2232,6				
	52,5	2756,3				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	52,5	2756,3				
	45	2025				
	52,5	2756,3				
	52,5	2756,3				
	45	2025				
	44,2	1950,7				
	44,2	1950,7				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	44,3	1965,4				
	43,9	1928,7				
	44,2	1950,7				
	48,8	2376,6				
45	2025					
45	2025					

Proses Operasi	Waktu (menit)	x^2	$\sum_{i=1}^n x_i$	$(\sum_{i=1}^n x_i)^2$	$\sum_{i=1}^n x_i^2$	n'
E1	49,5	2450,3	1394,8	1945560	65081,8	4,44
	48,8	2376,6				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	44,3	1965,4				
	43,9	1928,7				
	44,2	1950,7				
	51	2601				
	47,3	2232,6				
	52,5	2756,3				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	52,5	2756,3				
	45	2025				
	43,6	1902,4				
	43,6	1899,5				
	44,3	1965,4				
	43,9	1928,7				
	44,2	1950,7				
	48,8	2376,6				
	45	2025				
	45	2025				
43,6	1902,4					
43,7	1908,2					
48,8	2376,6					
45	2025					

Lampiran B. Peta Kontrol $X-MR$









FINAL PROJECT - SS 145561

TIME STUDY MEASUREMENT OF PPCW UNDERFRAME OF WAGON TRAIN PRODUCTION PROCESS IN PT INKA (PERSERO) MADIUN

MAYA LARASATI
NRP 1312 030 028

Supervisor
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, M.T
Co Supervisor
Diaz Fitra Aksioma, S.Si M.Si

DIPLOMA III STUDY PROGRAM
DEPARTMENT OF STATISTICS
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

**PENGUKURAN WAKTU KERJA PADA PROSES
PEMBUATAN RANGKA UTAMA *UNDERFRAME*
GERBONG KERETA API PPCW DI PT. INKA
(PERSERO) MADIUN**

Nama Mahasiswa : Maya Larasati
NRP : 1312 030 028
Program Studi : Diploma III
Jurusan : Statistika FMIPA ITS
Dosen Pembimbing : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, M.T
Co Dosen Pembimbing : Diaz Fitra Aksioma, S.Si M.Si

Abstrak

PT. INKA (Persero) merupakan perusahaan manufaktur sarana kereta api dan transportasi pertama yang berada di Asia Tenggara. Penelitian dilakukan pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW, dimana PT. INKA (Persero) mempunyai target memproduksi 3 *underframe* dalam satu hari akan tetapi pada kenyataannya produksi tidak memenuhi target yang telah ditentukan. Maka, dilakukan penelitian untuk menentukan waktu standar, output standar dan keseimbangan lintas produksi. Pengambilan data dilakukan dengan diambil satu karyawan secara random pada masing-masing elemen kerja. Selanjutnya dilakukan pengamatan awal (n) sebanyak 30 waktu kerja untuk setiap elemen. Berdasarkan hasil analisis diketahui waktu standar yang dapat digunakan PT. INKA (Persero) untuk stasiun kerja adalah 106,9 menit. Output standar yang dihasilkan stasiun kerja sebesar 6,4 unit/hari. Keseimbangan lintas produksi menghasilkan jumlah stasiun kerja minimal adalah 2 stasiun kerja dengan waktu siklus stasiunnya adalah 240 menit/unit dan efisiensi lini perakitan sebesar 88,8%.

Kata Kunci : *Keseimbangan Lintas Produksi, Output Standar, PPCW, Waktu Standar*

TIME STUDY MEASUREMENT OF PPCW UNDERFRAME OF WAGON TRAIN PRODUCTION PROCESS IN PT INKA (PERSERO) MADIUN

Student Name : Maya Larasati
NRP : 1312 030 028
Programme : Diploma III
Department : Statistics FMIPA ITS
Supervisor : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, M.T
Co Supervisor : Diaz Fitra Aksioma, S.Si M.Si

Abstract

PT.INKA (Persero) is the first manufacturing company who is specialist in producing train and other integrated transportation which is located in South East Asia. This study focused on PPCW underframe of wagon train production process. In this process, the company has objective to producing 3 underframe in one day, but in fact, the production process is not capable of fulfilling that. This study has some objectives, to determine the standard time, the standard output and the line balancing production. Data collection was performed by one employees drawn at random on each element of the work. Furthermore the initial observations 30 times each work element. Based on the result of the analysis, it is found that the standard time to production one PPCW underframe of wagon train is 106,9 minutes. The standard output from analysis is 6,4 unit per day. Line balancing the production of produce 2 work station with the time of cycle station 240 minutes per unit and efficiency is 88,8%.

Keywords : *Bottleneck, Line Balancing, Output Standart, PPCW, Standard Time*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat yang tidak pernah berhenti sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan dengan baik Tugas Akhir yang berjudul **“PENGUKURAN WAKTU KERJA PADA PROSES PEMBUATAN RANGKA UTAMA *UNDERFRAME* GERBONG KERETA API PPCW DI PT. INKA (PERSERO) MADIUN”**. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT selaku dosen pembimbing yang telah sabar dalam memberikan bimbingan, motivasi dan informasi hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Diaz Fitra Aksioma S.Si M.Si selaku co dosen pembimbing yang telah dengan sabar dan baik hati memberikan motivasi, inspirasi dan dukungan yang diberikan.
3. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, MT dan Bapak Drs. Haryono, MSIE selaku dosen penguji atas saran dan kritiknya yang sangat membangun.
4. Ibu Tri Suryani sebagai Manager Administrasi Personil yang telah memberi kesempatan untuk mengambil data di PT. INKA (Persero).
5. Staff karyawan PT. INKA (Persero) yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas seluruh pengarahan dan bimbingannya selama Tugas Akhir.
6. Ibu, Bapak dan kedua kakak saya atas segala doa, kasih sayang, dukungan, dan masih banyak pemberian lain yang tidak mungkin dapat disebutkan satu persatu. Keluarga terbaik di dunia yang telah dianugerahkan Allah SWT kepada

penulis. Penyemangat disaat semangat mulai surut dan disaat menemui kendala.

7. Teman-teman DIII Statistika 2012 yang berjuang bersama menggapai cita-cita.
8. Semua pihak yang telah mendukung dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis sangat berharap hasil Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua serta saran dan kritik yang bersifat membangun guna perbaikan di masa mendatang.

Surabaya, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Staistika Deskriptif	5
2.2 Pengukuran Waktu kerja	5
2.2.1 Pengukuran Waktu kerja dengan Jam Henti (<i>Stopwatch Time Study</i>)	6
2.2.2 Syarat Pengukuran kerja	9
2.2.3 Faktor Penyesuaian	15
2.3 Output Standar	17
2.4 Keseimbangan Lintas Produksi	17
2.5 PT. INKA (Persero)	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data	23
3.2 Variabel Penelitian	23
3.2.1 <i>Performance Rating</i> Sistem <i>Westinghouse (Skill)</i>	24
3.2.2 <i>Performance Rating</i> Sistem <i>Westinghouse (Effort)</i>	26

3.2.3	<i>Performance Rating Sistem Westinghouse (Condition)</i>	27
3.2.4	<i>Performance Rating Sistem Westinghouse (Consistency)</i>	27
3.3	Langkah Penelitian.....	30
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN		
4.1	Deskripsi Data.....	33
4.2	Persyaratan Pengukuran Waktu Kerja	34
4.2.1	Kecukupan Data.....	34
4.2.2	Keseragaman Data	36
4.3	Penentuan Faktor Penyesuaian	37
4.4	Perhitungan Waktu Normal	41
4.5	Perhitungan Waktu Kelonggaran.....	42
4.6	Perhitungan Waktu Standar dan Output Standar	43
4.7	Keseimbangan Lintas Produksi	45
4.7.1	Diagram <i>Precedence</i>	45
4.7.2	Perhitungan Waktu Kerja Siklus Stasiun	47
4.7.3	Penentuan Efisiensi Lintas Produksi.....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA		53
LAMPIRAN		55
BIODATA PENULIS		65

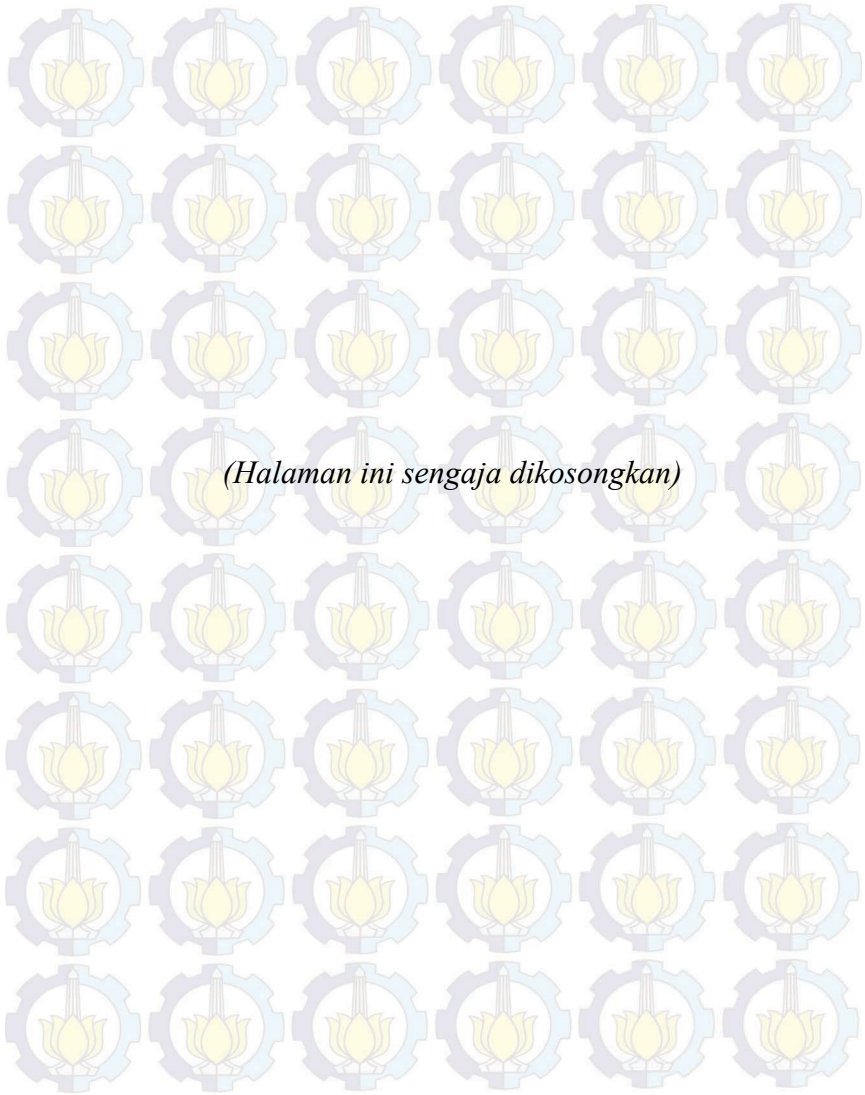
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Organisasi Data Peta Kontrol <i>X-MR</i>	14
Tabel 2.2 <i>Performance Rating</i> Sistem <i>Westinghouse</i> (<i>Skill</i>)	15
Tabel 2.3 <i>Performance Rating</i> Sistem <i>Westinghouse</i> (<i>Effort</i>)	16
Tabel 2.4 <i>Performance Rating</i> Sistem <i>Westinghouse</i> (<i>Consistency</i>)	16
Tabel 2.5 <i>Performance Rating</i> Sistem <i>Westinghouse</i> (<i>Condition</i>).....	16
Tabel 3.1 Variabel Penelitian.....	24
Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Data Pengukuran Waktu Kerja .	33
Tabel 4.2 Pengujian Persyaratan Kecukupan Data.....	36
Tabel 4.3 Pengujian Persyaratan Keseragaman Data.....	38
Tabel 4.4 Penentuan Faktor Penyesuaian	40
Tabel 4.5 Perhitungan Waktu Normal	41
Tabel 4.6 Perhitungan Waktu Standar dan Output Standar	44
Tabel 4.7 Data <i>Precedence</i>	46



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Side Sill</i>	19
Gambar 2.2 <i>Cross Beam</i> dan <i>Center Sill</i>	20
Gambar 2.3 <i>End Beam</i>	20
Gambar 2.4 <i>Bolster</i> dan <i>End Center Sill</i>	21
Gambar 2.5 Hasil <i>Griding</i>	21
Gambar 3.1 Proses Operasi.....	29
Gambar 3.2 Langkah Penelitian.....	32
Gambar 4.1 Peta kontrol X untuk Variabel A1.....	36
Gambar 4.2 Peta kontrol MR untuk Variabel A1.....	37
Gambar 4.3 Diagram <i>Precedence</i> Proses Operasi.....	46
Gambar 4.4 Diagram <i>Precedence</i> Berdasarkan Stasiun Kerja... 48	



DAFTAR PUSTAKA

Agresti, Alan dan Franklin, C.A. 2007. *Statistics: The Art And Science Of Learning From Data*. New Jersey : Pearson Education, Inc.

Feryani, E., Y. 2007. Standarisasi Kerja pada Proses Pengemasan Benih Jagung Hibrida Varietas BISI 2 di PT. Benih Inti Subur Intani (BISI) Kediri. Tugas Akhir. Statistika ITS, Surabaya.

Render, B., dan Heizer, J. 2006. *Operations Management (Manajemen Operasi yang diterjemahkan oleh Setyoningsih, D., dan Almahdry, I., Edisi ketujuh)*. Salemba Empat, Jakarta.

Shandy, D., F. 2010. Pengukuran Waktu Kerja pada Proses Produksi Dompot Kulit di Industri Kerajinan Kulit Tanggulangin. Tugas Akhir. Statistika ITS. Surabaya.

Shopiana, T. 2010. Perencanaan Standar Waktu Kerja dan Perhitungan Jumlah Tenaga Kerja Optimal Bagian Medical Equipment PT Otsuka Indonesia Lawang. Tugas Akhir. Teknik Industri. Surabaya

Wignjosoebroto, S. 2008. *Ergonomi Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*. Surabaya: Guna Widya.



