



TESIS - BM185407

**ANALISA PERUBAHAN POLA BEBAN KERJA
BERDASARKAN *VALUE ADDED*, *NON-VALUE ADDED*,
NECESSARY NON VALUE ADDED AKTIVITAS *OVERHAUL*
DAN DAMPAKNYA TERHADAP ASPEK KUALITAS,
BIAYA, DAN WAKTU**

**AKHMAD AL FATTAH
09211650015003**

**Dosen Pembimbing:
Dr. ADITHYA SUDIARNO, ST., MT**

**Departemen Manajemen Teknologi
Fakultas Bisnis Dan Manajemen Teknologi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2019**

**LEMBAR
PENGESAHAN**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Manajemen Teknologi (M.MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Akhmad Al Fattah

NRP: 09211650015003


Tanggal Ujian: 6 Februari 2019

Periode Wisuda: September 2019

Disetujui oleh:

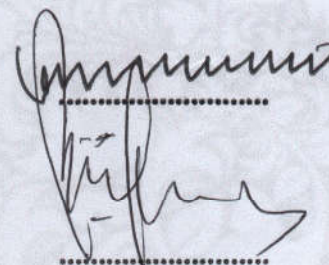
Pembimbing:

1. **Dr. Adithya Sudiarno, S.T., M.T**
NIP: 198310162008011006



Penguji:


1. **Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc**
NIP: 195903181987011001



2. **Dr.Ir. Bustanul Arifin Noer, M.Sc**
NIP: 195904301989031001

Kepala Departemen Manajemen Teknologi

Fakultas Bisnis dan Manajemen Teknologi



Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP
NIP: 196912311994121076

ABSTRAK

**ANALISA PERUBAHAN POLA BEBAN KERJA
BERDASARKAN *VALUE ADDED*, *NON VALUE ADDED*,
NECESSARY NON VALUE ADDED AKTIVITAS *OVERHAUL*
DAN DAMPAKNYA TERHADAP ASPEK KUALITAS, BIAYA,
DAN WAKTU**

Nama mahasiswa : Akhmad Al Fattah
NRP : 09211650015003
Pembimbing : Dr. Adithya Sudiarno, ST., MT.

ABSTRAK

Dalam pelaksanaan kegiatan pemeliharaan, Unit Pelayanan Pemeliharaan Wilayah Timur (UPHT) mempunyai tiga target utama yaitu *on quality*, *on cost*, dan *on time*. PT PJB menginginkan UPHT untuk melakukan optimalisasi durasi waktu *overhaul*. Adapun strategi yang dikaji adalah mendetailkan *work breakdown structure* (WBS), bekerja dalam 2 *shift*, *roll in – roll out spare part*, dan pembentukan tim *quality control* yang berkompentensi. Pada penelitian ini, aktivitas *value added*, *non-value added*, *necessary added*, dan beban kerja dianalisis untuk mengoptimalkan kualitas, durasi, *profit* dan meminimalisir *budget* pada manajemen proyek *overhaul* unit turbin gas. Instrumen yang digunakan dalam penelitian adalah *Yamazumi Chart* dan *NASA-Task Load Index* (NASA-TLX). Hasil penelitian menunjukkan persentase aktivitas *value added* sebesar 38%, *necessary non-value added* sebesar 51% dan *non-value added* sebesar 11% dari waktu keseluruhan *overhaul*. Terdapat potensi mempersingkat durasi major *overhaul* perubahan jadwal kerja dari yang semula dijadwalkan selama 32 hari, menjadi hanya 18 hari dengan cara menggunakan pola 2 *shift*. Profit yang didapatkan dari penyingkatan durasi *overhaul* adalah Rp. 2.500.975.763,74

(Kata Kunci : *Overhaul*, Percepatan Durasi, *Value Added*, *Non-value Added*, *Necessary Non Value Added*, Beban Kerja, *Yamazumi Chart*, NASA-TLX)

ANALYSIS OF CHANGING WORKING PATTERNS BASED ON VALUE ADDED, NON VALUE ADDED, NECESSARY NON VALUE ADDED OVERHAUL ACTIVITY AND ITS IMPACT ON QUALITY ASPECT, COST, AND TIME

Student Name : Akhmad Al Fattah
NRP : 09211650015003
Supervisor : Dr. Adithya Sudiarno, ST., MT.

ABSTRACT

In the implementation of maintenance activities, East Region Maintenance Service Unit (UPHT) has three main targets, namely on quality, on cost, and on time. These three targets are a form of UPHT commitment in maintaining customer confidence on work result. PJB wants UPHT to optimize the duration of overhaul time. The possible strategy could be applied consists of detailing work breakdown structure (WBS), working in two shifts, roll in - roll out spare parts, and the establishment of a competent quality control team. In this research, value added, non-value added, necessary added, and workload activities were analyzed to optimize quality, duration, profit and minimize budget on project management overhaul gas turbine units. The instrument used in this study were Yamazumi Chart and NASA-Task Load Index (NASA-TLX). The results showed the percentage of value added activity was 38%, necessary non-value added was 51% and non-value added was 11% of the total overhaul. There is the potential to shorten the duration of the major overhaul changes in work schedules from those originally scheduled for 32 days, to only 18 days by using the two-shift pattern. The profit earned from shortening the duration of the overhaul is Rp. 2,500,975,763.74

(Keywords: Overhaul, Duration Acceleration, Value Added, Non-value Added, Necessary Non Value Added, Workload, Yamazumi Chart NASA-TLX

KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Ucapan Syukur Alhamdulillah Penulis panjatkan kepada Maha Pencipta, Maha Pemberi Ilmu, Maha Pemberi Rizqi, Maha Berkehendak, dan Maha Akan Segalanya, Allah SWT, karena atas limpahan rahmat, hidayah, rizki, dan ijin-Nya penyusunan tesis yang berjudul :

Analisa Perubahan Pola Beban Kerja Berdasarkan Value Added, Non-Value Added, Necessary Non Value Added Aktivitas Overhaul dan Dampaknya Terhadap Aspek Kualitas, Biaya, dan Waktu

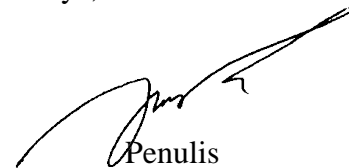
dapat terselesaikan dengan baik dan lancar. Penulis menyadari bahwa keberhasilan penyelesaian tesis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak baik langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penyelesaian tesis ini, antara lain:

1. Ayahanda H. Akhmad Bakriansyah dan Ibunda Hj. Agustina Syahminin, Kakak-kakakku Akhmad Subkhannur, Riana Indah Lestari, dan adikku Akhmad Al Muhajirin atas segala doa, kasih sayang, dan dukungannya.
2. Istriku tercinta Qurrotin A'yunina Maulida Okta Arifianti dan anakku Sabrina Almahira Sadidah yang selalu menemani, memberikan semangat, dukungan, saran, dan doa kepada penulis sampai saat ini.
3. Bapak Dr Adithya Sudiarno, ST., MT selaku dosen pembimbing yang telah sabar dalam memberikan bimbingan, bantuan, kritik dan saran. Meluangkan segala kesempatan dan waktu yang ada untuk memberikan bimbingan terhadap tesis ini
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc dan Bapak Dr.Ir. Bustanul Arifin Noer, M.Sc selaku dosen penguji atas saran dan kritiknya yang sangat membangun dalam menyempurnakan penulisan tesis ini.
5. Sahabatku Dody Awin Purjanto yang dalam susah dan senang selalu bersama menghadapi tantangan dan rintangan dalam mencari ilmu di MMT-ITS.

6. Rekan-rekan MMT-ITS beserta semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam pembuatan tesis ini, baik secara langsung maupun secara tidak langsung.
7. Rekan-rekan GT – HRSG yang membantu memberikan bantuan dan dukungan selama pengambilan data dan menemani siang – malam dalam penelitian ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, Terima kasih atas semuanya, *jazakumullah khairon katsiro*.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan tesis ini, oleh karena itu saran dan masukan dari semua pihak sangat penulis harapkan. Penulis berharap semoga tesis ini dapat memberikan manfaat dan sumbangsih bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Surabaya, 13 Februari 2019



Penulis

DAFTAR ISI,
DAFTAR GAMBAR &
DAFTAR TABEL

Daftar Isi

Lembar Pengesahan	i
Abstrak	iii
Kata Pengantar	v
Daftar isi	vii
Daftar Gambar	x
Daftar tabel	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1 <i>Gas Turbine</i> M701D PLTGU Gresik	7
2.2 <i>Maintenance Gas Turbine</i>	11
2.3 Manajemen Proyek	13
2.4 Penjadwalan	14
2.5 Teknik Penjadwalan	16
2.5.1 <i>Gantt Chart</i>	16
2.5.2 Metode <i>Network</i> (Jaringan)	18
2.6 <i>Program Evaluation and Review Technique</i> (PERT)	20
2.6.1 <i>Forward Pass</i>	22
2.6.2 <i>Backward Pass</i>	23
2.6.3 <i>Slack</i>	23
2.6.4 Contoh Pencarian Jalur Kritis	25
2.7 Beban Kerja	29
2.7.1 Definisi Beban Kerja Mental (<i>Mental Workload</i>)	30
2.7.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Beban Mental	30
2.7.3 Dampak Beban Kerja Mental Berlebihan	31

2.7.4 Pengukuran Beban Kerja Mental	31
2.7.4.1 NASA-TLX	32
2.8 <i>Lean Manufacturing Concept</i>	37
2.8.1 Definisi <i>Lean</i>	38
2.8.2 Prinsip Dasar <i>Lean</i>	38
2.9 <i>Wastes</i> (Pemborosan) Dalam <i>Lean Manufacturing</i>	39
2.9.1 Perbedaan Tiga Jenis Kegiatan	40
2.9.2 Jenis-jenis <i>Waste</i>	40
2.9.3 Hubungan Antar <i>Waste</i>	42
2.9.4 <i>Yamazumi Chart</i>	45
2.10 Pengukuran Waktu Kerja	46
2.10.1 Pengukuran Kerja Dengan Menggunakan “ <i>Direct Stop</i> <i>Watch Time Study</i>	47
2.11 Penyesuaian dan Kelonggaran	48
2.11.1 Faktor Penyesuaian	48
2.11.2 Faktor Kelonggaran (<i>Allowance</i>)	52
2.12 Pengukuran Kerja Dengan Metode Sampling Kerja	52
2.12.1 Data Waktu Baku	52
2.13 Validasi Kualitas <i>Overhaul</i>	55
2.14 Indikator Kinerja Pembangkit	56
2.15 Kajian Penelitian Terdahulu dengan Topik sejenis	58
2.15.1 Kajian Berdasarkan Kesamaan Obyek	58
2.15.2 Kajian Berdasarkan Kesamaan Metode	59
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir (Flowchart) Penelitian.....	63
3.1.1 Identifikasi Masalah.....	64
3.1.2 Studi Literatur	64
3.1.3 Pengumpulan Data	64
3.1.4 Pengolahan Data	64
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	
4.1 Sejarah Singkat Perusahaan.....	65
4.1.1 Profil Tim <i>Overhaul Maintenance</i>	65

4.1.2 Sistem Kerja <i>Major Inspection</i> (MI)	66
4.2 Data <i>Work Sampling</i>	67
4.2.1 Pengumpulan Data <i>Work Sampling</i> dengan Metode <i>Stopwatch</i>	67
4.2.2 Pengolahan Data <i>Work Sampling</i>	70
4.3 Data Beban Kerja Mental	83
4.3.1 Pengumpulan Data Beban Kerja Mendan dengan Metode NASA-TLX	83
4.3.1.1 Peratingan	83
4.3.1.2 Pembobotan	90
4.3.2 Pengolahan Data Beban Kerja Mendan dengan Metode NASA-TLX	96
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN	
5.1 Analisa <i>Work Sampling</i>	113
5.2 Analisa Beban Kerja Mental	115
5.2.1 Beban Kerja Mental Pekerja <i>Outsourcing</i>	115
5.2.2 Beban Kerja Mental Pegawai PT PJB UPHT	117
5.3 Analisa <i>Work Sampling</i> Vs Beban Kerja Mental	119
5.4 Kajian Finansial	120
5.5 Kualitas <i>Overhaul</i>	122
5.5.1 Sistem Kerja <i>Monitoring</i> Kualitas Pekerjaan	122
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	125
5.2 Saran	126
DAFTAR PUSTAKA	129
APPENDIX A	133
APPENDIX B	191
APPENDIX C	197
APPENDIX D	203
BIODATA PENULIS	209

Daftar Gambar

Gambar 2.1 <i>Gas Turbine</i> Mitsubishi M701D	7
Gambar 2.2 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU)	12
Gambar 2.3 Tahapan <i>maintenace</i> di pembangkit tenaga gas uap	12
Gambar 2.4 Ilustrasi pelaksanaan <i>overhaul major inspection Gas Turbine</i>	13
Gambar 2.5 Diagram <i>network</i> PERT	22
Gambar 2.6 Diagram CPM proyek peluncuran produk baru	26
Gambar 2.7 Hubungan tujuh <i>waste</i>	43
Gambar 2.8 <i>Yamazumi Chart</i>	46
Gambar 2.9 Pemanfaatan program <i>trello</i> pada <i>overhaul</i> turbin gas.....	56
Gambar 2.10 Pengelompokan status unit pembangkit	57
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	63
Gambar 4.1 Lembar pengamatan <i>work sampling</i>	67
Gambar 4.2 <i>Yamazumi chart</i> kegiatan <i>overhaul</i> hari 1 - 10	69
Gambar 4.3 <i>Yamazumi chart</i> kegiatan <i>overhaul</i> hari 11 - 20.....	69
Gambar 4.4 <i>Yamazumi chart</i> kegiatan <i>overhaul</i> hari 21 - 28.....	70
Gambar 4.5 Kuesioner Peratingan NASA – TLX	84
Gambar 4.6 Hasil Pengisian Kuesioner	84
Gambar 4.7 Kuesioner 15 pertanyaan perbandingan berpasangan	90
Gambar 4.8 Hasil pengisian kuesioner pembobotan	91
Gambar 5.1 Persentase NNVA <i>overhaul</i> MI GT 2.3	113
Gambar 5.2 Hasil simulasi profit akselerasi <i>overhaul</i>	121
Gambar 5.3 <i>Flowchart</i> monitoring kualitas <i>overhaul</i>	123

Daftar Tabel

Tabel 2.1 <i>Gantt chart</i> dari suatu proyek SPC	17
Tabel 2.2 Contoh urutan aktivitas	25
Tabel 2.3 Perhitungan waktu proyek	28
Tabel 2.4 NASA-TLX.....	35
Tabel 2.5 Distribusi frekuensi kumulatif dari skor beban kerja global NASA-TLX berdasarkan jenis tugas	37
Tabel 2.6 Hubungan antar tujuh <i>waste</i>	43
Tabel 2.7 Penyesuaian menurut Shumard.....	49
Tabel 2.8 Penyesuaian menurut Westinghouse	51
Tabel 2.9 Posisi penelitian	61
Tabel 4.1 Rekapitulasi aktivitas harian	68
Tabel 4.2 Rekapitulasi jenis kegiatan <i>work sampling</i>	71
Tabel 4.3 Klasifikasi kegiatan <i>work sampling</i>	74
Tabel 4.4 Rekapitulasi waktu kerja baku	78
Tabel 4.5 Rekapitulasi data hasil peratingan	85
Tabel 4.6 Rekapitulasi data hasil pembobotan	91
Tabel 4.7 <i>Score</i> NASA – TLX	96
Tabel 4.8 Hasil rekapitulasi perhitungan beban kerja mental	97
Tabel 5.1 Nilai indikator pekerja <i>outsourcing</i>	115
Tabel 5.2 Nilai indikator pekerja PT.PJB UPHT	118

(Halaman ini sengaja di kosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Unit Pelayanan Pemeliharaan Wilayah Timur (UPHT) merupakan salah satu unit pemeliharaan pembangkit listrik yang dimiliki oleh pembangkitan Jawa Bali (PJB) dengan spesialisasi pekerjaan pada inspeksi terencana (*overhaul*). Sesuai dengan Surat Keputusan (SK) Direksi No. 040.K/010/DIR/2007 tertanggal 3 April 2007, UPHT melayani pemeliharaan unit pembangkit milik PJB yang berada di wilayah pulau Jawa bagian timur, antara lain PLTU/G/GU Gresik, PLTU Paiton Unit 1 dan 2, serta PLTA Brantas yang tersebar di wilayah Jawa Timur. Dalam pelaksanaan kegiatan pemeliharaan, UPHT mempunyai tiga target utama yaitu *on quality, cost, dan time*. Ketiga target tersebut merupakan bentuk komitmen UPHT dalam menjaga kepercayaan *customer* terhadap hasil pekerjaannya.

Pada tengah tahun 2017, dua perusahaan yang bergerak di bidang energi yaitu SIEMENS dan MAPNA mengajukan proposal penawaran untuk melakukan *overhaul* pada unit *gas turbine* dengan durasi waktu 15 – 17 hari pada *scope* pekerjaan *major inspection* (MI). Durasi waktu standar pada *scope* MI dari pabrik manufaktur *gas turbine Mitsubishi Heavy Industry* (MHI) adalah 45 hari. Namun seiring perjalanan dengan mengimplementasikan strategi - strategi percepatan, UPHT dua kali berhasil mempercepat durasi waktu *overhaul gas turbine* menjadi 32 hari dan 28 hari. Dengan proposal yang diajukan oleh kedua perusahaan tersebut membuat direksi PJB melihat peluang *profit* jika *overhaul* bisa dipercepat hingga 15 – 17 hari, dimana peluang tersebut bisa di implementasikan pada 9 (sembilan) unit gas turbine yang dimiliki pada unit PLTGU Gresik.

Berawal dari proposal dan tantangan tersebut, PJB menginginkan UPHT untuk melakukan akselerasi durasi waktu *overhaul*. Adapun strategi yang dikaji adalah mendetailkan *work breakdown structure* (WBS), bekerja dalam 2 *shift, roll in – roll out spare part*, dan pembentukan tim *quality control* yang berkompetensi. Dengan keterbatasan yang ada, strategi tersebut diimplementasikan pada *overhaul*

GT 1.2 PLTGU GRESIK pada bulan Juli 2018. Hasil dari implementasi strategi tersebut, UPHT dapat mempercepat durasi pekerjaan hingga 24 hari.

Namun terdapat beberapa kekurangan dan kelemahan dari implementasi strategi tersebut yaitu beban kerja yang dialami sangat tinggi. Hal tersebut bersumber dari wawancara kepada karyawan dan pekerja *outsourcing* yang mengikuti *overhaul major inspection* GT 1.2 PLTGU Gresik merasakan bahwa untuk menyelesaikan pekerjaan – pekerjaan selama *overhaul* sangat menguras tenaga dan pikiran, serta tekanan mental untuk bisa menyelesaikan tuntutan pekerjaan yang berkualitas dan tepat waktu, ekspresi tersebut tercermin pada emosi tiap – tiap pekerja yang meledak – ledak serta rasa kelelahan setelah melakukan pekerjaan setiap harinya, hal lainnya adalah jumlah pegawai PT.PJB UPHT yang masuk dalam kategori *expert* dan berpengalaman masih sedikit sehingga pada *overhaul* MI GT 1.2 PLTGU Gresik terdapat beberapa pekerjaan *re-work* dikarenakan lemahnya pengawasan pada bagian – bagian yang kritikal. Resiko yang sangat besar bisa terjadi jika *monitoring* kualitas pekerjaan tidak tercatat pada laporan pekerjaan, dan jika terjadi permasalahan pada saat unit beroperasi, tidak hanya kehilangan produksi listrik namun juga kerusakan fatal bisa terjadi yang berakibat kerugian material serta membuat kredibilitas PT.PJB UPHT tercoreng.

Permasalahan lainnya adalah *profit* yang diharapkan tidak sesuai dengan ekspektasi yang dikarenakan kontrak kerja untuk jasa tenaga *outsourcing* mengalami penambahan akibat pemberlakuan 2 *shift*, dari *shift* normal yang berjumlah 126 personil menjadi 198 personil, dalam perencanaan kontrak kerja *outsourcing* PT.PJB UPHT melakukan transaksi kontrak pada awal tahun sebelum di mulainya *overhaul*, dimana kontrak jasa tenaga *outsourcing* yang berjumlah 126 personil selama 32 hari tersebut bernilai Rp. 1.951.974.816, dengan adanya penambahan jumlah personil maka terdapat tambahan tagihan nilai kontrak senilai Rp. 656.071.000. Sedangkan keuntungan yang didapat dari majunya jadwal *overhaul* yang semula 32 hari menjadi 24 hari adalah Rp. 1.540.753.195,89, sehingga pendapatan bersih yang diperoleh adalah Rp. 884.682.195,89. Nilai keuntungan yang didapat tersebut tidak sesuai ekspektasi jika dibandingkan dengan *overhaul* dengan durasi 28 hari dengan menggunakan pola 1 *shift* yang memiliki *profit* senilai Rp. 770.376.615,28. Para pegawai dan pekerja *outsourcing* merasa

usaha dan tekanan mental yang dirasakan tidak sebanding dengan hasil dari *overhaul major inspection* tersebut.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kegiatan operasional suatu perusahaan adalah *lean manufacturing*. Metode tersebut memberikan strategi untuk meningkatkan efisiensi di lini produksi dengan menghilangkan aktivitas yang menyebabkan pemborosan. Di dalam *lean manufacturing*, suatu aktivitas dibedakan menjadi dua jenis, yaitu aktivitas yang memiliki nilai (*value added*) dan aktivitas tidak bernilai (*non-value added*). Aktivitas bernilai mengacu pada aktivitas yang dapat meningkatkan nilai tambah pada proses produksi. Sedangkan aktivitas yang tidak bernilai berfokus pada aktivitas yang dapat membuang waktu, gaji, material secara percuma (pemborosan). Dalam buku yang ditulis Carreira (2004), terdapat tujuh kategori pemborosan di dalam teori *lean*, antara lain sebagai berikut:

1. *Over* produksi.
2. Kelebihan persediaan.
3. Transportasi.
4. Proses berlebih.
5. Kegiatan yang dihasilkan dari produk *reject*.
6. Menunggu.
7. Gerakan yang tidak perlu.

Kegiatan tersebut menambah biaya produksi (biaya operasional) dan tidak menambahkan nilai dari sudut pandang pelanggan. Metode *lean manufacturing* telah banyak diaplikasikan untuk menyelesaikan permasalahan pemborosan di dalam proses produksi. Pada penelitian “Pendekatan *lean manufacturing* pada proses produksi *furniture* dengan metode *cost integrated value stream mapping*” Antandito *et al* (2014) melakukan pendekatan *lean manufacturing* pada proses produksi *furniture* di PT Gatra Mapan untuk mengatasi ketidaksesuaian hasil *output* produksi dengan target produksi. Hasil penelitian menunjukkan *waste* yang paling banyak terjadi adalah *waste defect* dan *waiting time*. Dengan melakukan perbaikan, biaya aktivitas bernilai tambah / biaya produksi salah satu produk (Dino Sideboard 2 D 3 DRW SN – WG) berkurang sebanyak Rp. 24.000. Pada penelitian “Minimasi

waste untuk perbaikan proses produksi kantong kemasan dengan pendekatan *lean manufacturing*” Setiyawan *et al* (2013) menggunakan konsep *lean manufacturing* untuk meningkatkan produktivitas pada perusahaan kantong pengemasan. Setelah perbaikan dilakukan, terjadi penurunan waktu produksi dari 138,4 menit menjadi 119,4 menit.

Oleh karena itu, pada penelitian ini, diperlukan pemetaan aktivitas *resource* yang berupa *value added*, *non-value added* dan *necessary non value added* untuk mengetahui seberapa efektif waktu kerja untuk menyelesaikan pekerjaan dan beban kerja dianalisis untuk mengetahui seberapa besar beban mental yang dialami oleh para pekerja sehingga dengan memperhitungkan aspek-aspek tersebut diharapkan dapat meningkatkan durasi, *profit* dan meminimalisasi *budget* pada manajemen proyek *overhaul* unit *gas turbine*. Hasil analisis beban kerja dapat dijadikan masukan dalam pelaksanaan *overhaul* berikutnya. Sebuah validasi juga diperlukan untuk mengetahui kualitas sebuah proses pekerjaan sedang berlangsung sehingga memudahkan seorang *quality control* untuk segera merespon jika proses *overhaul* tidak sesuai dengan *planning project* yang dibuat.

Salah satu instrumen yang digunakan untuk mengukur beban kerja pekerja (*operator-based workload*) adalah *NASA-Task Load Index*. Hoonakker *et al* (2011) melakukan penelitian tentang pengukuran beban kerja perawat ICU. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *NASA-Task Load Index* merupakan instrumen yang paling dapat diandalkan dibandingkan instrument yang lain. Dorrian *et al* (2010) menggunakan *NASA-TLX* untuk mengevaluasi beban kerja pekerja industri kereta api di Australia dan menemukan beban kerja secara signifikan mempengaruhi kelelahan. Hwang *et al* (2007) memanfaatkan *NASA-TLX* untuk menilai beban kerja mental individu. Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, *NASA-TLX* dianggap sangat cocok digunakan untuk mengevaluasi beban pekerja pada *overhaul major inspection gas turbine*.

1.2. Perumusan Masalah

Bagaimana *index non-value added* berpengaruh terhadap kinerja dan dampak kualitas pekerjaan pada *overhaul* turbin gas M701D di unit PLTGU Gresik.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mendukung pembahasan secara sistematis antara lain:

1. Menganalisa aktivitas *value added*, *necessary non-value added*, dan *non-value added* serta indeks beban kerja mental para pekerja pada saat *overhaul major inspection* dan menganalisa hubungan antara keduanya, sehingga dari data dan fenomena – fenomena yang ditemukan dapat dijadikan sebuah rencana tindak lanjut pada *project overhaul major inspection* di sembilan turbin gas PLTGU Gresik kedepannya.
2. Melakukan kajian finansial dari perubahan strategi pola *overhaul* yang akan diaplikasikan.

1.4. Batasan Masalah

Batasan permasalahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Metode pemetaan aktivitas *overhaul* menggunakan instrumen *Yamazumi Chart*.
2. Metode pengukuran analisa beban kerja menggunakan instrumen NASA TLX.
3. Ruang lingkup yang dikaji pada *overhaul gas turbine M701D* di unit PLTGU Gresik pada *scope* pekerjaan *major inspection*.
4. Pengambilan data pada pengukuran beban kerja hanya pada bidang mekanik.

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan melakukan penelitian ini, diharapkan dapat meningkatkan pemanfaatan *resources*, *profit*, mempercepat durasi *overhaul* dan meminimalisir *budget* pada manajemen proyek *overhaul* unit turbin gas kedepannya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

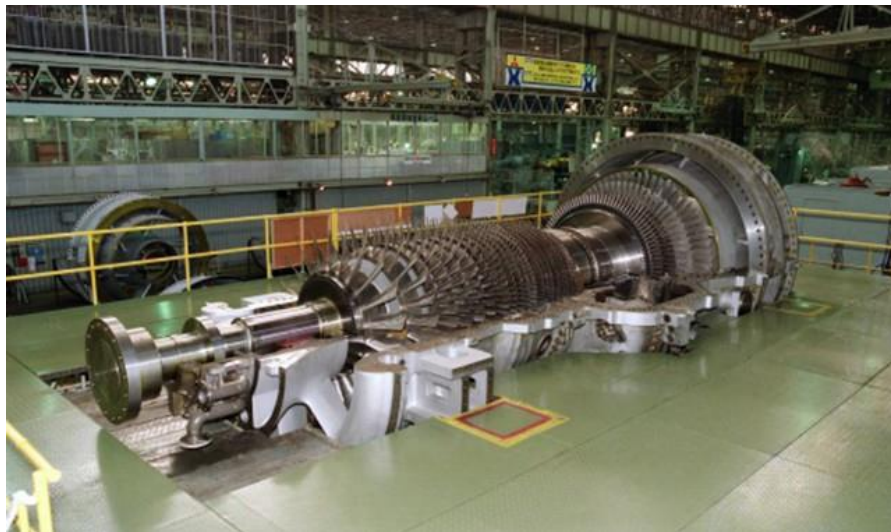
BAB II
KAJIAN PUSTAKA &
DASAR TEORI

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. *Gas Turbine* M701D PLTGU Gresik

Gas Turbine adalah suatu mesin yang memanfaatkan fluida gas dari pembakaran *internal* untuk memutar *turbine*. Pada *gas turbine*, energi kinetik dari gas hasil pembakaran dikonversikan menjadi energi mekanik melalui udara bertekanan yang memutar *rotor* turbin sehingga menghasilkan daya. Disebut *gas turbine*, karena perputaran turbin terjadi akibat gas panas yang dihasilkan dari hasil pembakaran. *Gas turbine* bekerja secara kontinu tidak bertahap, semua proses yaitu hisap, kompresi, pembakaran dan buang adalah berlangsung bersamaan. Pada proses ekspansi *gas turbine*, terjadi perubahan energi dari energi panas menjadi energi mekanik putaran poros turbin. Sistem *gas turbine* yang paling sederhana terdiri dari tiga komponen yaitu kompresor, ruang bakar, dan *turbine*. *Gas turbine* yang terdapat di Unit PLTGU Gresik merupakan *gas turbine* tipe M701D yang dapat dilihat seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Gas Turbin Mitsubishi M701D

Gas turbine tersusun atas komponen-komponen utama seperti *air inlet section*, *compressor section*, *combustion section*, *turbine section*, dan *exhaust section*. Sedangkan komponen pendukung *gas turbine* adalah *starting equipment*, *lube oil system*, *cooling system*, dan beberapa komponen pendukung lainnya. Berikut ini penjelasan tentang komponen utama turbin gas:

1. *Air Inlet Section*.

Berfungsi untuk menyaring kotoran dan debu yang terbawa dalam udara sebelum masuk ke kompresor. Bagian ini terdiri dari:

- a) *Air Inlet Housing*, merupakan tempat udara masuk dimana didalamnya terdapat peralatan pembersih udara.
- b) *Inertia Separator*, berfungsi untuk membersihkan debu-debu atau partikel yang terbawa bersama udara masuk.
- c) *Pre-Filter*, merupakan penyaringan udara awal yang dipasang pada *inlet house*.
- d) *Main Filter*, merupakan penyaring utama yang terdapat pada bagian dalam *inlet house*, udara yang telah melewati penyaring ini masuk ke dalam kompresor aksial.
- e) *Inlet Bellmouth*, berfungsi untuk membagi udara agar merata pada saat memasuki ruang kompresor.
- f) *Inlet Guide Vane*, merupakan *blade* yang berfungsi sebagai pengatur jumlah udara yang masuk agar sesuai dengan yang diperlukan

2. *Compressor Section*.

Komponen utama pada bagian ini adalah aksial *flow compressor*, berfungsi untuk mengkompresikan udara yang berasal dari *inlet air section* hingga bertekanan tinggi sehingga pada saat terjadi pembakaran dapat menghasilkan gas panas berkecepatan tinggi yang dapat menimbulkan daya *output* turbin yang besar. Aksial *flow compressor* terdiri dari dua bagian yaitu:

- a) *Compressor Rotor Assembly*. Merupakan bagian dari kompresor aksial yang berputar pada porosnya. Rotor ini memiliki 17 tingkat

sudu yang mengompresikan aliran udara secara aksial dari 1 atm menjadi 17 kalinya sehingga diperoleh udara yang bertekanan tinggi. Bagian ini tersusun dari *wheels, stub shaft, tie bolt* dan sudu-sudu yang disusun konsentris di sekeliling sumbu *rotor*.

b) *Compressor Stator*. Merupakan bagian dari *casing gas turbine* yang terdiri dari:

- *Inlet Casing*, merupakan bagian dari *casing* yang mengarahkan udara masuk ke *inlet bellmouth* dan selanjutnya masuk ke *inlet guide vane*.
- *Forward Compressor Casing*, bagian *casing* yang didalamnya terdapat empat *stage* kompresor *blade*.
- *Aft Casing*, bagian *casing* yang didalamnya terdapat *compressor blade* tingkat 5-10.
- *Discharge Casing*, merupakan bagian *casing* yang berfungsi sebagai tempat keluarnya udara yang telah dikompresi.

3. *Combustion Section*.

Pada bagian ini terjadi proses pembakaran antara bahan bakar dengan fluida kerja yang berupa udara bertekanan tinggi dan bersuhu tinggi. Hasil pembakaran ini berupa energi panas yang diubah menjadi energi kinetik dengan mengarahkan udara panas tersebut ke *transition pieces* yang juga berfungsi sebagai *nozzle*. Fungsi dari keseluruhan sistem adalah untuk mensuplai energi panas ke siklus turbin. Sistem pembakaran ini terdiri dari komponen-komponen berikut yang jumlahnya bervariasi tergantung besar *frame* dan penggunaan turbin gas. Komponen-komponen itu adalah:

- a) *Combustion Chamber*, berfungsi sebagai tempat terjadinya pencampuran antara udara yang telah dikompresi dengan bahan bakar yang masuk.
- b) *Combustion Liners*, terdapat didalam *combustion chamber* yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya pembakaran.

- c) *Fuel Nozzle*, berfungsi sebagai tempat masuknya bahan bakar ke dalam *combustion liner*.
 - d) *Ignitors (Spark Plug)*, berfungsi untuk memercikkan bunga api ke dalam *combustion chamber* sehingga campuran bahan bakar dan udara dapat terbakar.
 - e) *Transition pieces*, berfungsi untuk mengarahkan dan membentuk aliran gas panas agar sesuai dengan ukuran *nozzle* dan sudu-sudu turbin gas.
 - f) *Cross Fire Tubes*, berfungsi untuk meratakan nyala api pada semua *combustion chamber*.
 - g) *Flame Detector*, merupakan alat yang dipasang untuk mendeteksi proses pembakaran terjadi.
4. *Turbine Section*.

Turbine section merupakan tempat terjadinya konversi energi kinetik menjadi energi mekanik yang digunakan sebagai penggerak *compresor* aksial dan perlengkapan lainnya. Dari daya total yang dihasilkan kira-kira 60 % digunakan untuk memutar kompresornya sendiri, dan sisanya digunakan untuk kerja yang dibutuhkan.

Komponen-komponen pada turbin section adalah sebagai berikut:

- a) *Turbine Rotor Case*
- b) *First Stage Nozzle*, yang berfungsi untuk mengarahkan gas panas ke *first stage turbine wheel*.
- c) *First Stage Turbine Wheel*, berfungsi untuk mengkonversikan energi kinetik dari aliran udara yang berkecepatan tinggi menjadi energi mekanik berupa putaran rotor.
- d) *Second Stage Nozzle dan Diafragma*, berfungsi untuk mengatur aliran gas panas ke *second stage turbine wheel*, sedangkan diafragma berfungsi untuk memisahkan kedua *turbine wheel*.

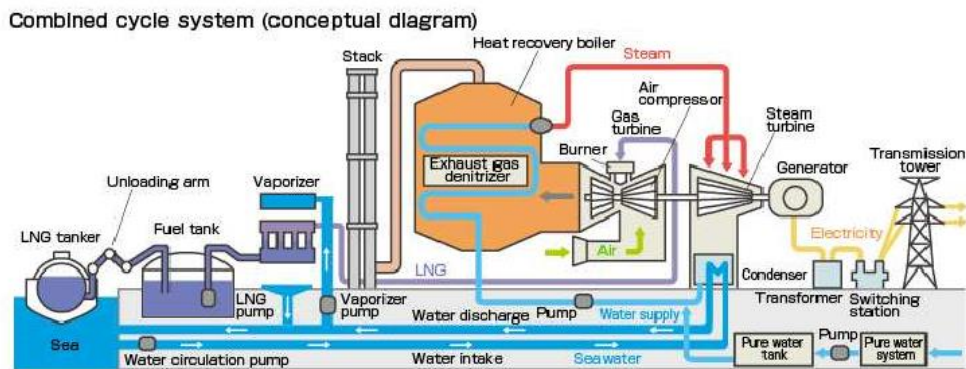
e) *Second Stage Turbine*, berfungsi untuk memanfaatkan energi kinetik yang masih cukup besar dari *first stage turbine* untuk menghasilkan kecepatan putar *rotor* yang lebih besar.

5. *Exhaust Section*.

Exhaust section adalah bagian akhir turbin gas yang berfungsi sebagai saluran pembuangan gas panas sisa yang keluar dari turbin gas. *Exhaust section* terdiri dari beberapa bagian yaitu: (1) *Exhaust Frame Assembly*, dan (2) *Exhaust* gas keluar dari turbin gas melalui *exhaust diffuser pada exhaust frame assembly*, lalu mengalir ke *exhaust plenum* dan kemudian didifusikan dan dibuang ke atmosfer melalui *exhaust stack*, sebelum dibuang ke atmosfer gas panas sisa tersebut diukur dengan *exhaust thermocouple* dimana hasil pengukuran ini digunakan juga untuk data pengontrolan temperatur dan proteksi *temperature trip*. Pada *exhaust area* terdapat 18 buah *thermocouple* yaitu, 12 buah untuk temperatur kontrol dan 6 buah untuk temperatur *trip*.

2.2. *Maintenance Gas Turbine*

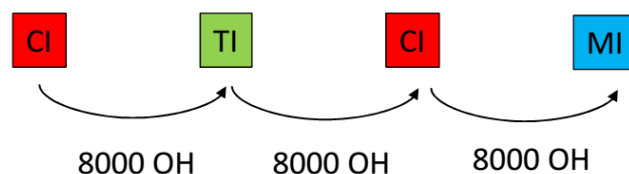
Maintenance (perawatan) adalah hal yang penting dilakukan untuk menjaga performansi suatu mesin. Dalam skala besar, misalnya suatu pabrik, terdapat banyak komponen pendukung yang perlu diperhatikan waktu *maintenance*-nya. Pembangkit listrik tenaga gas uap (PLTGU) merupakan salah satu perusahaan yang memiliki banyak komponen untuk mendukung keseluruhan proses. Sistem PLTGU terdiri dari dua jenis, yaitu pembangkit listrik dengan menggunakan bahan bakar gas sebagai tenaga penggerak turbin. Kedua, pembangkit listrik dengan memanfaatkan uap panas sebagai penggerak turbin. Gambar 2.2 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTGU) menunjukkan komponen pendukung PLTGU. Komponen tersebut diantaranya, ruang bakar, turbin gas, kompresor, *heat recovery steam generator*, turbin uap, kondensor, pompa.



Gambar 2.2 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU)

Salah satu pembangkit listrik tenaga gas uap di Indonesia terletak di Gresik. PLTGU Gresik memiliki tiga blok, blok 1 dan 2 menggunakan sistem *dual fuel engine* untuk bahan bakar gas dan minyak. Sedangkan blok 3 hanya menggunakan gas. Proses *maintenance* yang dilakukan di PLTGU Gresik terdiri dari tiga jenis, diantaranya:

1. CI (*Combustion Inspection*)
Memeriksa dan membersihkan komponen utama dan komponen bantu di ruang bakar
2. TI (*Turbine Inspection*)
Memeriksa dan membersihkan komponen utama dan komponen bantu di turbin dan kompresor. Pada pemeriksaan ini, dilakukan pengangkatan *casing* tanpa pengangkatan *rotor*.
3. MI (*Major Inspection*)
Pemeriksaan mencakup keseluruhan komponen di dalam PLTGU.



Gambar 2.3 Tahapan *maintenance* di pembangkit listrik tenaga gas uap (CI: *Combustion Inspection*; TI: *Turbine Inspection*; MI: *Major Inspection*; OH: *Operation hour*)

Tahapan *Maintenance* di Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) menunjukkan urutan proses *maintenance (standard job)* yang diterapkan di PLTGU Gresik. Proses pertama diawali oleh *Combustion Inspection*. Setelah 8000 jam pengoperasian, dilakukan *Turbine Inspection*. Selang 8000 jam berikutnya, *Combustion Inspection* kembali dilakukan. Tahapan terakhir, setelah 8000 jam, proses *maintenance* dilanjutkan dengan melakukan *Major Inspection* (Gambar 2.3). 8000 jam merupakan waktu pengoperasian yang ditentukan oleh perusahaan fabrikasi PLTGU.



Gambar 2.4 Ilustrasi pelaksanaan *overhaul Major inspection Gas Turbine*

2.3. Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah suatu teknik yang digunakan untuk merencanakan, mengerjakan, dan mengendalikan aktivitas suatu proyek untuk memenuhi kendala waktu dan biaya proyek (Muslich, 2009). Teknik ini berorientasi pada pencapaian tujuan, dimana tujuan tersebut mungkin pembangunan gedung, pembukaan kantor baru, atau pengendalian kegiatan penelitian dan pengembangan. Perencanaan suatu proyek terdiri dari tiga tahap (Prasetya & Lukiastruti, 2009), yaitu:

1. Perencanaan.

Membuat uraian kegiatan-kegiatan, menyusun logika urutan kejadian-kejadian, menentukan syarat-syarat pendahuluan, menguraikan interaksi dan interdependensi antara kegiatan-kegiatan.

2. Penjadwalan.

Penaksiran waktu yang diperlukan untuk melaksanakan tiap kegiatan, menegaskan kapan suatu kegiatan berlangsung dan kapan berakhir.

3. Pengendalian.

Menetapkan alokasi biaya dan peralatan guna pelaksanaan tiap kegiatan.

Manajemen proyek dengan menggunakan teknik *Critical Path Method* (CPM) biasanya digunakan untuk pembangunan proyek dimana perkiraan waktu untuk setiap aktivitas atau pekerjaan adalah tertentu. Sedangkan dengan teknik *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) digunakan untuk proyek-proyek dimana perkiraan waktu tidak dapat diprediksi dengan pasti.

Baik CPM maupun PERT dibuat berdasarkan *diagram* jaringan (*network chart*), yang merupakan lanjutan dari diagram baris atau *gant chart* (Bernard, 2008). Tujuan membangun suatu jaringan adalah untuk membantu perencanaan dan penjadwalan suatu proyek. Penjadwalan membutuhkan waktu-waktu yang berkenaan dengan aktivitas.

Penerapan manajemen proyek secara benar akan mendatangkan keuntungan dari segi waktu dan biaya dibanding jika pengelolaan dilakukan seperti pengelolaan pekerjaan *regular* (Santosa, 2009). Suatu proyek dapat dipandang sebagai suatu kumpulan pekerjaan yang berurutan untuk mencapai tujuan. Setiap pekerjaan yang ada dalam proyek ini disebut aktivitas. Setiap aktivitas dimulai dan berakhir pada suatu titik waktu. Sedangkan istilah kejadian digunakan dalam hubungannya dengan waktu dimulai dan berakhirnya suatu aktivitas. Jika suatu aktivitas telah berakhir, maka suatu kejadian telah terjadi.

2.4. Penjadwalan

Penjadwalan merupakan kumpulan kebijaksanaan dan mekanisme di sistem operasi yang berkaitan dengan urutan kerja yang dilakukan sistem komputer

(Heizer & Render, 2006). Penjadwalan proyek meliputi pengurutan dan pembagian waktu untuk seluruh kegiatan proyek. Penjadwalan proyek juga merupakan sesuatu yang lebih spesifik dan menjadi bagian dari perencanaan proyek (Tampubolon, 2004). Penjadwalan memiliki dua tugas penting, yaitu (Prawirosentono, 2007):

1. Memutuskan proses yang harus berjalan, dan
2. Memutuskan kapan dan selama berapa lama proses itu berjalan

Sasaran utama penjadwalan adalah optimasi kinerja menurut kriteria tertentu, yaitu:

- a. Adil
- b. Efisiensi
- c. Waktu tanggap (*response time*)
- d. *Turn around time*
- e. *Throughput*

Terdapat dua strategi penjadwalan, yaitu:

1. Penjadwalan *non-preemptive*

Proses yang sedang berjalan tidak dapat disela. Proses diberi jatah waktu oleh pemroses, maka pemroses tidak dapat diambil alih oleh proses lain sampai proses itu selesai.

2. Penjadwalan *preemptive*

Proses diberi jatah waktu oleh pemroses, maka pemroses dapat diambil alih proses lain, sehingga proses disela sebelum selesai dan harus dilanjutkan menunggu jatah waktu pemroses tiba kembali pada proses itu. Berguna pada sistem dimana proses-proses yang mendapat perhatian/ tanggapan pemroses secara cepat, misalnya:

- a. Pada sistem *real time*, kehilangan interupsi (tidak dilayani segera) dapat berakibat fatal.
- b. Pada sistem interaktif, agar dapat menjamin waktu tanggap yang memadai.

Penjadwalan secara *preemptive* baik, tetapi harus dibayar mahal. Peralihan proses memerlukan *overhead* (banyak tabel yang dikelola). Supaya efektif, banyak proses harus berada di memori utama sehingga proses-proses tersebut dapat segera

running begitu diperlukan. Menyimpan banyak proses tak *running* di memori utama merupakan suatu *overhead* tersendiri.

Penjadwalan suatu proyek dapat membantu dalam beberapa hal, diantaranya (Heizer & Render, 2006):

1. Menunjukkan hubungan tiap kegiatan dengan kegiatan lainnya dan terhadap keseluruhan proyek
2. Mengidentifikasi hubungan yang harus didahulukan di antara kegiatan
3. Menunjukkan perkiraan biaya dan waktu yang realistis untuk tiap kegiatan
4. Membantu mengetahui hal-hal yang mungkin menghambat suatu proyek

2.5. Teknik Penjadwalan

Banyak teknik penjadwalan yang dapat dipilih sesuai dengan keadaan proyek. Model matematis dengan menggunakan pendekatan “teori probabilitas” dan “teori jaringan kerja”, dapat dipilih untuk penjadwalan suatu proyek yang menggunakan jumlah masukan yang banyak variasi serta kegiatan yang banyak sekali. Penjadwalan yang sering digunakan untuk analisis proyek (sebagai pedoman pengarah dan pengawasan kemajuan pelaksanaan proyek) adalah model-model skematis (Tampubolon, 2004). Secara garis besar, ada dua jenis teknik penjadwalan proyek, yaitu (Ma’arif & Tanjung, 2003): *Gantt Chart* dan metode *Network* (jaringan).

2.5.1. Gantt Chart

Gantt Chart merupakan *diagram* perencanaan yang digunakan untuk penjadwalan sumber daya dan alokasi waktu (Heizer & Render, 2006). *Gantt chart* adalah contoh teknik *non-matematis* yang banyak digunakan dan sangat populer dikalangan para manajer karena sederhana dan mudah dibaca. *Gantt chart* dapat membantu penggunaannya untuk memastikan bahwa (Heizer & Render, 2006):

- a. Semua kegiatan telah direncanakan
- b. Urutan kinerja telah diperhitungkan

- c. Perkiraan waktu kegiatan telah tercatat, dan
- d. Keseluruhan waktu proyek telah dibuat

Gantt Chart sangat mudah dipahami, balok *horizontal* (*horizontal bar*) dibuat pada tiap kegiatan proyek sepanjang garis waktu. *Gantt chart* juga dapat digunakan untuk penjadwalan operasi yang berulang.

Gantt chart digunakan untuk penjadwalan sederhana atau proyek-proyek yang kegiatannya tidak terlalu berkaitan atau proyek kecil, sedangkan *network* untuk penjadwalan proyek yang rumit.

Gantt chart tidak bisa secara eksplisit menunjukkan keterkaitan antara aktivitas dan bagaimana satu aktivitas berakibat pada aktivitas lain bila waktunya terlambat atau dipercepat, sehingga perlu dilakukan modifikasi terhadap *gant chart*. Untuk mengatasi kekurangan-kekurangan yang ada pada *gant chart* maka dikembangkan sebuah teknik baru yaitu jaringan (*network*).

