



TESIS BM185407

**PENURUNAN DURASI PROYEK DENGAN KONSEP  
*LEAN* TERHADAP AKTIFITAS *MAINTENANCE*  
*COMBUSTER INSPECTION (CI)* BIDANG MEKANIK  
DI PLTGU GRESIK**

ABDURRAZAQ AL MUHARRAM  
09211650024014

DOSEN PEMBIMBING  
Dr. Ir. Mokh. Suef, M.Sc.(Eng).

DEPARTEMEN MANAJEMEN TEKNOLOGI  
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK  
FAKULTAS BISNIS DAN MANAJEMEN TEKNOLOGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019



## LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Manajemen Teknologi (M.MT)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**ABDURRAZAQ AL MUHARRAM**  
NRP. 09211650024014

Tanggal Ujian : 15 Januari 2019

Periode Wisuda : Maret 2019

Disetujui oleh:



1. **Dr. Ir. Mokh. Suf, M.Sc (Eng.)**  
NIP. 196506301990031002

(Pembimbing)



2. **Ir. I Putu Artama Wiguna, MT, Ph.D.**  
NIP. 196911251999031001

(Penguji)

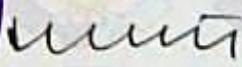


3. **Dr. Sutikno, S.Si, M.Si.**  
NIP. 197103131997021001

(Penguji)

Dekan Fakultas Bisnis dan Manajemen Teknologi,



  
**Prof. Dr. Ir. Edisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc**  
NIP. 19590318-198701 1 001

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

**PENURUNAN DURASI PROYEK DENGAN KONSEP *LEAN* TERHADAP  
AKTIFITAS *MAINTENANCE COMBUSTER INSPECTION (CI)* BIDANG  
MEKANIK DI PLTGU GRESIK**

Nama Mahasiswa : Abdurrazaq Al Muharram  
ID Mahasiswa : 09211650024014  
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Mokh. Suef, M.Sc.(Eng).

**ABSTRAK**

Perusahaan pembangkit listrik dituntut untuk selalu memproduksi listrik sesuai dengan *demand* yang ada. Diperlukan perawatan rutin alat-alat pembangkit agar dapat mencapai kesiapan, kehandalan, dan efisiensi pembangkit listrik yang merupakan target utama dalam proses bisnis unit pembangkitan. PT PJB UPHT merupakan unit bagian pemeliharaan yang melakukan *Overhaul Maintenance* khususnya pada *Combuster Inspection (CI)*. UPHT telah berusaha melakukan *Maintenance* dengan perencanaan dan pengendalian pemeliharaan. Jika dilihat dari *performance measurement unit*, dengan model *Overall Measure of Activity Maintenance* data historis dapat diketahui bahwa terdapat beberapa indikator yang tidak memenuhi target, yaitu keterlambatan pekerjaan, pemborosan pekerjaan, evaluasi pekerjaan. Dengan kondisi tersebut dapat dikatakan aktifitas *Overhaul Maintenance Combuster Inspection (CI)* pada unit PLTGU Gresik masih kurang efektif karena terdapat *waste* dalam aktifitas proyek tersebut. Atas dasar itu, pekerjaan *Maintenance Combuster Inspection (CI)* perlu dianalisa untuk menurunkan durasi dengan cara mereduksi *waste*. Penurunan durasi difokuskan pada *Critical Path* aktifitas *Overhaul* yang mempunyai unsur *waste*. Analisa tersebut dilakukan dengan model performansi *Lean* melalui *Overall Measure of Activity Maintenance* yang kemudian dilakukan *Value Stream Maintenance Mapping (VSMM)*. Dari *VSMM* didapatkan *Current State Mapping (CSM)* beserta data aktifitas *Value Added, Non-Value Added*, dan *Necessary non-value added*. Hasil eliminasi *waste* didapatkan *Future State Mapping (FSM)* yang kemudian dilakukan simulasi *software ARENA 14.0*. Hasil simulasi menunjukkan penurunan durasi proyek dari waktu 6,0086 hari (48,0688 jam) menjadi 4,9589 hari (39,6712 jam), atau sebesar 17,5%.

**Kata kunci** : *Lean, Combuster Inspection (CI), Model Overall Measure of Activity, Value Stream Maintenance Mapping (VSMM)*.

*halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **PROJECT DURATION DECREASING WITH LEAN CONCEPT ON MAINTENANCE COMBUSTER INSPECTION (CI) ACTIVITIES IN MECHANICAL FIELDS IN GRESIK PLTGU**

Student Name : Abdurrazaq Al Muharram  
Student ID : 09211650024014  
Academic Adviser : Dr. Ir. Mokh. Suef, M.Sc.(Eng).

## **ABSTRACT**

Electricity companies are required to always produce electricity in accordance with existing demand. Routine maintenance is needed for generating equipment in order to achieve readiness, reliability, and efficiency of power plants which are the main targets in the business process of the generation unit. PT PJB UPHT is a maintenance unit that carries out Maintenance Overhaul especially in Combustion Inspection (CI). UPHT has been trying to carry out maintenance with maintenance planning and control. When viewed from the performance measurement unit, with the Overall Measure of Activity Maintenance historical data model, it can be seen that there are several indicators that do not meet the target, namely work delays, work wastage, job evaluation. With these conditions it can be said that the Overhaul Maintenance Combuster Inspection (CI) activity in the Gresik PLTGU unit is still ineffective because there is waste in the project activities. On that basis, the Maintenance Combuster Inspection (CI) work needs to be analyzed to reduce the duration by reducing waste. The decrease in duration is focused on Critical Path Overhaul activities that have waste elements. The analysis was carried out with the Lean performance model through the Overall Measure of Activity Maintenance which was then carried out by Value Stream Maintenance Mapping (VSMM). From VSMM we obtain Current State Mapping (CSM) along with data on Value Added, Non-Value Added, and Necessary non-value added activities. The results of waste elimination obtained Future State Mapping (FSM) which was then simulated by ARENA 14.0 software. The simulation results show a decrease in the duration of the project from 6.0086 days (48.0688 hours) to 4.9589 days (39.6712 hours), or 17.5%.

**Keywords** : Lean, Combuster Inspection (CI), Overall Measure of Activity Model, Value Stream Maintenance Mapping (VSMM).

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala karunia dan ridho-NYA, sehingga tesis dengan judul “PENURUNAN DURASI PROYEK DENGAN KONSEP *LEAN* TERHADAP AKTIFITAS *MAINTENANCE COMBUSTER INSPECTION (CI)* BIDANG MEKANIK DI PLTGU GRESIK” ini dapat diselesaikan. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Magister Manajemen Teknologi (M.MT) dalam bidang keahlian Manajemen Industri di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Mokh Suef, M.Sc (Eng) atas bimbingan, arahan, dan waktu yang telah diluangkan kepada penulis untuk berdiskusi selama menjadi dosen pembimbing penulis,
2. Ibu Zulfiah dan Bapak Lembang (Alm) selaku orang tua penulis yang telah memberi pengarahan moral dan agama secara rutin sepanjang hidup.
3. Teruntuk Istri dan anak penulis tercinta, Julie Andrya Sari dan Lubna Mariyah Al Khansa yang selalu menemani penulis dalam suka-duka dalam perjalanan penulisan tesis ini, serta doa, motivasi, dan support yang selalu diberikan kepada penulis sampai akhirnya penulis dapat menyelesaikan tesis untuk Program Magister Manajemen Teknologi ini,
4. Seluruh Dosen program Pascasarja Manajemen Industri, Magister Manajemen Teknologi ITS yang telah memberikan ilmu kepada penulis,
5. Rekan-rekan sejawat S-2 MMT yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu, terimakasih atas keceriaannya yang selalu diberikan selama proses belajar di MMT ITS

Dengan keterbatasan pengalaman, ilmu maupun pustaka yang ditinjau, penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan dan pengembangan lanjut agar benar benar bermanfaat. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar tesis ini lebih sempurna serta sebagai masukan bagi penulis untuk penelitian dan penulisan karya ilmiah di masa yang akan datang. Akhir kata, penulis berharap tesis ini memberikan manfaat bagi kita semua terutama untuk pengembangan ilmu pengetahuan yang ramah lingkungan.

Surabaya, Januari 2019

Abdurrazaq Al Muharram

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| LEMBAR PENGESAHAN .....  | I    |
| ABSTRAK .....  | III  |
| ABSTRACT .....   | V    |
| KATA PENGANTAR .....   | VII  |
| DAFTAR ISI.....  | IX   |
| DAFTAR GAMBAR .....  | XIII |
| DAFTAR TABEL.....  | XV   |
| BAB 1 PENDAHULUAN .....  | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....   | 1    |
| 1.2 Perumusan Masalah .....  | 4    |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....  | 4    |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....   | 5    |
| 1.4.1 Manfaat Teoritis.....  | 5    |
| 1.4.2 Manfaat Praktis .....  | 5    |
| 1.5 Batasan Penelitian.....  | 5    |
| 1.6 Sistematika Penelitian.....  | 6    |
| BAB 2 KAJIAN PUSTAKA.....  | 7    |
| 1.1 Definisi dan Terminologi.....  | 7    |
| 1.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) Gresik .....                                       | 7    |
| 1.1.2 <i>Maintenance</i> .....   | 9    |
| 1.1.2.1 Maintenance Combuster Inspection (CI).....   | 11   |
| 1.1.3 <i>Overall Measure of Activity Maintenance</i> .....   | 11   |
| 1.1.4 <i>Work Breakdown Structure (WBS)</i> .....  | 12   |
| 1.1.5 Konsep dan Dasar Teori Penelitian .....  | 14   |
| 1.1.5.1 Lean .....   | 14   |
| 1.1.5.2 Value Stream Maintenance Mapping (VSMM).....   | 15   |
| 1.1.5.3 Current State Mapping (CSM).....   | 19   |
| 1.1.5.4 Non-Value Added Activity, Necessary Non-Value Added<br>Activity dan Value Added Activity ..... | 21   |
| 1.1.5.5 Proses DMAIC.....  | 23   |
| 1.2 Proses Simulasi .....  | 25   |

|  |   |    |
|--|---|----|
| 1.3  | Penelitian Terdahulu.....   | 28 |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....          |   | 33 |
| 3.1  | Desain Penelitian.....  | 33 |
| 3.2  | Sumber Data dan Obyek Penelitian.....   | 34 |
| 3.3  | Pengelolaan dan Analisis Data .....   | 35 |
| 3.3.1                                      | Identifikasi Permasalahan ( <i>Define</i> ).....                                      | 35 |
| 3.3.2                                      | Pengambilan Data dan Informasi ( <i>Measure</i> ) .....                               | 36 |
| 3.3.3                                      | Analisa dan Evaluasi Data ( <i>Analyze</i> ) .....                                    | 37 |
| 3.3.4                                      | Perancangan Proses Kerja Baru ( <i>Improve</i> ) .....                                | 37 |
| 3.3.5                                      | Control.....  | 38 |
| 3.4  | <i>Flow Chart</i> Penelitian .....  | 39 |
| 3.5  | Kesimpulan Dan Saran.....   | 41 |
| BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN..... |   | 43 |
| 4.1  | Sejarah Singkat Perusahaan.....   | 43 |
| 4.1.1                                      | Profil Tim <i>Overhaul Maintenance</i> .....  | 43 |
| 4.1.2                                      | Sistem Kerja <i>Overhaul Combuster Inspection (CI)</i> .....                          | 45 |
| 4.2  | Gambaran Umum Unit PLTGU .....  | 46 |
| 4.3  | Kondisi Saat Ini .....  | 56 |
| 4.4  | Pengumpulan Data .....  | 57 |
| 4.4.1                                      | Observasi Lapangan .....  | 57 |
| 4.4.2                                      | Verifikasi Data .....   | 58 |
| 4.5  | Pengolahan Data.....  | 58 |
| 4.5.1                                      | <i>Current State Mapping Overhaul Combuster Inspection (CI)</i> ..                    | 59 |
| 4.5.2                                      | Analisa Aktivitas <i>OH CI</i> menjadi <i>VA</i> , <i>NNVA</i> , dan <i>NVA</i> ..... | 64 |
| 4.6  | Analisa <i>waste</i> (Pemborosan) <i>OH CI</i> .....                                  | 66 |
| 4.6.1                                      | Analisa Penyebab <i>waste</i> (Pemborosan) <i>OH CI</i> .....                         | 68 |
| 4.6.2                                      | Analisa Usulan Perbaikan .....  | 71 |
| 4.7  | Perancangan <i>Future State Mapping (FSM)</i> .....                                   | 78 |
| 4.7.1                                      | Perancangan <i>FSM</i> tahap <i>Disassembly</i> .....                                 | 79 |
| 4.7.2                                      | Perancangan <i>FSM</i> tahap <i>Inspection</i> .....                                  | 80 |
| 4.7.3                                      | Perancangan <i>FSM</i> tahap <i>Assembly</i> .....                                    | 82 |
| 4.8  | Simulasi <i>FSM</i> aktifitas <i>OH CI</i> dengan <i>Software ARENA</i> .....         | 83 |

|                                 |   |    |
|---------------------------------|---|----|
| 4.8.1                           | Analisa Hasil Simulasi <i>FSM</i> aktifitas <i>OH CI</i> .....                | 87 |
| 4.8.2                           | Perbandingan Hasil <i>CSM</i> dan <i>FSM OH CI</i> dari <i>Software</i> ..... | 89 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN..... |   | 91 |
| 5.1                             | Kesimpulan .....  | 91 |
| 5.2                             | Saran .....   | 92 |
| DAFTAR PUSTAKA .....            |   | 93 |
| LAMPIRAN.....                   |   | 97 |

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 Diagram PLTGU (Kehlhofer, 1991) .....  | 8  |
| Gambar 2.2 Macam – macam Pemeliharaan (Jain, 2005) .....  | 9  |
| Gambar 2.3 <i>Work Breakdown Structure Overhaul CI</i> .....  | 13 |
| Gambar 2.4 <i>SIPOC Diagram Process</i> (George, 2002).....   | 16 |
| Gambar 2.5 <i>Current State Value Stream Maintenance Mapping OH CI</i> .....  | 19 |
| Gambar 2.6 <i>Time Value Map</i> (George, et al., 2005).....  | 21 |
| Gambar 3.1 <i>Flow Chart</i> Penelitian .....   | 40 |
| Gambar 4.1 Struktur Tim <i>Overhaul CI</i> .....  | 44 |
| Gambar 4.2 <i>Gas Turbine (GT) (Overhaul Combuster Inspection GT)</i> .....   | 46 |
| Gambar 4.3 <i>Heat Recovery Steam Generator (HRSG)</i> .....  | 53 |
| Gambar 4.4 <i>Current State Mapping Disassembly Maintenance</i> .....   | 60 |
| Gambar 4.5 <i>Current State Mapping Inspection Maintenance</i> .....  | 62 |
| Gambar 4.6 <i>Current State Mapping Assembly Maintenance</i> .....  | 64 |
| Gambar 4.7 <i>Repair expansion join dengan silicon</i> .....  | 74 |
| Gambar 4.8 <i>Clearance Vane Segment</i> .....  | 75 |
| Gambar 4.9 Pekerja yang menganggur setelah pembersihan.....   | 76 |
| Gambar 4.10 <i>Centering Combuster Basket</i> .....   | 77 |
| Gambar 4.11 Proses pemasangan <i>Combuster Basket</i> .....   | 78 |
| Gambar 4.12 <i>Future State Mapping</i> aktifitas <i>Assembly Ovehaul CI</i> .....  | 79 |
| Gambar 4.13 <i>Future State Mapping</i> aktifitas <i>Inspection Ovehaul CI</i> .....  | 81 |
| Gambar 4.14 <i>Standard Material Expansion Joint PLTGU</i> .....  | 81 |
| Gambar 4.15 <i>Future State Mapping</i> aktifitas <i>Assembly Ovehaul CI</i> .....  | 82 |
| Gambar 4.16 Distribusi aktifitas <i>Membuka Transition Pieces</i> .....   | 84 |
| Gambar 4.17 Uji <i>Paired T Model Awa Software</i> .....  | 85 |
| Gambar 4.18 <i>Network Diagram Future State Mapping OH CI</i> .....   | 86 |
| Gambar 4.19 Model simulasi <i>FSM OH CI software ARENA</i> .....  | 87 |
| Gambar 4.20 Hasil simulasi <i>Future State Mapping software ARENA 14.0</i> .....  | 88 |
| Gambar 4.21 Perbandingan <i>Current State Mapping</i> dan Hasil Simulasi <i>Future State Mapping</i> Aktifitas <i>Overhaul Combuster Inspection</i> ..... | 89 |

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR TABEL

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Tabel 2.1  | Macam dan definisi dari simbol dalam <i>framework Maintenance VSM</i> .....           | 17 |
| Tabel 2.2  | <i>Mapping</i> Kumpulan Penelitian Terdahulu .....                                    | 31 |
| Tabel 4.1  | Aktifitas <i>Disassembly OH CI</i> .....  | 60 |
| Tabel 4.2  | Aktifitas <i>Inspection OH CI</i> .....   | 61 |
| Tabel 4.3  | Aktifitas <i>Assembly OH CI</i> .....   | 63 |
| Tabel 4.4  | Pemborosan pada aktivitas <i>OH CI</i> .....  | 67 |
| Tabel 4.5  | Jenis Pemborosan dan Permasalahannya .....  | 68 |
| Tabel 4.6  | Batasan dan Acuan Pemborosan Aktifitas <i>Disassembly OH CI</i> .....                 | 69 |
| Tabel 4.7  | Batasan dan Acuan Pemborosan Aktifitas <i>Inspection OH CI</i> .....                  | 70 |
| Tabel 4.8  | Batasan dan Acuan Pemborosan Aktifitas <i>Assembly OH CI</i> .....                    | 71 |
| Tabel 4.9  | Analisa Pemborosan ( <i>waste</i> ) dan Usulan Perbaikan Aktifitas <i>OH CI</i> ..... | 72 |
| Tabel 4.10 | Data Distribusi Statistik Aktifitas <i>OH CI</i> .....                                | 83 |

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Meningkatnya kebutuhan energi listrik, baik untuk proses industri atau untuk konsumen masyarakat, tidak dapat dihindari. Perusahaan listrik akan dapat menuai dampak dari kondisi peningkatan kebutuhan tersebut dengan cara harus menjaga ketersediaan dan kehandalan peralatan yang digunakan untuk tetap memproduksi listrik sesuai dengan permintaan yang dibutuhkan. PT Pembangkitan Jawa-Bali (PT PJB) merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi listrik untuk negara yang didistribusikan melalui transmisi dari PT Perusahaan Listrik Negara Persero (PT PLN Persero).

Suatu kinerja operasi pembangkit listrik sangat dibutuhkan untuk memproduksi listrik yang nantinya akan didistribusikan ke masyarakat. Seperti mesin yang selalu digunakan terus menerus dibutuhkan perawatan rutin agar dapat berfungsi sesuai dengan parameter yang dibutuhkan. Begitu juga dengan sebuah pembangkit listrik yang dituntut untuk selalu memproduksi listrik sangat diperlukan kedisiplinan dalam melakukan perawatan rutin agar dapat mencapai kesiapan, kehandalan, dan efisiensi pembangkit yang merupakan target utama dalam proses bisnis unit pembangkitan dengan disertakan perencanaan dan pengendalian pemeliharaan.

Pemeliharaan suatu unit merupakan salah satu aktifitas penting dalam kelangsungan hidup perusahaan, agar dihasilkan kualitas *output* yang baik maka fasilitas untuk membuat produk tersebut harus dalam keadaan baik. Pemeliharaan Unit dibagi menjadi 2 tipe yaitu pemeliharaan terencana (*planned maintenance*) dan pemeliharaan tidak terencana (*unplanned maintenance*). *Unplanned Maintenance* dilakukan ketika perlu adanya tindakan *emergency*. Sedangkan *Planned Maintenance* dilakukan sesuai dengan waktu yang telah direncanakan salah satunya adalah *Overhaul Maintenance*.

Dalam kegiatan perawatan / *maintenance Overhaul* pembangkitnya, Unit Inti pembangkit PT PJB dilakukan oleh 2 bagian Unit Pemeliharaan yaitu Unit

Pelayanan Pemeliharaan Pembangkit Wilayah Timur (UPHT) dan juga Unit Pelayanan Pemeliharaan Pembangkit Wilayah Barat (UPHB). Pada analisa kali ini dilakukan terhadap unit PLTGU UP Gresik berada di kota Gresik, Jawa Timur yang proses pemeliharaannya dilakukan oleh UPHT. Di PLTGU Gresik terdapat beberapa *scope Overhaul* salah satunya adalah *Combuster Inspection (CI)* yang dilakukan setiap 8000 *operating hours* unit pembangkit PLTGU. Setiap jenis *Overhaul* mempunyai *standard job* masing-masing yang merupakan *scope* kerja dari pekerjaan *Overhaul* dengan *manpower* dan durasi waktu untuk setiap pekerjaannya.

PT PJB UPHT merupakan unit bagian pemeliharaan yang melakukan *Overhaul Maintenance* khususnya *Combuster Inspection (CI)*. Di dalam implementasinya, UPHT telah berusaha meningkatkan *maintainability* (kecepatan dan ketepatan pemeliharaan) dengan perencanaan dan pengendalian pemeliharaan. Dengan adanya perencanaan tersebut maka di dalam setiap pekerjaan pemeliharaan pembangkit, terlebih dahulu dipastikan adanya *Work Order* yang berisi detail aktifitas untuk setiap pekerjaan, prosedur pekerjaan, perencanaan kebutuhan *consumable, tools* dan *spare part*, estimasi pekerjaan dan juga alat pelindung diri. Setelah syarat tersebut sudah ada, maka pekerjaan pemeliharaan bisa dieksekusi sesuai standard prosedur yang ada. Bila aktifitas pemeliharaan sudah dilaksanakan dan sudah sesuai dengan parameter melalui inspeksi oleh pihak terkait, maka *work order* dapat diisi kembali berdasarkan aktual permasalahan yang ditemui sehingga tujuan dari perencanaan dapat tercapai.

Meskipun telah menerapkan sistem perencanaan dan pengendalian, pada kenyataannya di lapangan, untuk perawatan pembangkit yang dilakukan di PLTGU Gresik masih kurang sesuai dengan parameter yang diharapkan. Jika dilihat dalam aplikasinya, dengan menggunakan model *Overall Measure of Activity Maintenance* dari data historis dapat dilihat bahwa terdapat beberapa faktor indikator yang tidak sesuai dalam pencapaian target, yaitu *overdue task, degree of scheduling, evaluation of Overhaul Maintenance*. Dengan kondisi tersebut, dapat diduga bahwa aktifitas *Maintenance Combuster Inspection (CI)* pada unit PLTGU Gresik masih kurang efektif dalam implementasinya. Pekerjaan *Maintenance CI* sesuai perencanaan menghabiskan waktu 5 hari, tetapi dalam pelaksanaannya

sesuai data historis yang diambil dari tahun 2015-2018 menghabiskan waktu 6 hari. Pekerjaan *Overhaul Maintenance CI* diduga terdapat aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah dan tidak diperlukan yang mengakibatkan lamanya waktu pelaksanaan *Maintenance Combuster Inspection (CI)*.

Dengan adanya kondisi tersebut, sebuah perusahaan pembangkit listrik khususnya PT PJB UPHT perlu terobosan baru dengan menerapkan filosofi baru pekerjaan *Overhaul Maintenance CI* melalui pengurangan durasi terhadap aktifitas perawatan yang besar (Adele, 2009). Dengan konsep pengurangan aktifitas perawatan tersebut digunakan konsep *Lean*, dimana dilakukan analisa tentang efektifitas dan efisiensi pekerjaan secara mendetail yang merupakan inti dari permasalahan yang terjadi. Suatu proses dalam pekerjaan dapat bersifat *Value Added (VA)*, *Non-Value Added (NVA)*, *Necessary Non-Value Added (NNVA)*. Salah satu inti permasalahan dalam *Overhaul CI* adalah adanya aktifitas yang bersifat *Non-Value Added* yang perlu dieliminasi. Setelah menemukan inti permasalahan yang ada, maka dapat ditetapkan pekerjaan yang kurang berarti atau tidak bernilai tambah yang biasa disebut *waste*. Sesuai dengan pendapat (Hines, et al., 1997) *Waste* adalah pemborosan yang berupa *overproduction, unnecessary motion, excessive transportation, defect, unnecessary inventory, over processing, waiting*. Selain itu juga sesuai dengan pendapat (Hines, et al., 1998) bahwa timbul pengembangan *waste* yang baru yaitu *power and energy, human potential, inappropriate design*.

Dengan diketahuinya pengertian *waste*, maka dapat dikatakan dalam bidang *Maintenance* bahwa suatu pekerjaan yang termasuk dalam *waste* dapat berupa standard prosedur yang tidak diperbarui, persediaan *sparepart* yang tidak tepat, peralatan yang kurang tepat dan banyak, pemborosan waktu, pengeluaran barang *consumable*, transportasi dan juga tenaga kerja yang tidak perlu. Dalam kasus *Overhaul CI* sering terdapat adanya kendala berupa :

- Keterlambatan waktu selesainya *Overhaul CI* terhadap target yang telah direncanakan.
- Kurangnya pemanfaatan sumber daya yang ada ditandai dengan adanya tenaga kerja yang menganggur ketika eksekusi berlangsung.

Atas dasar kendala tersebut dengan konsep *Lean* nantinya akan mengeliminasi pekerjaan *waste* yang ada dengan data dan analisa yang mendukung sehingga diharapkan dapat menjadikan pekerjaan *Maintenance CI* di PLTGU Gresik bisa dilaksanakan lebih Efektif sesuai dengan target yang direncanakan.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Dari penjelasan di atas dapat dirumuskan masalah yang perlu diteliti terhadap aktivitas *Maintenance Combuster Inspection (CI)* adalah sebagai berikut:

1. *Waste* apa saja yang mempengaruhi durasi proyek *Overhaul CI* di PLTGU Gresik?
2. Bagaimana pengaruh pekerjaan *waste* terhadap durasi proyek *Overhaul Combuster Inspection (CI)* di PLTGU Gresik?
3. Seberapa dominan pengaruh pekerjaan *waste* terhadap durasi proyek *Overhaul CI* di PLTGU Gresik?
4. Bagaimana pengaruh implementasi konsep *Lean* terhadap durasi proyek *Overhaul Combuster Inspection (CI)* di PLTGU Gresik?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Dilihat dari uraian pada sub-bab sebelumnya tujuan dilakukan penelitian terhadap aktivitas *Overhaul Maintenance Combuster Inspection (CI)* adalah sebagai berikut :

1. Menentukan dan mengevaluasi *waste* apa saja yang terdapat dalam aktifitas *Overhaul CI* di PLTGU Gresik.
2. Mengevaluasi pengaruh pekerjaan *waste* terhadap durasi proyek *Overhaul Combuster Inspection (CI)* di PLTGU Gresik.
3. Memperhitungkan seberapa dominan pengaruh pekerjaan *waste* terhadap durasi proyek *Overhaul CI* di PLTGU Gresik.
4. Memperhitungkan pengaruh implementasi konsep *Lean* terhadap durasi proyek *Overhaul Combuster Inspection (CI)* di PLTGU Gresik.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Manfaat Teoritis**

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu referensi pengembangan keilmuan tentang manajemen *Overhaul Maintenance* khususnya pada *scope Combuster Inspection (CI)*. Selain itu juga dapat dijadikan acuan dalam penelitian berikutnya di bidang selain mekanik (listrik, kontrol dan instrument, safety).