BIODATA PENULIS



Penulis di lahirkan di Magetan, 14 Agustus 1993. Merupakan anak bungsu dari Bapak (Misdi) dan Ibu (Murtini). Penulis merupakan anak ketiga dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu TK Darma Wanita Kiringan 1, SD Negeri Kiringan 1, SMP Negeri 1 Kawedanan dan dilanjutkan di SMA Negeri 1 Maospati. Setelah lulus dari SMA Negeri 1 Maospati, penulis melanjutkan studi di Jurusan

Statistika FMIPA-ITS Program Studi Diploma III. Di Jurusan Statistika, penulis terdaftar dengan NRP 1312030028. Penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PT. Industri Kereta Api (INKA) Persero. Selain itu penulis juga pernah menjadi panitia event yang ada di ITS. Dan penulis mulai memasuki dunia kerja (*freelance*) yaitu surveyor. Dengan beranekaragamnya ilmu yang didapatkan oleh penulis sejak berkuliah, menjadikan motivasi tersendiri oleh penulis dalam menjalani hidup yang berkontribusi, baik kepada diri sendiri, keluarga, orang sekitar, masyarakat, bangsa dan negara. Komunikasi dengan penulis dapat dilakukan melalui email : mayalarasati14@gmail.com



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT INKA (Persero) merupakan perusahaan manufaktur sarana kereta api dan transportasi terpadu pertama yang berada di Asia Tenggara. Sebagai penyedia jasa alat transportasi khususnya perkeretaapian yang ada di Indonesia, PT INKA (Persero) berkewajiban menjadi sarana transportasi yang unggul dan menciptakan keunggulan kompetitif bisnis untuk menguasai pasar domestik dan memenangkan persaingan bisnis di pasar regional ASEAN yang dapat dilihat dari visi misi perusahaan. Performansi perusahaan sangat dipengaruhi oleh seberapa efektif dan efisien sistem yang dijalankan oleh perusahaan tersebut. Sistem produksi adalah salah satu yang memegang peranan besar, dimana efisien sistem produksi yang dijalankan sangat berpengaruh terhadap performansi perusahaan. PT INKA (Persero) sebagai perusahaan dengan *core product* kereta api tentunya memerlukan strategi dan sistem yang baik untuk meningkatkan efisiensi.

Pengukuran waktu kerja merupakan suatu usaha untuk menentukan lamanya waktu kerja yang dibutuhkan oleh seorang karyawan yang terlatih untuk menyelesaikan suatu pekerjaan pada tingkat kecepatan kerja yang normal (Wignjosuebrototo 2008). Pengukuran waktu kerja dengan menggunakan metode *stopwatch time study* akan memperoleh hasil waktu standar untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan yang mana waktu ini akan dipergunakan sebagai standar penyelesaian pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama. Suatu pekerjaan akan dikatakan diselesaikan secara efisien apabila waktu penyelesaiannya berlangsung paling singkat. Ketepatan waktu penyelesaian suatu proses pelayanan harus dapat diputuskan secara pasti, oleh karena itu diperlukan pengukuran waktu kerja untuk mendapatkan waktu standar suatu petugas untuk menghasilkan output standar yang ditargetkan suatu perusahaan. Output standar adalah jumlah produk yang dapat

dihasilkan oleh suatu operator setelah mempertimbangkan faktor penyesuaian dan waktu *allowance* (Wignjosubroto 2008). Penyeimbangan lintas produksi juga dipertimbangkan dalam perhitungan waktu kerja, hal itu dikarenakan dengan analisis lintas produksi nantinya dapat digunakan untuk melakukan pengontrolan atau pengawasan suatu proses produksi.

Penelitian dilakukan pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW. Rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW adalah gerbong pengangkut barang yang mempunyai tingkat pemesanan yang tinggi, sehingga jika ada keterlambatan dalam proses produksi maka akan sangat merugikan PT INKA (Persero) dan mengecewakan konsumen. Dalam proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW, perusahaan mempunyai target memproduksi 3 *underframe* dalam satu hari akan tetapi pada kenyataannya produksi tidak memenuhi target yang telah ditentukan perusahaan. Maka penelitian ini dilakukan untuk menentukan waktu standar dan output standar dengan menggunakan metode *stopwatch*. Kemudian membuat keseimbangan lintas produksi untuk meminimalis keterlambatan dalam proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW. Informasi tepat tidaknya waktu kerja dapat menjadi saran bagi pihak PT INKA untuk menentukan kebijakan kepada para karyawannya secara relevan sesuai dengan perhitungan yang jelas dan dapat dipertanggungjawabkan.

Penelitian sebelumnya yang membahas pengukuran waktu kerja antara lain Feryani (2007) menghasilkan waktu standar dan output standar pada masing-masing elemen kerja proses pengemasan benih jagung hibrida adalah dapat menetapkan waktu standar dan output standar pada setiap elemen pengemasan benih jagung hibrida. Selanjutnya dilakukan oleh Shandy (2010) penelitian ini mengukur waktu standar dan output standar untuk menghasilkan sebuah dompet kulit, yaitu menghasilkan penetapan waktu standar dan output standar di industri dompet kulit tersebut kemudian dievaluasi produktivitas industrinya. Kemudian Tiffany

(2010) penelitian ini menentukan waktu standar, output standar, jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dan biaya/gaji karyawan. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah mengevaluasi jumlah tenaga kerja yang ada sebelumnya dan menentukan biaya/gaji karyawan.

1.2 Permasalahan

PT INKA (Persero) selama ini belum menetapkan waktu standar kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW, sehingga tidak diketahui apakah waktu yang digunakan untuk pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW dapat menghasilkan output sesuai target yaitu 3 unit dalam satu hari, oleh karena itu permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana cara agar PT INKA (Persero) dapat menghasilkan output rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW sesuai dengan target perusahaan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Menentukan waktu standar yang diperlukan untuk memproduksi pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA (Persero).
2. Mengetahui output standar yang dihasilkan untuk memproduksi pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA (Persero).
3. Menyeimbangkan lintas produksi dalam pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA (Persero).

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian dilakukan pada bagian pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA (Persero) yang mempunyai tingkat pemesanan yang tinggi.
2. Pengukuran dilakukan pada pekerja reguler, dimana pekerja diasumsikan dalam keadaan sehat dan tidak dalam tekanan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. PT INKA (Persero) dapat memastikan waktu standar kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA (Persero).
2. Mengetahui output standar yang dihasilkan PT INKA (Persero) sehingga pihak pemesan akan mendapatkan ketepatan waktu dan tidak merasa dirugikan.
3. Penyeimbangan lintas produksi dapat meminimalis keterlambatan untuk pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif merupakan metode atau cara menggali dan meringkas data. Statistika deskriptif dapat digunakan untuk menjelaskan karakteristik data dengan menyajikan ringkasan data dan grafik-grafik yang dapat memberikan informasi yang diinginkan (Agresti dan Franklin 2007). Ukuran-ukuran statistik yang digunakan untuk mendeskripsikan suatu gugus data pada penelitian ini antara lain *mean* (rata-rata), standar deviasi, nilai maksimum dan minimum.

2.2 Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran kerja merupakan suatu metode penetapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit output yang dihasilkan. Pengukuran waktu kerja berhubungan dengan usaha-usaha untuk menetapkan waktu standar yang dibutuhkan guna menyelesaikan suatu pekerjaan yang efektif dan efisien. Waktu standar diperlukan untuk *man power planning* (perencanaan kebutuhan tenaga kerja), estimasi biaya-biaya untuk upah pekerja, penjadwalan produksi dan penganggaran, perencanaan sistem pemberian bonus dan insentif bagi pekerja berprestasi, indikasi keluaran (output) yang mampu dihasilkan oleh seorang pekerja (Wignjosuebrototo 2008).

Teknik pengukuran kerja dikelompokkan ke dalam dua bagian, yaitu pengukuran waktu kerja secara langsung dan pengukuran waktu kerja secara tidak langsung. Pengukuran waktu kerja secara langsung dilakukan dengan menggunakan *stopwatch* dan *sampling kerja*. Pengukuran waktu kerja secara langsung dilaksanakan secara langsung di tempat dimana pekerjaan diukur dijalankan. Sedangkan pengukuran waktu kerja secara tidak langsung dilaksanakan tidak di tempat dimana pekerjaan diukur dijalankan. Dan aktivitas perhitungan waktu kerja secara tidak

langsung dilakukan dengan cara membaca Tabel waktu yang tersedia serta mengetahui jalannya pekerjaan melalui elemen pekerja atau elemen kegiatan. Pengukuran waktu kerja secara langsung terutama pengukuran jam henti adalah aktivitas yang mengawali dan menjadi landasan untuk kegiatan-kegiatan pengukuran kerja.

2.2.1 Pengukuran Waktu Kerja Dengan Jam Henti (*Stopwatch Time Study*)

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti diperkenalkan pertama kali oleh Frederick W. Taylor sekitar abad 19. Metode ini baik diaplikasikan untuk pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang (*repetitive*). Persyaratan yang harus dipenuhi sebelum melakukan pengukuran kerja adalah pekerjaan yang diukur adalah pekerjaan yang distandarkan dan menggunakan metode yang baku sehingga tidak ada alternatif metode lain yang dapat digunakan selama proses penyelesaian pekerjaan.

Langkah-langkah untuk pelaksanaan pengukuran waktu kerja dengan jam henti dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Menetapkan tujuan pengukuran.
Tujuan untuk melaksanakan suatu kegiatan haruslah bisa diidentifikasi dan ditetapkan terlebih dahulu. Dalam pengukuran kerja, hal-hal penting yang harus diketahui dan ditetapkan adalah untuk apa hasil pengukuran akan digunakan atau dimanfaatkan didalam kaitannya dengan proses produksi.
2. Memilih operator.
Operator sangatlah penting dalam pengukuran waktu kerja. Operator atau pekerja diasumsikan memiliki tingkat ketrampilan dan kemampuan yang sama sesuai dengan pekerjaannya. Operator yang dipilih untuk dianalisis akan dilakukan dengan cara dirandom (Wignjosoebroto 2008).
3. Membagi operasi menjadi elemen-elemen kerja
Cara terbaik untuk menggambarkan suatu operasi adalah dengan membagi kedalam elemen-elemen yang lebih detail dan mampu untuk diukur dengan mudah secara terpisah.

Besarnya waktu standar bisa ditetapkan berdasarkan elemen-elemen pekerjaan yang ada. Dengan membagi kedalam elemen-elemen kerja maka akan dapat dianalisa waktu-waktu berlebihan untuk tiap-tiap elemen yang ada atau yang terlalu singkat untuk elemen kerja yang lain.

4. Melakukan pengukuran waktu kerja

Elemen-elemen kerja yang telah terbagi kemudian selanjutnya akan dilakukan pengukuran kerja. Pertama menyiapkan alat-alat ukur seperti alat tulis untuk mencatat, lembar pengamatan yang berisi kolom-kolom untuk menuliskan waktu kerja yang didapat, dan jam henti atau *stopwatch*. Pada pengukuran waktu secara terus-menerus maka pengamat kerja akan menekan tombol *stopwatch* pada saat elemen kerja pertama dimulai dan membiarkan jarum petunjuk *stopwatch* berjalan secara terus-menerus sampai periode atau siklus kerja selesai berlangsung. Di sini pengamat kerja terus mengamati jalannya jarum *stopwatch* dan mencatat pembacaan waktu yang ditunjukkan setiap akhir dari elemen-elemen kerja pada lembar pengamatan.

5. Mengecek syarat pengukuran kerja

Pemenuhan persyaratan kecukupan data sangat perlu dipenuhi karena peneliti tidak selalu mendapatkan pengukuran yang konsisten dan objektif pada saat melakukan penelitian waktu kerja secara langsung di lapangan. Pengecekan keseragaman data digunakan untuk mengetahui apakah data yang telah diambil pada saat pengukuran sudah mempunyai varians yang seragam (konsisten/stabil) atau tidak (Wignjosoebroto 2008).

6. Menetapkan *performance rating* dari operator saat melaksanakan aktifitas kerja yang diukur dan dicatat waktunya tersebut.

Faktor penyesuaian (*performance rating*) adalah teknik untuk menyamakan waktu hasil observasi terhadap seorang operator dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dengan

waktu yang diperlukan oleh operator normal dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut. Metode yang dapat digunakan untuk menentukan *performance rating* antara lain dengan *skill and effort rating*, *westing house system's rating*, *synthetic rating*, dan *speed rating*, tetapi pada penelitian ini menggunakan metode *westing house system's rating* (Wignjosobroto 2008).

7. Menghitung waktu normal

Waktu normal merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Menyesuaikan waktu pengamatan berdasarkan *performance* yang ditunjukkan oleh operator sehingga akhirnya diperoleh waktu kerja normal. Dalam menentukan waktu normal, digunakan Persamaan 2.1 (Wignjosobroto 2008).

$$W_{\text{normal}} = \text{waktu pengamatan} \times \frac{\text{performance rating \%}}{100\%}$$

(2.1)

Dengan Persamaan 2.1 maka waktu normal yang dihasilkan dalam aktivitas pengukuran kerja akan dapat digunakan sebagai alat untuk membuat rencana penjadwalan kerja yang menyatakan berapa lama suatu kegiatan harus berlangsung dan berapa output yang dihasilkan serta berapa pula jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan.

8. Menetapkan waktu longgar (*allowance time*).

Waktu longgar yang dibutuhkan dan akan menginterupsi proses produksi ini bisa diklasifikasikan menjadi kebutuhan pribadi, melepas rasa lelah dan kelonggaran karena keterlambatan-keterlambatan yang tidak dapat dihindarkan. Ketiganya ini merupakan hal-hal yang secara nyata dibutuhkan oleh pekerja selama pengukuran diamati maupun tidak diamati. Maka dari itu kelonggaran perlu ditambahkan untuk mengukur waktu standar (Wignjosobroto 2008).