Berikut merupakan contoh *gant chart* dari suatu proyek perancangan dan implementasi *Statistical Process Control* (SPC) di suatu perusahaan manufaktur (Santosa, 2003):

Tabel 2.1 *Gantt chart* dari suatu proyek SPC

No	Aktivitas	Minggu						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Penentuan kualitas yang perlu dikendalikan							
2	Mengumpulkan data							
3	Merancang peta kontrol							
4	Sosialisasi rancangan SPC							
5	Training operator							
6	Uji coba pelaksanaan SPC							
7	Implementasi							
8	Analisa penyebab cacat							
9	Menghitung kemampuan proses							
10	Dokumentasi							

Kelebihan penggunaan *gant chart*, diantaranya:

1. Dapat menunjukkan waktu, kegiatan dan urutan kegiatan

2. Jika jumlah kegiatan tidak terlalu banyak atau hanya sekedar jadwal induk, maka metode *gantt chart* menjadi pilihan pertama dalam proses perencanaan dan pengendalian kegiatan, karena mudah dipahami oleh semua lapisan pelaksana proyek.

Dari kelebihan diatas *gantt chart* juga memiliki kelemahan, antara lain (Murahartawaty, 2009):

1. Tidak memperlihatkan saling ketergantungan dan hubungan antar kegiatan sehingga sulit diantisipasi jika terjadi keterlambatan suatu kegiatan terhadap jadwal keseluruhan proyek.
2. Tidak mudah dilakukan perbaikan dan pembaharuan (*updating*) disebabkan *gantt chart* baru harus dibuat kembali (tidak efisien), padahal pembuatan ulang akan memakan waktu dan jika tidak dilakukan segera maka peta tersebut akan menurun daya gunanya.
3. Untuk proyek yang berukuran sedang dan besar serta kompleks, maka *gantt chart* tidak mampu menyajikan jadwal secara sistematis dan mengalami kesulitan dalam menentukan keterkaitan antar kegiatan.

2.5.2. Metode *Network* (Jaringan)

Jaringan adalah kerangka dari sistem informasi proyek yang akan digunakan dalam pengambilan keputusan dengan memperhatikan waktu biaya, dan performansi (Nurhayati, 2010). Jaringan berisi tampilan grafis dari aliran dan urutan tiap pekerjaan.

Komponen yang digunakan dalam model *network* mempunyai pengertian-pengertian standar, yang dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Aktivitas, merupakan bagian dari keseluruhan pekerjaan yang dilaksanakan, aktivitas mengkonsumsi waktu dan sumber daya serta mempunyai waktu mulai dan waktu berakhirnya (Handoko, 2000). Biasanya berbentuk simbol anak panah, panjang pendeknya garis anak panah tidak menunjukkan atau tidak identik dengan jangka waktu yang digunakan oleh aktivitas tersebut (Gitosudarmo, 2002). Maka dari itu tidak perlu menggunakan skala dalam menggambarkan garis anak

panah tersebut. Kepala anak panah menunjukkan arah jalur rangkaian / urutan proses.

- b. Kejadian / *event*, menandai permulaan dan akhir suatu kegiatan. Biasanya kejadian / *event* digambarkan dengan suatu lingkaran atau *nodes* dan diberi nomor, dengan nomor-nomor yang lebih kecil bagi kejadian-kejadian yang mendahuluinya. Dalam jaringan, setiap aktivitas menghubungkan dua kejadian (Handoko, 2000).

Dalam penggambaran diagram jaringan, CPM menggunakan AOA (*Activity On Arrow*), yang akan menggunakan anak panah sebagai simbol dari kegiatan. Sedangkan PERT menggunakan pendekatan AON (*Activity On Node*), yang menggunakan lingkaran (*node*) sebagai simbol kegiatan. Pertimbangannya disebabkan karena PERT hanya mempertimbangkan waktu penyelesaian saja, sedangkan CPM menganalisis waktu dalam menyelesaikan pekerjaan.

Teknik-teknik ini umumnya bertujuan menguraikan dan menentukan hubungan-hubungan antara berbagai kegiatan dan berbagai penafsiran waktu yang diperlukan untuk setiap kegiatan dalam rencana proyek secara menyeluruh (Nurhayati, 2010). Untuk perencanaan dan pengendalian proyek dengan menggunakan metode *network* dikenal berbagai teknik penjadwalan, contohnya *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) dan *Critical Path Method* (CPM).

PERT dan CPM dikembangkan pada tahun 1950-an untuk membantu para manajer membuat penjadwalan, memonitor, dan mengendalikan proyek besar dan kompleks. CPM muncul terlebih dahulu, di tahun 1957 sebagai alat yang dikembangkan oleh J. E. Kelly dari Remington Rand dan M. R. Walker dari DuPont untuk membantu pembangunan dan pemeliharaan pabrik kimia di DuPont (Heizer & Render, 2006). Secara terpisah, PERT dikembangkan di tahun 1958 oleh Booz, Allen, dan Hamilton untuk U. S. Navy (Angkatan Laut Amerika).

Meskipun PERT dan CPM berbeda pada beberapa hal dalam terminologi dan pada konstruksi jaringan, tujuan mereka sama. Analisis yang digunakan pada kedua teknik ini sangat mirip. Perbedaan utamanya adalah bahwa PERT menggunakan tiga perkiraan waktu untuk tiap kegiatan. Perkiraan waktu ini digunakan untuk menghitung nilai yang diharapkan dan penyimpangan standar

untuk kegiatan tersebut. CPM membuat asumsi bahwa waktu kegiatan diketahui pasti, hingga hanya diperlukan satu faktor waktu untuk setiap kegiatan.

Kerangka pikiran PERT dan CPM mengikuti enam langkah dasar, yaitu :

1. Mendefinisikan proyek dan menyiapkan struktur pecahan kerja
2. Membangun hubungan antara kegiatan. Memutuskan kegiatan mana yang harus lebih dahulu dan mana yang harus mengikutinya.
3. Menggambarkan jaringan yang menghubungkan keseluruhan kegiatan
4. Menetapkan perkiraan waktu dan/ atau biaya untuk tiap kegiatan
5. Menghitung jalur waktu terpanjang melalui jaringan
6. Menggunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek.

2.6. Program Evaluation and Review Technique (PERT)

PERT adalah suatu alat manajemen proyek yang digunakan untuk melakukan penjadwalan, mengatur dan mengkoordinasi bagian-bagian pekerjaan yang ada didalam suatu proyek (Setianingrum, 2011). PERT juga merupakan suatu metode yang bertujuan untuk (semaksimal mungkin) mengurangi adanya penundaan kegiatan (proyek, produksi, dan teknik) maupun rintangan dan perbedaan-perbedaan, mengkoordinasikan dan menyelaraskan berbagai bagian sebagai suatu keseluruhan pekerjaan dan mempercepat selesainya proyek-proyek (Nurhayati, 2010).

PERT memiliki asumsi bahwa proyek yang akan dilaksanakan adalah baru, tidak ada contoh sebelumnya. Berdasarkan atas asumsi itu, maka orientasi dari metode PERT adalah mengoptimalkan waktu penyelesaian proyek dan belum menekankan soal minimisasi biaya. Oleh karena belum ada pengalaman sebelumnya, maka waktu penyelesaian pekerjaan tertentu yang ada dalam proyek bersifat probabilistik. PERT mencoba mengestimasi waktu aktivitas ini dengan formula. Bahkan, PERT juga mencoba mencari suatu ukuran tentang variabilitas waktu penyelesaian paling awal.

PERT dapat bekerja dengan ketidakpastian melalui penggunaan waktu probabilitas (Ma'arif & Tanjung, 2003). Bila waktu kegiatan individual acak, maka waktu proyek juga akan acak. Bila waktu kegiatan tidak pasti, lintasan kritis pun

bersifat acak. Hanya saja, karena bekerja dengan ketidakpastian, maka lintasan kritis penyelesaian proyek pun menjadi tidak pasti. Inilah gambaran dari metode PERT, yaitu risiko ketidakpastian.

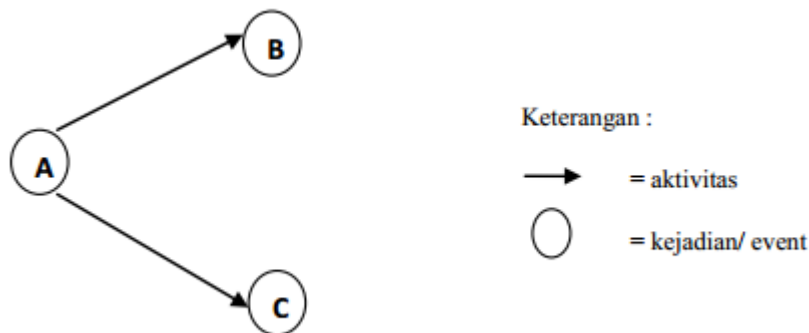
Memperkirakan waktu yang diperlukan untuk masing-masing kegiatan seperti menit, jam, hari, minggu atau bulan adalah unit umum yang biasa digunakan waktu untuk penyelesaian suatu kegiatan. Sebuah fitur yang membedakan PERT adalah kemampuannya untuk menghadapi ketidakpastian di masa penyelesaian kegiatan. Untuk setiap aktivitas, model biasanya mencakup tiga perkiraan waktu (Soeharto, 2002):

1. Waktu optimis, yaitu perkiraan waktu yang paling singkat bagi penyelesaian Aktivitas
2. Waktu perkiraan paling mungkin, waktu penyelesaian yang memiliki probabilitas tertinggi (berbeda dengan : waktu yang diharapkan), dan
3. Waktu pesimis, yaitu waktu terpanjang yang mungkin diperlukan suatu kegiatan.

PERT “menimbang” ketiga perkiraan waktu ini untuk mendapatkan waktu kegiatan yang diharapkan (*expected time*) dengan rumusan:

$$\frac{\text{Waktu Optimis} + (4 \times \text{Waktu Perkiraan Paling Mungkin}) + \text{Waktu Pesimis}}{6}$$

Keterbatasan dan kelemahan diagram PERT secara umum adalah bahwa perkiraan atas waktu yang dibutuhkan bagi masing-masing kegiatan bersifat subyektif dan tergantung pada asumsi. Sehingga secara umum PERT cenderung terlalu optimis dalam menetapkan waktu penyelesaian sebuah proyek. Berikut ilustrasi pembuatan network suatu proyek dalam PERT dapat diberikan contoh pada Gambar 2.5 sebagai berikut.



Gambar 2.5 Diagram *network* PERT

Diagram *network* pada Gambar 2.5 ini menunjukkan rangkaian kejadian untuk aktivitas A, B, dan C, dimana penyelesaian aktivitas A merupakan saat dimulainya aktivitas B dan C. Dalam diagram *network* ini setiap aktivitas harus dimulai pada suatu kejadian dimana aktivitas sebelumnya berakhir. Sebagai contoh, pada gambar diatas, aktivitas A dimulai pada kejadian 1. Akan tetapi, karena kejadian 1 merupakan awal dari seluruh aktivitas dalam *network*, maka tidak ada aktivitas yang mendahuluinya.

2.6.1. *Forward Pass*

Forward Pass digunakan untuk mengidentifikasi waktu-waktu terdahulu. Sebelum suatu aktivitas dapat dimulai, semua pendahulu langsungnya harus diselesaikan. Berikut kriteria *forward pass*:

- Jika suatu aktivitas hanya mempunyai satu pendahulu langsung, ES-nya sama dengan EF dari pendahulunya.
- Jika suatu aktivitas mempunyai beberapa pendahulu langsung, ES-nya adalah nilai maksimum dari semua EF pendahulunya, dengan rumusan:

$$ES = \text{Max} (\text{EF semua pendahulu langsung})$$

Waktu selesai terdahulu (EF) dari suatu aktivitas adalah jumlah dari waktu mulai terdahulu (ES) dan waktu kegiatannya, dengan rumusan:

$$EF = ES + \text{Waktu aktivitas}$$

Meskipun *forward pass* memungkinkan kita menentukan waktu penyelesaian proyek terdahulu, ia tidak mengidentifikasi jalur kritis. Untuk mengidentifikasi jalur kritis, perlu dilakukan *backward pass* untuk menentukan nilai LS dan LF untuk semua aktivitas.

2.6.2. *Backward Pass*

Backward pass digunakan untuk menentukan waktu yang paling akhir. Untuk semua aktivitas harus ditentukan nilai LF-nya begitu juga dengan nilai LS. Berikut kriteria *backward pass*:

- a. Jika suatu aktivitas adalah pendahulu langsung bagi hanya satu aktivitas, LF-nya sama dengan LS dari aktivitas yang secara langsung mengikutinya.
- b. Jika suatu aktivitas adalah pendahulu langsung bagi lebih dari satu aktivitas, maka LF adalah *minimum* dari seluruh nilai LS dari aktivitas-aktivitas yang secara langsung mengikutinya, dengan rumusan :

$$LF = \text{Min (LS dari seluruh aktivitas yang langsung mengikutinya)}$$

Waktu mulai terakhir (LS) dari suatu aktivitas adalah perbedaan antara waktu selesai terakhir (LF) dan waktu aktivitasnya, dengan rumusan:

$$LS = LF - \text{Waktu Aktivitas}$$

Aktivitas-aktivitas yang tidak dalam *critical path* dapat ditunda dalam batasan-batasan waktu tertentu. Batas atau jumlah waktu suatu aktivitas dapat ditunda tanpa mempengaruhi waktu penyelesaian seluruh proyek disebut *slack* (Muslich, 2009).

2.6.3. *Slack*

Setelah perhitungan *forward pass* dan *backward pass* dari seluruh kegiatan telah dihitung, maka untuk menemukan waktu *slack* (waktu bebas) yang dimiliki

setiap kegiatan menjadi mudah. *Slack* adalah waktu yang dimiliki oleh sebuah kegiatan untuk bisa diundur, tanpa menyebabkan keterlambatan proyek keseluruhan (Heizer & Render, 2006). Secara matematis:

$$\begin{array}{l} EF = ES + \text{Waktu aktivitas} \\ Slack_n = LF - EF \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} EF = ES + \text{Waktu aktivitas} \\ Slack_n = LF - EF \end{array}} \right\} LS - ES$$

Slack ini besarnya ditentukan sebagai perbedaan antara waktu mulai paling awal (ES) dan waktu mulai paling akhir (EF), waktu selesai paling akhir (LF) dan waktu selesai paling awal (LS). Jika waktu penyelesaian proyek lebih besar dari jumlah yang diperoleh dalam perhitungan *slack* maka keseluruhan proyek akan tertunda. *Slack* biasanya digunakan untuk *network* yang disusun berdasarkan peristiwa, sedangkan bila disusun berdasarkan aktivitas disebut dengan *float*.

Tersedianya sejumlah waktu tertentu untuk dapat ditunda atau diperpanjangnya waktu pelaksanaan suatu kegiatan dinamakan *activity float* (Nurhayati, 2010). Dalam suatu jaringan kerja memiliki lintasan-lintasan *non* kritis yang waktu pelaksanaan yang lebih pendek dibandingkan dengan *critical path*. Berarti pada kegiatan-kegiatan waktu *non* kritis yang dilaluinya mempunyai *float* atau sejumlah waktu untuk terlambat.

Jadi terdapat *float* pada semua kegiatan yang tidak termasuk dalam *critical path*. Terdapat beberapa macam tipe *float* (Nurhayati, 2010), antara lain:

a. *Total Float*

Total Float adalah sejumlah waktu untuk penundaan yang terdapat pada suatu kegiatan dimana kegiatan tersebut dapat diperlambat pelaksanaannya tanpa mempengaruhi selesainya proyek secara keseluruhan. Rumus *Total Float*:

$$Total\ Float = (LF\ \text{peristiwa\ akhir}) - (\text{durasi}) - (ES\ \text{peristiwa\ awal})$$

b. *Free Float*

Free Float ialah sejumlah waktu dimana suatu kegiatan *non* kritis bisa terlambat atau diperlambat pelaksanaannya tanpa mempengaruhi kegiatan berikutnya. Rumus *Free Float*:

$$Free\ Float = (EF\ peristiwa\ akhir) - (durasi) - (ES\ peristiwa\ awal)$$

Untuk kegiatan kritis maka $TF = FF = 0$. Artinya saat paling cepat selesainya kegiatan tersebut tepat sama dengan saat paling lambat terwujudnya suatu dari kegiatan berikutnya.

Total slack untuk aktivitas-aktivitas pada jalur kritis adalah selalu nol (*slack* = 0) bila waktu penyelesaian yang diinginkan sama dengan waktu penyelesaian paling awal yang diharapkan.

2.6.4. Contoh Pencarian Jalur Kritis

Dibawah ini akan dipaparkan contoh penggunaan metode *network* dalam suatu manajemen proyek. Suatu perusahaan ingin meluncurkan produk baru di pasaran. Produk tersebut dibeli dari perusahaan manufaktur lain kemudian perusahaan ini akan mengepaknya dan menjual pada *distributor* di berbagai wilayah (Santosa, 2003). Berikut gambaran dari setiap aktivitas yang akan dilakukan.

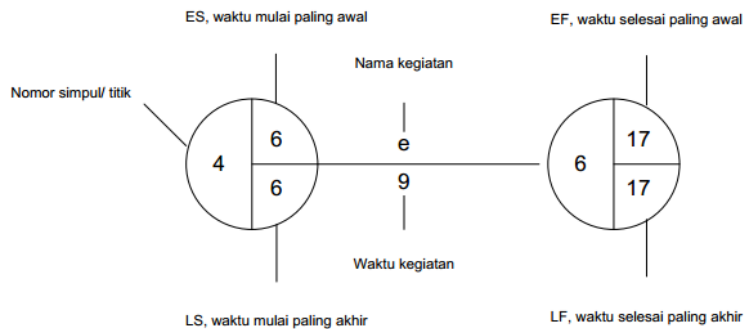
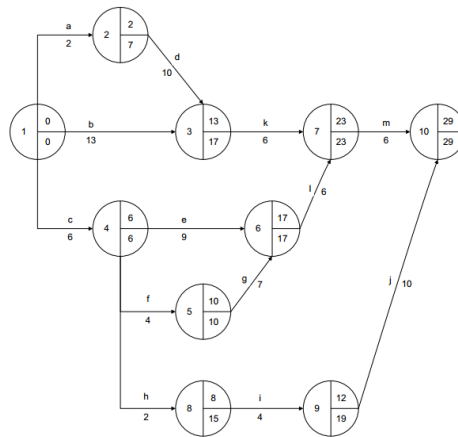
Tabel 2.2 Contoh urutan aktivitas

Nama Kegiatan	Deskripsi	Kegiatan Pendahulu	Waktu
A	Rancang pak	-	2
B	Pesan barang	-	13
C	Didirikan kantor penjualan	-	6
D	<i>Set up</i> fasilitas pengepakan	A	10
E	Pilih <i>Distributor</i>	C	9
F	Rekrut tenaga penjualan (<i>sales</i>)	C	4
G	Training tenaga penjualan (<i>sales</i>)	F	7
H	Pilih agen iklan	C	2
I	Rencanakan strategi promosi	H	4

Tabel 2.2 Contoh urutan aktivitas (Lanjutan)

J	Lakukan promosi	I	10
K	Pak barang – barang	B,D	6
L	Penjualan ke <i>distributor</i>	E,G	6
M	Kirim barang	K,L	6

Dari proyek peluncuran proyek baru diatas bisa dibuat jaringan kerja sebagai berikut:



Gambar 2.6 Diagram CPM proyek peluncuran produk Baru

- a. Cara menghitung *forward pass* (EF) dan *backward pass* (LS dan LF)
- Dari Gambar 2.6 perhatikan kegiatan pada simpul 2-3 dan 1-3. Terdapat 2 nilai untuk EF, yakni 12 ($2 + 10$) dan 13 ($0 + 13$). Nilai yang digunakan adalah nilai maksimum diantara nilai EF yang ada. Sedangkan untuk nilai LF dan LS, gunakan nilai *minimum* diantara nilai yang ada, untuk simpul 2, nilai LS adalah $17 - 10 = 7$ sedangkan untuk simpul 3, nilai LF $23 - 6 = 7$. Perlu diketahui bahwa LS dari suatu

kegiatan adalah LF dari kegiatan yang mendahuluinya, ES dari suatu kegiatan adalah EF dari kegiatan sebelumnya.

b. Cara menghitung *slack*

Dari Gambar 2.6 perhatikan kegiatan pada simpul 3-7 dan 4-5. Pada simpul 3-7 LS = 17 dan ES = 13 maka *slack* (LS - ES) = 4. Sedangkan pada simpul 4-5 LS = 6 dan ES = 6 maka *slack* = 0.

c. Cara menghitung TF (Total *Float*) dan FF (*Free Float*)

Dari Gambar 2.6 dapat dilihat bahwa proyek dimulai pada waktu 0. Umur proyek adalah 29 hari. Waktu mulai dari suatu aktivitas/ kegiatan sekaligus menjadi waktu selesai dari aktivitas sebelumnya yang menuju ke simpul yang sama, atau secara matematis:

$$TF = LF - \text{durasi} - ES$$

Total *Float* untuk kegiatan “(pilih *distributor*)” adalah:

$$TF = LF - \text{durasi} - ES$$

$$= 17 - 9 - 6$$

$$= 2$$

Free Float untuk suatu kegiatan adalah waktu yang tersisa bila:

$$FF = \begin{array}{l} \text{Waktu paling awal} \\ \text{dari kegiatan yang} \\ \text{mengikuti L} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Waktu yang} \\ \text{diperlukan} \\ \text{dari kegiatan} \\ \text{L} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Waktu paling} \\ \text{awal dari} \\ \text{kegiatan L} \end{array}$$

$$FF = EF - \text{durasi} - ES$$

Suatu kegiatan dilaksanakan pada waktu yang paling awal, begitu juga kegiatan yang mengikutinya.

$$FF = EF - \text{durasi} - ES$$

$$= 17 - 9 - 6$$

$$= 2$$

Tabel 2.3 Perhitungan waktu proyek

Kegiatan (No Simpul)	Waktu (Minggu)	ES	EF	LS	LF	TF	FF	Slack (LS-ES)	Keterangan
1 – 2	2	0	2	5	7	5	0	5	Bisa diundur hingga 5 minggu
1 – 3	13	0	13	4	17	4	0	4	Bisa diundur hingga 4 minggu
1 – 4	6	0	6	0	6	0	0	0	Kegiatan kritis
2 – 3	10	2	12	7	17	5	1	5	Bisa diundur hingga 5 minggu
3 – 7	6	13	19	17	23	4	4	4	Bisa diundur hingga 4 minggu
4 – 5	4	6	10	6	10	0	0	0	Kegiatan kritis
4 – 6	9	6	15	8	17	2	2	2	Bisa diundur hingga 2 minggu
4 – 8	2	6	8	13	15	7	0	7	Bisa diundur hingga 7 minggu
5 – 6	7	10	17	10	17	0	0	0	Kegiatan kritis
6 – 7	6	17	23	17	23	0	0	0	Kegiatan kritis
7 – 10	6	23	29	23	29	0	0	0	Kegiatan kritis
8 – 9	4	8	12	15	19	7	0	7	Bisa diundur hingga 7 minggu
9 – 10	10	12	22	19	29	7	7	7	Bisa diundur hingga 7 minggu

Jika TF dan FF = 0 maka kegiatan tersebut kritis, *slack* juga akan bernilai 0 untuk memastikan bahwa kegiatan tersebut kritis.

Setelah membahas metode jaringan (*network*), ternyata memiliki keunggulan dari *gant chart*, antara lain (Ma'arif & Tanjung, 2003):

1. Dapat memperlihatkan hubungan ketergantungan antara kegiatan (*activity*) yang logis satu dengan yang lain dalam sebuah proyek, sehingga memungkinkan proyek dapat dikendalikan dan dikerjakan dengan prosedur yang jelas.
2. Cocok untuk mengendalikan proyek yang terdiri dari banyak kegiatan dengan berbagai urutan dan kebutuhan.
3. Bila ada suatu kegiatan yang terganggu maka kita dapat mengetahui pengaruhnya terhadap kegiatan yang lain dan dapat dilakukan penjadwalan ulang.
4. Penjadwalan proyek dalam urutan yang praktis dan efisien karena dikemas dalam bentuk diagram jaringan.

5. Dengan diagram jaringan dapat mengetahui kegiatan yang kritis, dan dapat menghitung toleransi keterlambatan suatu kegiatan yang bukan kegiatan kritis.

Kelemahannya:

1. Biasanya lebih rumit dan lebih sulit untuk dipahami dalam pembuatan dan pembacaan jadwal kegiatan
2. Menggunakan perumusan matematis kadang salah dalam perhitungan
3. Untuk proyek yang besar diperlukan bantuan komputer untuk memproses urutan kegiatan, waktu, dan lain-lain.

2.7. Beban Kerja

Beban kerja (*workload*) diartikan Hancock dan Meshkati (1988) sebagai suatu bentuk perkiraan awal yang mewakili beban yang disebabkan oleh operator untuk mencapai suatu *level* performansi tertentu. Selain itu Hancok dan Meshkati (1988) menjelaskan pula bahwa beban kerja (*workload*) diartikan sebagai suatu beban yang dipusatkan pada manusia bukan pada suatu pekerjaan. Beban kerja bukan suatu properti yang melekat tetapi merupakan suatu yang muncul dari interaksi antara kebutuhan pekerjaan yang dipengaruhi oleh pekerjaan yang ditampilkan. Beban kerja (*workload*) adalah sejumlah energi yang dikeluarkan dari suatu sistem kerja yang dilakukan oleh manusia pada suatu pekerjaan tertentu. Oleh karena itu beban kerja lebih ditekankan kepada *personal* atau manusia yang melakukan suatu pekerjaan pada suatu waktu tertentu dengan kondisi tertentu pula.

Pengukuran beban kerja baik psikologis maupun secara umum sangat tergantung pada konstruksi sumber daya. Artinya ada suatu tingkat kapabilitas dan sikap tertentu (yang teratur) yang dibutuhkan oleh suatu pekerjaan. Dengan demikian beban kerja (*workload*) merupakan persentase tertentu dari sumber daya yang dimiliki yang digunakan untuk melakukan serangkaian tugas. Bila kapasitas seseorang dalam melakukan pekerjaan terpakai sampai 100% untuk mengakibatkan tekanan bagi pekerja, baik secara fisik maupun psikologis. Secara garis besar dalam McCormik dan Sanders (1993) dijelaskan bahwa kegiatan-kegiatan kerja manusia dapat digolongkan menjadi kerja fisik (otot) dan kerja mental (otak). Pemisah ini

tidak dapat dilakukan secara sempurna karena terdapat hubungan yang erat antara satu dengan lainnya.

2.7.1. Definisi Beban Kerja Mental (*Mental Workload*)

Beban kerja mental menurut Henry (1998) yaitu selisih antara tuntutan beban kerja dari suatu tugas dengan kapasitas maksimum beban mental seseorang dalam kondisi termotivasi. Aspek psikologis dalam suatu pekerjaan berubah setiap saat. Faktor-faktor yang menyebabkan perubahan aspek psikologis dapat berasal dari dalam diri sendiri (*internal*) atau dari luar diri sendiri seperti pekerjaan dan lingkungan (*eksternal*). Baik faktor internal maupun eksternal sulit dilihat dari kasat mata sehingga dalam pengamatan hanya dilihat dari hasil pekerjaan atau faktor yang dapat diukur secara obyektif ataupun dari tingkah laku dan penuturan si pekerja sendiri yang dapat diidentifikasi. Selain itu beberapa individu memiliki kondisi tubuh dan melakukan pekerjaan yang sama, secara obyektif menunjukkan tingkat performansi yang sama. Sebagian individu berpendapat bahwa pekerjaan yang dilakukan ringan dan tidak menguras otak sementara individu lainnya berpendapat sebaliknya. Hal ini mendasari munculnya ide mengenai beban kerja mental.

2.7.2. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Beban Mental

Menurut MacCormick dan Sanders (1993) pelaksanaan pengukuran beban kerja mental memiliki beberapa kriteria yaitu:

1. *Sensitivity*

Dalam pengukuran beban kerja mental seharusnya mencirikan suatu yang berbeda dalam situasi pekerjaan tertentu.

2. *Selectivity*

Pengukuran beban mental sebaiknya tidak dipengaruhi oleh faktor-faktor selain dari beban mental itu seperti fisik dan emosional.

3. *Interference*

Dalam pelaksanaan pengukuran beban kerja mental hendaknya tidak mempengaruhi atau mengintrupsi kepada beban kerja yang telah diprediksi.

4. *Reliability*

Mengukur beban kerja hendaknya dapat dipercaya hasil pengukurannya.

5. *Acceptability*

Hasil pengukuran beban kerja dapat diterima masyarakat umumnya dan khususnya untuk tempat diambilnya penelitian.

2.7.3. Dampak Beban Kerja Mental Berlebihan

Ada beberapa hal yang menampakkan dampak dari kelebihan beban mental berlebih, seperti yang diterangkan oleh Hancock dan Mesahkati (1988) yaitu:

1. Kebingungan, frustasi dan kegelisahan
2. Stres yang muncul dan berkaitan dengan kebingungan, frustasi dan kegelisahan
3. Stres yang tinggi dan intens berkaitan dengan kebingungan, frustasi dan kegelisahan sehingga stres membutuhkan suatu pengendalian yang sangat besar.

2.7.4. Pengukuran Beban Kerja Mental

Pengukuran beban kerja mental atau psikologi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu:

1. Pengukuran beban mental secara objektif

Pengukuran beban kerja psikologi secara obyektif dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu:

- a. Pengukuran denyut jantung

Secara umum, peningkatan denyut jantung berkaitan dengan meningkatnya *level* pembebanan kerja.

- b. Pengukuran waktu kedipan mata

Secara umum, pekerjaan yang membutuhkan atensi visual berasosiasi dengan kedipan mata yang lebih sedikit dan durasi kedipan lebih pendek.

- c. Pengukuran dengan metode lain

Pengukuran dilakukan dengan alat *flicker*, berupa alat yang memiliki sumber cahaya yang berkedip makin lama makin cepat sehingga pada suatu saat sukar untuk diikuti oleh mata biasa.

2. Pengukuran beban mental secara subyektif

Pengukuran beban kerja psikologis secara subjektif dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu:

- a. *NASA-Task Load Index (TLX)*
- b. *Subjective Workload Assesment Technique (SWAT)*
- c. *Modief Cooper Harder Scaling (MCH)*

Dari beberapa metode tersebut metode yang paling banyak digunakan dan terbukti memberikan hasil yang cukup baik adalah NASA-TLX dan SWAT (Hancock & Meshkati, 1988).

2.7.4.1. NASA – TLX

Beban usaha mental merupakan indikasi yang memberikan gambaran besarnya kebutuhan mental dan perhatian untuk menyelesaikan tugas. Susilowati (1999) menjelaskan bahwa dengan beban usaha mental rendah dan performansi cenderung otomatis. Sejalan dengan meningkatnya beban usaha mental maka konsentrasi dan perhatian sesuai Metode NASA-TLX.

Metode NASA-TLX dikembangkan oleh Sandra G. Hart dari NASA-Ames Research Center dan Lowell E. Staveland dari San Jose State University pada tahun 1981. Metode ini berupa kuesioner dikembangkan berdasarkan munculnya kebutuhan pengukuran subjektif yang lebih mudah namun lebih sensitif pada pengukuran beban kerja.

Hancock dan Meshkati menjelaskan beberapa pengembangan metode NASA TLX yang dituliskan oleh Susilowati (1999) antara lain:

1. Kerangka konseptual

Beban kerja timbul dari interaksi antara kebutuhan tugas dan pekerjaan, kondisi kerja, tingkah laku dan persepsi pekerja (teknisi). Tujuan kerangka konseptual adalah menghindari variabel-variabel yang tidak berhubungan dengan beban kerja subjektif. Dalam

kerangka konseptual sumber-sumber yang berbeda dan hal-hal yang dapat mengubah beban kerja disebutkan satu demi satu dan dihubungkan.

2. Informasi yang diperoleh dari peringkat (*rating*) Subjektif
Peringkat subjektif merupakan metode yang paling sesuai untuk mengukur beban kerja mental dan memberikan indikator yang umumnya paling *valid* dan sensitif. Peringkat subjektif merupakan satu-satunya metode yang memberikan informasi mengenai tugas secara subjektif terhadap pekerja atau teknisi dan menggabungkan pengaruh dari kontributor-kontributor beban kerja.
3. Pembuatan skala *rating* beban kerja
 - a. Memilih kumpulan sub-skala yang paling tepat
 - b. Menentukan bagaimana menggabungkan sub-skala tersebut untuk memperoleh nilai beban kerja yang sensitif terhadap sumber dan definisi beban kerja yang berbeda baik diantara tugas maupun diantara pemberi peringkat.
 - c. Menentukan prosedur terbaik untuk memperoleh nilai terbaik untuk memperoleh nilai numerik untuk subskala tertentu.
4. Pemilihan Sub-skala
Ada tiga sub-skala dalam penelitian, yaitu skala yang berhubungan dengan tugas dan skala yang berhubungan dengan tingkah laku (usaha fisik, usaha mental dan performansi), skala yang berhubungan dengan subjek (frustasi, stres dan kelelahan).

Susilowati juga menjelaskan beberapa sub-skala yang ditulis Hart dan Staveland antara lain:

1. Skala yang berhubungan dengan tugas
Peringkat yang diberikan pada kesulitan tugas memberikan informasi langsung terhadap persepsi kebutuhan subjek yang dibedakan oleh tugas. Tekanan waktu dinyatakan sebagai faktor utama dalam definisi dan model beban kerja yang paling operasional, dikuantitatifkan

dengan membandingkan waktu yang diperlukan untuk serangkaian tugas dalam eksperimen.

2. Skala yang berhubungan dengan tingkah laku

Faktor usaha fisik memanipulasi eksperimen dengan faktor kebutuhan fisik sebagai komponen kerja utama. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa faktor usaha fisik memiliki korelasi yang tinggi tapi tidak memberikan kontribusi yang signifikan terhadap beban kerja semuanya. Faktor usaha mental merupakan kontributor penting pada beban kerja pada saat jumlah tugas operasional meningkat karena tanggungjawab pekerja berpindah-pindah dari pengendalian fisik langsung menjadi pengawasan. Peringkat usaha mental berkorelasi dengan peringkat beban kerja keseluruhan dalam setiap kategori eksperimen dan merupakan faktor kedua yang paling tinggi korelasinya dengan beban kerja keseluruhan.

3. Skala yang berhubungan dengan subjek

Frustrasi merupakan beban kerja ketiga yang paling relevan. Peringkat frustrasi berkorelasi dengan peringkat beban kerja keseluruhan secara signifikan pada semua kategori eksperimen. Peringkat stres mewakili manipulasi yang mempengaruhi peringkat beban kerja keseluruhan dan merupakan skala yang paling independen.

Hancock dan Meshkati menjelaskan langkah-langkah dalam pengukuran beban kerja mental dengan menggunakan metode NASA-TLX yaitu:

- a. Penjelasan indikator beban mental yang akan diukur dalam tabel 2.4 dibawah ini:

Tabel 2.4 NASA-TLX

Skala	Rating	Keterangan
<i>Mental Demand</i> (MD)	Rendah, Tinggi	Seberapa besar aktivitas mental dan perseptual yang dibutuhkan untuk melihat, mengingat dan mencari. Apakah pekerjaan tersebut sulit, sederhana atau kompleks. Longgar atau ketat.
<i>Physical Demand</i> (PD)	Rendah, Tinggi	Jumlah aktivitas fisik yang dibutuhkan (misalnya mendorong, menarik dan mengontrol putaran).
<i>Temporal Demand</i> (TD)	Rendah, Tinggi	Jumlah tekanan yang berkaitan dengan waktu yang dirasakan selama elemen pekerjaan berlangsung. Apakah pekerjaan perlahan atau santai atau cepat dan melelahkan
<i>Performance</i> (OP)	Tidak Tepat, Sempurna	Seberapa besar keberhasilan seseorang di dalam pekerjaannya dan seberapa puas dengan hasil kerjanya.
<i>Frustration Level</i> (FR)	Rendah, Tinggi	Seberapa tidak aman, putus asa, tersinggung, terganggu, dibandingkan dengan perasaan aman, puas, nyaman dan kepuasan diri yang dirasakan.
<i>Effort</i> (EF)	Rendah, Tinggi	Seberapa keras kerja mental dan fisik yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan.

b. Pembobotan

Pada bagian ini responden diminta untuk melingkari salah satu dari dua indikator yang dirasakan lebih dominan menimbulkan beban kerja mental terhadap pekerjaan tertentu. Kuisisioner NASA-TLX yang diberikan berbentuk perbandingan berpasangan yang terdiri dari 15 perbandingan berpasangan. Dari kuisisioner ini dihitung jumlah *tally* dari setiap indikator yang dirasakan paling berpengaruh. Jumlah *tally* ini kemudian akan menjadi bobot untuk setiap indikator beban mental.

c. Pemberian *rating*

Pada bagian ini responden diminta memberi *rating* terhadap keenam indikator beban mental. *Rating* yang diberikan adalah subjektif tergantung pada beban mental yang dirasakan oleh

responden tersebut. *Rating* yang diberikan adalah subjektif tergantung pada beban mental yang dirasakan oleh responden tersebut. Untuk mendapatkan skor beban mental NASA-TLX bobot dan *rating* untuk setiap indikator dikalikan kemudian dijumlahkan dan dibagi 15 (jumlah perbandingan berpasangan).

Menurut Hancock dan Meshkati (1988) data dari tahap pemberian (*rating*) untuk memperoleh beban kerja (*mean weighted workload*) adalah sebagai berikut:

1. Menghitung produk-produk diperoleh dengan cara mengalikan *rating* dengan bobot faktor untuk masing-masing deskriptor. Dengan demikian dihasilkan 6 nilai produk untuk 6 indikator (MD, PD, TD, OP, FR dan EF)
2. Menghitung *Weighted Workload* (WWL), WWL diperoleh dengan cara menjumlahkan keenam nilai produk
3. Menghitung rata-rata WWL, Rata-rata WWL diperoleh dengan cara membagi WWL dengan bobot total.
4. Interpretasi Hasil Nilai Skor Berdasarkan penjelasan Hart dan Staveland (1981) dalam metode NASA-TLX, skor beban kerja yang didapatkan terbagi dalam tiga bagian yaitu nilai > 80 menyatakan beban pekerjaan yang agak berat, nilai 50-80 menyatakan beban pekerjaan sedang dan nilai < 50 menyatakan beban pekerjaan agak ringan.

Menurut penelitian Grier (2015) menemukan bahwa pengalaman beban kerja lebih dari sekadar tuntutan mental, fisik, dan temporal dari tugas. Persepsi individu atas kinerja mereka, kekecewaan mereka, dan upaya mereka untuk melakukan tugas juga berkontribusi terhadap beban kerja yang dinilai oleh NASA-TLX. Hasil dari penelitian tersebut memberikan rentang dan peringkat persentil bagi para praktisi untuk digunakan untuk menentukan seberapa umum skor beban kerja tertentu. Dengan kata lain praktisi dapat menyatakan jika skor ini tinggi atau rendah dibandingkan dengan penelitian lain dari tugas serupa. Untuk menentukan apakah beban kerja dapat diterima, praktisi harus mempertimbangkan tidak hanya skor beban kerja, tetapi juga variabel kontekstual yang berbeda

(misalnya, jenis tugas, tingkat keahlian yang berbeda, tingkat kesulitan yang berbeda dalam jenis tugas, tekanan yang berbeda), dan manusia kinerja sistem.

Tabel 2.5 Distribusi frekuensi kumulatif dari skor beban kerja global NASA-TLX berdasarkan jenis tugas

Task (n)	Min	25%	50%	75%	Max
<i>Air Traffic Control (24)</i>	6.21	42.81	52.44	68.32	85.00
<i>Card Sorting (12)</i>	16.00	21.24	25.63	27.88	49.80
<i>Classification (45)</i>	8.00	30.15	46.00	51.20	84.30
<i>Command & Control (107)</i>	20.00	38.40	50.55	59.50	75.80
<i>Cognitive Task (31)</i>	13.08	38.00	46.00	54.66	64.90
<i>Computer Activities (37)</i>	7.46	20.99	54.00	60.00	78.00
<i>Daily Activities (33)</i>	7.20	12.70	18.30	25.90	37.70
<i>Driving Car (36)</i>	15.00	28.05	41.52	51.73	68.50
<i>Medical (45)</i>	9.00	39.35	50.60	61.45	77.35
<i>Mechanical Task (22)</i>	20.10	24.90	27.95	33.68	51.03
<i>Memory (37)</i>	6.59	32.62	44.59	66.58	83.50
<i>Monitoring (174)</i>	20.00	39.97	52.24	62.63	77.00
<i>Navigation (14)</i>	19.72	26.35	37.70	52.74	68.90
<i>Physical Activities (21)</i>	40.83	50.98	62.00	71.83	75.19
<i>Pilot Aircraft (152)</i>	16.00	37.70	47.78	54.80	74.00
<i>Process Control (38)</i>	23.90	31.91	42.00	51.83	69.70
<i>Robot Operation (167)</i>	9.59	41.00	56.00	63.00	80.00
<i>Tracking (70)</i>	19.08	39.25	51.00	62.43	88.50
<i>Video Game (60)</i>	14.08	48.23	56.50	63.72	78.00
<i>Visual Search (46)</i>	28.98	51.06	57.89	67.74	79.23

2.8. Lean Manufacturing Concept

Menurut Neha et al (2013) konsep *lean manufacturing* diturunkan dari metode yang sudah dikembangkan pada rantai produksi Toyota yang di deskripsikan secara detail oleh penulis yakni Taiichi Ohno dan Shiego Shingo. Namun, secara internasional konsep ini malah diakui sebagai *lean manufacturing system* (LMS) sebagai hasil dari peneliti Womack, dkk dalam buku “*the machine that changed the world*”. *Lean manufacturing* hanya menggunakan sedikit hal dalam segala sesuatu dalam menggunakan tenaga pekerja, sebagian ruang proses manufaktur, sebagian investasi peralatan, dan sebagian jasa pengembangan produk jika dibandingkan dengan sistem produksi masal. Selain itu, *lean manufacturing* juga hanya memerlukan sangat sedikit ruang yang diperlukan inventori, hasil produk cacat lebih sedikit, dan memproduksi lebih banyak produk yang bervariasi.

Singkatnya, disebut sebagai *lean manufacturing* karena hanya menggunakan sedikit atau *minimum* dari segala sesuatu yang dibutuhkan untuk memproduksi sebuah produk atau dalam pelayanan. *Lean manufacturing* sepenuhnya tentang eliminasi pemborosan dan kegiatan yang tidak bernilai tambah.

2.8.1. Definisi Lean

Lean didefinisikan sebagai strategi untuk mencapai hasil perkembangan yang berkelanjutan secara signifikan melalui pengeliminasian pemborosan (*waste*) dari sumber daya dan waktu yang dimiliki dalam proses bisnis keseluruhan. *Lean* dikembangkan dari Toyota setelah perang dunia kedua sebagai strategi bisnis yang sesuai, mengingat sumber daya yang terbatas di Jepang tidak seluas sumber daya yang dimiliki Amerika. Prinsipnya diaplikasikan ke hampir seluruh proses bisnis dari administrasi dan desain produk hingga produksi oleh *hardware* (Neha et al, 2013). Menurut Gaspersz (2006) *Lean* didefinisikan sebagai sesuatu pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value-added activity*) melalui peningkatan terus-menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) dengan cara mengalirkan produk (*material, work-in-process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan *internal* dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan. *Lean* adalah teknik untuk mereduksi *cycle time*, kegiatan, sumber daya, langkah-langkah, dan lain-lain yang *non-value added* (Taghizadegan, 2014).

2.8.2. Prinsip Dasar Lean

Tujuan utama dari konsep *lean* adalah untuk memaksimalkan nilai pelanggan dengan cara mengeliminasi pemborosan hingga habis jika memungkinkan (Taghizadegan, 2014). Nilai pelanggan tersebut dapat didefinisikan bahwa pelanggan berada pada pusat perhatian dalam segala kegiatan yang selesai dilakukan pada sebuah organisasi. Pelanggan bersedia membayar hanya untuk sejumlah produk yang mana proses pembuatan produk tersebut hanya dibantu dengan kegiatan-kegiatan yang bernilai tambah *value added* (Das, 2014). Menurut Gaspersz (2006) terdapat 5 prinsip dasar *lean*, yaitu:

1. Spesifikasi secara tepat nilai produk yang diinginkan oleh pelanggan. Caranya adalah dengan mengidentifikasi nilai produk (barang dan/atau jasa) berdasarkan perspektif pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk (barang dan/atau jasa) berkualitas *superior*, dengan harga yang kompetitif pada penyerahan tepat waktu.
2. Identifikasi *value stream* untuk setiap produk. Identifikasi dapat dilakukan dengan cara pemetaan pada *value stream process mapping* pada setiap produk (barang dan/atau jasa).
3. Eliminasi semua pemborosan setiap produk yang terdapat dalam aliran proses agar membuat nilai mengalir tanpa hambatan. Proses mengeliminasi pemborosan dilakukan dengan cara menghilangkan pemborosan pada seluruh aktivitas sepanjang *value stream*, yang tidak bernilai tambah.
4. Menetapkan sistem tarik (*pull system*) menggunakan *kanban* yang memungkinkan pelanggan menarik nilai dari produsen, caranya dengan mengorganisir material, informasi dan produk agar mengalir lancar dan efisien sepanjang proses *value stream*.
5. Mengejar keunggulan untuk mencari kesempurnaan (*zero waste*) melalui peningkatan terus menerus secara radikal (*radical continuous improvement*). Mencari terus-menerus berbagai teknik dan alat-alat peningkatan (*improvement tool and techniques*) untuk mencapai keunggulan (*excellence*) dan peningkatan terus-menerus (*continuous improvement*).

2.9. Wastes (Pemborosan) Dalam Lean Manufacturing

Menurut Melton (2005) segala kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah bagi pelanggan disebut dengan “*waste*”. Kadang-kadang kegiatan *waste* merupakan bagian yang diperlukan dalam sebuah proses dan menambahkan nilai tersendiri untuk perusahaan yang mana *waste* tersebut tidak dapat dieliminasi seperti pengendalian keuangan. Sementara itu seluruh “*muda*” sebutan *waste* dalam bahasa Jepang harus dieliminasi. Menurut Gaspersz (2007) *waste* dapat

didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak bernilai tambah (*nonvalue added*) dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream*.

2.9.1. Perbedaan Tiga Jenis Kegiatan

Perbedaan dari tiga jenis kegiatan yang biasanya ada dalam sebuah perusahaan antara lain (Hines & Taylor, 2000) :

1. *Value adding activity*, adalah kegiatan-kegiatan dalam sudut pandangan pelanggan yang dapat membuat produk atau jasa menjadi lebih bernilai. Sebagai contoh merubah besi menjadi sebuah mobil, atau memperbaiki mobil agar dapat berjalan cepat. Kegiatan yang bernilai tambah merupakan sebuah definisi yang mudah untuk dijelaskan, yang menekankan bahwa pelanggan akan senang untuk membayar berdasarkan produk atau jasa tersebut.
2. *Non value adding activity*, adalah jenis kegiatan yang tidak membuat produk atau jasa menjadi lebih bernilai dan bahkan tidak dibutuhkan dalam suatu kondisi tertentu. Kegiatan ini dengan jelas merupakan *waste*/pemborosan yang harusnya dihilangkan dengan segera. Sebagai contoh kegiatan yang tidak bernilai tambah adalah memindahkan produk dari suatu kontainer menuju kontainer lain yang berada dalam suatu perusahaan.
3. *Necessary non value adding activity*, merupakan kegiatan yang tidak menjadikan produk atau jasa lebih bernilai tetapi kegiatan ini masih diperlukan. Merupakan jenis pemborosan yang lebih sulit untuk dihilangkan dalam tujuan jangka panjang maupun jangka pendek dalam sebuah kegiatan secara keseluruhan. Sebagai contoh inspeksi/pemeriksaan akhir untuk setiap produk, dikarenakan proses yang menggunakan mesin tidak berteknologi canggih yang tidak dapat melakukan inspeksi secara otomatis.