### **1.4.2 Manfaat Praktis**

Penelitian ini dapat dijadikan salah satu masukan dan pertimbangan bagi perusahaan untuk meningkatkan *Overhaul Maintenance Time*.

## **1.5 Batasan Penelitian**

Batasan penelitian yang digunakan untuk analisa aktivitas *Maintenance Combuster Inspection (CI)* yang dilakukan Unit Pelayanan Pemeliharaan Pembangkit Wilayah Timur (UPHT) adalah :

1. Penelitian ini dilakukan pada 9 unit pembangkit listrik PLTGU di PT PJB UP Gresik dalam lingkup aktivitas *Overhaul Maintenance Combuster Inspection (CI)*.
2. Pada penelitian ini dilakukan analisa dengan asumsi tidak ada temuan kerusakan ketika pelaksanaan *Overhaul*.
3. Tidak ada *Work Order* tambahan yang dikeluarkan oleh *owner* (UP Gresik).
4. Penelitian yang dilakukan kali ini hanya sebatas pada pekerjaan bidang mekanik yang terdapat dalam *scope* kerja *Maintenance Combuster Inspection (CI)* bidang Mekanik di PLTGU Gresik.
5. Semua sumber daya yang digunakan dalam setiap pekerjaan *Overhaul CI* mempunyai *skill* dan kapasitas yang sama dalam implementasinya.
6. Data histori *Overhaul Combuster Inspection* yang digunakan dimulai dari periode tahun 2015-2018 sebanyak 10 proyek *Overhaul CI*.

## 1.6 Sistematika Penelitian

### BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini disampaikan tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penulisan.

### BAB II KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang definisi dan terminologi mengenai PLTGU, konsep *Lean Maintenance*, konsep *Overall Measure of Maintenance*, *VSMM* terhadap pekerjaan *Overhaul Maintenance CI* di PLTGU Gresik. Bab ini memberikan penjelasan tentang penelitian terdahulu yang ada keterkaitannya dengan pembahasan analisa konsep *Lean Overhaul Maintenance*.

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang variabel penelitian, waktu, dan lokasi penelitian, prosedur pengumpulan data, pengolahan dan analisis data, serta langkah-langkah penelitian.

### BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang evaluasi pekerjaan *Maintenance CI* dengan melakukan perhitungan menggunakan konsep *Lean* dalam *Overall Measure of Maintenance*. Setelah itu dibentuk *Value Stream Maintenance Mapping (VSMM)* sehingga dapat ditemukan pekerjaan *waste* dan dapat dihitung waktu yang dapat direduksi dari durasi awal proyek sebelum dilakukan analisa *Lean*.

### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya dari analisa konsep *Lean* aktifitas *Maintenance Combuster Inspection (CI)*.

## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA**

Pada bab II dijelaskan tentang studi literatur sebagai petunjuk untuk melakukan penelitian tentang penurunan durasi proyek dengan menggunakan konsep *Lean*. Bab ini berisi tentang definisi dan terminologi tentang Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU). Selain itu juga bab II menjelaskan tentang konsep dan pengertian dari *Maintenance*, *Lean*, *Value added and Non-value added*, *Value Stream Maintenance Mapping* dan proses *Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*, dan *Control*.

#### **1.1 Definisi dan Terminologi**

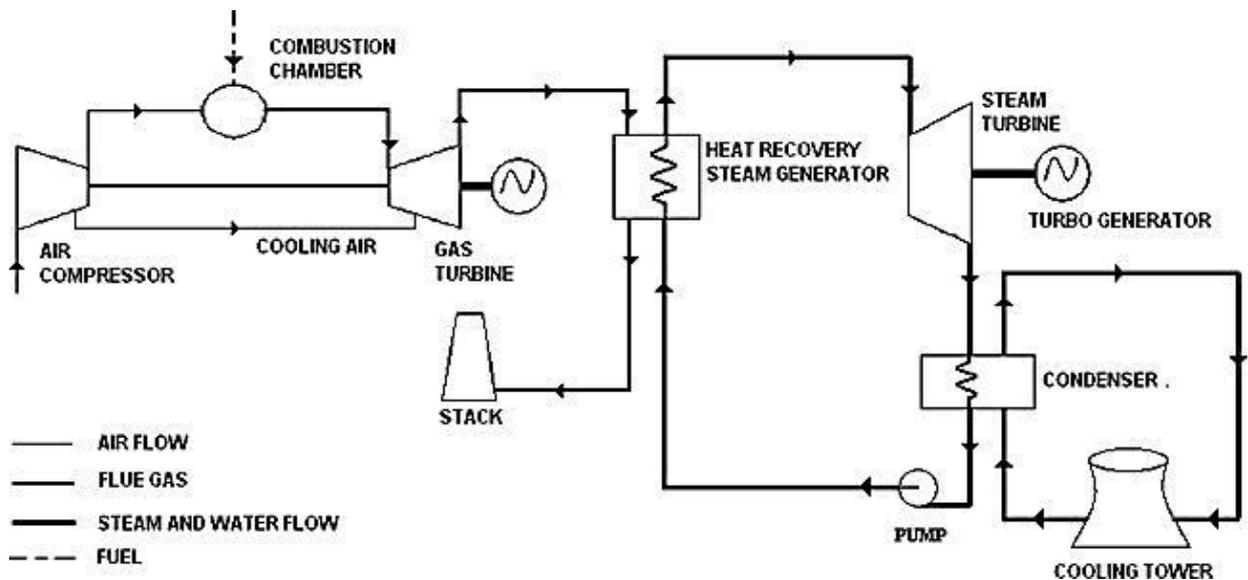
##### **1.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) Gresik**

Konsumsi listrik merupakan kegiatan rutin yang digunakan oleh seluruh masyarakat dalam kehidupan sehari-harinya. Di PT PJB UP Gresik terdapat unit PLTGU dengan kapasitas 120 MW sebanyak 9 unit pembangkit.

PLTGU merupakan suatu upaya peningkatan efisiensi operasi dengan memanfaatkan gas buang dari Gas Turbin untuk memanaskan air dalam *HRSG* (*Heat Recovery Steam Generator*) yang selanjutnya uap hasil pemanasan air digunakan untuk menggerakkan Turbin Uap. Pembangkit Listrik PLTGU merupakan suatu pembangkit daya siklus gabungan yang pada dasarnya terdiri dari dua siklus utama, yakni siklus *Brayton* (siklus gas) dan siklus *Rankine* (siklus uap) dengan turbin gas dan turbin uap yang menyediakan daya ke jaringan (Kurniawan, et al., 2014).

Prinsip kerja sistem PLTGU pertama terletak pada proses di siklus Gas Turbin. Ketika udara atmosfer masuk ke dalam *intake air filter* kemudian dihisap oleh kompresor dan menaikkan tekanan udara tersebut sehingga temperatur udara meningkat. Selanjutnya udara bertekanan dan temperatur tinggi masuk ke *combuster* (ruang bakar) dan bercampur dengan bahan bakar sehingga terjadi proses pembakaran. Gas hasil pembakaran digunakan untuk memutar gas turbin

yang telah dikopel dengan generator sehingga dapat menghasilkan energi listrik. Untuk memanfaatkan panas dari gas buang hasil pembakaran, maka digunakan sebuah unit *HRSG* (*Heat Recovery Steam Generator*) yang berguna untuk memanaskan air yang terdapat dalam *tube HRSG* dan mengubah fasa dari fasa cair menuju ke fasa uap hingga mencapai kondisi Uap *Superheat*. Uap tersebut kemudian digunakan untuk memutar turbin uap yang dikopel dengan generator sehingga dapat menghasilkan energi listrik. Dengan begitu jika dilihat dari proses PLTGU, terdapat dua generator yang dapat mensupply listrik yaitu generator dari *Gas Turbine* dan juga *Steam Turbine*. Proses PLTGU dapat dilihat dari diagram pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram PLTGU (Kehlhofer, 1991)

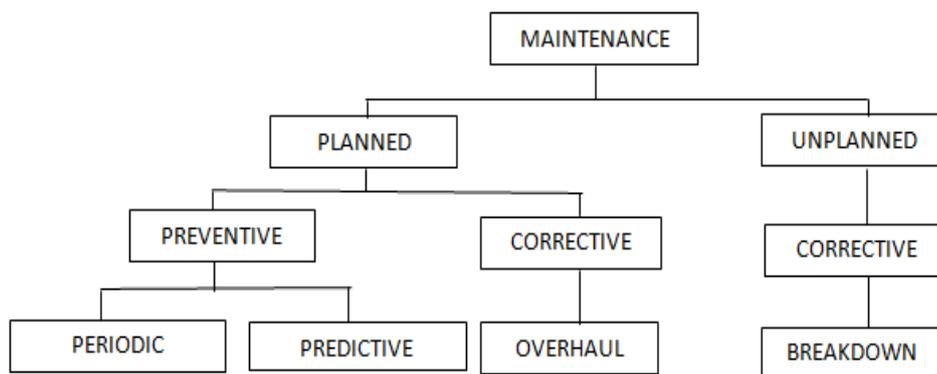
Kapasitas produksi uap yang dapat dihasilkan *HRSG* tergantung pada kapasitas energi panas yang masih dikandung gas buang dari unit turbin gas, yang berarti tergantung pada beban unit turbin gas. Pada dasarnya, turbin gas yang beroperasi pada putaran tetap, aliran udara masuk kompresor juga tetap; akan tetapi jika perubahan beban turbin tidak konstan dengan aliran bahan bakar tetap, maka suhu gas buang juga berubah-ubah mengikuti perubahan beban turbin gas.

### 1.1.2 Maintenance

Menurut (Higgins, et al., 2002), *maintenance* atau pemeliharaan adalah suatu kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang dengan tujuan agar peralatan selalu memiliki kondisi yang sama dengan keadaan awalnya. *Maintenance* juga dilakukan untuk menjaga peralatan tetap berada dalam kondisi yang dapat diterima oleh penggunaannya.

Menurut Sisjono dan Iwan Koswara, Perawatan (*maintenance*) ialah suatu kegiatan yang dilakukan secara sengaja (sadar) terhadap suatu fasilitas dengan menganut suatu sistematika tertentu untuk mencapai hasil telah ditetapkan (Sisjono, et al., 2004). Pada dasarnya, *Maintenance* adalah suatu kegiatan yang dilakukan manusia untuk menjaga atau merawat sebuah benda/perangkat (keras ataupun lunak) agar dapat terus di gunakan.

Ada beberapa jenis pemeliharaan yang biasanya dilakukan dalam perawatan pemeliharaan. Jenis Jenis pemeliharaan tersebut dapat dilihat dari Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Macam – macam Pemeliharaan (Jain, 2005)

Dari Gambar 2.2. dapat dijelaskan bahwa terdapat 2 macam *maintenance* yaitu terencana (*Planned*) dan tidak terencana (*Unplanned*). Dimana untuk *mentanance* yang tidak terencana dilakukan oleh tim *Corrective maintenance* melalui *Breakdown maintenance*. Sedangkan untuk *maintenance* yang terencana

dibagi menjadi 2 bagian juga yaitu *preventive* dan *corrective* yang dijelaskan sebagai berikut :

- ***Preventive maintenance***

Merupakan jenis *Maintenance* yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada mesin selama operasi berlangsung. Contoh *Preventive maintenance* adalah melakukan penjadwalan untuk pengecekan (*inspection*) dan pembersihan (*cleaning*) atau pergantian suku cadang secara rutin dan berkala. *Preventive maintenance* terdiri dari 2 jenis yaitu :

1. ***Periodic Maintenance*** yaitu perawatan berkala yang terjadwal dalam melakukan pembersihan mesin, Inspeksi mesin, meminyaki mesin dan juga pergantian suku cadang yang terjadwal untuk mencegah terjadi kerusakan mesin secara mendadak yang dapat mengganggu kelancaran produksi. *Periodic Maintenance* biasanya dilakukan dalam harian, mingguan, bulanan ataupun tahunan.
2. ***Predictive Maintenance*** yaitu perawatan yang dilakukan untuk mengantisipasi kegagalan sebelum terjadi kerusakan total. *Predictive Maintenance* ini akan memprediksi kapan akan terjadinya kerusakan pada komponen tertentu pada mesin dengan cara melakukan analisa *trend* perilaku mesin/peralatan kerja. Dilakukan *monitoring* secara terus menerus terhadap kinerja peralatan. Data *monitoring* ini kemudian digunakan untuk membuat prediksi peristiwa kerusakan peralatan. Tindakan perawatan harus diberikan kepada peralatan tersebut sebekum waktu kerusakan seperti yang ditetapkan dalam prediksi itu. Berbeda dengan *Periodic maintenance* yang dilakukan berdasarkan waktu (*Time Based*), *Predictive Maintenance* lebih menitik beratkan pada Kondisi Mesin (*Condition Based*).

- ***Corrective Maintenance***: Perawatan yang dilakukan dengan cara mengidentifikasi penyebab kerusakan dan kemudian memperbaikinya sehingga Mesin atau peralatan Produksi dapat beroperasi normal kembali. *Corrective Maintenance* biasanya dilakukan pada mesin atau peralatan produksi yang sedang beroperasi secara *abnormal* (Mesin masih dapat beroperasi tetapi tidak optimal). Ada 2 jenis *Corrective Maintenance* yaitu

*Overhaul* dan *Breakdown*. *Overhaul* merupakan kegiatan pemeliharaan berupa penggantian komponen mesin secara serentak atau keseluruhan (juga *overhaul* terencana misalnya *overhaul* tahunan atau dua tahunan, atau suatu perluasan kapasitas produksi). *Breakdown* Merupakan kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan, kegagalan, atau kelainan fasilitas produksi sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik.

#### **1.1.2.1 Maintenance Combuster Inspection (CI)**

*Combustor inspection* merupakan *overhaul* jangka pendek yang dibutuhkan untuk memeriksa kompresor *inlet*, *flame detector*, *ignitor*, nosel tingkat pertama, *combustion basket*, *transition piece*, *turbine vane row 1* dan *turbine blade row 4*. *Overhaul CI* harus dilakukan sesuai dengan *standard job* yang telah ada.

Komponen ini membutuhkan pemeriksaan secara berkala, karena turbin gas bekerja secara terus menerus, sehingga sistem pembakaran harus dijaga karena apabila sistem pembakaran buruk maka akan menyebabkan umur komponen pendek. *Maintenance Combustion Inspection (CI)* dilakukan berkala setiap 8000 *operating hours* dari unit.

#### **1.1.3 Overall Measure of Activity Maintenance**

Konsep metode *Overall Measure of Activity Maintenance* merupakan hasil rangkuman terhadap dua metode pengukuran fungsi variabel perawatan (Priel, 1962). dan fundamental kriteria pengukuran performansi perawatan (Niebel, 1994). Kategori indikator performansi model *Overall Measure of Activity Maintenance* ini dapat mengukur performansi antar biaya, administrasi dan efektifitas dari aktivitas perawatan. Keunggulan lain dari penggunaan model ini bagaimana secara mudahnya mendapatkan data untuk mengukur performa dari aktivitas perawatan dan memahami hasil dari pengukuran yang dilakukan. Yang

perlu diperhatikan dalam mendapatkan data aktifitas proyek adalah jalur *Critical Path* dari proyek. *Critical Path* proyek merupakan deretan aktivitas yang menentukan waktu tercepat yang mungkin agar proyek dapat diselesaikan dan merupakan jalur terpanjang dalam *network diagram*. Beberapa hal yang perlu diperhatikan berkaitan dengan jalur kritis adalah sebagai berikut :

1. Tertundanya pekerjaan di jalur kritis akan menunda penyelesaian proyek.
2. Penyelesaian proyek dapat dipercepat dengan mempercepat penyelesaian pekerjaan di jalur kritis.
3. Slack pekerjaan jalur kritis sama dengan 0 (nol) yang memungkinkan relokasi sumber daya dari pekerjaan non kritis ke pekerjaan kritis.

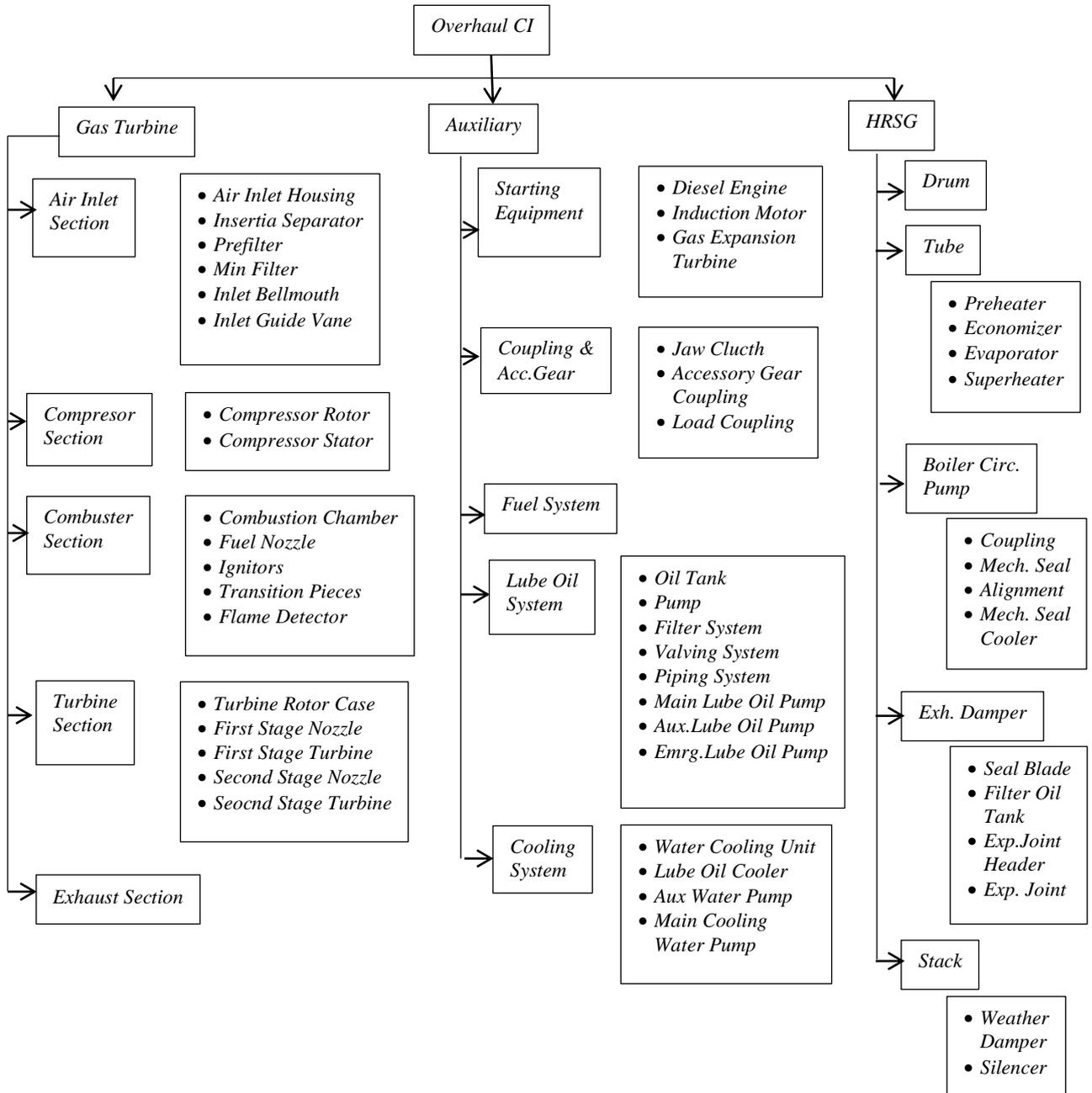
Dalam penelitian kali ini dari data aktifitas akan lebih fokus pada durasi aktifitas, dan jumlah pekerja ketika eksekusi sesuai dengan *Network Diagram* pada Lampiran 3 dan 5. Selain itu pengukuran durasi dan jumlah pekerja difokuskan pada *Critical Path* proyek *Overhaul CI*. yang dapat dilihat pada proses aktifitas Lampiran 1 yang ditandai dengan aliran berwarna merah.

#### **1.1.4 Work Breakdown Structure (WBS)**

Seperti yang dikatakan oleh (Schwalbe, 2011) bahwa *work break down Structure (WBS)* merupakan suatu pengelompokan aktivitas yang berorientasi pada pekerjaan proyek yang dapat mendefinisikan ruang lingkup dari suatu proyek. *WBS* merupakan suatu rancangan proyek yang sangat penting untuk dapat mendefinisikan *scope* pekerjaan dari proyek karena di dalamnya digambarkan dengan detail obyek yang akan dikerjakan. *WBS* juga dapat dikatakan bahwa suatu pengelompokan *scope project* menjadi suatu susunan *part* dari obyek (Hans, 2013)

Seperti yang dikemukakan (Burke, 2010) bahwa *WBS* merupakan suatu tulang punggung dari suatu proyek dan tanpa adanya *WBS* seorang pimpinan proyek akan kesusahan dalam menjalankan proyek sesuai dengan tujuan.

Dalam proyek *Overhaul Combuster Inspection* juga dibentuk WBS yang menggambarkan *scope* bagian dari proyek *overhaul* seperti yang terdapat dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Work Breakdown Structure Overhaul CI

## 1.1.5 Konsep dan Dasar Teori Penelitian

### 1.1.5.1 *Lean*

Secara arti harfiah *Lean* berarti “ramping” atau “kurus”, bila hal ini menyangkut suatu sistem maka *lean* menitik beratkan pada sistem pekerjaan yang dilakukan kemudian meminimasi waktu, biaya, dan sumber daya yang digunakan ketika *maintenance*. Dalam hal ini minimasi dapat diartikan sebagai efisiensi efektifitas. Hasil yang diharapkan tidak berkurang atau lebih meningkat efektifitas dan efisiensinya dibanding sebelumnya. Konsep *Lean* adalah menciptakan aliran suatu proses *maintenance* dengan cara menghilangkan pemborosan sepanjang aliran proses yang dikerjakan melalui suatu *improvement*. Pemborosan diartikan sebagai semua aktivitas yang menyerap sumber daya namun tidak menghasilkan lebih. *Lean* menyediakan cara untuk menentukan *value stream* dalam suatu proses, mencari proses dan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, serta melakukan perbaikan dengan menemukan aktivitas yang memiliki nilai tambah.

*Lean* dapat didefinisikan sebagai suatu filosofi bisnis, pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value added activity*) melalui peningkatan terus-menerus. Konsep ini memiliki tujuan untuk menciptakan aliran lancar produk sepanjang proses *value stream* (*value stream process*) dan menghilangkan semua jenis *waste* (Gasperz, 2006).

Secara konsepnya, *Lean Process* melakukan pengelompokan semua alat dan praktek produksi untuk perbaikan ke dalam lima bidang dasar (King, 2009) :

1. Nilai (*Value*) : menentukan nilai produk dari sudut pandang pelanggan/*owner*.
2. Nilai *Stream* (*Value Stream*) : melihat sistem pengiriman produk/aliran aktifitas sebagai aliran kontinu proses yang menambah nilai produk.
3. Arus (*Flow*) ; Produk harus terus bergerak melalui aliran nilai terhadap pelanggan/*owner* pada kecepatan permintaan.
4. Tarik (*Pull*) : Produk harus ditarik melalui *Value Stream* pada permintaan pelanggan bukannya mendorong kepada pelanggan.

5. Kesempurnaan (*Perfection*) : Proses berkelanjutan untuk menghilangkan limbah dalam sistem sehingga pekerjaan dapat mengalir mulus melalui *value stream*.

Dalam penelitian kali ini konsep *Lean* diterapkan dengan menghilangkan unsur pemborosan atau tidak bernilai tambah dalam aktifitas *Overhaul Combuster Inspection* melalui metode *Visual Stream Maintenance Mapping*. Kemudian dibentuk *Current State Mapping* dengan mengetahui aktifitas yang *Value Added*, *Necessary Non-Value Added*, dan *Non Value Added* dalam tiap tahap eksekusinya (*Disassembly, Inspection and Repair, Assembly*).

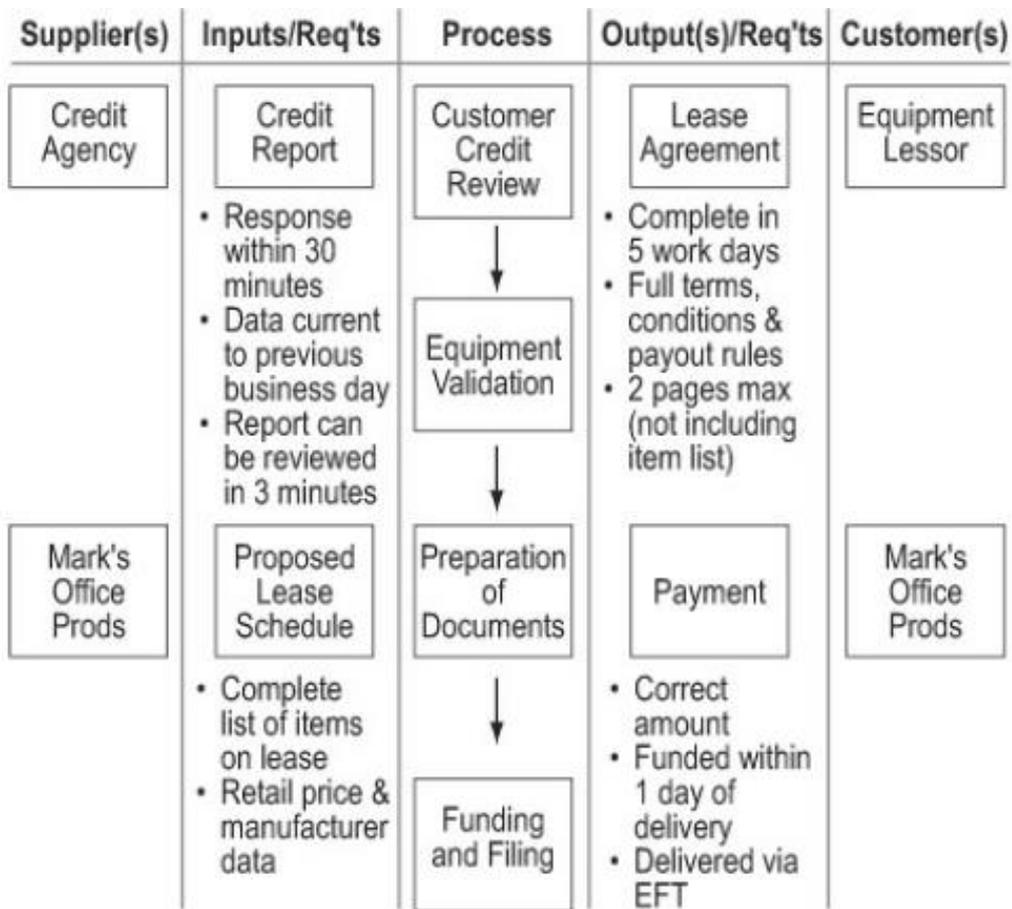
Selanjutnya dilakukan eliminasi unsur Pemborosan (*waste*) kemudian dibentuk *Future State Mapping*. Dari *Future State Mapping* dilakukan simulasi *software ARENA 14.0* untuk melihat hasil dari penerapan *Lean*. Penerapan *Lean* dalam penelitian ini difokuskan pada aktifitas *critical path* yang mempunyai potensi untuk menurunkan durasi *Overhaul CI*.