9. Menghitung waktu standar

Waktu standar merupakan waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dikerjakan dalam kondisi kerja terbaik. Menetapkan waktu standar (*standard time*) yaitu jumlah total antara waktu normal dan waktu longgar. Perhitungan waktu standar memperhatikan seperti kebutuhan pribadi, pemborosan waktu kerja yang tidak dapat dihindari, kelelahan kerja yang merupakan waktu kelonggaran yang diberikan karyawan. Dengan demikian, waktu standar dapat ditentukan dengan Persamaan 2.2 (Wignjosoebroto 2008).

$$W_{\text{standar}} = W_{\text{normal}} \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ Allowance}} \quad (2.2)$$

2.2.2 Syarat Pengukuran Kerja

Sebelum menghitung waktu standar data penelitian harus telah memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, yaitu persyaratan kecukupan data dan keseragaman data. Persyaratan kecukupan data dan keseragaman data ini digunakan untuk memastikan apakah data dikatakan cukup dan seragam sehingga layak untuk ditentukan waktunya.

a. Kecukupan Data

Pemenuhan persyaratan kecukupan data sangat perlu dipenuhi karena tidak selalu mendapatkan pengukuran yang konsisten dan objektif pada saat melakukan penelitian waktu kerja secara langsung di lapangan. Data dikatakan cukup apabila data penelitian yang diambil tidak melebihi $\alpha\%$ dari data sebenarnya. Pengambilan sampel yang relatif besar akan dapat membuat siklus kerja yang diamati mendekati kebenaran dari data waktu yang diperoleh, namun apabila data belum cukup maka perlu dilakukan pengamatan kembali sampai data cukup memenuhi persyaratan. Adapun formulasi untuk melakukan

pemenuhan persyaratan kecukupan data dapat dilihat pada Persamaan 2.13 berikut (Wignjosoebroto 2008).

1. Menghitung rata-rata waktu pengamatan

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.3)$$

dengan :

x_i = waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu elemen pada pengamatan ke- i

\bar{x} = rata-rata dari semua waktu pengamatan per elemen kerja

n = jumlah pengamatan yang diambil

2. Menghitung deviasi standar dari waktu penyelesaian

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{N}} \quad (2.4)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i^2 - 2\mu x_i + \mu^2)}{N}} \quad (2.5)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - 2\mu \sum_{i=1}^n x_i + n\mu^2}{N}} \quad (2.6)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{N}} \quad (2.7)$$

$$\sigma = \frac{1}{N} \sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \quad (2.8)$$

3. Menghitung deviasi standar dari distribusi rata-rata yang diukur

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n'}} \quad (2.9)$$

4. Menghitung kecukupan data

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n'}} = \frac{1}{N} \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}{n'}} \quad (2.10)$$

Berdasarkan Persamaan 2.9 dan 2.10 maka dapat diperoleh rumus sebagai berikut,

$$s\bar{x} = k\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{k \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{N}}}{\sqrt{n'}} \quad (2.11)$$

$$\sqrt{n'} = \frac{nk \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{N}}}{s \sum_{i=1}^n x_i} \quad (2.12)$$

$$n' = \left[\frac{k}{s} \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}{\sum_{i=1}^n x_i}} \right]^2 \quad (2.13)$$

dengan :

n' = jumlah pengamatan yang seharusnya diambil

n = jumlah pengamatan awal yang diambil

s = tingkat ketelitian

k = tingkat kepercayaan

Jika data yang diperoleh dari pengamatan awal lebih kecil daripada jumlah pengamatan yang seharusnya diambil ($n < n'$) maka perlu dilakukan kembali pengamatan hingga mendapatkan hasil $n \geq n'$. Apabila hal tersebut sudah dipenuhi, maka sampel dianggap sudah cukup dan layak dipakai untuk dilanjutkan ke analisis berikutnya.

b. Keseragaman Data

Pengecekan keseragaman data digunakan untuk mengetahui apakah data yang telah diambil pada saat pengukuran sudah mempunyai variansi yang seragam (konsisten/stabil) atau tidak (Wignjosoebroto 2008). Keseragaman data dapat dilakukan dengan cara visual dan/atau mengaplikasikan peta kontrol (*control chart*). Cara visual dilakukan dengan sederhana, mudah dan cepat, dapat dilakukan dengan hanya melihat data yang terkumpul dan mengidentifikasi data yang terlalu “ekstrim”, dimana data yang terlalu ekstrim untuk selanjutnya tidak dapat digunakan. Secara deskriptif pemeriksaan keseragaman data adalah peta kontrol. Peta kontrol yang tepat digunakan adalah peta kontrol $X-MR$ karena peta kontrol $X-MR$ merupakan peta yang menggunakan pengujian terhadap satu unit produk. Apabila proses pengujian akan menyebabkan kerusakan produk atau proses pengujian dirasakan terlalu tinggi maka hanya diambil satu unit produk sebagai sampel untuk menguji apakah proses produksinya masih berada didalam batas kontrol atau tidak.

Peta kontrol $X-MR$ digunakan untuk pengamatan individu dimana $n=1$. Pengamatan individu dapat terjadi karena produksi yang dihasilkan sedikit dan bersifat homogen. Sesuai dengan namanya, peta ini terdiri atas peta kontrol X dan peta kontrol

Moving Range (MR) yang mana prosedur pengendaliannya menggunakan rentang bergerak dua pengamatan berurutan. Peta kontrol \bar{X} adalah peta yang menampilkan angka hasil pengukuran, sedangkan peta kontrol *Moving Range (MR)* adalah peta yang menampilkan rentang bergerak dari pengukuran yang satu ke pengukuran selanjutnya.

Untuk penggunaan peta kontrol akan terlebih dahulu menentukan batas atas (BKA) dan batas bawah (BKB) untuk peta kontrol \bar{X} yang ada dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$BKA = \bar{x} + 3 \frac{\overline{MR}}{d_2} \quad (2.14)$$

$$GT = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.15)$$

$$BKB = \bar{x} - 3 \frac{\overline{MR}}{d_2} \quad (2.16)$$

dimana, $Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 3$ dengan $\alpha = 0,27\%$

Selanjutnya batas kontrol untuk peta kontrol *Moving Range (MR)* diformulasikan sebagai berikut.

$$BKA = D_4 \overline{MR} \quad (2.17)$$

dimana : $D_4 = 1 + \frac{d_3}{d_2}$

$$GT = \overline{MR} = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - x_{i-1}|}{n-1} \quad (2.18)$$

$$BKB = D_3 \overline{MR} \quad (2.19)$$

dimana : $D_3 = 1 - \frac{d_3}{d_2}$

dengan :

\bar{x} = rata-rata data pengamatan waktu kerja

\overline{MR} = rata-rata rentang bergerak dua pengamatan berurutan

BKA = batas kontrol atas

BKB = batas kontrol bawah

GT = garis tengah

D_3, D_4 = nilai faktor-faktor untuk penetapan batas kendali

Susunan data atau organisasi data dari peta kontrol $X-MR$ dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Organisasi Data Peta Kontrol $X-MR$

Sampel (i)	X_i	MR_i
1	X_1	MR_1
2	X_2	MR_1
3	X_3	MR_2
.	.	.
.	.	.
.	.	.
N	X_n	MR_{n-1}
	\bar{X}	\overline{MR}

Jika data yang diperoleh telah terkendali maka dapat dilanjutkan ke analisis berikutnya. Sedangkan jika data tidak terkendali atau melebihi batas kontrol maka variabel yang tidak seragam akan mengalami reduksi atau pengurangan data. Sehingga perlu dilakukan persyaratan kecukupan data lagi pada variabel yang tidak seragam.

2.2.3 Faktor Penyesuaian

Faktor penyesuaian (*performance rating*) adalah teknik untuk menyamakan waktu hasil observasi terhadap seorang operator dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dengan waktu yang diperlukan oleh operator normal dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut. Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan *performance rating* adalah *Westing House System's Rating*. Sistem *Westing House* ini menjelaskan empat faktor yaitu kemampuan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*condition*) dan ketepatan kerja (*consistency*). Untuk ini, *westing house* telah membuat suatu Tabel *performance rating* yang berisikan nilai-nilai angka yang berdasarkan tingkatan yang ada untuk masing-masing faktor tersebut sesuai dengan yang tertera pada Tabel 2.2 sampai Tabel 2.5

Tabel 2.2 *Performance Rating Sistem Westinghouse(Skill)*

SKILL		
Jenis <i>Performance</i>	Simbol	Nilai
<i>Superskill</i>	A1	+0.15
<i>Superskill</i>	A2	+0.13
<i>Excellent</i>	B1	+0.11
<i>Excellent</i>	B2	+0.08
<i>Good</i>	C1	+0.06
<i>Good</i>	C2	+0.03
<i>Average</i>	D	0.00
<i>Fair</i>	E1	-0.05
<i>Fair</i>	E2	-0.10
<i>Poor</i>	F1	-0.16
<i>Poor</i>	F2	-0.22

Tabel 2.3 Performance Rating Sistem Westinghouse(Effort)

EFFORT		
Jenis Performance	Simbol	Nilai
<i>Superskill</i>	A1	+0.16
<i>Superskill</i>	A2	+0.12
<i>Excellent</i>	B1	+0.10
<i>Excellent</i>	B2	+0.08
<i>Good</i>	C1	+0.05
<i>Good</i>	C2	+0.02
<i>Average</i>	D	0.00
<i>Fair</i>	E1	-0.04
<i>Fair</i>	E2	-0.08
<i>Poor</i>	F1	-0.12
<i>Poor</i>	F2	-0.17

Tabel 2.4 Performance Rating Sistem Westinghouse(Condition)

CONDITION		
Jenis Performance	Simbol	Nilai
<i>Ideal</i>	A	+0.06
<i>Excellent</i>	B	+0.04
<i>Good</i>	C	+0.02
<i>Average</i>	D	0.00
<i>Fair</i>	E	-0.03
<i>Poor</i>	F	-0.07

Tabel 2.5 Performance Rating Sistem Westinghouse(Consistency)

CONSISTENCY		
Jenis Performance	Simbol	Nilai
<i>Ideal</i>	A	+0.04
<i>Excellent</i>	B	+0.03
<i>Good</i>	C	+0.01
<i>Average</i>	D	0.00
<i>Fair</i>	E	-0.02
<i>Poor</i>	F	-0.04

2.3 Output Standar

Output standar adalah jumlah output atau produk yang dapat dihasilkan oleh suatu operator setelah mempertimbangkan faktor penyesuaian dan waktu *allowance* (Wignjosoebroto 2008). Untuk mengetahui output standar yang dihasilkan maka setelah menghitung waktu standar, dilanjutkan menghitung output standar. Dengan demikian, Persamaan 2.20 dapat digunakan untuk menentukan output standar.

$$O_{\text{standar}} = \frac{1}{W_{\text{standar}}} \quad (2.20)$$

2.4 Keseimbangan Lintas Produksi

Penyeimbangan lintas produksi adalah mendapatkan output disetiap stasiun kerja pada lintas produksi sehingga keterlambatan dapat diminimalisasi (Render dan Heizer 2006). Pengaturan kerja sepanjang lintas produksi akan bervariasi sesuai ukuran produk yang akan dirakit. Adapun permasalahan penting dalam penyeimbangan lintas adalah penyeimbangan antar stasiun kerja dan menjaga kelangsungan produksi dalam lintas produksi.

Dengan adanya lintas produksi diharapkan dapat meningkatkan efisiensi tiap stasiun kerja dan menyeimbangkan lintasan sehingga seluruh stasiun kerja dalam lintasan bekerja dengan kecepatan yang optimal (Render dan Heizer 2006).

Setelah membuat diagram *precedence* yang merangkum urutan waktu tugas kemudian tugas-tugas dikelompokkan dalam stasiun kerja. Proses ini meliputi tiga langkah berikut.

1. Menghitung unit yang dibutuhkan perhari (tingkat permintaan atau tingkat produksi) dan dibagi dengan waktu produksi yang tersedia perhari. Selanjutnya akan diperoleh waktu siklus yang merupakan waktu maksimal dimana produk dapat tersedia pada setiap stasiun kerja pada tingkat produksi yang ingin dicapai.

$$\text{waktu siklus} = \frac{\text{waktu produksi yang tersedia perhari}}{\text{unit yang dihasilkan perhari}} \quad (2.21)$$

2. Menghitung jumlah stasiun kerja minimal secara teoritis. Jumlah ini merupakan waktu pengerjaan tugas total (waktu standar yang dibutuhkan untuk membuat produk) dibagi dengan waktu siklus stasiun.

$$\text{jumlah stasiun kerja minimal} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{waktu untuk tugas } i}{\text{waktu siklus}} \quad (2.22)$$

3. Menyeimbangkan lintas produksi dengan memberikan tugas produksi tertentu pada setiap stasiun kerja. Berikut prosedur formal untuk mengerjakan hal ini.
- a. Mengidentifikasi daftar tugas utama.
 - b. Menghilangkan tugas yang telah diberikan pada stasiun kerja tertentu.
 - c. Menghilangkan tugas yang memiliki hubungan preseden yang tidak dapat dipenuhi.
 - d. Menghilangkan tugas yang tidak cukup waktunya untuk dilaksanakan pada stasiun kerja.
 - e. Menggunakan salah satu heuristik penyeimbang lintas produksi .

2.5 PT INKA (Persero)

PT. Industri Kereta Api (INKA) didirikan pada 18 Mei 1981. PT INKA merupakan perusahaan manufaktur sarana kereta api dan transportasi terpadu pertama di Asia Tenggara. PT INKA berkomitmen untuk menghasilkan produk dan jasa berkualitas terbaik bagi semua konsumen. Produk-produk PT INKA telah dioperasikan di berbagai dunia, antara lain di Bangladesh, Filipina, Malaysia, Singapura, Thailand dan Australia. Berawal dari industri manufaktur sarana kereta api hingga berkembang menjadi penyedia sarana kereta api dan transportasi terpadu, selama lebih dari 30 tahun INKA selalu mendorong perkembangan industri transportasi di Indonesia.