2.9.2. Jenis-jenis Waste

Terdapat dua jenis utama *waste* (pemborosan), yaitu *type one waste* dan *type two waste* (Gaspersz, 2007). *Type one waste* adalah segala aktivitas yang tidak

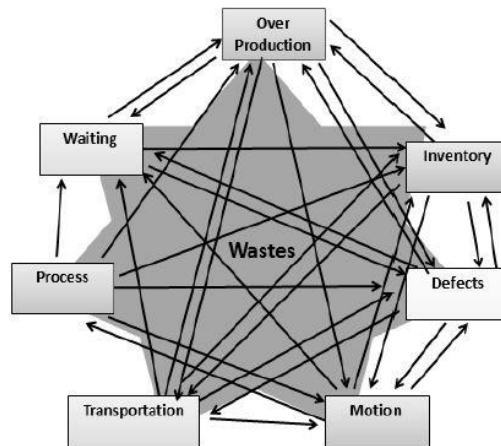
bernilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream*, tetapi aktivitas itu pada saat sekarang tidak dapat dihindarkan karena berbagai alasan. Contoh, aktivitas inspeksi dan penyortiran. Berdasarkan sudut pandang *lean* aktivitas inspeksi dan penyortiran merupakan aktivitas yang tidak bernilai tambah sehingga merupakan *waste*, namun aktivitas tersebut tidak dapat dihindari. Demikian pula seperti pengawasan terhadap orang, yang merupakan aktivitas yang tidak bernilai tambah, namun pada saat sekarang masih harus melakukannya, karena orang tersebut baru saja direkrut oleh perusahaan sehingga belum berpengalaman. Sehingga dalam konteks ini aktivitas inspeksi, penyortiran, dan pengawasan dikategorikan sebagai *type one waste* yang sering disebut sebagai *incidental activity* atau *incidental work* sehingga dalam jangka panjang *type one waste* harus dapat dihilangkan atau dikurangi. *Type two waste* merupakan aktivitas yang tidak menciptakan nilai tambah dan dapat dihilangkan segera. Misalnya, menghasilkan produk cacat (*defect*) atau melakukan kesalahan (*error*) yang harus dapat dihilangkan dengan segera. *Type two waste* ini sering disebut sebagai *waste* saja, karena merupakan benar-benar pemborosan yang harus dapat diidentifikasi dan dihilangkan dengan segera. Menurut Hines dan Taylor menyatakan bahwa terdapat tujuh jenis pemborosan yang diidentifikasi oleh Shigeo Shingo, diantaranya sebagai berikut:

1. *Over production*, memproduksi terlalu banyak melebihi kebutuhan pelanggan atau memproduksi lebih cepat daripada waktu kebutuhan pelanggan yang menyebabkan *lead time* lebih lama dan meningkatkan inventori (Hicks *et al*, 2004).
2. *Waiting*, kapan saja material atau komponen yang tidak melalui proses yang bernilai tambah dapat disebut sebagai pemborosan dalam menunggu (Hicks *et al*, 2004). Menunggunya operator untuk berbagai alasan seperti menunggu informasi, *part*, atau mesin (Wilson, 2010).
3. *Transportation*, pergerakan material dalam perusahaan yang menambah biaya namun tidak bernilai tambah terhadap produk (Hicks *et al*, 2004). Pergerakan inventori, *work in process*, dan produk jadi (Wilson, 2010).

4. *Inappropriate processing*, penggunaan mesin jumlah besar yang berlebihan daripada menggunakan mesin dengan jumlah sedikit untuk menggunakan proses yang diperlukan. Jenis pemborosan ini mempengaruhi *layout*, transportasi yang berlebihan, dan komunikasi (Hicks et al, 2004). Melakukan pekerjaan diluar dari nilai yang dipertimbangkan pelanggan, atau melebihi dari apa yang dibayarkan pelanggan (Wilson, 2010).
5. *Unnecessary Inventory*, cenderung menaikkan *lead time*, mengurangi fleksibilitas dalam identifikasi masalah (Hicks et al, 2004). Termasuk produk jadi yang sudah tidak diambil oleh pelanggan dan seluruh *work in process* yang dimaksudkan untuk dijadikan sebagai produk jadi. Segala inventori merupakan *waste* walaupun beberapa dari inventori yang diperlukan dengan mempertimbangkan kondisi yang ada (Wilson, 2010).
6. *Unnecessary motion*, berhubungan dengan pergerakan ergonomi. Jika operator harus membungkuk dan meregangkan dalam melakukan proses yang dapat mempengaruhi terhadap kualitas dan produktivitas (Hicks et al, 2004).
7. *Defects*, sesuatu yang dilakukan dengan kesalahan terhadap produk yang mana tidak memenuhi karakteristik kualitas (Wilson, 2010).

2.9.3. Hubungan Antar Waste

Hubungan antar *waste* sangat kompleks karena pengaruh dari masing - masing jenis terhadap yang lainnya dapat tampak secara langsung atau secara tidak langsung. Untuk itu Rawabdeh (2005) mengembangkan suatu kerangka kerja penilaian tingkat pengaruh waste berdasarkan pengaruhnya terhadap *waste* lain. Masing-masing jenis *waste* disingkat dengan huruf, (O : *Over Producton*, I : *Inventory*, D : *Defect* , M : *Motion*, P : *Process*, T : *Transportation*, W: *Waiting*), dan masing-masing hubungan ditandai dengan simbol garis bawah “-”. Petunjuk arah hubungan tujuh waste dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Hubungan tujuh *waste* (Rawabdeh, 2005)

Sebagai mana ditunjukkan dalam gambar 2.7, hubungan antara jenis *waste* terdiri dari jenis *waste* O, D dan T berpengaruh terhadap semua *waste* lain kecuali P; sedangkan jenis *waste* P berpengaruh terhadap semua *waste* lain kecuali T; dan seterusnya sampai jenis *waste* W yang hanya berpengaruh terhadap O, I dan D. Keseluruhan hubungan mempengaruhi ini berjumlah 31 hubungan, jenis *waste* i mempengaruhi jenis *waste* j ($i - j$). Untuk masing-masing hubungan, kemudian ditanyakan enam pertanyaan dengan panduan skoring yang dapat dilihat pada tabel 2.6 berikut ini:

Tabel 2.6 Hubungan antar tujuh *waste*

Hubungan	Penjelasan
O - I	Produksi yang berlebih membutuhkan jumlah bahan baku yang besar yang menyebabkan persediaan dari bahan baku dan bahan setengah jadi memakan banyak ruang, dan dianggap sebagai persediaan sementara yang tidak ada pelanggan yang mungkin untuk membelinya
O - D	Saat operator memproduksi lebih, pemikiran mereka terhadap kualitas akan berkurang, karena operator berpikir ada cukup banyak material dapat digantikan untuk material yang cacat
O - M	Produksi yang berlebih menuntun terhadap tingkah laku yang tidak ergonomis, yang mana perilaku tersebut tidak sesuai dengan standar kerja
O - T	Produksi yang berlebih menuntun perpindahan yang lebih sering berdasarkan aliran material yang berlebih

Tabel 2.6 Hubungan antar tujuh *waste* (lanjutan)

O – W	Saat memproduksi lebih, sumber daya akan digunakan lebih lama lagi, demikian juga pelanggan akan menunggu lebih lama dan antrian menjadi lebih banyak
I – O	Semakin banyak material yang disimpan dapat mendorong pekerja untuk bekerja lebih dengan tujuan untuk meningkatkan keuntungan perusahaan
I – D	Meningkatkan persediaan (bahan baku, bahan setengah jadi, dan produk jadi) akan meningkatkan kemungkinan terjadinya cacat hingga kurangnya perhatian dan kondisi yang tidak cocok
I – M	Meningkatkan persediaan juga akan meningkatkan waktu pencarian, pemilihan, pengambilan, pemindahan, dan penanganan
I – T	Meningkatkan persediaan kadang-kadang akan mengganggu, menjadikan waktu kegiatan produksi melebihi waktu transportasi
D – O	Perilaku produksi yang berlebih muncul untuk mengatasi kekurangan <i>part</i> bahkan kecacatan
D – I	Produksi <i>part</i> yang cacat dibutuhkan pengerjaan ulang yang berarti meningkatnya jumlah barang setengah jadi sebagai wujud dari persediaan
D – M	Produksi cacat dapat meningkatkan waktu pencarian, pemilihan, pemeriksaan
D – T	Memindahkan <i>part</i> yang cacat ke stasiun pengerjaan ulang akan meningkatkan keseringan transportasi (kembali arah) atau dengan kata lain transportasi yang boros
D – W	Pengerjaan ulang akan membutuhkan tempat kerja sehingga <i>part</i> yang baru akan menunggu untuk diproses
M – I	Metode kerja yang tidak sesuai standar akan menjadikan jumlah barang setengah jadi
M – D	Kurang terlatihnya dan standarisasi berarti persentase dari kecacatan akan meningkat
M - P	Saat pekerjaan tidak dilakukan berdasarkan standar, pemborosan proses akan meningkat hingga tersedianya jumlah teknologi yang dibutuhkan
M - W	Saat standar tidak diatur, akan banyak memakan waktu untuk pencarian, pengambilan, pemindahan, perakitan, yang hasilnya akan meningkatkan waktu tunggu <i>part</i>
T - O	Barang yang diproduksi dari lebih yang dibutuhkan berdasarkan kapasitas sistem pengangkutan sehingga meminimasi ongkos pemindahan tiap unit
T - I	Tidak cukupnya jumlah <i>material handling equipment</i> menjadikan persediaan yang berlebihan yang dapat mempengaruhi proses lain

Tabel 2.6 Hubungan antar tujuh *waste*

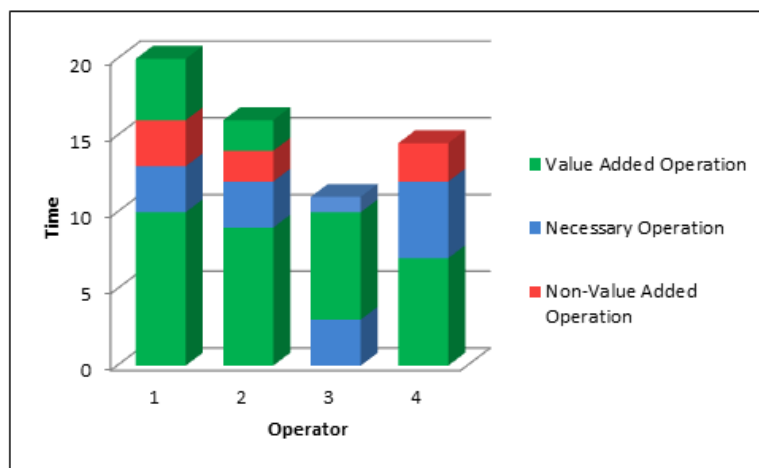
T - D	<i>Material handling equipment</i> digunakan berdasarkan fungsi dalam pemborosan transportasi. Tidak cocoknya peralatan <i>material handling</i> kadang kala dapat menyebabkan kerusakan yang akhirnya dapat menjadi produk cacat
T - M	Saat barang ditransportasi kemanapun artinya semakin tinggi kemungkinan dari pemborosan pergerakan
T - W	Jika peralatan <i>material handling</i> tidak cukup berarti barang akan menyebabkan <i>idle</i> atau menunggu untuk dipindahkan
P - O	Agar ongkos dapat dikurangi untuk waktu operasi tiap mesinnya, mesin dipaksa untuk beroperasi sepenuhnya pada jam operasi yang akhirnya mengakibatkan produksi berlebih
P - I	Menggabungkan operasi pada satu lini akan menghasilkan secara langsung untuk mengurangi jumlah barang setengah jadi dikarenakan untuk menghilangkan <i>buffer/penyangga</i>
P - D	Jika mesin tidak diperbaiki dengan benar maka barang cacat akan terjadi
P - M	Teknologi yang baru dari beberapa proses dengan kurangnya pelatihan akan menciptakan pemborosan pergerakan
P - W	Saat penggunaan teknologi yang tidak sesuai, waktu pengaturan dan penghentian yang berulang akan mengakibatkan waktu tunggu yang lebih lama
W - O	Saat sebuah mesin menunggu karena pemasok sedang melayani pelanggan lain, mesin tersebut kadang kala akan dipaksa untuk berproduksi lebih, dan terus menerus beroperasi
W - I	Menunggu berarti ada banyak barang yang dibutuhkan pada suatu titik, apakah itu bahan baku, barang setengah jadi, atau barang jadi
W - D	Menunggu barang mungkin meyebabkan kecacatan selama berada dikondisi yang tidak cocok

2.9.4. Yamazumi Chart

Yamazumi Chart atau *Yamazumi Board* (Gambar 2.8) adalah alat *visual* yang digunakan dalam *lean manufacturing* untuk membantu dalam mendesain sel-sel produksi dan memonitor perbaikan secara kontinyu. Dengan *yamazumi chart*, akan memungkinkan untuk memvisualisasikan berbagai elemen pekerjaan yang berlangsung dalam proses produksi. Kemudian membandingkannya dengan *output* yang dibutuhkan *customer*. Dengan menggunakan *yamazumi chart*, pimpinan dapat menyoroti area kerja, dimana operator menghadapi tingkat stres kerja yang tinggi (*Muri - overburden*) sementara diwaktu yang sama dengan area yang berbeda, bisa

terjadi operator lain menghabiskan waktu menunggu atau *idle*. Padahal kecepatan proses produksi secara total bisa dibilang sama dengan kecepatan proses produksi paling lambat dalam rantai proses produksi. *Yamazumi chart* inilah yang akan memberitahu kelemahan atau kelambatan proses yang terjadi pada rantai proses produksi.

Papan *yamazumi* juga membedakan antara kegiatan atau proses yang memberikan aktivitas bernilai tambah (*value-added*) dan aktivitas tidak bernilai tambah (*non-value added*), serta *waste process* pada proses produksi. Hal ini akan memungkinkan untuk memvisualisasikan penghematan yang bisa dibuat. Secara garis besar, ada 2 cara yang dapat ditempuh untuk melakukan penghematan dengan berdasar pada *yamazumi chart*. Yang pertama, tentu saja dengan menghilangkan *non-value added* dan *waste* dari proses produksi, lalu menambahkan proses *value added* untuk membuat proses kerja jauh lebih efisien. Sedangkan yang kedua, adalah dengan memindahkan beban kerja kepada proses yang sebelumnya atau proses berikutnya.



Gambar 2.8 *Yamazumi Chart*

2.10. Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja adalah kegiatan mengamati pekerjaan dan mencatat waktu kerja baik setiap elemen maupun siklus dengan menggunakan alat-alat pengukuran yang disiapkan. Kegiatan pengukuran waktu kerja ini berhubungan

dengan usaha untuk menetapkan waktu baku yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan.

Kegunaan atau keuntungan pokok dari pemakaian standar data dapat diuraikan antara lain sebagai berikut:

- Pelaksanaan *time study* akan lebih cepat dan murah.
- Konsistensi dari hasil yang diperoleh bisa tetap dijaga untuk setiap aktivitas *time study*. Demikian juga dengan kemungkinan terjadi *error* pada studi bisa dikurangi.
- Tidak diperlukan *time study analyst* yang terlalu trampil didalam penentuan waktu standar.
- Bisa dimanfaatkan untuk mengestimasi biaya dan merencanakan kegiatan produksi sebelum kegiatan itu sendiri dilaksanakan.
- Mengurangi keributan yang mungkin terjadi dilapangan seperti halnya yang biasa dijumpai setiap kali aktivitas *time study* dilaksanakan.

Kerugian utamanya adalah proses pengumpulan standar data yang harus dilaksanakan secara intensif pada aktivitas *study* sebelumnya yang mana dalam hal ini akan memerlukan biaya yang tidak sedikit.

2.10.1. Pengukuran Kerja Dengan Menggunakan ”Direct Stop Watch Time Study”

Pengukuran waktu kerja (*Time Study*) pada dasarnya merupakan suatu usaha untuk menentukan lamanya waktu kerja yang diperlukan oleh seorang operator untuk menyelesaikan suatu pekerjaan (Wignjosoebroto, 1995).

Dari hasil pengukuran maka akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan, yang mana waktu ini digunakan sebagai standar penyelesaian pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melakukan pekerjaan yang sama. Pada dasarnya teknik- teknik pengukuran waktu kerja dapat dibagi menjadi dua:

1. Secara Langsung

Dianggap secara langsung karena pengukurannya dilakukan secara langsung yaitu dilakukan di tempat, dimana pekerjaan bersangkutan

dijalankan. Yang termasuk dalam pengukuran langsung adalah pengukuran waktu dengan jam henti dan *sampling* pekerjaan.

2. Secara Tidak Langsung

Pengukuran kerja secara tidak langsung melakukan perhitungan tanpa harus berada di tempat pekerjaan tersebut dijalankan yaitu dengan cara membaca tabel-tabel yang tersedia asalkan mengetahui jalannya pekerjaan melalui elemen pekerjaan atau elemen gerakan.

Dalam konteks pengukuran waktu kerja, metode *direct stop watch time* merupakan teknik pengukuran kerja dengan menggunakan *stop watch* sebagai alat pengukur waktu yang ditunjukkan dalam penyelesaian aktivitas yang diamati (*actual time*). Waktu yang berhasil diukur dan dicatat kemudian dimodifikasikan dengan mempertimbangkan tempo kerja operator dan menambahkannya dengan *allowences*. Untuk kelancaran kegiatan pengukuran dan analisis nantinya maka selain *stop watch* sebagai *timing device* diperlukan *time study form* guna mencatat data waktu yang diukur tersebut. Pengukuran dan pencatatan biasanya menggunakan metode *continue*. Kegiatan kerja yang akan diukur terlebih dahulu harus dibagi-bagi ke dalam elemen-elemen kerja secara detail. Dengan mengamati kegiatan yang akan diukur, kemudian pengukuran waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan elemen kerja tersebut diukur dan dicatat.

2.11. Penyesuaian dan Kelonggaran

Pembakuan sistem kerja tidak dapat dilepaskan dari dua aspek, yaitu pemberian penyesuaian dan kelonggaran. Penyesuaian diberikan berkenaan dengan tingkat kecepatan kerja yang dilakukan pekerja dalam melakukan pekerjaannya, sedangkan kelonggaran diberikan berkaitan dengan adanya sejumlah kebutuhan diluar kerja, yang terjadi selama pekerjaan berlangsung.

2.11.1. Faktor Penyesuaian

Maksud dimasukkannya faktor penyesuaian adalah untuk menjaga kewajaran kerja, sehingga tidak akan terjadi kekurangan waktu karena terlalu idealnya kerja yang diamati. Faktor penyesuaian dalam pengukuran waktu kerja dibutuhkan untuk menentukan waktu normal dari operator yang berada dalam

sistem tertentu. Andai kata ada ketidakwajaran maka pengukur harus mengetahuinya dan menilai seberapa jauh hal itu terjadi. Penilaian perlu diadakan karena berdasarkan inilah penyesuaian dilakukan. Jadi jika pengukur mendapatkan harga rata-rata siklus yang diketahui diselesaikan dengan kecepatan tidak wajar oleh operator, maka agar harga rata-rata tersebut menjadi wajar, pengukur harus menormalkannya dengan melakukan penyesuaian. Untuk memudahkan pemilihan konsep wajar, seorang pengukur dapat mempelajari bagaimana bekerjanya seorang operator yang dianggap normal itu yaitu: jika seorang operator yang dianggap berpengalaman bekerja tanpa usaha-usaha yang berlebihan sepanjang hari bekerja, menguasai cara kerja yang ditetapkan, dan menunjukkan kesungguhan dalam menjalankan pekerjaannya.

Beberapa metode dalam menentukan besar faktor penyesuaian, antara lain:

- Metode *Shumard*
 - Metode *Bedaux* dan *Sintesis*
 - Metode *Objective*
 - Metode *Westinghouse*
- a. Metode *Shumard* ini adalah patokan penilaian berdasarkan kelas-kelas *performance* kerja dan tiap-tiap kelas biasanya mempunyai nilai sendiri-sendiri. Berikut adalah tabel *performance* kerjanya :

Tabel 2.7 Penyesuaian menurut *shumard*

Kelas	Penyesuaian
<i>Superlast</i>	100
<i>Fast +</i>	95
<i>Fast</i>	90
<i>Fast -</i>	85
<i>Excellent</i>	80
<i>Good +</i>	75
<i>Good</i>	70
<i>Good -</i>	65
<i>Normal</i>	60
<i>Fair +</i>	55
<i>Fair</i>	50
<i>Fair -</i>	45
<i>Poor</i>	40

b. Metode *Bedaux* dan *Sintesa*

Pada metode *bedaux* dan *sintesa*, dasar pada metode *bedaux* tidak banyak berbeda dengan metode *shurmard* hanya saja nilai-nilai pada cara *bedaux* dinyatakan dalam “B” (huruf pertama *bedaux* penemunya). Sedangkan metode *sintesa* agak berbeda dengan cara-cara lain, dimana dalam cara ini waktu penyelesaian setiap elemen gerakan dibandingkan dengan harga-harga yang diperoleh dari tabel-tabel data waktu gerakan untuk kemudian dihitung harga rata-ratanya.

c. Metode *Objective*

Metode *objective* juga digunakan untuk menghitung waktu baku. Menentukan dengan metode *objective* sebelumnya harus memperhatikan 2 faktor yaitu:

i. Kecepatan kerja.

Wajar : $P = 1$

Lambat : $P < 1$

Cepat : $P > 1$

ii. Tingkat kesulitan pekerjaan.

Masing-masing pekerjaan mempunyai tingkat kesulitan yang berbeda-beda. Secara garis besarnya tingkat kesulitan suatu pekerjaan dibagi dalam tiga kategori, yaitu rendah, sedang, dan tinggi

d. *Westinghouse*

Westinghouse Company (1927) ikut dalam memperkenalkan sistem yang dianggap lebih lengkap dibandingkan dengan sistem yang dilaksanakan oleh *bedaux*. Keterampilan dan usaha yang telah dinyatakan oleh *bedaux* sebagai faktor yang mempengaruhi *performance* manusia, maka *westinghouse* menambahkan lagi dengan kondisi kerja (*working condition*) dan konsistensi dari operator didalam melakukan pekerjaan. Tabel dari *performance rating* tersebut dapat dilihat dibawah ini (Wignjosoebroto, 1992):

Tabel 2.8 Penyesuaian menurut *Westinghouse*

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian	
<i>Skill</i>	<i>Super skill</i>	A1	+	0.15
		A2	+	0.13
	<i>Excellent</i>	B1	+	0.11
		B2	+	0.08
	<i>Good</i>	C1	+	0.06
		C2	+	0.03
	<i>Average</i>	D		0.00
	<i>Fair</i>	E1	-	0.05
		E2	-	0.10
	<i>Poor</i>	F1	-	0.16
F2		-	0.22	
<i>Effort</i>	<i>Excessive</i>	A1	+	0.13
		A2	+	0.12
	<i>Excellent</i>	B1	+	0.10
		B2	+	0.08
	<i>Good</i>	C1	+	0.05
		C2	+	0.02
	<i>Average</i>	D		0.00
	<i>Fair</i>	E1	-	0.04
		E2	-	0.08
	<i>Poor</i>	F1	-	0.12
F2		-	0.17	
<i>Condition</i>	<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
<i>Consistency</i>	<i>Perfect</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

Dari data-data tersebut maka rumusan faktor penyesuaian (P) adalah :

$$P = 1 + Wh \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana

P = Faktor penyesuaian

Wh = Nilai penyesuaian *Westinghouse*

Maka perhitungan waktu optimal dapat menggunakan rumus:

$$W_o = W_m \times P \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana

W_o = Waktu optimal

W_m = waktu siklus hambatan yang sering muncul

P = Faktor penyesuaian

2.11.2. Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

Pemberian kelonggaran ini dimaksudkan untuk memberi kesempatan kepada operator untuk melakukan hal-hal yang harus dilakukannya, sehingga waktu baku yang diperoleh dapat dikatakan data waktu kerja yang lengkap dan mewakili sistem kerja yang diamati. Kelonggaran yang diberikan antara lain:

- Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi
- Kelonggaran untuk menghilangkan rasa lelah (*fatigue*)
- Kelonggaran yang tidak dapat dihindarkan

Pemberian faktor kelonggaran dan penyesuaian secara bersama-sama, selayaknya dapat dirasakan adil (*fair*), baik dari sisi operator maupun dari sisi manajemen. Faktor kelonggaran juga diperlukan untuk ketidaknyamanan visual dan postur kerja, desain suatu perkakas kerja untuk mengurangi kelelahan kerja serta meminimumkan resiko kesalahan serta supaya didapatkan optimasi, efisiensi kerja dan hilangnya resiko kesehatan akibat metode kerja yang kurang tepat (Nurmianto, 1996).

2.12. Pengukuran Kerja Dengan Metode Sampling Kerja

Sampling kerja adalah suatu aktivitas pengukuran waktu kerja untuk mengestimasi proporsi waktu yang hilang selama siklus siklus kerja berlangsung atau untuk melihat proporsi kegiatan tidak produktif yang terjadi (Wignjosoebroto, 1995).

2.12.1. Data Waktu Baku

Penentuan waktu baku untuk menentukan target produksi ini dilakukan dengan cara pengukuran langsung dengan menggunakan jam henti. Pengukuran

dilakukan dikarenakan di dalam melakukan pekerjaan dipengaruhi oleh beberapa faktor yang tidak dapat dihindari baik faktor dari dalam maupun dari luar perusahaan.

Adapun langkah-langkah didalam menentukan waktu baku antara lain:

1. Memilih karyawan secara acak untuk diteliti atau diamati waktu yang digunakannya untuk menyelesaikan proses produksi.
2. Menghitung waktu rata-rata yang diperlukan untuk menyelesaikan satu unit pekerjaan.
3. Menguji keseragaman dan kecukupan data hasil pengukuran.
4. Menghitung waktu normal, yaitu waktu yang digunakan oleh seorang pekerja untuk menyelesaikan satu unit produk.
5. Menghitung waktu cadangan, yaitu waktu yang diperlukan seorang karyawan yang disebabkan berbagai hal seperti: gangguan mesin, kelelahan dan lain-lain.
6. Menghitung waktu baku yang diperhitungkan atas penjumlahan waktu normal dan waktu cadangan.

Penjabaran dari langkah-langkah dalam menentukan waktu baku diantaranya yang disebutkan diatas sebagai berikut:

1. Memilih dan mengambil karyawan secara acak untuk diteliti atau diamati waktu yang dipergunakannya untuk menyelesaikan satu unit pekerjaan, dimana karyawan yang diambil sebagai sampel adalah karyawan yang bekerjanya sesuai dengan waktu rata-rata, tidak terlalu cepat ataupun tidak terlalu lambat dalam menyelesaikan pekerjaannya baru setelah itu dihitung waktu rataratanya. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung waktu rata-rata adalah sebagai berikut :

$$\bar{X} = \sum \frac{X_i}{N} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan

\bar{X} = Waktu rata-rata

X_i = Data pengukuran

N = Jumlah data pengukuran

2. Uji Keseragaman Data

Di dalam pengukuran idealnya memperoleh data yang seragam. Uji keseragaman data bertujuan untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan tersebut seragam atau tidak seragam. Data dikatakan seragam jika semua data berada diantara dua batas kontrol, yaitu batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Dari data seragam itulah nanti akan dilakukan untuk mencari waktu yang diharapkan. Adapun perumusan dari batas kontrol atas dan kontrol bawah adalah sebagai berikut (Sutalaksana, 1979):

$$BKA = \bar{X} + 3 Sd \dots\dots\dots(2.4)$$

$$BKB = \bar{X} - 3 Sd \dots\dots\dots(2.5)$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

- BKA = Batas Kontrol Atas
- BKB = Batas Kontrol Bawah
- \bar{X} = Harga rata-rata data pengamatan
- Sd = *Standart deviasi* data pengamatan

3. Kecukupan data dalam penelitian ini yang dicari adalah waktu yang sebenarnya dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Tingkat keyakinan atau ketelitian adalah merupakan pencerminan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengukur setelah memutuskan untuk tidak melakukan jumlah pengukuran yang banyak. Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya.

$$N' = \left(\frac{k/s \sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan:

N' = jumlah data yang dibutuhkan

N = jumlah pengamatan yang dilakukan.

x_i = data pengukuran

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

s = Tingkat ketelitian yang digunakan

k = harga indeks

Apabila tingkat keyakinan 90 %, maka s = 10 % (berarti harga indeks 0,1) Apabila tingkat keyakinan 95 %, maka s = 5 % (berarti harga indeks 0,05) Apabila tingkat keyakinan 99 %, maka s = 1 % (berarti harga indeks 0,01) (Wignjosoebroto, 1995)

4. Penentuan waktu baku sebagai langkah selanjutnya adalah menghitung waktu baku dengan rumus sebagai berikut (Wignjosoebroto, 1995)

$$Wb = Wn \times \frac{100\%}{100\% - Allowance} \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan

Wb = Waktu Baku

Wn = Waktu Normal

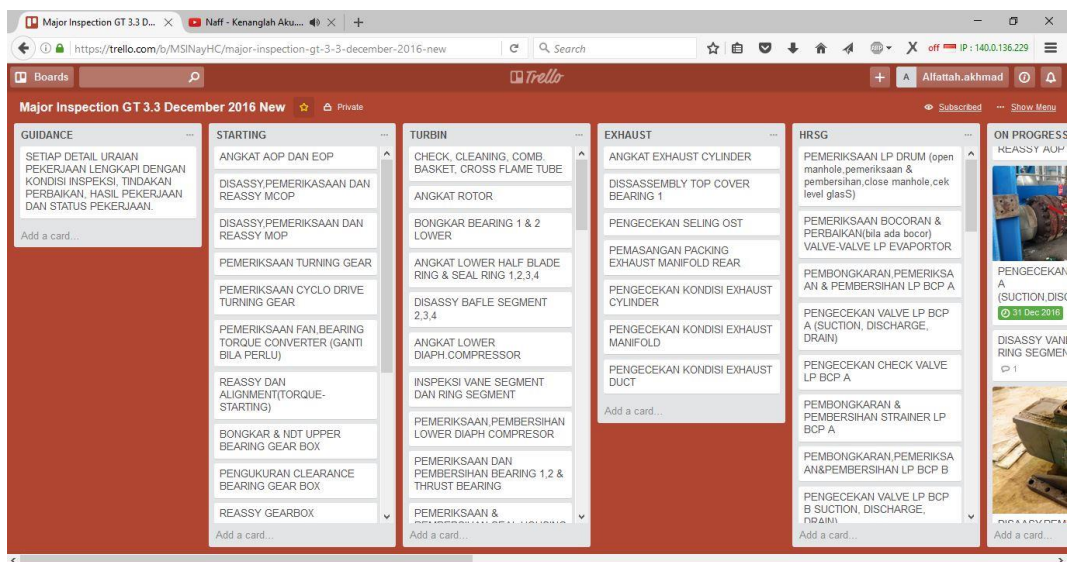
Allowance = Nilai Kelonggaran

2.13. Validasi Kualitas *Overhaul*

Dalam sebuah manajemen proyek, *work brake system* (WBS) sangat mempengaruhi akurasi pencapaian proyek tersebut. Semakin detail WBS yang dibuat, semakin baik pula perencanaan yang dilakukan. Agar program dapat terealisasi dengan baik, verifikasi dibutuhkan dalam tahapan-tahapan pekerjaan. Selain itu, *person in charge* (PIC) juga diperlukan dalam setiap bidang, Permasalahan yang terjadi di lapangan dimana PIC diwajibkan untuk membawahi banyak bidang, sehingga terkadang PIC sering mendapatkan informasi yang tidak sesuai. Untuk mempermudah validasi proses *overhaul* dibutuhkan sebuah *checklist* yang berdasarkan WBS yang telah dibuat sehingga seorang PIC atau *quality control* dapat segera merespon jika proses *overhaul* tidak sesuai dengan *planning project* yang dibuat.

Dengan memanfaatkan teknologi informasi yang ada pada saat ini, sebuah aplikasi *freeware* yang bernama “*Trello*” (Gambar 2.9) dapat dimanfaatkan untuk

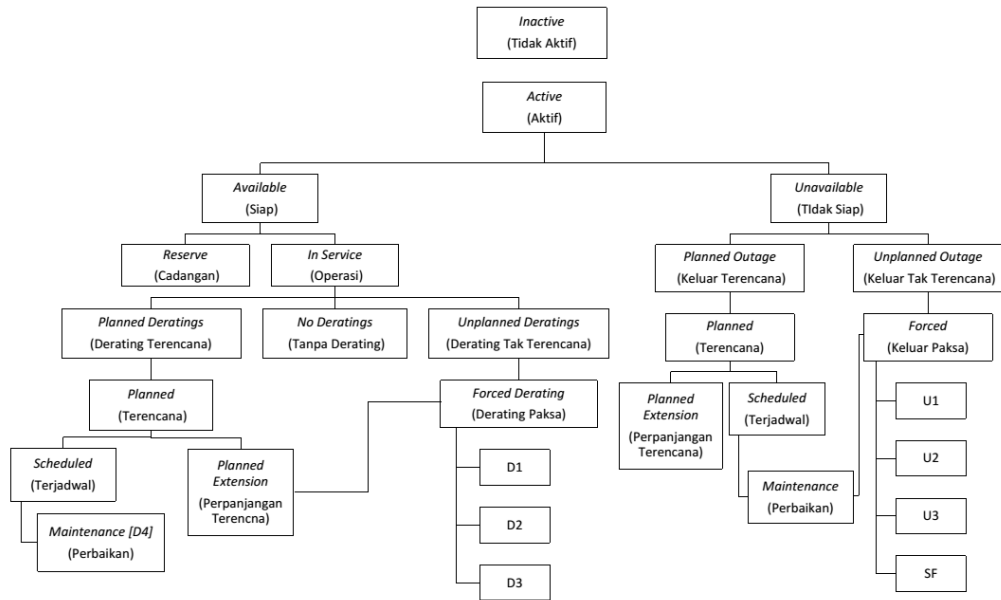
mempermudah dan memberikan informasi yang cepat pada tiap-tiap tahapan *overhaul*. Di sisi lain, aplikasi tersebut dapat mempermudah pengambilan keputusan oleh pihak manajemen apabila terdapat kendala yang bersifat strategis. Implementasi aplikasi *trello* dapat memvalidasi kualitas *overhaul* dan mengeliminasi proses-proses yang dapat mempengaruhi durasi dan *cost* sebuah *overhaul*.



Gambar 2.9 Pemanfaatan program *trello* pada *overhaul* turbin gas

2.14. Indikator Kinerja Pembangkit

Indikator Kinerja Pembangkit (IKP) sangat diperlukan dalam operasi unit pembangkit. Keakuratan data perhitungan, kecepatan dan ketepatan informasi merupakan pendukung dan masukan terhadap pengambilan keputusan manajemen dalam mengelola unit pembangkit. Disamping itu, kebutuhan sistem saat ini menghendaki pengertian yang sama tentang formulasi indeks kinerja pembangkit. Oleh karena itu untuk memudahkan dan dapat melakukan dalam perhitungan indeks kinerja pembangkit disusun panduan sesuai ketentuan yang berlaku. Menurut Protap DKP-IKP tahun 2007 yang mengacu pada SPLN K7.001:2007.



Gambar 2.10 Pengelompokan status unit pembangkit

Dua kategori utama status unit pembangkit ditunjukkan pada gambar 2.10 di atas. *Inactive* adalah status unit tidak siap operasi untuk jangka waktu lama, karena unit dikeluarkan untuk alasan ekonomi atau alasan lainnya yang tidak berkaitan dengan peralatan/instalasi pembangkit. Sedangkan *active* terdiri dari berbagai status operasi unit pembangkit dengan rincian hingga empat tingkatan (SPLN K7.001:2007). Maka Indikator kinerja pembangkit yakni EAF (*Equivalent Availability Factor*) Total kesiapan unit pembangkit beroperasi dapat dihitung dengan rumus persamaan sebagai berikut :

$$EAF = \frac{AH - (EPDH + EPDH + ESDH)}{PH} \times 100\% \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan :

EAF = *Equivalent Availability Hours*

AH = *Availability Hours*

PH = *Period Hours*

EPDH = *Equivalent planned Derated Hours*

ESDH = *Equivalent Seasonal Derated Hours*

Jika pembangkit memiliki EAF 100% maka pembangkit tersebut siap beroperasi selama setahun penuh (8760 jam) tanpa berhenti, namun realisasi seperti

ini tidak mungkin terjadi karena dalam satu tahun setiap pembangkit mengalami *outage* dan pemeliharaan yang memaksa pembangkit untuk mengubah status menjadi *outage* yang dapat mempengaruhi produksi energi listrik yang akan dihasilkan. Semakin baik nilai EAF maka semakin baik pula kinerja unit pembangkit tersebut dalam memproduksi energi listrik yang dihasilkan. Kebalikan dari EAF yaitu *Equivalent Forced Outage Rate* (EFOR) dimana EFOR merupakan keadaan dimana unit pembangkit tidak dapat beroperasi karena adanya *outage* dan pemeliharaan yang memaksa unit menjadi berstatus *outage*. Nilai EFOR harus seminimal mungkin, jika nilai EFOR melebihi ketentuan yang sudah disepakati. Maka sesuai ketentuan yang mengacu pada GADS DRI NERC 2007. Untuk menghitung total tingkat gangguan mesin pembangkit EFOR yaitu :

$$EFOR = \frac{EFDH+FODH}{SH+FODH+EFDH} \times 100\% \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

- EFOR = *Equivalent Forced Outage Rate*
- EFDH = *Equivalent Forced derating Hours*
- FOHD = *Forced Outage Hour* Dalam/gangguan dalam
- SH = *Service Hour*
- EFDHRS = *Equivalent Forced Derated Hour during Reserve Shutdown*

2.15. Kajian Penelitian Terdahulu dengan Topik Sejenis

Kajian penelitian yang dilakukan berdasarkan kesamaan obyek dan metode penelitian. Dari studi literatur yang sudah dilakukan, tidak ditemukan obyek penelitian yang sama, yaitu analisis beban kerja di pembangkit, sehingga dilakukan pendekatan dengan mengkaji beban kerja di industri (secara umum).

2.15.1. Kajian Berdasarkan Kesamaan Obyek

1. Analisis beban kerja fisik dan mental karyawan pada rantai produksi di PT Pesona Laut Kuning (Diniaty *et al*, 2016)

Penelitian membahas tentang klasifikasi beban kerja fisik dan mental di PT. Pesona Laut Kuning dan penyebab dari beban kerja fisik dan mental tersebut. PT. Pesona Laut Kuning merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang vulkanisir ban.

2. Optimalisasi beban kerja dan standarisasi elemen kerja untuk meningkatkan efisiensi proses finishing part outer door di PT TMMIN (Nurcahyo *et al*, 2013)

Penelitian dilakukan dengan cara mengukur kerja atau studi waktu masing-masing operator pada tiga stasiun kerja yang ada di finishing line dengan jumlah *part* yang masuk ke *finishing line* rata-rata setiap hari adalah 250 pcs per stasiun kerja.

3. *Work hours, workload, sleep and fatigue in Australian Rail Industry employees* (Dorrian *et al*, 2011)

Penelitian menginvestigasi kelelahan yang dialami oleh karyawan industri kereta Australia. Secara umum, hasil penelitian yang diperoleh yakni beban kerja secara signifikan mempengaruhi kelelahan

4. Analisa beban kerja dengan menggunakan *work sampling* dan NASA-TLX untuk menentukan jumlah operator (studi kasus: PT XYZ) (Ramadan *et al*, 2014)

Penelitian membahas tentang analisis beban kerja secara fisik dan mental di PT XYZ yang merupakan pabrik bergerak di bidang sandang. Hasil pengolahan data dengan menggunakan NASA TLX menunjukkan bahwa beban mental 5 operator adalah 71,4. Setelah penambahan pelaksana mesin di mesin Ring sebanyak 1 orang skor NASA-TLX menjadi 59,49.

2.15.2. Kajian Berdasarkan Kesamaan Metode

1. *Measuring workload of ICU nurses with a questionnaire survey: the NASA Task Load Index (TLX)* (Hoonakker, 2011).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan dan memeriksa beberapa metode yang digunakan untuk mengukur beban kerja perawat ICU. Kesimpulan penelitian yang diperoleh adalah NASA TLX

merupakan alat yang andal dan valid untuk mengukur beban di antara Perawat ICU. NASA TLX mudah dikelola dan memungkinkan peneliti untuk mengukur dimensi yang berbeda terkait beban kerja.

2. Analisis beban kerja koordinator dan manager menggunakan metode NASA-TLX (Wahyuniardi, 2014).

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis beban kerja manajer dan koordinator menggunakan metode NASA-TLX yang merupakan pengukuran beban kerja subjektif dengan prosedur rating multi-dimensional. Kesimpulan yang didapatkan adalah kesimpulan rata-rata beban kerja yang dirasakan manajer dan koordinator berada dalam kategori *over load* sehingga perlu dilakukan perbaikan sistem kerja.

3. *Measuring mental workload and physiological reactions in marine pilots: Building bridges towards redlines of performances* (Orlandi, 2018).

Makalah ini meneliti efek manuver *ship handling* pada beban kerja mental dan reaksi fisiologis di sepuluh pilot laut. Beban kerja mental diukur melalui dua skala penilaian diri: TLX NASA dan skala Likert.

Tabel 2.9 Posisi Penelitian

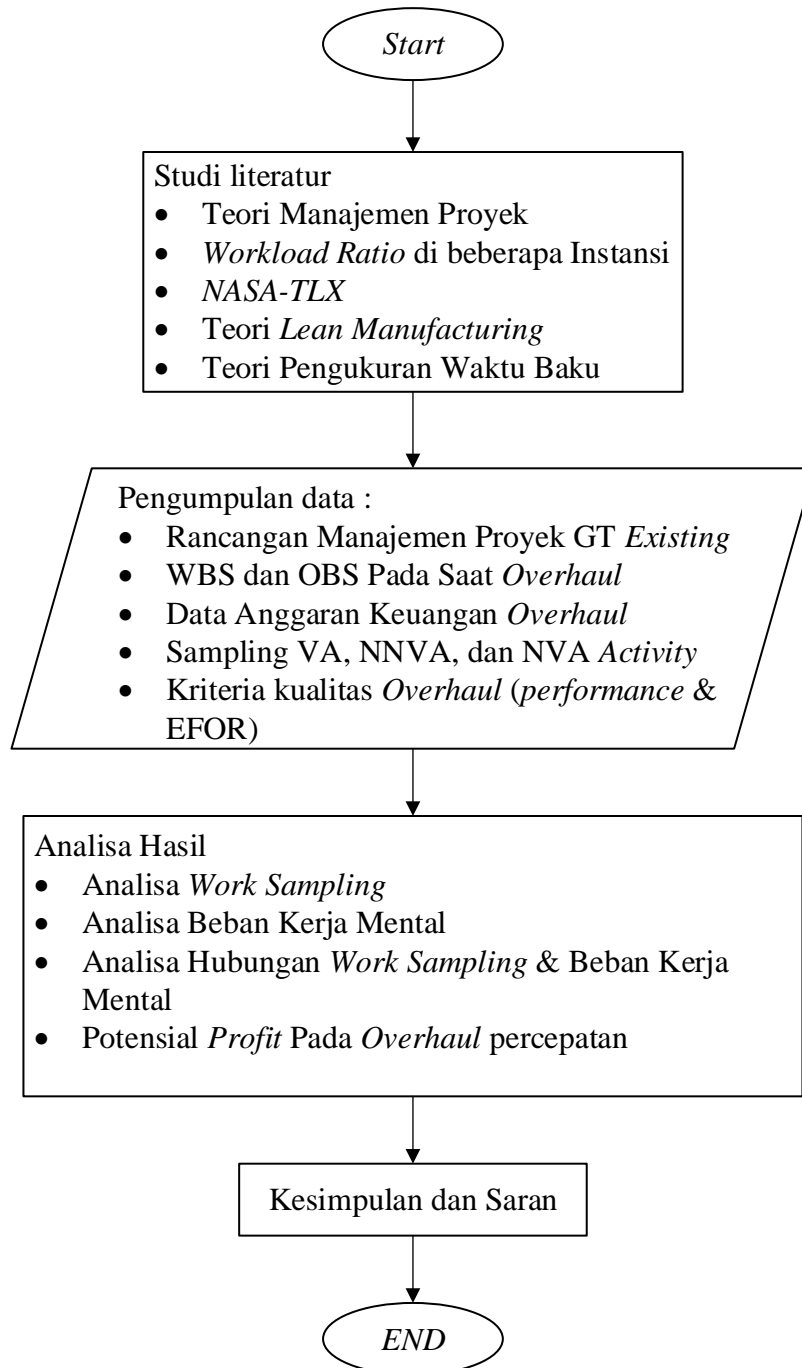
Judul	Peneliti	OBJEK PENELITIAN				METODE PENELITIAN				ANALISA PENELITIAN		
		INDUSTRI	PENDIDIKAN	KESEHATAN	DENYUT JANTUNG (HEART RATE)	FISIK		MAPPING VA & NVA ACTIVITY	BEBAN KERJA MENTAL	BEBAN KERJA FISIK	PENDJADWALAN KERJA	
						AKTIVITAS OTAK	WORK SAMPLING					
Analisa beban kerja dengan menggunakan work sampling dan NASA-TLX untuk menentukan jumlah operator (studi kasus: PT XYZ)	R. Ramadan (2014)	V					V		V	V		
Measuring workload of ICU nurses with a questionnaire survey: the NASA Task Load Index (TLX)	P Hoonakker (2011)			V					V			
Work hours, workload, sleep and fatigue in Australian Rail Industry employees	J Dorrain (2011)	V							V			
Hubungan antara beban kerja mental dengan stress kerja dosen di suatu fakultas	E M Pertiwi (2017)		V						V			
Analisis beban kerja koordinator dan manager menggunakan metode NASA-TLX	R Wahyuniardi (2014)	V							V			
Evaluation of effect on cognition response to time pressure by using EEG	S Y Cheng (2017)		V			V			V	V		
Analisis beban kerja fisiologi dan psikologi karyawan pembuatan baja di PT JABA Garindo Majalengka	L Rusiani (2017)	V					V		V	V		
Measuring mental workload and physiological reactions in marine pilots: Building bridges towards redlines of performances	L Orlandi (2018)	V					V	V	V	V		
Analisis beban kerja fisik dan mental karyawan pada lantai produksi di PT Pesona Laut Kuning	D Diniaty (2016)	V					V		V	V		
Analysis of the sensitivity of heart rate variability and subjective workload measures in a driving simulator: the case of highway work zones	M Shakouri (2018)	V					V		V	V		
Optimalisasi beban kerja dan standarisasi elemen kerja untuk meningkatkan efisiensi proses finishing part outer door di PT TMMIN	I D Nurcahyo (2013)	V						V		V	V	
Analisa pengaruh beban kerja terhadap performansi aktivitas overhead ditinjau dari aspek kualitas, biaya, dan waktu	A A Fatah (2018)	V						V	V	V	V	

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III
METODOLOGI
PENELITIAN

BAB 3 METODA PENELITIAN

3.1. Diagram Alir (*Flowchart*) Penelitian



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

3.1.1. Identifikasi Masalah

Proses identifikasi masalah dilakukan di PT PJB Unit Gresik pada bagian *gas turbine* PLTGU. Masalah yang sering terjadi di bagian *gas turbine* adalah tidak adanya jumlah komposisi pekerja yang sesuai selama proses *overhaul* berlangsung. Apabila jumlah pekerja berlebih, maka ada beberapa pekerja yang terlalu santai dalam bekerja. Namun, apabila jumlah pekerja kurang, beban kerja masing-masing orang menjadi besar.