#### **1.1.5.2 Value Stream Maintenance Mapping (VSMM)**

*Value Stream Maintenance Mapping* merupakan suatu metode untuk dapat menganalisa setiap proses dari suatu *Maintenance*. *VSMM* ini adalah sistem manajemen yang dapat membentuk gambar status proses yang ada dalam suatu proyek dan bertujuan untuk mencapai *zero downtime*, mengurangi jumlah *defect*, menciptakan lingkungan kerja yang lebih efisien dan dapat meningkatkan *Total Productivity of Maintenance* (TPM).

Untuk mencapai produktivitas secara maksimal untuk perbaikan dalam perusahaan, konsep *lean* sangat direkomendasikan dengan memakai *tools VSM*, atau dengan menggunakan *tools* lainnya seperti *5S, Kaizen, Pokayoke*, dll yang berguna untuk mengurangi 8 *waste*. *VSM* adalah alat yang sangat baik untuk peningkatan perusahaan agar lebih efektif dan efisien. (Rother, et al., 1999) mendefinisikan *VSM* sebagai alat yang tidak hanya menyoroti proses inefisiensi, transaksional dan ketidakcocokan komunikasi tapi juga panduan tentang perbaikannya. Menurut (Hines, et al., 1997), *Value stream* adalah kumpulan dari

semua tindakan nilai tambah dan tidak bernilai tambah yang dibutuhkan untuk membawa produk atau sekelompok produk yang menggunakan sumber daya dalam suatu proses, dari materi mentah ke tangan pelanggan.



Gambar 2.4 SIPOC Diagram Process (George, 2002)

Menurut (Womack, et al., 2003), *value stream mapping* atau juga sering dikenal dengan *big picture mapping* merupakan alat yang digunakan untuk menggambarkan sistem secara keseluruhan dan *value stream* yang ada di dalamnya. Tujuan dari *value stream mapping* ini adalah untuk mendeskripsikan kegiatan yang menghasilkan nilai tambah atau tidak, serta mengidentifikasi dan juga menghitung pemborosan seperti pemborosan waktu dan biaya. Untuk membuat *value stream mapping* terdapat 4 tahapan yaitu :

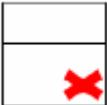
1. Mengidentifikasi *family product* dan menentukan *family product* yang diamati.

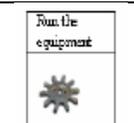
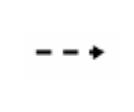
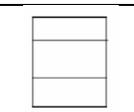
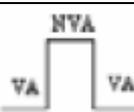
2. Membuat *Current state Map* untuk *family product* yang diamati.
3. Mengembangkan *future state map*, yaitu kondisi yang diinginkan berdasarkan kondisi sekarang dalam usaha mengurangi *waste*.
4. Mengembangkan rencana langkah kerja untuk menciptakan *value* yang direncanakan guna mencapai *future state map*.

Menurut (George, 2002) alat yang dipakai dalam *six sigma* untuk menghasilkan *process mapping* yang terbaik adalah Diagram *SIPOC* (*Supplier Input Process Output Customer*), contohnya dapat dilihat pada Gambar 2.4.

Dalam proses pembuatan *Value Stream Map* terlebih dahulu mengenal *frame work* dari VSM. Di dalam *framework* ini terdiri dari tujuh kategori yang digunakan untuk dapat menunjukkan tahapan proses dari suatu pekerjaan/proyek. Suatu pekerjaan di dalam *Value Stream Mapping* terdiri dari kombinasi simbol-simbol yang diadopsi dari *big picture mapping* (Rother, et al., 1999). Macam dan definisi dari ketujuh kategori tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Macam dan definisi dari simbol dalam *framework Maintenance VSM*.

| <i>Framework Category</i>  | <i>Sub-Category</i>   | <i>Symbol</i>   | <i>Symbol Name</i>             | <i>Definition</i>   |
|----------------------------|-----------------------|---|--------------------------------|---|
| <i>Equipment Breakdown</i> |                       |  | <i>Equipment Breakdown</i>     | Untuk merepresentasikan bahwa <i>equipment</i> sudah <i>shutdown</i>                      |
| <i>Process</i>             | <i>Communiation</i>   |  | <i>Communicate the Problem</i> | Proses penyampaian masalah dari operator ke tim <i>maintenance</i> secara langsung        |
|                            | <i>Identification</i> |  | <i>Identify the Problem</i>    | Proses identifikasi penyebab masalah <i>equipment shutdown</i>                            |
|                            |                       |  | <i>Identify the Resources</i>  | Proses identifikasi peralatan, personil dan segala hal yang akan digunakan untuk eksekusi |
|                            | <i>Locate</i>         |  | <i>Locate the Resources</i>    | Proses pemesanan/pengambilan alat dll untuk eksekusi                                      |

| <i>Framework Category</i> | <i>Sub-Category</i>                           | <i>Symbol</i>   | <i>Symbol Name</i>         | <i>Definition</i>   |
|---------------------------|---|---|----------------------------|---|
| <i>Process</i>            | <i>Work Order</i>                             |    | <i>Generate Work Order</i> | Proses agar dapat muncul perintah untuk eksekusi  |
|                           |   |    | <i>Finish Work Order</i>   | Proses bahwa pekerjaan sudah selesai  |
|                           | <i>Repair</i>                                 |    | <i>Repair Equipment</i>    | Proses <i>repair the equipment</i>  |
|                           | <i>Yield</i>                                  |    | <i>Run the Equipment</i>   | Proses pengetest'an setelah <i>repair</i>   |
| <i>Physical Flow</i>      | <i>Push Arrow(5)</i>                          |    | <i>Push Arrow</i>          | Mrnunjukkan proses <i>sequence</i> dari pekerjaan satu ke pekerjaan selanjutnya                       |
|                           | <i>Down Arrow</i>                             |   | <i>Down Arrow</i>          | Menunjukkan tanda pekerjaan tersebut dimulai dan disudahi yang diarahkan menuju dan ke aktifitas awal |
| <i>Information Flow</i>   | <i>Manual (5)</i>                             |  | <i>Straight Arrow</i>      | Menunjukkan bahwa terdapat informasi berupa <i>form, memo, reports, dll</i>                           |
|                           | <i>Electronic (5)</i>                         |  | <i>Wiggle Arrow</i>        | Menunjukkan bahwa terdapat informasi yang dapat diakses lewat media internet seperti LAN, WAN, dll.   |
| <i>Data Box (5)</i>       |   |  | <i>Data Box</i>            | Untuk merecord informasi di setiap proses <i>maintenance</i> .  |
| <i>Delay</i>              | <i>Unavailability of eqpmnt operator</i>      |  | <i>Delay 1</i>             | Delay dalam proses penyampaian operator   |
|                           | <i>Unavailability of tools &amp; parts</i>    |  | <i>Dleay 2</i>             | Delay dalam persiapan alat kerja dll  |
|                           | <i>Unavailability of appropriate personel</i> |  | <i>Delay 3</i>             | Delay dalam adanya pekerja untuk eksekusi   |
| <i>Time line (5)</i>      |   |  | <i>Time Line</i>           | Untuk melihat mana yang NVA dan VA dimana NVA direcord bagian atas dan VA bagian bawah                |

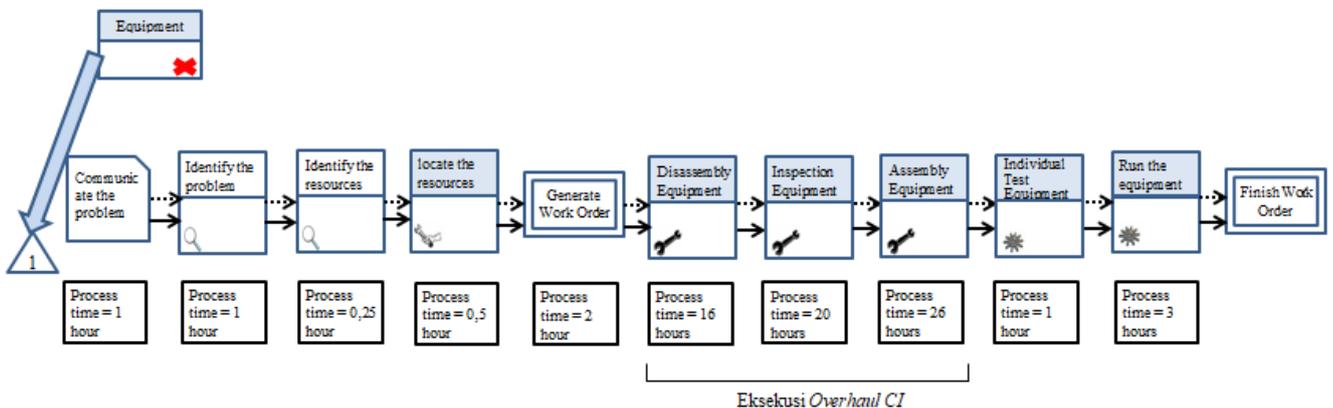
(5) : Denotes symbol adopted from big picture mapping

Source : (Rother, et al., 1999)

Dalam konsepnya, aktivitas dalam membuat *Value Stream Mapping* terbagi menjadi tiga :

1. *Current State Mapping*, yang menggambarkan proses kerja saat ini.
2. Evaluasi aktifitas saat ini dengan penerapan prinsip *Lean*.
3. *Future State Mapping*, yang menggambarkan proses kerja baru yang lebih baik.

Dalam proses eksekusi *Overhaul Combuster Inspection* dimulai dengan terbitnya *work order* terdapat beberapa tahap yaitu *disassembly, inspection and repair, assembly, individual test, dan running equipment*. Setelah tahap tersebut akan dilakukan *close order* yang menyatakan bahwa pekerjaan *Overhaul CI* sudah selesai (*finish*). Setiap tahap tersebut memiliki durasi waktu seperti yang digambarkan dalam Gambar 2.5 *Current State Value Stream Maintenance Mapping* atau lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 7.



Gambar 2.5 *Current State Value Stream Maintenance Mapping OH CI*

### 1.1.5.3 *Current State Mapping (CSM)*

Dalam konsep *Lean*, aktifitas yang perlu dilakukan adalah menggambarkan proses kerja pada saat ini dengan detail proses dan data-data yang berkaitan proses proyek yang disebut *Current State Mapping*.

Untuk menggambarkan *current state mapping* perlu dipahami beberapa hal sebagai berikut :

1. Identifikasi dan pemahaman kebutuhan pelanggan.

2. Pemahaman terhadap aliran fisik produksi beserta detail-deyilnya, meliputi detail proses, detail data-data yang berkaitan dengan proses, *data box*, dan inventori
3. Menggambarkan aliran material dengan memulai dari pelanggan akhir (*backward*)
4. Menggambarkan aliran informasi data dan menentukan *pull and push* sistemnya.

Untuk suatu *current state mapping* perlu dilakukan pengecekan terhadap kinerja saat ini dan melihat peluang-peluang untuk mengurangi pemborosan. Cara melakukan analisa ini dilakukan dengan menggunakan beberapa pendekatan, sehingga dalam suatu analisa pertanyaan yang diajukan terhadap satu hal dilakukan dengan berbagai sudut pandang seperti berikut (King, 2009) :

- Suara Pelanggan (*Voice of Customer*)
- Pemborosan (*Waste*)
- Aktifitas tanpa nilai tambah (*Non-Value Added Activities*)
- Aliran dan Hambatan (*Flow and Bottlenecks*)
- Keanekaragaman (*Variability*)

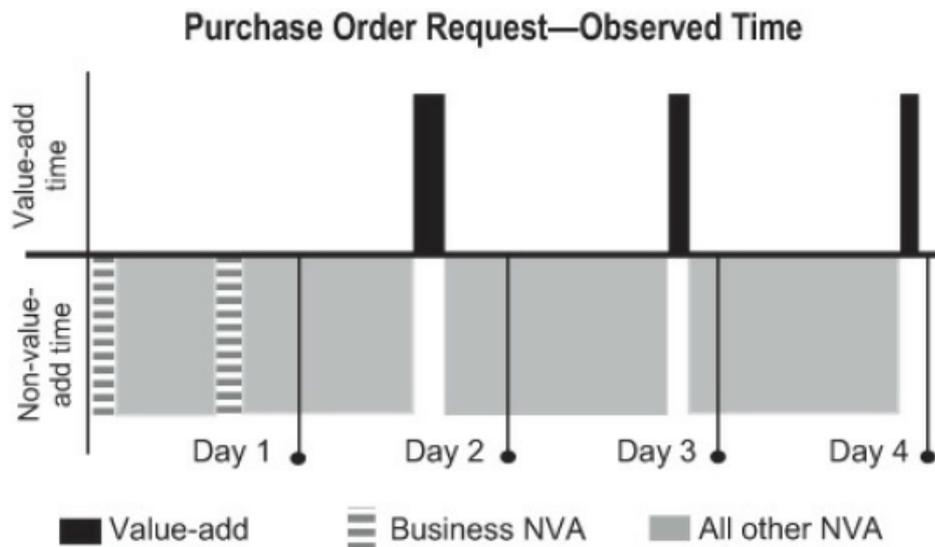
Dalam penelitian ini, analisa terhadap *current state mapping* difokuskan pada Pemborosan (*Waste*) atau Aktifitas tanpa nilai tambah (*Non-Value Added Activities*) yang dapat mengungkapkan di mana terjadi pemborosan dalam suatu proses serta memberikan tanda-tanda penyebabnya.

Bagian lain yang perlu dianalisa adalah proses eksekusi dari suatu aktifitas dalam proyek *Overhaul Combuster Inspection* mulai dari cara pembongkaran, *repair*, dan pemasangan. Apakah terdapat kesalahan jika disesuaikan dengan *Standard Operational Procedure*. Sehingga yang didapatkan dari metode *CSM* merupakan jumlah *waste* yang terdapat dalam *OH CI*

#### 1.1.5.4 *Non-Value Added Activity, Necessary Non-Value Added Activity dan Value Added Activity*

*Non-value added activity* atau pemborosan dapat juga diartikan sebagai segala aktifitas yang membutuhkan sumber daya akan tetapi tidak memberikan nilai tambah untuk pelanggan (George, et al., 2005). Begitu juga sebaliknya *Value added activity* merupakan suatu aktifitas yang membutuhkan sumber daya dan juga memberikan nilai tambah bagi pelanggan. Sedangkan untuk *Necessary Non-Value Added activity* merupakan suatu aktifitas yang tidak memberikan nilai tambah bagi pelanggan akan tetapi akan merugikan jika tidak dilakukan.

Dari pengertian tersebut dapat ditarik suatu pernyataan bahwa dengan melakukan analisa *value added activity* maka akan dapat mengoptimalkan dan menstandarkan pekerjaan dalam suatu proyek. Hal tersebut kemudian akan dapat menaikkan kualitas pelayanan lebih tepat waktu dan biayanya. Pernyataan tersebut dapat dilihat dari Gambar 2.4.



Gambar 2.6 *Time Value Map* (George, et al., 2005)

Tujuan dari analisa *Value Added Activity, Non Value Added Activity, dan Necessary non-value added activity* adalah sebagai berikut :

- a) Mengidentifikasi dan menghilangkan biaya yang termasuk dalam biaya proyek yang tidak memberikan nilai tambah.

- b) Mengurangi waktu *response time*.
- c) Mengurangi proses yang tidak perlu.
- d) Meningkatkan tingkat pemanfaatan sumberdaya

(George, et al., 2005), mengemukakan bahwa terdapat 8 pemborosan jika disesuaikan dengan bidang perawatan, yang disebutkan sebagai berikut :

**1) Defect**

Dalam *maintenance* lebih dikenal dengan *rework* yang disebabkan oleh pekerjaan yang tidak sesuai dengan standard. *Defect* ini dapat disebabkan dari beberapa hal seperti *skill* dari teknisi pekerja, ketidak sesuaian prosedur dengan penerapan pekerjaan, dan spesifikasi material yang kurang sesuai dengan standardnya.

**2) Over Production**

Dalam *maintenance* dapat dikatakan sebagai perawatan yang tidak perlu sehingga dapat memungkinkan membuang waktu dan biaya yang percuma. Dapat dimungkinkan juga terjadi kerusakan (*infant failure*) setelah dilakukan perawatan.

**3) Waiting**

Selang waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan aktifitas terlalu lama sehingga memberikan *non-added value*. Hal ini juga termasuk adanya pekerja yang menunggu pekerjaan *sequece*, dan menunggu material atau peralatan yang belum datang.

**4) Not Use**

Dapat dikatakan sebagai penggunaan sumberdaya yang kurang maksimal. Hal ini termasuk pendelegasian pekerja yang tidak sesuai dengan keahliannya sehingga kemampuannya tidak dapat dimanfaatkan dengan baik.

**5) Transportation**

Dalam suatu proyek diartikan sebagai proses perjalanan pekerja dari kantor ke lokasi pekerjaan. Proses *transport* yang terlalu lama akan berdampak pada pemborosan bahan bakar dan waktu.

#### 6) *Inventory*

Dalam hal ini diartikan sebagai adanya kelebihan persediaan atau material. Seringkali pemborosan terjadi karena *check inventory* yang kurang. Sehingga terjadi penumpukan material yang sejenis sama. Selain itu dengan adanya penumpukan *inventory*, maka akan timbul pula pekerjaan pengkondisian *inventory*. Hal tersebut jika tidak dilakukan maka *inventory* akan rusak.

#### 7) *Motion*

Dalam suatu proyek seringkali terjadi hal ini, yaitu pekerjaan yang tidak harus dilakukan seperti pekerjaan bolak balik kantor dan lapangan, *tool keeper* dan lapangan akibat adanya alat atau informasi yang tertinggal.

#### 8) *Excess Process*

Pemborosan ini terjadi dari penerapan metodologi pekerjaan yang kurang sesuai sehingga memungkinkan hasil yang diharapkan tidak sesuai dengan standard.

### 1.1.5.5 Proses DMAIC

*DMAIC* merupakan suatu singkatan dari *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control* yang merupakan suatu tahap-tahap dalam metode *Lean Six Sigma* (George, et al., 2005). Di dalam buku ciptaannya, dijelaskan tiap tahap dari metode *Lean Six Sigma* adalah sebagai berikut :

#### 1) *Define*

Merupakan suatu proses penentuan masalah/peluan, proses dan persyaratan pelanggan yang bertujuan untuk mengklarifikasikan tujuan dari proyek (Stephen, 2004).

Pada konsepnya, tahap *define* dalam *Lean* merupakan tahap pencarian informasi mengenai proyek yang akan dianalisa. Dari tahap *define* akan dihasilkan sebagai berikut :

- *Project Charter: problem statement*, pengaruh terhadap bisnis, target, batasan, waktu, dan tim yang terlibat.
- *Voice of Customer: pernyataan persyaratan customer* terhadap produk atau jasa.

- *High Level Process* yang mempunyai elemen *Suppliers, Inputs, Processes, Outputs* dan *Customer*.
- Perencanaan Projek
- Tanggung Jawab Anggota Tim

## 2) **Measure**

Merupakan tahap pengumpulan, penyusunan, dan penyajian data kondisi saat ini yang bertujuan untuk mengumpulkan data yang berhubungan dengan permasalahan (Stephen, 2004).

Secara konseptual, tahap *measure* dalam Lean merupakan tahap pengumpulan dan pembentukan sistem aliran dalam projek yang dianalisa. Dari tahap *Measure* dihasilkan sebagai berikut:

- *Process Flow/Value Stream Mapping* kondisi saat ini
- Data untuk analisa *defect, variation, process flow* dan kecepatan.
- *Baseline* untuk *Capability Process* termasuk proses *Sigma Quality Level* dan *Lead Time*.
- Target dari proses perbaikan
- Sistem pengukuran untuk selanjutnya

## 3) **Analyze**

Merupakan suatu tahap pemeriksaan semua detail proses dengan cermat untuk membantu dalam penyelidikan atau pencarian fakta lebih lanjut dan peluang perbaikan yang bertujuan untuk memetakan data dan proses untuk mengkararakteristik sifat dan tingkat pemborosan (Stephen, 2004). Dari tahap *Analyze* dihasilkan sebagai berikut :

- Dokumentasi potensi penyebab masalah.
- Data *Chart* yang berupa *Pareto diagrama* atau tabel yang berisi inti proses perbaikan.
- Identifikasi aktifitas *Value-Added, Necessary Non-Value added* dan *Non Value-Added*.

## 4) **Improve**

Merupakan suatu tahap pembentukan dan pemutusan solusi dan ide kreatif yang bertujuan untuk menghilangkan atau mengurangi pemborosan (Stephen, 2004).

Secara konseptual, tahap *Improve* dalam *Lean* merupakan tahap perancangan model baru yang lebih efektif dan efisien. Dari tahap *Improve* dihasilkan sebagai berikut :

- Sebuah proses *Improvement* yang stabil, terprediksi dan sesuai harapan.
- Dokumentasi dari aplikasi *Lean tool* yang dipilih (5S, VSM, dll).
- Hasil *critical output* dari pengetesan *Quality Improvement*.

#### 5) **Control**

Merupakan tahap yang dilakukan dengan tindakan pengendalian terhadap proses secara terus menerus untuk meningkatkan kapabilitas proses menuju target kesempurnaan *Six Sigma* yang bertujuan untuk mengunci benefit yang didapat dengan melakukan tahap selanjutnya (Stephen, 2004). Dari tahap *Control* menghasilkan sebagai berikut :

- Dokumentasi proses perbaikan untuk disampaikan kepada pekerja yang terlibat dalam proses, pimpinan dan sponsor, dan proyek.
- Matriks sebelum dan sesudah proses
- Operasional, pelatihan dan kontrol dokumen.
- Sistem untuk mengontrol dan memonitor perbaikan yang berkelanjutan.
- *Project Documentation Complete* yang berisi *lesson learn*, *best practice*, dan rekomendasi untuk proyek lanjutan.

## 1.2 Proses Simulasi

Simulasi merupakan suatu proses yang memanfaatkan teknologi komputer dengan menggunakan *software* tertentu. Dalam penelitiannya, (Hoover, et al., 1990) menjelaskan bahwa simulasi adalah proses perancangan model matematis atau logis dari sistem nyata, melakukan eksperimen terhadap model, dengan menggunakan komputer untuk menggambarkan, menjelaskan, dan memprediksi perilaku dari sistem. Dalam penelitian lainnya sesuai yang dikemukakan oleh (Law, et al., 2000), simulasi merupakan sekumpulan metode

dan aplikasi untuk menirukan atau merepresentasikan perilaku dari suatu sistem nyata, yang biasanya dilakukan pada komputer dengan perangkat lunak tertentu.

Tidak semua sistem dapat dipresentasikan ke dalam model sistematis, oleh karena itu simulasi merupakan alternatif yang tepat karena dapat melakukan eksperimen tanpa adanya risiko pada sistem yang aktual atau realita. Kelebihan dari penggunaan simulasi ini adalah dapat mengestimasi kinerja sistem pada kondisi tertentu dan memberikan desain alternatif. Tetapi kualitas dan analisa yang dihasilkan dalam simulasi juga bergantung pada kondisi masukan yang dibuat oleh pembuat model.

Simulasi memiliki manfaat sebagai alat bagi perancang sistem atau pembuat keputusan untuk menciptakan sistem dengan kinerja tertentu baik dalam tahap perancangan (ketika sistem baru berupa usulan) maupun dalam tahap operasional (ketika sistem sudah dijalankan). Simulasi dapat dikerjakan dengan bahasa sistem tertentu seperti GPSS, SIMAN, SIMULA, dan lain-lain. Simulasi yang dapat menyediakan menu dialog user interface agar mudah dibaca disebut *High Level Simulator*, dalam penelitian penurunan *Lead Time* dengan *Overall measure maintenance* ini menggunakan simulasi yang memanfaatkan *High Level Simulator*. Salah satu perangkat lunak (*software*) yang menggunakan *High Level Simulator* adalah ARENA. Dalam penelitian kali ini, digunakan *software* ARENA seri 14.0.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Sutikno, 2011), diungkapkan bahwa klasifikasi model simulasi dapat dibagi menjadi 3 macam yaitu :

1. Menurut Waktu

Dalam permodelan simulasi menurut waktunya dibedakan menjadi 2 yaitu :

- Simulasi Statis, ditandai dengan output yang dihasilkan tidak dipengaruhi oleh waktu.
- Simulasi Dinamis, ditandai dengan output yang dihasilkan dipengaruhi oleh waktu.

2. Menurut Perubahan Status

Dalam permodelan simulasi menurut perubahan statusnya dibedakan menjadi 2 yaitu :

- Simulasi Kontinyu, ditandai dengan penggunaan variabel yang digunakan dapat berubah secara berkelanjutan.
- Simulasi Diskrit, ditandai dengan penggunaan variabel yang digunakan dapat berubah hanya pada saat-saat tertentu.

### 3. Menurut Derajat Ketidakpastian

Dalam permodelan simulasi menurut derajat ketidakpastiannya dibedakan menjadi 2 yaitu :

- Sistem Deterministik, ditandai dengan output yang dihasilkan dapat ditentukan secara pasti.
- Sistem Stokastik, ditandai dengan output yang dihasilkan tidak dapat ditentukan secara pasti.

Dalam konsepnya, proses simulasi dilakukan dengan cara membuat model yang sesuai dengan aliran proses saat ini beserta distribusi setiap aktifitasnya, kemudian dilakukan *improvement* model baru yang kemudian dilakukan *running software* dan *record data* hasil selanjutnya dilakukan komparasi dengan model awal.

Dalam penelitian kali ini dilakukan suatu simulasi terhadap aktifitas *Overhaul CI* dengan *input* simulasi berupa durasi (jam) dari 10 kegiatan *Overhaul CI* terhitung periode tahun 2015-2018.

Dari data 10 kegiatan didapatkan jenis dan *properties* dari distribusi untuk tiap aktifitas. Dari *input* tersebut dilakukan simulasi *software ARENA 14.0* dengan terlebih dahulu membuat model aliran pekerjaan sesuai realita dalam *software* dan nantinya *output* yang didapatkan berupa total durasi proyek sekarang. Dengan digunakan asumsi data distribusi tiap aktifitas sama, maka dibentuk model baru yang lebih efektif dan efisien melalui eliminasi *waste* dan konten aktifitas yang sama dengan awal. Setelah dilakukan *running software* maka akan didapatkan total durasi proyek setelah dilakukan eliminasi *waste*. Dari simulasi *software* ini akan didapatkan perbandingan total durasi waktu proyek

kondisi sekarang dan juga setelah dilakukan eliminasi *waste*. sehingga didapatkan persen penghematan durasi proyek *Overhaul CI* setelah eliminasi *waste*.