Tahapan pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA (Persero) terdiri dari beberapa proses. Berikut tahapan proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA (Persero).

a. *Setting*

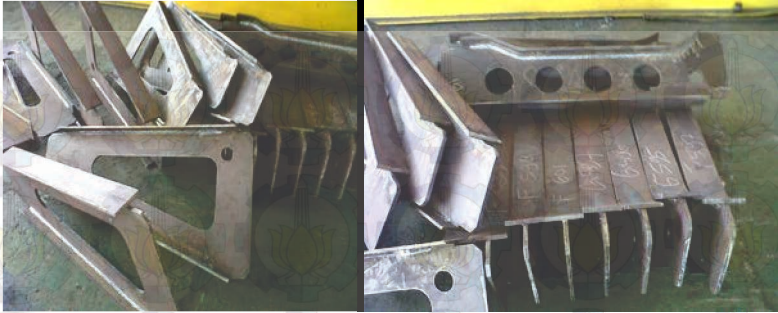
Tahap *setting* merupakan tahap awal dalam proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW. *Setting* disini dilakukan dengan mempersiapkan awal pemasangan bahan untuk *underframe* gerbong kereta api PPCW. Di proses *setting* ini ada pemasangan *side sill*, dimana *side sill* merupakan beam yang terdapat pada sisi *underframe*.



Gambar 2.1 *Side sill*

b. *Welding in jig*

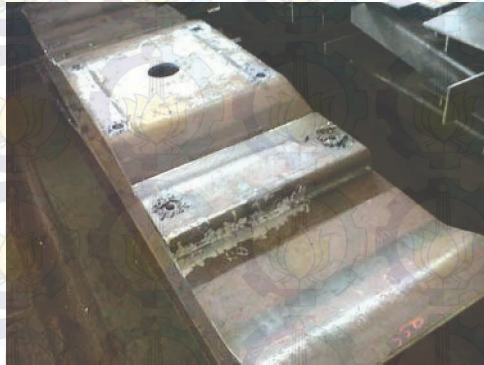
Pada tahap *Welding in jig* karyawan memasang (mengelas) bagian *cross beam* dan *center sill*. *Cross beam* merupakan beam yang berfungsi sebagai penambah kekakuan *underframe*, terletak ditengah-tengah *underframe* dan melintang terhadap *center sill* dan *side sill*. *Center sill* merupakan beam utama yang berfungsi menerima langsung gaya horizontal.



Gambar 2.2 *cross beam dan center sill*

c. *Setting out jig*

Dalam pembuatan *underframe* gerbong kereta api PPCW, tahap *setting out jig* adalah karyawan memasang (mengelas) bagian *end beam*. *End beam* adalah berfungsi sebagai penambah kekakuan *underframe*, terletak pinggir *underframe*.



Gambar 2.3 *end beam*

d. *Welding out jig*

Pada tahap *welding out jig* karyawan memasang (mengelas) bagian *bolster* dan *end center sill*. *Bolster* merupakan tempat bertumpunya boggie. *End center sill*, merupakan beam yang terdapat pada ujung *underframe*.



Gambar 2.4 *bolster dan end center sill*

e. Griding

Proses griding ini berguna untuk menguatkan *assembly* dari *side sill*, *cross beam*, *center sill*, *end beam*, *bolster* dan *end center sill*. Dimana proses ini paling lama dalam pembuatan *underframe*.



Gambar 2.5 hasil *griding*



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer, yaitu dengan melakukan penelitian secara langsung pada bagian pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW dengan metode *stopwatch time study*. Pengamatan dilaksanakan pada Bulan Januari-Februari 2015 di PT INKA (Persero). Pengambilan data dilakukan dengan membagi setiap proses operasi menjadi beberapa elemen kerja. Setiap elemen kerja diambil satu karyawan secara random yang memiliki kemampuan yang relatif sama. Pengukuran setiap stasiun kerja dilakukan dengan mengamati waktu kerja karyawan yang telah terpilih, dimana diamati dari awal pekerjaan karyawan sampai pekerjaannya selesai.

Dilakukan pengamatan awal (n) sebanyak 30 waktu kerja untuk setiap elemen. Data yang diperoleh dari pengamatan awal digunakan untuk menguji persyaratan kecukupan data, apabila $n < n'$ maka perlu dilakukan penambahan jumlah pengamatan hingga mendapatkan hasil $n \geq n'$.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang dipakai adalah proses produksi dan waktu kerja pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA pada bagian perakitan (PRK). Elemen kerja pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW merupakan rincian dari proses operasi yaitu, *setting awal*, *welding in jig*, *setting out jig*, *welding out jig* dan *grinding*. Elemen kerja untuk proses operasi dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

No.	Proses Operasi	Variabel	Elemen Kerja
1	Setting Awal		Karyawan A
		A1	1. Menyambung bagian <i>Side Sill</i>
2	Welding In Jig		Karyawan B
		B1	1. Menyambung <i>Cross Beam</i>
		B2	2. Menyambung <i>Center Sill</i>
3	Setting Out Jig		Karyawan C
		C1	1. Menyambung <i>End Beam</i>
4	Welding Out Jig		Karyawan D
		D1	1. Menyambung <i>Bolster</i>
		D2	2. menyambung <i>End Center Sill</i>
5	Gridding		Karyawan E
		E1	1. Melakukan gridding ke setiap bagian <i>underframe</i>

Kriteria nilai *performance rating* karyawan dalam pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW dapat dijelaskan sebagai berikut.

3.2.1 *Performance Rating* Sistem *Westinghouse*(Skill)

Klasifikasi dari kelas keterampilan pada Tabel 2.2 dibagi menjadi 6 kelas dengan ciri-ciri dari setiap kelas yang telah diberikan oleh PT INKA (Persero) adalah.

1. *Superskill* memiliki ciri-ciri secara bawaan cocok sekali dengan pekerjaannya, bekerja dengan sempurna, tampak seperti telah terlatih dengan baik, gerakannya halus tapi sangat cepat sehingga sulit sekali untuk diikuti, perpindahan dari satu elemen pekerjaan ke elemen pekerjaan lainnya tidak terlampaui terlihat karena lancar, tidak terkesan adanya gerakan-gerakan berpikir dan merencanakan tentang apa yang akan dikerjakan (sudah sangat otomatis).

2. *Excellent skill* memiliki ciri-ciri percaya pada diri sendiri, tampak cocok dengan pekerjaannya, terlihat terlatih dengan baik, bekerjanya teliti dengan tidak banyak melakukan pengukuran-pengukuran atau pemeriksaan-pemeriksaan, menggunakan peralatan dengan baik, gerakan kerjanya beserta urutan-urutannya tanpa kesalahan.
3. *Good skill* memiliki ciri-ciri kualitas hasil baik, dapat memberi petunjuk-petunjuk pada pekerjaan lain yang keterampilannya lebih rendah, tampak jelas sebagai pekerja yang cakap, gerakan terkoordinasi dengan baik, pekerjaannya tampak lebih baik daripada kebanyakan pekerjaan pada umumnya, tidak memerlukan banyak pengawasan.
4. *Average skill* memiliki ciri-ciri gerakannya tidak terlalu cepat dan tidak terlalu lambat, terlihat adanya pekerjaan-pekerjaan yang direncanakan, tampak cukup terlatih dan karenanya mengetahui seluk beluk pekerjaannya, mengkoordinasi tangan dan pikiran dengan cukup baik, bekerjanya secara teliti, secara keseluruhan cukup memuaskan.
5. *Fair skill* memiliki ciri-ciri tampak terlatih tapi belum cukup baik, terlihat adanya perencanaan-perencanaan sebelum me-mulai pekerjaannya, tidak mempunyai kepercayaan diri yang cukup sehingga mengetahui apa yang harus dilakukannya tetapi tampak tidak selalu yakin, sebagian waktu terbuang karena kesalahan-kesalahan sendiri, sepertinya tidak cocok dengan pekerjaannya, tetapi telah ditempatkan dipekerjaan itu sejak lama, jika tidak bekerja secara sungguh-sungguh, *outputnya* akan sangat rendah.
6. *Poor skill* memiliki ciri-ciri tidak bisa mengkoordinasikan tangan dan pikiran, gerakan kaku, tidak terlihat adanya kecocokan dengan pekerjaannya, tidak adanya kepercayaan diri, sering melakukan kesalahan tidak bisa mengambil inisiatif sendiri.

3.2.2 Performance Rating Sistem Westinghouse(Effort)

Berdasarkan Tabel 2.3 usaha atau *effort* menunjukkan kemampuan untuk bekerja secara efektif. Hal ini ditunjukkan oleh kecepatan pada tingkat kemampuan yang dimiliki dan dapat dikontrol pada tingkat yang tinggi oleh operator. Untuk usaha atau *effort* ini, ciri-ciri yang telah ditetapkan PT INKA adalah sebagai berikut.

1. *Excessive effort* memiliki ciri-ciri kecepatan sangat berlebihan, usahanya sangat bersungguh-sungguh tetapi dapat mem-bahayakan kesehatan, kecepatan yang ditimbulkan tidak dapat dipertahankan sepanjang hari.
2. *Excellent effort* memiliki ciri-ciri jelas terlihat kecepatan kerjanya yang tinggi, gerakan yang lebih “ekonomis” dari operator yang lain, penuh perhatian pada pekerjaan, banyak memberi saran, tidak dapat bertahan lebih dari beberapa hari bekerja secara sistematis.
3. *Good effort* memiliki ciri-ciri bekerjanya berirama, waktu untuk menganggur sangat sedikit, kadang-kadang tidak ada kecepatan baik dan dapat dipertahankan sepanjang hari, menerima saran-saran dan petunjuk dengan senang, penuh perhatian pada pekerjaan.
4. *Average effort* memiliki ciri-ciri tidak sebaik *good effort*, tetapi lebih baik dari *poor effort*, bekerja dengan stabil, menerima saran-saran tetapi tidak melaksanakannya, *set up* dilaksanakan dengan baik, melakukan kegiatan-kegiatan perencanaan.
5. *Fair effort* memiliki ciri-ciri saran-saran perbaikan diterima dengan kesal, kurang sungguh-sungguh, terjadi sedikit penyimpangan dari cara kerja baku, gerakan tidak terencana, tidak mengeluarkan tenaga dengan secukupnya, terlampau hati-hati.
6. *Poor effort* memiliki ciri-ciri membuang-buang waktu, tidak memperhatikan adanya minat bekerja, tidak mau menerima saran, malas dan lambat bekerja, *set up* kerjanya tidak baik.

3.2.3 *Performance Rating Sistem Westinghouse(Condition)*

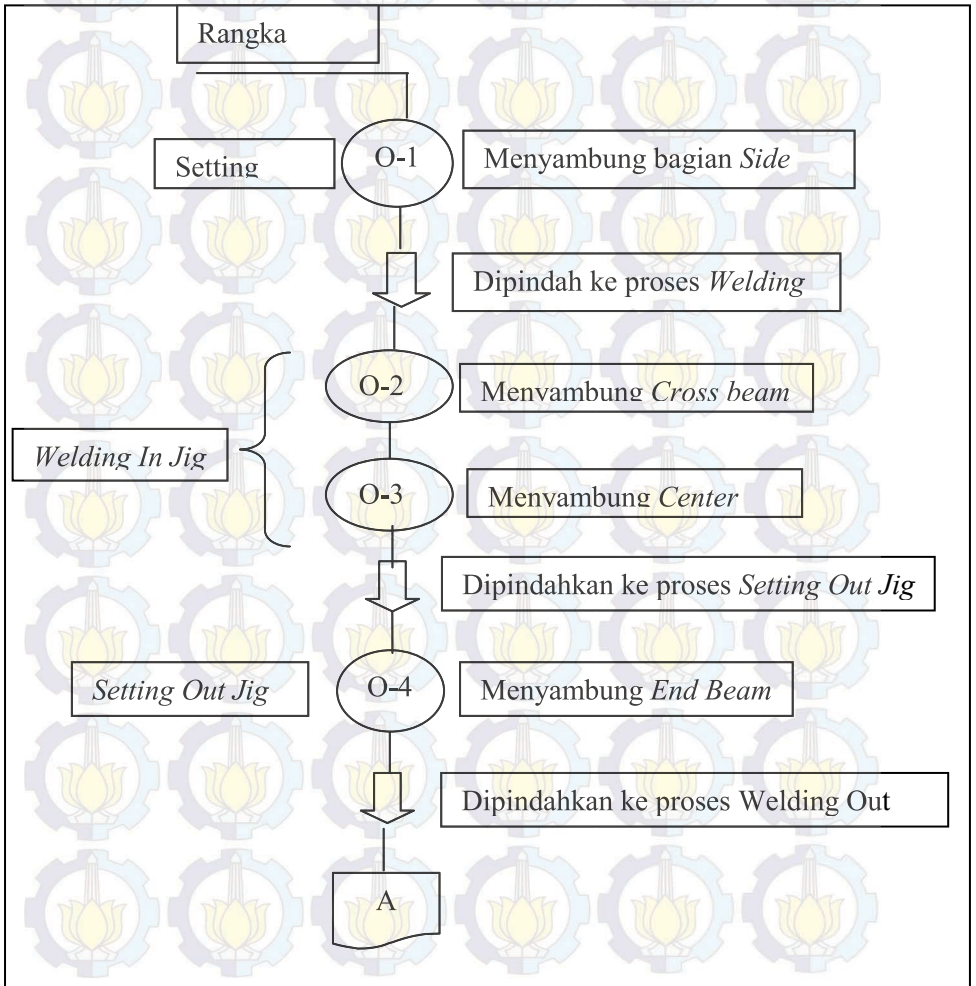
Berdasarkan Tabel 2.4 untuk faktor kondisi (*condition*) merupakan prosedur *performance rating* yang berakibat pada operator bukan pada operasi. Kondisi kerja (*condition*) adalah kondisi fisik lingkungan kerja seperti keadaan pencahayaan, temperatur dan kebisingan ruangan. Bila 3 faktor lainnya yaitu keterampilan, usaha dan konsistensi merupakan apa yang dicerminkan oleh operator maka kondisi kerja ini merupakan sesuatu diluar operator yang diterima apa adanya oleh operator tanpa banyak kemampuan merubahnya. Oleh sebab itu, faktor kondisi sering disebut sebagai faktor manajemen, karena pihak inilah yang dapat dan berwenang merubah atau memperbaikinya. Kondisi kerja dibagi menjadi 6 kelas yaitu *Ideal*, *Excellent*, *Good*, *Average*, *Fair* dan *Poor*. Kondisi yang *ideal* tidak selalu sama bagi setiap pekerjaan karena berdasarkan karakteristiknya, masing-masing pekerja membutuhkan kondisi *ideal* sendiri-sendiri. Suatu kondisi yang dianggap *good* untuk suatu pekerjaan dapat dirasakan sebagai *fair* atau *poor* bagi pekerjaan yang lain. Pada dasarnya, kondisi *ideal* adalah kondisi yang paling cocok untuk pekerjaan yang bersangkutan, yaitu yang memungkinkan *performance* maksimal dari pekerja. Sebaliknya kondisi *poor* adalah kondisi lingkungan yang tidak membantu jalannya pekerjaan bahkan sangat menghambat pencapaian *performance* yang baik.