3.1.2. Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan yaitu terkait dengan teori manajemen proyek, *workload ratio* di beberapa instansi, NASA-TLX, teori *lean manufacturing*, dan teori pengaturan waktu baku.

3.1.3. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan sekunder. Data primer diambil dengan cara melakukan *interview* terhadap pekerja yang ikut dalam pekerjaan *overhaul*. Sedangkan data sekunder berupa rancangan manajemen proyek eksisting, WBS dan OBS pada saat *overhaul*, data anggaran keuangan proyek *overhaul*, dan kriteria kualitas *overhaul* (*performance* dan EFOR)

3.1.4. Pengolahan Data

Tahapan ini diawali dengan mengolah data *sampling value added activity* (VA), *necessary non value added activity* (NNVA), dan *non value added activity* (NVA) dengan menggunakan *Yamazumi chart*. Kemudian, beban mental diukur berdasarkan hasil kuisioner NASA TLX. Proporsi VA, NNVA dan NVA *activity* yang merupakan *output* hasil dari *Yamazumi chart* dibandingkan dengan hasil NASA TLX. Selanjutnya, waktu baku dan jumlah operator ideal juga akan dikalkulasi.

BAB IV
PENGUMPULAN &
PENGOLAHAN DATA

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Sejarah Singkat Perusahaan

PT Pembangkitan Jawa Bali (PJB) adalah sebuah anak perusahaan milik negara yaitu PT PLN (Persero). PT PJB mempunyai 8 (delapan) unit eksisting yang berada di pulau jawa yaitu Unit Pembangkitan PLTGU Gresik, PLTU Paiton, PLTA Brantas, PLTGU dan PLTU Muara Karang, PLTU Muara Tawar, PLTA Cirata, UPHB (Unit Pelayanan Pemeliharaan Wilayah Barat), dan UPHT (Unit Pelayanan Pemeliharaan Wilayah Timur).

Jika dilihat dari unit eksisting perusahaannya, PT PJB mempunyai 2 jenis unit bisnis dalam Pembangkitan listrik dan juga dalam jasa Pemeliharaan Pembangkit yang lebih berfokus pada *shutdown maintenance* terjadwal (*overhaul*). UPHT merupakan suatu unit eksisting dari PT PJB yang bergerak di jasa pemeliharaan pembangkit khususnya *overhaul* yang mempunyai lingkup wilayah timur mencakup PLTGU dan PLTU Gresik, PLTU Paiton dan PLTA Brantas.

4.1.1. Profil Tim *Overhaul Maintenance*

Overhaul Major Inspection (MI) merupakan salah satu kegiatan *maintenance* terjadwal yang dilakukan oleh PT PJB UPHT. Dalam pelaksanaannya dibentuk tim khusus yang berada langsung dalam pengawasan Manajer Teknik UPHT. Tim *overhaul* dibentuk oleh bagian perencanaan dan pengendalian UPHT atas saran dari *supervisor* bidang terkait (bidang listrik, mekanik, kontrol dan instrumen, *safety*, *engineering*, *quality control*, dan perencanaan pengendalian).

Tim *overhaul major inspection* dipimpin oleh seorang *Project Manager* (PM) yang berada langsung dalam pengawasan manajer teknik. Seorang *project manager* membawahi beberapa koordinator bidang yaitu bidang listrik, mekanik, kontrol dan instrumen, *safety*, *engineering*, *quality control*, dan perencanaan pengendalian. Di setiap koordinator bidang membawahi beberapa koordinator lapangan di setiap bagian, dan seorang koordinator lapangan membawahi beberapa staf yang bertugas langsung di lapangan.

Tugas pokok koordinator setiap bidang adalah menggerakkan dan mengawasi koordinator lapangan untuk merencanakan pekerjaan lapangan untuk setiap harinya. Selain itu juga mengatur pengajuan *request* material dan tenaga kerja yang digunakan dalam *overhaul*. Seorang koordinator setiap bidang bertanggung jawab atas setiap bidang yang dibawahinya dan selalu melaporkan *progress* yang dilakukan dan akan direncanakan kepada PM.

Seorang koordinator lapangan bertanggung jawab atas keselamatan dan pekerjaan sesuai dengan bagian lokasi kerjanya. Dalam mekanik terdapat 2 (dua) lokasi bagian yaitu bagian *Gas Turbine* (GT) dan *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG). Pada gas turbine itu sendiri terdapat 4 (empat) sub bagian di dalamnya yaitu *auxiliary*, *gas turbine*, *compressor* dan *exhaust*. Seluruh koordinator dalam tim *overhaul* MI berkewajiban melaporkan semua aktivitas yang telah dilakukan dan direncanakan dalam setiap *daily meeting* pagi hari.

4.1.2. Sistem Kerja *Overhaul Major Inspection* (MI)

Sistem kerja *overhaul* MI disepakati dan diumumkan ketika *kick off meeting* berlangsung 2 (dua) hari sebelum dilaksanakan *overhaul*. Di dalam *kick off meeting* dijelaskan pekerjaan yang terkait dengan *work order standard overhaul major inspection* sesuai dengan yang disepakati dari awal oleh UPHT dan *Owner* (UP Gresik), struktur tim *overhaul* MI, ketersediaan material dan *work order* tambahan yang diajukan oleh pihak UP Gresik.

Sistem kerja dalam *overhaul* MI difokuskan kepada jam masuk, istirahat, *coffee break*, dan pulang. Jam kerja ditentukan sebagai berikut:

Jam kerja pagi	= 08.00 – 11.30 wib
Jam Ishoma	= 11.30 – 13.00 wib
Jam kerja siang	= 13.00 – 15.00 wib
Jam <i>coffee break</i>	= 15.00 – 15.30 wib
Jam kerja sore	= 15.30 – 17.30 wib

Jika pekerjaan tambahan diperlukan untuk memenuhi target, maka diberlakukan jam lembur. Keputusan tersebut ditentukan oleh koordinator lapangan sebagai orang yang bertanggung jawab langsung terhadap pekerjaan yang ada di lapangan.

4.2. Data Work Sampling

Work sampling dilakukan untuk mengetahui waktu penyelesaian, aktivitas *value added*, *necessary non value added*, dan *non value added* pada tiap – tiap aktivitas yang dilakukan pada saat *overhaul*. Untuk *work sampling* dilakukan pengamatan secara langsung dengan metode *stopwatch* terhadap pekerjaan - pekerjaan yang berada pada posisi lintasan kritisal.

4.2.1. Pengumpulan Data Work Sampling dengan Metode Stopwatch

Pengumpulan data dalam penelitian metode *work sampling* dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap karyawan yang merujuk kepada pekerjaan kritisal. Pengamatan *work sampling* dilakukan selama jam kerja dimulai pada pukul 08.00 - 11.30 WIB (istirahat pukul 11.30 – 13.00 WIB) setelah itu dilanjutkan pada pukul 13.00 - 15.00 WIB (*coffee break* 30 menit) Setelah itu dilanjutkan pada pukul 15.30 – 17.30 WIB. Berikut tabel pengamatan (Gambar 4.1) yang dibuat untuk mencatat aktivitas para pekerja.

Tanggal :				
Jenis Pekerjaan :				
No	Aktivitas	Value Added (menit)	Necessary Added (menit)	Non Value Added (menit)
1				
2				
3				
4				
5				
Jenis Pekerjaan :				
6				
7				
8				
9				
10				
	Hasil			
	Total Waktu			
	% VA			
	% NA			
	%NVA			

Gambar 4.1 Lembar Pengamatan *Work Sampling*

Pengamatan *work sampling* dilakukan terhadap aktivitas karyawan dan *outsourcing* yang terlibat langsung dalam berjalannya *task – task* pekerjaan kritisal dalam *scope overhaul major inspection*. Dimana terdapat tiga kategori aktivitas yang diamati adalah aktivitas *value added*, *necessary non value added* dan *non*

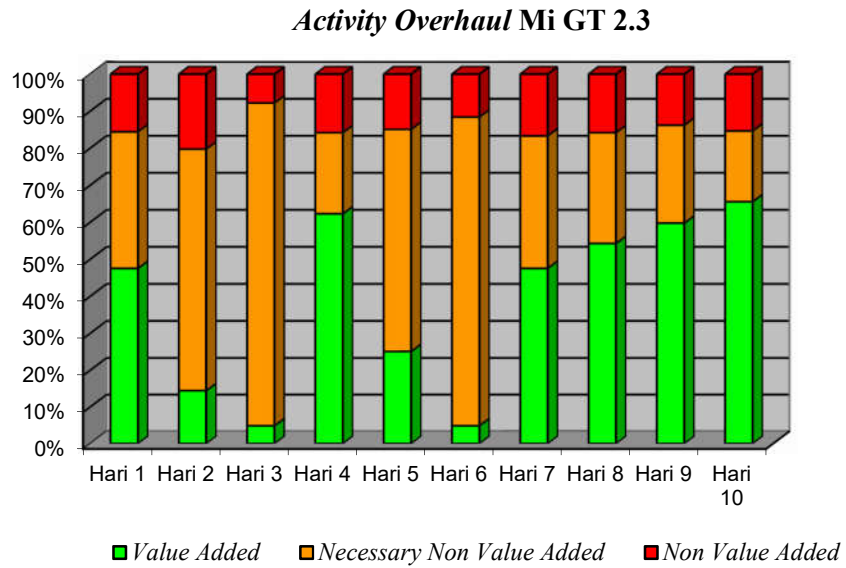
value added. Adapun hasil rekapitulasi yang diperoleh (Tabel 4.1) dari pengamatan selama 28 hari pada lembar pengamatan (*Appendix A*) adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Rekapitulasi Aktivitas Harian

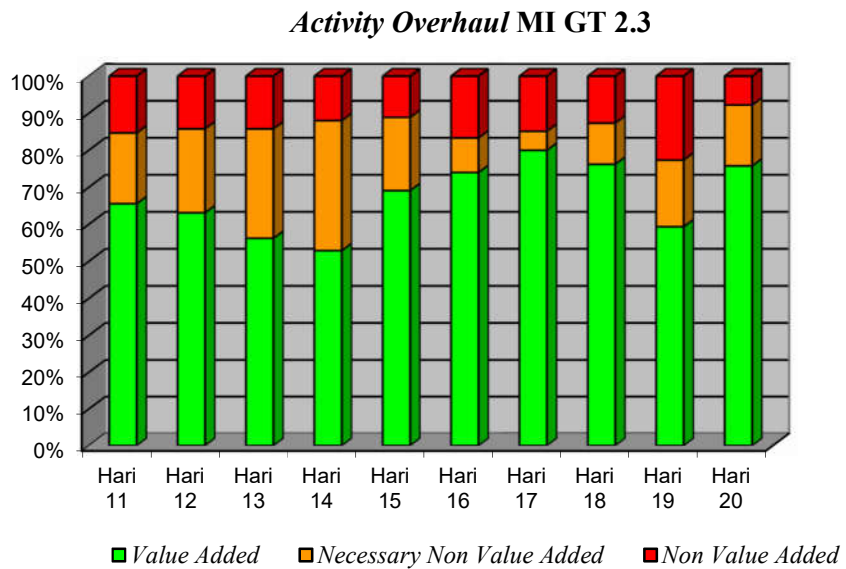
No	Hari ke -	<i>Value Added (menit)</i>	<i>Necessary Non Value Added (menit)</i>	<i>Non Value Added (menit)</i>
1	Hari 1	214	166	70
2	Hari 2	65	294	91
3	Hari 3	22	393	35
4	Hari 4	280	98	71
5	Hari 5	113	269,85	67
6	Hari 6	22	376	52
7	Hari 7	214	161	75
8	Hari 8	244	134,5	71
9	Hari 9	269	119	62
10	Hari 10	295	86	69
11	Hari 11	295	86	69
12	Hari 12	284	102	64
13	Hari 13	253	133	64
14	Hari 14	238	158	54
15	Hari 15	311	89	50
16	Hari 16	333	42	75
17	Hari 17	360	23	67
18	Hari 18	343	50	57
19	Hari 19	267	81	102
20	Hari 20	341	74	35
21	Hari 21	105	1530	0
22	Hari 22	105	1530	0
23	Hari 23	105	1530	0
24	Hari 24	105	1530	0
25	Hari 25 Shift Pagi	334	187	199
26	Hari 25 Shift Malam	334	142	244
27	Hari 26 Shift Pagi	334	142	244
28	Hari 26 Shift Malam	122	223	105
29	Hari 27	140	54	0
30	Hari 28	182	23	0

Untuk memudahkan analisis data secara *visual* maka penggunaan *yamazumi chart* adalah metode yang tepat untuk memvisualisasikan data-data yang didapatkan pada lembar pengamatan, dimana pada *yamazumi chart* dapat

membedakan aktivitas-aktivitas *value added*, *necessary non value added* dan *non value added*.

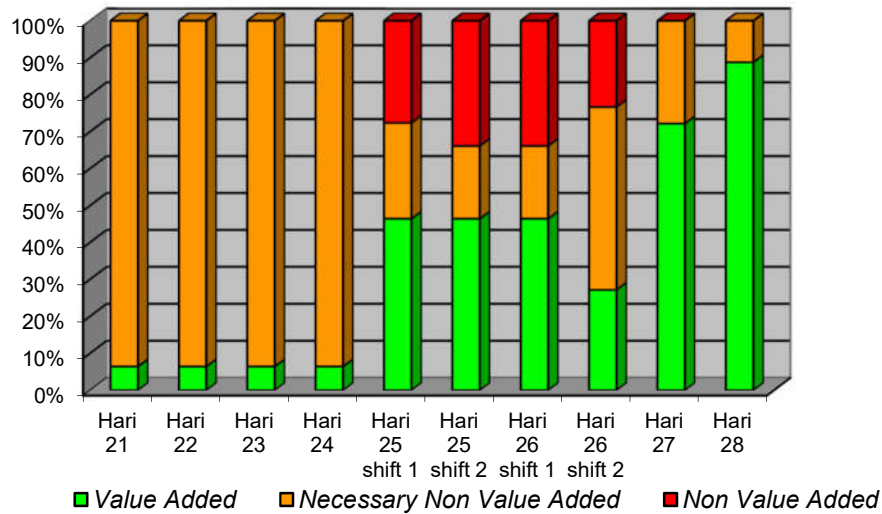


Gambar 4.2 Yamazumi chart kegiatan overhaul hari 1 – 10



Gambar 4.3 Yamazumi chart kegiatan overhaul hari 11 – 20

Activity Overhaul MI GT 2.3



Gambar 4.4 Yamazumi chart kegiatan overhaul hari 21 – 28

Dari *yamazumi chart* yang telah ditampilkan (Gambar 4.2, 4.3, dan 4.4), aktivitas-aktivitas *value added*, *necessary non value added* dan *non value added* terseparasi dengan baik, dimana persentase aktivitas *value added* sebesar 38%, *necessary non value added* sebesar 51% dan *non value added* sebesar 11% dari waktu keseluruhan *overhaul*.

4.2.2. Pengolahan Data *Work Sampling*

Tahap awal dari pengolahan data *work sampling* adalah pengklasifikasian data berdasarkan jenis aktivitas-aktivitas selama *overhaul* sehingga akan menghasilkan *task-task* pekerjaan yang nantinya bisa menjadi data *input* pada *ms project* untuk menentukan durasi keseluruhan *overhaul*. Berikut adalah data setelah dilakukan pengklasifikasian berdasarkan jenis pekerjaannya:

Tabel 4.2 Rekapitulasi Jenis kegiatan Pada *Work Sampling*

No	Aktivitas	Waktu Penyelesaian (min)	VA (min)	NNVA (min)	NVA (min)
1	Melepas Isolasi <i>Casing Turbin</i>	159	103	41	15
2	<i>Disassembly Manhole Turbine</i>	109	61	18	30
3	<i>Lifting Manhole Turbine</i>	39	17	22	0
4	<i>Disassembly Casing Turbine</i>	1094	120	823	151
5	<i>Disassembly V-Bend Coupling</i>	66	26	25	15
6	<i>Disassembly Combustor Basket</i>	116	59	56	0
7	<i>Disassembly Transition Piece</i>	380	247	63	70
8	<i>Disassembly Compressor Casing - Diffuser</i>	948	101	728	119
9	<i>Lifting Compressor Casing - Diffuser</i>	54	31	23	0
10	<i>Check Clearance Thrust Bearing</i>	90	49	21	20
11	<i>Disassembly Thrust Bearing</i>	36	24	12	0
12	<i>Check Clearance Rotor Compressor Side</i>	133	94	10	29
13	<i>Check Clearance Rotor Turbin Side</i>	110	72	5	33
14	<i>Lifting Rotor</i>	100	35	63	2
15	<i>Disassembly Pin Dowel Lower</i>	69	36	13	20
16	<i>Lifting Blade Ring Lower #4</i>	31	11	20	0
17	<i>Lifting Blade Ring Lower #3</i>	21	13	8	0
18	<i>Disassembly Seal Housing Lower #4</i>	37	15	12	10
19	<i>Disassembly Vane Segment Lower #4</i>	82	62	14	6
20	<i>Lifting Blade Ring Lower #2</i>	44	13	16	15
21	<i>Disassembly Seal Housing Lower #2</i>	22	15	7	0
22	<i>Disassembly Vane Segment Lower #2</i>	76	62	14	0
23	<i>Cleaning Rail Vane Segment #2 Lower</i>	68	24	37	7
24	<i>Assembly Vane Segment Lower #2</i>	106	68	18	20
25	<i>Assembly Wiring Torque Pin Blade Ring Upper - Lower #2</i>	82	46	12	24
26	<i>Assembly Blade Ring Row #2 For Adjusting Seal Housing</i>	124	89	20	15
27	<i>Adjusting Seal Housing #2</i>	64	47	17	0
28	<i>Locking & Welding Hexagonal Seal Housing #2</i>	53	41	12	0
29	<i>Check T/C Blade Ring Row #2</i>	27	9	4	14
30	<i>Repositioning T/C Guide Row #2</i>	124	85	19	20

Tabel 4.2 Rekapitulasi Jenis kegiatan Pada *Work Sampling* (lanjutan)

31	<i>Disassembly Blade Ring Row #2 After Adjusting</i>	52	28	14	10
32	<i>Assembly Blade Ring Row #3 For Adjusting Seal Housing</i>	134	89	20	25
33	<i>Adjusting Seal Housing #3</i>	64	47	17	0
34	<i>Locking & Welding Hexagonal Seal Housing #3</i>	53	41	12	0
35	<i>Check T/C Blade Ring Row #3</i>	27	9	4	14
36	<i>Repositioning T/C Guide Row #3</i>	124	85	19	20
37	<i>Disassembly Blade Ring Row #3 After Adjusting</i>	52	28	14	10
38	<i>Assembly Blade Ring Row #4 For Adjusting Seal Housing</i>	134	89	20	25
39	<i>Adjusting Seal Housing #4</i>	64	47	17	0
40	<i>Locking & Welding Hexagonal Seal Housing #4</i>	53	41	12	0
41	<i>Check T/C Blade Ring Row #4</i>	27	9	4	14
42	<i>Repositioning T/C Guide Row #4</i>	124	85	19	20
43	<i>Disassembly Blade Ring Row #4 After Adjusting</i>	52	28	14	10
44	<i>Assembly Blade Ring Lower #4 To Casing</i>	31	14	17	0
45	<i>Assembly Pin Dowel Blade Ring Lower #4</i>	17	10	7	0
46	<i>Pemasangan Lead Wire Blade Ring</i>	59	27	12	20
47	<i>Lifting Rotor (Roll In)</i>	118	92	26	0
48	<i>Lift Up Rotor (After Lead Wire Contact)</i>	48	37	11	0
49	<i>Lifting Rotor (After Check Clearance)</i>	131	85	26	20
50	<i>Lifting Journal Bearing 2 Upper (Assembly)</i>	42	7	24	11
51	<i>Assembly Journal Bearing 2 Upper</i>	19	12	7	0
52	<i>Contact Check Journal Bearing 2 Upper</i>	59	12	34	13
53	<i>Lifting Journal Bearing 1 Upper (Assembly)</i>	46	7	24	15
54	<i>Assembly Journal Bearing 1 Upper</i>	19	12	7	0
55	<i>Contact Check Journal Bearing 1 Upper</i>	46	12	34	0
56	<i>Assembly Thrust Bearing</i>	36	24	12	0
57	<i>Check Clearance Thrust Bearing</i>	65	49	16	0
58	<i>Lifting Cover Thrust Bearing</i>	51	7	24	20
59	<i>Assembly Cover Thrust Bearing</i>	19	12	7	0

60	Lifting Torque Tube	73	45	28	0
61	Assembly Torque Tube House	212	168	25	19
62	Lifting Compressor Casing - Diffuser (Lead Wire Contact)	152	104	33	15
63	Lift Up Compressor Casing - Diffuser (After Lead Wire Contact)	72	61	11	0
64	Lifting Compressor Casing - Diffuser (Final Assembly)	134	87	27	20
65	Lifting Exhaust Cylinder	245	170	45	30
66	Assembly Exhaust Cylinder (Inner Bolt)	1153	918	53	182
67	Lifting Upper Cover OST	44	7	35	2
68	Assembly Upper Cover OST	52	30	7	15
69	Lifting OST Front Cover	42	7	35	0
70	Assembly OST Front Cover	71	64	7	0
71	Check Clearance OST (Assembly)	28	10	18	0
72	Assembly Line Lube Oil	120	65	7	48
73	Assembly Sensor Axial Displacement	120	91	7	22
74	Lifting Exhaust Manifold	170	122	33	15
75	Lifting Vapour Extractor	41	13	28	0
76	Assembly Vapour Extractor	79	46	13	20
77	Flushing (By Operator Upgrk)	5723	353	5370	0
78	Turning For Alignment	79	36	30	13
79	Alignment	2160	1002	471	687
80	Assembly Bolt Coupling	400	122	223	55
81	Rolling & Lifting Cover Coupling Lower Side	78	66	12	0
82	Assembly Cover Coupling Sisi Upper	50	38	12	0
83	Turning	66	36	30	0
84	Cleaning Compressor (By Operator Upgrk)	342	300	42	0
85	Start Unit (By Operator Upgrk)	205	182	23	0

Dari tabel 4.2 di atas contoh kegiatan *value added* pada pekerjaan melepas isolasi casing turbin adalah melakukan *disassembly* isolasi casing turbin, sedangkan untuk kegiatan *necessary non value added* adalah pekerja melakukan persiapan alat dan APD, melakukan perjalanan dari *tool box* ke unit, dan menunggu *overhead crane* untuk memindahkan isolasi dari unit ke *layout* yang telah ditentukan. Untuk kegiatan *non value added* pada pekerjaan melepas isolasi casing turbin adalah pekerja melakukan keterlambatan pada saat masuk kerja.

Dalam keseluruhan *task-task* pekerjaan yang berjumlah 85 jenis kegiatan, terdapat beberapa kegiatan yang memiliki jenis kegiatan yang sama, maka untuk memudahkan dalam mencari waktu baku, data tersebut diklasifikasikan kembali menjadi kelompok-kelompok kegiatan. Berikut adalah data yang dapat terklasifikasi dan data yang tidak terklasifikasi atau bersifat tunggal (Tabel 4.3):

Tabel 4.3 Klasifikasi Kegiatan *Work Sampling*

Kegiatan Tidak Terklasifikasi				
No	Aktivitas	VA (min)	NNVA (min)	Total Durasi (min)
1	<i>Melepas isolasi casing Turbine</i>	103	41	144
2	<i>Disassembly manhole Turbine</i>	61	18	79
3	<i>Disassembly Casing Turbine</i>	120	823	943
4	<i>Disassembly V-bend coupling</i>	26	25	51
5	<i>Disassembly compressor casing - diffuser</i>	101	728	829
6	<i>Disassembly pin dowel lower</i>	36	13	49
7	<i>Cleaning rail vane segment #2 lower</i>	24	37	61
8	<i>Assembly wiring torque pin blade ring upper - lower #2</i>	46	12	58
9	<i>Assembly pin dowel blade ring lower #4</i>	10	7	17
10	<i>Pemasangan lead wire blade ring</i>	27	12	39
11	<i>Assembly cover thrust bearing</i>	12	7	19
12	<i>Assembly torque tube house</i>	168	25	193
13	<i>Assembly exhaust cylinder (inner bolt)</i>	918	53	971
14	<i>Assembly upper cover OST</i>	30	7	37
15	<i>Assembly OST front cover</i>	64	7	71
16	<i>Check clearance OST (assembly)</i>	10	18	28
17	<i>Assembly line lube oil</i>	65	7	72
18	<i>Assembly sensor axial displacement</i>	91	7	98
19	<i>Assembly vapour extractor</i>	46	13	59
20	<i>Flushing (by Operator UPGRK)</i>	353	5370	5723
21	<i>Turning for alignment</i>	36	30	66
22	<i>Alignment</i>	1002	471	1473
23	<i>Assembly bolt coupling</i>	122	223	345
24	<i>Rolling & lifting cover coupling lower side</i>	66	12	78

25	<i>Assembly Cover Coupling Upper Side</i>	38	12	50	
26	<i>Turning</i>	36	30	66	
27	<i>Cleaning Compressor</i>	300	42	342	
28	<i>Start Unit (by Operator UPGRK)</i>	182	23	205	
29	<i>Lifting torque tube</i>	45	28	73	
30	<i>Disassembly Combustor Basket</i>	59	56	116	
31	<i>Disassembly Transition Piece</i>	247	63	310	
32	<i>Check clearance rotor compressor side</i>	94	10	104	
33	<i>Check clearance rotor Turbine side</i>	72	5	77	
Kegiatan Terklasifikasi					
No	Aktivitas	VA (min)	NNVA (min)	Total Durasi (min)	Rata-Rata (min)
Pengangkatan Blade Ring					
1	<i>Lifting Blade Ring Lower #4</i>	11	20	31	28
2	<i>Lifting Blade Ring Lower #3</i>	13	8	21	
3	<i>Lifting Blade Ring Lower #2</i>	13	16	29	
4	<i>Assembly Blade Ring Lower #4 To Casing</i>	14	17	31	
Pengangkatan Exhaust Section					
5	<i>Lifting Exhaust Cylinder</i>	170	45	215	185
6	<i>Lifting Exhaust Manifold</i>	122	33	155	
Pengangkatan Part Kecil					
7	<i>Lifting Manhole Turbine</i>	17	22	39	41
8	<i>Lifting Upper Cover OST</i>	7	35	42	
9	<i>Lifting OST Front Cover</i>	7	35	42	
10	<i>Lifting Vapour Extractor</i>	13	28	41	
Dissassembly Seal Housing					
11	<i>Disassembly Seal Housing Lower #4</i>	15	12	27	28
12	<i>Disassembly Seal Housing Lower #2</i>	13	16	29	
Check Clearance Thrust Bearing					
13	<i>Check Clearance Thrust Bearing (Disassy)</i>	49	21	70	68
14	<i>Check Clearance Thrust Bearing (Assembly)</i>	49	16	65	
Lifting Rotor					
15	<i>Lifting Rotor</i>	35	63	98	94
16	<i>Lifting Rotor (Roll In)</i>	92	26	118	
17	<i>Lift Up Rotor (After Lead Wire Contact)</i>	37	11	48	

18	<i>Lifting Rotor (After Check Clearance)</i>	85	26	111	
<i>Lifting Compressor Casing</i>					
19	<i>Lifting Compressor Casing - Diffuser</i>	31	23	54	94
20	<i>Lifting Compressor Casing - Diffuser (Lead Wire Contact)</i>	104	33	137	
21	<i>Lift Up Compressor Casing - Diffuser (After Lead Wire Contact)</i>	61	11	72	
22	<i>Lifting Compressor Casing - Diffuser (Final Assembly)</i>	87	27	114	
<i>Assembly Blade Ring for Adjusting Seal Housing</i>					
23	<i>Assembly Blade Ring Row #2 For Adjusting Seal Housing</i>	82	16	98	109
24	<i>Assembly Blade Ring Row #3 For Adjusting Seal Housing</i>	96	23	119	
25	<i>Assembly Blade Ring Row #4 For Adjusting Seal Housing</i>	89	20	109	
<i>Adjusting Seal Housing</i>					
26	<i>Adjusting Seal Housing #2</i>	45	16	61	64
27	<i>Adjusting Seal Housing #3</i>	47	17	64	
28	<i>Adjusting Seal Housing #4</i>	49	19	68	
<i>Check Thermocouple</i>					
29	<i>Check T/C Blade Ring Row #2</i>	8	3	11	13
30	<i>Check T/C Blade Ring Row #3</i>	11	5	16	
31	<i>Check T/C Blade Ring Row #4</i>	9	4	13	
<i>Repositioning Thermocouple</i>					
32	<i>Repositioning T/C guide row #2</i>	82	17	99	104
33	<i>Repositioning T/C guide row #3</i>	85	19	104	
34	<i>Repositioning T/C guide row #4</i>	87	21	108	
<i>Disassembly – Reassembly Thrust Bearing</i>					
35	<i>Disassembly Thrust Bearing</i>	26	15	41	37
36	<i>Assembly Thrust Bearing</i>	21	11	32	
<i>Locking & Welding Hexagonal Seal Housing</i>					
37	<i>Locking & Welding Hexagonal Seal Housing #2</i>	39	11	50	53
38	<i>Locking & Welding Hexagonal Seal Housing #3</i>	45	10	55	
39	<i>Locking & Welding Hexagonal Seal Housing #4</i>	41	12	53	
<i>Assembly Journal Bearing</i>					

40	<i>Assembly Journal Bearing 2 Upper</i>	15	8	23	20
41	<i>Assembly Journal Bearing 1 Upper</i>	11	6	17	
<i>Disassembly –Reassembly Vane Segment</i>					
42	<i>Disassembly Vane Segment Lower #4</i>	63	17	80	79
43	<i>Disassembly Vane Segment Lower #2</i>	60	12	72	
44	<i>Assembly Vane Segment Lower #2</i>	68	18	86	
<i>Lifting Bearing Section</i>					
45	<i>Lifting Journal Bearing 2 Upper (Assembly)</i>	11	27	38	33
46	<i>Lifting Journal Bearing 1 Upper (Assembly)</i>	9	23	32	
47	<i>Lifting Cover Thrust Bearing</i>	7	22	29	
<i>Disassembly Blade Ring After Adjusting</i>					
48	<i>Disassembly Blade Ring Row #2 After Adjusting</i>	32	16	48	43
49	<i>Disassembly Blade Ring Row #3 After Adjusting</i>	28	12	40	
50	<i>Disassembly Blade Ring Row #4 After Adjusting</i>	30	11	41	
<i>Contact Check Journal Bearing</i>					
51	<i>Contact Check Journal Bearing 2 Upper</i>	15	34	49	46
52	<i>Contact Check Journal Bearing 1 Upper</i>	11	32	43	

Penentuan *allowance* atau kelonggaran diberikan untuk tiga hal, yaitu untuk kebutuhan pribadi, menghilangkan kelelahan dan hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan. Penentuan *allowance* dalam penelitian digunakan untuk menentukan waktu produktif yang lebih aktual pada waktu pengerjaan task di bidang mekanik. Pada *overhaul* gas turbin, setiap *task-task* pekerjaan yang dikerjakan membutuhkan lebih dari 1 orang, sehingga untuk *allowance* yang diberikan dianggap sebagai *allowance* kelompok kerja. Pada penelitian ini nilai *allowance* untuk kebutuhan pribadi diberikan sebesar 2-5% dengan meninjau kategori pekerjaan yang dilakukan ringan – sedang. Sedangkan untuk pekerjaan yang berat dan memakan durasi yang sangat panjang maka diberikan *allowance* >5%. Penentuan *performance rating* bertujuan untuk memberi penilaian atau mengevaluasi kecepatan pengerjaan dalam menyelesaikan *task – task* pekerjaan.

Sama seperti *allowance*, dalam penelitian ini *performance rating* ditentukan secara berkelompok dengan indikator keterampilan, usaha, kondisi dan konsistensi dari kelompok kerja pada bidang mekanik. Penentuan *performance rating* mengacu pada tabel *Westinghouse (Appendix B)*.

Tabel 4.4 Rekapitulasi Waktu Kerja Baku

No	Aktivitas	Durasi (min)	Perform rating	Waktu Normal (min)	allowance	Waktu baku (min)
1	Melepas isolasi casing Turbine	144	1,05	151	10%	168
2	Disassembly manhole Turbine	79	1,06	84	5%	88
3	Lifting manhole Turbine	41	1,05	43	0%	43
4	Disassembly casing Turbine	943	1,19	1122	10%	1247
5	Disassembly V-bend coupling	51	1,05	53	10%	59
6	Disassembly combustor basket	116	1,05	122	10%	135
7	Disassembly transition piece	310	1,05	325	5%	342
8	Disassembly compressor casing - diffuser	829	1,17	970	10%	1078
9	Lifting compressor casing - diffuser	94	1,17	110	0%	110
10	Check clearance thrust bearing (disassy)	68	1,09	74	0%	74
11	Disassembly thrust bearing	37	1,08	40	0%	40
12	Check clearance rotor compressor side	104	1,12	116	0%	116
13	Check clearance rotor Turbine side	77	1,12	86	0%	86
14	Lifting Rotor	94	1,16	109	0%	109
15	Disassembly pin dowel lower	49	1,05	51	5%	54
16	Lifting blade ring lower #4	28	1,05	29	0%	29

No	Aktivitas	Durasi (min)	Perform rating	Waktu Normal (min)	allowance	Waktu baku (min)
17	<i>Lifting blade ring lower #3</i>	28	1,05	29	0%	29
18	<i>Disassembly seal housing lower #4</i>	28	1,11	31	5%	33
19	<i>Disassembly vane segment lower #4</i>	79	1,19	94	10%	104
20	<i>Lifting blade ring lower #2</i>	28	1,05	29	0%	29
21	<i>Disassembly seal housing lower #2</i>	28	1,11	31	0%	31
22	<i>Disassembly vane segment lower #2</i>	79	1,19	94	5%	99
23	<i>Cleaning rail vane segment #2 lower</i>	61	1,09	66	5%	70
24	<i>Assembly vane segment lower #2</i>	79	1,19	94	5%	99
25	<i>Assembly wiring torque pin blade ring upper - lower #2</i>	58	1,05	61	5%	64
26	<i>Assembly blade ring row #2 for adjusting seal housing</i>	109	1,11	121	5%	127
27	<i>Adjusting seal housing #2</i>	64	1,21	78	5%	82
28	<i>Locking & welding hexagonal seal housing #2</i>	53	1,05	56	0%	56
29	<i>Check T/C blade ring row #2</i>	13	1,05	14	0%	14
30	<i>Repositioning T/C guide row #2</i>	104	1,08	112	5%	118
31	<i>disassembly blade ring row #2 after adjusting</i>	43	1,05	45	0%	45
32	<i>Assembly blade ring row #3 for adjusting seal housing</i>	109	1,11	121	5%	127
33	<i>Adjusting seal housing #3</i>	64	1,21	78	5%	82
34	<i>Locking & welding hexagonal seal housing #3</i>	53	1,05	56	0%	56

No	Aktivitas	Durasi (min)	Perform rating	Waktu Normal (min)	allowance	Waktu baku (min)
35	Check T/C blade ring row #3	13	1,05	14	0%	14
36	Repositioning T/C guide row #3	104	1,08	112	5%	118
37	disassembly blade ring row #3 after adjusting	43	1,05	45	0%	45
38	Assembly blade ring row #4 for adjusting seal housing	109	1,11	121	5%	127
39	Adjusting seal housing #4	64	1,21	78	0%	78
40	Locking & welding hexagonal seal housing #4	53	1,05	56	0%	56
41	Check T/C blade ring row #4	13	1,05	14	0%	14
42	Repositioning T/C guide row #4	104	1,08	112	5%	118
43	Disassembly blade ring row #4 after adjusting	43	1,05	45	0%	45
44	Assembly blade ring lower #4 to casing	28	1,05	29	5%	31
45	Assembly pin dowel blade ring lower #4	17	1,05	18	0%	18
46	Pemasangan lead wire blade ring	39	1,05	41	0%	41
47	Lifting rotor (roll in)	94	1,16	109	5%	114
48	Lift up rotor (after lead wire contact)	94	1,16	109	5%	114
49	Lifting rotor (after check clearance)	94	1,16	109	5%	114
50	Lifting journal bearing 2 upper (assembly)	33	1,05	35	0%	35
51	Assembly journal bearing 2 upper	20	1,05	21	0%	21
52	Contact check journal bearing 2 upper	46	1,05	48	0%	48

No	Aktivitas	Durasi (min)	Perform rating	Waktu Normal (min)	allowance	Waktu baku (min)
53	<i>Lifting journal bearing 1 upper (assembly)</i>	33	1,05	35	0%	35
54	<i>Assembly journal bearing 1 upper</i>	20	1,05	21	0%	21
55	<i>Contact check journal bearing 1 upper</i>	46	1,05	48	0%	48
56	<i>Assembly thrust bearing</i>	37	1,08	40	0%	40
57	<i>Check clearance thrust bearing (assembly)</i>	68	1,09	74	5%	77
58	<i>Lifting cover thrust bearing</i>	33	1,05	35	0%	35
59	<i>Assembly cover thrust bearing</i>	19	1,05	20	0%	20
60	<i>Lifting torque tube</i>	73	1,11	81	5%	85
61	<i>Assembly torque tube house</i>	193	1,05	203	10%	225
62	<i>Lifting compressor casing - diffuser (lead wire contact)</i>	94	1,17	110	5%	116
63	<i>Lift up compressor casing - diffuser (after lead wire contact)</i>	94	1,17	110	5%	116
64	<i>Lifting compressor casing - diffuser (final assembly)</i>	94	1,17	110	5%	116
65	<i>Lifting exhaust cylinder</i>	185	1,11	205	9%	226
66	<i>Assembly exhaust cylinder (inner bolt)</i>	971	1,05	1020	10%	1133
67	<i>Lifting upper cover OST</i>	41	1,05	43	0%	43
68	<i>Assembly upper cover OST</i>	37	1,05	39	0%	39
69	<i>Lifting OST front cover</i>	41	1,05	43	0%	43
70	<i>Assembly OST front cover</i>	71	1,05	75	5%	78

No	Aktivitas	Durasi (min)	Perform rating	Waktu Normal (min)	allowance	Waktu baku (min)
71	Check clearance OST (assembly)	28	1,05	29	0%	29
72	Assembly line lube oil	72	1,05	76	5%	80
73	Assembly sensor axial displacement	98	1,05	103	5%	108
74	Lifting exhaust manifold	185	1,11	205	5%	216
75	Lifting vapour extractor	41	1,05	43	0%	43
76	Assembly vapour extractor	59	1,05	62	5%	65
77	Flushing	5723	1,08	6181	0%	6181
78	Turning for alignment	66	1,05	69	5%	73
79	Alignment	1473	1,11	1635	10%	1817
80	Assembly bolt coupling	345	1,09	376	10%	418
81	Rolling & lifting cover coupling lower side	78	1,09	85	5%	89
82	Assembly cover coupling sisi upper	50	1,05	53	5%	55
83	Turning	66	1,05	69	0%	69
84	Cleaning Compressor	342	1,05	359	0%	359
85	Start Unit	205	1,05	215	0%	215

Dari data yang telah diolah tersebut (Tabel 4.4), maka akan di *plotting* dalam *microsoft project* untuk menemukan durasi keseluruhan *overhaul* (Appendix C). Dari hasil *plotting* dan *adjusting* pada *ms project* maka *overhaul* MI dengan waktu yang telah dibakukan, durasi *optimal* yang didapatkan dengan pola *shift* normal (1 *shift*) adalah 28 hari (14 Januari – 10 Februari 2019).

Berdasarkan data-data tersebut dan latar belakang bahwa tuntutan PT.PJB UPHT untuk bisa mengakselerasi *overhaul* dimana kompetitor-kompetitor lainnya mengajukan proposal mampu melakukan *overhaul major inspection* selama 15 – 17 hari, maka salah satu strategi yang bisa dilakukan untuk mempercepat *overhaul major inspection* adalah melakukan skema 2 *shift*, namun dengan melakukan skema

tersebut maka akan ada penambahan biaya untuk jasa *outsourcing* pada shift ke 2. Dari hasil *plotting* dan *adjusting* pada *ms project* maka *overhaul* MI dengan waktu yang telah dibakukan, maka dengan skema kerja 2 shift durasi *optimal* yang didapatkan adalah 18 hari (14 – 31 Januari 2019), terdapat akselerasi durasi *overhaul* sebanyak 14 hari (*Appendix D*).

4.3. Data Beban Kerja Mental

Penelitian ini berfokus pada pekerjaan mekanik sehingga beban kerja dan mental karyawan yang terlibat dalam pekerjaan-pekerjaan kritikal dihitung. Pengumpulan data untuk beban kerja mental dengan metode NASA-TLX dilakukan dengan cara penyebaran kuesioner dan dengan pendampingan secara langsung.

4.3.1. Pengumpulan Data Beban Kerja Mental dengan Metode NASA-TLX

Pengumpulan data NASA-TLX dilakukan dengan menggunakan lembar pengamatan khusus milik NASA-TLX. Pengambilan data menggunakan 2 kuesioner, kuesioner untuk bobot dan kuesioner *rating*. Setelah dilakukan pengambilan data menggunakan lembar pengamatan kerja NASA-TLX, kemudian dilakukan pengambilan bobot.

4.3.1.1. Peratingan

Pada bagian ini (Gambar 4.5), responden diminta memberi *rating* (nilai) terhadap keenam indikator beban mental yaitu *mental demand* (kebutuhan mental), *physical demand* (kebutuhan fisik), *temporal demand* (kebutuhan waktu), *performance* (performansi), *frustration level* (tingkat frustrasi) dan *effort* (usaha). Dari skala 0-100 terdapat tingkatan yang dibagi menjadi lima kategori, yaitu sangat rendah (skala 0-20), rendah (skala 21-40), sedang (skala 41-60), tinggi (skala 61-80), dan sangat tinggi (skala 81-100).



Gambar 4.5 Kuesioner Peratingan NASA-TLX

Peratingan dilakukan terhadap 45 orang karyawan pada bidang *starting auxiliary, compressor, turbine, exhaust, tool keeper* dan *operator crane*. Setiap karyawan diminta untuk memberikan nilai terhadap indicator NASA-TLX dengan skala 0 – 100. Berikut adalah contoh hasil pengisian kuesioner peratingan NASA-TLX oleh karyawan yang bernama Mulyono:



Gambar 4.6 Hasil Pengisian Kuesioner

Berikut adalah hasil rekapitulasi pemberian *rating* pada pekerja yang berada pada aktivitas kritikal di *overhaul major inspection* (Tabel 4.5).