### 1.3 Penelitian Terdahulu

Metode *Lean Six Sigma* adalah metode yang sangat efektif untuk mengidentifikasi terjadinya pemborosan dalam suatu kegiatan. Simulasi dengan teknik *lean construction* dilakukan oleh (Tommelein, 1998). Banyaknya proses konstruksi yang menggunakan instalasi material yang unik mengharuskan bahan yang digunakan harus sesuai dengan lokasi yang dipilih sebelum instalasi berlangsung. Ketidakcocokan karena keterlambatan dan ketidakpastian dalam memasok material di lokasi tersebut dapat menghambat produktifitas proses di lapangan. Penelitian ini menggambarkan model dari proses manajemen material yang memiliki masalah pencocokan yang melambangkan rencana proyek jalur cepat. Keunikan material dan lokasi yang dikombinasikan dengan ketidakpastian durasi dan variasi kualitas dalam berbagai langkah rantai pasok memungkinkan dilakukannya berbagai cara yang berbeda untuk mengatur urutan penyampaian material dan penyelesaian area kerja. Beberapa alternatif cara dijeaskan dalam penelitian ini dan dampaknya terhadap pelaksanaan proses digambarkan melalui model proses probalistik dengan menggunakan simulasi. Model simulasi pertama mencerminkan kurangnya koordinasi yang menyeluruh antara pengiriman dan penyelesaian area kerja sebelum dimulainya konstruksi. Model simulasi yang kedua menggambarkan koordinasi yang sempurna. Sedangkan model simulasi yang ketiga menggambarkan penggunaan teknik *lean construction* yang dikenal dengan nama *pull-driven scheduling*. Model ini menghasilkan *buffer* yang lebih kecil, penyelesaian proyek dengan waktu yang lebih cepat dan meningkatkan produktivitas.

(Mossman, 2009) menggunakan istilah *creatng value* untuk menghilangkan pemborosan, menurutnya pemborosan hanya ada dalam hal *value* (nilai tambah) sehingga pendefinisian pemborosan akan sangat bergantung pada siapa yang menilai. Menurutnya selama kegiatan itu memberikan nilai tambah,

maka dengan sendirinya sudah menghilangkan pemborosan. Kekurangan dari metode ini adalah pemborosan tidak bisa diidentifikasi tegas sebagaimana *value* yang dimaksud juga akan dipandang pemborosan oleh tim lain jika memang tidak memberi manfaat bagi tim tersebut.

Dalam penelitiannya, (Teichergraber, et al., 2010) menggunakan metode *value stream mapping* untuk menghilangkan pemborosan pada proses *procurement* dalam pelayanan *radiology* dari pemasok hingga pasien. Dengan metode *value stream mapping* dia mengidentifikasi *current stream mapping* dan menemukan hanya 1,92% kegiatan yang mempunyai nilai tambah dan hanya 15,4% sumber daya manusia dimanfaatkan dalam proses *procurement*.

Dalam penelitian yang dilakukan (Tuna, et al., 2010) dengan menggunakan metode *Lean Thinking* terhadap sistem operasional *container handling* di Turki. Dalam penelitian kali ini dilakukan simulasi dengan menggunakan metode *Lean and Green* untuk menentukan jumlah optimal peralatan *container handling* yang dapat digunakan untuk meningkatkan kapabilitas pelabuhan di Turki. Penelitian ini menghasilkan jumlah optimal peralatan sehingga dapat meminimalisasi pemborosan dan kerusakan lingkungan. Tetapi dalam penelitian ini juga disebutkan bahwa *Lean System* belum sempurna, penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan melibatkan lebih banyak komponen untuk menambah presentasi peningkatan efisiensi model yang sudah ada.

Dalam penelitian (Gede, et al., 2012) mengenai Implementasi Konsep *Lean* pada Aktifitas Pemeliharaan PT PJB UP Gresik dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi aktifitas pemeliharaan melalui pengurangan *waste*. Penelitian ini menerapkan performansi model *Value Stream Maintenance Mapping* dan Resiko. *Waste* yang terdeteksi dikaitkan dengan risiko kegagalan unit pembangkit. Hasil penelitian didapatkan bahwa *waste* yang terjadi di perusahaan adalah *waiting*, *excessive transportation*, dan *defect*. *Waste* tersebut adalah *work order* yang tidak jelas, kedatangan material terlambat, dan tidak dilakukannya *test* kembali setelah diperbaiki. Dengan demikian akibat yang ditimbulkan adalah aktifitas perawatan tertunda, lamanya pengerjaan perawatan,

gangguan terhadap pasokan listrik, pengulangan *maintenance* pada bagian yang sama, dan keandalan pembangkit menurun. Berdasarkan analisis risiko terhadap *waste* maka risiko tertinggi adalah diskripsi WO tidak jelas sehingga usulan mitigasinya yaitu mempersiapkan materi rapat dengan baik pada pejabat bagian yang bersangkutan dan melakukan efektifitas terhadap *morning meeting*.

Dalam penelitian (Ridwan, 2013) yang menganalisis proses kerja produksi minyak mentah di Bekasap menggunakan metoda *Lean Thinking – Value Stream Mapping* dengan menggambarkan dalam bentuk *Current State Mapping*. Pengumpulan data dilakukan dengan *purposive sampling* ke operator dan validasi dengan pemimpin regu melalui *forum group discussion*. Aktifitas yang dianalisa memperhatikan suara pelanggan, jenis pemborosan, *cause and effect diagram* serta keanekaragaman. Dengan metoda *Value Stream Mapping* diperoleh rancangan kerja baru dengan penghematan waktu sebanyak 32,4% proses kerja *on plot* untuk pematang dan petani, sementara itu untuk stasiun pengumpul Bekasap dan Pungut dihasilkan penghematan waktu proses kerjanya dari 449 menit menjadi 347 menit atau 22,7%. Untuk proses kerja *off plot* menghasilkan penghematan sebesar 50% yang diperoleh dari jumlah tenaga kerja yang diperlukan dan total jarak yang harus ditempuh oleh operator setiap harinya.

Dalam penelitian (Kannan, et al., 2011) menggunakan metode *value stream map* untuk mengetahui seberapa efektif departemen perawatan meresponse setiap kerusakan di peralatan. Dengan simulasi menggunakan *software ARENA 8.0* peneliti dapat menyimpulkan bahwa departemen perawatan hanya menghasilkan 4,76% kegiatan yang memberikan nilai tambah.

Selain itu terdapat penelitian yang dilakukan oleh (Tampubolon, 2013) tentang optimasi waktu pelaksanaan *Coal Handling System* di PLTU Cilacap dengan menggunakan *Lean Six Sigma*. Berdasarkan *Current State Map* kemudian dilakukan simulasi menggunakan *Software ARENA 14.5* didapatkan bahwa kegiatan yang mempengaruhi lamanya durasi operasional adalah kondisi peralatan, sistem *Central Control Room*, dan kualitas batubara. Durasi awal *coal handling system* adalah 41,5 jam dimana terdapat selisih 13,17 jam dari durasi ideal yaitu

28,31 jam. Dari *Current Stream Map* juga menunjukkan bahwa kegiatan yang memberikan nilai tambah sebesar 44,73%, *non value added* sebesar 42,94% dan *Necessary Non Value Added* sebesar 12,33%.

Hal ini menyebabkan perlunya dilakukan modifikasi atau perbaikan system yang ada. Dari hasil simulasi *base model* menggunakan ARENA 14.5 menunjukkan bahwa modifikasi atau perbaikan sistem yang diusulkan dapat menurunkan durasi *coal handling system* dari 41,5 jam menjadi 31,42 jam.

Dari beberapa penelitian terdahulu yang telah disebutkan, kemudian dilakukan *mapping* berupa tabel yang berisi kumpulan rangkuman penelitian terdahulu seperti pada Tabel 2.2. Sesuai dengan *mapping* terhadap penelitian terdahulu seperti pada Tabel 2.2. Dalam memaksimalkan efisiensi, kualitas, dan keuntungan dalam sebuah *Overhaul Combuster Inspection (CI)* di PT PJB UP Gresik, dengan konsep *Lean* dirasa paling rasional untuk digunakan. Hal tersebut dimaksudkan agar *Overhaul CI* dapat dilakukan lebih efektif dan efisien dengan *standard job* yang dilakukan. Konsep ini juga memperhatikan pengurangan *waste* dan aktivitas *non-value added*, sehingga elemen-elemen dalam proses *Overhaul CI* yang dirasa tidak diperlukan dapat dihilangkan. Penerapan konsep *Lean* dikhususkan pada *critical path* dalam aktifitas *OH CI*. Dalam penelitian ini juga akan digunakan simulasi dengan *software* ARENA 14.0 dengan input data distribusi aktifitas *OH CI* yang nantinya dapat ditunjukkan penilaian/pengukuran hasil dari perbaikan sistem yang diusulkan.

Tabel 2.2 *Mapping* Kumpulan Penelitian Terdahulu

| No | Pengarang               | Tahun | Metode  | Hasil Penelitian  |
|----|-------------------------|-------|---|---|
| 1  | Tommelein, I            | 1998  | <i>Lean Construction</i> atau <i>pull-driven scheduling</i>     | <i>Buffer</i> yang lebih kecil, penyelesaian proyek lebih cepat dan produktifitas meningkat |
| 2  | Mossman, A              | 2009  | <i>Creating Value</i>   | Pemborosan hanya ada pada <i>Value Added</i> dan bergantung penilai                         |
| 3  | Teichergraber & Bucourt | 2010  | <i>Value Stream Mapping</i> terhadap pelayanan radiology pasien | Menemukan hanya 1,92% kegiatan <i>value added</i> dan 15,4% pemberdayaan SDM                |

| No | Pengarang                                       | Tahun | Metode  | Hasil Penelitian   |
|----|---|-------|---|--|
| 4  | Tuna O., Cetin I.B. dan Esmer S.                | 2010  | <i>Lean Thinking</i> terhadap <i>countainer handling</i>                            | Jumlah Optimum peralatan dan meminimalisasi pemborosan dan kerusakan alam  |
| 5  | Gede B.N., Kurnianingsih P.D. dan Supriyanto H. | 2012  | Konsep <i>Lean</i> , <i>VSMM</i> dan Risiko pada pemeliharaan                       | Didapatkan <i>waste</i> yang terjadi adalah <i>waiting</i> , <i>excessive transport</i> , dan <i>defect</i> .                                      |
| 6  | Ridwan A.                                       | 2013  | <i>Lean Thinking-VSMM</i> dan <i>CSM</i> produksi minyak                            | Hemat waktu 32,4% di pematang dan petani, 22,7% di bekasap dan pungut untuk proses kerja <i>onplot</i> , dan 50% untuk proses kerja <i>offplot</i> |
| 7  | Knnan S.L., Ahmed N. Dan Akkad Z.E.             | 2011  | <i>Value Stream Map</i> dan simulasi ARENA 8.0 respon rusak alat pada dep.perawatan | Dep.perawatan hanya menghasilkan 4,76% value added <i>response</i> .   |
| 8  | Tampubolon E.A                                  | 2013  | <i>Lean Six Sigma</i> dan simulasi ARENA 14.5 pada <i>coal handling systemi</i>     | Modifikasi dengan hasil SPenurunan <i>Coal Handling System</i> dari 41,5 jam menjadi 31,42 jam   |

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini dijelaskan metode pelaksanaan penelitian sehingga didapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian yakni untuk mengetahui efektifitas dan efisiensi penerapan konsep *Lean Maintenance* dalam *Combustor Inspection* (CI) di PLTGU Gresik oleh UPHT.

Penelitian ini menggabungkan beberapa teknik yang dilakukan sebagai berikut :

- Pengumpulan data aktifitas *Overhaul CI* yang dilakukan oleh tim *Overhaul*. Data kali ini didapatkan dari bidang Perencanaan dan Pengendalian berupa *standard job* dan waktu pengerjaan setiap aktifitas.
- Kuisisioner yang ditujukan pada tim pelaksana yang berada di lapangan. Kuisisioner berisikan tentang pengumpulan data identifikasi pemborosan dan perancangan proses baru.
- *Focus Group Discussion* yang dilakukan dengan beberapa orang *expert* dan pemegang peranan penting proyek seperti *Project Manager* dan Koordinator Bidang untuk verifikasi data yang diperoleh, penentuan jenis pemborosan dan perancangan proses baru.
- Penggunaan *Software ARENA 14.0* untuk membandingkan total durasi proyek hasil dari simulasi perancangan proses sekarang dan perancangan proses baru yang telah terbentuk.

#### **3.1 Desain Penelitian**

Dikarenakan belum semua indikator pencapaian mendekati nilai targetnya, maka perlu diperbaiki aktivitas perawatan di perusahaan dengan menggunakan konsep *Lean*. Namun untuk memulai penggunaan konsep *Lean*, dalam menangani permasalahan perlu dilakukan pemilihan suatu permasalahan yang menjadi prioritas, terutama komponen kritis bagi perusahaan agar dapat memberikan kontribusi perbaikan yang lebih terlihat.

Fokus dari penelitian ini adalah durasi dan tenaga kerja setiap aktifitas *Overhaul CI* di bidang mekanik terutama pada *critical path* yang sama di setiap *Overhaul CI* berlangsung dilihat dari data historis periode tahun 2015-2018.

Pengambilan data dilakukan dengan pengumpulan data *record* dari bidang Perencanaan Pengendalian, Observasi lapangan mengenai proses pengerjaan aktifitas, dan Kuesioner. Peneliti akan memetakan proses kerja saat ini yang kemudian dianalisa dengan menggunakan metode *lean thinking* untuk dapat merancang proses kerja baru yang lebih efisien yang akan terlihat pada *future state mapping*.

### **3.2 Sumber Data dan Obyek Penelitian**

Di dalam penelitian analisa waktu *Overhaul CI* bidang mekanik ini, data yang digunakan merupakan data sekunder yang sudah ditetapkan sebagai kontrak kinerja penyedia jasa (PT PJB UPHT) terhadap owner (PT PJB UP Gresik). Komponen data yang diperhitungkan adalah :

- a) Jumlah *Work Order* yang dibuat dalam lingkup OH CI bidang Mekanik
- b) Waktu yang dibutuhkan dalam setiap pengerjaan *Work Order*
- c) Jumlah tenaga kerja yang bekerja dalam setiap aktifitas.

Sedangkan untuk obyek penelitian ini atau yang dimaksud dengan data primer yang digunakan adalah cara kerja teknisi dalam melakukan perawatan dengan kondisi normal (tidak ada temuan).

Pada penelitian ini data yang pertama kali ditentukan adalah nilai (*value*) berupa durasi dan jumlah pekerja dari setiap aktifitas dalam *Critical Path* serta proses pengerjaannya dalam *standard job Overhaul CI*. Nilai utama yang perlu diperhatikan dalam proyek *Overhaul CI* adalah keselamatan pekerja ketika eksekusi dengan seminimal mungkin terjadinya *Downtime*.

Variabel utama yang diteliti dalam penelitian ini meliputi jenis aktifitas yang dilakukan pekerja dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktifitas tersebut. Aktifitas *Overhaul CI* difokuskan pada *critical path* yang terdapat dalam

tiga tahap yaitu *Disassembly*, *Inspection and Repair*, dan *Assembly*. Masing-masing aktifitas akan diteliti jumlah waktu yang dibutuhkan dan pekerja yang terlibat. Aktifitas yang tidak memiliki nilai tambah akan dianalisa apa yang menjadi penyebab utamanya sehingga terjadi pemborosan.

### **3.3 Pengelolaan dan Analisis Data**

Pengelolaan dan analisis data dilakukan dengan menerapkan konsep *Lean Sigma* dimana tahapannya adalah sebagai berikut :

#### **3.3.1 Identifikasi Permasalahan (*Define*)**

Dalam penelitian ini permasalahan utama adalah bagaimana mereduksi durasi *Overhaul CI* agar selesai sesuai target dengan mengevaluasi *waste* yang selanjutnya dibentuk proses kerja baru.

Dalam konsepnya, proses *Define* dilakukan dengan dasar review pengalaman tim *Overhaul CI* mengenai adanya temuan permasalahan dalam eksekusi *Overhaul CI* baik itu dalam ketepatan target durasi waktu eksekusi dan proses pengerjaannya. Dengan adanya temuan tersebut, kemudian dicari latar belakang permasalahannya dengan teknik kajian pustaka terhadap jurnal, buku manual, penelitian terdahulu..

Konsep teori yang dikaji adalah : *Lean Thinking*, konsep 8 *waste*, *Value Stream Mapping* : *Current State Mapping* dan *Future State Mapping*, dan simulasi. Hasil dari studi ini adalah jenis dan letak metoda penerapan terhadap masalah yang dikaji.

Dalam tahap *Define* ini dilakukan pengkajian dengan tim *Overhaul CI*. Dari pengkajian tersebut, didapatkan hasil berupa permasalahan, tujuan yang akan dicapai serta *scope* kerja dari penelitian. Pada tahap ini juga dijelaskan mengenai proses yang berhubungan dengan permasalahan dan identifikasi isu-isu penting yang perlu diidentifikasi dan diselesaikan. Dari tahap pengkajian terhadap tim

*Overhaul CI* bidang mekanik, diharapkan dapat mengidentifikasi inti permasalahan yang perlu dianalisa untuk direduksi aktifitas yang dianggap *waste*.

### 3.3.2 Pengambilan Data dan Informasi (*Measure*)

Dalam tahap *Measure* ini dilakukan pengambilan data dan informasi kondisi saat ini terkait dengan permasalahan yang telah ditetapkan di tahap *Define*.

Tahapan ini bertujuan untuk mengetahui proses kerja utama *Overhaul CI* bidang Mekanik yang akan digambarkan dalam bentuk diagram blok lengkap dengan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk setiap aktifitas dalam proses kerja. Selanjutnya dilakukan pengkategorian aktifitas-aktifitas tersebut ke dalam aktifitas *Value Added*, *Non-Value Added*, dan *Necessary Non Value Added*.

Obyek penelitian pada tahap ini adalah waktu dan tenaga kerja dari setiap aktifitas yang dilakukan tim *OH CI* bidang Mekanik. Teknik yang digunakan pada tahap ini adalah pengamatan terhadap aktifitas pekerja dan waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan aktifitas tersebut.

Dalam tahap *measure* dalam peneltian ini dilakukan dengan 2 cara yaitu :

#### 1) Studi proses kerja lapangan

Dalam tahap studi lapangan dilakukan langsung pengamatan di lapangan mengenai permasalahan yang telah ditentukan dalam tahap *define* dan verifikasi kebenaran terhadap kepala regu kerja lapangan. Hasil dari studi lapangan ini adalah blok diagram proses aktifitas *Overhaul CI* bidang mekanik serta jumlah tenaga kerja untuk setiap aktifitasnya.

#### 2) Pengambilan data waktu yang dibutuhkan setiap aktifitas.

Dalam tahap pengambilan data waktu juga dilakukan dengan cara pengumpulan data *record project* waktu untuk setiap aktifitas yang didapat dari bidang Perencanaan dan Pengendalian dengan pencocokan terhadap waktu pengerjaan di lapangan. Hasil dari tahap ini adalah waktu pengerjaan di setiap aktifitas dalam *Overhaul CI*.

### 3.3.3 Analisa dan Evaluasi Data (*Analyze*)

Pada tahap ini proses kerja yang dibentuk pada tahap *Measure* digambarkan dengan metoda *Value Stream Maintenance Mapping (VSMM)*. Selanjutnya dapat dibentuk *Current State Mapping*. Analisa yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Pengkategorian aktifitas ke dalam *value added*, *non-value added*, dan *necessary non value added*.
- Jenis-jenis pemborosan (*waste*).
- Jumlah waktu proses di setiap aktifitas.

Dengan data yang didapatkan melalui *Current State Map*, kemudian dapat ditentukan *waste* (pemborosan) terbesar yang terjadi pada *Map* tersebut.. Dalam menganalisa penentuan *waste* tersebut, dilakukan hal berikut :

- a) Menyebarkan kuisioner terkait penentuan *waste* kepada seluruh pihak terkait kemudian mendiskusikannya dengan para expertis dan pejabat proyek.
- b) Menentukan prioritas *waste* terbesar sesuai hasil kuisioner

Setelah dilakukan analisa tersebut, dihasilkan diagram proses kerja saat ini dan tabulasi waktu yang dibutuhkan untuk setiap aktifitas yang ada lengkap dengan kategori aktifitas dan jenis-jenis pemborosan. Dalam analisa aktifitas ini juga dipertimbangkan apakah aktifitas *standard job OH CI* terdapat unsur *waste* berupa pekerja yang menganggur yang memungkinkan untuk dilakukan *rescheduling* menjadi lebih efektif.

Hasil dari tahap ini adalah *Current State Mapping* dan Tabel waktu beserta pekerja yang terlibat setiap aktifitas. Selain itu juga dihasilkan berupa jumlah *waste* yang terdapat dalam eksekusi *Overhaul CI*.

### 3.3.4 Perancangan Proses Kerja Baru (*Improve*)

Setelah proses *Analyze* selesai maka selanjutnya adalah perancangan *Future State Mapping* dengan menghilangkan pemborosan yang ada. Setiap blok diagram yang telah digambarkan pada tahap sebelumnya, dilakukan analisa secara rinci di

setiap aktifitasnya dan dilakukan proses eliminasi untuk setiap pemborosan yang teridentifikasi. Pada tahap ini rekomendasi perbaikan dievaluasi dan dipilih yang paling optimal. Pembuatan *Future State Map* dapat dijadikan sebagai metode kerja baru dalam menindak lanjuti rekomendasi hasil dari *OH* sebelumnya.

Dalam tahap *Improve* ini, dapat dilakukan *rescheduling* apakah aktifitas tersebut dapat dilakukan lebih awal atau tidak dengan memanfaatkan pekerja yang tersedia. Selain itu juga dapat dilakukan untuk memperbaiki proses kerja dengan memberikan pelatihan yang nantinya agar tidak terdapat *rework* dan hasil yang tidak sesuai dengan *owner*.

Hasil pada tahap ini adalah *Future State Mapping* dengan tabel waktu untuk setiap aktifitasnya yang diharapkan dapat tercipta model aliran aktifitas yang lebih efektif dan efisien.

### **3.3.5 Control**

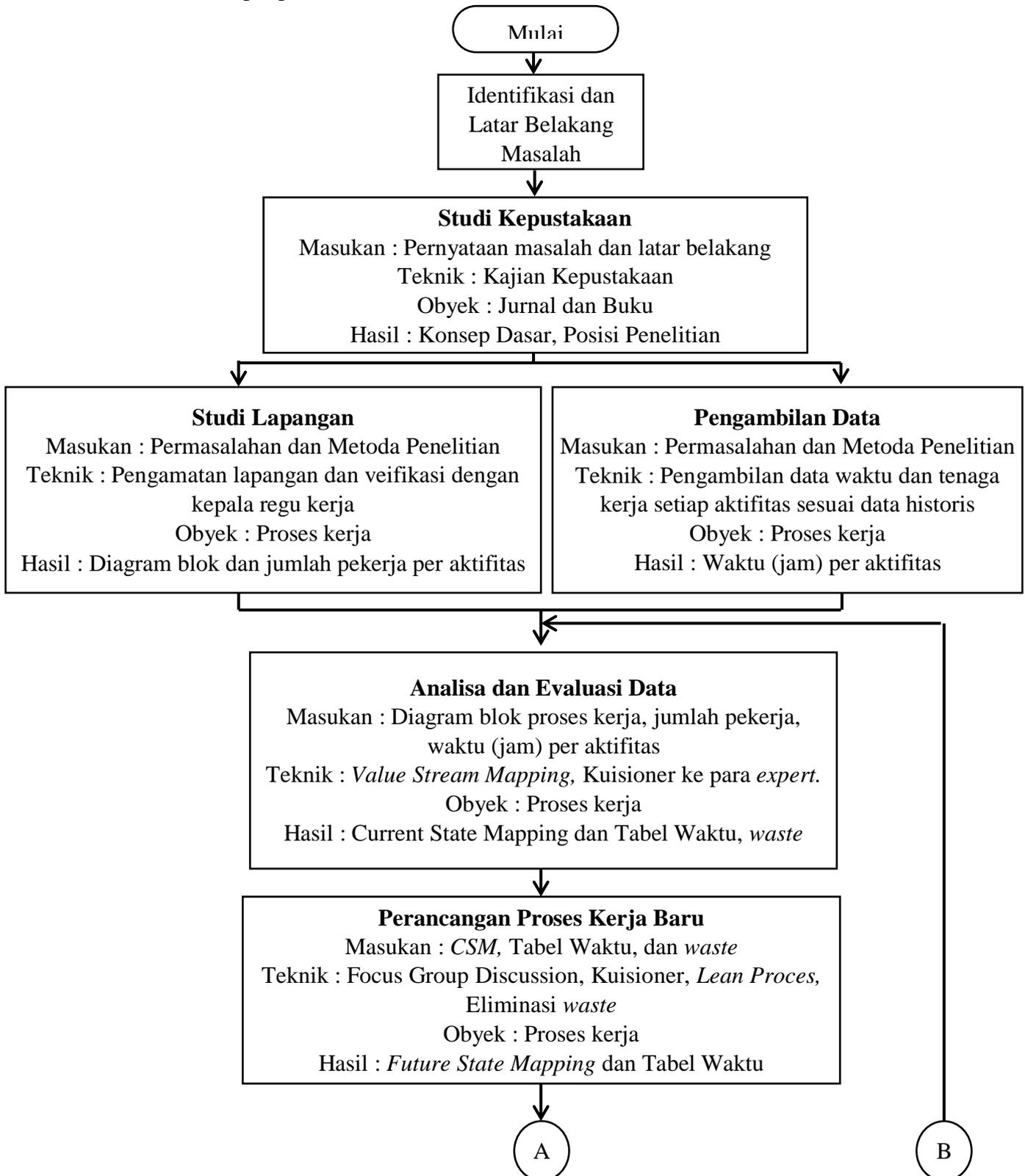
Pada tahap ini dilakukan suatu kontrol proses untuk dapat memastikan bahwa rekomendasi perbaikan dilaksanakan secara efektif dan memberikan nilai tambah dengan semakin pendeknya waktu proses pengerjaan *OH CI*. *Control Plan* dan *Key Performance Indicator* merupakan strategi yang dilakukan untuk menjaga perbaikan yang telah dilakukan. Dan juga dari tahap *Control* nantinya akan dapat digunakan sebagai dasar melakukan *Improve* untuk ke depannya.