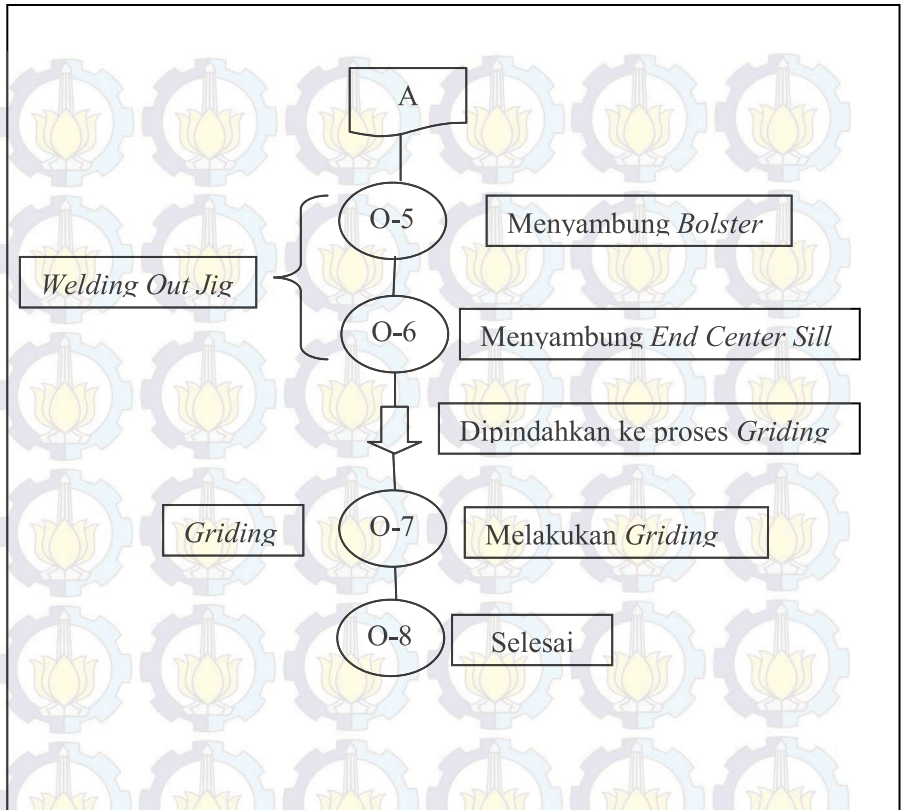
3.2.4 *Performance Rating Sistem Westinghouse(Consistency)*

Berdasarkan Tabel 2.5 faktor berikutnya yang harus diperhatikan adalah konsistensi atau *consistency*. Faktor ini perlu diperhatikan karena kenyataan bahwa pada setiap pengukuran waktu, angka-angka yang dicatat tidak pernah semuanya sama dan selalu berubah dari satu siklus ke siklus lainnya, dari jam ke jam bahkan dari ke hari ke hari. Selama masih dalam batas-batas kewajaran, masalah tidak akan timbul, tetapi jika variabilitasnya tinggi maka hal tersebut harus diperhatikan. Sebagaimana halnya

dengan faktor-faktor yang lain, konsistensi juga dibagi menjadi 6 kelas yaitu: *Perfect*, *Excellent*, *Good*, *Average*, *Fair* dan *Poor*.

Berdasarkan elemen kerja pada variabel penelitian selanjutnya peta operasi pada Gambar 3.1



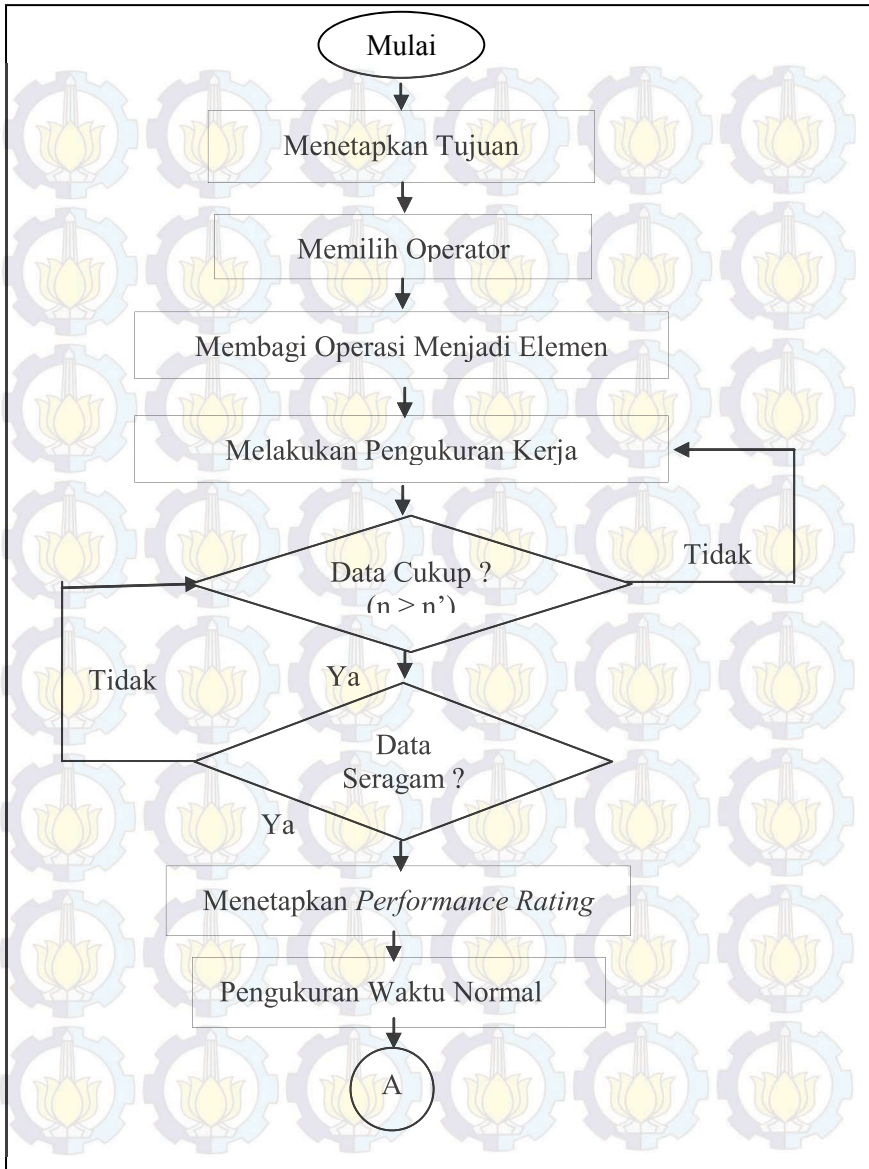


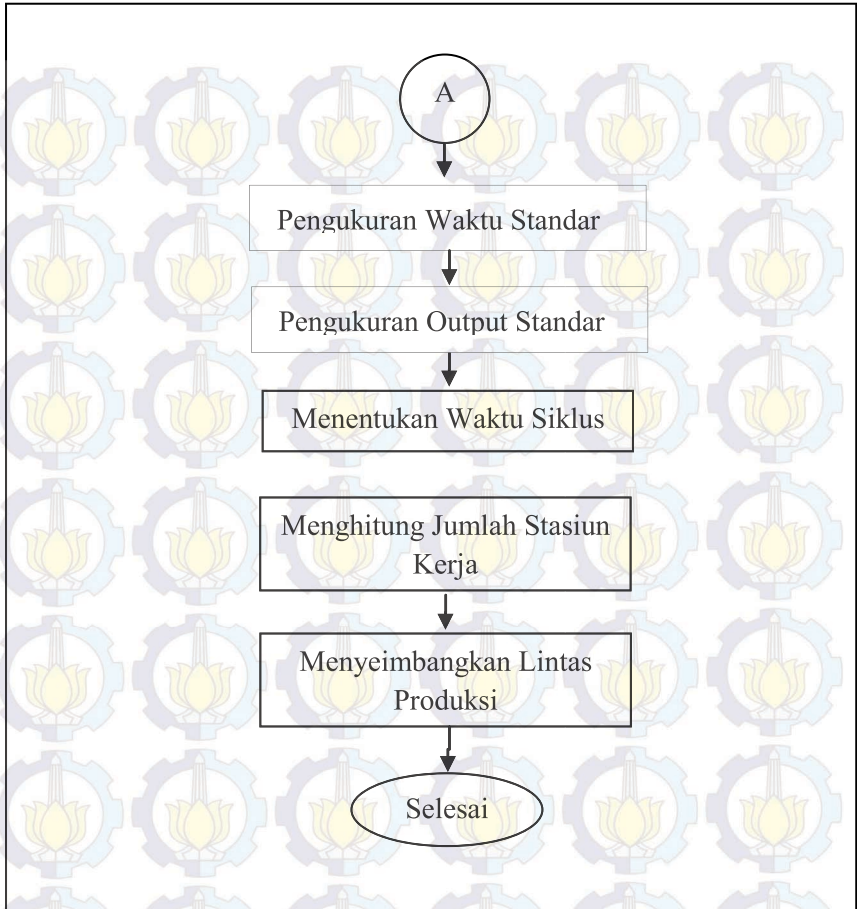
Gambar 3.1 Proses Operasi

3.3 Langkah Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian dari laporan ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk menghitung waktu standar, adapun langkah-langkah analisis yang digunakan sebagai berikut.
 - a. Menetapkan tujuan pengukuran
 - b. Memilih operator
 - c. Membagi operasi menjadi elemen-elemen kerja
 - d. Melakukan pengukuran waktu kerja
 - e. Menguji syarat kecukupan data
 - f. Menguji syarat keseragaman data
 - g. Menetapkan *performance rating*
 - h. Menghitung waktu normal
 - i. Menetapkan waktu longgar (*allowence*)
 - j. Menghitung waktu standar
 2. Menghitung output standar berdasarkan waktu standar yang telah diperoleh
 3. Untuk menentukan lintas produksi, langkah analisis yang digunakan adalah sebagai berikut
 - a. Menentukan waktu siklus stasiun
 - b. Menghitung jumlah stasiun kerja
 - c. Menyeimbangkan lintas produksi
- Tahapan proses pembuatan laporan berdasarkan langkah penelitian dapat dilihat pada gambar 3.2.





Gambar 3.2 Langkah Penelitian

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis dan pembahasan merupakan penyelesaian dari permasalahan yang ada. Data karakteristik pengukuran waktu kerja dapat secara langsung dianalisis dengan statistika deskriptif. Sedangkan pengukuran waktu kerja untuk mengetahui output standar dengan menggunakan metode *stopwatch time study*. Dan selanjutnya dilakukan analisis keseimbangan lintas produksi diharapkan dapat meningkatkan efisiensi setiap stasiun kerja dan menyeimbangkan lintasan.

4.1 Deskripsi Data

Deskripsi data digunakan untuk mengetahui karakteristik dari data pengukuran waktu kerja yang diperoleh. Tabel 4.1 dibawah ini menunjukkan hasil pengukuran kerja pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA (Persero) Madiun.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Data Pengukuran Waktu Kerja

Proses Operasi	Variabel (menit)	Mean (menit)	St.Dev (menit)	Minimum (menit)	Maksimum (menit)
<i>Setting Awal</i>	A1	48,3	3,2	45	52,5
<i>Welding In Jig</i>	B1	46	2,2	43,3	49,5
	B2	46,3	2,3	43,6	49,5
<i>Setting Out Jig</i>	C1	47,2	3,2	43,9	52,5
<i>Welding Out Jig</i>	D1	45,2	2,2	43,6	48,8
	D2	47,1	3	43,9	52,5
<i>Gridding</i>	E1	46,4	2,9	43,6	52,5

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata elemen kerja yang paling lama adalah proses *setting* awal sebesar 48,3 menit, dengan standar deviasi 3,2 menit, waktu minimum proses *setting* awal sebesar 45 menit dan waktu maksimum sebesar 52,5 menit. Sedangkan rata-rata elemen kerja yang paling singkat adalah proses *welding out jig* elemen kegiatan D1 (menyambung *end center sill*) yaitu sebesar 45,2 menit, dengan standar deviasi 2,2 menit, waktu minimum proses *welding out jig* elemen kegiatan D1 (menyambung *end center sill*) sebesar 43,6 menit dan waktu maksimum sebesar 48,8 menit.

4.2 Persyaratan Pengukuran Waktu Kerja

Sebelum menghitung waktu standar data penelitian harus telah memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, yaitu persyaratan kecukupan data dan keseragaman data. Berikut adalah hasil analisis persyaratan kecukupan data dan keseragaman data pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA (Persero).