Tabel 4.5 Rekapitulasi Data hasil peratingan

No	Aktivitas	Responden	Rating					
			MD	PD	TD	OP	FR	EF
1	Melepas Isolasi <i>Casing Turbin</i>	Mulyono	45	65	100	50	100	100
		Faizin	65	65	65	50	100	100
2	<i>Disassembly Manhole Turbine</i>	Bambang T	85	90	60	95	40	80
		Ilham	90	95	80	90	50	100
		Yusuf M	75	85	75	70	65	75
3	<i>Lifting Manhole Turbin</i>	Bambang T	65	70	75	70	75	80
		Ilham	70	75	70	75	50	80
		Yusuf M	50	65	70	70	65	95
4	<i>Disassembly Casing Turbin</i>	M. Arif	70	80	70	60	40	80
		Fery	75	90	65	95	45	85
		Siman	60	70	80	80	60	75
		Saiful Arif	70	85	70	80	70	80
		Supriyadi	60	90	80	60	60	80
		Syaiful Anam	60	80	85	50	60	80
		Marzuki	80	80	75	70	70	80
		M Nur	75	85	75	70	70	80
		Bambang T	70	90	60	70	40	80
		Syafi'i	65	85	80	65	70	80
		Hasan Bisri	70	80	80	70	65	80
		Ilham	80	80	70	70	70	80
		Nanok	80	70	75	60	50	70
		Mukhtariman	40	80	85	80	50	85
		Danang	60	80	70	60	65	75
Yusuf M	75	85	75	70	65	75		
5	<i>Disassembly V-Bend Coupling</i>	Ilham	80	75	75	85	80	80
		Nanok	65	90	80	80	40	60
6	<i>Disassembly Combustor Basket</i>	Fery	90	95	90	95	80	90
		Siman	65	95	75	85	60	90
		Saiful Arif	70	95	95	90	50	95
		Supriyadi	80	65	75	80	65	65
		Syafi'i	90	95	80	90	50	100
Bambang T	80	90	85	95	70	90		
7	<i>Disassembly Transition Piece</i>	Fery	80	80	75	80	65	85
		Siman	90	95	80	90	50	80

No	Aktivitas	Responden	Rating					
			MD	PD	TD	OP	FR	EF
		Saiful Arif	80	90	85	95	70	90
		Supriyadi	80	90	90	80	50	80
		Syafi'i	85	90	85	95	60	75
		Bambang T	90	85	80	95	65	75
8	<i>Disassembly Compressor Casing - Diffuser</i>	Khoirun	60	80	80	80	40	75
		Aris Chabibi	75	100	90	100	90	95
		Tulus K	65	80	80	75	70	75
		Muhaimin	65	95	75	85	60	90
		Andik	70	95	95	90	50	95
		Gilang	70	90	80	70	65	80
		Sutrisno	70	80	70	60	60	80
		Badrun	60	80	85	75	55	80
		Ulum	75	90	65	95	45	85
		Ikhsan	65	80	45	85	30	90
		Rio	80	90	70	90	75	95
		Hariyanto	75	65	55	80	65	65
9	<i>Lifting Compressor Casing - Diffuser</i>	Khoirun	70	80	80	80	50	95
		Sutrisno	70	80	85	90	50	80
		Badrun	75	90	85	95	80	85
		Andik	90	60	85	75	60	85
10	<i>Check Clearance Thrust Bearing (Dissasy & Reassy)</i>	Arya	50	50	50	50	50	50
		Jhenta	50	60	50	60	50	60
11	<i>Disassembly & Reassy Thrust Bearing</i>	Sutrisno	40	55	65	50	45	55
		Badrun	55	60	55	60	55	60
12	<i>Check Clearance Rotor Compressor Side</i>	Arya	60	60	75	60	60	80
		Hano	50	50	50	50	50	50
13	<i>Check Clearance Rotor Turbine Side</i>	Hanif	65	70	70	60	65	70
		Sidiq	60	80	70	60	50	60
14	<i>Lifting Rotor</i>	Bambang T	65	95	75	85	60	90
		M. Arif	70	95	95	90	50	95
		Fery	85	70	75	80	75	90
		Syafi'i	75	85	75	70	70	80
		Hasan Bisri	70	90	60	70	40	80
		Yusuf M	65	85	80	65	70	80
15		Bambang T	65	70	40	90	55	85

No	Aktivitas	Responden	Rating					
			MD	PD	TD	OP	FR	EF
	<i>Disassembly & Reassy Pin Dowel Lower</i>	Fery	60	70	55	85	60	70
16	<i>Lifting Blade Ring Lower #4, #3, #2 (Disassy & Reassy)</i>	Syafi'i	85	60	35	80	50	45
		Nanok	70	80	70	60	40	80
17	<i>Disassembly Vane Segment Lower #4, #3, #2 & Assembly Vane Segment Lower</i>	M. Arif	80	65	55	80	65	65
		Siman	90	95	80	90	50	100
		Saiful Arif	80	90	85	95	70	90
		Hasan Bisri	70	75	55	80	50	65
18	<i>Disassembly Seal Housing Lower #2</i>	M. Arif	70	85	70	65	65	80
		Saiful Arif	60	90	80	60	60	80
19	<i>Cleaning Rail Vane Segment #2 Lower</i>	Siman	65	70	70	60	65	70
		Hasan Bisri	70	80	60	70	60	70
20	<i>Assembly Wiring Torque Pin Blade Ring Upper - Lower #2</i>	Hasan Bisri	60	80	70	50	50	50
21	<i>Assembly & Disassembly Blade Ring Row #2, #3, #4 For Adjusting Seal Housing</i>	M. Arif	70	75	60	85	50	65
		Siman	70	85	70	65	65	80
		Saiful Arif	75	85	75	70	70	80
		Hasan Bisri	70	80	80	70	65	80
22	<i>Adjusting Seal Housing #2, #3, #4</i>	Hanif	85	75	55	85	70	60
		Hano	80	70	60	60	50	70
23	<i>Locking & Welding Hexagonal Seal Housing #2, #3, #4</i>	M Arif	60	80	70	60	50	60
		Anwar	40	80	70	60	50	50
24	<i>Check T/C Blade Ring Row #2, #3, #4</i>	Hanif	30	80	70	50	40	60
		Hano	50	70	50	55	60	70
25	<i>Repositioning T/C Guide Row #2, #3, #4</i>	M Arif	55	80	65	85	60	65
26	<i>Pemasangan Lead Wire Blade Ring</i>	Fery	60	50	80	80	50	80
		Syafi'i	60	80	70	50	50	50
27	<i>Lifting Journal Bearing 1 & 2 Upper (Assembly), Lifting Cover Thrust Bearing</i>	Badrun	50	50	50	50	30	90
		Sutrisno	70	90	80	70	65	80
28	<i>Assembly Journal Bearing 1 & 2 Upper,</i>	Badrun	40	80	70	60	50	60

No	Aktivitas	Responden	Rating					
			MD	PD	TD	OP	FR	EF
	<i>Assembly Cover Thrust Bearing</i>	Sutrisno	40	55	65	50	45	55
29	<i>Contact Check Journal Bearing 2 Upper</i>	Arya	60	80	70	60	50	60
		Jhenta	60	80	70	50	50	50
30	<i>Lifting Torque Tube</i>	Bambang T	90	85	90	95	75	100
		Syafi'i	70	80	70	60	40	80
		Fery	50	90	50	50	30	80
31	<i>Assembly Torque Tube House</i>	Bambang T	80	90	90	80	50	80
		Syafi'i	85	90	85	95	60	90
		Fery	90	85	80	95	65	95
		Ilham	70	90	80	70	65	80
		Nanok	70	85	70	65	65	80
		Supriyadi	75	85	75	70	70	80
32	<i>Lifting Exhaust Cylinder & Lifting Exhaust Manifold</i>	Bambang H	80	75	80	75	70	85
		Imam S	55	60	75	95	60	85
		Afriludin	60	70	70	90	80	90
		Tabah	80	80	75	85	60	70
33	<i>Assembly Exhaust Cylinder (Inner Bolt)</i>	Imam S	100	100	100	100	50	100
		Abidin	85	70	60	90	75	95
		Afriludin	85	60	75	95	85	90
		Tabah	85	75	75	90	80	95
		Bambang H	70	90	80	70	65	80
		Suyono Kipli	50	80	70	60	60	60
		Fathurohman	60	80	70	80	70	70
		Rizky M	60	80	70	50	50	50
34	<i>Lifting Upper Cover OST, Lifting OST Front Cover, & Lifting Vapour Extractor</i>	Afriludin	60	70	70	90	80	90
		Tabah	60	85	75	60	50	70
35	<i>Assembly Upper Cover OST & Assembly OST Front Cover</i>	Imam S	45	50	55	90	25	75
		Abidin	60	70	80	60	60	75
		Suyono Kipli	70	85	70	65	65	80
		Fathurohman	60	90	80	60	60	80
36	<i>Check Clearance OST (Assembly)</i>	Jhenta	60	80	60	50	60	80
37		Tabah	80	80	75	70	70	80

No	Aktivitas	Responden	Rating					
			MD	PD	TD	OP	FR	EF
	<i>Assembly Line Lube Oil & Assembly Vapour Extractor</i>	Bambang H	75	85	75	70	70	80
38	<i>Assembly Sensor Axial Displacement</i>	Alfian	70	90	60	70	40	80
		Revan	60	85	75	60	50	70
39	<i>Flushing</i>	Eko	50	75	80	40	50	100
		Hendra	50	80	75	90	50	95
		Suherman	60	70	65	50	50	65
		Suyono	50	70	50	55	60	70
		Akin Sodikin	40	80	60	60	65	70
		Nurul Huda	60	70	70	60	60	70
40	<i>Turning For Alignment</i>	Arifin	80	70	60	60	60	70
		Cahyo	60	70	80	60	60	70
		Arya	60	70	65	50	50	65
		Jhenta	50	70	50	55	60	70
		Hanif	40	80	60	60	65	70
		Sidiq	60	70	70	60	60	70
41	<i>Alignment</i>	M. Arif	60	85	85	70	50	95
		Fery	95	80	80	90	65	95
		Siman	80	80	80	80	50	80
		Saiful Arif	80	85	100	80	40	60
		Supriyadi	65	70	80	70	60	70
		Anam	70	80	80	70	60	75
		Marzuki	60	80	80	60	50	80
		M Nur	30	80	70	50	40	60
		Ilham	60	70	80	60	60	70
		Syafi'i	65	85	80	65	70	80
		Hasan Bisri	70	80	80	70	65	80
		Ilham	80	80	70	70	70	80
		Nanok	80	70	60	60	50	70
		Mukhtariman	40	80	70	60	50	50
		Danang	60	80	70	60	65	75
Yusuf M	75	85	75	70	65	75		
42	<i>Assembly Bolt Coupling</i>	Ilham	80	90	90	80	50	80
		M Arif	45	75	80	85	50	85
		Khoirun	60	80	70	60	50	60
		Andik	60	70	60	60	60	70
43		Bambang T	75	90	65	95	45	85

No	Aktivitas	Responden	Rating					
			MD	PD	TD	OP	FR	EF
	<i>Rolling & Lifting Cover Coupling Lower Side, Assembly Cover Coupling Upper Side</i>	Sutrisno	65	80	45	85	30	90
		Fery	60	80	65	85	75	90
		Supriyadi	80	85	100	80	40	60
		Aris Chabibi	65	70	80	70	60	70
		Saiful Anam	70	80	80	70	60	75

4.3.1.2. Pembobotan

Pada bagian ini (Gambar 4.7) responden diminta untuk melingkari salah satu dari dua indikator yang dirasakan lebih dominan menimbulkan beban kerja mental terhadap pekerjaan tertentu. Kuesioner NASA-TLX yang diberikan berbentuk perbandingan berpasangan yang terdiri dari 15 perbandingan berpasangan.

1. A. Usaha	B. Performansi
2. A. Kebutuhan waktu	B. Tingkat Frustrasi
3. A. Kebutuhan waktu	B. Usaha
4. A. Kebutuhan fisik	B. Tingkat frustrasi
5. A. Performansi	B. Tingkat Frustrasi
6. A. Kebutuhan fisik	B. Kebutuhan waktu
7. A. Kebutuhan fisik	B. performansi
8. A. Kebutuhan waktu	B. Kebutuhan Mental
9. A. Tingkat Frustrasi	B. Usaha
10. A. Performansi	B. Kebutuhan Mental
11. A. Performansi	B. Kebutuhan Waktu
12. A. Kebututuhan Mental	B. Usaha
13. A. Kebutuhan Mental	B. Kebutuhan Fisik
14. A. Usaha	B. Kebutuhan Fisik
15. A. Tingkat Frustrasi	B. Kebutuhan Mental

Gambar 4.7 Kuesioner 15 Pertanyaan Perbandingan Berpasangan

Pembobotan dilakukan terhadap seluruh karyawan pada bidang mekanik yang berjumlah 45 orang, responden atau karyawan bidang mekanik diminta untuk memilih satu dari dua indikator yang dirasakan lebih dominan menimbulkan beban kerja mental terhadap pekerjaannya dengan mengisi kuesioner dengan cara mencentang indikator yang paling dominan. Contoh hasil pengisian kuesioner pembobotan NASA-TLX oleh Eko sebagai berikut:

1. <input checked="" type="radio"/> A. Usaha	B. Performansi
2. <input checked="" type="radio"/> A. Kebutuhan waktu	B. Tingkat Frustrasi
3. <input type="radio"/> A. Kebutuhan waktu	<input checked="" type="radio"/> B. Usaha
4. <input checked="" type="radio"/> A. Kebutuhan fisik	B. Tingkat frustrasi
5. <input checked="" type="radio"/> A. Performansi	B. Tingkat Frustrasi
6. <input type="radio"/> A. Kebutuhan fisik	<input checked="" type="radio"/> B. Kebutuhan waktu
7. <input checked="" type="radio"/> A. Kebutuhan fisik	B. performansi
8. <input type="radio"/> A. Kebutuhan waktu	<input checked="" type="radio"/> B. Kebutuhan Mental
9. <input type="radio"/> A. Tingkat Frustrasi	<input checked="" type="radio"/> B. Usaha
10. <input checked="" type="radio"/> A. Performansi	B. Kebutuhan Mental
11. <input type="radio"/> A. Performansi	<input checked="" type="radio"/> B. Kebutuhan Waktu
12. <input type="radio"/> A. Kebututuhan Mental	<input checked="" type="radio"/> B. Usaha
13. <input type="radio"/> A. Kebutuhan Mental	<input checked="" type="radio"/> B. Kebutuhan Fisik
14. <input checked="" type="radio"/> A. Usaha	B. Kebutuhan Fisik
15. <input type="radio"/> A. Tingkat Frustrasi	<input checked="" type="radio"/> B. Kebutuhan Mental

Gambar 4.8 Hasil pengisian kuesioner pembobotan

Berikut adalah rekapitulasi data hasil pembobotan dari 45 karyawan bidang mekanik (Tabel 4.6):

Tabel 4.6 Rekapitulasi Data Hasil Pembobotan

No	Aktivitas	Responden	Bobot					
			MD	PD	TD	OP	FR	EF
1	<i>Melepas Isolasi Casing Turbin</i>	Mulyono	2	3	3	2	0	5
		Faizin	2	3	4	0	3	3
2	<i>Disassembly Manhole Turbine</i>	Bambang T	4	3	1	5	0	2
		Ilham	1	3	5	4	0	2
		Yusuf M	1	3	3	4	0	4
3	<i>Lifting Manhole Turbine</i>	Bambang T	2	2	2	5	0	4
		Ilham	3	5	2	3	0	2
		Yusuf M	3	3	2	5	0	2
4	<i>Disassembly Casing Turbine</i>	M. Arif	3	3	2	2	1	4
		Fery	3	3	5	1	0	3
		Siman	1	3	3	4	0	4
		Saiful Arif	3	5	1	4	0	2
		Supriyadi	2	3	3	2	2	3
		Syaiful Anam	2	1	5	2	3	2
		Marzuki	0	4	5	2	3	1
		M Nur	2	3	5	1	0	4
		Bambang T	1	3	3	4	0	4
		Syafi'i	3	3	2	2	1	4
Hasan Bisri	3	3	2	2	1	4		

No	Aktivitas	Responden	Bobot					
			MD	PD	TD	OP	FR	EF
		Ilham	1	3	3	4	0	4
		Nanok	3	1	4	4	0	3
		Mukhtariman	1	3	1	4	3	3
		Danang	2	1	5	2	3	2
		Yusuf M	1	3	3	4	0	4
5	<i>Disassembly V-Bend Coupling</i>	Ilham	1	4	2	2	1	5
		Nanok	2	4	3	5	0	1
6	<i>Disassembly Combustor</i>	Fery	1	3	2	4	0	5
		Siman	1	3	3	4	0	4
		Saiful Arif	2	1	5	2	3	2
		Supriyadi	5	1	4	2	1	2
		Syafi'i	2	3	4	3	1	2
		Bambang T	4	2	5	2	0	2
7	<i>Disassembly Transition Piece</i>	Fery	2	3	3	3	0	4
		Siman	3	4	3	1	0	4
		Saiful Arif	1	5	4	0	2	3
		Supriyadi	1	3	2	3	1	5
		Syafi'i	2	3	2	4	0	4
		Bambang T	3	2	4	5	0	1
8	<i>Disassembly Compressor Casing - Diffuser</i>	Khoirun	2	2	3	3	0	5
		Aris Chabibi	1	3	4	2	5	0
		Tulus K	2	3	3	3	0	4
		Muhaimin	3	4	3	1	0	4
		Andik	1	5	4	0	2	3
		Gilang	2	1	5	2	3	2
		Sutrisno	5	1	4	2	1	2
		Badrun	2	3	4	3	1	2
		Ulum	4	2	5	2	0	2
		Ikhsan	2	3	4	3	1	2
		Rio	3	2	4	2	3	1
		Hariyanto	0	4	5	2	3	1
9	<i>Lifting Compressor Casing - Diffuser</i>	Khoirun	3	3	2	2	1	4
		Sutrisno	1	2	3	4	0	5
		Badrun	2	4	3	1	0	5
		Andik	3	0	5	3	2	2
10	<i>Check Clearance Thrust Bearing (Dissasy & Reassy)</i>	Arya	1	3	5	4	1	1
		Jhenta	4	3	2	3	2	1
11	<i>Disassembly & Reassy Thrust Bearing</i>	Sutrisno	2	2	5	3	1	2
		Badrun	4	4	3	0	2	2

No	Aktivitas	Responden	Bobot					
			MD	PD	TD	OP	FR	EF
12	<i>Check Clearance Rotor Compressor Side</i>	Arya	3	0	5	3	2	2
		Hano	1	3	4	3	1	3
13	<i>Check Clearance Rotor Turbin Side</i>	Hanif	2	4	3	5	0	1
		Sidiq	3	1	5	3	0	3
14	<i>Lifting Rotor</i>	Bambang T	1	3	2	3	1	5
		M. Arif	2	3	2	4	0	4
		Fery	3	2	4	5	0	1
		Syafi'i	2	3	5	1	0	4
		Hasan Bisri	1	3	3	4	0	4
		Yusuf M	3	3	2	2	1	4
15	<i>Disassembly & Reassy Pin Dowel Lower</i>	Bambang T	2	2	3	4	0	4
		Fery	2	3	4	3	1	2
16	<i>Lifting Blade Ring Lower #4, #3, #2 (Disassy & Reassy)</i>	Syafi'i	5	3	0	4	2	1
		Nanok	3	3	2	2	1	4
17	<i>Disassembly Vane Segment Lower #4, #3, #2 & Assembly Vane Segment Lower</i>	M. Arif	4	3	0	4	3	1
		Siman	1	3	5	4	0	2
		Saiful Arif	3	2	3	5	0	3
		Hasan Bisri	3	4	1	5	0	2
18	<i>Disassembly Seal Housing Lower #2</i>	M. Arif	3	5	1	4	0	2
		Saiful Arif	2	3	3	2	2	3
19	<i>Cleaning Rail Vane Segment #2 Lower</i>	Siman	2	4	3	5	0	1
		Hasan Bisri	2	1	5	2	3	2
20	<i>Assembly Wiring Torque Pin Blade Ring Upper - Lower #2</i>	Hasan Bisri	4	2	5	2	0	2
21	<i>Assembly & Disassembly Blade Ring Row #2, #3, #4 For Adjusting Seal Housing</i>	M. Arif	3	4	1	5	0	2
		Siman	3	5	1	4	0	2
		Saiful Arif	2	3	5	1	0	4
		Hasan Bisri	3	3	2	2	1	4
22	<i>Adjusting Seal Housing #2, #3, #4</i>	Hanif	4	3	0	5	2	1
		Hano	3	1	4	4	0	3
23	<i>Locking & Welding Hexagonal Seal Housing #2, #3, #4</i>	M Arif	3	1	5	3	0	3
		Anwar	1	3	1	4	3	3
24	<i>Check T/C Blade Ring Row #2, #3, #4</i>	Hanif	3	1	5	3	0	3
		Hano	2	3	5	1	0	4
25	<i>Repositioning T/C Guide Row #2, #3, #4</i>	M Arif	0	4	2	5	1	3

No	Aktivitas	Responden	Bobot					
			MD	PD	TD	OP	FR	EF
26	Pemasangan Lead Wire Blade Ring	Fery	2	0	3	4	1	5
		Syafi'i	4	2	5	2	0	2
27	Lifting Journal Bearing 1 & 2 Upper (Assembly), Lifting Cover Thrust Bearing	Badrun	2	3	4	2	0	4
		Sutrisno	2	1	5	2	3	2
28	Assembly Journal Bearing 1 & 2 Upper, Assembly Cover Thrust Bearing	Badrun	3	2	4	2	3	1
		Sutrisno	2	2	5	3	1	2
29	Contact Check Journal Bearing 2 Upper	Arya	3	1	5	3	0	3
		Jhenta	4	2	5	2	0	2
30	Lifting Torque Tube	Bambang T	2	2	2	5	0	4
		Syafi'i	3	3	2	2	1	4
		Fery	3	3	5	1	0	3
31	Assembly Torque Tube House	Bambang T	3	5	2	3	0	2
		Syafi'i	2	1	4	5	0	3
		Fery	3	3	2	5	0	2
		Ilham	2	1	5	2	3	2
		Nanok	3	5	1	4	0	2
32	Lifting Exhaust Cylinder & Lifting Exhaust Manifold	Supriyadi	2	3	5	1	0	4
		Bambang Hariyatno	1	3	4	5	0	2
		Imam Sumitro	2	1	3	5	0	4
		Afriludin	2	0	4	4	1	4
		Tabah	4	2	3	0	2	4
		33	Assembly Exhaust Cylinder (Inner Bolt)	Imam Sumitro	1	3	4	5
Abidin	1			2	3	5	0	4
Afriludin	2			0	3	3	2	5
Tabah	1			2	3	4	1	4
Bambang H	2			3	4	2	0	4
Suyono Kipli	2			1	5	2	3	2
Fathurohman	2			3	3	2	2	3
34	Lifting Upper Cover OST, Lifting OST Front Cover, & Lifting Vapour Extractor	Rizky Maulana	2	4	3	5	0	1
		Afriludin	2	0	4	4	1	4
35	Assembly Upper Cover OST & Assembly OST Front Cover	Tabah	2	0	3	4	1	5
		Imam Sumitro	1	2	3	5	0	4
		Abidin	2	3	4	3	1	2
		Suyono Kipli	3	2	4	2	3	1

No	Aktivitas	Responden	Bobot					
			MD	PD	TD	OP	FR	EF
		Fathurohman	3	3	2	2	1	4
36	<i>Check Clearance OST (Assembly)</i>	Jhenta	5	1	4	2	1	2
37	<i>Assembly Line Lube Oil & Assembly Vapour Extractor</i>	Tabah	3	4	1	5	0	2
		Bambang Hariyanto	3	3	2	2	1	4
38	<i>Assembly Sensor Axial Displacement</i>	Alfian	3	2	4	5	0	1
		Revan	2	1	5	2	3	2
39	<i>Flushing</i>	Eko	1	2	3	5	0	4
		Hendra	1	3	4	2	0	5
		Suherman	3	5	1	4	0	2
		Suyono	2	3	5	1	0	4
		Akin Sodikin	4	2	5	2	0	2
		Nurul Huda	5	3	2	1	0	4
40	<i>Turning For Alignment</i>	Arifin	3	3	2	2	1	4
		Cahyo	3	1	4	3	0	4
		Arya	2	3	4	3	1	2
		Jhenta	2	3	5	1	0	4
		Hanif	2	3	4	3	1	2
		Sidiq	1	3	3	4	0	4
41	<i>Alignment</i>	M. Arif	1	3	4	2	0	4
		Fery	4	2	3	0	2	4
		Siman	3	1	5	2	0	4
		Saiful Arif	1	3	5	4	0	2
		Supriyadi	2	3	5	1	0	4
		Anam	3	5	1	4	0	2
		Marzuki	2	3	4	3	1	2
		M Nur	3	1	5	3	0	3
		Ilham	2	3	4	3	1	2
		Syafi'i	3	3	2	2	1	4
		Hasan Bisri	1	3	3	4	0	4
		Ilham	3	1	4	4	0	3
		Nanok	1	3	1	4	3	3
		Mukhtariman	2	1	5	2	3	2
		Danang	1	3	3	4	0	4
Yusuf M	3	3	2	2	1	4		
42	<i>Assembly Bolt Coupling</i>	Ilham	1	3	5	4	0	3
		M Arif	1	3	2	5	0	4
		Khoirun	1	3	4	2	5	0
		Andik	1	4	2	2	1	5

No	Aktivitas	Responden	Bobot					
			MD	PD	TD	OP	FR	EF
43	<i>Rolling & Lifting Cover Coupling Lower Side, Assembly Cover Coupling Upper Side</i>	Bambang T	1	2	3	4	1	4
		Sutrisno	3	4	1	3	0	4
		Fery	1	2	3	4	1	4
		Supriyadi	2	3	3	3	0	4
		Aris Chabibi	3	4	3	1	0	4
		Saiful Anam	1	5	4	0	2	3

4.3.2. Pengolahan Data Beban Kerja Mental dengan Metode NASA-TLX

Setelah melakukan pengumpulan data kuesioner NASA-TLX yang terdiri dari dua kuesioner yaitu pembobotan dan peratingan, maka selanjutnya nilai bobot akan dikombinasikan dengan *rating* yang telah diberikan oleh pekerja terhadap pekerjaan yang dihadapinya dengan cara mengkalikannya. Hal ini dimaksudkan untuk memperoleh nilai beban kerja mental (*mental workload*) pada tiap pekerja. Ada 6 faktor yang akan dikombinasikan, yaitu *mental demand*, *physical demand*, *temporal demand*, *performance*, *effort*, dan *frustration level*. Masing-masing faktor mempunyai bobot yang sudah ditentukan oleh pekerja dalam pengisian bobot pada kegiatan pengumpulan data. Selain itu, tiap faktor juga telah ditentukan seberapa besar faktor tersebut muncul (*rating factor*) pada kegiatan pengumpulan data. Bobot dan *rating* pada tiap factor akan dikalikan. Lalu nilai hasil perkalian dari masing - masing faktor dijumlahkan kemudian dibagi 15 menghasilkan nilai. Penentuan kriteria beban kerja pada penelitian ini merujuk pada hasil penelitian R. A. Grier (2015) yang memperbarui jenis kriteria beban kerja berdasarkan jenis-jenis pekerjaannya. Dimana parameter-parameter yang diambil adalah *cognitive task*, *mechanical task*, dan *physical activities* (Tabel 4.7).

Tabel 4.7 Score NASA-TLX

Task	Min	25%	50%	75%	Max
<i>Cognitive Task</i>	13,1	38	46	54,7	64,9
<i>Mechanical Task</i>	20,1	24,9	27,95	33,7	51,03
<i>Physical Activities</i>	40,8	51	62	71,8	75,19
Rata-rata	24,67	37,96	45,32	53,39	63,71

Hasil rekapitulasi (Tabel 4.8) dari keseluruhan perhitungan nilai beban kerja mental para pekerja di bidang mekanik adalah sebagai berikut:

Table 4.8 Hasil rekapitulasi perhitungan beban kerja mental

No	Aktivitas	Responden	Bobot						Rating						Σ WWL	SCORE	Rata-rata	Kategori Beban Kerja
			M D	P D	T D	O P	F R	E F	M D	PD	TD	OP	FR	EF				
1	Melepas Isolasi Casing Turbin	Mulyono	2	3	3	2	0	5	40	65	100	50	100	100	1175	78,33	78,67	Max
		Faizin	2	3	4	0	3	3	65	65	65	50	100	100	1185	79,00		
2	Disassembly Manhole Turbin	Bambang T	4	3	1	5	0	2	85	90	60	95	40	80	1305	87,00	83,89	Max
		Ilham	1	3	5	4	0	2	90	95	80	90	50	100	1335	89,00		
		Yusuf M	1	3	3	4	0	4	75	85	75	70	65	75	1135	75,67		
3	Lifting Manhole Turbin	Bambang T	2	2	2	5	0	4	65	70	75	70	75	80	1090	72,67	71,67	Max
		Ilham	3	5	2	3	0	2	70	75	70	75	50	80	1110	74,00		
		Yusuf M	3	3	2	5	0	2	50	65	70	70	65	95	1025	68,33		
4	Disassembly Casing Turbin	M. Arif	3	3	2	2	1	4	70	80	70	60	40	80	1070	71,33	74,33	Max
		Fery	3	3	5	1	0	3	75	90	65	95	45	85	1170	78,00		
		Siman	1	3	3	4	0	4	60	70	80	80	60	75	1130	75,33		
		Saiful Arif	3	5	1	4	0	2	70	85	70	80	70	80	1185	79,00		
		Supriyadi	2	3	3	2	2	3	60	90	80	60	60	80	1110	74,00		

No	Aktivitas	Responden	Bobot						Rating						Σ WWL	SCORE	Rata-rata	Kategori Beban Kerja
			M D	P D	T D	O P	F R	E F	M D	PD	TD	OP	FR	EF				
		Syaiful Anam	2	1	5	2	3	2	60	80	85	50	60	80	1065	71,00		
		Marzuki	0	4	5	2	3	1	80	80	75	70	70	80	1125	75,00		
		M Nur	2	3	5	1	0	4	75	85	75	70	70	80	1170	78,00		
		Bambang T	1	3	3	4	0	4	70	90	60	70	40	80	1120	74,67		
		Syafi'i	3	3	2	2	1	4	65	85	80	65	70	80	1130	75,33		
		Hasan Bisri	3	3	2	2	1	4	70	80	80	70	65	80	1135	75,67		
		Ilham	1	3	3	4	0	4	80	80	70	70	70	80	1130	75,33		
		Nanok	3	1	4	4	0	3	80	70	75	60	50	70	1060	70,67		
		Mukhtariman	1	3	1	4	3	3	40	80	85	80	50	85	1090	72,67		
		Danang	2	1	5	2	3	2	60	80	70	60	65	75	1015	67,67		
Yusuf M	1	3	3	4	0	4	75	85	75	70	65	75	1135	75,67				
5	Disassembly V-Bend Coupling	Ilham	1	4	2	2	1	5	80	75	75	85	80	80	1180	78,67	79,00	Max
		Nanok	2	4	3	5	0	1	65	90	80	80	40	60	1190	79,33		
6		Fery	1	3	2	4	0	5	90	95	90	95	80	90	1385	92,33	84,56	Max
		Siman	1	3	3	4	0	4	65	95	75	85	60	90	1275	85,00		

No	Aktivitas	Responden	Bobot						Rating						Σ WWL	SCORE	Rata-rata	Kategori Beban Kerja
			M D	P D	T D	O P	F R	E F	M D	PD	TD	OP	FR	EF				
	<i>Disassembly Combuster</i>	Saiful Arif	2	1	5	2	3	2	70	95	95	90	50	95	1230	82,00		
		Supriyadi	5	1	4	2	1	2	80	65	75	80	65	65	1120	74,67		
		Syafi'i	2	3	4	3	1	2	90	95	80	90	50	100	1305	87,00		
		Bambang T	4	2	5	2	0	2	80	90	85	95	70	90	1295	86,33		
7	<i>Disassembly Transition Piece</i>	Fery	2	3	3	3	0	4	80	80	75	80	65	85	1205	80,33	84,50	Max
		Siman	3	4	3	1	0	4	90	95	80	90	50	80	1300	86,67		
		Saiful Arif	1	5	4	0	2	3	80	90	85	95	70	90	1280	85,33		
		Supriyadi	1	3	2	3	1	5	80	90	90	80	50	80	1220	81,33		
		Syafi'i	2	3	2	4	0	4	85	90	85	95	60	75	1290	86,00		
		Bambang T	3	2	4	5	0	1	90	85	80	95	65	75	1310	87,33		
8	<i>Disassembly Compressor Casing - Diffuser</i>	Khoirun	2	2	3	3	0	5	60	80	80	80	40	75	1135	75,67	77,00	Max
		Aris Chabibi	1	3	4	2	5	0	75	100	90	100	90	95	1385	92,33		
		Tulus K	2	3	3	3	0	4	65	80	80	75	70	75	1135	75,67		
		Muhaimin	3	4	3	1	0	4	65	95	75	85	60	90	1245	83,00		
		Andik	1	5	4	0	2	3	70	95	95	90	50	95	1310	87,33		
		Gilang	2	1	5	2	3	2	70	90	80	70	65	80	1125	75,00		

No	Aktivitas	Responden	Bobot						Rating						Σ WWL	SCORE	Rata-rata	Kategori Beban Kerja
			M D	P D	T D	O P	F R	E F	M D	PD	TD	OP	FR	EF				
		Sutrisno	5	1	4	2	1	2	70	80	70	60	60	80	1050	70,00		
		Badrun	2	3	4	3	1	2	60	80	85	75	55	80	1140	76,00		
		Ulum	4	2	5	2	0	2	75	90	65	95	45	85	1165	77,67		
		Ikhsan	2	3	4	3	1	2	65	80	45	85	30	90	1015	67,67		
		Rio	3	2	4	2	3	1	80	90	70	90	75	95	1200	80,00		
		Hariyanto	0	4	5	2	3	1	75	65	55	80	65	65	955	63,67		
9	<i>Lifting Compresor Casing - Diffuser</i>	Khoirun	3	3	2	2	1	4	70	80	80	80	50	95	1200	80,00	82,3 3	Max
		Sutrisno	1	2	3	4	0	5	70	80	85	90	50	80	1245	83,00		
		Badrun	2	4	3	1	0	5	75	90	85	95	80	85	1285	85,67		
		Andik	3	0	5	3	2	2	90	60	85	75	60	85	1210	80,67		
10	<i>Check Clearence Thrust Bearing (Dissasy & Reassy)</i>	Arya	1	3	5	4	1	1	50	50	50	50	50	50	750	50,00	52,3 3	75 %
		Jhenta	4	3	2	3	2	1	50	60	50	60	50	60	820	54,67		
11	<i>Disassembl y & Reassy</i>	Sutrisno	2	2	5	3	1	2	40	55	65	50	45	55	820	54,67	55,8 3	Max
		Badrun	4	4	3	0	2	2	55	60	55	60	55	60	855	57,00		

No	Aktivitas	Responden	Bobot						Rating						Σ WWL	SCORE	Rata-rata	Kategori Beban Kerja
			M D	P D	T D	O P	F R	E F	M D	PD	TD	OP	FR	EF				
	<i>Thrust Bearing</i>																	
12	<i>Check Clearence Rotor Sisi Compresor</i>	Arya	3	0	5	3	2	2	60	60	75	60	60	80	1015	67,67	58,8 3	Max
		Hano	1	3	4	3	1	3	50	50	50	50	50	50	750	50,00		
13	<i>Check Clearence Rotor Sisi Turbin</i>	Hanif	2	4	3	5	0	1	65	70	70	60	65	70	990	66,00	65,3 3	Max
		Sidiq	3	1	5	3	0	3	60	80	70	60	50	60	970	64,67		
14	<i>Lifting Rotor</i>	Bambang T	1	3	2	3	1	5	65	95	75	85	60	90	1265	84,33	80,2 8	Max
		M. Arif	2	3	2	4	0	4	70	95	95	90	50	95	1355	90,33		
		Fery	3	2	4	5	0	1	85	70	75	80	75	90	1185	79,00		
		Syafi'i	2	3	5	1	0	4	75	85	75	70	70	80	1170	78,00		
		Hasan Bisri	1	3	3	4	0	4	70	90	60	70	40	80	1120	74,67		
		Yusuf M	3	3	2	2	1	4	65	85	80	65	70	80	1130	75,33		
15	<i>Disassembly & Reassy</i>	Bambang T	2	2	3	4	0	4	65	70	40	90	55	85	1090	72,67	69,8 3	Max
		Fery	2	3	4	3	1	2	60	70	55	85	60	70	1005	67,00		

No	Aktivitas	Responden	Bobot						Rating						Σ WWL	SCORE	Rata-rata	Kategori Beban Kerja
			M D	P D	T D	O P	F R	E F	M D	PD	TD	OP	FR	EF				
	<i>Pin Dowel Lower</i>																	
16	<i>Lifting Blade Ring Lower #4, #3, #2 (Disassy & Reassy)</i>	Syafi'i	5	3	0	4	2	1	85	60	35	80	50	45	1070	71,33	71,33	Max
		Nanok	3	3	2	2	1	4	70	80	70	60	40	80	1070	71,33		
17	<i>Disassembly Vane Segment Lower #4, #3, #2 & Assembly Vane Segment Lower</i>	M. Arif	4	3	0	4	3	1	80	65	55	80	65	65	1095	73,00	82,42	Max
		Siman	1	3	5	4	0	2	90	95	80	90	50	100	1335	89,00		
		Saiful Arif	3	2	3	5	0	3	80	90	85	95	70	90	1420	94,67		
		Hasan Bisri	3	4	1	5	0	2	70	75	55	80	50	65	1095	73,00		
18	<i>Disassembly Seal</i>	M. Arif	3	5	1	4	0	2	70	85	70	65	65	80	1125	75,00	74,50	Max
		Saiful Arif	2	3	3	2	2	3	60	90	80	60	60	80	1110	74,00		

No	Aktivitas	Responden	Bobot						Rating						Σ WWL	SCORE	Rata-rata	Kategori Beban Kerja
			M D	P D	T D	O P	F R	E F	M D	PD	TD	OP	FR	EF				
	<i>Housing Lower #2</i>																	
19	<i>Cleaning Rail Vane Segment #2 Lower</i>	Siman	2	4	3	5	0	1	65	70	70	60	65	70	990	66,00	65,67	Max
		Hasan Bisri	2	1	5	2	3	2	70	80	60	70	60	70	980	65,33		
20	<i>Assembly Wiring Torque Pin Blade Ring Upper - Lower #2</i>	Hasan Bisri	4	2	5	2	0	2	60	80	70	50	50	50	950	63,33	63,33	Max
21	<i>Assembly & Disassembly Blade Ring Row #2, #3, #4 For Adjusting</i>	M. Arif	3	4	1	5	0	2	70	75	60	85	50	65	1125	75,00	75,92	Max
		Siman	3	5	1	4	0	2	70	85	70	65	65	80	1125	75,00		
		Saiful Arif	2	3	5	1	0	4	75	85	75	70	70	80	1170	78,00		
		Hasan Bisri	3	3	2	2	1	4	70	80	80	70	65	80	1135	75,67		

No	Aktivitas	Responden	Bobot						Rating						Σ WWL	SCORE	Rata-rata	Kategori Beban Kerja
			M D	P D	T D	O P	F R	E F	M D	PD	TD	OP	FR	EF				
	<i>Seal Housing</i>																	
22	<i>Adjusting Seal Housing #2, #3, #4</i>	Hanif	4	3	0	5	2	1	85	75	55	85	70	60	1190	79,33	73,00	Max
		Hano	3	1	4	4	0	3	80	70	60	60	50	70	1000	66,67		
23	<i>Locking & Welding Hexagonal Seal Housing #2, #3, #4</i>	M Arif	3	1	5	3	0	3	60	80	70	60	50	60	970	64,67	62,00	Max
		Anwar	1	3	1	4	3	3	40	80	70	60	50	50	890	59,33		
24	<i>Check T/C Blade Ring Row #2, #3, #4</i>	Hanif	3	1	5	3	0	3	30	80	70	50	40	60	850	56,67	58,17	Max
		Hano	2	3	5	1	0	4	50	70	50	55	60	70	895	59,67		
25	<i>Repositioning T/C Guide Row #2, #3, #4</i>	M Arif	0	4	2	5	1	3	55	80	65	85	60	65	1130	75,33	75,33	Max

No	Aktivitas	Responden	Bobot						Rating						Σ WWL	SCORE	Rata-rata	Kategori Beban Kerja
			M D	P D	T D	O P	F R	E F	M D	PD	TD	OP	FR	EF				
26	Pemasangan Lead Wire Blade Ring	Fery	2	0	3	4	1	5	60	50	80	80	50	80	1130	75,33	69,3 3	Max
		Syafi'i	4	2	5	2	0	2	60	80	70	50	50	50	950	63,33		
27	Lifting Journal Bearing 1 & 2 Upper (Assembly), Lifting Cover Thrust Bearing	Badrun	2	3	4	2	0	4	50	50	50	50	30	90	910	60,67	67,8 3	Max
		Sutrisno	2	1	5	2	3	2	70	90	80	70	65	80	1125	75,00		
28	Assembly Journal Bearing 1 & 2 Upper, Assembly Cover Thrust Bearing	Badrun	3	2	4	2	3	1	40	80	70	60	50	60	890	59,33	57,0 0	Max
		Sutrisno	2	2	5	3	1	2	40	55	65	50	45	55	820	54,67		

No	Aktivitas	Responden	Bobot						Rating						Σ WWL	SCORE	Rata-rata	Kategori Beban Kerja
			M D	P D	T D	O P	F R	E F	M D	PD	TD	OP	FR	EF				
29	Contact Check Journal Bearing 2 Upper	Arya	3	1	5	3	0	3	60	80	70	60	50	60	970	64,67	64,0 0	Max
		Jhenta	4	2	5	2	0	2	60	80	70	50	50	50	950	63,33		
30	Lifting Torque Tube	Bambang T	2	2	2	5	0	4	90	85	90	95	75	100	1405	93,67	76,3 3	Max
		Syafi'i	3	3	2	2	1	4	70	80	70	60	40	80	1070	71,33		
		Fery	3	3	5	1	0	3	50	90	50	50	30	80	960	64,00		
31	Assembly Torque Tube House	Bambang T	3	5	2	3	0	2	80	90	90	80	50	80	1270	84,67	82,0 6	Max
		Syafi'i	2	1	4	5	0	3	85	90	85	95	60	90	1345	89,67		
		Fery	3	3	2	5	0	2	90	85	80	95	65	95	1350	90,00		
		Ilham	2	1	5	2	3	2	70	90	80	70	65	80	1125	75,00		
		Nanok	3	5	1	4	0	2	70	85	70	65	65	80	1125	75,00		
		Supriyadi	2	3	5	1	0	4	75	85	75	70	70	80	1170	78,00		
32	Lifting Exhaust Cylinder &	Bambang H	1	3	4	5	0	2	80	75	80	75	70	85	1170	78,00	78,0 8	Max
		Imam S	2	1	3	5	0	4	55	60	75	95	60	85	1210	80,67		
		Afriludin	2	0	4	4	1	4	60	70	70	90	80	90	1200	80,00		

No	Aktivitas	Responden	Bobot						Rating						Σ WWL	SCORE	Rata-rata	Kategori Beban Kerja
			M D	P D	T D	O P	F R	E F	M D	PD	TD	OP	FR	EF				
	<i>Lifting Exhaust Manifold</i>	Tabah	4	2	3	0	2	4	80	80	75	85	60	70	1105	73,67		
33	<i>Assembly Exhaust Cylinder (Inner Bolt)</i>	Imam S	1	3	4	5	0	2	100	100	100	100	50	100	1500	100,00	79,04	Max
		Abidin	1	2	3	5	0	4	85	70	60	90	75	95	1235	82,33		
		Afriludin	2	0	3	3	2	5	85	60	75	95	85	90	1300	86,67		
		Tabah	1	2	3	4	1	4	85	75	75	90	80	95	1280	85,33		
		Bambang H	2	3	4	2	0	4	70	90	80	70	65	80	1190	79,33		
		Suyono Kipli	2	1	5	2	3	2	50	80	70	60	60	60	950	63,33		
		Fathurohman	2	3	3	2	2	3	60	80	70	80	70	70	1080	72,00		
		Rizky M	2	4	3	5	0	1	60	80	70	50	50	50	950	63,33		
34	<i>Lifting Upper Cover OST, Lifting OST Front</i>	Afriludin	2	0	4	4	1	4	60	70	70	90	80	90	1200	80,00	72,83	Max
		Tabah	2	0	3	4	1	5	60	85	75	60	50	70	985	65,67		

No	Aktivitas	Responden	Bobot						Rating						Σ WWL	SCORE	Rata-rata	Kategori Beban Kerja
			M D	P D	T D	O P	F R	E F	M D	PD	TD	OP	FR	EF				
	<i>Cover, & Lifting Vapour Extractor</i>																	
35	<i>Assembly Upper Cover OST & Assembly OST Front Cover</i>	Imam S	1	2	3	5	0	4	45	50	55	90	25	75	1060	70,67	71,25	Max
		Abidin	2	3	4	3	1	2	60	70	80	60	60	75	1040	69,33		
		Suyono Kipli	3	2	4	2	3	1	70	85	70	65	65	80	1065	71,00		
		Fathurohman	3	3	2	2	1	4	60	90	80	60	60	80	1110	74,00		
36	<i>Check Clearence OST (Assembly)</i>	Jhenta	5	1	4	2	1	2	60	80	60	50	60	80	940	62,67	62,67	Max
37	<i>Assembly Line Lube Oil & Assembly Vapour Extractor</i>	Tabah	3	4	1	5	0	2	80	80	75	70	70	80	1145	76,33	76,83	Max
		Bambang H	3	3	2	2	1	4	75	85	75	70	70	80	1160	77,33		

No	Aktivitas	Responden	Bobot						Rating						Σ WWL	SCORE	Rata-rata	Kategori Beban Kerja
			M D	P D	T D	O P	F R	E F	M D	PD	TD	OP	FR	EF				
38	Assembly Sensor Axial Displacement	Alfian	3	2	4	5	0	1	70	90	60	70	40	80	1060	70,67	68,3 3	Max
		Revan	2	1	5	2	3	2	60	85	75	60	50	70	990	66,00		
39	Flushing	Eko	1	2	3	5	0	4	50	75	80	40	50	100	1040	69,33	66,3 9	Max
		Hendra	1	3	4	2	0	5	50	80	75	90	50	95	1245	83,00		
		Suherman	3	5	1	4	0	2	60	70	65	50	50	65	925	61,67		
		Suyono	2	3	5	1	0	4	50	70	50	55	60	70	895	59,67		
		Akin Sodikin	4	2	5	2	0	2	40	80	60	60	65	70	880	58,67		
		Nurul Huda	5	3	2	1	0	4	60	70	70	60	60	70	990	66,00		
40	Turning For Alignment	Arifin	3	3	2	2	1	4	80	70	60	60	60	70	1030	68,67	64,6 7	Max
		Cahyo	3	1	4	3	0	4	60	70	80	60	60	70	1030	68,67		
		Arya	2	3	4	3	1	2	60	70	65	50	50	65	920	61,33		
		Jhenta	2	3	5	1	0	4	50	70	50	55	60	70	895	59,67		
		Hanif	2	3	4	3	1	2	40	80	60	60	65	70	945	63,00		

No	Aktivitas	Responden	Bobot						Rating						Σ WWL	SCORE	Rata-rata	Kategori Beban Kerja
			M D	P D	T D	O P	F R	E F	M D	PD	TD	OP	FR	EF				
		Sidiq	1	3	3	4	0	4	60	70	70	60	60	70	1000	66,67		
41	Alignment	M. Arif	1	3	4	2	0	4	60	85	85	70	50	95	1175	78,33	72,9 8	Max
		Fery	4	2	3	0	2	4	95	80	80	90	65	95	1290	86,00		
		Siman	3	1	5	2	0	4	80	80	80	80	50	80	1200	80,00		
		Saiful Arif	1	3	5	4	0	2	80	85	100	80	40	60	1275	85,00		
		Supriyadi	2	3	5	1	0	4	65	70	80	70	60	70	1090	72,67		
		Anam	3	5	1	4	0	2	70	80	80	70	60	75	1120	74,67		
		Marzuki	2	3	4	3	1	2	60	80	80	60	50	80	1070	71,33		
		M Nur	3	1	5	3	0	3	30	80	70	50	40	60	850	56,67		
		Ilham	2	3	4	3	1	2	60	70	80	60	60	70	1030	68,67		
		Syafi'i	3	3	2	2	1	4	65	85	80	65	70	80	1130	75,33		
		Hasan Bisri	1	3	3	4	0	4	70	80	80	70	65	80	1150	76,67		
		Ilham	3	1	4	4	0	3	80	80	70	70	70	80	1120	74,67		
		Nanok	1	3	1	4	3	3	80	70	60	60	50	70	950	63,33		
		Mukhtariman	2	1	5	2	3	2	40	80	70	60	50	50	880	58,67		
Danang	1	3	3	4	0	4	60	80	70	60	65	75	1050	70,00				

No	Aktivitas	Responden	Bobot						Rating						Σ WWL	SCORE	Rata-rata	Kategori Beban Kerja
			M D	P D	T D	O P	F R	E F	M D	PD	TD	OP	FR	EF				
		Yusuf M	3	3	2	2	1	4	75	85	75	70	65	75	1135	75,67		
42	Assembly Bolt Coupling	Ilham	1	3	5	4	0	3	80	90	90	80	50	80	1360	90,67	74,9 2	Max
		M Arif	1	3	2	5	0	4	45	75	80	85	50	85	1195	79,67		
		Khoirun	1	3	4	2	5	0	60	80	70	60	50	60	950	63,33		
		Andik	1	4	2	2	1	5	60	70	60	60	60	70	990	66,00		
43	Rolling & Lifting Cover Coupling Lower Side, Assembly Cover Coupling Upper Side	Bambang T	1	2	3	4	1	4	75	90	65	95	45	85	1215	81,00	77,5 0	Max
		Sutrisno	3	4	1	3	0	4	65	80	45	85	30	90	1175	78,33		
		Fery	1	2	3	4	1	4	60	80	65	85	75	90	1190	79,33		
		Supriyadi	2	3	3	3	0	4	80	85	100	80	40	60	1195	79,67		
		Aris Chabibi	3	4	3	1	0	4	65	70	80	70	60	70	1065	71,00		
		Saiful Anam	1	5	4	0	2	3	70	80	80	70	60	75	1135	75,67		

Keterangan :

MD = *Mental Demand*

PD = *Physical Demand*

TD = *Temporal Demand*

OP = *Performance*

FR = *Frustration Level*

BAB V
ANALISA &
PEMBAHASAN

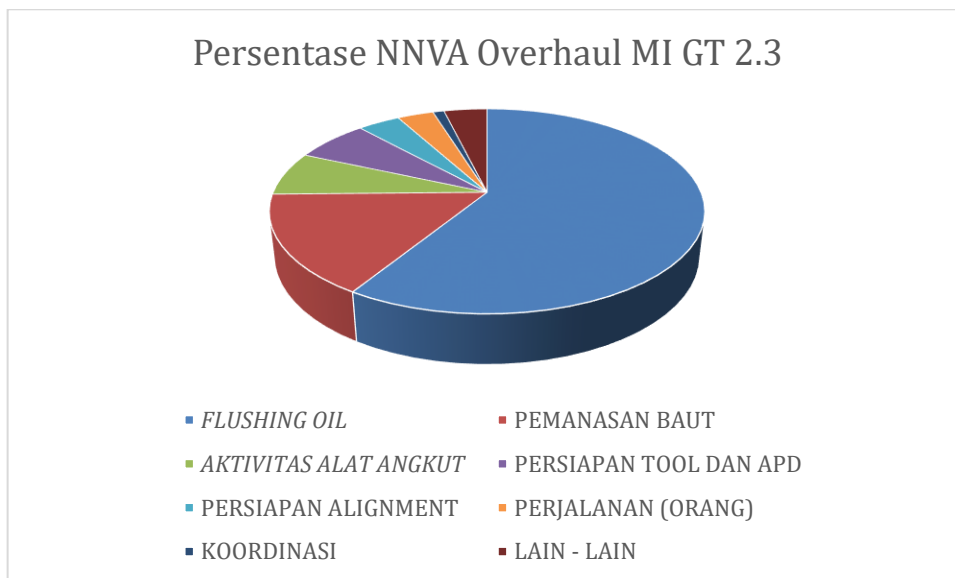
BAB 5

ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisa *Work Sampling*

Dari data pengamatan *work sampling* yang dilakukan pada *overhaul major inspection gas turbine*, terdapat 85 aktivitas yang diukur, dimana 85 aktivitas tersebut merupakan aktivitas yang mempengaruhi maju – mundurnya proyek *overhaul mayor inspection gas turbine*. Mayoritas data adalah kegiatan yang bersifat aktivitas fisik, dimana nilai dari aktivitas *value added* adalah 38%, *necessary non value added* sebesar 51% dan *non value added* sebesar 11% dari waktu keseluruhan durasi *overhaul* berlangsung. Dari ketiga aktivitas tersebut, aktivitas *necessary non value added* yang memiliki nilai tertinggi,

Aktivitas *necessary non value added* memiliki porsi sebesar 51%, dimana dalam persentase tersebut terdiri dari *flushing oil* 59%, pemanasan baut 16%, aktivitas alat angkut 7%, persiapan *tool* dan APD 6%, persiapan *alignment* 4%, perjalanan dari *tool box* ke masing–masing posisi kerja 3% dan aktivitas lain–lain sebesar 4% (Gambar 5.1).