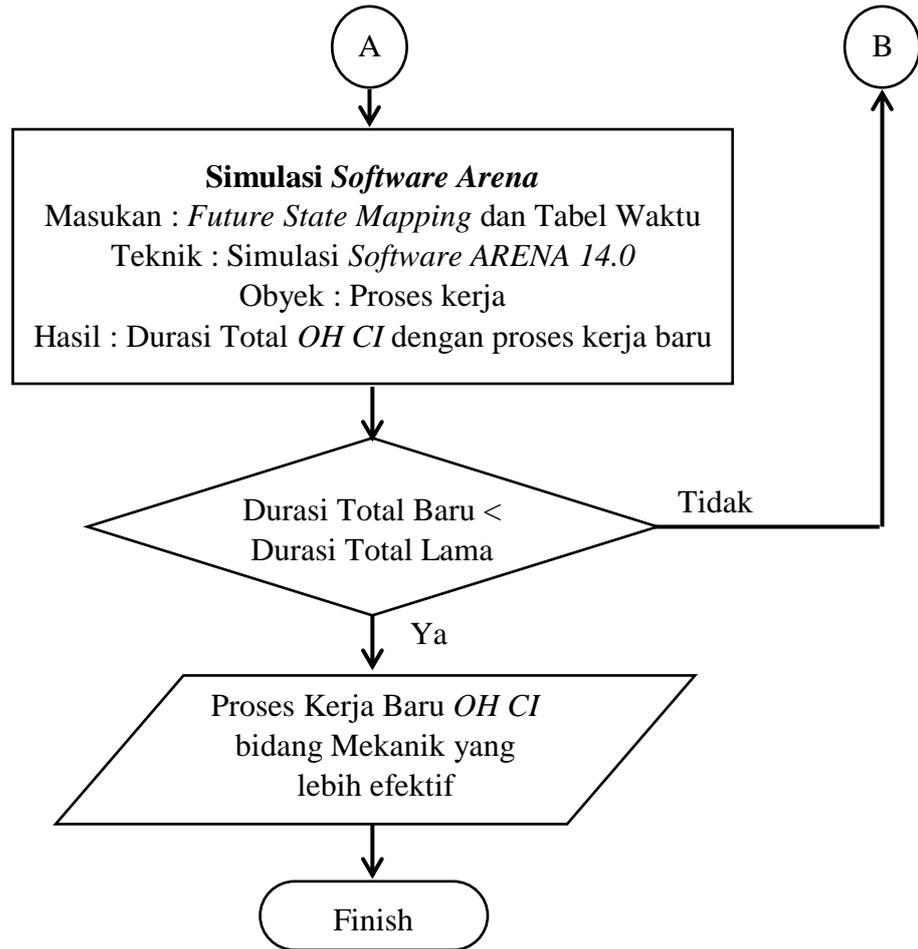
Dengan *Input* berupa rancangan baru atau *Future State Mapping* beserta waktu yang dibutuhkan dalam aliran aktifitas *Overhaul CI*, dalam tahap *control* dilakukan proses simulasi. Pada penelitian ini dilakukan simulasi dengan menggunakan *software ARENA 14.0* terhadap *Future State Mapping* yang telah dibentuk. Selanjutnya hasil dari simulasi proses kerja baru diharapkan durasi total yang dibutuhkan lebih sedikit dibandingkan dengan proses kerja sebelumnya. Proses simulasi dengan menggunakan *software Arena* untuk membuktikan seberapa besar perbaikan yang dihasilkan.

Hasil yang didapatkan dalam tahap *control* ini adalah berupa durasi total proses kerja yang baru yang diharapkan lebih efektif dan efisien.

### 3.4 Flow Chart Penelitian

Diagram Alir (*Flow Chart*) dari tahap yang akan dilakukan pada penelitian ini terdapat pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1 *Flow Chart* Penelitian

### **3.5 Kesimpulan Dan Saran**

Dengan melakukan analisa dan interpretasi hasil pengolahan data dan eksperimen simulasi tersebut, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai hasil akhir dari penelitian yang telah dilakukan mengenai permasalahan dalam penelitian. Selain itu juga dapat diberikan saran penelitian kedepannya untuk dapat menyempurnakan penelitian ini.

Hasil akhir dari penelitian ini adalah membuat kesimpulan dan memberikan saran sebagai berikut :

- a. Jenis pemborosan yang teridentifikasi.
- b. Rancangan proses kerja baru yang lebih sederhana dan lebih efektif yang dapat dilihat dari durasi proyek yang lebih kecil.
- c. Penelitian lebih lanjut.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB 4

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 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 Pemeliharaan Pembangkit Wilayah Barat), dan UPHT (Unit Pemeliharaan Pembangkit 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 *Shut down 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.

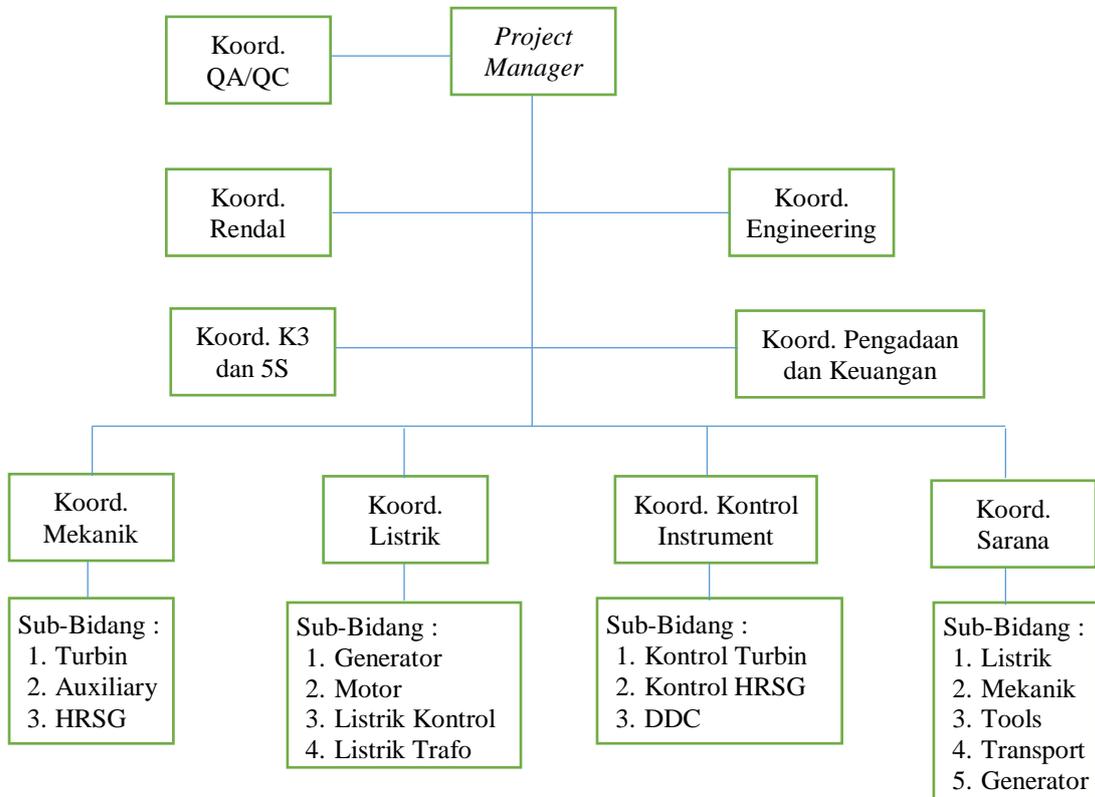
Penelitian ini dilakukan terhadap unit eksisting UPHT yang melakukan perawatan *Overhaul* terhadap 9 (sembilan) unit PLTGU Gresik. Dari sembilan unit PLTGU Gresik terdiri dari 3 (tiga) blok PLTGU dan setiap blok terdiri dari 3 (tiga) unit GT dan HRSG.

##### 4.1.1 Profil Tim *Overhaul Maintenance*

*Overhaul Combuster Inspection (CI)* merupakan salah satu kegiatan *maintenance* terjadwal yang dilakukan oleh PT PJB UPHT. Dalam pelaksanaannya dibentuk tim khusus yang berada langsung dalam pengawasan Manager 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, QC, dan Perencanaan pengendalian).

Tim *Overhaul Combuster Inspection* dipimpin oleh seorang *Project Manager (PM)* yang berada langsung dalam pengawasan Manager Teknik. Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa seorang *project manager* membawahi beberapa koordinator bidang yaitu bidang Listrik, Mekanik, Kontrol dan Instrumen, Safety, Engineering, QC, dan Perencanaan pengendalian. Di setiap koordinator bidang membawahi beberapa koordinator lapangan di setiap bagian. Dan seorang koordinator lapangan membawahi beberapa staff yang bertugas langsung di lapangan. Total tenaga kerja dalam *OH CI* sebanyak 124 orang yang terdiri dari 58 orang tenaga kerja internal (PT PJB) dan 66 orang tenaga kerja *Outsource*. Struktur tim *Overhaul CI* dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur Tim *Overhaul CI*

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 di bawahinya 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* dan *HRSG*. Di *Gas Turbine* terdapat 4 (tiga) sub bagian yaitu *auxiliary*, *gas turbine*, *compressor* dan *exhaust*. Seluruh koordinator dalam tim *Overhaul CI* berkewajiban melaporkan semua aktivitas yang telah dilakukan dan direncanakan dalam setiap *daily meeting* pagi hari.

#### **4.1.2 Sistem Kerja *Overhaul Combuster Inspection (CI)***

Sistem kerja *Overhaul CI* disepakati dan diumumkan ketika *kick of meeting* berlangsung 2 (dua) hari sebelum dilaksanakan *Overhaul*. Di dalam *Kick of meeting* dijelaskan pekerjaan yang terkait dengan *Work Order* standard *Overhaul Combuster Inspection* sesuai dengan yang disepakati dari awal oleh UPHT dan *Owner* (UP Gresik), struktur tim *Overhaul CI*, ketersediaan material dan *Work Order* tambahan yang diajukan oleh pihak UP Gresik.

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

|                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| Jam kerja pagi          | = pkl 07.30 – 12.00 wib |
| Jam Ishoma              | = pkl 12.00 – 13.00 wib |
| Jam kerja siang         | = pkl 13.00 – 15.00 wib |
| Jam <i>coffee break</i> | = pkl 15.00 – 15.30 wib |
| Jam kerja sore          | = pkl 15.30 – 17.00 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 Gambaran Umum Unit PLTGU

### A. Gas Turbin

Gas Turbin adalah suatu alat yang memanfaatkan gas sebagai fluida untuk memutar turbin dengan pembakaran internal. Di dalam turbin gas, energi kinetik dikonversikan menjadi energi mekanik melalui udara bertekanan yang memutar roda turbin sehingga menghasilkan daya. Sistem turbin gas yang paling sederhana terdiri dari tiga komponen yaitu kompresor, ruang bakar, dan turbin gas. Gas Turbin yang terdapat di Unit PLTGU Gresik merupakan Gas Turbin tipe MW701D yang dapat dilihat seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4.2 Gas Turbine (GT) (*Overhaul Combuster Inspection GT*)

Pada prinsipnya, sistem kerja turbin berawal dari masuknya udara kedalam kompresor melalui saluran masuk udara (*inlet*). Kompresor berfungsi untuk menghisap dan menaikkan tekanan udara tersebut, sehingga temperatur udara juga meningkat. Kemudian udara bertekanan ini masuk kedalam ruang bakar. Di dalam ruang bakar dilakukan proses pembakaran dengan cara mencampurkan udara bertekanan dan bahan bakar. Proses pembakaran tersebut berlangsung dalam keadaan tekanan konstan sehingga dapat dikatakan ruang bakar hanya untuk menaikkan temperatur. Gas hasil pembakaran tersebut dialirkan ke turbin gas

melalui suatu nozel yang berfungsi untuk mengarahkan aliran tersebut ke sudu-sudu turbin. Daya yang dihasilkan oleh turbin gas tersebut digunakan untuk memutar kompresornya sendiri dan memutar beban lainnya seperti generator listrik, dll. Setelah melewati turbin ini gas tersebut akan dibuang keluar melalui saluran buang (*exhaust*).

Secara umum proses yang terjadi pada suatu sistem turbin gas terdiri dari empat tahap adalah sebagai berikut:

1. Pemampatan (*compression*) udara di hisap dan dimampatkan
2. Pembakaran (*combustion*) bahan bakar dicampurkan ke dalam ruang bakar dengan udara kemudian di bakar.
3. Pemuaian (*expansion*) gas hasil pembakaran memuai dan mengalir ke luar melalui nozel (*nozzle*).
4. Pembuangan gas (*exhaust*) gas hasil pembakaran dikeluarkan lewat saluran pembuangan.

Gas turbin tersusun atas komponen-komponen utama seperti *air inlet section*, *compressor section*, *combustion section*, *turbine section*, dan *exhaust section*. Sedangkan komponen pendukung turbin gas 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:

1. *Air Inlet Housing*, merupakan tempat udara masuk dimana didalamnya terdapat peralatan pembersih udara.
2. *Inertia Separator*, berfungsi untuk membersihkan debu-debu atau partikel yang terbawa bersama udara masuk.
3. *Pre-Filter*, merupakan penyaringan udara awal yang dipasang pada *inlet house*.
4. *Main Filter*, merupakan penyaring utama yang terdapat pada bagian dalam *inlet house*, udara yang telah melewati penyaring ini masuk ke dalam kompresor aksial.

5. *Inlet Bellmouth*, berfungsi untuk membagi udara agar merata pada saat memasuki ruang kompresor.
6. *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:

1. *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*, *stubshaft*, *tie bolt* dan sudu-sudu yang disusun kosentris di sekeliling sumbu rotor.
2. *Compressor Stator*. Merupakan bagian dari *casing* gas turbin yang terdiri dari:
  - a. *Inlet Casing*, merupakan bagian dari *casing* yang mengarahkan udara masuk ke *inlet bellmouth* dan selanjutnya masuk ke *inlet guide vane*.
  - b. *Forward Compressor Casing*, bagian *casing* yang didalamnya terdapat empat *stage kompresor blade*.
  - c. *Aft Casing*, bagian *casing* yang didalamnya terdapat *compressor blade* tingkat 5-10.
  - d. *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 :

1. *Combustion Chamber*, berfungsi sebagai tempat terjadinya pencampuran antara udara yang telah dikompresi dengan bahan bakar yang masuk.
2. *Combustion Liners*, terdapat didalam *combustion chamber* yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya pembakaran.
3. *Fuel Nozzle*, berfungsi sebagai tempat masuknya bahan bakar ke dalam *combustion liner*.
4. *Ignitors (Spark Plug)*, berfungsi untuk memercikkan bunga api ke dalam *combustion chamber* sehingga campuran bahan bakar dan udara dapat terbakar.
5. *Transition pieces*, berfungsi untuk mengarahkan dan membentuk aliran gas panas agar sesuai dengan ukuran *nozzle* dan sudu-sudu turbin gas.
6. *Cross Fire Tubes*, berfungsi untuk meratakan nyala api pada semua *combustion chamber*.
7. *Flame Detector*, merupakan alat yang dipasang untuk mendeteksi proses pembakaran terjadi.

### 4. *Turbin Section.*

*Turbin section* merupakan tempat terjadinya konversi energi kinetik menjadi energi mekanik yang digunakan sebagai penggerak kompresor 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 :

1. *Turbin Rotor Case*
2. *First Stage Nozzle*, yang berfungsi untuk mengarahkan gas panas ke *first stage turbine wheel*.
3. *First Stage Turbine Wheel*, berfungsi untuk mengkonversikan energi kinetik dari aliran udara yang berkecepatan tinggi menjadi energi mekanik berupa putaran rotor.
4. *Second Stage Nozzle* dan *Diafragma*, berfungsi untuk mengatur aliran gas panas ke *second stage turbine wheel*, sedangkan diafragma berfungsi untuk memisahkan kedua *turbin wheel*.
5. *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 temperatur *trip*. Pada *exhaust area* terdapat 18 buah termokopel yaitu, 12 buah untuk temperatur kontrol dan 6 buah untuk temperatur *trip*.

Adapun beberapa komponen penunjang atau biasa dikenal dengan *Auxiliary* dalam sistem turbin gas adalah sebagai berikut:

#### 1. ***Starting Equipment.***

Berfungsi untuk melakukan *start up* sebelum turbin bekerja. Jenis-jenis *starting equipment* yang digunakan di unit-unit turbin gas pada umumnya adalah :

1. *Diesel Engine*, (PG-9001A/B)
2. *Induction Motor*, (PG-9001C/H dan KGT 4X01, 4X02 dan 4X03)
3. *Gas Expansion Turbine (Starting Turbine)*

## **2. *Coupling dan Accessory Gear.***

Berfungsi untuk memindahkan daya dan putaran dari poros yang bergerak ke poros yang akan digerakkan. Ada tiga jenis *coupling* yang digunakan, yaitu:

1. *Jaw Cluth*, menghubungkan *starting turbine* dengan *accessory gear* dan HP turbin rotor.
2. *Accessory Gear Coupling*, menghubungkan *accessory gear* dengan HP turbin rotor.
3. *Load Coupling*, menghubungkan LP turbin rotor dengan kompressor beban.

## **3. *Fuel System.***

Bahan bakar yang digunakan berasal dari *fuel gas system* dengan tekanan sekitar  $15 \text{ kg/cm}^2$ . *Fuel gas* yang digunakan sebagai bahan bakar harus bebas dari cairan kondensat dan partikel-partikel padat. Untuk mendapatkan kondisi tersebut diatas maka sistem ini dilengkapi dengan *knock out drum* yang berfungsi untuk memisahkan cairan-cairan yang masih terdapat pada *fuel gas*.

## **4. *Lube Oil System.***

*Lube oil system* berfungsi untuk melakukan pelumasan secara kontinu pada setiap komponen sistem turbin gas. *Lube oil* disirkulasikan pada bagian-bagian utama turbin gas dan *trust bearing* juga untuk *accessory gear* dan yang lainnya. *Lube oil system* terdiri dari:

1. *Oil Tank (Lube Oil Reservoir)*
2. *Oil Quantity*
3. Pompa
4. *Filter System*
5. *Valving System*

6. *Piping System*
7. Instrumen untuk *oil*

Pada turbin gas terdapat tiga buah pompa yang digunakan untuk mensuplai *lube oil* guna keperluan lubrikasi, yaitu:

8. *Main Lube Oil Pump*, merupakan pompa utama yang digerakkan oleh *HP shaft* pada *gear box* yang mengatur tekanan *discharge lube oil*.
9. *Auxiliary Lube Oil Pump*, merupakan pompa *lube oil* yang digerakkan oleh tenaga listrik, beroperasi apabila tekanan dari *main pump* turun.
10. *Emergency Lube Oil Pump*, merupakan pompa yang beroperasi jika kedua pompa diatas tidak mampu menyediakan *lube oil*.

#### **5. *Cooling System.***

Sistem pendingin yang digunakan pada turbin gas adalah air dan udara. Udara dipakai untuk mendinginkan berbagai komponen pada *section* dan *bearing*. Komponen-komponen utama dari *cooling system* adalah:

1. *Off base Water Cooling Unit*
2. *Lube Oil Cooler*
3. *Main Cooling Water Pump*
4. *Temperatur Regulation Valve*
5. *Auxiliary Water Pump*
6. *Low Cooling Water Pressure Swich*

#### **B. *Heat Recovery Steam Generator (HRSG)***

*Heat Recovery Steam Generator (HRSG)* merupakan bagian dari suatu unit yang termasuk dalam bagian utama dari Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) yang berfungsi untuk meregenerasi panas hasil pembakaran dari *combuster chamber* pada *gas turbine* untuk menguapkan air di dalam *tube* yang tersusun di dalamnya hingga mencapai fasa uap jenuh/*superhaeter*. Setelah menjadi uap jenuh maka uap tersebut akan digunakan untuk menggerakkan *Steam*

*Turbine* seperti pada diagram Gambar 2.1 yang dapat menggambarkan bagaimana sistem alir dari PLTGU. Bentuk *HRSG* dapat dilihat seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 4.3 *Heat Recovery Steam Generator (HRSG)*  
(*Overhaul Combuster Inspection HRSG, 2012*)

Pada umumnya boiler *HRSG* tidak dilengkapi pembakar (*burner*) dan tidak mengkonsumsi bahan bakar, sehingga tidak terjadi proses perpindahan/penyerapan panas radiasi. Proses perpindahan/penyerapan yang terjadi hanyalah proses konveksi dari gas buang turbin gas ke dalam air yang akan di proses menjadi uap melalui elemen-elemen pemanas di dalam ruang boiler *HRSG*. Panas dari gas buang hasil pembakaran ditransfer secara konveksi ke air yang mengalir di dalam *tube* sesuai dengan tingkat level dari *tube* tersebut. Sesuai tingkatan/levelnya, gas buang hasil pembakaran melewati *tube* di dalam *HRSG* berawal dari *superheater*, kemudian menuju ke *evaporator*, ke *economizer* dan *preheater* dan selanjutnya keluar melalui *stack*.

*HRSG* terdiri dari beberapa komponen utama yang beroperasi secara bersama-sama dan saling berkaitan. Komponen utama dari *HRSG* adalah sebagai berikut :

1. *Drum*

Berfungsi untuk menampung hasil uap bertekanan dan air, kemudian disalurkan ke bagian berikutnya. Di dalam drum terdapat *demister* yang berfungsi untuk memisahkan uap dan air yang mengalir di dalamnya. Pada unit yang terdapat di PLTGU UP Gresik, terdiri atas dua jenis *Drum* sesuai dengan besar tekanan fluida di dalamnya yaitu *High Pressure Drum* dan *Low Pressure Drum*.

## 2. *Tube*

Sebagaimana yang telah dijelaskan di atas bahwa *HRSG* biasanya terdiri dari beberapa *tube* seperti *preheater*, *economizer*, *evaporator*, dan *superheater*. Berikut dijelaskan beberapa *level tube* dari *HRSG* :

### a) *Preheater*

*Preheater* merupakan penukar kalor yang biasanya digunakan untuk memperoleh energi panas tambahan dari gas buang. *Preheater* berada pada bagian akhir atau paling atas dari *HRSG* untuk menyerap energi terendah dari gas buang.

Aplikasi yang paling umum dari *preheater* ialah sebagai pemanas awal air kondensat sebelum memasuki deaerator untuk mengurangi jumlah uap yang dibutuhkan untuk proses deaerasi. Di dalam *preheater*, pemanasan air pengisi mencapai temperatur sedikit di bawah titik didih. Modul dari *preheater* sendiri berupa tube yang terbuat dari pipa-pipa bersirip.

### b) *Economizer*

*Ekonomiser* terdiri dari pipa-pipa air yang di tempatkan pada lintasan gas asap setelah pipa *evaporator*. Pipa-pipa *ekonomiser* dibuat dari bahan baja atau besi tuang yang sanggup untuk menahan panas dan tekanan tinggi. *Ekonomiser* berfungsi untuk memanaskan air pengisi sebelum memasuki *steam drum* dan *evaporator* sehingga proses penguapan lebih ringan dengan memanfaatkan gas buang dari *HRSG* yang masih tinggi sehingga memperbesar efisiensi *HRSG* karena dapat memperkecil kerugian panas pada *HRSG* tersebut. Air yang masuk pada *evaporator* sudah pada temperatur tinggi sehingga pipa-pipa *evaporator* tidak mudah rusak karena perbedaan temperatur tidak terlalu tinggi.

### c) *Evaporator*

*Evaporator* merupakan alat penukar kalor yang menghasilkan uap jenuh (*saturated*) dari air pengisi *HRSG*. *Evaporator* terletak di antara *ekonomiser* dan *superheater*. Campuran air dan uap meninggalkan *evaporator* dan masuk drum uap melalui pipa-pipa yang disebut *riser*. Drum uap merupakan bejana tekan silindris yang terletak di bagian atas *HRSG*. Di bagian dalam drum terdapat piranti mekanis seperti *cyclone* dan *screen* pemisah campuran air dan uap (*demister*). Uap meninggalkan drum melalui pipa yang menuju ke *superheater*. Sedangkan air disirkulasikan kembali melalui pipa-pipa yang disebut *downcomer* masuk kembali ke *evaporator*. Uap yang masuk ke *superheater* merupakan uap kering karena jika uap basah yang masuk maka kandungan partikulat padat yang terlarut dalam uap akan mengendap dalam *tube superheater* yang dapat mengakibatkan temperatur logam *tube* akan naik dan selanjutnya mengakibatkan terjadinya kegagalan *tube*.

#### d) *Superheater*

*Superheater* merupakan alat penukar kalor pada *HRSG* yang menghasilkan uap panas lanjut (*superheated steam*). *Superheater* dapat terdiri dari satu atau lebih modul penukar kalor. Pada modul *superheater* yang banyak biasanya mempunyai kontrol temperatur uap di antara modul-modulnya (*Desuperheater*) untuk mencegah terjadinya temperatur logam yang berlebih pada bagaian akhir dari modul dan untuk meminimalkan kemungkinan kandungan air yang masuk ke dalam turbin uap.

### 3. *Boiler Circulating Pump*

Merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk memindahkan fluida air dari *tube economizer* menuju ke *drum*. Komponen ini merupakan komponen berupa Pompa yang berjenis *sentrifugal single stage*. Pada unit yang terdapat di PLTGU UP Gresik, terdiri atas dua jenis pompa sesuai dengan besar tekanan fluida di dalamnya yaitu *High Pressure Drum* dan *Low Pressure Drum*

### 4. *Exhaust Damper System*

Merupakan pengarah aliran gas panas *exhaust* dari turbin gas. Ketika *Open Cycle* ( *Simple Cycle* ) maka gas buang akan terbuang melalui *by pass stack*

sedangkan untuk sistem *Combine Cycle* gas panas akan di arahkan oleh *exhaust damper* masuk ke *HRSG* dengan menutup jalur ke arah *by pass stack*. *Exhaust Damper* digerakkan oleh *Hidrolis Damper* yang terletak di kanan dan kiri bagian atas *Damper*.

## 5. *Stack*

*Stack* merupakan suatu cerobong pembuangan gas hasil pembakaran yang telah diregenerasikan sehingga mempunyai temperatur 50°Celcius dan selalu dikontrol agar tidak melebihi nilai ambang batas sesuai peraturan pemerintah yang berlaku.

### 4.3 Kondisi Saat Ini

Penelitian pada saat ini dilakukan terhadap 9 (sembilan) unit PLTGU yang mencakup area *Gas Turbine*, *Auxiliary*, dan *Heat Recovery Steam Generator (HRSG)* di bidang Mekanik. Pemilihan dilakukan karena unit tersebut merupakan unit yang dilakukan pekerjaan *Overhaul Combuster Inspection*. Jadi data yang didapatkan merupakan data yang terbaru kondisi saat ini.

Pada kondisi sekarang, data durasi *OH CI* yang digunakan merupakan data yang telah lama dan belum terdapat perubahan dan penyesuaian sesuai dengan kondisi unit sekarang. Sehingga diharapkan dalam penelitian ini agar dapat melakukan perubahan dan penyesuaian terhadap aktivitas *Overhaul CI* agar lebih efektif dalam pelaksanaannya. Sesuai dengan history data durasi *OH CI* yang ada dan dicatat oleh bagian perencanaan dan pengendalian, pelaksanaan *Overhaul CI* seringkali tidak sesuai dengan target yang telah ditentukan oleh internal UPHT. Dari history data, durasi pelaksanaan *Overhaul CI* adalah 6 hari sedangkan target durasi dari pihak UPHT adalah 5 hari.

Pengamatan dilakukan pada pekerjaan *Overhaul CI* yang dikerjakan setiap 8000 jam kerja unit. Pekerjaan dilakukan non-shift yang dimulai dari pukul 07.30 WIB dan berlangsung selama 8 jam setiap hari selama *overhaul ci* berlangsung. Pada prinsipnya pekerjaan yang dilakukan dalam *overhaul CI* saat ini merupakan aktivitas *standard job* yang dilakukan dengan *sequence* yang sama dengan

pertama kali dilakukannya *Overhaul CI*. Setiap hari dilakukan *daily meeting* untuk laporan *update* progress setiap bidang dan setiap koordinator bidang harus memberikan laporan progress pekerjaan. Melalui *daily meeting* dapat diketahui kondisi *progress OH CI* sesuai dengan durasi yang telah direncanakan apakah tepat waktu atau terdapat ketidaktepatan terhadap perencanaan.

#### **4.4 Pengumpulan Data**

Dalam penelitian kali ini, data primer yang merupakan data proses aktivitas *Overhaul CI* dikumpulkan dari bagian perencanaan dan pengendalian. Selain itu pengumpulan data juga dilakukan dengan melakukan observasi langsung ke lapangan dan memberikan kuesioner kepada para tim *Overhaul CI* bagian mekanik PLTGU. Data yang telah diambil dari tim *overhaul* terlebih dahulu dilakukan verifikasi kepada para tim *OH CI* dan *expret* bidang mekanik PLTGU untuk memastikan data yang dikumpulkan sebelumnya benar adanya dengan melakukan diskusi terutama terhadap orang yang memiliki peranan penting di tim *Overhaul*. Setelah tahap verifikasi data maka dapat dibentuk *current state value stream mapping*.