4.2.1 Kecukupan Data

Pemenuhan persyaratan kecukupan data sangat perlu dipenuhi karena tidak selalu mendapatkan pengukuran yang konsisten dan objektif pada saat melakukan penelitian waktu kerja secara langsung di lapangan. Pengukuran waktu kerja yang telah dilakukan pada setiap elemen kerja dengan pengamatan awal $n = 30$ yang dilakukan pada setiap elemen kerja, sehingga setiap elemen kerja dari setiap proses operasi masing-masing memiliki 30 data. Pada penelitian ini digunakan taraf signifikan 5% sehingga diperoleh nilai $k = 1,96$. Berikut hasil analisis pada elemen kerja A1 dengan proses operasi *setting* awal pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW.

$$n' = \left[\frac{\frac{k}{g} \sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}}{\sum_{i=1}^n x_i} \right]^2$$

$$n' = \left[\frac{\frac{1,96}{0,05} \sqrt{30(70034,06) - (1446,75)^2}}{1446,75} \right]^2$$

$$n' = 5,83 \approx 6$$

Berdasarkan perhitungan elemen kerja A1 didapatkan $n' = 6$ sedangkan pengamatan awal $n = 30$. Maka pengujian kecukupan data pada elemen kerja A1 dengan proses operasi *setting* awal telah memenuhi persyaratan kecukupan data dimana mendapatkan hasil $n \geq n'$.

Keseluruhan perhitungan untuk persyaratan kecukupan data tiap elemen kerja proses produksi pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW dapat dilihat pada lampiran A, sedangkan Tabel 4.2 menunjukkan ringkasan hasil analisis persyaratan kecukupan data dari keseluruhan elemen kerja berdasarkan masing-masing proses operasi.

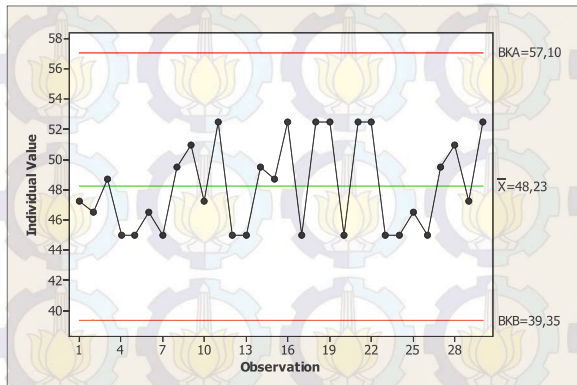
Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui bahwa semua variabel dari masing-masing elemen kerja pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW telah memenuhi persyaratan kecukupan data. Hal tersebut dikarenakan pengamatan telah mendapatkan hasil $n \geq n'$ sehingga keseluruhan pengamatan telah memenuhi persyaratan kecukupan data.

Tabel 4.2 Pengujian Persyaratan Kecukupan Data

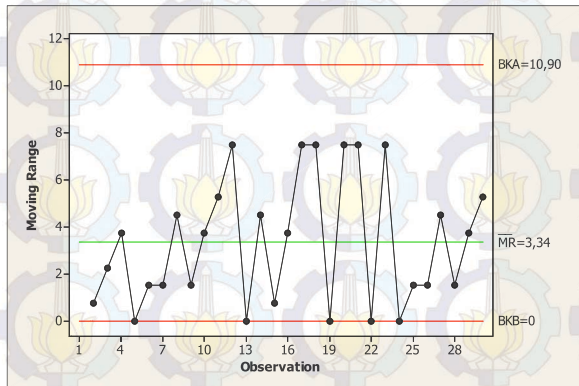
No.	Proses Operasi	Variabel	n	n'	Keterangan
1	<i>Setting Awal</i>	A1	30	5,82	Data Cukup
2	<i>Welding In Jig</i>	B1	30	3,13	Data Cukup
		B2	30	3,46	Data Cukup
3	<i>Setting Out Jig</i>	C1	30	6,93	Data Cukup
4	<i>Welding Out Jig</i>	D1	30	3,23	Data Cukup
		D2	30	5,91	Data Cukup
5	<i>Grinding</i>	E1	30	4,44	Data Cukup

4.2.2 Keseragaman Data

Pengecekan persyaratan keseragaman data digunakan untuk mengetahui apakah data yang telah diambil pada saat pengukuran sudah memiliki varians yang seragam (konsisten/stabil) atau tidak. Peta kontrol yang tepat digunakan adalah peta kontrol $X-MR$ menggunakan taraf signifikan sebesar 0,27%. Berikut hasil analisis pada elemen kerja A1 dengan proses operasi *setting* awal pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW.

**Gambar 4.1** Peta kontrol X untuk Variabel A1

Berdasarkan Gambar 4.1 dengan menggunakan Persamaan (2.14) – (2.15) diketahui bahwa hasil analisis dari peta kontrol X dengan variabel A1 menghasilkan nilai BKA = 57,10; garis tengah = 48,23; BKB = 39,35; dimana semua pengukuran waktu kerja pada variabel A1 berada dalam batas kontrol bawah maupun batas kontrol atas.



Gambar 4.2 Peta kontrol MR untuk Variabel A1

Berdasarkan Gambar 4.2 dengan menggunakan Persamaan (2.17) – (2.19) yakni peta kontrol MR (*Moving Range*) diketahui bahwa nilai BKA = 10,90; garis tengah = 3,34; BKB = 0, dimana semua pengukuran waktu kerja pada variabel A1 berada dalam batas kontrol bawah dan batas kontrol atas.

Kedua peta kontrol yakni peta X dan peta kontrol MR yang telah dianalisis pada variabel A1 ternyata berada pada batas kontrol atas dan batas kontrol bawah, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa variabel A1 seragam. Keseluruhan perhitungan untuk persyaratan keseragaman data tiap elemen kerja proses produksi pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW dapat dilihat pada lampiran B, sedangkan Tabel 4.3 menunjukkan ringkasan menggunakan peta kontrol X - MR pada variabel lainnya.

Tabel 4.3 Pengujian Persyaratan Keseragaman Data

No.	Proses Operasi	Variabel	Titik Pengamatan Ekstrim		Keterangan
			Diagram X	Diagram MR	
1	<i>Setting Awal</i>	A1	-	-	Data Seragam
2	<i>Welding In Jig</i>	B1	-	-	Data Seragam
		B2	-	-	Data Seragam
3	<i>Setting Out Jig</i>	C1	-	-	Data Seragam
4	<i>Welding Out Jig</i>	D1	-	-	Data Seragam
		D2	-	-	Data Seragam
5	<i>Gridding</i>	E1	-	-	Data Seragam

Berdasarkan Tabel 4.3 diketahui bahwa semua variabel yakni dari masing-masing elemen kerja pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW telah memenuhi persyaratan keseragaman data. Dimana peta kontrol X dan peta kontrol MR yang telah dianalisis pada variabel ternyata berada pada batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

4.3 Penentuan Faktor Penyesuaian

Faktor penyesuaian (*performance rating*) adalah teknik untuk menyamakan waktu hasil observasi terhadap seorang operator dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dengan waktu yang diperlukan oleh operator normal dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut. Dalam menentukan faktor penyesuaian ini dilakukan oleh orang yang benar-benar memahami pekerjaan karyawan serta kondisi tempat kerja, oleh karena itu penentuan ini dilakukan sepenuhnya oleh pihak PT.INKA (Persero). Tabel 4.4 berikut menunjukkan penentuan faktor penyesuaian proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW.

Tabel 4.4 menunjukkan hasil penilaian tentang penentuan faktor penyesuaian dengan menggunakan sistem *westing house* pada masing-masing operator proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW. Berdasarkan aspek kemampuan karyawan A, B dan C memiliki kemampuan *excellent* karena proses *setting* awal, *welding in jig* dan *setting out jig* membutuhkan karyawan yang terlatih, teliti dan terampil selama proses pekerjaannya. Karyawan D dan E memiliki kemampuan *good* karena proses *welding out jig* dan *griding* membutuhkan karyawan menghasilkan kualitas yang baik, gerakan proses terkoordinasi dengan baik dan tidak memerlukan banyak pengawasan.

Berdasarkan aspek usaha karyawan A, B dan C memiliki usaha *good* karena proses *setting* awal, *welding in jig* dan *setting out jig* membutuhkan karyawan yang bekerjanya berirama, waktu menganggurnya sangat sedikit dan menerima saran-saran dan petunjuk dengan senang. Karyawan D dan E yang bekerja pada proses *welding out jig* dan *griding* memiliki usaha *average* dimana proses ini tidak sebaik *good effort* tetapi karyawan bekerja dengan stabil dan melakukan kegiatan-kegiatan perencanaan.

Berdasarkan aspek kondisi karyawan A, B dan C yang bekerja pada proses *setting* awal, *welding in jig* dan *setting out jig* memiliki kondisi *average* dimana kondisi yang lumayan cocok untuk pekerjaan yang bersangkutan, sehingga *performance* stabil dari pekerja. Karyawan D dan E yang bekerja pada proses *welding out jig* dan *griding* memiliki kondisi *good* dimana kondisi yang cocok untuk pekerjaan yang bersangkutan dan memungkinkan *performance* meningkat dari pekerja.

Sedangkan dari aspek konsistensi karyawan A yang bekerja pada proses *setting* awal memiliki konsistensi *excellent* dimana karyawan memiliki pengalaman kerja yang lama sehingga pekerjaan berjalan dengan konsisten. Karyawan B, C, D dan E yang bekerja pada proses *welding in jig*, *setting out jig* *welding out jig* dan *griding* memiliki konsistensi *good* dimana proses ini

tidak sebaik *excellent* tetapi karyawan juga memiliki konsistensi yang dapat membuat proses berjalan secara konsisten dan stabil.

Tabel 4.4 Penentuan Faktor Penyesuaian

Proses Operasi	Aspek				
	Kemampuan	Usaha	Kondisi	Konsistensi	Jumlah
<i>Setting Awal</i> (karyawan A)	<i>Excellent</i> (B2) +0.08	<i>Good</i> (C2) +0.02	<i>Average</i> (D) 0.00	<i>Excellent</i> (B) +0.03	+0.13
<i>Welding In Jig</i> (karyawan B)	<i>Excellent</i> (B2) +0.08	<i>Good</i> (C2) +0.02	<i>Average</i> (D) 0.00	<i>Good</i> (C) +0.01	+0.11
<i>Setting Out Jig</i> (karyawan C)	<i>Excellent</i> (B2) +0.08	<i>Good</i> (C2) +0.02	<i>Average</i> (D) 0.00	<i>Good</i> (C) +0.01	+0.11
<i>Welding Out Jig</i> (karyawan D)	<i>Good</i> (C1) +0.06	<i>Average</i> (D) 0.00	<i>Good</i> (C) +0.02	<i>Good</i> (C) +0.01	+0.09
<i>Gridding</i> (karyawan E)	<i>Good</i> (C1) +0.06	<i>Average</i> (D) 0.00	<i>Good</i> (C) +0.02	<i>Good</i> (C) +0.01	+0.09

Setelah diketahui jumlah dari masing-masing faktor penyesuaian hasil tersebut akan ditambahkan $p=1$, sehingga jumlah faktor penyesuaian pada proses *setting awal* menjadi +1.13, proses *welding in jig* menjadi +1.11, proses *setting out jig* menjadi +1.11, proses *welding out jig* menjadi +1.09 dan proses *gridding* menjadi +1.09.

4.4 Perhitungan Waktu Normal

Setelah diketahuinya faktor penyesuaian kemudian dilanjutkan untuk menghitung waktu normal. Menjumlahkan waktu normal untuk setiap elemen agar dapat diperoleh total waktu normal untuk suatu proses operasi. Total waktu normal digunakan karena dalam proses *welding in jig* dan *welding out jig* tidak akan melanjutkan ke proses berikutnya sebelum kedua proses tersebut selesai. Berikut ini adalah perhitungan waktu normal dari elemen kerja A1 dengan proses operasi *setting* awal.

$$\begin{aligned}
 W_{\text{normal}} &= \text{waktu pengamatan} \times \frac{\text{performance rating } \%}{100\%} \\
 &= 48,3 \times 1,13 \\
 &= 54,6 \text{ menit/unit}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan waktu normal untuk proses *setting* awal memerlukan waktu 54,6 menit per satu unit rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW. Selanjutnya Tabel 4.5 merupakan hasil dari waktu normal dari setiap elemen kerja proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW.

Tabel 4.5 Perhitungan Waktu Normal

No.	Proses Operasi	Variabel	Faktor Penyesuaian	Waktu rata-rata (menit)	Waktu Normal (menit)	Total Waktu Normal (menit)
1	<i>Setting Awal</i>	A1	1,13	48,3	54,6	54,6
2	<i>Welding In Jig</i>	B1	1,11	46	51,1	102,5
		B2		46,3	51,4	
3	<i>Setting Out Jig</i>	C1	1,11	47,2	52,4	52,4
4	<i>Welding Out Jig</i>	D1	1,09	45,2	49,3	100,6
		D2		47,1	51,3	
5	<i>Gridding</i>	E1	1,09	46,4	50,6	50,6

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat diketahui total waktu normal untuk menyelesaikan satu *underframe* gerbong kereta api PPCW. Pada proses *setting* awal memerlukan waktu 54,6 menit. Proses *welding in jig* memerlukan waktu 102,5 menit. Proses *setting out jig* memerlukan waktu 52,4 menit, proses *welding out jig* memerlukan waktu 100,6 menit dan pada proses *griding* memerlukan waktu 50,6 menit.

4.5 Penentuan Waktu Kelonggaran

Kelonggaran diberikan kepada karyawan atau operator dikarenakan seorang operator tidak mampu bekerja penuh tanpa adanya waktu kelonggaran yakni seperti halnya waktu istirahat. Adapun kelonggaran yang diberikan untuk operator proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW yakni kebutuhan pribadi, rasa *fatigue* dan hambatan lain yang tidak dapat dihindarkan.

Jam kerja pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW di PT INKA (Persero) adalah 12 jam mulai pukul 07.00-12.00 WIB, pukul 13.00-16.00 dan pukul 17.00-21.00 dengan waktu istirahat selama 2 jam.