Gambar 5.1 Persentase NNVA *Overhaul* MI GT 2.3

Pada aktivitas *necessary non value added*, peringkat pertama yang mendominasi adalah aktivitas *flushing oil*, dimana *flushing oil* adalah kegiatan penyaringan *lube oil* untuk menghilangkan kontaminan pada *lube oil* sampai mencapai kriteria yang telah ditentukan oleh pabrikan, upaya untuk mempercepat proses ini telah dilakukan, seperti membuat alat *flushing external* agar prosesnya bisa dilakukan secara independen tanpa menunggu semua *line lube oil* harus tertutup dan penggunaan *heavy duty magnet* yang diletakkan pada *filter oil* agar menjebak kontaminan yang berupa material *ferrous magnetic*. Namun ternyata cara-cara tersebut belum signifikan untuk mereduksi durasi aktivitas *flushing oil*.

Pada aktivitas *necessary non value added* yang kedua yang mendominasi adalah kegiatan pemanasan baut, dimana pada kegiatan *disassembly* maupun *reassembly* baut *casing* harus dilakukan pemanasan terlebih dahulu agar terjadi *elongation*. Saat ini untuk memanaskan baut *casing* masih menggunakan *bolt heater* konvensional. Teknologi ini kedepannya akan dieliminasi dengan penggunaan *bolt induction heater* yang bisa memangkas waktu 3-4 kali lebih cepat daripada menggunakan *bolt heater* konvensional.

Pada aktivitas *necessary non value added* yang ketiga adalah aktivitas alat angkut, dimana aktivitas alat angkut adalah kegiatan mobilisasi komponen yang telah di *disassembly* maupun *reassembly* untuk diletakkan pada *layout* yang telah ditentukan. Kondisi aktivitas alat angkut pada saat ini telah optimal dilakukan, karena pada saat *overhaul* menggunakan 2 sampai 3 *overhead crane* secara bersamaan.

Pada aktivitas *necessary non value added* yang kelima adalah aktivitas pada saat proses *alignment* antara *rotor gas turbine* dengan *rotor generator*. Pada saat ini untuk melakukan *alignment rotor* masih menggunakan metode konvensional dengan peralatan *dial indicator*. Namun dengan berkembangnya teknologi, terdapat metode baru yaitu dengan menggunakan *laser alignment* yang memiliki akurasi yang lebih baik daripada menggunakan *dial indicator*. Jika rencana penggunaan *laser alignment* diterapkan pada saat *overhaul major inspection* maka akan mereduksi waktu penyelesaian 2 – 3 kali lebih cepat. Namun pada aktivitas *necessary non value added* persiapan tool, perjalanan (orang) koordinasi dan lain – lain sudah dalam kondisi optimal.

Sedangkan nilai pada aktivitas *non value added* meliputi terlambatnya para pekerja dalam pemenuhan jadwal kerja yang telah ditentukan, kurangnya disiplin dan lemahnya pengawasan membuat pekerja mudah untuk melanggar kesepakatan jadwal kerja, dimana rata-rata keterlambatan untuk bekerja berkisar antara 15 - 20 menit dari jadwal yang ditentukan. Aktivitas fisik yang menguras energi pekerja pun memberi kontribusi atas istirahat atau pulang lebih cepat yang berkisar antara 5–15 menit dari jadwal yang ditentukan. Kegiatan seperti minum, beristirahat sejenak maupun kebutuhan pribadi seperti ke kamar kecil bisa ditekan, dikarenakan mayoritas setiap satu jenis kegiatan dilakukan secara berkelompok (lebih dari 1 orang), sehingga aktivitas pada pemenuhan penyelesaian pekerjaan bisa tetap berlangsung.

5.2. Analisa Beban Kerja Mental

5.2.1. Beban Kerja Mental Pekerja *Outsourcing*

Pada analisa beban kerja, penentuan kriteria beban kerja merujuk pada hasil penelitian Grier (2015) yang memperbarui jenis kriteria beban kerja berdasarkan jenis-jenis pekerjaannya. Dari hasil pengamatan data beban kerja menggunakan metode NASA-TLX, sebanyak 170 kuesioner diberikan pada para pekerja yang berada dalam kegiatan-kegiatan di lintasan kritikal, dan hasil dari pengolahan data beban mental tersebut rata-rata score NASA-TLX adalah 75.57, dimana jika merujuk pada kriteria beban kerja menurut Grier (2015), nilai tersebut masuk dalam kriteria “MAX”.

Tabel 5.1 Nilai Indikator Pekerja *Outsourcing*

No	Kategori	Rata - rata (<i>Rating x Bobot</i>)
1	<i>Mental Demand</i> (MD)	152
2	<i>Physical Demand</i> (PD)	221
3	<i>Temporal Demand</i> (TD)	241
4	<i>Performance</i> (OP)	223
5	<i>Frustration Level</i> (FR)	52,2

No	Kategori	Rata - rata (<i>Rating x Bobot</i>)
6	<i>Effort</i> (EF)	243,99
WWL		1133,59
Rata-rata WWL		75,57

Berdasarkan Tabel 5.1, indikator yang memiliki nilai tertinggi adalah *effort* (EF) dan indikator dengan nilai terendah adalah *frustration level*. Indikator *effort* menunjukkan seberapa besar usaha yang dikeluarkan secara mental dan fisik yang dibutuhkan untuk mencapai performansi pekerja. Dalam sebuah wawancara, pekerja menyatakan merasa telah mengeluarkan usaha secara fisik dan mental dalam melakukan pekerjaan setiap harinya. Sedangkan indikator terendah, *frustration level* menggambarkan perasaan tidak aman, putus asa, tersinggung, stress selama mengerjakan pekerjaan tersebut. Hal ini disebabkan karena dalam pekerjaan *overhaul* terdapat standar operasional pekerjaan (SOP) yang sudah dirancang dengan baik, seperti instruksi kerja, penggunaan alat pelindung diri (APD), pemberian waktu istirahat (*coffee break*). Selain itu, untuk pekerjaan dengan beban berat yang menguras fisik, seperti *disassembly casing* turbin dan *casing compressor*, koordinator memberikan kelonggaran waktu, sehingga pekerja tidak merasa tertekan.

Sementara itu, indikator *temporal demand*, *performance*, *physical demand*, *mental demand* berada di urutan 2, 3, 4, dan 5 secara berturut-turut. Indikator *temporal demand* menunjukkan seberapa besar tekanan waktu yang dirasakan oleh pekerja dalam menyelesaikan *task* pekerjaan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa di setiap *overhaul major inspection* selalu terdapat gagasan yang muncul dari direktur operasi, *General Manager* (GM) dan manager produksi untuk mengurangi durasi waktu pelaksanaan *overhaul*, sehingga pekerja merasa tertekan dalam hal alokasi waktu.

Kategori *performance* mengindikasikan tingkat keberhasilan dan kepuasan dalam menyelesaikan pekerjaannya. Rata-rata pekerjaan dengan tingkat *performance* yang tinggi adalah *assembly*. Hal ini disebabkan karena pekerjaan

assembly membutuhkan usaha yang besar, sehingga saat pekerjaan tersebut selesai, pekerja *outsourcing* merasa lega dan puas. Sedangkan pekerjaan dengan tingkat *performance* yang lebih rendah adalah *lifting*. Hal ini terjadi karena pekerjaan *lifting* tidak memiliki kerumitan yang signifikan.

Indikator *Physical Demand* (PD) menunjukkan kebutuhan aktivitas fisik dalam pekerjaan. Seluruh pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja *outsourcing* selalu melibatkan aktivitas fisik, seperti melepas isolasi *casing* turbin, *disassembly manhole turbine*, dan sebagainya (Appendix A). *Mental Demand* (MD) merupakan indikator terendah kedua yang menunjukkan tuntutan aktivitas mental dan perseptual yang dibutuhkan dalam bekerja, seperti berpikir, memutuskan, menghitung, mengingat, melihat dan mencari. Hal ini disebabkan karena jenis pekerjaan *overhaul major inspection* yang dilakukan oleh pekerja *outsourcing* bersifat mekanik dan hanya mengandalkan aktivitas fisik. Sedangkan pekerjaan dengan aktivitas mental selama *overhaul* dilakukan oleh pegawai PT PJB UPHT.

5.2.2. Beban Mental Kerja Pegawai PT PJB UPHT

Pada analisa beban kerja, penentuan kriteria beban kerja merujuk pada hasil penelitian Grier (2015) yang memperbarui jenis kriteria beban kerja berdasarkan jenis-jenis pekerjaannya. Dari hasil pengamatan data beban kerja menggunakan metode NASA-TLX, sebanyak 170 kuesioner diberikan pada para pekerja yang berada dalam kegiatan-kegiatan di lintasan kritikal, dan hasil dari pengolahan data beban mental tersebut rata-rata score NASA-TLX adalah 63.37, dimana jika merujuk pada kriteria beban kerja menurut Grier (2015), nilai tersebut masuk dalam kriteria “*Max*”

Tabel 5.2 Nilai Indikator Pekerja PT PJB UPHT

No	Kategori	Rata-rata (Rating x Bobot)
1	<i>Mental Demand</i> (MD)	161,43
2	<i>Physical Demand</i> (PD)	150,48
3	<i>Temporal Demand</i> (TD)	251,43
4	<i>Performance</i> (OP)	182,62
5	<i>Frustration Level</i> (FR)	40,24
6	<i>Effort</i> (EF)	164,29
WWL		950,48
Rata-rata WWL		63,37

Berdasarkan Tabel 5.2 indikator yang memiliki nilai tertinggi adalah *Temporal Demand* (TD) dan indikator dengan nilai terendah adalah *frustration level*. Indikator *Temporal Demand* menunjukkan seberapa besar tekanan waktu yang dirasakan oleh pekerja dalam menyelesaikan *task*. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa di setiap *overhaul major inspection* selalu terdapat gagasan yang muncul dari direktur operasi, *General Manager* (GM) dan *manager* produksi untuk mengurangi durasi waktu pelaksanaan *overhaul*, tuntutan tersebut tentu saja menjadi beban dan tanggung jawab pegawai PT.PJB UPHT sebagai pelaksana *maintenance outage*, dalam pelaksanaan *overhaul* pekerjaan yang dilakukan umumnya tidak hanya *standard job*. Namun sering kali banyak ditemukan pekerjaan tambahan. Sedangkan ketika terdapat pekerjaan tambahan pada saat eksekusi, durasi yang telah diberikan sukar untuk direvisi untuk penambahan waktu, sehingga kondisi tersebut memberikan tekanan pada pegawai PT.PJB UPHT. Sedangkan indikator terendah, *frustration level* menggambarkan perasaan tidak aman, putus asa, tersinggung, *stress* selama mengerjakan pekerjaan tersebut. Hal ini disebabkan karena dalam pekerjaan *overhaul* terdapat standar operasional pekerjaan (SOP) yang sudah dirancang dengan baik, seperti instruksi kerja,

penggunaan alat pelindung diri (APD), pemberian waktu istirahat (*coffee break*). Selain itu, untuk pekerjaan dengan beban berat yang menguras fisik, seperti *disassembly turbine casing* dan *compressor casing*, koordinator memberikan kelonggaran waktu, sehingga pekerja tidak merasa tertekan.

Sementara itu, indikator *performance*, *effort*, *mental demand*, dan *physical demand* berada di urutan 2, 3, 4, dan 5 secara berturut-turut. Kategori *performance* mengindikasikan tingkat keberhasilan dan kepuasan dalam menyelesaikan pekerjaannya. Rata-rata pekerjaan dengan tingkat *performance* yang tinggi adalah *quality control*. Hal ini disebabkan karena pekerjaan *quality control* membutuhkan akurasi dari proses dan hasil pekerjaan agar parameter-parameter yang ada sesuai dengan ketetapan yang dibuat oleh pabrikan, jika dalam prosesnya terdapat kekeliruan maupun salah dalam mengkalkulasi akan menimbulkan pekerjaan rework dan jika dalam prosesnya tidak diawasi maka jika terjadi kesalahan pada saat start unit akan kesulitan untuk mencari akar permasalahan maka reputasi dari pegawai PT.PJB UPHT akan mengalami penurunan di mata konsumen,

Indikator *effort* menunjukkan seberapa besar usaha yang dikeluarkan secara mental dan fisik yang dibutuhkan untuk mencapai performansi pekerja. Dalam menjalani pekerjaan *overhaul* yang sangat bervariasi masalah dan hambatannya, pegawai PT.PJB UPHT merasakan harus mencurahkan usaha yang sangat besar untuk bisa mengkondisikan masalah dan hambatan yang muncul.

Indikator *Physical Demand* (PD) menunjukkan kebutuhan aktivitas fisik dalam pekerjaan. Seluruh pekerjaan yang dilakukan pada saat *overhaul* selalu melibatkan aktivitas fisik, seperti melepas isolasi *casing* turbin, *disassembly manhole turbin*, dan sebagainya. Jenis pekerjaan tersebut merupakan hal yang tidak terlalu cocok untuk pegawai PT.PJB UPHT yang umumnya kurang handal dalam aktivitas fisik. Namun kekurangan tersebut bisa diatasi dengan memanfaatkan tenaga *outsourcing*. *Mental Demand* (MD) merupakan indikator terendah kedua yang menunjukkan tuntutan aktivitas mental dan perseptual yang dibutuhkan dalam bekerja, seperti berpikir, memutuskan, menghitung, mengingat, melihat dan mencari. Hal ini disebabkan karena jenis pekerjaan tersebut sudah biasa dilakukan oleh para pegawai PT.PJB UPHT dan menjadi tanggung jawab utama.

5.3. Analisa Work Sampling Vs Beban Kerja Mental

Berdasarkan apa yang didapat pada analisa beban kerja mental dimana faktor *effort* yang dirasakan pekerja *outsourcing* merupakan elemen utama yang membebani dalam *overhaul major inspection gas turbine*, sedangkan *temporal demand* yang dirasakan oleh pegawai PT PJB UPHT. Sehingga nilai beban kerja mental yang tinggi tidak berbanding lurus dengan hasil *work sampling* yang telah didapatkan, karena jika dibandingkan *value added* sebesar 38% penambahan personil bukan merupakan pilihan utama, namun opsi utama yang diperlukan untuk meningkatkan aktivitas *value added* dan mereduksi beban kerja mental yang tinggi adalah dengan menggunakan teknologi – teknologi baru seperti *bolt induction heater* pada saat *disassembly - reassembly casing* turbin dan *casing compressor* sehingga bisa mereduksi waktu dan *effort* yang dikeluarkan. Serta *laser alignment* yang digunakan pada saat *alignment* rotor generator dengan rotor gas turbin yang pada penggunaan metode konvensional memerlukan durasi yang sangat panjang serta akurasi yang kurang baik dibandingkan dengan penggunaan *laser alignment*.

5.4. Kajian Finansial

Dalam sebuah *overhaul* biaya – biaya yang dikeluarkan terdiri dari 2 jenis, yaitu anggaran biaya material/ consumable dan jasa. Pada pelaksanaan *overhaul* yang dilakukan oleh PT.PJB UPHT, dalam strukturnya dari PM sampai koordinator lapangan akan diisi oleh karyawan organik PT.PJB UPHT. Namun pada posisi eksekutor para pekerja organik PT.PJB UPHT akan dibantu oleh pegawai *outsourcing*. Pengadaan jasa *outsourcing* tersebut termasuk dalam kategori jasa, dimana dalam sebuah *overhaul major inspection*, tenaga *outsourcing* yang dibutuhkan sebanyak 126 orang meliputi bidang K3, 5S, Perencanaan pengendalian, *engineering*, sarana, bengkel, pelayanan listrik, transportasi, gudang, kontrol instrumen, mekanik, dan listrik. Dalam kontrak antara PT.PJB UPHT dengan PT. Mitra Karya Bersama (MKP) sebagai penyuplai jasa tenaga kerja bersifat borongan, biaya kontrak bernilai Rp. 1.951.974.816,- untuk alokasi 126 orang pekerja selama 32 hari, sehingga jika ada pekerjaan di luar dari *standard job* dan membutuhkan tambahan pekerja, nilai yang ditawarkan adalah senilai Rp. 387.584,- untuk 1 orang pekerja per harinya.

Pada *overhaul* dengan skema yang ada selama ini, *major inspection* dijadwalkan selama 32 hari, dan berdasarkan hasil analisa *work sampling* dan penentuan waktu baku, dengan menggunakan *ms project* penyelesaian *major inspection* bisa dilakukan selama 28 hari sehingga dari percepatan selama 4 hari dengan menggunakan kalkulator niaga yang dimiliki oleh PT.PJB dengan mengakses www.mobiltangguh.ptpjb.com/niaga/ (Gambar 5.2), maka akan didapatkan dari *profit* EAF realisasi sebanyak Rp. 770.376.615,28.

Sedangkan jika menggunakan perubahan jadwal kerja yang menggunakan pola 2 *shift* maka pengerjaan *overhaul* pada *scope major inspection* durasi penyelesaian pekerjaan menjadi 18 hari, dengan demikian mempersingkat waktu selama 13 hari. Maka dengan menggunakan kalkulator niaga yang dimiliki oleh PT.PJB dengan mengakses www.mobiltangguh.ptpjb.com/niaga/, maka akan didapatkan dari profit EAF realisasi sebesar Rp.2.696.318.099,74 Namun profit tersebut masih harus dikalkulasi kembali dengan adanya penambahan jasa *outsourcing* pada aplikasi pola kerja 2 shift sebanyak Rp.195.342.336,- sehingga pendapatan bersih yang didapatkan adalah Rp. 2.500.975.763,74.

Data Perhitungan

Entitas: PLTGU Gresik

Hkap: 878710.8

Hfix: 456803.2

Keterangan: Simulasi Perhitungan Overhaul GT 1.2 dengan Pola 2 Shift

Data Perhitungan

Unit: GT 1.2

Untuk melakukan pengisian ke beberapa unit, silahkan memilih unit secara bergantian.

		Declare	Realisasi
Jumlah Jam Outage	PO	0	0
	MO	768	456
	FO	0	0

Total Pendapatan Komponen A dan B	
Pendapatan Declare	Rp. 144.601.406.165,20
Pendapatan Realisasi	Rp. 147.105.130.191,72
Untung/Rugi	Rp. 2.503.724.026,52
Keterangan	Untung

Gambar 5.2 Hasil Simulasi *Profit Akselerasi Overhaul*

Berdasarkan hasil kajian dokumen manajemen resiko (*Appendix E dan F*) yang dibuat oleh PT.PJB UPHT untuk pengadaan investasi barang *bolt heater induction heater* dengan nilai investasi senilai Rp.4.906.913.000 dan *laser alignment* dengan nilai investasi Rp. 403.631.000, maka total investasi yang diperlukan untuk pengadaan barang tersebut adalah Rp.5.310.544.000, maka hanya diperlukan 3 kali *overhaul major inspection* untuk bisa mendapatkan *break event point* dari pengadaan investasi barang *bolt heater induction heater* dan *laser alignment*.

Berdasarkan hasil analisa aktivitas *value added, necessary non-value added, non-value added*, dan hasil analisa beban kerja mental pada *overhaul major inspection*, apabila teknologi baru seperti *induction bolt heater* dan *laser alignment* telah dipenuhi, maka kendala – kendala yang dihadapi oleh pekerja pada saat *overhaul* MI GT 1.2 pada tahun 2017 seperti tekanan beban mental, stress, tidak fokus dan kelelahan fisik tidak akan terulang kembali, maka *strategi* tersebut sangat *possible* di aplikasikan pada ke sembilan unit gas turbine yang berada di unit PLTGU Gresik, bahkan jika penelitian serupa dilakukan pada unit – unit pembangkit yang dimiliki oleh PT.PJB, maka visi yang selama ini menjadi slogan “Menjadi perusahaan terpercaya dalam bisnis pembangkitan terintegrasi dengan standar kelas dunia” satu langkah maju akan tercapai karena telah melakukan pemeliharaan pembangkit secara efisien dan berkualitas.

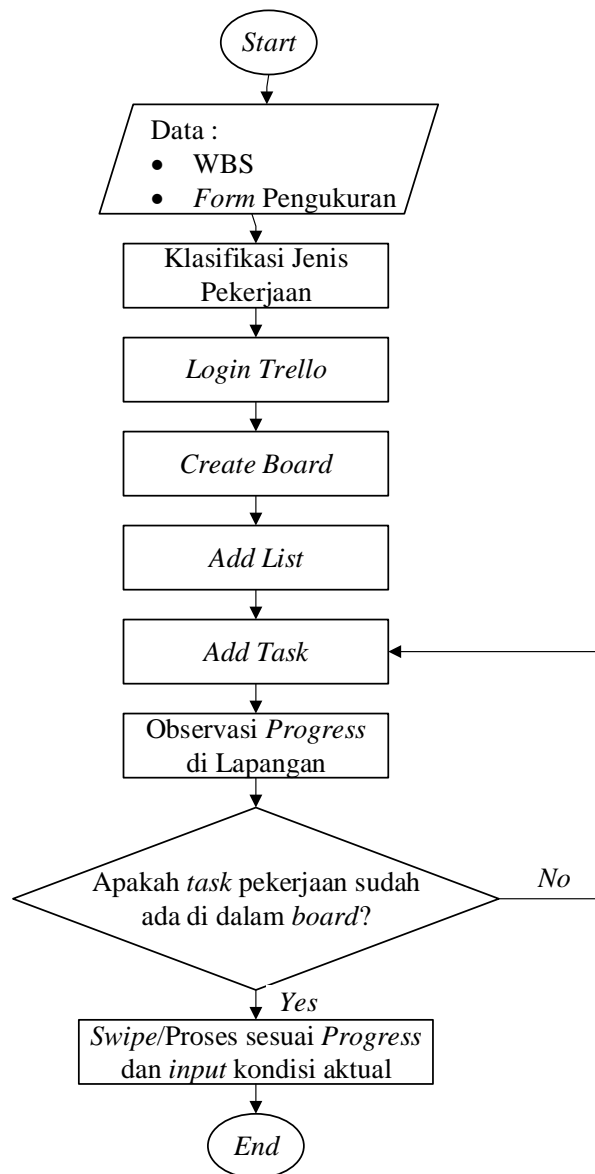
5.5. Kualitas Overhaul

Hasil dari sebuah *overhaul* yang diinginkan adalah sebuah kehandalan unit. Namun untuk mencapai sebuah kehandalan tentu saja proses merupakan bagian penting, dimana dalam sebuah proses yang tidak dilakukan monitoring kualitas tentu saja akan menghasilkan produk yang belum tentu sesuai dengan apa yang diinginkan.

5.5.1. Sistem Monitoring Kualitas Pekerjaan

Pada indikator kinerja pembangkit dijelaskan bahwa pencapaian *equivalent availability factor* (EAF) dan *equivalent forced outage rate* (EFOR) sebuah pembangkit dipengaruhi oleh *equivalent forced derated hours, equivalent planned*

derated hours, equivalent seasonal derated hours, equivalent seasonal derated hours dan forced outage hour Derated, maka variabel yang bisa dikontrol oleh PT.PJB UPHT sebagai bagian pemeliharaan pembangkit adalah dengan cara memastikan kualitas pekerjaan *overhaul* termonitoring baik secara proses dan hasil. Maka dari pembahasan bab sebelumnya, adalah dengan pembuatan sistem *monitoring* dengan pemanfaatan *freeware trello*, dan berikut adalah diagram alir pembuatan sistem *monitoring* kualitas pekerjaan (Gambar 5.3):



Gambar 5.3 Flowchart monitoring kualitas *overhaul*

Dengan pemanfaatan aplikasi *trello* pada saat *overhaul* sangat memudahkan untuk memonitoring *progress* dan kendala yang terjadi pada saat *overhaul*, sehingga tindak lanjut dan solusi sangat *real-time* yang memungkinkan pemutusan eksekusi lebih bisa lebih cepat pula. Berbeda halnya dengan sebelum menggunakan aplikasi *trello*, *Project Manager* dan setiap koordinator harus melakukan *check* dan *recheck* setiap saat melalui komunikasi telepon, grup *whatsapp* maupun observasi lapangan secara langsung, padahal ruang lingkup yang di *monitor* sangat luas sehingga terkadang mengeluarkan *effort* yang melelahkan.

BAB VI
KESIMPULAN &
SARAN

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Aktivitas-aktivitas *value added*, *necessary non value added* dan *non value added* terseparasi dengan baik, dimana persentase aktivitas *value added* sebesar 38%, *necessary non value added* sebesar 51% dan *non value added* sebesar 11% dari waktu keseluruhan *overhaul*. Aktivitas *necessary non value added* terdiri dari *flushing oil* 59%, pemanasan baut 16%, aktivitas alat angkut 7%, persiapan *tool* dan APD, Persiapan alignment 4%, perjalanan dari *tool box* ke masing – masing posisi kerja 3% dan aktivitas lain – lain sebesar 4%
2. Indikator pekerja outsourcing yang menunjukkan nilai tertinggi adalah indikator *effort* (EF) dan indikator dengan nilai terendah adalah *frustration*. Indikator pegawai PT PJB yang menunjukkan nilai tertinggi adalah indikator *temporal demand* (TD) dan indikator dengan nilai terendah adalah *frustration*.
3. Tingginya indeks beban kerja tidak berbanding lurus dengan aktivitas *value added* hal ini di karenakan tingginya nilai *necessary non value added*. Untuk meminimalisir aktivitas *necessary non value added* dan menurunkan tingkat beban mental pekerja di perlukan investasi teknologi baru seperti *bolt induction heater*, *laser alignment*, serta peremajaan *tools* yang digunakan
4. Terdapat potensi mempersingkat durasi *overhaul major inspection* perubahan jadwal kerja dari yang semula dijadwalkan selama 32 hari, menjadi hanya 18 hari dengan cara menggunakan pola 2 shift. Profit yang didapatkan dari penyingkatan durasi *overhaul major inspection* menjadi 28 hari adalah Rp. 770.376.615,28. Profit yang didapatkan dari aplikasi dua shift mendapatkan penyingkatan durasi *overhaul major inspection* menjadi 18 hari adalah Rp. 2.500.975.763,74.

5. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan banyak manfaat bagi pihak – pihak yang terkait, antara lain:
 - a. PT. PJB – UPHT, dimana dengan mengaplikasikan penelitian ini pada seluruh proyek – proyek overhaul menjadikan PT. PJB – UPHT sebagai salah satu unit pemeliharaan yang memiliki kredibilitas yang tinggi dan terpercaya di mata perusahaan – perusahaan pembangkit yang berada dalam lingkaran listrik Indonesia, karena dapat mengelola *maintenance outage* secara *professional* dengan meningkatkan kualitas, mempercepat durasi pekerjaan dan penggunaan biaya yang efisien
 - b. PT. PJB – UPGRK, dimana dengan mengaplikasikan penelitian ini mendapatkan peningkatan *profit* dari realisasi *overhaul* yang lebih cepat dari durasi deklarasi, dan pada sisi lainnya dengan peningkatan kualitas proses dapat menjamin kehandalan unit yang telah di inspeksi.
 - c. PT. MKP, dimana dengan mengaplikasikan penelitian ini, menjadikan personil *outsourcing* lebih nyaman dan bersinergi melaksanakan kegiatan – kegiatan *overhaul* karena dengan skema beban kerja yang lebih baik dapat menjaga kualitas psikologis sehingga dapat konsisten dalam melaksanakan pekerjaan.

5.2. Saran

1. Untuk meningkatkan kedisiplinan dan *performance* dari jasa tenaga kerja yang telah di kontrak, harus ada pembuatan *service level agreement* agar para *outsourcing* yang di kontrak sungguh – sungguh dalam melakukan tugas dan kewajiban yang di berikan.
2. Dengan mengaplikasikan pola dua shift pada *overhaul major inspection* dari 32 hari menjadi 18 perlu adanya apresiasi dari manajemen PT PJB agar para karyawannya tidak mengalami demotivasi yang diakibatkan oleh pemotongan jam kerja lembur yang akan mengurangi perolehan remunerasi tiap *project mayor inspection gas turbine*.

3. Diperlukan penelitian dan regulasi yang serupa pada unit kerja lainnya, karena jika pola kerja ini hanya di aplikasikan pada unit pembangkit PLTGU gresik, keinginan *outsourcing* untuk bekerja di PLTGU gresik akan berkurang akibat berkurangnya penghasilan dikarenakan durasi *overhaul* yang lebih pendek.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Bernard, W., 2008. *Introduction to Management Science* (Sains Manajemen). *Eighth Edition*. Salemba Empat
- Das, B., Venkatadri, U., Pandey, P., 2014. 'Applying lean manufacturing system to improving productivity of air conditioning coil manufacturing'. *International Journal Advanced Manufacturing Technology*.
- Dorrian, J., & D Baulk, S., & Dawson, D., 2011. 'Work hours, workload, sleep and fatigue in Australian Rail Industry employees'.
- Gaspersz, V., 2006. *Continuous Cost Reduction Through Lean-Sigma Approach*, Strategi Dramatik Reduksi Biaya dan Pemborosan Menggunakan *Lean-Sigma*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Gaspersz, V., 2007. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*, Strategi Dramatik Reduksi Cacat/Kesalahan, Biaya, Inventori, dan Lead Time dalam Waktu Kurang dari 6 Bulan. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Gitosudarmo, I., 2002. *Manajemen Operasi*. Edisi Kedua. Yogyakarta : BPFE Yogyakarta
- Grier, R.A., 2015. "How High Is High? A Meta-Analysis Of NASA-TLX Global Workload Scores"
- Hancock, P.A., & Meshkati, N., 1988. *Human Mental Workload*. North Holland: Elsevier.
- Handoko, H., 2000. *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta : BPFE Yogyakarta
- Hart, S.G., & Staveland, L.E., 1981. *Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research*. Amsterdam: North Holland Press.
- Heizer, J., & Render, B., 2006. *Operations Management*. Edisi Ketujuh. Terjemahan Setyoningsih, Dwianoeprawati dan Almahdy, Indra. Jakarta: Salemba Empat
- Henry, R.J., 1988. *Human Mental Workload*. New York, USA: Elsevier.

- Hicks, C., Heidrich O., McGovern, T., & Donnelly, T., 2004. 'A functional model of supply chains and waste'. *International Journal of Production Economics*.
- Hines, P., & Taylor, D., 2000. *Going Lean*. Cardiff, UK : *Lean Enterprise Center, Cardiff Business School*
- Hoonakker, P., Carayon, P., Gurses, A.P., Brown, R., Khunlertkit, A., McGuire, K., & Walker, J.M., 2011. *Measuring workload of ICU nurses with a questionnaire survey: the NASA Task Load Index (TLX)*. *IIE Transactions on Healthcare Systems Engineering*, 1(2), 131-143
- Hwang, S.L., & Yau, Y.J., & Lin, Yu-Ting & Chen, J.H., & Huang, T.H., & Yenn, T.C., & Hsu, C.C., 2007. *A Mental Workload Predictor Model for the Design of Pre Alarm Systems*
- Ma'arif, S.M., & Tanjung, H., 2003. *Manajemen Operasi*. Jakarta: Grasindo
- Melton, T., 2005. 'The Benefits of Lean Manufacturing What Lean Thinking has to Offer the Process Industries'. *Chemical Engineering Research and Design*.
- Murahartawaty., 2005. *Penjadwalan dan Jaringan Kerja*. Sekolah Tinggi Teknologi Telkom. [http:// if29noltiga.9.forumer.com/index.php](http://if29noltiga.9.forumer.com/index.php)
- Muslich, M., 2009. *Metode Pengambilan Keputusan Kuantitatif*. Jakarta: Bumi Aksara
- Nurhayati., 2010. *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Nurmianto, Eko., 1996. *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Surabaya: Guna Widya.
- PT PLN (Persero)., 2007. *Prosedur Tetap Deklarasi Kondisi Pembangkit dan Indeks Kinerja Pembangkit PT PLN (Persero) No. PLN/DKP-IKP/2007-01*
- Prasetya, H., & Lukiastuti, F., 2009. *Manajemen Operasi*. Yogyakarta: MedPress
- Prawirosentono, S., 2007. *Manajemen Operasi (Operations Management) Analisis dan Studi Kasus*. Jakarta: Bumi Aksara
- Rawabdeh, I.A., 2005. 'A model for the assessment of waste in job shop environments'. *International Journal of Operation & Production Management*.
- Sanders, M.S., & McCormick, E.J., 1993. *Human factors in engineering and design (7th ed.)*. New York, NY, England: McGraw-Hill Book Company.

- Santosa, B., 2003. Manajemen Proyek. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
Surabaya : Guna Widya
- Santosa, B., 2009. Manajemen Proyek. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Setianingrum, Ginanjar. (2011). Analisis Dan Simulasi Percepatan Aktivitas PERT
(*Program Evaluation and Review Technique*).
- Soeharto, I., 2002. Studi Kelayakan Proyek Industri. Jakarta: Erlangga
- Susilowati., 1999, "Analisis Beban Kerja Mental dengan menggunakan Metode
NASA-TLX"
- Sutalaksana., Iftikar, Z., Anggawisastra., & Jann, H.T., (1979). Teknik Tata Cara
Kerja. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Taghizadegan, S., 2014. *Mastering Lean Six Sigma, Advanced Black Belt Concept*.
New York: Momentum Press
- Tampubolon, M.P., 2004. Manajemen Operational (Operations Managemen).
Jakarta: Ghalia Indonesia
- Wignjosoebroto, S., 1992. Teknik Tata Cara dan Pengukuran Kerja. Surabaya:
Guna Widya.
- Wignjosoebroto, S., 1995. Ergonomi, Studi Gerak Dan Waktu. Teknik Analisis
Untuk Peningkatan Produktivitas kerja, Edisi Pertama. PT. Guna Widya:
Jakarta.
- Wilson, L., 2010. *How to Implement Lean Manufacturing*. United States:
McGrawHill Companies

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Appendix A

Data Pengamatan *Work Sampling* Pada *Overhaul Mayor Inspection* GT 2.3

A.1 Lembar Pengamatan 1

3 Oktober 2018				
Melepas Isolasi Casing Turbin				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
1	Terlambat Masuk Kerja			15
2	Mempersiapkan Alat Dan APD		2	
3	Moving		1	
4	Mulai Melepas Isolasi	7		
5	Menunggu		1	
6	Kerja	1		
7	Moving		1	
8	Kerja	4		
9	Moving		1	
10	Kerja	18		
11	Menunggu Crane		5	
12	Setting Block Chain		13	
13	Memindahkan Isolasi Ke Layout	3		
14	Moving		2	
15	Kerja	14		
16	Moving		1	
17	Kerja	21		
18	Memindahkan Isolasi Ke Layout		4	
19	Moving		3	
20	Kerja	16		
21	Moving		4	
22	Kerja	14		
23	Moving		3	
24	Memindahkan Isolasi Ke Layout	5		
Dis-Assembly Manhole Turbin				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
25	Persiapan Alat Dan APD		2	
26	Moving Dari Tool Ke Unit		3	
27	Melepas Baut Manhole , 48 Ea, Paralel 2 Sisi	36		

28	Istirahat Lebih Awal			10
29	Telat			20
30	Persiapan Alat Dan APD		3	
31	Moving Dari Tool Ke Unit		2	
32	Melepas Baut Manhole , 48 Ea, Paralel 2 Sisi	25		
33	Moving Crane		4	
34	Lifting Manhole		4	
Lifting Manhole Turbin				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
35	Persiapan Chain Block	5		
36	Menunggu Overhead Crane		6	
37	Moving Overhead Crane		4	
38	Setting Shackle Dan Bolt Eye	7		
39	Lifting		8	
40	Moving Overhead Crane		4	
41	Menaruh Manhole Flange Di Layout	5		
Dis-Assembly Casing Turbin				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
42	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
43	Moving		3	
44	Assembly Bolt Heater Cable		9	
45	Pemanasan Baut D19		6	
46	Lepas Baut D19	3		
47	Telat			10
48	Persiapan Alat Dan APD		2	
49	Moving Dari Tool Ke Unit		2	
50	Pemanasan Baut D19		60	
51	Lepas Baut D19	30		
52	Pulang Lebih Awal			15
	Hasil	214	166	70
	Total Waktu	450		
	% VA			47,56%
	% NNVA			36,89%
	%NVA			15,56%

A.2 Lembar Pengamatan 2

4 Oktober 2018				
Dis-Assembly Casing Turbin				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
1	Terlambat Masuk Kerja			15
2	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
3	Moving		2	
4	Pemanasan Baut D19		108	
5	Lepas Baut D19	54		
6	Pemanasan Baut D06		14	
7	Persiapan Tool		1	
8	Lepas Baut D06	3		
9	Istirahat Lebih Awal			10
10	Telat			20
11	Persiapan Alat Dan APD		3	
12	Moving Dari Tool Ke Unit		2	
13	Pemanasan Baut D02		76	
14	Persiapan Tool		2	
15	Lepas Baut D02	4		
16	Istirahat Lebih Awal			13
17	Telat			10
18	Persiapan Alat Dan APD		3	
19	Moving Dari Tool Ke Unit		2	
20	Pemanasan Baut D02		76	
21	Persiapan Tool		2	
22	Lepas Baut D02	4		
23	Pulang Lebih Awal			23
	Hasil	65	294	91
	Total Waktu	450		
	% VA			14,44%
	% NNVA			65,33%
	%NVA			20,22%

A.3 Lembar Pengamatan 3

5 Oktober 2018				
Dis-Assembly Casing Turbin				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
1	Terlambat Masuk Kerja			15
2	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
3	Moving		2	
4	Pemanasan Baut D02		175	
5	Persiapan Tool		5	
6	Lepas Baut D02	10		
7	Telat			10
8	Persiapan Alat Dan APD		3	
9	Moving Dari Tool Ke Unit		2	
10	Pemanasan Baut D02		64	
11	Persiapan Tool		2	
12	Lepas Baut D15	4		
13	Pemanasan Baut D02		32	
14	Persiapan Tool		1	
15	Lepas Baut D15	2		
16	Telat			10
17	Persiapan Alat Dan APD		3	
18	Moving Dari Tool Ke Unit		2	
19	Pemanasan Baut D02		96	
20	Persiapan Tool		3	
21	Lepas Baut D02	6		
	Hasil	22	393	35
	Total Waktu	450		
	% VA			4,89%
	% NNVA			87,33%
	%NVA			7,78%

A.4 Lembar Pengamatan 4

6 Oktober 2018				
Diassembly V-Bend Coupling				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
1	Terlambat Masuk Kerja			15

2	Mempersiapkan Alat Dan APD		2	
3	Ambil Alat Potong/Grinda		5	
4	Ganti Mata Grinda		2	
5	Persiapan Kabel Extension		8	
6	Masuk Ke Ruang Bakar		1	
7	Pemotongan Baut Pengikat V-Bend	1,5		
8	Melepas V-Bend	1,7		
9	Moving		1	
10	Pemotongan Baut Pengikat V-Bend	1,5		
11	Melepas V-Bend	1,7		
12	Moving		1	
13	Pemotongan Baut Pengikat V-Bend	1,5		
14	Melepas V-Bend	1,7		
15	Moving		1	
16	Pemotongan Baut Pengikat V-Bend	1,5		
17	Melepas V-Bend	1,7		
18	Moving		1	
19	Pemotongan Baut Pengikat V-Bend	1,5		
20	Melepas V-Bend	1,7		
21	Moving		1	
22	Pemotongan Baut Pengikat V-Bend	1,5		
23	Melepas V-Bend	1,7		
24	Moving		1	
25	Pemotongan Baut Pengikat V-Bend	1,5		
26	Melepas V-Bend	1,7		
27	Moving		1	
28	Pemotongan Baut Pengikat V-Bend	1,5		
29	Melepas V-Bend	1,7		
Diassembly Combuster Basket				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
30	Mempersiapkan Alat Dan APD		5	
31	Moving		2	
32	Melepas Baut Pengikat L8, 18 CB		36	

33	Memotong Lock Wire	23,4		
34	Melepas Baut Cross Flame Tube	36		
35	Moving Dan Moving CB Ke Luar Combustion Chamber		13	
Diassembly Transition Piece				
36	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
37	Moving		4	
38	Memotong Wire Lock	10		
39	Istirahat Lebih Awal			10
40	Telat			20
41	Persiapan Alat Dan APD		3	
42	Moving Dari Tool Ke Unit		2	
43	Memotong Wire Lock	37		
44	Melepas Baut TP	58		
45	Telat			10
46	Persiapan Alat Dan APD		3	
47	Moving Dari Tool Ke Unit		2	
48	Melepas Baut TP	90		
49	Pulang Lebih Awal			16
	Hasil	280	98	71
	Total Waktu	450		
	% VA			62,30%
	% NNVA			21,91%
	%NVA			15,79%

A.5 Lembar Pengamatan 5

7 Oktober 2018				
Diassembly Transition Piece				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
1	Terlambat Masuk Kerja			15
2	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
3	Moving		2	
4	Melepas Baut TP	52		
5	Moving TP To Outside Combustion Chamber		9	
6	Menunggu Crane		4	
7	Moving TP To Roll Out Layout		4	
8	Menunggu Crane		4	
9	Moving TP To Roll Out Layout		4	

10	Menunggu Crane		4	
11	Moving TP To Roll Out Layout		4	
12	Menunggu Crane		4	
13	Moving TP To Roll Out Layout		4	
Disassembly Compressor Casing - Diffuser				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
14	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
15	Moving		3	
16	Assembly Bolt Heater To Cable		17	
17	Persiapan Tool		5	
18	Lepas Baut B02	10		
19	Persiapan Tool		6	
20	Lepas Baut B03	18		
21	Pemanasan Baut B04		18	
22	Persiapan Tool		3	
23	Lepas Baut/Gebuk B04	9		
24	Istirahat Lebih Awal			5
25	Telat			20
26	Persiapan Alat Dan APD		3	
27	Moving Dari Tool Ke Unit		2	
28	Pemanasan Baut B04		18	
29	Persiapan Tool		3	
30	Lepas Baut/Gebuk B04	9		
31	Pemanasan Baut B05		34	
32	Persiapan Tool		1	
33	Lepas Baut/Gebuk B05	2		
34	Pemanasan Baut B06		6	
35	Persiapan Tool		1	
36	Lepas Baut/Gebuk B06	3		
37	Pemanasan Baut B09		10	
38	Persiapan Tool		2	
39	Lepas Baut/Gebuk B09	6		
40	Telat			10
41	Persiapan Alat Dan APD		3	
42	Moving Dari Tool Ke Unit		2	
43	Pemanasan Baut C10		76	
44	Persiapan Tool		2	
45	Lepas Baut/Gebuk C10	4		
46	Mengulur Kabel Heater		6	
47	Pulang Lebih Awal			17

	Hasil	113	270	67
	Total Waktu	450		
	% VA			25,12%
	% NNVA			59,99%
	%NVA			14,89%

A.6 Lembar Pengamatan 6

8 Oktober 2018				
Diassembly Compressor Casing - Diffuser				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
1	Terlambat Masuk Kerja			15
2	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
3	Moving		2	
4	Pemanasan Baut C20		106	
5	Lepas/Gebuk Baut C20	6		
6	Mengulur Kabel Heater		1	
7	Pemanasan Baut C12		36	
8	Lepas/Gebuk Baut C12	2		
9	Mengulur Kabel Heater		1	
10	Pemanasan Baut C13		36	
11	Lepas/Gebuk Baut 13	2		
12	Telat			20
13	Persiapan Alat Dan APD		3	
14	Moving Dari Tool Ke Unit		2	
15	Mengulur Kabel Heater		1	
16	Pemanasan Baut C14		32	
17	Lepas/Gebuk Baut C14	2		
18	Mengulur Kabel Heater		1	
19	Pemanasan Baut C15		32	
20	Lepas/Gebuk Baut C15	2		
21	Pemanasan Baut C20		23	
22	Lepas/Gebuk Baut C20	2		
23	Telat			10
24	Persiapan Alat Dan APD		3	
25	Moving Dari Tool Ke Unit		2	
26	Mengulur Kabel Heater		1	
27	Pemanasan Baut C20		52	
28	Lepas/Gebuk Baut C20	4		
29	Mengulur Kabel Heater		1	
30	Pemanasan Baut C21		38	

31	Lepas/Gebuk Baut C21	2		
32	Pulang Lebih Awal			7
	Hasil	22	376	52
	Total Waktu	450		
	% VA			4,89%
	% NNVA			83,56%
	%NVA			11,56%

A.7 Lembar Pengamatan 7

9 Oktober 2018				
Diassembly Compressor Casing - Diffuser				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
1	Terlambat Masuk Kerja			15
2	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
3	Moving		2	
4	Pemanasan Baut C21		38	
5	Lepas/Gebuk Baut C21	2		
6	Lepas/Gebuk Baut C18	12		
7	Pemanasan Baut C19		52	
8	Lepas/Gebuk Baut C19	4		
Lifting Compressor Casing - Diffuser				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
9	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
10	Mengambil Chain Block Dan Seling		12	
11	Menunggu Crane/Moving Crane		4	
12	Setting Chain Block Dan Seling Di Hook	3		
13	Moving Crane		4	
14	Setting Chain Block Dan Seling Di Casing Compressor	4		
15	Lifting Casing Compressor	22		
Check Clearence Thrust Bearing				

No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
16	Mempersiapkan Alat Dan APD		6	
17	Mempersiapkan Dial Indikator Dan Taper		9	
18	Mengukur Clearance Last Blade Compressor	15		
19	Telat			20
20	Persiapan Alat Dan APD		3	
21	Moving Dari Tool Ke Unit		2	
22	Jacking Casing Compressor	5		
23	Mengukur Clearance Last Blade Compressor	5		
24	Setting Jack Untuk Mendorong Rotor	3		
25	Setting Dial Indikator	5		
26	Mendorong Jack Ke Arah Exhaust	2		
27	Melakukan Pengamatan Dan Pencatatan Clearance Thrust Bearing	2		
28	Setting Jack Untuk Mendorong Rotor	2		
29	Mendorong Jack Ke Arah Generator	1		
30	Setting Jack Untuk Mendorong Rotor	2		
31	Setting Dial Indikator	1		
32	Mendorong Jack Ke Arah Exhaust	2		
33	Melakukan Pengamatan Dan Pencatatan Clearance Thrust Bearing	1		
34	Setting Jack Untuk Mendorong Rotor	2		
35	Mendorong Jack Ke Arah Generator	1		
36	Melepas Dial Indikator		1	
Diassembly Thrust Bearing				