Untuk data lainnya yaitu data sekunder dalam penelitian ini diambil dari database yang terdapat pada bagian rental seperti report *daily meeting* dan list pekerjaan *standard job* pada *overhaul CI*.

##### **4.4.1 Observasi Lapangan**

Pengamatan langsung dilakukan di lokal unit ketika eksekusi *Overhaul CI* sehingga didapatkan gambaran kondisi dan aktifitas yang dilakukan pada saat itu. Dengan dilakukannya pengamatan langsung di lokal, maka dapat dibuat blok diagram awal aktivitas pekerjaan *Overhaul CI*.

Dari pengamatan ini didapatkan data aktifitas tenaga kerja tim berupa durasi setiap aktivitas, proses eksekusi dan jumlah tenaga kerja yang digunakan di setiap aktifitas. Selain itu didapatkan juga *sequence* aktivitas yang dilakukan di lapangan sesuai dengan *standard job overhaul combustor inspection*.

#### 4.4.2 Verifikasi Data

Data mengenai aktivitas, tenaga kerja dan waktu yang dikumpulkan pada tahap sebelumnya digabungkan untuk dianalisa lebih lanjut. Sebelum data diolah terlebih dahulu diverifikasi dengan para *expert* mekanik PLTGU dan juga orang yang memiliki peranan penting dalam tim. Proses verifikasi data ini bertujuan untuk memperoleh informasi yang sesuai dengan kondisi operasional *Overhaul CI*. Dalam Penelitian kali ini dilakukan verifikasi terhadap peserta *daily meeting OH CI* yang dihadiri oleh 21 orang dengan profil seperti pada Lampiran 8.

Dalam tahap verifikasi terhadap *expert*, dilakukan kepada 8 (delapan) *expert*. Kriteria *Expert* dalam perusahaan ditetapkan bahwa masuk dalam parameter berikut :

- Telah bekerja dalam satu bidang selama minimal 5 tahun.
- Telah mengikuti training bidang dari *manufacture* (ex *Gas Turbine : Mitsubishi Hitachi Power System (MHPS)*, dll) unit *existing*.
- Telah mendapat pengakuan dari *manufacture* terkait unit *existing*.
- Telah lolos dalam pengujian *expertise* bidang dari perusahaan.

Setelah dilakukannya proses verifikasi data maka data durasi dan sequence aktivitas dapat dikumpulkan yang selanjutnya dapat dibentuk *Current state value stream mapping*. Yang selanjutnya dapat ditemukan jenis aktifitas *Value Added*, *Necessary Non-Value Added*, atau *Non-Value Added*.

#### 4.5 Pengolahan Data

Setelah melakukan pengambilan data observasi langsung di lapangan, kuesioner dan diskusi terhadap para *expert* dan tim *Overhaul CI*, dapat dibentuk *current state value stream mapping*. Dengan begitu dapat dibentuk *current state mapping* unuk aktifitas *Overhaul CI*. Dari *Current state mapping* dapat dilihat durasi *Overhaul CI* yang dibutuhkan pada kondisi saat ini.

#### **4.5.1 Current State Mapping Overhaul Combuster Inspection (CI)**

*Current state mapping* pada penelitian saat ini adalah *current state mapping* dari *Overhaul Combuster Inspection (CI)* yang dianalisa menyeluruh untuk memastikan bentuk dan aktifitas-aktifitas yang terkandung di dalamnya.

Pada aktifitas awal sebelum dibuat *Work Order* untuk *OH CI* terdapat aktifitas yang dilakukan oleh pihak operator UP Gresik yang menemukan suatu permasalahan dalam unit. kemudian dilakukan *recording* mengenai permasalahan yang ada untuk dilaporkan ke bagian *Management Outage*. Aktifitas lanjutan dilakukan oleh bagian *management outage (MO)* dengan mengidentifikasi permasalahan unit yang sedang terjadi. Identifikasi dilakukan dengan cara melihat data history kerusakan dari unit yang sedang bermasalah dan penjadwalan proses *mainetenance* terhadap unit tersebut. Dalam aktifitas ini dikelompokkan ke dalam *databox identify the problem* yang nantinya menghasilkan identifikasi awal dari permasalahan unit yang sedang terjadi yang selanjutnya dimasukkan dalam *work order overhaul maintenance*. Setelah dimasukkan *work order OH*, maka data hasil identifikasi tersebut disampaikan pada pihak UPHT selaku eksekutor *overhaul*.

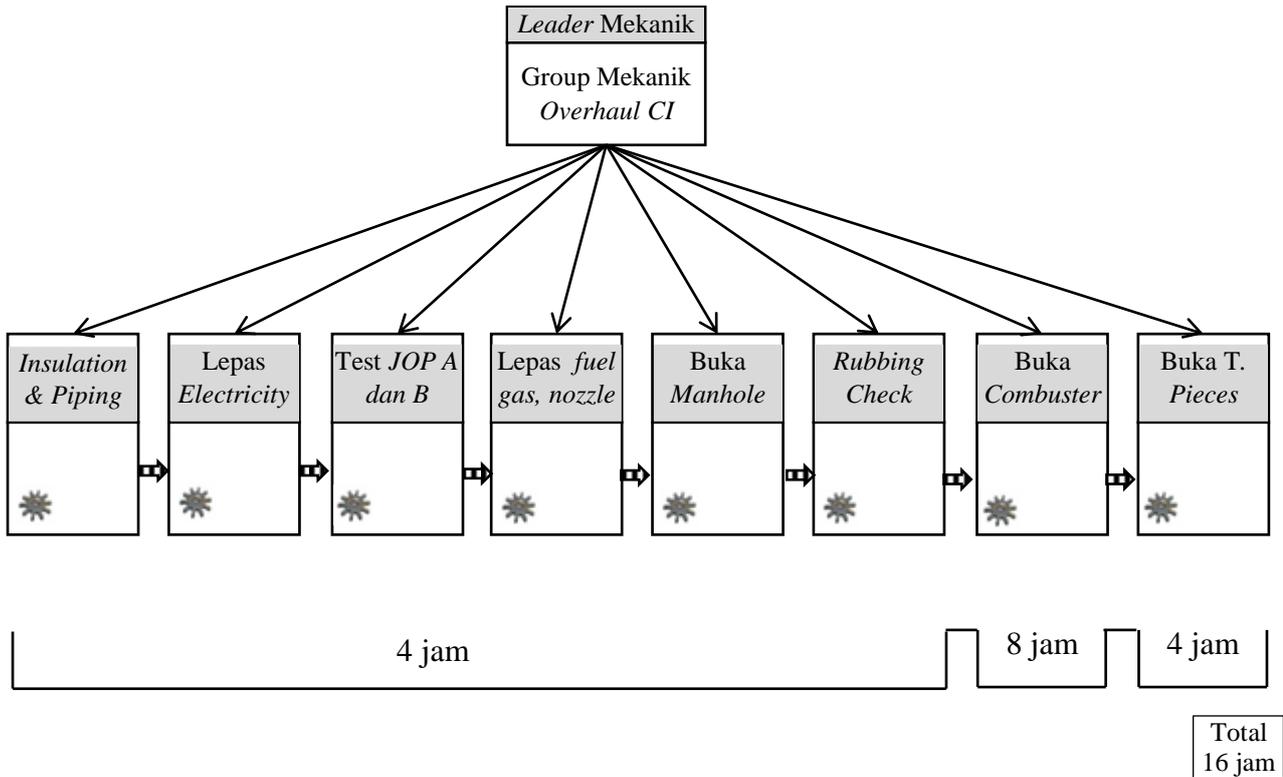
Setelah dilakukan penyampaian permasalahan dari UP Gresik ke pihak UPHT, maka tim UPHT menindak lanjuti laporan tersebut dengan identifikasi permasalahan yang terjadi dan merencanakan *scope* aktifitas yang akan dilakukan dimana pada penelitian ini adalah aktifitas *Overhaul Combuster Inspection*. Di dalam *Overhaul CI*, terdapat tiga pengelompokan aktifitas yaitu aktivitas *Disassembly*, Inspeksi, dan *Assembly*.

##### **A. Disassembly**

Proses *Disassembly* adalah sekumpulan aktifitas membongkar suatu peralatan vital dalam kegiatan *maintenance* peralatan tersebut (Zhong, 2011). Hal tersebut sangat penting untuk mendapatkan efektifitas dan *sequence planning* yang tepat. Proses *Disassembly* dalam *OH CI* terdiri dari beberapa *sequence* dan jenis aktifitas dengan durasi sesuai dengan Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Aktifitas *Disassembly OH CI*

| No.   | Aktifitas <i>Disassembly</i>  | Jenis | Tenaga Kerja (orang) | Durasi (jam) | Successor               |
|-------|---|-------|----------------------|--------------|-------------------------|
| 1     | <i>Insulation &amp; Piping</i> (A)  | VA    | 3                    | 4            | Isolasi bahan bakar (X) |
| 2     | Melepas Peralatan Electric dan Kontrol (B)                                      | VA    | 2                    | 4            | X                       |
| 3     | Test <i>Pressure JOP A &amp; B</i> (C)  | NNVA  | 2                    | 2            | X                       |
| 4     | Melepas <i>fuel gas, oil nozzle</i> dan <i>nozzle holder</i> (D)                | VA    | 4                    | 4            | X                       |
| 5     | Buka <i>Manhole</i> Turbin (E)  | VA    | 2                    | 4            | X                       |
| 6     | <i>Rubbing Check</i> (F)  | NNVA  | 2                    | 4            | X                       |
| 7     | Buka <i>Combuster Shell</i> (Basket, Cross flame tube, dan Marman Coupling) (G) | VA    | 4                    | 8            | E,D                     |
| 8     | Buka <i>Transition Piece</i> (H)  | VA    | 3                    | 4            | G                       |
| Total |   |       |                      | 16           |                         |



Gambar 4.4 *Current State Mapping Disassembly Maintenance*

Dalam proses *Disassembly* ini terdapat beberapa aktifitas yang dapat dilakukan bersamaan (*parallel*) yaitu aktifitas nomor 1 hingga nomor 6 pada Tabel 4.1. Sedangkan untuk aktifitas nomor 7 dilakukan setelah aktifitas nomor 1 hingga nomor 6 selesai. Selanjutnya proses *disassembly* diakhiri dengan aktifitas nomor 8 yaitu membuka *Transition Pieces*.

Pada *Current State Mapping Disassembly Maintenance* ini juga terlihat jenis aktifitas yang sesuai dengan data yang telah dikumpulkan sebelumnya baik melalui observasi langsung, penyebaran kuesioner dan verifikasi dengan *expert* mekanik PLTGU. Selanjutnya dengan diketahuinya jumlah, jenis, dan durasi aktifitas, maka dapat dibentuk *Current State Mapping Disassembly Maintenance* seperti Gambar 4.4 di bawah.

## B. Inspection

Tabel 4.2 Aktifitas *Inspection OH CI*

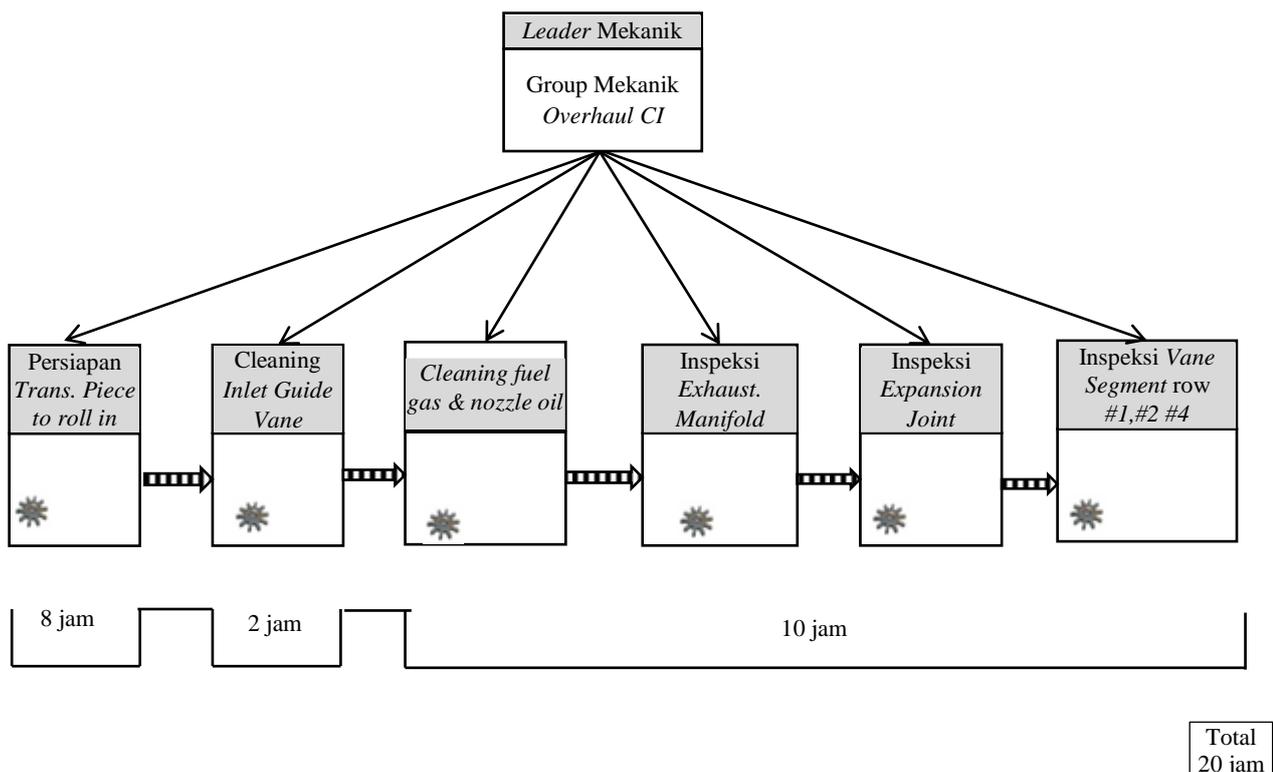
| No.   | Aktifitas <i>Inspection</i>                                  | Jenis | Tenaga Kerja (orang) | Durasi (jam) | Successor                       |
|-------|--|-------|----------------------|--------------|---------------------------------|
| 1     | Persiapan <i>Transition Pieces</i> untuk <i>roll in</i> (I)  | NNVA  | 2                    | 8            | -                               |
| 2     | Pembersihan dan Pengecekan <i>IGV</i> (J)                    | VA    | 2                    | 8            | X                               |
| 3     | Pembersihan <i>Fuel Gas &amp; Oil Nozzle</i> (K)             | VA    | 2                    | 8            | D                               |
| 4     | <i>Visual Inspection Exhaust Cylinder &amp; Manifold</i> (L) | VA    | 2                    | 16           | Membuka <i>Manhole HRSG</i> (Y) |
| 5     | <i>Visual Inspection Expansion Joint</i> (M)                 | NVA   | 2                    | 16           | Y                               |
| 6     | Periksa <i>vane segment row #1, #2, dan #4</i> (N)           | NVA   | 2                    | 2            | H                               |
| Total |  |       |                      | 20           |                                 |

Suatu aktifitas *inspection* secara umum dapat diartikan suatu aktifitas yang melakukan pemahaman dan pengukuran terhadap sesuatu (Pater, 2018). Aktifitas inspeksi memastikan bahwa peralatan atau komponen yang beroperasi

sesuai dengan spesifikasi standardnya. Dalam aktifitas ini, seorang *Inspector* bertugas untuk memastikan peralatan yang beroperasi dalam kondisi baik, perlu *repair* atau sudah tidak layak pakai. Proses *Inspection* dalam *OH CI* terdiri dari beberapa *sequence* dan jenis aktifitas dengan durasi sesuai dengan Tabel 4.2.

Dalam proses *Inspection* dilihat dari Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa aktifitas nomor 2 dikerjakan *leading* 6 hari dari aktifitas 1. Untuk aktifitas nomor 3 hingga nomor 6 dilakukan *paralel* setelah pekerjaan nomor 2 selesai.

Pada *Current State Mapping Inspection Maintenance* ini juga terlihat jenis aktifitas yang sesuai dengan data yang telah dikumpulkan sebelumnya baik melalui observasi langsung, penyebaran kuesioner dan verifikasi dengan *expert* mekanik PLTGU. Selanjutnya dengan diketahuinya jumlah, jenis, dan durasi aktifitas, maka dapat dibentuk *Current State Mapping Inspection Maintenance* seperti Gambar 4.5 di bawah.



Gambar 4.5 *Current State Mapping Inspection Maintenance*

### C. Assembly

Proses *Assembly* merupakan suatu proses perakitan ulang suatu peralatan menjadi seperti awal sebelum dibongkar dengan pengukuran dan *setting part* sesuai dengan *standard* yang digunakan (Yamashina, 1998). Proses *Assembly* dalam *OH CI* terdiri dari beberapa *sequence* dan jenis aktifitas dengan durasi sesuai dengan Tabel 4.3.

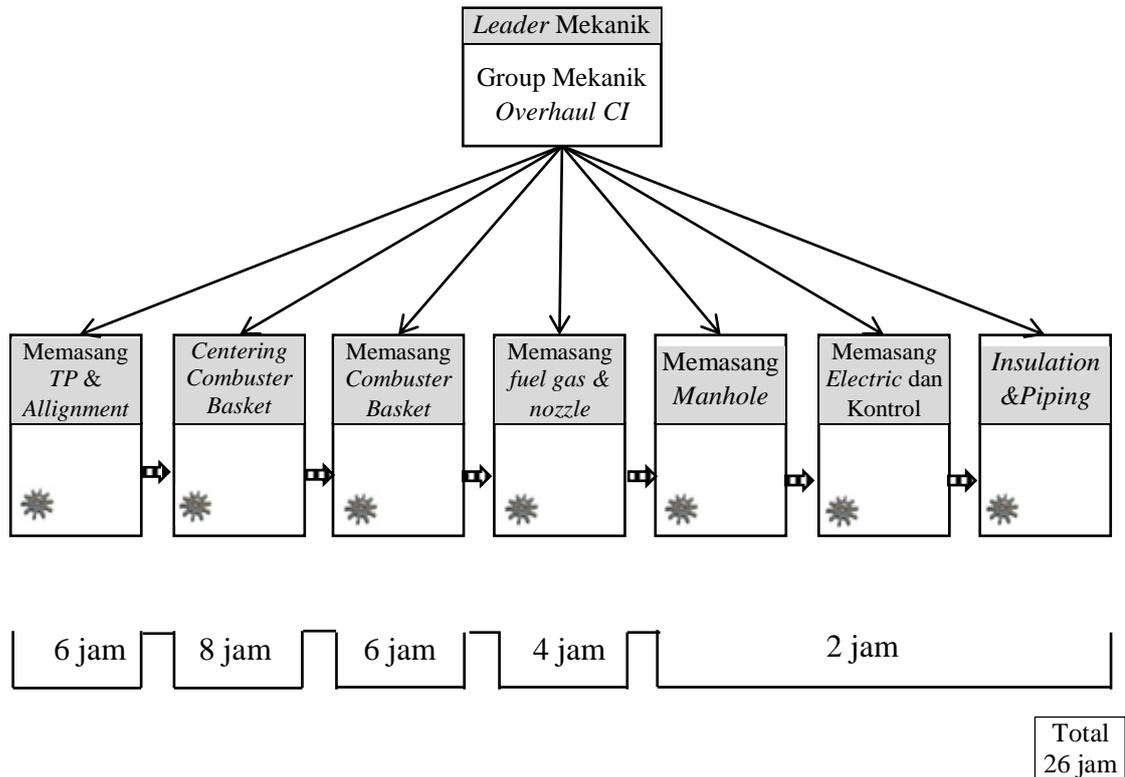
Tabel 4.3 Aktifitas *Assembly OH CI*

| No.   | Aktifitas <i>Assembly</i>                              | Jenis | Tenaga Kerja (orang) | Durasi (jam) | <i>Successor</i> |
|-------|--|-------|----------------------|--------------|------------------|
| 1     | Memasang <i>Transition Pieces &amp; Allignment</i> (O) | VA    | 4                    | 6            | H                |
| 2     | Centering Combuster Basket (P)                         | NVA   | 3                    | 8            | O                |
| 3     | Memasang Combuster Basket (Q)                          | NVA   | 4                    | 6            | P                |
| 4     | Memasang <i>Fuel Gas &amp; Oil Nozzle</i> (R)          | VA    | 3                    | 4            | Q                |
| 5     | Menutup <i>Manhole</i> (S)                             | VA    | 2                    | 2            | Q                |
| 6     | Memasang Elektrik dan Instrument Part (T)              | NNVA  | 2                    | 2            | R                |
| 7     | <i>Insulation &amp; Piping</i> (U)                     | NNVA  | 2                    | 2            | R                |
| Total |  |       |                      | 26           |                  |

Dalam proses *Assembly* aktifitas 1 hingga nomor 4 pada Tabel 4.3 dilakukan berurutan sesuai dengan durasi. Untuk aktifitas nomor 5 hingga nomor 7 dilakukan *paralel* setelah aktifitas nomor 4 selesai.

Pada *Current State Mapping Assembly Maintenance* ini juga terlihat jenis aktifitas yang sesuai dengan data yang telah dikumpulkan sebelumnya baik melalui observasi langsung, penyebaran kuesioner dan verifikasi dengan *expert* mekanik PLTGU. Selanjutnya dengan diketahuinya jumlah, jenis, dan durasi

aktifitas, maka dapat dibentuk *Current State Mapping Assembly Maintenance* seperti Gambar 4.6 di bawah.



Gambar 4.6 *Current State Mapping Assembly Maintenance*

#### 4.5.2 Analisa Aktivitas OH CI menjadi VA, NNVA, dan NVA

Untuk menentukan kategori dari suatu aktifitas *Value Added* (VA), *Necessary Non Value Added* (NNVA), dan *Non Value Added* (NVA) dapat dilakukan dengan identifikasi terhadap *current state mapping* yang telah dibuat pada sub-bab sebelumnya. Sesuai dengan yang dikemukakan oleh (King, 2009) bahwa karakteristik dari masing masing jenis aktifitas dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. *Value Added* (VA) merupakan semua aktifitas dalam proses yang utama untuk tercapainya tujuan proyek. Terapat beberapa macam tipe aktifitasnya sebagai berikut :

- Harus dilakukan untuk mendukung kelancaran pencapaian tujuan proyek
- Berguna merubah bentuk atau fitur dari servis
- Meningkatkan kualitas pekerjaan, menjadikan tepat waktu atau pengiriman lebih kompetitif atau berdampak positif pada *cost* proyek.
- Mempunyai harga jual di dunia luar ketika diketahui dapat melakukannya.
- Jika dihilangkan atau dihentikan, akan mengganggu aktifitas proyek lainnya atau selanjutnya.

2. *Necessary Non Value Added (NNVA)* merupakan semua aktifitas yang diperlukan dalam bisnis proyek tetapi tidak menambah nilai secara nyata.

Terdapat beberapa macam tipe aktifitasnya sebagai berikut :

- Dapat mengurangi risiko keuangan proyek.
- Membantu kebutuhan pelaporan data dan keuangan proyek.
- Membantu dalam kelancaran proses pekerjaan *Value Added*.
- Dibutuhkan untuk memenuhi peraturan hukum
- Jika dihilangkan atau dihentikan, kemungkinan terdapat pekerjaan yang terhambat

3. *Non Value Added (NVA)* merupakan aktifitas yang tidak nambah nilai baik dari sudut pandang manajemen proyek, hukum, atau bisnis lainnya. Terdapat beberapa macam tipe aktifitasnya sebagai berikut :

- Menangani lebih dari yang spesifikasi atau prosedur standardnya termasuk inspeksi, transportasi, pergerakan material, administrasi.
- Pekerjaan yang diulang atau *rework*.
- Pekerjaan yang bersifat duplikasi seperti pembuktian hasil pekerjaan.
- Waktu tunggu, waktu tunda dan waktu *idle*.
- *Overproduction*
- Pergerakan pekerja yang tidak perlu.
- *Overprocessing*

- Jika dihilangkan atau dihentikan, tidak ada aktifitas yang terganggu dan tidak berdampak terhadap aktifitas lainnya.

Dari analisa aktifitas *OH CI* mengenai *VA*, *NNVA*, dan *NVA* melalui matriks dapat dikumpulkan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.1, Tabel 4.2, dan Tabel 4.3. Dari setiap jenis aktifitas tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Jenis aktifitas *Value Added* = Pembersihan *fuel gas & oil nozzle*, termasuk dalam pekerjaan *VA* karena hal tersebut dapat meningkatkan kualitas unit dan jika pembersihan *fuel gas oil nozzle* tidak dilakukan maka mengakibatkan kebuntuan line, sehingga unit trip dan berdampak pada keuangan proyek.
- Jenis aktifitas *Necessary Non Value Added* = Persiapan *Transition Pieces* untuk *roll in*, termasuk pekerjaan *NNVA* karena aktifitas ini mengurangi risiko kebocoran unit yang akan berdampak pada keuangan proyek bila tidak dilakukan.
- Jenis aktifitas *Non Value Added* pada *standard job OH CI* tidak ada karena seluruh pekerjaan *OH CI* merupakan pekerjaan *standard job* dari *manufactur MHI* (Mitsubishi Heavy Industry). Akan tetapi pada pekerjaan *standard job* ditemukan *non value added* berupa adanya pekerja yang menganggur ketika eksekusi *Centering* dan Pemasangan *Combuster Basket*.

#### **4.6 Analisa waste (Pemborosan) OH CI**

Kriteria pemborosan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya dapat disingkat dengan nama *DOWNTIME* (*Defetc, Overproduction, Waiting, Not utilizing employees, Transportation, Inventories, Motion, Excess Process*) dilakukan dengan analisa aktifitas secara signifikan. Dalam menentukan jenis pemborosan yang terjadi dilakukan sebuah *forum group discussion* dengan para pegawai *expert* mekanik PLTGU. Peserta *FGD* diminta tolong untuk memberikan penilaian terhadap kategori pemborosan yang ada. *Forum Group discussion* kali ini dihadiri oleh *Project Manager, Expert Mekanik PLTGU*, dan Koordinator Terkait.

Responden sebanyak 21 orang diperintahkan untuk mengisi jawaban dengan skor tertinggi 5 untuk kategori sangat sering terjadi (*waste* (>5 kali *overhaul*), 4 untuk sering terjadi (3-4 kali *overhaul*), 3 biasa (2 kali *overhaul*), 2 jarang terjadi (1 kali *Overhaul*), dan 0 (tidak terjadi), dari tahun periode 2016 hingga 2018. Dari responden yang memilih di tiap kategori akan dikalikan dengan skor di setiap kategori dan dipresentase, kemudian diranking sesuai dengan presentase persetujuan dari yang tertinggi.