Berikut adalah perhitungan untuk waktu kelonggaran yang dibutuhkan operator.

$$\begin{aligned}\text{Waktu kerja} &= 12 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \\ &= 720 \text{ menit}\end{aligned}$$

Penentuan waktu kelonggaran karyawan sesuai dengan tingkat kesulitan pada proses operasi yang dikerjakan karyawan, dimana pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW dilakukan pada karyawan reguler sehingga waktu kelonggaran yang didapat adalah 30 menit dengan rincian 10 menit untuk *personal allowance*, dimana kelonggaran untuk *personal* tidak boleh melebihi 5% dari jam kerja maka perusahaan menetapkan kelonggaran sebesar 10 menit. Kemudian 10 menit untuk *fatigue* (rasa lelah), dimana kelonggaran *fatigue* (rasa lelah) sekitar 5-10 menit untuk

pekerjaan berat maka perusahaan menggunakan 10 menit karena pekerjaan pembuatan rangka utama *underframe* PPCW termasuk kategori pekerjaan berat. Dan 10 menit untuk keterlambatan-keterlambatan yang tidak dapat dihindarkan, dimana keterlambatan yang tidak dapat dihindarkan tidak melebihi 10 menit. Apabila waktu tunggu akibat keterlambatan yang tidak dapat dihindarkan lebih dari 10 menit maka tidak akan dipertimbangkan sebagai penetapan waktu standar.

$$\begin{aligned}\text{Waktu kelonggaran} &= \frac{30}{720} \times 100\% \\ &= 4,17\%\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan waktu kelonggaran yang telah dilakukan diketahui bahwa waktu kelonggaran yang dibutuhkan operator dalam proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW sebesar 4,17%. Waktu kelonggaran yang telah diperoleh nantinya akan digunakan untuk menghitung waktu standar.

4.6 Perhitungan Waktu Standar dan Output Standar

Perhitungan waktu standar mempertimbangkan waktu kelonggaran. Berikut ini adalah perhitungan waktu standar dari elemen kerja A1 dengan proses operasi *setting* awal menggunakan Persamaan (2.2).

$$\begin{aligned}W_{\text{standar}} &= 54,6 \times \frac{100\%}{100\% - 4,17\%} \\ &= 57,0 \text{ menit/unit}\end{aligned}$$

Perhitungan waktu standar pada proses *setting* awal memerlukan waktu 57,0 menit. Artinya karyawan memiliki kemampuan rata-rata membuat rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW selama 57 menit.

Kemudian setelah waktu standar diketahui maka selanjutnya menghitung output standar. Berikut ini adalah

perhitungan output standar dari elemen kerja A1 dengan proses operasi *setting* awal menggunakan Persamaan (2.20).

Setting Awal :

$$\begin{aligned} \text{Output Standar} &= \frac{1}{57} \\ &= 0,0175 \text{ unit/menit} \\ &= 12,63 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan output standar proses *setting* awal diketahui bahwa hasil output standar sebesar 12,63 unit/hari.

Selanjutnya Tabel 4.6 menunjukkan waktu standar dan output standar dari setiap elemen kerja proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW.

Tabel 4.6 Perhitungan Waktu Standar dan Output Standar

No	Proses Operasi	Waktu Normal Total (menit)	Allowance	Waktu Standar (menit)	Output Standar (menit)
1	<i>Setting Awal</i>	54,6	0,0417	57	12,63
2	<i>Welding In Jig</i>	102,5	0,0417	106,9	6,74
3	<i>Setting Out Jig</i>	52,4	0,0417	54,7	13,16
4	<i>Welding Out Jig</i>	100,6	0,0417	105	6,86
5	<i>Gridding</i>	50,6	0,0417	52,8	13,64

Berdasarkan Tabel 4.6 diketahui waktu standar pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW. Pada proses *setting* awal memerlukan waktu 57,0 menit, proses *welding in jig* memerlukan waktu 106,9 menit, proses *setting out jig* memerlukan waktu 54,7 menit, proses *welding out jig* memerlukan waktu 105,0 menit dan pada proses *gridding*

memerlukan waktu 52,8 menit. Maka waktu standar yang digunakan oleh PT INKA adalah 106,9 menit dengan output standar 6,74 unit.

Tabel 4.6 menunjukkan proses *welding in jig* dan *welding out jig* memiliki output yang kecil dimana hasilnya hampir setengah dari output proses *setting* awal, *setting out jig* dan *grinding*, maka terjadi kasus *bottleneck* pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW dibagian proses *welding in jig* dan *welding out jig*. Kedua proses tersebut memiliki tingkat kerumitan yang tinggi daripada proses lainnya dan prosesnya membutuhkan waktu yang lama, maka dari itu dilakukan analisis keseimbangan lintas produksi.

4.7 Keseimbangan Lintas Produksi

Keseimbangan lintas produksi dilaksanakan untuk meminimalkan ketidakseimbangan antara operator dengan output dari lintas produksi. Lintas produksi menjadi tidak efisien apabila kecepatan produksi stasiun kerja yang tidak berimbang. Adapun tahapan awal yang dilakukan dalam penyeimbangan lintas produksi adalah mengembangkan diagram *precedence* yang merangkum urutan dan waktu tugas.

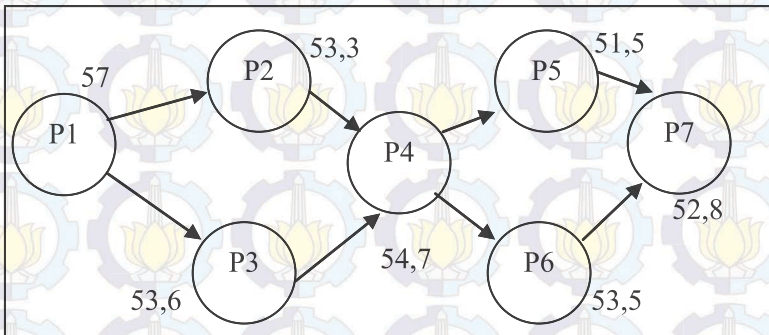
4.7.1 Diagram *Precedence*

Diagram *precedence* bertujuan untuk memudahkan pengontrolan kegiatan dalam suatu proses produksi. Dalam diagram *precedence* ini nantinya berisi tentang waktu standar dari setiap proses produksi.

Berikut Tabel 4.7 merupakan data diagram *precedence* dari proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW.

Tabel 4.7 Data *Precedence*

No.	Proses Operasi	Variabel	Kode	Waktu Standar (menit)
1	<i>Setting Awal</i>	A1	P1	57
2	<i>Welding In Jig</i>	B1	P2	53,3
		B2	P3	53,6
3	<i>Setting Out Jig</i>	C1	P4	54,7
4	<i>Welding Out Jig</i>	D1	P5	51,5
		D2	P6	53,5
5	<i>Grinding</i>	E1	P7	52,8
Total Waktu Standar				376,4

**Gambar 4.3** Diagram *Precedence* Proses Operasi

Gambar 4.3 menunjukkan diagram *precedence* yang merangkum urutan waktu tugas kemudian tugas-tugas dikelompokkan dalam stasiun kerja. Setelah diketahuinya diagram *precedence* langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan waktu siklus stasiun, jumlah stasiun minimal dan menyeimbangkan lintas dengan memberikan tugas tertentu.

4.7.2 Perhitungan Waktu Siklus Stasiun

Waktu siklus merupakan waktu maksimal dimana produk dapat tersedia pada setiap stasiun kerja pada tingkat produksi yang ingin dicapai. Pada perhitungan waktu siklus ini didasarkan pada target produksi perusahaan perhari. Adapun target produksi yakni sebesar 3 unit *underframe* gerbong kereta api PPCW. Waktu kerja untuk setiap operator dalam sehari adalah 12 jam. Berikut ini perhitungan waktu siklus stasiun.

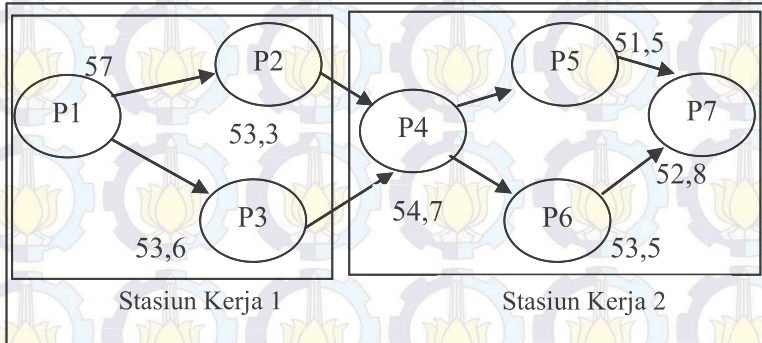
$$\begin{aligned} \text{waktu siklus} &= \frac{\text{waktu produksi yang tersedia perhari}}{\text{unit yang dihasilkan perhari}} \\ &= \frac{12 \text{ jam} \times 60 \text{ menit/jam}}{3} \\ &= 240 \text{ menit/unit} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan waktu siklus yang telah dilakukan diketahui bahwa waktu maksimal pada setiap stasiun dalam lintas produksi adalah sebesar 240 menit/unit. Setelah hasil perhitungan waktu siklus diketahui, langkah selanjutnya yakni menghitung jumlah stasiun kerja minimal. Berikut adalah perhitungan jumlah stasiun kerja minimal.

$$\begin{aligned} \text{jumlah stasiun kerja minimal} &= \frac{\sum_{i=1}^n \text{waktu untuk tugas } i}{\text{waktu siklus}} \\ &= \frac{376,4 \text{ menit/unit}}{240 \text{ menit/unit}} \\ &= 1,57 \approx 2 \text{ stasiun kerja} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan diketahui jumlah stasiun kerja minimal adalah 2 stasiun kerja dengan waktu siklus stasiunnya adalah 240 menit/unit.

Berikut Gambar 4.4 adalah diagram *precedence* setelah diketahuinya jumlah stasiun kerja minimal.



Gambar 4.4 Diagram *Precedence* Berdasarkan Stasiun Kerja

Berdasarkan Gambar 4.6 diketahui bahwa dengan waktu maksimal tiap stasiun yakni sebesar 240 menit/unit terbentuklah 2 stasiun kerja untuk P1 hingga P7. Stasiun kerja 1 terdiri dari P1 (*setting awal*) sebesar 57 menit, P2 (*menyambung cross beam*) sebesar 53,3 menit dan P3 (*menyambung center sill*) sebesar 53,6 menit sehingga menghasilkan nilai pada stasiun kerja 1 sebesar 21,6 menit. Stasiun kerja 2 terdiri dari P4 (*menyambung end beam*) sebesar 54,7 menit, P5 (*menyambung bolster*) sebesar 51,5 menit, P6 (*menyambung end center sill*) sebesar 53,5 menit dan P7 (*griding*) sebesar 52,8 menit.

4.7.3 Penentuan Efisiensi Lintas Produksi

Setelah dilakukannya tahapan untuk menentukan waktu siklus stasiun kemudian dilanjutkan dengan menentukan efisiensi lintas pada proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi lintas produksi} &= \frac{\sum_{i=1}^n \text{waktu pengerjaan tugas } i}{(\text{jumlah stasiun}) \times (\text{waktu siklus terbesar})} \\ &= \frac{376,4}{2 \times 212,5} \\ &= 0,88 \\ &= 88\% \end{aligned}$$

Berdasarkan efisiensi lintas produksi sebesar 88,8%. Hal tersebut berarti sumber daya memiliki dayaguna sebesar 88,8%.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Waktu standar yang diperlukan stasiun kerja untuk proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW adalah 106,9 menit.
2. Output standar yang dihasilkan untuk memproduksi pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW adalah 6,74 unit/hari.
3. Keseimbangan lintas produksi menghasilkan jumlah stasiun kerja minimal adalah 2 stasiun kerja dengan waktu siklus stasiunnya adalah 240 menit/unit dan efisiensi lini perakitan sebesar 88,8%.

5.2 Saran

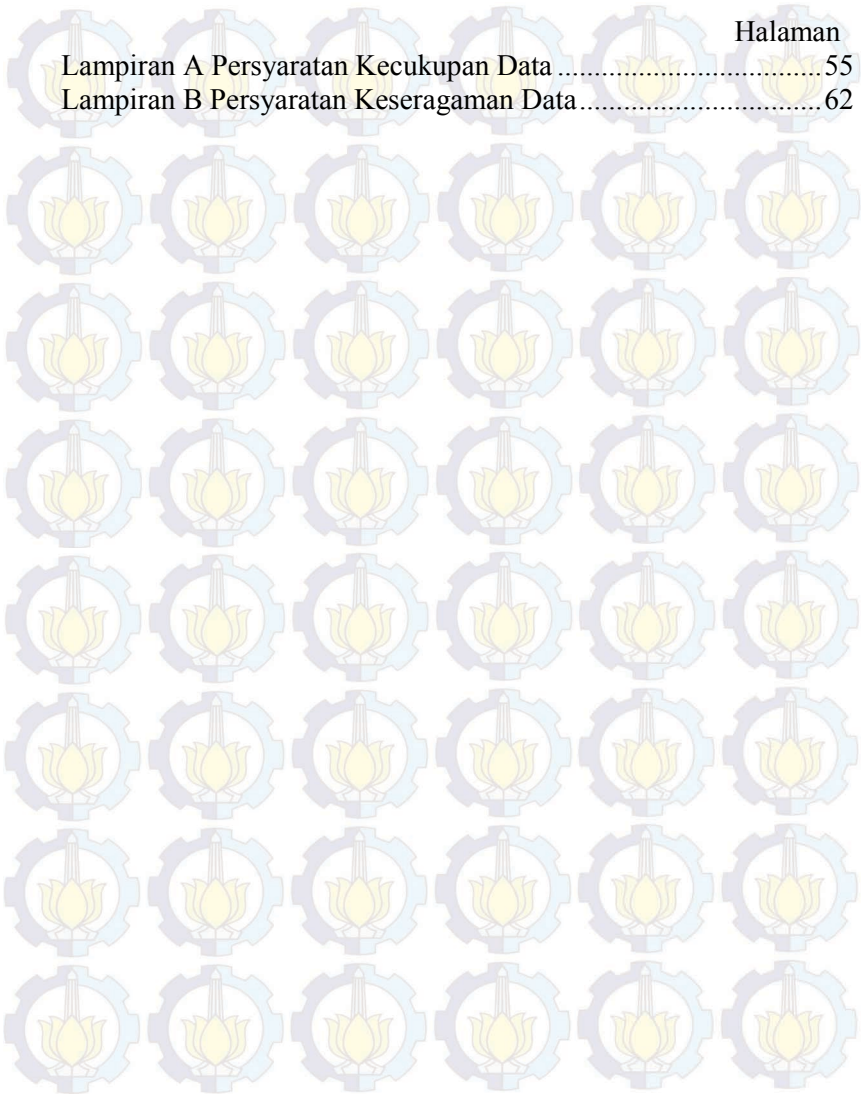
Adapun saran yang harus dilakukan dari hasil penelitian ini yakni

1. PT. INKA (Persero) agar dapat memastikan waktu standar yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW berdasarkan hasil pengukuran kerja.
2. Menyeimbangkan lintas produksi untuk meminimalis keterlambatan untuk pembuatan rangka utama *underframe* gerbong kereta api PPCW.