No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
37	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
38	Moving		4	
39	Melepas Plate Guide Sisi Kompresor	2		
40	Melepas Thrust Pad Sisi Kompresor	3		
41	Setting Jack Pada Rotor		6	
42	Mendorong Rotor Ke Arah Generator	3		
43	Melepas Plate Guide Sisi Generator	3		
44	Melepas Thrust Pad Sisi Generator	3		
45	Melepas Baut L14 Pengikat Body House Bearing	5		
46	Melepas Body House Bearing Upper	2		
47	Rolling And Remove Body House Bearing Lower	5		
48	Mengembalikan Kembali Peralatan Pada Tool Box		2	
Check Clearence Rotor Sisi Compresor				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
49	Mempersiapkan Alat Dan APD		2	
50	Moving Ke Unit		3	
51	Melakukan Pengukuran Clearance Blade Tip Kompresor	19		
52	Telat			10
53	Persiapan Alat Dan APD		3	
54	Moving Dari Tool Ke Unit		2	
55	Melakukan Pengukuran Clearance Blade Tip Kompresor	8		
56	Break			6

57	Melakukan Pengukuran Clearance Blade Tip Kompresor	11		
58	Diskusi			3
59	Melakukan Pengukuran Clearance Blade Tip Kompresor	14		
60	Diskusi			4
61	Melakukan Pengukuran Clearance Blade Tip Kompresor	17		
62	Break			6
63	Melakukan Pengukuran Clearance Blade Tip Kompresor	12		
64	Melakukan Pengukuran Clearance Blade Tip Kompresor	13		
65	Pulang Lebih Awal			11
	Hasil	214	161	75
	Total Waktu	450		
	% VA			47,56%
	% NNVA			35,78%
	%NVA			16,67%

A.8 Lembar Pengamatan 8

10 Oktober 2018				
Check Clearance Rotor Sisi Turbin				
No	Aktivitas	Value Added (Min)	Necessary Non Value Added (Min)	Non Value Added (Min)
1	Terlambat Masuk Kerja			15
2	Mempersiapkan Alat Dan APD		2	
3	Moving Ke Unit		3	
4	Melakukan Pengukuran Clearance Blade Tip Kompresor	17		
5	Break			5
6	Melakukan Pengukuran Clearance Blade Tip Kompresor	14		
7	Diskusi			3

8	Melakukan Pengukuran Clearance Blade Tip Kompresor	15		
9	Diskusi			4
10	Melakukan Pengukuran Clearance Blade Tip Kompresor	16		
11	Break			6
12	Melakukan Pengukuran Clearance Blade Tip Kompresor	10		
Lifting Rotor				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
13	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
14	Mengambil Chain Block Dan Seling	7		
15	Menunggu Crane/Moving Crane		6	
16	Setting Chain Block Dan Seling Di Hook	18		
17	Moving Crane		6	
18	Setting Chain Block Dan Seling Di Rotor	10		
19	Lifting		37	
20	Moving Crane To Layout		11	
21	Istirahat Lebih Awal			2
Disassembly Pin Dowel Lower				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
22	Telat Masuk Kerja			20
23	Mempersiapkan Alat Dan APD		8	
24	Moving Ke Unit		3	
25	Buka Cover Pin Dowel #4	8		
26	Setting Jack	2		
27	Pull Out Pin Dowel #4	2		
28	Moving		1	
29	Buka Cover Pin Dowel #3	8		
30	Setting Jack	2		
31	Pull Out Pin Dowel #3	2		
32	Moving		1	
33	Buka Cover Pin Dowel #2	8		
34	Setting Jack	2		

35	Pull Out Pin Dowel #2	2		
Lifting Blade Ring Lower #4				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
36	Operator Menuju Crane		9	
37	Moving Crane Ke Unit		4	
38	Lower Down Hook		3	
39	Setting Chain Block		4	
40	Lifting Blade Ring #4	4		
41	Moving Crane Ke Layout	3		
42	Menurunkan Blade Ring Ke Layout	4		
Lifting Blade Ring Lower #3				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
43	Menaikan Hook		4	
44	Moving Crane Ke Unit		3,5	
45	Lifting Blade Ring #3	4		
46	Moving Crane Ke Layout	4		
47	Menurunkan Blade Ring Ke Layout	5		
Diassembly Seal Housing Lower #4				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
48	Telat			10
49	Persiapan Alat Dan APD		3	
50	Moving Dari Tool Ke Unit		2	
51	Lepas Baut + Lock	12		
52	Pull Out Seal Housing	3		
Diassembly Vane Segment Lower #4				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
53	Mempersiapkan Alat Dan APD		5	
54	Moving		4	
55	Lepas Pin Dowel Vane Segment	23		

56	Lepas Imping Plate	9		
57	Lepas Vane Segment	13		
58	Setting Shackle		8	
59	Lepas Vane Segment	18		
60	Pulang Lebih Awal			6
	Hasil	244	135	71
	Total Waktu	450		
	% VA			54,28%
	% NNVA			29,92%
	%NVA			15,80%

A.9 Lembar Pengamatan 9

11 Oktober 2018				
Lifting Blade Ring Lower #2				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
1	Terlambat Masuk Kerja			15
2	Operator Menuju Crane		9	
3	Moving Crane Ke Unit		4	
4	Lower Down Hook		3	
5	Lifting Blade Ring #2	4		
6	Moving Crane Ke Layout	4		
7	Menurunkan Blade Ring Ke Layout	5		
Diassembly Seal Housing Lower #2				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
8	Mempersiapkan Alat Dan APD		4	
9	Moving		3	
10	Lepas Baut + Lock	11		
11	Pull Out Seal Housing	3		
Diassembly Vane Segment Lower #2				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>

12	Mempersiapkan Alat Dan APD		4	
13	Moving		3	
14	Lepas Pin Dowel Vane Segment	21		
15	Lepas Imping Plate	9		
16	Lepas Vane Segment	13		
17	Setting Shackle		5	
18	Lepas Vane Segment	17		
Cleaning Rail Vane Segment #2 Lower				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
19	Persiapan Blander/Alat Las		6	
20	Heating Surface		7	
21	Cleaning With Brush Grinding	9		
22	Heating Surface		6	
23	Cleaning With Brush Grinding	8		
24	Heating Surface		5	
25	Cleaning With Brush Grinding	7		
26	Heating Surface		6	
27	Cleaning With Brush Grinding		7	
28	Istirahat Lebih Awal			7
Assembly Vane Segment Lower #2				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
29	Terlambat Masuk			20
30	Mempersiapkan Alat Dan APD		4	
31	Moving		3	
32	Memindahkan Vane		5	
33	Pasang Vane Segment	37		
34	Mencari Tool		6	
35	Pasang Pin Dowel Vane Segment	8		
36	Pasang Imping Plate	23		
Assembly Wiring Torque Pin Blade Ring Upper - Lower #2				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>

37	Mempersiapkan Alat Dan APD		4	
38	Moving		3	
39	Tightening Bolt	7		
40	Telat			16
41	Persiapan Alat Dan APD		3	
42	Moving Dari Tool Ke Unit		2	
43	Tightening Bolt	15		
44	Ambil Wire			6
45	Wiring Lock	9		
46	Break			4
47	Wiring Lock	13		
Assembly Blade Ring Row #2 For Adjusting Seal Housing				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
48	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
49	Mengambil Chain Block Dan Seling		5	
50	Menunggu Crane/Moving Crane		3	
51	Setting Chain Block Dan Seling Di Hook	3		
52	Assembly Seal Housing To Blade Ring	38		
	Hasil	267	115	68
	Total Waktu	450		
	% VA			59,33%
	% NNVA			25,56%
	%NVA			15,11%

A.10 Lembar Pengamatan 10

12 Oktober 2018				
Assembly Blade Ring Row #2 For Adjusting Seal Housing				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
1	Terlambat Masuk Kerja			15

2	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
3	Moving		2	
4	Coupling Blade Ring Upper To Lower	24		
5	Lifting Blade Ring To Stand	17		
Adjusting Seal Housing #2				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
6	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
7	Moving		3	
8	Memasang Tali Level	1		
9	Persiapan Tool		5	
10	Adjusting	44		
11	Pencatatan Pengukuran		5	
Locking & Welding Hexagonal Seal Housing #2				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
12	Ambil Tool		5	
13	Lock Washer Hexagonal Pin	16		
14	Persiapan Mesin Welder		6	
15	Pengelasan Hexagonal Blade Ring	23		
Check T/C Blade Ring Row #2				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
16	Ambil Thermocouple		3	
17	Cek T/C	8		
18	Istirahat Lebih Awal			14
Repositioning T/C Guide Row #2				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
19	Terlambat Masuk Kerja			20
20	Mempersiapkan Alat Dan APD		5	
21	Moving		2	
22	Menurunkan Blade Ring Ke Layout		8	

23	Disscouple Blade Ring	13		
24	Assembly Tool		2	
25	Repositioning Guide	35		
26	Coupling Blade Ring Upper To Lower	27		
27	Cek T/C	7		
Diassembly Blade Ring Row #2 After Adjusting				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
28	Terlambat Masuk Kerja			10
29	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
30	Moving		4	
31	Setting Chain Block Dan Seling		9	
32	Disscouple Blade Ring	14		
33	Disscouple Seal Housing	18		
Assembly Blade Ring Row #3 For Adjusting Seal Housing				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
33	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
34	Mengambil Chain Block Dan Seling		8	
35	Menunggu Crane/Moving Crane		5	
36	Setting Chain Block Dan Seling Di Hook	3		
37	Assembly Seal Housing To Blade Ring	42		
38	Pulang Lebih Awal			12
	Hasil	292	87	71
	Total Waktu	450		
	% VA			64,89%
	% NNVA			19,33%
	%NVA			15,78%

A.11 Lembar Pengamatan 11

13 Oktober 2018				
Assembly Blade Ring Row #3 For Adjusting Seal Housing				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
1	Terlambat Masuk Kerja			13
2	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
3	Moving		4	
4	Coupling Blade Ring Upper To Lower	32		
5	Lifting Blade Ring To Stand	19		
Adjusting Seal Housing #3				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
6	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
7	Moving		3	
8	Memasang Tali Level	1		
9	Persiapan Tool		5	
10	Adjusting	46		
11	Pencatatan Pengukuran		6	
Locking & Welding Hexagonal Seal Housing #3				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
12	Ambil Tool		5	
13	Lock Washer Hexagonal Pin	21		
14	Persiapan Mesin Welder		5	
15	Pengelasan Hexagonal Blade Ring	24		
Check T/C Blade Ring Row #3				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
16	Ambil Thermocouple		5	
17	Cek T/C	11		
18	Istirahat Lebih Awal			14

Repositioning T/C Guide Row #3				
No	Aktivitas	Value Added (Min)	Necessary Non Value Added (Min)	Non Value Added (Min)
19	Terlambat Masuk Kerja			20
20	Mempersiapkan Alat Dan APD		7	
21	Moving		2	
22	Menurunkan Blade Ring Ke Layout		8	
23	Disassemble Blade Ring	13		
24	Assembly Tool		2	
25	Repositioning Guide	36		
26	Coupling Blade Ring Upper To Lower	25		
27	Cek T/C	7		
Disassembly Blade Ring Row #3 After Adjusting				
28	Terlambat Masuk Kerja			10
29	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
30	Moving		3	
31	Setting Chain Block Dan Seling		6	
32	Disassemble Blade Ring	12		
33	Disassemble Seal Housing	16		
Assembly Blade Ring Row #4 For Adjusting Seal Housing				
34	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
35	Mengambil Chain Block Dan Seling		8	
36	Menunggu Crane/Moving Crane		4	
37	Setting Chain Block Dan Seling Di Hook	3		
38	Assembly Seal Housing To Blade Ring	40		
39	Pulang Lebih Awal			5
	Hasil	300	88	62
	Total Waktu	450		
	% VA			66,67%
	% NA			19,56%
	%NVA			13,78%

A.12 Lembar Pengamatan 12

14 Oktober 2018				
Assembly Blade Ring Row #4 For Adjusting Seal Housing				
No	Aktivitas	Value Added (Min)	Necessary Non Value Added (Min)	Non Value Added (Min)
1	Terlambat Masuk Kerja			15
2	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
3	Moving		2	
4	Coupling Blade Ring Upper To Lower	27		
5	Lifting Blade Ring To Stand	19		
Adjusting Seal Hosuing #4				
No	Aktivitas	Value Added (Min)	Necessary Non Value Added (Min)	Non Value Added (Min)
6	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
7	Moving		3	
8	Memasang Tali Level	1		
9	Persiapan Tool		6	
10	Adjusting	48		
11	Pencatatan Pengukuran		7	
Locking & Welding Hexagonal Seal Housing #4				
No	Aktivitas	Value Added (Min)	Necessary Non Value Added (Min)	Non Value Added (Min)
12	Ambil Tool		5	
13	Lock Washer Hexagonal Pin	18		
14	Persiapan Mesin Welder		7	
15	Pengelasan Hexagonal Blade Ring	23		
Check T/C Blade Ring Row #4				
16	Ambil Thermocouple		4	
17	Cek T/C	9		
18	Istirahat Lebih Awal			14
Repositioning T/C Guide Row #4				
19	Terlambat Masuk Kerja			20
20	Mempersiapkan Alat Dan APD		7	
21	Moving		3	

22	Menurunkan Blade Ring Ke Layout		8	
23	Disssouple Blade Ring	13		
24	Assembly Tool		3	
25	Repositioning Guide	40		
26	Coupling Blade Ring Upper To Lower	27		
27	Cek T/C	7		
Diassembly Blade Ring Row #4 After Adjusting				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
28	Terlambat Masuk Kerja			10
29	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
30	Moving		3	
31	Setting Chain Block Dan Seling		5	
32	Disssouple Blade Ring	12		
33	Disssouple Seal Housing	18		
Assembly Blade Ring Lower #4 To Casing				
34	Moving Crane Ke Layout		6	
35	Menurunkan Hook		4	
36	Lifting Blade Ring #4	7		
37	Moving Crane Ke Unit		4	
38	Menurunkan Blade Ring #3 Ke Casing	7		
39	Menaikan Hook		3	
Assembly Pin Dowel Blade Ring Lower #4				
40	Mempersiapkan Alat Dan APD		4	
41	Moving Ke Unit		3	
42	Assembly Pin Dowel #4	2		
43	Pasang Cover Pin Dowel #4	8		
Pemasangan Lead Wire Blade Ring				
44	Mempersiapkan Alat Dan APD		4	
45	Moving Ke Unit		3	
46	Pemasangan Lead Wire	8		
47	Pulang Lebih Awal			5
	Hasil	284	102	64
	Total Waktu	450		
	% VA			63,11%
	% NNVA			22,67%
	%NVA			14,22%

A.13 Lembar Pengamatan 13

15 Oktober 2018				
Pemasangan Lead Wire Blade Ring				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
1	Terlambat Masuk Kerja			15
2	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
3	Moving		2	
4	Pemasangan Lead Wire	19		
Lifting Rotor (Roll In)				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
5	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
6	Mengambil Chain Block Dan Seling	7		
7	Menunggu Crane/Moving Crane		6	
8	Setting Chain Block Dan Seling Di Hook	18		
9	Moving Crane		6	
10	Setting Chain Block Dan Seling Di Rotor	10		
11	Lifting Rotor	13		
12	Prusian Blue Check	7		
13	Moving Crane To Casing		11	
14	Menurunkan Rotor Casing	37		
Lift Up Rotor (After Lead Wire Contact)				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
15	Lifting	37		
16	Moving Crane To Layout		11	
17	Istirahat Lebih Awal			5
Lifting Rotor (Final)				

No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
18	Terlambat Masuk Kerja			20
19	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
20	Mengambil Chain Block Dan Seling	7		
21	Menunggu Crane/Moving Crane		6	
22	Setting Chain Block Dan Seling Di Hook	16		
23	Moving Crane		6	
24	Setting Chain Block Dan Seling Di Rotor	8		
25	Lifting Rotor	11		
26	Moving Crane To Casing		11	
27	Menurunkan Rotor Casing	32		
Lifting Journal Bearing 2 Upper (Assembly)				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
28	Terlambat Masuk Kerja			11
29	Moving Operator Menuju Crane		5	
30	Moving Crane Ke Layout		3	
31	Menurunkan Hook		4	
32	Menata Chain Block Dan Seling	11		
33	Lifting Journal Bearing		4	
34	Moving To Rotor		4	
35	Menurunkan Journal Bearing Upper		4	
Assembly Journal Bearing 2 Upper				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
36	Mempersiapkan Alat Dan APD		4	
37	Moving Ke Unit		4	
38	Assembly Journal Bearing	15		
Contact Check Journal Bearing 2 Upper				

No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
39	Mempersiapkan Alat Dan APD		9	
40	Mempersiapkan Dial Indikator		6	
41	Cleaning Bearing Menggunakan Thinner Dan Air Blow	4		
42	Pengencangan Baut Temporary Dan Melakukan Pengamatan Dial		4	
43	Pencatatan Pengukuran	1		
44	Cleaning Bearing Menggunakan Thinner Dan Air Blow	4		
45	Pengencangan Baut Temporary Dan Melakukan Pengamatan Dial		4	
46	Pencatatan Pengukuran	1		
47	Cleaning Bearing Menggunakan Thinner Dan Air Blow	4		
48	Pengencangan Baut Temporary Dan Melakukan Pengamatan Dial		4	
49	Pencatatan Pengukuran	1		
50	Plug Lubang Baut		7	
51	Pulang Lebih Awal			13
	Hasil	253	133	64
	Total Waktu	450		
	% VA			56,22%
	% NNVA			29,56%
	%NVA			14,22%

A.14 Lembar Pengamatan 14

16 Oktober 2018				
Lifting Journal Bearing 1 Upper (Assembly)				
No	Aktivitas	Value Added (Min)	Necessary Non Value Added (Min)	Non Value Added (Min)
1	Terlambat Masuk Kerja			15
2	Moving Operator Menuju Crane		4	
3	Moving Crane Ke Layout		3	
4	Menurunkan Hook		4	
5	Menata Chain Block Dan Seling	9		
6	Lifting Journal Bearing		4	
7	Moving To Rotor		4	
8	Menurunkan Journal Bearing Upper		4	
Assembly Journal Bearing 1 Upper				
No	Aktivitas	Value Added (Min)	Necessary Non Value Added (Min)	Non Value Added (Min)
9	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
10	Moving Ke Unit		3	
11	Assembly Journal Bearing	11		
Contact Check Journal Bearing 1 Upper				
No	Aktivitas	Value Added (Min)	Necessary Non Value Added (Min)	Non Value Added (Min)
12	Mempersiapkan Alat Dan APD		8	
13	Mempersiapkan Dial Indikator		5	
14	Cleaning Bearing Menggunakan Thinner Dan Air Blow	3		
15	Pengencangan Baut Temporary Dan Melakukan Pengamatan Dial		4	
16	Pencatatan Pengukuran	1		
17	Cleaning Bearing Menggunakan Thinner Dan Air Blow	3		
18	Pengencangan Baut Temporary Dan Melakukan Pengamatan Dial		4	
19	Pencatatan Pengukuran	1		

20	Cleaning Bearing Menggunakan Thinner Dan Air Blow	2		
21	Pengencangan Baut Temporary Dan Melakukan Pengamatan Dial		4	
22	Pencatatan Pengukuran	1		
23	Plug Lubang Baut		7	
Assembly Thrust Bearing				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
24	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
25	Moving		3	
26	Rolling And Assembly Body House Bearing Lower	4		
27	Memasang Body House Bearing Upper	2		
28	Pasang Baut L14 Pengikat Body House Bearing	4		
29	Pasang Thrust Pad Sisi Generator	2		
30	Pasang Plate Guide Sisi Generator	2		
31	Setting Jack Pada Rotor		3	
32	Mendorong Rotor Ke Arah Kompresor	2		
33	Memasang Thrust Pad Sisi Kompresor	3		
34	Memasang Plate Guide Sisi Kompresor	2		
35	Mengembalikan Kembali Peralatan Pada Tool Box		2	
Check Clearence Thrust Bearing				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
36	Mempersiapkan Alat Dan APD		6	
37	Mempersiapkan Dial Indikator Dan Taper		9	
38	Mengukur Clearance Last Blade Compressor	13		
39	Jacking Casing Compressor	5		
40	Mengukur Clearance Last Blade Compressor	5		

41	Setting Jack Untuk Mendorong Rotor	3		
42	Setting Dial Indikator	5		
43	Mendorong Jack Ke Arah Exhaust	2		
44	Melakukan Pengamatan Dan Pencatatan Clearance Thrust Bearing	2		
45	Setting Jack Untuk Mendorong Rotor	2		
46	Mendorong Jack Ke Arah Generator	1		
47	Setting Jack Untuk Mendorong Rotor	2		
48	Setting Dial Indikator	1		
49	Mendorong Jack Ke Arah Exhaust	2		
50	Melakukan Pengamatan Dan Pencatatan Clearance Thrust Bearing	1		
51	Setting Jack Untuk Mendorong Rotor	2		
52	Mendorong Jack Ke Arah Generator	1		
53	Melepas Dial Indikator		1	
Lifting Cover Thrust Bearing				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
54	Terlambat Masuk Kerja			20
55	Moving Operator Menuju Crane		4	
56	Moving Crane Ke Layout		3	
57	Menurunkan Hook		4	
58	Menata Chain Block Dan Seling	7		
59	Lifting Cover Thrust Bearing		4	
60	Moving To Rotor		3	
61	Menurunkancover Thrust Bearing Upper		4	
Assembly Cover Thrust Bearing				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
62	Mempersiapkan Alat Dan APD		4	
63	Moving Ke Unit		3	
64	Assembly Cover Thrust Bearing	12		
Lifting Torque Tube				

No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
65	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
66	Mengambil Chain Block Dan Seling		12	
67	Menunggu Crane/Moving Crane		4	
68	Setting Chain Block Dan Seling Di Hook	3		
69	Moving Crane		4	
70	Setting Chain Block Dan Seling Di Torque Tube	4		
71	Lifting Torque Tube To Lapping	6		
72	Lapping Surface	9		
73	Istirahat Lebih Awal			5
74	Telat Masuk Kerja			10
75	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
76	Moving		2	
77	Moving Torque To Rotor	6		
78	Lifting Torque Tube To Rotor	17		
Assembly Torque Tube House				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
79	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
80	Moving		3	
81	Tightening Bolt C03, 8ea, 2 Sisi	16		
82	Tightening Bolt C25, 4ea, 2 Sisi	8		
83	Tightening Bolt C24, 10ea, 2 Sisi	20		
84	Tightening Bolt C07, 6ea, 2 Sisi	12		
85	Tightening Bolt C06, 4ea, 2 Sisi	8		
86	Tightening Bolt C05, 2ea, 2 Sisi	4		
87	Tightening Bolt C02, 2ea, 2 Sisi	4		
88	Pulang Lebih Awal			4
	Hasil	238	158	54
	Total Waktu	450		
	% VA			52,89%
	% NNVA			35,11%
	%NVA			12,00%

A.15 Lembar Pengamatan 15

17 Oktober 2018				
Lifting Compressor Casing - Diffuser (Lead Wire Contact)				
No	Aktivitas	Value Added (Min)	Necessary Non Value Added (Min)	Non Value Added (Min)
1	Terlambat Masuk Kerja			15
2	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
3	Mengambil Chain Block Dan Seling	7		
4	Menunggu Crane/Moving Crane		6	
5	Setting Chain Block Dan Seling Di Hook	18		
6	Moving Crane		6	
7	Setting Chain Block Dan Seling Di Casing Compressor	10		
8	Lifting Casing Compressor	13		
9	Moving Crane To Rotor		11	
10	Menurunkan Casing Compressor	37		
11	Mengambil Alat Dan Pull In Temporary Bolt		7	
12	Mengambil Alat Dan Assembly Bolt Temporary	19		
Lift Up Compressor Casing - Diffuser (After Lead Wire Contact)				
No	Aktivitas	Value Added (Min)	Necessary Non Value Added (Min)	Non Value Added (Min)
13	Dissassy Bolt Temporary	24		
14	Lifting	37		
15	Moving Crane To Layout		11	
Lifting Compressor Casing - Diffuser (Final Assembly)				
No	Aktivitas	Value Added (Min)	Necessary Non Value Added (Min)	Non Value Added (Min)
16	Terlambat Masuk Kerja			20
17	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
18	Menunggu Crane/Moving Crane		6	
19	Lifting Casing Compressor	13		

20	Moving Crane To Rotor		11	
21	Menurunkan Casing Compressor	20		
22	Mengoles Leansheet Oil	37	7	
23	Menurunkan Casing Compressor	17		
Lifting Exhaust Cylinder				
24	Terlambat Masuk Kerja			10
25	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
26	Mengambil Chain Block Dan Seling	7		
27	Menunggu Crane/Moving Crane		6	
28	Setting Chain Block Dan Seling Di Hook	18		
29	Moving Crane		6	
30	Setting Chain Block Dan Seling Di Exhaust Cylinder	10		
31	Lifting Casing Exhaust Cylinder	3		
32	Lapping Bottom Surface	21		
33	Lifting Down Casing Exhaust Cylinder		3	
34	Pulang Lebih Awal			5
	Hasil	311	89	50
	Total Waktu	450		
	% VA			69,11%
	% NNVA			19,78%
	%NVA			11,11%

A.16 Lembar Pengamatan 16

18 Oktober 2018				
Lifting Exhaust Cylinder				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
1	Terlambat Masuk Kerja			15
2	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
3	Mempersiapkan Peralatan Las		6	
4	Welding Crack	47		
5	Lapping Bottom Surface	27		
6	Moving Crane To Rotor		11	
7	Menurunkan Exhaust Cylinder	20		
8	Mengoles Sealant		7	
9	Menurunkan Exhaust Cylinder	17		
Assembly Exhaust Cylinder (Inner Bolt)				

No	Aktivitas	Value Added (Min)	Necessary Non Value Added (Min)	Non Value Added (Min)
10	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
11	Moving		2	
12	Temporary Bolt D10, 7ea, 2 Sisi	28		
13	Temporary Bolt D12, 2ea, 2 Sisi	8		
14	Istirahat Lebih Awal			16
15	Terlambat Masuk Kerja			20
16	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
17	Moving		2	
18	Momen Bolt D10, 7ea, 2 Sisi	24		
19	Momen Bolt D12, 2ea, 2 Sisi	6		
20	Tightening Bolt D10, 7ea, 2 Sisi	24		
21	Tightening Bolt D12, 2ea, 2 Sisi	6		
22	Realese Bolt Temporary Bolt D10, 7ea, 2 Sisi	28		
23	Realese Bolt Temporary Bolt D12, 2ea, 2 Sisi	8		
24	Terlambat Masuk Kerja			10
25	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
26	Moving		2	
27	Temporary Bolt D10, 7ea, 2 Sisi	28		
28	Temporary Bolt D12, 2ea, 2 Sisi	8		
29	Momen Bolt D10, 7ea, 2 Sisi	24		
30	Momen Bolt D12, 2ea, 2 Sisi	6		
31	Tightening Bolt D10, 7ea, 2 Sisi	24		
32	Pulang Lebih Awal			14
	Hasil	333	42	75
	Total Waktu	450		
	% VA			74,00 %
	% NNVA			9,33%
	%NVA			16,67 %

A.17 Lembar Pengamatan 17

19 Oktober 2018				
Assembly Exhaust Cylinder (Inner Bolt)				
No	Aktivitas	Value Added (Min)	Necessary Non Value Added (Min)	Non Value Added (Min)
1	Terlambat Masuk Kerja			15
2	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
3	Moving		2	
4	Tightening Bolt D12, 2ea, 2 Sisi	6		
5	Tightening Bolt D37, 4ea, 2 Sisi	12		
6	Tightening Bolt D14, 4ea, 2 Sisi	12		
7	Tightening Bolt D09, 4ea, 2 Sisi	12		
8	Tightening Bolt D08, 76ea, 2 Sisi	138		
9	Istirahat Lebih Awal			10
10	Terlambat Masuk Kerja			20
11	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
12	Moving		2	
13	Tightening Bolt D08, 76ea, 2 Sisi	90		
14	Tightening Bolt D11, 10ea, 2 Sisi	6		
15	Terlambat Masuk Kerja			10
16	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
17	Moving		2	
18	Tightening Bolt D11, 10ea, 2 Sisi	24		
19	Tightening Bolt D07, 8ea, 2 Sisi	24		
20	Ambil Tool Dan Wire		8	
21	Wiring Lock Bolt D10, 14ea, 2 Sisi	36		
22	Pulang Kerja Lebih Awal			12
	Hasil	360	23	67
	Total Waktu	450		
	% VA			80,00%
	% NNVA			5,11%
	%NVA			14,89%

A.18 Lembar Pengamatan 18

20 Oktober 2018				
Assembly Exhaust Cylinder (Inner Bolt)				
No	Aktivitas	Value Added (Min)	Necessary Non Value Added (Min)	Non Value Added (Min)
1	Terlambat Masuk Kerja			15
2	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
3	Moving		2	
4	Wiring Lock Bolt D10, 14ea, 2 Sisi	6		
5	Wiring Lock Bolt D12, 4ea, 2 Sisi	12		
6	Wiring Lock Bolt D37, 4ea, 2 Sisi	12		
7	Wiring Lock Bolt D14, 4ea, 2 Sisi	12		
8	Wiring Lock Bolt D09, 4ea, 2 Sisi	12		
9	Wiring Lock Bolt D08, 76ea, 2 Sisi	126		
10	Istirahat Lebih Awal			10
11	Terlambat Masuk Kerja			20
12	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
13	Moving		2	
14	Wiring Lock Bolt D08, 76ea, 2 Sisi	102		
15	Terlambat Masuk Kerja			10
16	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
17	Moving		2	
18	Wiring Lock Bolt D11, 10ea, 2 Sisi	30		
19	Wiring Lock Bolt D07, 8ea, 2 Sisi	24		
Lifting Upper Cover OST				
No	Aktivitas	Value Added (Min)	Necessary Non Value Added (Min)	Non Value Added (Min)
20	Moving Operator Menuju Crane		5	
21	Moving Crane Ke Layout		3	
22	Menurunkan Hook		4	
23	Menata Chain Block Dan Seling	7		
24	Lifting Upper Cover OST		4	
25	Moving To Rotor		4	
26	Menurunkan Upper Cover OST		8	
27	Mengoles Sealant		4	
28	Menurunkan Upper Cover OST		3	
29	Pulang Lebih Awal			2
	Hasil	343	50	57
	Total Waktu	450		

	% VA			76,22%
	% NNVA			11,11%
	%NVA			12,67%

A.19 Lembar Pengamatan 19

21 Oktober 2018				
Assembly Upper Cover OST				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
1	Terlambat Masuk Kerja			15
2	Mempersiapkan Alat Dan APD		4	
3	Moving Ke Unit		3	
4	Assembly Upper Cover OST	18		
5	Wiring Bolt	12		
Lifting OST Front Cover				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
6	Moving Operator Menuju Crane		5	
7	Moving Crane Ke Layout		3	
8	Menurunkan Hook		4	
9	Menata Chain Block Dan Seling	7		
10	Lifting Front Cover OST		4	
11	Moving To Rotor		4	
12	Menurunkan Front Cover OST		8	
13	Mengoles Sealant		4	
14	Menurunkan Front Cover OST		3	
Assembly OST Front Cover				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
15	Mempersiapkan Alat Dan APD		4	
16	Moving Ke Unit		3	
17	Assembly Front Cover OST	35		
18	Wiring Bolt	29		
Check Clearence OST (Assembly)				

No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
19	Mempersiapkan Alat Ukur Dan APD		3	
20	Moving		5	
21	Reset Mechanical OST		2	
22	Measure Gap OST	2		
23	Reset Mechanical OST		2	
24	Measure Gap OST	2		
25	Reset Mechanical OST		2	
26	Measure Gap OST	2		
27	Reset Mechanical OST		2	
28	Measure Gap OST	2		
29	Reset Mechanical OST		2	
30	Measure Gap OST	2		
31	Istirahat Lebih Awal			17
Assembly Line Lube Oil				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
32	Terlambat Masuk Kerja			20
33	Mempersiapkan Alat Dan APD		4	
34	Moving Ke Unit		3	
35	Assembly Line Lube OST	35		
36	Wiring Bolt	13		
37	Assembly Cover Line Lube OST	17		
38	Istirahat Lebih Awal			28
Assembly Sensor Axial Displacemnet				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
39	Terlambat Masuk Kerja			10
40	Mempersiapkan Alat Dan APD		4	
41	Moving Ke Unit		3	
42	Kalibrasi Sensor	47		
43	Assembly Support Sensor	14		
44	Wiring Bolt	13		
45	Assembly Cover Wire Sensor	17		
46	Pulang Lebih Awal			12
	Hasil	267	81	102
	Total Waktu	450		

	% VA			59,33%
	% NNVA			18,00%
	%NVA			22,67%

A.19 Lembar Pengamatan 19

22 Oktober 2018				
Lifting Exhaust Manifold				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
1	Terlambat Masuk Kerja			15
2	Mempersiapkan Alat Dan APD		3	
3	Mengambil Chain Block Dan Seling	7		
4	Menunggu Crane/Moving Crane		6	
5	Setting Chain Block Dan Seling Di Hook	18		
6	Moving Crane		6	
7	Setting Chain Block Dan Seling Di Exhaust Manifold	10		
8	Lifting Casing Exhaust Manifold	13		
9	Moving Crane To Rotor		11	
10	Menurunkan Exhaust Manifold	20		
11	Mengoles Leansheet Oil	37	7	
12	Menurunkan Exhaust Manifold	17		
Lifting Vapour Extractor				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
13	Moving Operator Menuju Crane		5	
14	Moving Crane Ke Layout		3	
15	Menurunkan Hook		4	
16	Menata Chain Block Dan Seling	7		
17	Lifting Vapour Extractor		4	
18	Moving To Casing		4	
19	Menurunkan Vapour Extractor		8	
20	Pull In Temporary Bolt	6		
Assembly Vapour Extractor				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>

21	Terlambat Masuk Kerja			20
22	Mempersiapkan Alat Dan APD		4	
23	Moving Ke Unit		3	
24	Assembly Bolt Vapour Extractor	28		
25	Ambil Tool Dan Wire		6	
26	Wiring Bolt	18		
Flushing				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
27	Assembly Filter Oil	12		
28	Circulating Oil By Operator UPGRK	148		
	Hasil	341	74	35
	Total Waktu	450		
	% VA			75,78%
	% NNVA			16,44%
	%NVA			7,78%

A.20 Lembar Pengamatan 20

23 Oktober 2018				
N o	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
1	Assembly Filter Oil	12		
2	Circulating Oil		360	
3	Stop Circulating Oil		30	
4	Dis-Assembly Filter Oil	12		
5	Cleaning Filter Oil And Take Sample Oil	7		
6	Assembly Filter Oil	12		
7	Circulating Oil		360	
8	Stop Circulating Oil		30	
9	Dis-Assembly Filter Oil	12		
10	Cleaning Filter Oil And Take Sample Oil	7		
	Hasil	62	780	0
	Total Waktu	842		
	% VA			7,36%
	% NNVA			92,64%

	%NVA			0,00%
--	-------------	--	--	--------------

A.21 Lembar Pengamatan 21

24 Oktober 2018				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
1	Assembly Filter Oil	12		
2	Circulating Oil		720	
3	Stop Circulating Oil		30	
4	Dis-Assembly Filter Oil	12		
5	Cleaning Filter Oil And Take Sample Oil	7		
6	Assembly Filter Oil	12		
7	Circulating Oil		360	
8	Stop Circulating Oil		30	
9	Dis-Assembly Filter Oil	12		
10	Cleaning Filter Oil And Take Sample Oil	7		
11	Assembly Filter Oil	12		
12	Circulating Oil		360	
13	Stop Circulating Oil		30	
14	Dis-Assembly Filter Oil	12		
15	Cleaning Filter Oil And Take Sample Oil	7		
	Hasil	93	1530	0
	Total Waktu	1623		
	% VA			5,73%
	% NNVA			94,27%
	%NVA			0,00%

A.22 Lembar Pengamatan 22

25 Oktober 2018				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
1	Assembly Filter Oil	12		
2	Circulating Oil		720	
3	Stop Circulating Oil		30	
4	Dis-Assembly Filter Oil	12		
5	Cleaning Filter Oil And Take Sample Oil	7		

6	Assembly Filter Oil	12		
7	Circulating Oil		360	
8	Stop Circulating Oil		30	
9	Dis-Assembly Filter Oil	12		
10	Cleaning Filter Oil And Take Sample Oil	7		
11	Assembly Filter Oil	12		
12	Circulating Oil		360	
13	Stop Circulating Oil		30	
14	Dis-Assembly Filter Oil	12		
15	Cleaning Filter Oil And Take Sample Oil	7		
	Hasil	93	1530	0
	Total Waktu	1623		
	% VA			5,73%
	% NNVA			94,27%
	%NVA			0,00%

A.23 Lembar Pengamatan 23

26 Oktober 2018				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
1	Assembly Filter Oil	12		
2	Circulating Oil		720	
3	Stop Circulating Oil		30	
4	Dis-Assembly Filter Oil	12		
5	Cleaning Filter Oil And Take Sample Oil	7		
6	Assembly Filter Oil	12		
7	Circulating Oil		360	
8	Stop Circulating Oil		30	
9	Dis-Assembly Filter Oil	12		
10	Cleaning Filter Oil And Take Sample Oil	7		
11	Assembly Filter Oil	12		
12	Circulating Oil		360	
13	Stop Circulating Oil		30	
14	Dis-Assembly Filter Oil	12		
15	Cleaning Filter Oil And Take Sample Oil	7		
16	Assembly Cover Filter Oil	12		
	Hasil	105	1530	0
	Total Waktu	1635		
	% VA			6,42%
	% NNVA			93,58%

	%NVA			0,00%
--	-------------	--	--	--------------

A.24 Lembar Pengamatan 24

27 Oktober 2018				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
1	Terlambat Masuk Kerja			15
2	Mempersiapkan Alat Dan APD		9	
3	Moving		5	
4	Setting Dial Indikator		45	
5	Koodinasi Start Up		13	
6	AOP Start - Jacking Start		1	
7	Rolling 360 Derajat	4		
8	Jacking Stop - AOP Stop		2	
9	AOP Start - Jacking Start		1	
10	Rolling 360 Derajat	4		
11	Jacking Stop - AOP Stop		2	
12	AOP Start - Jacking Start		1	
13	Rolling 360 Derajat	4		
14	Jacking Stop - AOP Stop		2	
15	AOP Start - Jacking Start		1	
16	Rolling 90 Derajat	2		
17	Jacking Stop - AOP Stop		1	
18	Measure Dial	2		
19	AOP Start - Jacking Start		1	
20	Rolling 180 Derajat	2		
21	Jacking Stop - AOP Stop		1	
22	Measure Dial	2		
23	AOP Start - Jacking Start		1	
24	Rolling 270 Derajat	2		
25	Jacking Stop - AOP Stop		1	
26	Measure Dial	2		
27	AOP Start - Jacking Start		1	
28	Rolling 360 Derajat	2		
29	Jacking Stop - AOP Stop		1	
30	Reset Dial Dial	2		
31	AOP Start - Jacking Start		1	
32	Rolling 90 Derajat	2		
33	Jacking Stop - AOP Stop		1	

34	Measure Dial	2		
35	AOP Start - Jacking Start		1	
36	Rolling 180 Derajat	2		
37	Jacking Stop - AOP Stop		1	
38	Measure Dial	2		
39	AOP Start - Jacking Start		1	
40	Rolling 270 Derajat	2		
41	Jacking Stop - AOP Stop		1	
42	Measure Dial	2		
43	AOP Start - Jacking Start		1	
44	Rolling 360 Derajat	2		
45	Jacking Stop - AOP Stop		1	
46	Reset Dial Dial	2		
47	AOP Start - Jacking Start		1	
48	Rolling 90 Derajat	2		
49	Jacking Stop - AOP Stop		1	
50	Measure Dial	2		
51	AOP Start - Jacking Start		1	
52	Rolling 180 Derajat	2		
53	Jacking Stop - AOP Stop		1	
54	Measure Dial	2		
55	AOP Start - Jacking Start		1	
56	Rolling 270 Derajat	2		
57	Jacking Stop - AOP Stop		1	
58	Measure Dial	2		
59	AOP Start - Jacking Start		1	
60	Rolling 360 Derajat	2		
61	Jacking Stop - AOP Stop		1	
62	Reset Dial Dial	2		
63	AOP Start - Jacking Start		1	
64	Rolling 90 Derajat	2		
65	Jacking Stop - AOP Stop		1	
66	Measure Dial	2		
67	AOP Start - Jacking Start		1	
68	Rolling 180 Derajat	2		
69	Jacking Stop - AOP Stop		1	
70	Measure Dial	2		
71	AOP Start - Jacking Start		1	
72	Rolling 270 Derajat	2		
73	Jacking Stop - AOP Stop		1	
74	Measure Dial	2		
75	AOP Start - Jacking Start		1	
76	Rolling 360 Derajat	2		

77	Jacking Stop - AOP Stop		1	
78	Reset Dial Dial	2		
79	AOP Start - Jacking Start		1	
80	Rolling 90 Derajat	2		
81	Jacking Stop - AOP Stop		1	
82	Measure Dial	2		
83	AOP Start - Jacking Start		1	
84	Rolling 180 Derajat	2		
85	Jacking Stop - AOP Stop		1	
86	Measure Dial	2		
87	AOP Start - Jacking Start		1	
88	Rolling 270 Derajat	2		
89	Jacking Stop - AOP Stop		1	
90	Measure Dial	2		
91	AOP Start - Jacking Start		1	
92	Rolling 360 Derajat	2		
93	Jacking Stop - AOP Stop		1	
94	Reset Dial Dial	2		
95	AOP Start - Jacking Start		1	
96	Rolling 90 Derajat	2		
97	Jacking Stop - AOP Stop		1	
98	Reset Dial Axial To Zero	2		
99	Dis-Assembly Bolt Stand Rear	20		
100	Setting Jack		2	
101	Push Positioning	4		
102	Assembly Bolt No 1 Right	4		
103	Assembly Bolt No 1 Left	4		
104	Assembly Bolt No 2 Right	4		
105	Assembly Bolt No 2 Left	4		
106	Assembly Bolt No 3 Right	4		
107	Assembly Bolt No 3 Left	4		
108	Assembly Bolt No 4 Right	4		
109	Assembly Bolt No 4 Left	4		
110	Assembly Bolt No 5 Right	4		
111	Assembly Bolt No 5 Left	4		
112	Moving To Front Side		3	
113	Dis-Assembly Bolt Stand Front	20		
114	Setting Jack		4	
115	Push Positioning	4		
116	Assembly Bolt No 1 Right	4		
117	Assembly Bolt No 1 Left	4		
118	Assembly Bolt No 2 Right	4		
119	Assembly Bolt No 2 Left	4		

120	Assembly Bolt No 3 Right	4		
121	Assembly Bolt No 3 Left	4		
122	Assembly Bolt No 4 Right	4		
123	Assembly Bolt No 4 Left	4		
124	Assembly Bolt No 5 Right	4		
125	Assembly Bolt No 5 Left	4		
126	Istirahat			120
127	AOP Start - Jacking Start		1	
128	Rolling 360 Derajat	4		
129	Jacking Stop - AOP Stop		2	
130	AOP Start - Jacking Start		1	
131	Rolling 360 Derajat	4		
132	Jacking Stop - AOP Stop		2	
133	AOP Start - Jacking Start		1	
134	Rolling 90 Derajat	2		
135	Jacking Stop - AOP Stop		1	
136	Measure Dial	2		
137	AOP Start - Jacking Start		1	
138	Rolling 180 Derajat	2		
139	Jacking Stop - AOP Stop		1	
140	Measure Dial	2		
141	AOP Start - Jacking Start		1	
142	Rolling 270 Derajat	2		
143	Jacking Stop - AOP Stop		1	
144	Measure Dial	2		
145	AOP Start - Jacking Start		1	
146	Rolling 360 Derajat	2		
147	Jacking Stop - AOP Stop		1	
148	Reset Dial Dial	2		
149	AOP Start - Jacking Start		1	
150	Rolling 90 Derajat	2		
151	Jacking Stop - AOP Stop		1	
152	Measure Dial	2		
153	AOP Start - Jacking Start		1	
154	Rolling 180 Derajat	2		
155	Jacking Stop - AOP Stop		1	
156	Measure Dial	2		
157	AOP Start - Jacking Start		1	
158	Rolling 270 Derajat	2		
159	Jacking Stop - AOP Stop		1	
160	Measure Dial	2		
161	AOP Start - Jacking Start		1	
162	Rolling 360 Derajat	2		

163	Jacking Stop - AOP Stop		1	
164	Reset Dial Dial	2		
165	AOP Start - Jacking Start		1	
166	Rolling 90 Derajat	2		
167	Jacking Stop - AOP Stop		1	
168	Measure Dial	2		
169	AOP Start - Jacking Start		1	
170	Rolling 180 Derajat	2		
171	Jacking Stop - AOP Stop		1	
172	Measure Dial	2		
173	AOP Start - Jacking Start		1	
174	Rolling 270 Derajat	2		
175	Jacking Stop - AOP Stop		1	
176	Measure Dial	2		
177	AOP Start - Jacking Start		1	
178	Rolling 360 Derajat	2		
179	Jacking Stop - AOP Stop		1	
180	Reset Dial Dial	2		
181	AOP Start - Jacking Start		1	
182	Rolling Couplint 180 Derajat	4		
183	Reset Dial	2		
184	AOP Start - Jacking Start		1	
185	Rolling 90 Derajat	2		
186	Jacking Stop - AOP Stop		1	
187	Measure Dial	2		
188	AOP Start - Jacking Start		1	
189	Rolling 180 Derajat	2		
190	Jacking Stop - AOP Stop		1	
191	Measure Dial	2		
192	AOP Start - Jacking Start		1	
193	Rolling 270 Derajat	2		
194	Jacking Stop - AOP Stop		1	
195	Measure Dial	2		
196	AOP Start - Jacking Start		1	
197	Rolling 360 Derajat	2		
198	Jacking Stop - AOP Stop		1	
199	Reset Dial Dial	2		
200	AOP Start - Jacking Start		1	
201	Rolling 90 Derajat	2		
202	Jacking Stop - AOP Stop		1	
203	Measure Dial	2		
204	AOP Start - Jacking Start		1	
205	Rolling 180 Derajat	2		

206	Jacking Stop - AOP Stop		1	
207	Measure Dial	2		
208	AOP Start - Jacking Start		1	
209	Rolling 270 Derajat	2		
210	Jacking Stop - AOP Stop		1	
211	Measure Dial	2		
212	AOP Start - Jacking Start		1	
213	Rolling 360 Derajat	2		
214	Jacking Stop - AOP Stop		1	
215	Reset Dial Dial	2		
216	AOP Start - Jacking Start		1	
217	Rolling 90 Derajat	2		
218	Jacking Stop - AOP Stop		1	
219	Measure Dial	2		
220	AOP Start - Jacking Start		1	
221	Rolling 180 Derajat	2		
222	Jacking Stop - AOP Stop		1	
223	Measure Dial	2		
224	AOP Start - Jacking Start		1	
225	Rolling 270 Derajat	2		
226	Jacking Stop - AOP Stop		1	
227	Measure Dial	2		
228	AOP Start - Jacking Start		1	
229	Rolling 360 Derajat	2		
230	Jacking Stop - AOP Stop		1	
231	Reset Dial Dial	2		
232	Pulang Lebih Awal			64
	Hasil	334	187	199
	Total Waktu	720		
	% VA			46,39%
	% NNVA			25,97%
	%NVA			27,64%