Tabel 4.4 Pemborosan pada aktivitas *OH CI*

| No. | Kategori  | 1 | 2  | 3  | 4  | 5  | %  | Rangking |
|-----|---|---|----|----|----|----|----|----------|
| 1   | <i>Defect</i>   | 2 | 12 | 6  | 0  | 1  | 47 | 7        |
| 2   | <i>Overproduction</i>   | 5 | 8  | 8  | 0  | 0  | 43 | 8        |
| 3   | <i>Waiting</i>  | 0 | 1  | 2  | 2  | 16 | 94 | 1        |
| 4   | <i>Not Utilizing employees knowledge, Skill and Abilities</i> | 2 | 4  | 1  | 7  | 7  | 74 | 4        |
| 5   | <i>Transportation</i>   | 0 | 4  | 14 | 1  | 0  | 52 | 6        |
| 6   | <i>Inventories</i>  | 0 | 6  | 4  | 10 | 1  | 67 | 5        |
| 7   | <i>Motion</i>   | 0 | 2  | 0  | 8  | 11 | 89 | 2        |
| 8   | <i>Excess Processing</i>                                      | 0 | 1  | 2  | 8  | 10 | 88 | 3        |

Pemborosan pada aktifitas *OH CI* banyak terjadi di *Waiting, Not Utilizing employees, Motion, Overproduction, Inventories, Excess Processing, Transportation, Defect*). Dari responden kuesioner, kriteria aktifitas *OH CI* diranking sesuai dengan nilai setiap aktifitas melalui metode *likert*.

Jenis aktifitas yang sudah ada dikumpulkan menjadi tiga yaitu *Value Added, Necessary Non alue Added, Non Value Added*. Sesuai data yang didapatkatn dan dkumpulkan dilakukan kajian mendalam untuk mengetahui penyebab utamanya. Sehingga dapat dijadikan sebagai masukan untuk perbaikan ketika membuat *Future State Mapping*.

#### 4.6.1 Analisa Penyebab *waste* (Pemborosan) *OH CI*

Dari kategori yang telah diidentifikasi sebelumnya, dilakukan tindak lanjut berupa pembahasan optimalisasi durasi *OH CI*. Pembahasan dilakukan dengan cara analisa *waste* seluruh aktifitas *Overhaul Combuster Inspection* terutama pada *critical path* yang dapat dilihat pada proses proyek *Overhaul CI*. Setelah dilakukan analisa *waste* seluruh aktifitas, maka didapatkan permasalahan yang ada sesuai dengan Tabel 4.5

Tabel 4.5 Jenis Pemborosan dan Permasalahannya

| No. | Pemborosan ( <i>waste</i> )                                  | Permasalahan  |
|-----|--|---|
| 1   | <i>Excess Processing</i>                                     | Proses pengukuran <i>vane segment</i> #1, #2 dan #3 yang seharusnya hanya #2 dan #3 saja  |
|     |  | Proses pengukuran kelurusan <i>combuster</i> dan <i>nozzle</i> yang dilakukan sebelum memasang <i>nozzle</i>  |
| 2   | <i>Waiting</i>   | Proses <i>visual</i> dan <i>repair</i> yang sering menunggu kedatangan bagian <i>welding</i>  |
|     |  | Proses menunggu bagian <i>Engineering</i> terkait pengukuran <i>clearance Vane segment</i>  |
|     |  | Proses menunggu pekerjaan sebelumnya sehingga terdapat pekerja yang menganggur ketika <i>Centering Combuster Basket</i>   |
|     |  | Proses menunggu pekerjaan sebelumnya sehingga terdapat pekerja yang menganggur ketika Memasang <i>Combuster Basket</i>  |
| 3   | <i>Motion</i>  | Pekerjaan yang diulang terkait pengukuran dengan <i>boroscope</i> dan <i>Tapper</i>   |
|     |  | Pekerjaan yang diulang untuk mengoreksi pengukuran <i>Centering Comuster Basket</i>   |
| 4   | <i>Not Utilizing employees knowledge, skill, and ability</i> | Pekerjaan akibat pengetahuan teknisi yang kurang sesuai sehingga penanganan terlalu melebihi spesifikasi ketika <i>visual inspection &amp; repair expansion joint</i> |

Setelah dilakukan analisa terhadap *waste* dan permasalahan yang terjadi pada aktifitas *Overhaul CI* maka dapat ditentukan pula batasan dan acuan yang ditentukan sesuai dengan standard yang ada atau dengan kesepakatan para *expert* dalam *forum group discussion*. Batasan dan Acuan untuk setiap pemborosan tersebut dijelaskan dalam Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Batasan dan Acuan Pamborosan Aktifitas *Disassembly OH CI*

| No. | Aktifitas   | Pemborosan   | Batasan  | Acuan   |
|-----|---|--|--|---|
| 1   | <i>Insluation &amp; Piping</i>  | Tidak terlihat   | -  | -   |
| 2   | Melepas Peralatan Electric dan Kontrol                                      | Tidak terlihat   | -  | -   |
| 3   | Test <i>Pressure JOP A</i> dan B  | Pengecekan <i>Press.JOP</i> dilakukan bagian <i>preventiv</i> dengan rutin | Proses pengecekan <i>JOP</i> oleh <i>Preventive</i> dilakukan rutin sehingga meminimalisir kebocoran | Kesepakatan para <i>Expert</i> pada <i>daily meeting</i> pembahasan optimlisasi durasi <i>OH CI</i> |
| 4   | Melepas <i>fuel gas, oil nozzle</i> dan <i>nozzle holder</i>                | Tidak terlihat   | -  | -   |
| 5   | Buka <i>Manhole Turbin</i>  | Tidak terlihat   | -  | -   |
| 6   | <i>Rubbing Check</i>  | Tidak ada Standard <i>Rubbing Check</i> yang seharusnya                    | Adanya <i>standard operational procedure</i> pada <i>rubbing check</i>                               | (King, 2009) mengutarakan bahwa untuk mengurangi <i>varians</i> diperlukan SOP                      |
| 7   | Buka <i>Combuster Shell</i> (Basket, Cross flame tube, dan Marman Coupling) | Tidak terlihat   | -  | -   |
| 8   | Buka <i>Transition Piece</i>  | Tidak terlihat   | -  | -   |

Tabel 4.7 Batasan dan Acuan Pamborosan Aktifitas *Inspection OH CI*

| No. | Aktifitas  | Pemborosan  | Batasan  | Acuan  |
|-----|--|---|--|--|
| 1   | Persiapan <i>Transition Pieces</i> untuk <i>roll in</i>  | <i>Transition pieces</i> yang akan di <i>roll in</i> , sudah terlebih dahulu diinspeksi oleh pihak penyervis. | Inspeksi dipastikan telah dilakukan oleh pihak <i>repair</i> , sebelum diterima gudang sehingga dalam kondisi baik | (Teichgraber, et al., 2010) menyatakan inspeksi bukanlah VA <i>activity</i> tetapi bisa menjadi NNVA atau NVA jika terdapat kesepakatan dari FGD |
| 2   | Pembersihan dan Pengecekan <i>IGV</i>                    | Tidak terlihat  | -  | -  |
| 3   | Pembersihan <i>Fuel Gas &amp; Oil Nozzle</i>             | Tidak terlihat  | -  | -  |
| 4   | <i>Visual Inspection Exhaust Cylinder &amp; Manifold</i> | Tidak terlihat  | -  | -  |
| 5   | <i>Visual Inspection Expansion Joint</i>                 | Proses <i>repair</i> yang dilakukan tidak dilakukan dengan <i>standard material</i> yang sesuai.              | <i>Repairing</i> dilakukan sesuai dengan <i>manual manufacture unit existing</i>                                   | <i>Operation &amp; Maintenance Manual HRSG dan Gas Turbine Combined Cycle Power Plant (Gresik Project)</i>                                       |
| 6   | Periksa <i>vane segment row #2</i> , dan #4              | Proses inspeksi selalu dilakukan terhadap area yang melebihi standard yaitu <i>vane segment #1, #2 dan #4</i> | Inspeksi <i>clearence vane segment</i> dilakukan sesuai dengan <i>standard job OH CI</i>                           | <i>Standard Job Overhaul Conbuster Inspection</i>  |

Tabel 4.8 Batasan dan Acuan Pemborosan Aktifitas *Assembly OH CI*

| No. | Aktifitas  | Pemborosan  | Batasan   | Acuan  |
|-----|--|---|---|--|
| 1   | Memasang <i>Transition Pieces &amp; Allignment</i> | Tidak terlihat  | -   | -  |
| 2   | <i>Centering Combuster Basket</i>                  | Terlihat pekerja yang mengganggu ketika eksekusi  | Tidak terdapat pekerja yang mengganggu menunggu pekerjaan | Peraturan dari perusahaan                      |
| 3   | Memasang <i>Combuster Basket</i>                   | Terlihat pekerja yang mengganggu ketika eksekusi  | Tidak terdapat pekerja yang mengganggu menunggu pekerjaan | Peraturan dari perusahaan                      |
| 4   | Memasang <i>Fuel Gas &amp; Oil Nozzle</i>          | Tidak terlihat  | -   | -  |
| 5   | Menutup <i>Manhole</i>                             | Tidak terlihat  | -   | -  |
| 6   | Memasang Elektrik dan Instrument Part              | Jika tidak dilakukan akan berdampak pada kabel-kabel dan sensor yang tersenggol ketika ada pemindahan <i>part</i> mekanik |   | Kesepakatan para <i>expert</i> pada <i>FGD</i> |
| 7   | <i>Insulation &amp; Piping</i>                     | Pekerjaan tidak dilakukan hati-hati sehingga berdampak pada sisi keuangan akibat isolasi                                  |   | Kesepakatan para <i>expert</i> pada <i>FGD</i> |

#### 4.6.2 Analisa Usulan Perbaikan

Pemborosan (*waste*) yang terjadi dalam aktifitas *OH CI* seperti yang tercantum pada bab sebelumnya dilakukan analisa lebih lanjut oleh peneliti untuk

mencari usulan perbaikan pada setiap aktifitas yang diketahui terdapat *waste*. Penentuan usulan perbaikan dilakukan dengan *forum group discussion* ketika *daily meeting Overhaul Combuster Inspection*. Usulan perbaikan untuk meminimalisir pemborosan aktivitas *OH CI* ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Analisa Pemborosan (*waste*) dan Usulan Perbaikan Aktifitas *OH CI*

| No. | Pemborosan ( <i>waste</i> ) | Permasalahan  | Usulan Perbaikan   |
|-----|-----------------------------|---|--|
| 1   | <i>Excess Processing</i>    | Proses pengukuran <i>vane segment</i> #1, #2 dan #3 yang seharusnya hanya #2 dan #3 saja  | Pengukuran hanya dilakukan sesuai dengan standard job yang seharusnya yaitu <i>vane segment</i> #2 dan #3  |
|     |                             | Proses pengukuran kelurusan <i>combuster</i> dan <i>nozzle</i> yang dilakukan sebelum memasang <i>nozzle</i>                    | Tidak perlu dilakukan proses pengukuran kelurusan lubang <i>combuster</i> dan <i>nozzle</i> karena sudah di <i>Allignment</i>  |
| 2   | <i>Waiting</i>              | Proses <i>visual</i> dan <i>repair</i> yang sering menunggu kedatangan bagian <i>welding</i>                                    | Terlebih dahulu dilakukan perjanjian waktu dan tempat pengerjaan <i>repair</i> sehingga tidak menunggu <i>welder</i>   |
|     |                             | Proses menunggu bagian <i>Engineering</i> terkait pengukuran <i>clearance Vane segment</i>                                      | Terlebih dahulu dilakukan perjanjian waktu dan tempat pengerjaan pengukuran dengan <i>boroscope</i> sehingga tidak menunggu <i>engineering</i>   |
|     |                             | Proses menunggu pekerjaan sebelumnya selesai sehingga terdapat pekerja yang menganggur ketika <i>Centering Combuster Basket</i> | Pekerja yang menganggur setelah pekerjaan <i>cek line &amp; tank control oil</i> dapat melakukan pekerjaan pemasangan <i>combuster basket</i> sehingga dapat <i>leading</i> 6 jam  |
|     |                             | Proses menunggu pekerjaan pemasangan <i>Combuster Basket</i> selesai sehingga terdapat pekerja yang menganggur                  | Pekerja yang menganggur langsung diarahkan ke pekerjaan pemasangan <i>fuel gas &amp; oil nozzle</i> sehingga pekerjaan tersebut bisa <i>leading</i> 4 jam terhadap pekerjaan sebelumnya yaitu pemasangan <i>combuster basket</i> |
| 3   | <i>Motion</i>               | Pekerjaan yang diulang terkait pengukuran <i>clearance vane segment</i> dengan <i>boroscope</i> dan <i>Tapper</i>               | Pekerjaan dilakukan sekali saja yaitu pengukuran dengan <i>boroscope</i> , karena lebih teliti dengan adanya 2 angka di belakang koma.   |

| No. | Pemborosan ( <i>waste</i> )                                  | Permasalahan  | Usulan Perbaikan  |
|-----|--|---|---|
|     |  | Pekerjaan yang diulang untuk mengkoreksi pengukuran <i>Centering Combuster Basket</i>   | Pekerjaan pengukuran <i>Centering Combuster Basket</i> dilakukan sekali saja cukup dengan <i>Allignment</i>   |
| 4   | <i>Not Utilizing employees knowledge, skill, and ability</i> | Pekerjaan akibat pengetahuan teknisi yang kurang sesuai sehingga penanganan terlalu melebihi spesifikasi ketika <i>visual inspection &amp; repair expansion joint</i> | Penempatan teknisi yang sesuai dengan skillnya dan pembekalan pendidikan yang sesuai terhadap teknisi mengenai pekerjaan yang akan dilakukan sebelum melakukan eksekusi |

Penentuan usulan perbaikan pada Tabel 4.9 di atas didasarkan pada *forum group discussion* yang membahas tentang adanya unsur jenis aktifitas *Non Value Added* pada aktifitas *OH CI*. Menurut tim *Overhaul* dan para *expert*, aktifitas *Non Value Added* yang diidentifikasi merupakan suatu bagian dari aktifitas yang tidak memberikan nilai tambah. Hal tersebut dijelaskan seperti penjelasan sebagai berikut :

1) *Visual Inspection dan Repair Expansion Joint*

Kegiatan ini merupakan aktifitas yang dilakukan pada tahap pekerjaan *Inspection*. Aktifitas ini merupakan salah satu aktifitas yang termasuk dalam kategori *Non Added Value* karena sesuai dengan data *history* yang ada mengenai kerusakan *expansion joint*, hanya dilakukan penambalan dengan silikon pada sisi *expansion joint* yang sobek. Hal tersebut dikarenakan jika proses *repair* hanya dilakukan dengan penambalan dengan silikon seperti pada Gambar 4.7, maka tindakan tersebut hanya untuk menanggulangi kerusakan sementara atau umur ketahanan *expansion joint* terhadap kebocoran tidak dapat bertahan hingga dilakukan *Overhaul* selanjutnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan sosialisasi mengenai ilmu tentang *spesifikasi* dan *troubleshooting* mengenai kerusakan *expansion join* kepada *leader* tim (koordinator).

Sesuai kesepakatan dengan UP Gresik aktifitas ini dapat bernilai tambah dengan dilakukan penambalan dengan material yang sama dengan existing sesuai dengan *standard manual* yang tersedia di gudang UP Gresik.



Gambar 4.7 *Repair expansion join dengan silicon*

## 2) Pemeriksaan *Clearance Vane Segment*

Aktifitas pemeriksaan *clearance vane segment* ini terdapat pada tahap *Inspection*. Pada tahap ini seringkali dilakukan aktifitas yang termasuk dalam pemborosan (*waste*) yang dilakukan duplikasi aktifitas berupa dua kali pengukuran di area yang sama akan tetapi dengan alat ukur yang berbeda. Hal tersebut dilakukan karena keinginan dari para senior yang lebih percaya pengukuran dilakukan dengan menggunakan *tapper gauge* dari pada *boroscope*. *Clearance Vane Segment* yang diambil datanya dapat dilihat pada Gambar 4.8.

Nilai ketelitian pengukuran dengan menggunakan *boroscope* bisa mencapai hingga 2 digit angka di belakang koma dan dengan menggunakan *tapper* hanya mencapai satu angka di belakang koma. Selain itu untuk *space* pengukuran pada *vane segment* dengan casing terbatas, sehingga untuk menjangkau perlu memasukkan lengan ke dalam *space* tersebut dan diberi penerangan yang cukup. Akan tetapi jika dilakukan dengan menggunakan *boroscope*, proses pengukuran tidak perlu menggunakan penerangan dan *effort*

yang besar, cukup dengan memasukkan *probe boroscope* yang sebelumnya sudah terkalibrasi selanjutnya ditentukan titik *clearance* yang perlu diambil datanya.

Pengambilan data *clearance vane segment* juga sebagian termasuk pemborosan, karena untuk *standard job OH CI* itu hanya dilakukan pengambilan data *clearance vane segment* untuk row #2 dan #4. Tetapi dalam penerapannya dilakukan pengambilan data *clearance* untuk row #1, #2, dan #4. Untuk row #1 mempunyai *space* yang sulit untuk dijangkau sehingga dapat menyusahakan proses pengambilan data.



Gambar 4.8 *Clearance Vane Segment*

Sesuai dengan kesepakatan *Forum Group Discussion* setelah *daily meeting OH CI* berlangsung, dari aktifitas pemeriksaan *clearence vane segment* dilakukan sebagai berikut :

- Proses pengukuran pengambilan data dilakukan dengan menggunakan *boroscope* dengan ketelitian dua angka di belakang koma.
- Pengambilan data *clearence vane segment* dilakukan sesuai dengan *standard job OH CI* yaitu pads row #2 dan #4.

### 3) *Centering Combuster Basket*

Pada tahap eksekusi *centering combuster basket* selalu ditemukan adanya pemborosan berupa adanya pekerja yang menganggur seperti terlihat pada Gambar 4.9. Proses *centering combuster basket* ini merupakan proses *allignment combuster basket* terhadap lubang untuk tempat *nozzle oil*. Proses *Centering Combuster Basket* dapat dilihat seperti pada Gambar 4.10.



Gambar 4.9 Pekerja yang menganggur setelah pembersihan *line control oil & tank*

Pada waktu yang bersamaan ditemukan pekerja satu bagian mekanik *gas turbine* yang menganggur setelah melakukan pembersihan *line control oil & tank* dan menunggu pekerjaan selanjutnya. Oleh karena itu dilakukan pembahasan tentang pemberdayaan pekerja pada *daily meeting* dengan melakukan *start* lebih awal untuk pekerjaan pemasangan *Combuster Basket*. Dari pembahasan tersebut

didapatkan hasil bahwa pekerjaan pemasangan *Combuster Inspection* dapat dilakukan lebih awal 6 jam dari perencanaan sebelumnya. Dengan begitu setelah terdapat minimal 1 *Combuster basket* yang sudah *center* maka dapat langsung dilakukan pemasangan *Combuster Basket*.



Gambar 4.10 *Centering Combuster Basket*

#### 4) Memasang *Combuster Basket*

Proses pemasangan *Combuster Basket* merupakan suatu tahap *Assembly* yang dilakukan setelah aktifitas *centering Combuster Basket*. Pada tahap eksekusi pemasangan *combuster basket* selalu ditemukan adanya pemborosan berupa adanya pekerja yang menganggur setelah melakukan *centering combuster basket*. Proses pemasangan *Combuster Basket* dapat dilihat pada Gambar 4.11.

Dengan ditemukannya pekerja yang menganggur, maka dilakukan pembahasan dalam *daily meeting* mengenai pemaksimalan pemberdayaan pekerja. Setelah adanya pembahasan tersebut disepakati bahwa pekerja yang ditemukan menganggur, dialihkan ke pekerjaan pemasangan *nozzle oil & flue gas*. Hal tersebut disepakati oleh pihak UP selaku *owner* dan UPHT selaku penyedia jasa karena jika pekerjaan pemasangan *nozzle oil & flue gas* dilakukan bersamaan

dengan *centering Combuster basket*, tidak mengganggu proses aktivitas lainnya. Sehingga untuk pemasangan *nozzle oil & flue gas* dapat dilakukan lebih awal (*leading*) 4 jam dari yang direncanakan. Dengan begitu pemberdayaan pekerja mekanik *gas turbine* dapat lebih maksimal.



Gambar 4.11 Proses pemasangan *Combuster Basket*

#### **4.7 Perancangan *Future State Mapping (FSM)***

Dalam merancang *Future State Mapping* untuk aktivitas *Overhaul Combuster Inspection* dilakukan ketika setelah proses *daily meeting* berlangsung dan dihadiri oleh seluruh jajaran manajemen, para *expert*, dan tim *Overhaul CI*. Proses ini dinamakan *Kaizen Event* dimana (King, 2009) dalam bukunya menyebutkan *Kaizen Event* adalah suatu aktivitas singkat, fokus yang tinggi, dilakukan oleh tim kerja yang khusus dibentuk untuk melakukan perubahan terhadap suatu subjek yang spesifik.

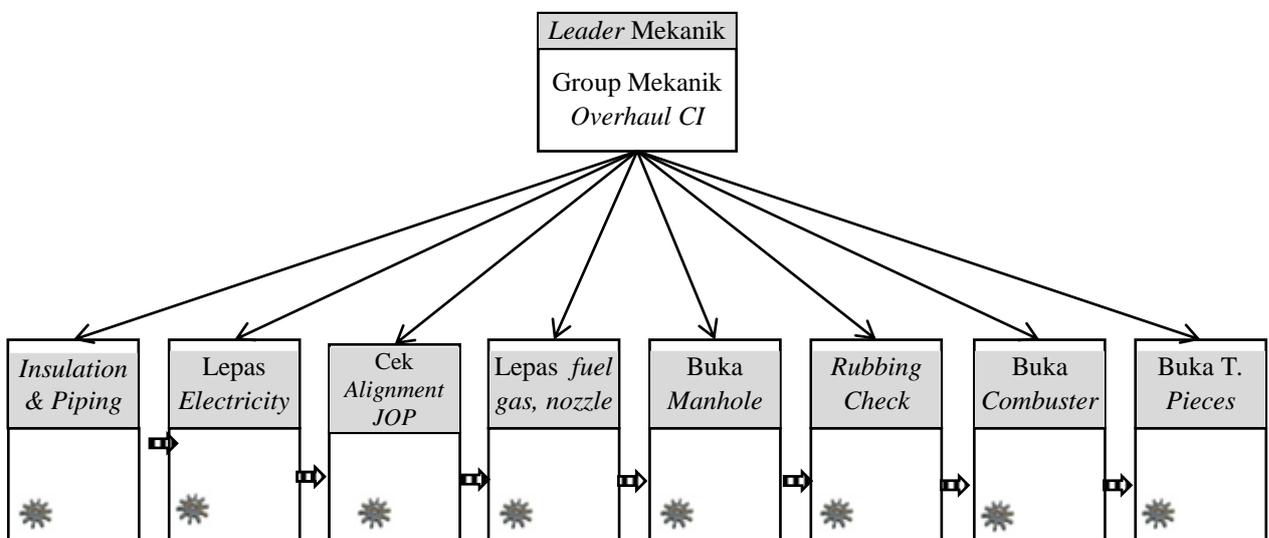
Pada *event* ini yang melibatkan beberapa pegawai PT PJB UPHT dan UP Gresik, dilakukan kajian untuk mencari solusi dalam mengantisipasi permasalahan, selanjutnya dirancang *future state mapping* dengan memberikan saran penulis untuk memperbaiki aktivitas *OH CI* menjadi lebih *lean*. Secara garis besar, didapatkan *future state mapping* sebagai berikut :

- Untuk pekerjaan *Assembly* tepatnya pada aktifitas *centering* dan pemasangan *Combuster Basket*, dengan memanfaatkan pekerja yang telah menyelesaikan pembersihan *cleaning line control oil & tank* dapat dialihkan ke aktifitas pemasangan *Combuster Basket* sehingga untuk aktifitas tersebut dapat dilakukan *leading* 6 jam dari perencanaan sebelumnya.
- Untuk pekerjaan *Assembly* tepatnya pada aktifitas pemasangan *Oil Nozzle* dapat dilakukan paralel dengan pekerjaan pemasangan *Combuster Basket* sehingga aktifitas pemasangan *fuel gas & oil nozzle* dapat dilakukan *leading* 4 jam dari perencanaan sebelumnya.

#### 4.7.1 Perancangan FSM tahap *Disassembly*

Dari pekerjaan *Disassembly* secara garis besar tidak ada aktifitas yang dirubah ataupun dilakukan penurunan durasi aktifitasnya. Pada pekerjaan *Disassembly* ini perubahan dilakukan dengan menerapkan beberapa aspek seperti berikut ini:

- Tidak dilakukannya pengetsan *Jack Oil Pump* pada bagian *auxiliary* dengan asumsi telah diinspeksi rutin oleh pihak *preventive maintenance* UP Gresik. Akan tetapi tetap dilakukan cek *allignment*.



Gambar 4.12 *Future State Mapping* aktifitas *Assembly Overhaul CI*

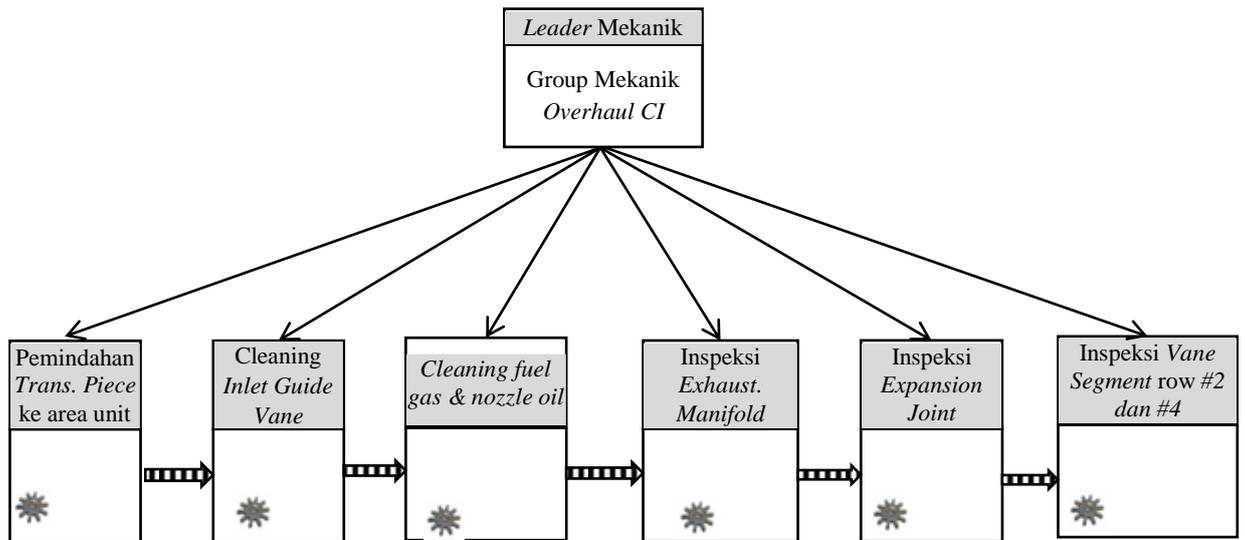
Dengan dilakukan sedikit perubahan pada dua aspek di atas, untuk penurunan durasi tidak seberapa signifikan pada pekerjaan *Disassembly*. Untuk *Future State Mapping* dari pekerjaan *Disassembly* dapat dilihat pada Gambar 4.12.