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Persyaratan Kecukupan Data	55
Lampiran B Persyaratan Keseragaman Data	62





(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran A. Perhitungan Persyaratan Kecukupan Data

Proses Operasi	Waktu (menit)	x^2	$\sum_{i=1}^n x_i$	$(\sum_{i=1}^n x_i)^2$	$\sum_{i=1}^n x_i^2$	n'
A1	47,3	2232,6	1446,8	2093086	70034,1	5,82
	46,5	2162,3				
	48,8	2376,6				
	45	2025				
	45	2025				
	46,5	2162,3				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	51	2601				
	47,3	2232,6				
	52,5	2756,3				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	52,5	2756,3				
	45	2025				
	52,5	2756,3				
	52,5	2756,3				
	52,5	2756,3				
	45	2025				
	45	2025				
	46,5	2162,3				
	45	2025				
49,5	2450,3					
51	2601					
47,3	2232,6					
52,5	2756,3					

Proses Operasi	Waktu (menit)	x^2	$\sum_{i=1}^n x_i$	$(\sum_{i=1}^n x_i)^2$	$\sum_{i=1}^n x_i^2$	n'
B1	43,9	1928,7	1375,3	1891450	63176,78	3,13
	44,8	2010				
	45	2025				
	45	2025				
	46,5	2162,3				
	45	2025				
	43,3	1877,8				
	44,5	1980,3				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	43,5	1889,4				
	44,2	1950,7				
	44,2	1950,7				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	45	2025				
45	2025					
49,5	2450,3					
48,8	2376,6					
44,3	1965,4					
43,9	1928,7					
44,2	1950,7					

Proses Operasi	Waktu (menit)	x^2	$\sum_{i=1}^n x_i$	$(\sum_{i=1}^n x_i)^2$	$\sum_{i=1}^n x_i^2$	n'
	44,2	1950,7				
	44,2	1950,7				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	44,3	1965,4				
	43,9	1928,7				
	44,2	1950,7				
	48,8	2376,6				
B2	45	2025	1383,1	1913012	63910,6	3,46
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	44,3	1965,4				
	43,9	1928,7				
	44,2	1950,7				
	46,5	2162,3				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	49,5	2450,3				
	47,3	2232,6				
	47,3	2232,6				
	43,6	1902,4				
	43,9	1928,7				
	43,9	1928,7				

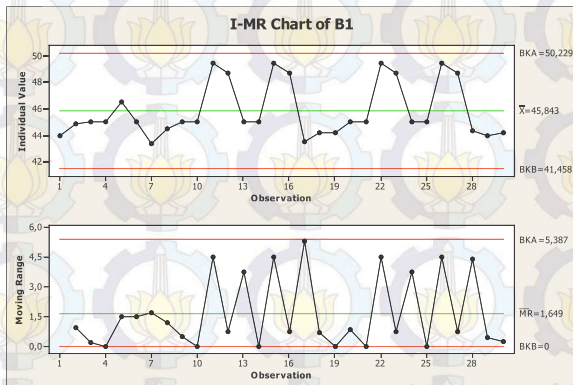
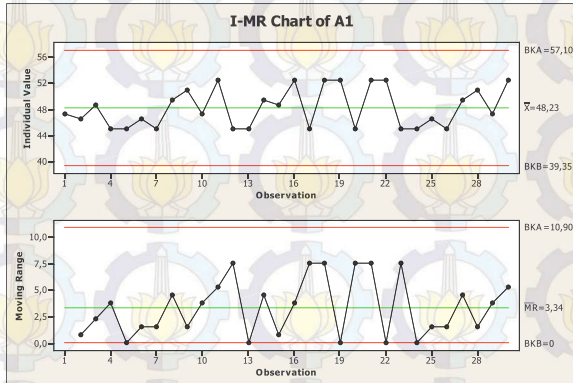
Proses Operasi	Waktu (menit)	x^2	$\sum_{i=1}^n x_i$	$(\sum_{i=1}^n x_i)^2$	$\sum_{i=1}^n x_i^2$	n'
C1	44	1936	1407,3	1980353	66309,7	6,93
	44,1	1943,3				
	43,5	1892,3				
	44,1	1943,3				
	44,1	1943,3				
	44,1	1943,3				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	44,3	1965,4				
	43,9	1928,7				
	44,2	1950,7				
	48,8	2376,6				
	45	2025				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	52,5	2756,3				
	45	2025				
	52,5	2756,3				
	52,5	2756,3				
	45	2025				
52,5	2756,3					
52,5	2756,3					
45	2025					

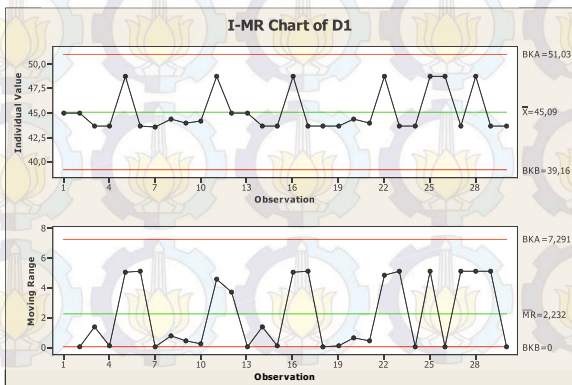
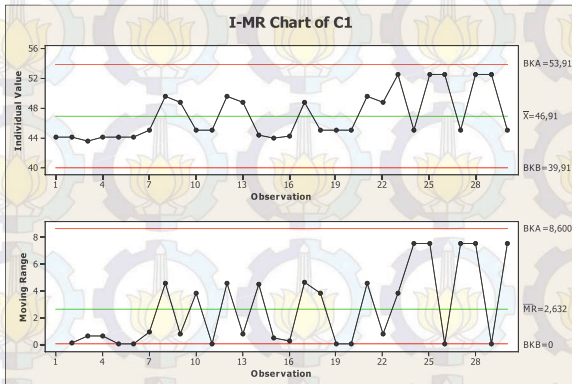
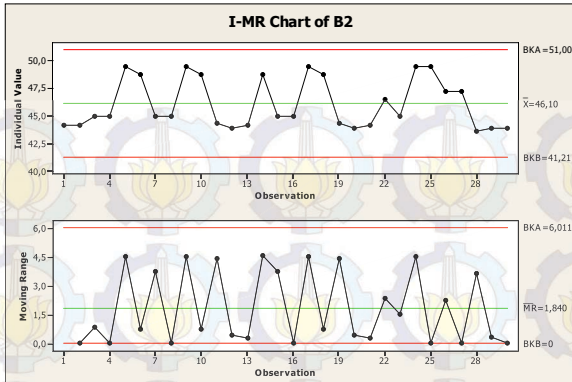
Proses Operasi	Waktu (menit)	x^2	$\sum_{i=1}^n x_i$	$(\sum_{i=1}^n x_i)^2$	$\sum_{i=1}^n x_i^2$	n'
	45	2025				
	45	2025				
	43,6	1902,4				
	43,7	1908,2				
	48,8	2376,6				
	43,6	1902,4				
	43,6	1899,5				
	44,3	1965,4				
	43,9	1928,7				
	44,2	1950,7				
	48,8	2376,6				
	45	2025				
	45	2025				
	43,6	1902,4				
D1	43,7	1908,2	1352,8	1829978	61127,6	3,23
	48,8	2376,6				
	43,6	1903,9				
	43,6	1902,4				
	43,7	1908,2				
	44,3	1965,4				
	43,9	1928,7				
	48,8	2376,6				
	43,6	1903,9				
	43,6	1902,4				
	48,8	2376,6				
	48,8	2376,6				
	43,6	1902,4				
	48,8	2376,6				
	43,6	1903,9				
	43,6	1902,4				

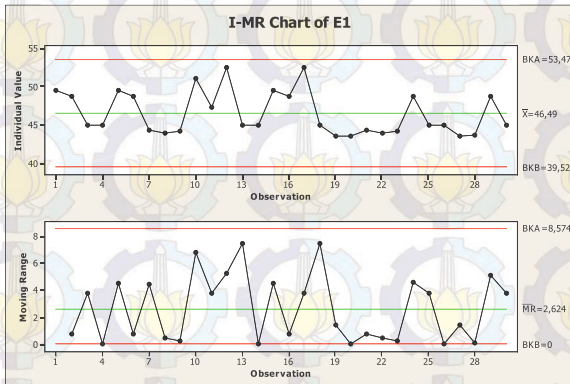
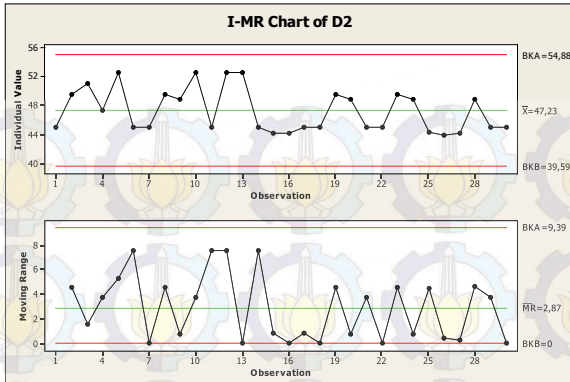
Proses Operasi	Waktu (menit)	x^2	$\sum_{i=1}^n x_i$	$(\sum_{i=1}^n x_i)^2$	$\sum_{i=1}^n x_i^2$	n'
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	51	2601				
	47,3	2232,6				
	52,5	2756,3				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	52,5	2756,3				
	45	2025				
	52,5	2756,3				
	52,5	2756,3				
	45	2025				
D2	44,2	1950,7	1417	2007889	67187	5,91
	44,2	1950,7				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	44,3	1965,4				
	43,9	1928,7				
	44,2	1950,7				
	48,8	2376,6				
	45	2025				
	45	2025				

Proses Operasi	Waktu (menit)	x^2	$\sum_{i=1}^n x_i$	$(\sum_{i=1}^n x_i)^2$	$\sum_{i=1}^n x_i^2$	n'
E1	49,5	2450,3	1394,8	1945560	65081,8	4,44
	48,8	2376,6				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	44,3	1965,4				
	43,9	1928,7				
	44,2	1950,7				
	51	2601				
	47,3	2232,6				
	52,5	2756,3				
	45	2025				
	45	2025				
	49,5	2450,3				
	48,8	2376,6				
	52,5	2756,3				
	45	2025				
	43,6	1902,4				
	43,6	1899,5				
	44,3	1965,4				
	43,9	1928,7				
	44,2	1950,7				
	48,8	2376,6				
	45	2025				
	45	2025				
43,6	1902,4					
43,7	1908,2					
48,8	2376,6					
45	2025					

Lampiran B. Peta Kontrol X-MR







DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, Alan dan Franklin, C.A. 2007. *Statistics: The Art And Science Of Learning From Data*. New Jersey : Pearson Education, Inc.
- Feryani, E., Y. 2007. Standarisasi Kerja pada Proses Pengemasan Benih Jagung Hibrida Varietas BISI 2 di PT. Benih Inti Subur Intani (BISI) Kediri. Tugas Akhir. Statistika ITS, Surabaya.
- Render, B., dan Heizer, J. 2006. *Operations Management (Manajemen Operasi yang diterjemahkan oleh Setyoningsih, D., dan Almahdy, I., Edisi ketujuh)*. Salemba Empat, Jakarta.
- Shandy, D., F. 2010. Pengukuran Waktu Kerja pada Proses Produksi Dompok Kulit di Industri Kerajinan Kulit Tanggulangin. Tugas Akhir. Statistika ITS. Surabaya.
- Shopiana, T. 2010. Perencanaan Standar Waktu Kerja dan Perhitungan Jumlah Tenaga Kerja Optimal Bagian Medical Equipment PT Otsuka Indonesia Lawang. Tugas Akhir. Teknik Industri. Surabaya
- Wignjosoebroto, S. 2008. *Ergonomi Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*. Surabaya: Guna Widya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis di lahirkan di Magetan, 14 Agustus 1993. Merupakan anak bungsu dari Bapak (Misdi) dan Ibu (Murtini). Penulis merupakan anak ketiga dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu TK Darma Wanita Kiringan 1, SD Negeri Kiringan 1, SMP Negeri 1 Kawedanan dan dilanjutkan di SMA Negeri 1 Maospati. Setelah lulus dari SMA Negeri 1 Maospati, penulis melanjutkan studi di Jurusan

Statistika FMIPA-ITS Program Studi Diploma III. Di Jurusan Statistika, penulis terdaftar dengan NRP 1312030028. Penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PT. Industri Kereta Api (INKA) Persero. Selain itu penulis juga pernah menjadi panitia event yang ada di ITS. Dan penulis mulai memasuki dunia kerja (*freelance*) yaitu surveyor. Dengan beranekaragamnya ilmu yang didapatkan oleh penulis sejak berkuliah, menjadikan motivasi tersendiri oleh penulis dalam menjalani hidup yang berkontribusi, baik kepada diri sendiri, keluarga, orang sekitar, masyarakat, bangsa dan negara. Komunikasi dengan penulis dapat dilakukan melalui email : mayalarasati14@gmail.com

(Halaman ini sengaja dikosongkan)