A.25 Lembar Pengamatan 25

27 Oktober 2018 (Shift Malam)				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
1	Terlambat Masuk Kerja			15
2	Mempersiapkan Alat Dan APD		9	
3	Moving		5	

4	Koodinasi Start Up		13	
5	AOP Start - Jacking Start		1	
6	Rolling 360 Derajat	4		
7	Jacking Stop - AOP Stop		2	
8	AOP Start - Jacking Start		1	
9	Rolling 360 Derajat	4		
10	Jacking Stop - AOP Stop		2	
11	AOP Start - Jacking Start		1	
12	Rolling 360 Derajat	4		
13	Jacking Stop - AOP Stop		2	
14	AOP Start - Jacking Start		1	
15	Rolling 90 Derajat	2		
16	Jacking Stop - AOP Stop		1	
17	Measure Dial	2		
18	AOP Start - Jacking Start		1	
19	Rolling 180 Derajat	2		
20	Jacking Stop - AOP Stop		1	
21	Measure Dial	2		
22	AOP Start - Jacking Start		1	
23	Rolling 270 Derajat	2		
24	Jacking Stop - AOP Stop		1	
25	Measure Dial	2		
26	AOP Start - Jacking Start		1	
27	Rolling 360 Derajat	2		
28	Jacking Stop - AOP Stop		1	
29	Reset Dial Dial	2		
30	AOP Start - Jacking Start		1	
31	Rolling 90 Derajat	2		
32	Jacking Stop - AOP Stop		1	
33	Measure Dial	2		
34	AOP Start - Jacking Start		1	
35	Rolling 180 Derajat	2		
36	Jacking Stop - AOP Stop		1	
37	Measure Dial	2		
38	AOP Start - Jacking Start		1	
39	Rolling 270 Derajat	2		
40	Jacking Stop - AOP Stop		1	
41	Measure Dial	2		
42	AOP Start - Jacking Start		1	
43	Rolling 360 Derajat	2		
44	Jacking Stop - AOP Stop		1	
45	Reset Dial Dial	2		
46	AOP Start - Jacking Start		1	

47	Rolling 90 Derajat	2		
48	Jacking Stop - AOP Stop		1	
49	Measure Dial	2		
50	AOP Start - Jacking Start		1	
51	Rolling 180 Derajat	2		
52	Jacking Stop - AOP Stop		1	
53	Measure Dial	2		
54	AOP Start - Jacking Start		1	
55	Rolling 270 Derajat	2		
56	Jacking Stop - AOP Stop		1	
57	Measure Dial	2		
58	AOP Start - Jacking Start		1	
59	Rolling 360 Derajat	2		
60	Jacking Stop - AOP Stop		1	
61	Reset Dial Dial	2		
62	AOP Start - Jacking Start		1	
63	Rolling 90 Derajat	2		
64	Jacking Stop - AOP Stop		1	
65	Measure Dial	2		
66	AOP Start - Jacking Start		1	
67	Rolling 180 Derajat	2		
68	Jacking Stop - AOP Stop		1	
69	Measure Dial	2		
70	AOP Start - Jacking Start		1	
71	Rolling 270 Derajat	2		
72	Jacking Stop - AOP Stop		1	
73	Measure Dial	2		
74	AOP Start - Jacking Start		1	
75	Rolling 360 Derajat	2		
76	Jacking Stop - AOP Stop		1	
77	Reset Dial Dial	2		
78	AOP Start - Jacking Start		1	
79	Rolling 90 Derajat	2		
80	Jacking Stop - AOP Stop		1	
81	Measure Dial	2		
82	AOP Start - Jacking Start		1	
83	Rolling 180 Derajat	2		
84	Jacking Stop - AOP Stop		1	
85	Measure Dial	2		
86	AOP Start - Jacking Start		1	
87	Rolling 270 Derajat	2		
88	Jacking Stop - AOP Stop		1	
89	Measure Dial	2		

90	AOP Start - Jacking Start		1	
91	Rolling 360 Derajat	2		
92	Jacking Stop - AOP Stop		1	
93	Reset Dial Dial	2		
94	AOP Start - Jacking Start		1	
95	Rolling 90 Derajat	2		
96	Jacking Stop - AOP Stop		1	
97	Reset Dial Axial To Zero	2		
98	Dis-Assembly Bolt Stand Rear	20		
99	Setting Jack		2	
100	Push Positioning	4		
101	Assembly Bolt No 1 Right	4		
102	Assembly Bolt No 1 Left	4		
103	Assembly Bolt No 2 Right	4		
104	Assembly Bolt No 2 Left	4		
105	Assembly Bolt No 3 Right	4		
106	Assembly Bolt No 3 Left	4		
107	Assembly Bolt No 4 Right	4		
108	Assembly Bolt No 4 Left	4		
109	Assembly Bolt No 5 Right	4		
110	Assembly Bolt No 5 Left	4		
111	Moving To Front Side		3	
112	Dis-Assembly Bolt Stand Front	20		
113	Setting Jack		4	
114	Push Positioning	4		
115	Assembly Bolt No 1 Right	4		
116	Assembly Bolt No 1 Left	4		
117	Assembly Bolt No 2 Right	4		
118	Assembly Bolt No 2 Left	4		
119	Assembly Bolt No 3 Right	4		
120	Assembly Bolt No 3 Left	4		
121	Assembly Bolt No 4 Right	4		
122	Assembly Bolt No 4 Left	4		
123	Assembly Bolt No 5 Right	4		
124	Assembly Bolt No 5 Left	4		
125	Istirahat			120
126	AOP Start - Jacking Start		1	
127	Rolling 360 Derajat	4		
128	Jacking Stop - AOP Stop		2	
129	AOP Start - Jacking Start		1	
130	Rolling 360 Derajat	4		
131	Jacking Stop - AOP Stop		2	
132	AOP Start - Jacking Start		1	

133	Rolling 90 Derajat	2		
134	Jacking Stop - AOP Stop		1	
135	Measure Dial	2		
136	AOP Start - Jacking Start		1	
137	Rolling 180 Derajat	2		
138	Jacking Stop - AOP Stop		1	
139	Measure Dial	2		
140	AOP Start - Jacking Start		1	
141	Rolling 270 Derajat	2		
142	Jacking Stop - AOP Stop		1	
143	Measure Dial	2		
144	AOP Start - Jacking Start		1	
145	Rolling 360 Derajat	2		
146	Jacking Stop - AOP Stop		1	
147	Reset Dial Dial	2		
148	AOP Start - Jacking Start		1	
149	Rolling 90 Derajat	2		
150	Jacking Stop - AOP Stop		1	
151	Measure Dial	2		
152	AOP Start - Jacking Start		1	
153	Rolling 180 Derajat	2		
154	Jacking Stop - AOP Stop		1	
155	Measure Dial	2		
156	AOP Start - Jacking Start		1	
157	Rolling 270 Derajat	2		
158	Jacking Stop - AOP Stop		1	
159	Measure Dial	2		
160	AOP Start - Jacking Start		1	
161	Rolling 360 Derajat	2		
162	Jacking Stop - AOP Stop		1	
163	Reset Dial Dial	2		
164	AOP Start - Jacking Start		1	
165	Rolling 90 Derajat	2		
166	Jacking Stop - AOP Stop		1	
167	Measure Dial	2		
168	AOP Start - Jacking Start		1	
169	Rolling 180 Derajat	2		
170	Jacking Stop - AOP Stop		1	
171	Measure Dial	2		
172	AOP Start - Jacking Start		1	
173	Rolling 270 Derajat	2		
174	Jacking Stop - AOP Stop		1	
175	Measure Dial	2		

176	AOP Start - Jacking Start		1	
177	Rolling 360 Derajat	2		
178	Jacking Stop - AOP Stop		1	
179	Reset Dial Dial	2		
180	AOP Start - Jacking Start		1	
181	Rolling Coupling 180 Derajat	4		
182	Reset Dial	2		
183	AOP Start - Jacking Start		1	
184	Rolling 90 Derajat	2		
185	Jacking Stop - AOP Stop		1	
186	Measure Dial	2		
187	AOP Start - Jacking Start		1	
188	Rolling 180 Derajat	2		
189	Jacking Stop - AOP Stop		1	
190	Measure Dial	2		
191	AOP Start - Jacking Start		1	
192	Rolling 270 Derajat	2		
193	Jacking Stop - AOP Stop		1	
194	Measure Dial	2		
195	AOP Start - Jacking Start		1	
196	Rolling 360 Derajat	2		
197	Jacking Stop - AOP Stop		1	
198	Reset Dial Dial	2		
199	AOP Start - Jacking Start		1	
200	Rolling 90 Derajat	2		
201	Jacking Stop - AOP Stop		1	
202	Measure Dial	2		
203	AOP Start - Jacking Start		1	
204	Rolling 180 Derajat	2		
205	Jacking Stop - AOP Stop		1	
206	Measure Dial	2		
207	AOP Start - Jacking Start		1	
208	Rolling 270 Derajat	2		
209	Jacking Stop - AOP Stop		1	
210	Measure Dial	2		
211	AOP Start - Jacking Start		1	
212	Rolling 360 Derajat	2		
213	Jacking Stop - AOP Stop		1	
214	Reset Dial Dial	2		
215	AOP Start - Jacking Start		1	
216	Rolling 90 Derajat	2		
217	Jacking Stop - AOP Stop		1	
218	Measure Dial	2		

219	AOP Start - Jacking Start		1	
220	Rolling 180 Derajat	2		
221	Jacking Stop - AOP Stop		1	
222	Measure Dial	2		
223	AOP Start - Jacking Start		1	
224	Rolling 270 Derajat	2		
225	Jacking Stop - AOP Stop		1	
226	Measure Dial	2		
227	AOP Start - Jacking Start		1	
228	Rolling 360 Derajat	2		
229	Jacking Stop - AOP Stop		1	
230	Reset Dial Dial	2		
231	Pulang Lebih Awal			109
	Hasil	334	142	244
	Total Waktu	720		
	% VA			46,39%
	% NNVA			19,72%
	%NVA			33,89%

A.26 Lembar Pengamatan 26

28 Oktober 2018 (Shift Malam)				
Assembly Bolt Coupling				
No	Aktivitas	Value Added (Min)	Necessary Non Value Added (Min)	Non Value Added (Min)
1	Terlambat Masuk Kerja			15
2	Mempersiapkan Alat Dan APD		4	
3	Moving Ke Unit		3	
4	Koodinasi Start Up	13		
5	AOP Start - Jacking Start	1		
6	Rolling Position	2		
7	Temporary Bolt Coupling No 1 & 9	12		
8	Rolling Position	2		
9	Temporary Bolt Coupling No 5 & 13	12		
10	Rolling Position	2		
11	Measure Bolt Before No 2, 3, 4	6		
12	Rolling Position	2		
13	Measure Bolt Before No 10, 11, 12	6		
14	Rolling Position	2		
15	Measure Bolt Before No 6, 7, 8	6		
16	Rolling Position	2		

17	Measure Bolt Before No 14, 15, 16	6		
18	Rolling Position	2		
19	Pre-Tightening Bolt No 2		8	
20	Cek Elongation	2		
21	Tightening Bolt No 2		3	
22	Pre-Tightening Bolt No 10		8	
23	Cek Elongation	2		
24	Tightening Bolt No 10		3	
25	Rolling Position	2		
26	Pre-Tightening Bolt No 6		8	
27	Cek Elongation	2		
28	Tightening Bolt No 6		3	
29	Pre-Tightening Bolt No 14		8	
30	Cek Elongation	2		
31	Tightening Bolt No 14		3	
32	Rolling Position	2		
33	Pre-Tightening Bolt No 3		8	
34	Cek Elongation	2		
35	Tightening Bolt No 3		3	
36	Pre-Tightening Bolt No 11		8	
37	Cek Elongation	2		
38	Tightening Bolt No 11		3	
39	Rolling Position	2		
40	Pre-Tightening Bolt No 7		8	
41	Cek Elongation	2		
42	Tightening Bolt No 7		3	
43	Pre-Tightening Bolt No 15		8	
44	Cek Elongation	2		
45	Tightening Bolt No 15		3	
46	Istirahat Lebih Awal			32
47	Terlambat Masuk Kerja			35
48	Mempersiapkan Alat Dan APD		5	
49	Moving Ke Unit		3	
50	Rolling Position	2		
51	Pre-Tightening Bolt No 4		8	
52	Cek Elongation	2		
53	Tightening Bolt No 4		3	
54	Pre-Tightening Bolt No 12		8	
55	Cek Elongation	2		
56	Tightening Bolt No 12		3	
57	Rolling Position	2		
58	Pre-Tightening Bolt No 8		8	
59	Cek Elongation	2		

60	Tightening Bolt No 8		3	
61	Pre-Tightening Bolt No 16		8	
62	Cek Elongation	2		
63	Tightening Bolt No 16		3	
64	Rolling Position	2		
65	Realse Bolt No 1 & 9		12	
66	Measure Bolt Before No 1, 9		4	
67	Pre-Tightening Bolt No 1		8	
68	Cek Elongation	2		
69	Tightening Bolt No 1		3	
70	Pre-Tightening Bolt No 9		8	
71	Cek Elongation	2		
72	Tightening Bolt No 9		3	
73	Rolling Position	2		
74	Realse Bolt No 5 & 13		12	
75	Measure Bolt Before No 5, 13		4	
76	Pre-Tightening Bolt No 5		8	
77	Cek Elongation	2		
78	Tightening Bolt No 5		3	
79	Pre-Tightening Bolt No 13		8	
80	Cek Elongation	2		
81	Tightening Bolt No 13		3	
82	Pulang Lebih Awal			23
	Hasil	122	223	105
	Total Waktu	450		
	% VA			27,11%
	% NNVA			49,56%
	%NVA			23,33%

A.27 Lembar Pengamatan 27

29 Oktober 2018				
Assembly Cover Coupling Sisi Lower				
No	Aktivitas	Value Added (Min)	Necessary Non Value Added (Min)	Non Value Added (Min)
1	Mempersiapkan Alat Dan APD		9	
2	Moving Ke Unit		3	
3	Assembly Chain Block	7		
4	Lifting Cover Coupling Lower	17		
5	Setting Chain Block	7		
6	Rolling Cover Coupling Lower	21		
7	Realse Chain Block	6		

8	Assembly Bolt Support	8		
Assembly Cover Coupling Sisi Upper				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
9	Mempersiapkan Alat Dan APD		9	
10	Moving Ke Unit		3	
11	Assembly Chain Block	7		
12	Lifting Cover Coupling Upper	17		
13	Assembly Bolt Support	14		
Turning				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
14	Koordinasi Tim		15	
15	Moving Ke Masing- Masing Pos		8	
16	Cross Check Tiap2 Bidang		3	
17	Start Turning Trial 1	3		
18	Stop Turning And Check Condition		2	
19	Start Turning Trial 2	3		
20	Stop Turning And Check Condition		2	
21	Start Turning Trial Final & Monitoring Condition	30		
	Hasil	140	54	0
	Total Waktu	194		
	% VA			72,16%
	% NNVA			27,84%
	%NVA			0,00%

A.28 Lembar Pengamatan 28

30 Oktober 2018				
Assembly Cover Coupling Sisi Upper				
No	Aktivitas	<i>Value Added (Min)</i>	<i>Necessary Non Value Added (Min)</i>	<i>Non Value Added (Min)</i>
1	Koordinasi Tim		15	
2	Moving Ke Masing- Masing Pos		8	
3	Start On	10		

4	Flame On	2		
5	Full Speed No Load	30		
6	Trip Speed	8		
7	Cooling Down	30		
8	Start On	10		
9	Flame On	2		
10	Rotation To Full Speed	30		
11	Full Speed, Full Load	60		
	Hasil	182	23	0
	Total Waktu	205		
	% VA			88,78%
	% NA			11,22%
	%NVA			0,00%

(Halaman ini sengaja di kosongkan)

Appendix B

Data Penentuan Westinghouse Pada Kegiatan Overhaul MI GT 2.3

No	Aktivitas	Westinghouse System				Performance Rating
		Skill	Effort	Condition	Cosistency	
1	Melepas isolasi casing turbin	0	0,05	0	0	1,05
2	Disassembly manhole turbin	0	0,05	0	0,01	1,06
3	Lifting manhole turbin	0	0,05	0	0	1,05
4	disassembly casing turbin	0,11	0,05	0	0,03	1,19
5	disassembly V-bend coupling	0	0,05	0	0	1,05
6	disassembly combuster	0	0,05	0	0	1,05
7	disassembly transition piece	0	0,05	0	0	1,05
8	disassembly compresor casing - diffuser	0,11	0,05	0	0,01	1,17
9	Lifting compresor casing - diffuser	0,11	0,05	0	0,01	1,17
10	Check clearence thrust bearing	0,03	0,05	0	0,01	1,09
11	disassembly thrust bearing	0	0,05	0	0,03	1,08
12	Check clearence rotor sisi compresor	0,06	0,05	0	0,01	1,12
13	Check clearence rotor sisi turbin	0,06	0,05	0	0,01	1,12
14	Lifting Rotor	0,11	0,05	0	0	1,16
15	disassembly pin dowel lower	0	0,05	0	0	1,05
16	Lifting blade ring lower #4	0	0,05	0	0	1,05
17	Lifting blade ring lower #3	0	0,05	0	0	1,05
18	disassembly seal housing lower #4	0,06	0,05	0	0	1,11
19	disassembly vane segment lower #4	0,11	0,05	0	0	1,16
20	Lifting blade ring lower #2	0	0,05	0	0	1,05

No	Aktivitas	Westinghouse System				Performance Rating
		Skill	Effort	Condition	Cosistency	
21	disassembly seal housing lower #2	0,06	0,05	0	0	1,11
22	disassembly vane segment lower #2	0,11	0,05	0	0,01	1,17
23	Cleaning rail vane segment #2 lower	0,03	0,05	0	0,01	1,09
24	Assembly vane segment lower #2	0,11	0,05	0	0,03	1,19
25	Assembly wiring torque pin blade ring upper - lower #2	0	0,05	0	0	1,05
26	Assembly blade ring row #2 for adjusting seal housing	0,06	0,05	0	0	1,11
27	Adjusting seal hosuing #2	0,13	0,05	0	0,03	1,21
28	Locking & welding hexagonal seal housing #2	0	0,05	0	0	1,05
29	Check T/C blade ring row #2	0	0,05	0	0	1,05
30	Repositioning T/C guide row #2	0,03	0,05	0	0	1,08
31	disassembly blade ring row #2 after adjusting	0	0,05	0	0	1,05
32	Assembly blade ring row #3 for adjusting seal housing	0,06	0,05	0	0	1,11
33	Adjusting seal hosuing #3	0,13	0,05	0	0,03	1,21
34	Locking & welding hexagonal seal housing #3	0	0,05	0	0	1,05
35	Check T/C blade ring row #3	0	0,05	0	0	1,05
36	Repositioning T/C guide row #3	0,03	0,05	0	0	1,08

No	Aktivitas	Westinghouse System				Performance Rating
		Skill	Effort	Condition	Cosistency	
37	disassembly blade ring row #3 after adjusting	0	0,05	0	0	1,05
38	Assembly blade ring row #4 for adjusting seal housing	0,06	0,05	0	0	1,11
39	Adjusting seal hosuing #4	0,13	0,05	0	0,03	1,21
40	Locking & welding hexagonal seal housing #4	0	0,05	0	0	1,05
41	Check T/C blade ring row #4	0	0,05	0	0	1,05
42	Repositioning T/C guide row #4	0,03	0,05	0	0	1,08
43	disassembly blade ring row #4 after adjusting	0	0,05	0	0	1,05
44	Assembly blade ring lower #4 to casing	0	0,05	0	0	1,05
45	Assembly pin dowel blade ring lower #4	0	0,05	0	0	1,05
46	Pemasangan lead wire blade ring	0	0,05	0	0	1,05
47	Lifting rotor (roll in)	0,11	0,05	0	0	1,16
48	Lift up rotor (after lead wire contact)	0,11	0,05	0	0	1,16
49	Lifting rotor (after check clearence)	0,11	0,05	0	0	1,16
50	Lifting journal bearing 2 upper (assembly)	0	0,05	0	0	1,05
51	Assembly journal bearing 2 upper	0	0,05	0	0	1,05
52	Contact check journal bearing 2 upper	0	0,05	0	0	1,05

No	Aktivitas	Westinghouse System				Performance Rating
		Skill	Effort	Condition	Cosistency	
53	Lifting journal bearing 1 upper (assembly)	0	0,05	0	0	1,05
54	Assembly journal bearing 1 upper	0	0,05	0	0	1,05
55	Contact check journal bearing 1 upper	0	0,05	0	0	1,05
56	Assembly thrust bearing	0	0,05	0	0	1,05
57	Check clearence thrust bearing	0,03	0,05	0	0	1,08
58	Lifting cover thrust bearing	0	0,05	0	0	1,05
59	Assembly cover thrust bearing	0	0,05	0	0	1,05
60	Lifting torque tube	0,06	0,05	0	0	1,11
61	Assembly torque tube house	0	0,05	0	0	1,05
62	Lifting compresor casing - diffuser (lead wire contact)	0,08	0,05	0	0	1,13
63	Lift up compresor casing - diffuser (after lead wire contact)	0,08	0,05	0	0	1,13
64	Lifting compresor casing - diffuser (final assembly)	0,08	0,05	0	0	1,13
65	Lifting exhaust cylinder	0,06	0,05	0	0	1,11
66	Assembly exhaust cylinder (inner bolt)	0	0,05	0	0	1,05
67	Lifting upper cover CST	0	0,05	0	0	1,05
68	Assembly upper cover OST	0	0,05	0	0	1,05
69	Lifting OST front cover	0	0,05	0	0	1,05
70	Assembly OST front cover	0	0,05	0	0	1,05

No	Aktivitas	Westinghouse System				Performance Rating
		Skill	Effort	Condition	Cosistency	
71	Check clearence OST (assembly)	0	0,05	0	0	1,05
72	Assembly line lube oil	0	0,05	0	0	1,05
73	Assembly sensor axial displacemnet	0	0,05	0	0	1,05
74	Lifting exhaust manifold	0,03	0,05	0	0	1,08
75	Lifting vapour extractor	0	0,05	0	0	1,05
76	Assembly vapour extractor	0	0,05	0	0	1,05
77	Flushing	0,03	0,05	0	0	1,08
78	Turning for alignment	0	0,05	0	0	1,05
79	Alignment	0,06	0,05	0	0,01	1,11
80	Assembly bolt coupling	0,03	0,05	0	0,01	1,09
81	Rolling & lifting cover coupling lower side	0,03	0,05	0	0,01	1,09
82	Assembly cover coupling sisi upper	0	0,05	0	0	1,05
83	Turning	0	0,05	0	0	1,05
84	Cleaning Compressor	0	0,05	0	0	1,05
85	Start Unit	0	0,05	0	0	1,05

(Halaman ini sengaja di kosongkan)

Appendix C

Work Brake System Standart Overhaul Mayor Inspection

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	February 2019														
					13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	02	04	06	08	10
0	Overhaul Mayor Inspection Gas Turbin	28 days	Mon 14-01-19	Sun 10-02-19															
1	<i>Melepas isolasi casing Turbine</i>	168 mins	Mon 14-01-19	Mon 14-01-19															
2	<i>Disassembly manhole Turbine</i>	88 mins	Mon 14-01-19	Mon 14-01-19															
3	<i>Lifting manhole Turbine</i>	43 mins	Mon 14-01-19	Mon 14-01-19															
4	<i>disassembly casing Turbine</i>	1247 mins	Mon 14-01-19	Thu 17-01-19															
5	<i>disassembly V-bend coupling</i>	59 mins	Thu 17-01-19	Thu 17-01-19															
6	<i>disassembly combustor</i>	135 mins	Thu 17-01-19	Thu 17-01-19															
7	<i>disassembly transition piece</i>	342 mins	Thu 17-01-19	Fri 18-01-19															
8	<i>disassembly compresor casing - diffuser</i>	1078 mins	Fri 18-01-19	Mon 21-01-19															
9	<i>Lifting compresor casing - diffuser</i>	110 mins	Mon 21-01-19	Mon 21-01-19															
10	<i>Check clearence thrust bearing (disassy)</i>	74 mins	Mon 21-01-19	Mon 21-01-19															
11	<i>disassembly thrust bearing</i>	40 mins	Mon 21-01-19	Mon 21-01-19															
12	<i>Check clearence rotor sisi compresor</i>	116 mins	Mon 21-01-19	Mon 21-01-19															
13	<i>Check clearence rotor sisi Turbine</i>	86 mins	Mon 21-01-19	Mon 21-01-19															
14	<i>Lifting Rotor</i>	109 mins	Mon 21-01-19	Tue 22-01-19															
15	<i>disassembly pin dowel lower</i>	54 mins	Tue 22-01-19	Tue 22-01-19															
16	<i>Lifting blade ring lower #4</i>	29 mins	Tue 22-01-19	Tue 22-01-19															

Work Brake System Standart Overhaul Mayor Inspection (Lanjutan)

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	February 2019	02	04	06	08	10	
17	<i>Lifting blade ring lower #3</i>	29 mins	Tue 22-01-19	Tue 22-01-19																	
18	<i>disassembly seal housing lower #4</i>	33 mins	Tue 22-01-19	Tue 22-01-19																	
19	<i>disassembly vane segment lower #4</i>	104 mins	Tue 22-01-19	Tue 22-01-19																	
20	<i>Lifting blade ring lower #2</i>	29 mins	Tue 22-01-19	Tue 22-01-19																	
21	<i>disassembly seal housing lower #2</i>	31 mins	Tue 22-01-19	Tue 22-01-19																	
22	<i>disassembly vane segment lower #2</i>	99 mins	Tue 22-01-19	Wed 23-01-19																	
23	<i>Cleaning rail vane segment #2 lower</i>	70 mins	Wed 23-01-19	Wed 23-01-19																	
24	<i>Assembly vane segment lower #2</i>	99 mins	Wed 23-01-19	Wed 23-01-19																	
25	<i>Assembly wiring torque pin blade ring upper - lower #2</i>	64 mins	Wed 23-01-19	Wed 23-01-19																	
26	<i>Assembly blade ring row #2 for adjusting seal housing</i>	127 mins	Wed 23-01-19	Wed 23-01-19																	
27	<i>Adjusting seal housing #2</i>	82 mins	Wed 23-01-19	Thu 24-01-19																	
28	<i>Locking & welding hexagonal seal housing #2</i>	56 mins	Thu 24-01-19	Thu 24-01-19																	
29	<i>Check T/C blade ring row #2</i>	14 mins	Thu 24-01-19	Thu 24-01-19																	
30	<i>Repositioning T/C guide row #2</i>	118 mins	Thu 24-01-19	Thu 24-01-19																	

Work Brake System Standart Overhaul Mayor Inspection (Lanjutan)

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	February 2019														
					13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	02	04	06	08	10
31	<i>disassembly blade ring row #2 after adjusting</i>	45 mins	Thu 24-01-19	Thu 24-01-19															
32	<i>Assembly blade ring row #3 for adjusting seal housing</i>	127 mins	Thu 24-01-19	Thu 24-01-19															
33	<i>Adjusting seal hosuing #3</i>	82 mins	Thu 24-01-19	Fri 25-01-19															
34	<i>Locking & welding hexagonal seal housing #3</i>	56 mins	Fri 25-01-19	Fri 25-01-19															
35	<i>Check T/C blade ring row #3</i>	14 mins	Fri 25-01-19	Fri 25-01-19															
36	<i>Repositioning T/C guide row #3</i>	118 mins	Fri 25-01-19	Fri 25-01-19															
37	<i>disassembly blade ring row #3 after adjusting</i>	45 mins	Fri 25-01-19	Fri 25-01-19															
38	<i>Assembly blade ring row #4 for adjusting seal housing</i>	127 mins	Fri 25-01-19	Fri 25-01-19															
39	<i>Adjusting seal hosuing #4</i>	78 mins	Fri 25-01-19	Sat 26-01-19															
40	<i>Locking & welding hexagonal seal housing #4</i>	56 mins	Sat 26-01-19	Sat 26-01-19															
41	<i>Check T/C blade ring row #4</i>	14 mins	Sat 26-01-19	Sat 26-01-19															
42	<i>Repositioning T/C guide row #4</i>	118 mins	Sat 26-01-19	Sat 26-01-19															

Work Brake System Standart Overhaul Mayor Inspection (Lanjutan)

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	February 2019														
					13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	02	04	06	08	10
43	<i>disassembly blade ring row #4 after adjusting</i>	45 mins	Sat 26-01-19	Sat 26-01-19															
44	<i>Assembly blade ring lower #4 to casin</i>	31 mins	Sat 26-01-19	Sat 26-01-19															
45	<i>Assembly pin dowel blade ring lower</i>	18 mins	Sat 26-01-19	Sat 26-01-19															
46	<i>Pemasangan lead wire blade ring</i>	41 mins	Sat 26-01-19	Sat 26-01-19															
47	<i>Lifting rotor (roll in)</i>	114 mins	Sat 26-01-19	Sun 27-01-19															
48	<i>Lift up rotor (after lead wire contact)</i>	114 mins	Sun 27-01-19	Sun 27-01-19															
49	<i>Lifting rotor (after check clearence)</i>	114 mins	Sun 27-01-19	Sun 27-01-19															
50	<i>Lifting journal bearing 2 upper (assembly)</i>	35 mins	Sun 27-01-19	Sun 27-01-19															
51	<i>Assembly journal bearing 2 upper</i>	21 mins	Sun 27-01-19	Sun 27-01-19															
52	<i>Contact check journal bearing 2 upper</i>	48 mins	Sun 27-01-19	Sun 27-01-19															
53	<i>Lifting journal bearing 1 upper (assembly)</i>	35 mins	Sun 27-01-19	Sun 27-01-19															
54	<i>Assembly journal bearing 1 upper</i>	21 mins	Sun 27-01-19	Sun 27-01-19															
55	<i>Contact check journal bearing 1 upper</i>	48 mins	Sun 27-01-19	Sun 27-01-19															
56	<i>Assembly thrust bearing</i>	40 mins	Sun 27-01-19	Mon 28-01-19															

Work Brake System Standart Overhaul Mayor Inspection (Lanjutan)

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	February 2019														
					13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	02	04	06	08	10
71	<i>Check clearence OST (assembly)</i>	29 mins	Fri 01-02-19	Fri 01-02-19															
72	<i>Assembly line lube oil</i>	80 mins	Fri 01-02-19	Fri 01-02-19															
73	<i>Assembly sensor axial displacemnet</i>	108 mins	Fri 01-02-19	Fri 01-02-19															
74	<i>Lifting exhaust manifold</i>	216 mins	Fri 01-02-19	Sat 02-02-19															
75	<i>Lifting vapour extractor</i>	43 mins	Sat 02-02-19	Sat 02-02-19															
76	<i>Assembly vapour extractor</i>	65 mins	Sat 02-02-19	Sat 02-02-19															
77	<i>Flushing</i>	1851 mins	Sat 02-02-19	Wed 06-02-19															
78	<i>Turning for alignment</i>	180 mins	Wed 06-02-19	Thu 07-02-19															
79	<i>Alignment</i>	660 mins	Thu 07-02-19	Fri 08-02-19															
80	<i>Assembly bolt coupling</i>	408 mins	Fri 08-02-19	Sat 09-02-19															
81	<i>Rolling & lifting cover coupling lower side</i>	89 mins	Sat 09-02-19	Sat 09-02-19															
82	<i>Assembly cover coupling sisi upper</i>	55 mins	Sat 09-02-19	Sat 09-02-19															
83	<i>Turning</i>	96 mins	Sat 09-02-19	Sat 09-02-19															
84	<i>Cleaning Compressor</i>	359 mins	Sun 10-02-19	Sun 10-02-19															
85	<i>Start Unit</i>	91 mins	Sun 10-02-19	Sun 10-02-19															

Appendix D

Work Brake System Standart Overhaul Mayor Inspection Menggunakan Pola 2 Shift

ID	Task Name	Duration	Start	Finish
0	Overhaul Mayor Inspection Gas Turbine	17,64 days	Mon 14-01-19	Thu 31-01-19
1	<i>Melepas isolasi casing Turbine</i>	168 mins	Mon 14-01-19	Mon 14-01-19
2	<i>Disassembly manhole Turbine</i>	88 mins	Mon 14-01-19	Mon 14-01-19
3	<i>Lifting manhole Turbine</i>	43 mins	Mon 14-01-19	Mon 14-01-19
4	<i>disassembly casing Turbine</i>	1247 mins	Mon 14-01-19	Tue 15-01-19
5	<i>disassembly V-bend coupling</i>	59 mins	Tue 15-01-19	Tue 15-01-19
6	<i>disassembly combuster</i>	135 mins	Tue 15-01-19	Tue 15-01-19
7	<i>disassembly transition piece</i>	342 mins	Tue 15-01-19	Wed 16-01-19
8	<i>disassembly compresor casing - diffuser</i>	1078 mins	Wed 16-01-19	Thu 17-01-19
9	<i>Lifting compresor casing - diffuser</i>	110 mins	Thu 17-01-19	Thu 17-01-19
10	<i>Check clearence thrust bearing (disassy)</i>	74 mins	Thu 17-01-19	Thu 17-01-19
11	<i>disassembly thrust bearing</i>	40 mins	Thu 17-01-19	Thu 17-01-19
12	<i>Check clearence rotor sisi compresor</i>	116 mins	Thu 17-01-19	Thu 17-01-19
13	<i>Check clearence rotor sisi Turbine</i>	86 mins	Thu 17-01-19	Thu 17-01-19
14	<i>Lifting Rotor</i>	109 mins	Thu 17-01-19	Fri 18-01-19
15	<i>disassembly pin dowel lower</i>	54 mins	Fri 18-01-19	Fri 18-01-19
16	<i>Lifting blade ring lower #4</i>	29 mins	Fri 18-01-19	Fri 18-01-19
17	<i>Lifting blade ring lower #3</i>	29 mins	Fri 18-01-19	Fri 18-01-19
18	<i>disassembly seal housing lower #4</i>	33 mins	Fri 18-01-19	Fri 18-01-19
19	<i>disassembly vane segment lower #4</i>	104 mins	Fri 18-01-19	Fri 18-01-19
20	<i>Lifting blade ring lower #2</i>	29 mins	Fri 18-01-19	Fri 18-01-19

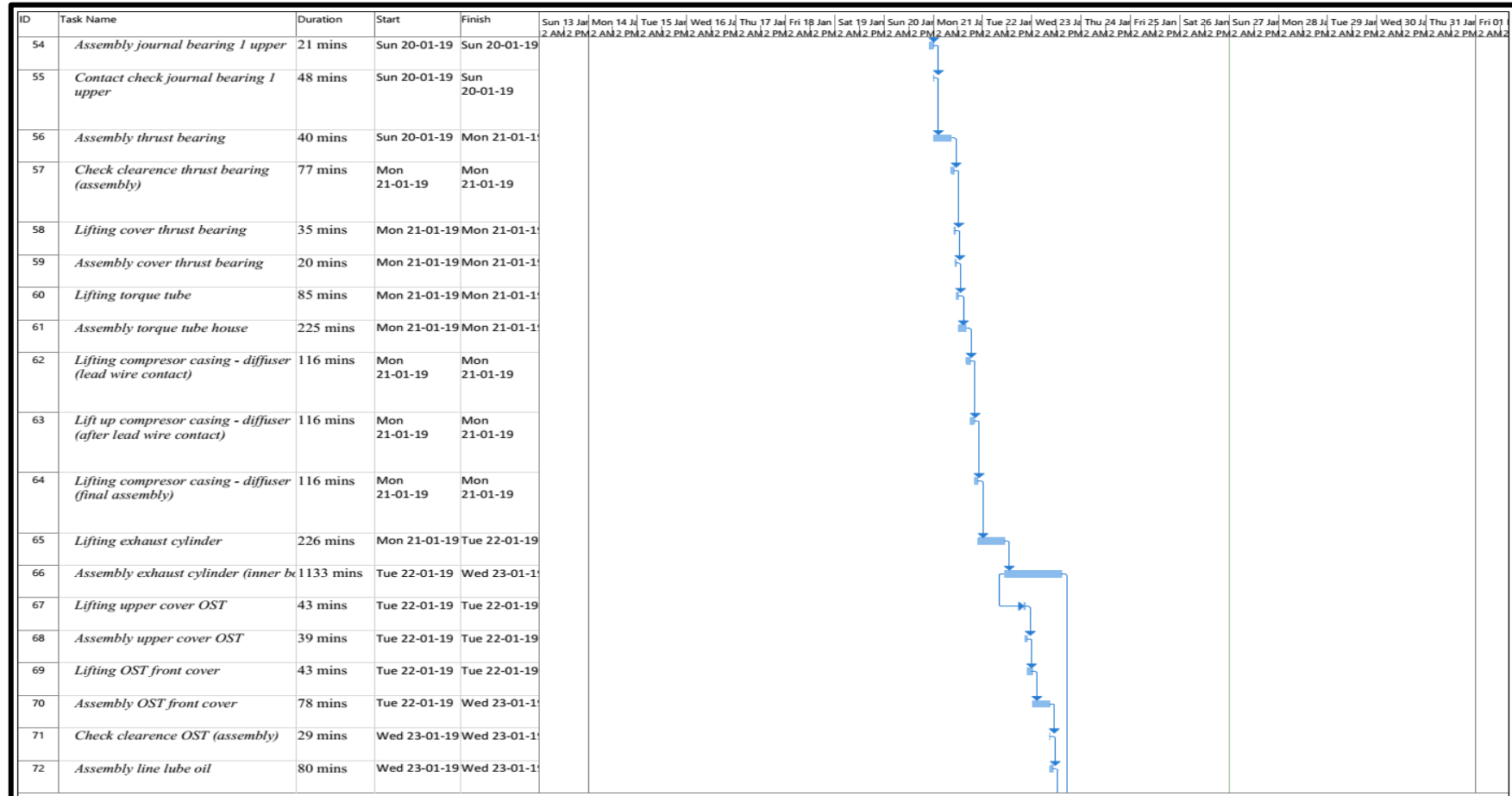
Work Brake System Standart Overhaul Mayor Inspection Menggunakan Pola 2 Shift (Lanjutan)

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Sun 13 Jan 2 AM	Mon 14 Jan 2 PM	Tue 15 Jan 2 AM	Wed 16 Jan 2 PM	Thu 17 Jan 2 AM	Fri 18 Jan 2 PM	Sat 19 Jan 2 AM	Sun 20 Jan 2 PM	Mon 21 Jan 2 AM	Tue 22 Jan 2 PM	Wed 23 Jan 2 AM	Thu 24 Jan 2 PM	Fri 25 Jan 2 AM	Sat 26 Jan 2 PM	Sun 27 Jan 2 AM	Mon 28 Jan 2 PM	Tue 29 Jan 2 AM	Wed 30 Jan 2 PM	Thu 31 Jan 2 AM	Fri 01 Feb 2 PM	
21	disassembly seal housing lower #2	31 mins	Fri 18-01-19	Fri 18-01-19																					
22	disassembly vane segment lower #2	99 mins	Fri 18-01-19	Fri 18-01-19																					
23	Cleaning rail vane segment #2 low	70 mins	Fri 18-01-19	Fri 18-01-19																					
24	Assembly vane segment lower #2	99 mins	Fri 18-01-19	Fri 18-01-19																					
25	Assembly wiring torque pin blade ring upper - lower #2	64 mins	Fri 18-01-19	Fri 18-01-19																					
26	Assembly blade ring row #2 for adjusting seal housing	127 mins	Fri 18-01-19	Fri 18-01-19																					
27	Adjusting seal hosuing #2	82 mins	Fri 18-01-19	Sat 19-01-19																					
28	Locking & welding hexagonal seal housing #2	56 mins	Sat 19-01-19	Sat 19-01-19																					
29	Check T/C blade ring row #2	14 mins	Sat 19-01-19	Sat 19-01-19																					
30	Repositioning T/C guide row #2	118 mins	Sat 19-01-19	Sat 19-01-19																					
31	disassembly blade ring row #2 after adjusting	45 mins	Sat 19-01-19	Sat 19-01-19																					
32	Assembly blade ring row #3 for adjusting seal housing	127 mins	Sat 19-01-19	Sat 19-01-19																					
33	Adjusting seal hosuing #3	82 mins	Sat 19-01-19	Sat 19-01-19																					
34	Locking & welding hexagonal seal housing #3	56 mins	Sat 19-01-19	Sat 19-01-19																					
35	Check T/C blade ring row #3	14 mins	Sat 19-01-19	Sat 19-01-19																					
36	Repositioning T/C guide row #3	118 mins	Sat 19-01-19	Sat 19-01-19																					
37	disassembly blade ring row #3 after adjusting	45 mins	Sat 19-01-19	Sat 19-01-19																					

Work Brake System Standart Overhaul Mayor Inspection Menggunakan Pola 2 Shift (Lanjutan)

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Sun 13 Jan 2 AM	Mon 14 Jan 2 PM	Tue 15 Jan 2 AM	Wed 16 Jan 2 PM	Thu 17 Jan 2 AM	Fri 18 Jan 2 PM	Sat 19 Jan 2 AM	Sun 20 Jan 2 PM	Mon 21 Jan 2 AM	Tue 22 Jan 2 PM	Wed 23 Jan 2 AM	Thu 24 Jan 2 PM	Fri 25 Jan 2 AM	Sat 26 Jan 2 PM	Sun 27 Jan 2 AM	Mon 28 Jan 2 PM	Tue 29 Jan 2 AM	Wed 30 Jan 2 PM	Thu 31 Jan 2 AM	Fri 01 Feb 2 PM
38	Assembly blade ring row #4 for adjusting seal housing	127 mins	Sat 19-01-19	Sat 19-01-19																				
39	Adjusting seal hosuing #4	78 mins	Sat 19-01-19	Sun 20-01-19																				
40	Locking & welding hexagonal seal housing #4	56 mins	Sun 20-01-19	Sun 20-01-19																				
41	Check T/C blade ring row #4	14 mins	Sun 20-01-19	Sun 20-01-19																				
42	Repositioning T/C guide row #4	118 mins	Sun 20-01-19	Sun 20-01-19																				
43	disassembly blade ring row #4 after adjusting	45 mins	Sun 20-01-19	Sun 20-01-19																				
44	Assembly blade ring lower #4 to casing	31 mins	Sun 20-01-19	Sun 20-01-19																				
45	Assembly pin dowel blade ring lower #4	18 mins	Sun 20-01-19	Sun 20-01-19																				
46	Pemasangan lead wire blade ring	41 mins	Sun 20-01-19	Sun 20-01-19																				
47	Lifting rotor (roll in)	114 mins	Sun 20-01-19	Sun 20-01-19																				
48	Lift up rotor (after lead wire contac	114 mins	Sun 20-01-19	Sun 20-01-19																				
49	Lifting rotor (after check clearence	114 mins	Sun 20-01-19	Sun 20-01-19																				
50	Lifting journal bearing 2 upper (assembly)	35 mins	Sun 20-01-19	Sun 20-01-19																				
51	Assembly journal bearing 2 upper	21 mins	Sun 20-01-19	Sun 20-01-19																				
52	Contact check journal bearing 2 upper	48 mins	Sun 20-01-19	Sun 20-01-19																				
53	Lifting journal bearing 1 upper (assembly)	35 mins	Sun 20-01-19	Sun 20-01-19																				

Work Brake System Standart Overhaul Mayor Inspection Menggunakan Pola 2 Shift (Lanjutan)



Work Brake System Standart Overhaul Mayor Inspection Menggunakan Pola 2 Shift (Lanjutan)

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Sun 13 Jan 2 AM	Mon 14 Jan 2 PM	Tue 15 Jan 2 AM	Wed 16 Jan 2 PM	Thu 17 Jan 2 AM	Fri 18 Jan 2 PM	Sat 19 Jan 2 AM	Sun 20 Jan 2 PM	Mon 21 Jan 2 AM	Tue 22 Jan 2 PM	Wed 23 Jan 2 AM	Thu 24 Jan 2 PM	Fri 25 Jan 2 AM	Sat 26 Jan 2 PM	Sun 27 Jan 2 AM	Mon 28 Jan 2 PM	Tue 29 Jan 2 AM	Wed 30 Jan 2 PM	Thu 31 Jan 2 AM	Fri 01 Feb 2 PM	
73	Assembly sensor axial displacemne	108 mins	Wed 23-01-19	Wed 23-01-19																					
74	Lifting exhaust manifold	216 mins	Wed 23-01-19	Wed 23-01-19																					
75	Lifting vapour extractor	43 mins	Wed 23-01-19	Wed 23-01-19																					
76	Assembly vapour extractor	65 mins	Wed 23-01-19	Wed 23-01-19																					
77	Flushing	3789 mins	Wed 23-01-19	Sun 27-01-19																					
78	Turning for alignment	360 mins	Mon 28-01-19	Mon 28-01-19																					
79	Alignment	1440 mins	Mon 28-01-19	Tue 29-01-19																					
80	Assembly bolt coupling	418 mins	Wed 30-01-19	Wed 30-01-19																					
81	Rolling & lifting cover coupling lower side	89 mins	Wed 30-01-19	Wed 30-01-19																					
82	Assembly cover coupling sisi upper	55 mins	Wed 30-01-19	Wed 30-01-19																					
83	Turning	338 mins	Wed 30-01-19	Wed 30-01-19																					
84	Cleaning Compressor	359 mins	Thu 31-01-19	Thu 31-01-19																					
85	Start Unit	215 mins	Thu 31-01-19	Thu 31-01-19																					

(Halaman Sengaja Di Kosongkan)

**BIODATA
PENULIS**

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Akhmad Al Fattah, anak ketiga dari empat bersaudara, memulai pendidikan Sekolah Dasar sNegeri Palangka 28 Palangkaraya (1994-2000), Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama di SLTPN 3 Tenggara (2000-2003), dan Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Tenggara (2003-2006). Setelah menyelesaikan pendidikan dari bangku Sekolah Menengah Atas, penulis melanjutkan studinya di D3 Teknik Mesin FT-UGM dengan konsentrasi Otomotif (2006-2009). Kemudian penulis melanjutkan ke program Sarjana melalui program Lintas Jalur di Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan bidang studi Konversi Energi (2009-2012). Pada tahun 2013 mulai bekerja di perusahaan PT. PJB – UPHT pada bidang keahlian turbin gas hingga pada saat ini. Kemudian penulis juga melanjutkan ke program Manajemen Industri Fakultas Bisnis dan Manajemen Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (2017), dengan latar belakang pekerjaan yang bergerak di bidang ketenagalistrikan dan manajemen proyek maka penulis memiliki ketertarikan untuk menggali lebih dalam tentang strategi – strategi dalam hal peningkatan kualitas dan *profit* dari sebuah proyek dengan memperhatikan unsur dari beban kerja.

Nama : Akhmad Al Fattah
Tempat, Tgl Lahir : Palangkaraya, 25 Februari 1989
Alamat : Gresik, Jawa timur
E-mail : alfattah.akhmad@gmail.com
Motto : Proses tidak akan pernah mengkhianati hasil

(Halaman ini sengaja dikosongkan)