#### **4.7.2 Perancangan FSM tahap *Inspection***

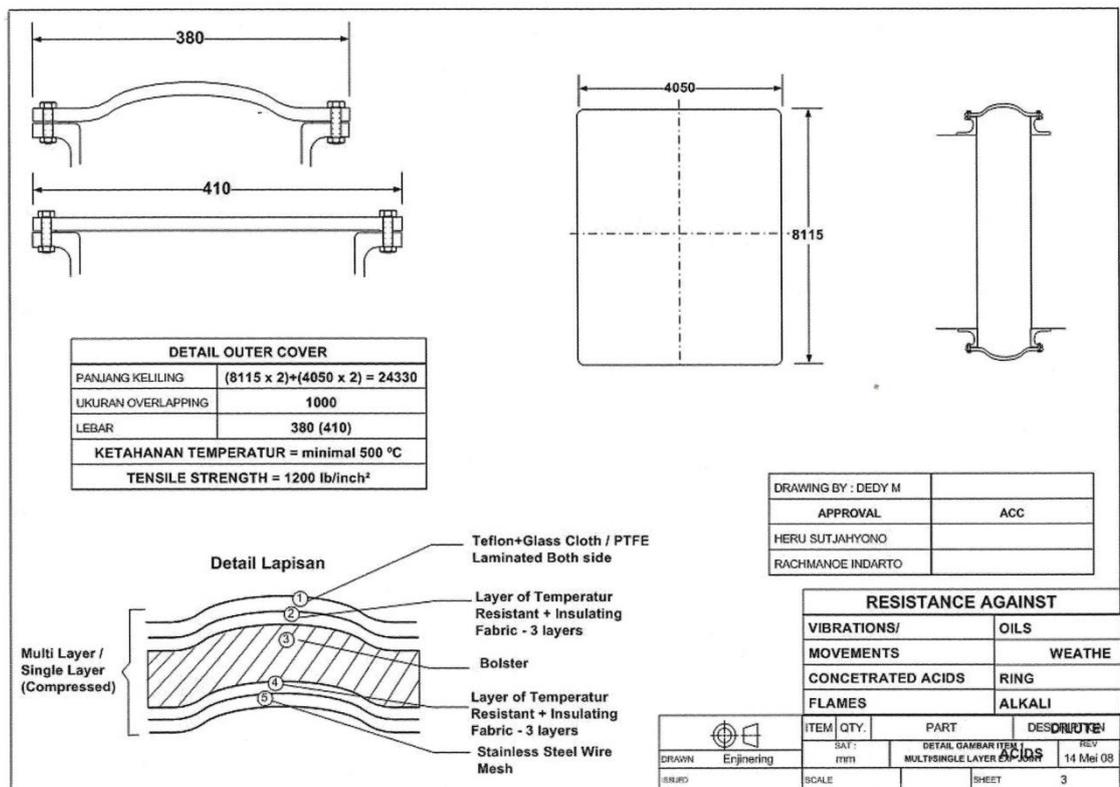
Dari pekerjaan *Inspection* terdapat dua pekerjaan yang mengandung unsur pemborosan (*waste*). Pemborosan yang terdapat pada kedua aktifitas tersebut lebih dikarenakan unsur spesifikasi dan penyesuaian *standard job OH CI*. Secara garis besar tidak ada aktifitas yang dapat dilakukan penurunan durasi aktifitasnya karena konsep pekerjaan intinya sama. Pada pekerjaan *Inspection* ini perubahan dilakukan dengan menerapkan beberapa aspek seperti berikut ini:

- Pada aktifitas persiapan *Transition Pieces* untuk *roll in*, tidak perlu dilakukan inspeksi *seal* dan *coating* pada dinding *combuster*. Hal tersebut karena pekerjaan inspeksi *seal* dan *coating* sudah dilakukan oleh penyedia jasa servis *seal* dan *coating* serta masih berlakunya *warranty* yang disediakan oleh penyedia jasa servis *combuster*. Sehingga hanya dilakukan persiapan berupa pemindahan *Transition Piece* dari gudang ke area unit.
- Pada aktifitas *Visual Inspection* dan *Repair Expansion Joint* juga perlu dilakukan penegasan *standard operational procedure* yang berlaku. Hal tersebut dikarenakan sering terjadinya ketidaksesuaian spesifikasi material yang terpasang dengan standardnya. Standard material *Expansion Joint* dapat dilihat pada Gambar 4.14.
- Pada aktifitas pemeriksaan *vane segment* perlu dilakukan penyesuaian terhadap *standard job OH CI*. Diberlakukan pengukuran *clearence vane segment* hanya pada *row #2* dan *#4*.

Dengan dilakukan perubahan pada tiga aspek di atas, untuk penurunan durasi tidak seberapa signifikan pada pekerjaan *Inspection*. Untuk *Future State Mapping* dari pekerjaan *Inspection* dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Future State Mapping aktifitas Inspection Overhaul CI



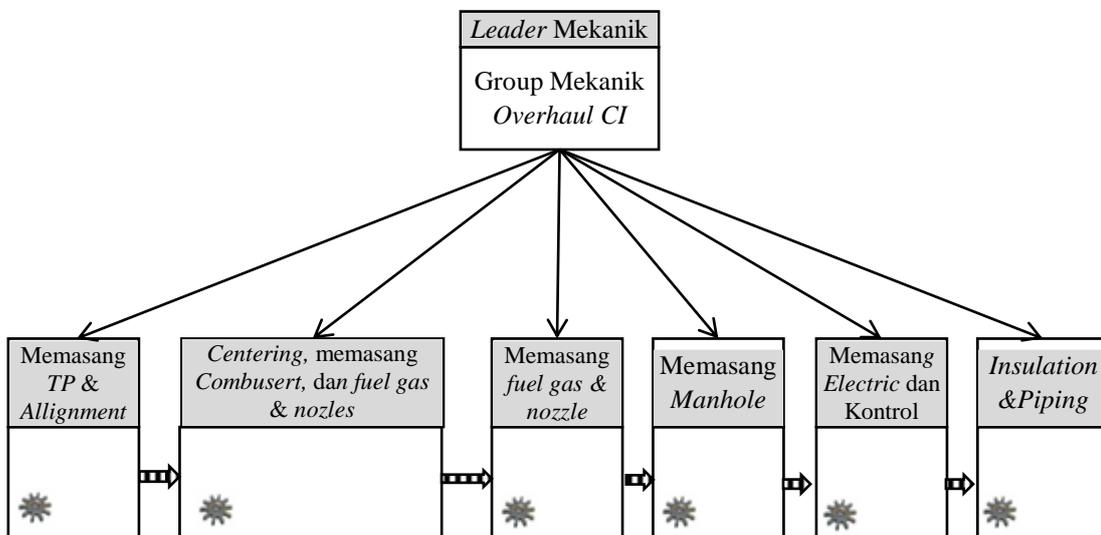
Gambar 4.14 Standard Material Expansion Joint PLTGU

### 4.7.3 Perancangan FSM tahap *Assembly*

Dari pekerjaan *Assembly* terdapat dua pekerjaan yang mengandung unsur pemborosan (*waste*) yaitu pada pekerjaan *Centering Combuster Basket* dan pemasangan *Combuster Basket*. Dilihat dari persediaan *resource* yang ada, kedua pekerjaan tersebut dapat dilakukan lebih awal (*Leading*). Pada pekerjaan *Assembly* ini perubahan dilakukan dengan menerapkan beberapa aspek seperti berikut ini:

- Tim *Overhaul* pada bagian *Gas Turbine* seringkali ditemukan mengganggu karena telah menyelesaikan pekerjaan sebelumnya dan menunggu pekerjaan selanjutnya ketika *Centering Combuster Basket*. Pekerja yang sedang mengganggu dapat dilimpahkan ke pekerjaan selanjutnya yaitu Pemasangan *Combuster Basket* sehingga dapat *leading*.
- Pada aktifitas Memasang *Combuster Basket* juga ditemukan adanya pekerja yang mengganggu. Dari temuan tersebut, para pekerja dapat dilimpahkan ke pekerjaan pemasangan *fuel gas & nozzle oil* sehingga dapat *leading*.

Dengan dilakukan perubahan pada dua aspek di atas, untuk penurunan durasi dapat berubah secara signifikan pada pekerjaan *Assembly*. Untuk *Future State Mapping* dari pekerjaan *Assembly* dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 *Future State Mapping* aktifitas *Assembly Overhaul CI*

#### 4.8 Simulasi FSM aktifitas OH CI dengan Software ARENA

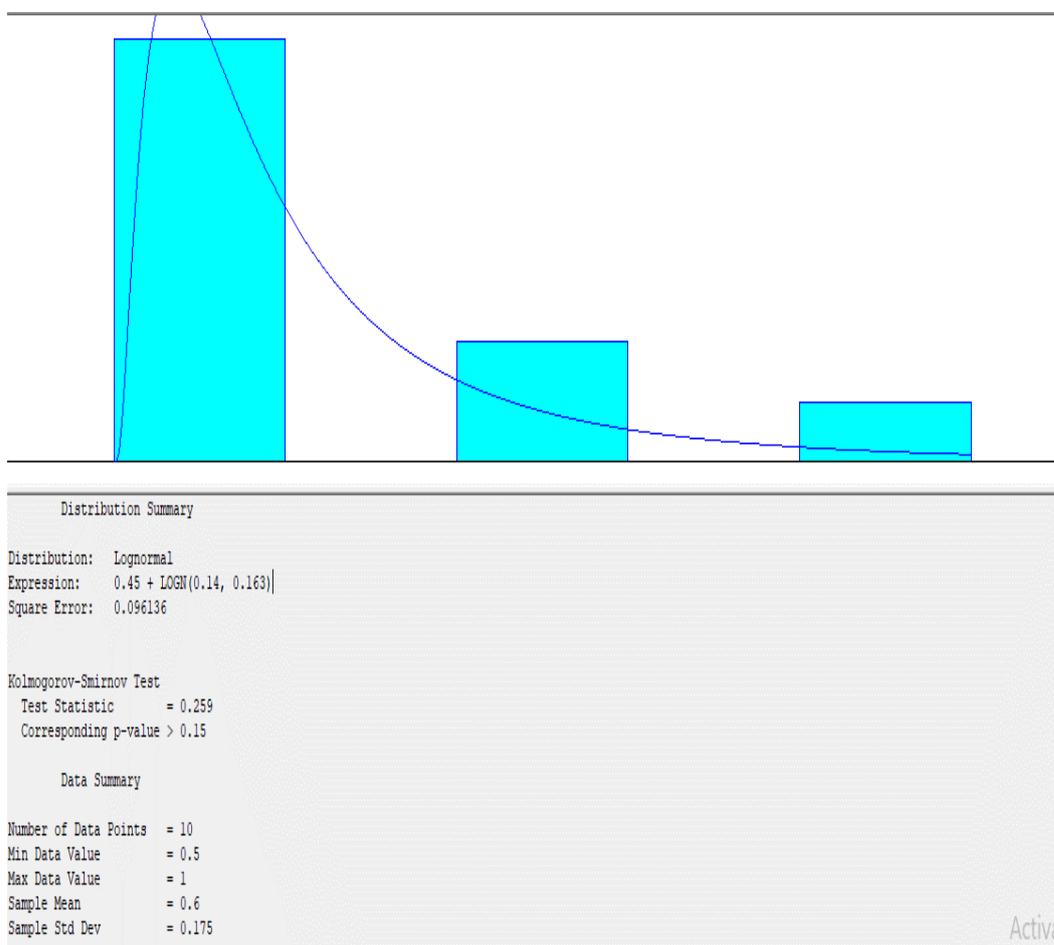
*Future State Mapping* yang telah dibentuk, dilakukan simulasi dengan *Software Rockwell Autimatuon ARENA 14.0*. Dari bab sebelumnya telah dibentuk *Future State Mapping* di setiap tahap (*Disassembly, Inspection, dan Assembly*). Seluruh aktifitas durasi dimasukkan ke dalam *software*. Pada tahap simulasi ini, dilakukan *running simulation* dengan penggabungan langsung tahap *Disassembly, Inspection, dan Assembly*. Hal tersebut dilakukan untuk dapat mengetahui durasi waktu total proyek *Overhaul Combuster Inspection* setelah dilakukan eliminasi *Non Value Added* di setiap tahap.

Tabel 4.10 Data Distribusi Statistik Aktifitas OH CI

| No. | Activity   | Distribusi     | Min. Data Value | Max. Data Value | Sample Mean | Sample Std. Dev. |
|-----|--|----------------|-----------------|-----------------|-------------|------------------|
| 1.  | <i>Insulation &amp; Piping</i>                           | <i>Beta</i>    | 0,25            | 0,5             | 0,475       | 0,0791           |
| 2.  | Membuka <i>Combuster Shell</i>                           | Normal         | 0,5             | 1               | 0,9         | 0,175            |
| 3.  | Buka <i>Transition Pieces</i>                            | Lognormal      | 0,5             | 1               | 0,6         | 0,175            |
| 4.  | Visual <i>Inspection Exhaust Cylinder &amp; Manifold</i> | <i>Beta</i>    | 1,25            | 2               | 1,9         | 0,242            |
| 5.  | Visual <i>Inspection Expansion Joint</i>                 | <i>Weibull</i> | 2               | 2,5             | 2,02        | 0,0791           |
| 6.  | Periksa <i>Vane segment row #1, #2, dan #4</i>           | Lognormal      | 0,25            | 0,5             | 0,3         | 0,105            |
| 7.  | Persiapan <i>Transition Pieces</i> untuk <i>Roll in</i>  | <i>Weibull</i> | 1               | 1,25            | 1,02        | 0,0791           |
| 8.  | Pembersihan dan pengecekan <i>IGV</i>                    | Lognormal      | 0,5             | 1               | 1,05        | 0,284            |
| 9.  | Memasang <i>Transition Pieces &amp; Allignment</i>       | Lognormal      | 0,5             | 1               | 0,775       | 0,142            |
| 10. | <i>Centering Combuster Basket</i>                        | <i>Weibull</i> | 1               | 1,25            | 1,05        | 0,105            |
| 11. | Memasang <i>Combuster Basket</i>                         | Uniform        | 0,5             | 1               | 0,8         | 0,158            |
| 12. | Memasang <i>Fuel Gas &amp; Nozzle oil</i>                | <i>Beta</i>    | 0,5             | 0,75            | 0,6         | 0,129            |
| 13. | Memasang Elektrik dan <i>Part instrument</i>             | <i>Beta</i>    | 0,25            | 0,5             | 0,325       | 0,121            |
| 14. | <i>Insulation &amp; piping</i>                           | Lognormal      | 0,25            | 0,75            | 0,35        | 0,211            |

Di dalam input data simulasi, *data* distribusi setiap aktifitas seperti *Min. Data Value*, *Max. Data Value*, *Mean* dan *Standard Deviation* diasumsikan sama seperti pada Tabel 4.10. Proses simulasi dengan *software* ini dimulai dari hari pertama dilaksanakannya eksekusi di lapangan yaitu mulai dari tahap *Cooling Down Gas Turbine* dan Membuka *Manhole Heat Recovery Steam Generator*.

Sebelum dilakukan input data distribusi setiap aktifitas, maka terlebih dahulu dilakukan pengujian setiap distribusi seperti contoh hasil distribusi aktifitas *Disassembly* yaitu Membuka *Transition Pieces* seperti Gambar 4.16 yang membentuk distribusi *Lognormal* dengan formula distribusi  $0.45 + \text{LOGN}(0.14, 0.163)$ . Untuk melakukan pengujian distribusi diambil data *P-Value* dari setiap distribusi yang pada aktifitas Membuka *Transition Pieces* sebagai berikut :



Gambar 4.16 Distribusi aktifitas Membuka *Transition Pieces*

Corresponding *P-Value* : >0,15

*P-Value* > 5%

H0 = Tidak mempunyai perbedaan hasil yang signifikan

H1 = Mempunyai perbedaan hasil yang signifikan

Sehingga dapat disimpulkan bahwa H0 gagal ditolak yang berarti bahwa distribusi tidak mempunyai perbedaan hasil dari kondisi sebenarnya.

Dalam penelitian ini ditemukan juga data distribusi yang didapatkan bahwa nilai *P-value* kurang dari 5% yang menandakan bahwa distribusi mempunyai perbedaan dengan hasil dari kondisi sebenarnya, hal tersebut memang kurangnya jumlah data proyek yang diambil.

**Uji Paired**

| Replikasi | Data Awal | Data Model |
|-----------|-----------|------------|
| 1         | 1         | 1          |
| 2         | 1         | 1          |
| 3         | 1         | 2          |
| 4         | 1         | 1          |
| 5         | 1         | 2          |
| 6         | 1         | 1          |
| 7         | 1         | 2          |
| 8         | 1         | 1          |
| 9         | 1         | 0          |
| 10        | 1         | 1          |

Paired T-Test and CI: C5, C6  
Paired T for C5 - C6

|            | N  | Mean   | St.Dev. | SE. Mean |
|------------|----|--------|---------|----------|
| C5         | 10 | 1,000  | 0,000   | 0,000    |
| C6         | 10 | 1,200  | 0,632   | 0,200    |
| Difference | 10 | -0,200 | 0,632   | 0,200    |

95% CI for mean difference: (-0.652, 0.252)  
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -1.00 P-Value = 0.343

H0 = Tidak ada perbedaan yang signifikan  
H1 = Ada perbedaan yang signifikan

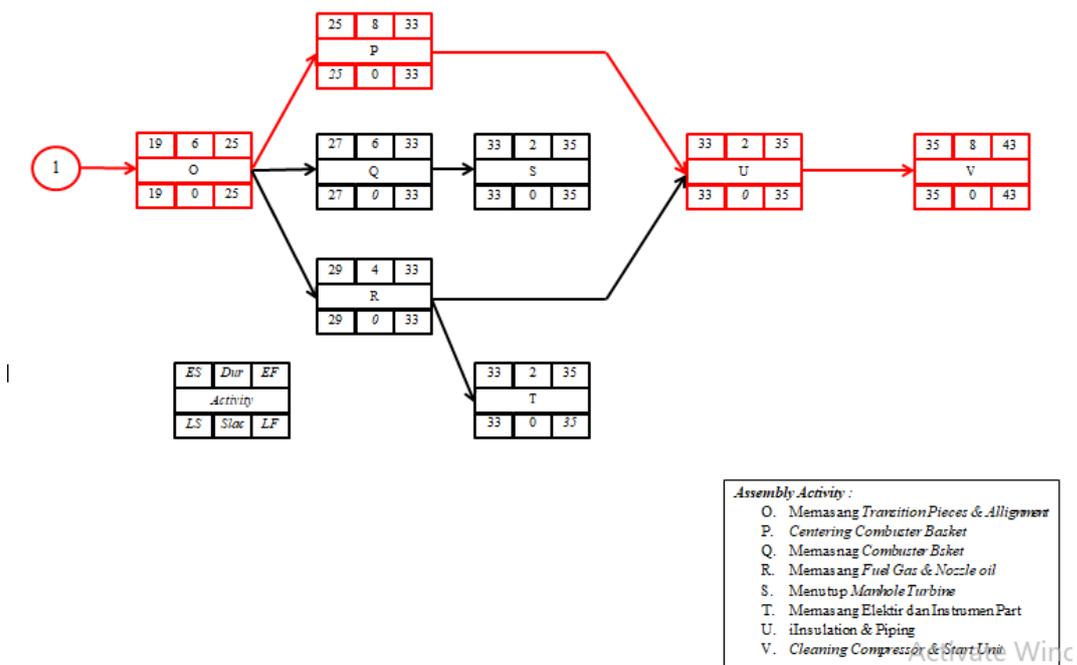
Karena nilai p value > 0.05 maka **H0 gagal ditolak**

Gambar 4.17 Uji *Paired T* Model Software

Setelah dilakukan proses input data distribusi setiap aktifitas, dilakukan terlebih dahulu pembuatan model aliran proses dalam *software* dengan dasar dari *Overhaul Combuster Inspection* seperti pada data proses Lampiran 1. Setelah membuat model, dilakukan pengujian model dengan *Paired T test* seperti pada gambar 4.17 untuk membuktikan model yang telah dibuat dalam *software* mempunyai sistem dan hasil yang sama.

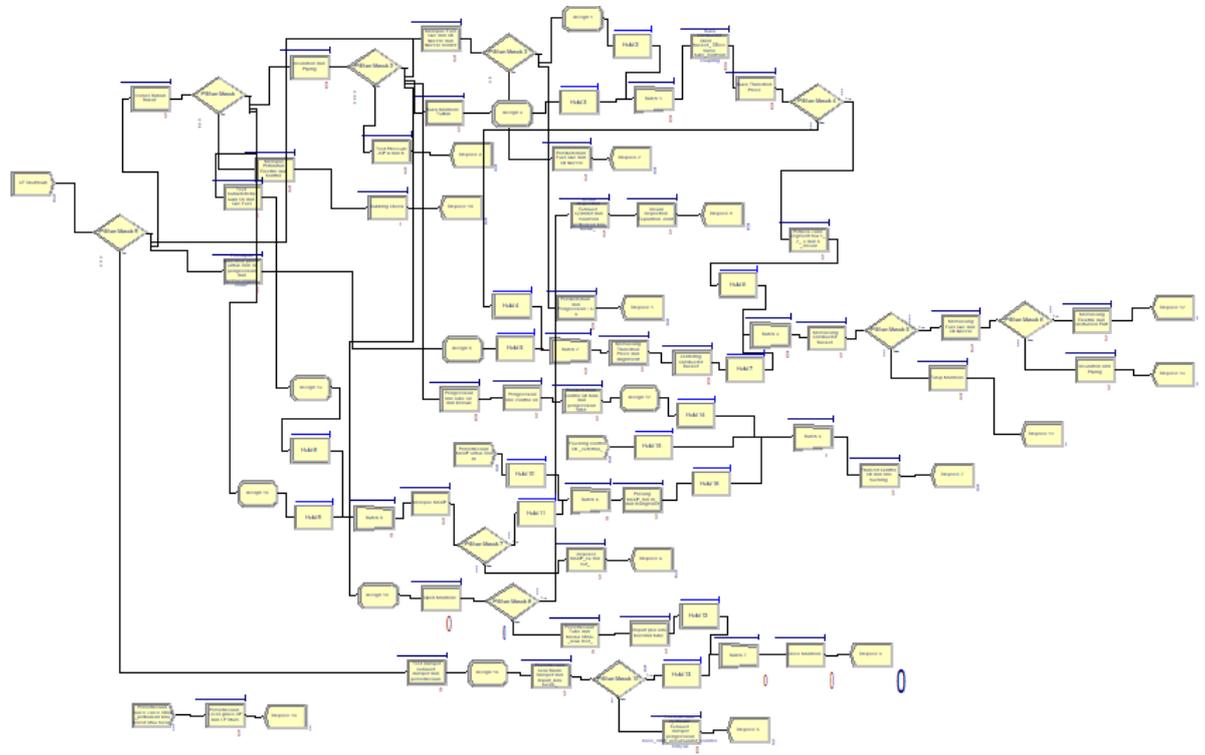
Karena hasil dari pengujian model yang telah dibuat dalam *software* membuktikan tidak ada perbedaan dengan aliran proses sebenarnya, maka selanjutnya dapat dilakukan *Improvement* sesuai dengan *FSM*.

Sesuai dengan *FSM*, dilakukan *improvement scheduling* pekerjaan *Centering Combuster Basket* dan *Memasang Combuster Basket* yang dapat dilihat sesuai dengan *network diagram* Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Network Diagram Future State Mapping OH CI

Jika dilihat dari *Network Diagram FSM* terdapat penghematan durasi sebanyak 10 jam dari *CSM* atau sebesar 18,8%. Sedangkan untuk mengetahui hasil total durasi dengan simulasi *software* perlu dilakukan *running* model *FSM*. Model *FSM OH CI* yang akan disimulasikan dapat dilihat seperti Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Model simulasi *FSM OH CI software ARENA*

#### 4.8.1 Analisa Hasil Simulasi *FSM* aktifitas *OH CI*

Dari simulasi *software ARENA* didapatkan durasi total proyek *OH CI* setelah dilakukan eliminasi *Non Value Added*. Hasil yang diperoleh dengan dilakukannya simulasi adalah kondisi yang hampir sama atau mendekati praktek lapangan dengan kondisi operasional yang sama dengan kondisi *current state mapping* yaitu dengan kondisi operasional yang selamat dan fasilitas berjalan dengan baik tanpa adanya insiden. Dari proses simulasi ini dapat terlihat dampak dari eliminasi *waste* yang merupakan tujuan utama *Value Stream Mapping*. Sering juga suatu pemborosan (*waste*) tersebut tidak terlihat sesuai dengan yang dikemukakan (Teichgraber, et al., 2010). Seperti halnya dalam aktifitas

*Inspecton* dan *repair Expansion Joint* yang spesifikasinya kurang sesuai dengan *standrad* dan perlu dilakukan penyesuaian dengan *standard*. Hal tersebut tidak mengubah durasi proyek dan jumlah tenaga kerja, karena yang dirubah hanya spesifikasi material *repair*.

10:00:08PM **Category Overview** January 2, 2019

---

**Unnamed Project**

Replications: 1 Time Units: Days

---

**Entity**

**Time**

| Total Time | Average | Half Width     | Minimum Value | Maximum Value |
|------------|---------|----------------|---------------|---------------|
| Entity 1   | 2.7201  | (Insufficient) | 1.1600        | 4.4000        |
| Entity 13  | 3.3533  | (Insufficient) | 2.4900        | 4.1800        |
| Entity 17  | 4.5007  | (Insufficient) | 4.5007        | 4.5007        |
| Entity 18  | 4.9589  | (Insufficient) | 4.9589        | 4.9589        |
| Entity 19  | 1.0000  | (Insufficient) | 1.0000        | 1.0000        |

**Other**

Activate Windows  
Go to Settings to activate Windows.

Gambar 4.20 Hasil simulasi *Future State Mapping software ARENA 14.0*

Pada Gambar 4.20 dapat dilihat durasi total dari hasil simulasi *Future State Mapping Overhaul CI*. Pada gambar tersebut terlihat bahwa terdapat *Entity 18* yang pada simulasi ARENA ini berarti bahwa Unit PLTGU sudah dalam kondisi siap *start*. Hal tersebut dapat diartikan bahwa seluruh aktifitas *Overhaul Combuster Inspection* sudah selesai dilakukan dan selanjutnya *Entity 19* yang berarti bahwa Unit PLTGU sudah menjadi satu produk yang dapat dijalankan.

Pada *Entitiy 18* didapatkan hasil durasi dari simulasi *software ARENA 14.0* terhadap *Future State Mapping* yaitu *4,9589 Days* yang dibulatkan menjadi *5 Days*. Hasil tersebut dapat dijadikan dasar bahwa jika dilakukan eliminasi *waste* seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, maka durasi *Overhaul Combuster Inspection* PLTGU akan berjalan selama 5 Hari jika tidak terdapat hambatan yang tidak direncanakan.

#### 4.8.2 Perbandingan Hasil CSM dan FSM OH CI dari Software

Perbandingan hasil dari perubahan setelah analisa dan sebelum analisa dapat dilihat perbedaannya. Gambar 4.17 di bawah menunjukkan perubahan durasi pada simulasi software ARENA 14.0 *Future State Mapping* dan perbandingannya dengan simulasi terhadap *Current State Mapping Overhaul Combuster Inspection*.

10:00:08PM Category Overview January 2, 2019

---

**Unnamed Project**

Replications: 1    Time Units: Days

---

**Entity**

**Time**

| Total Time | Average | Half Width     | Minimum Value | Maximum Value |
|------------|---------|----------------|---------------|---------------|
| Entity 1   | 2.7201  | (Insufficient) | 1.1600        | 4.4000        |
| Entity 13  | 3.3533  | (Insufficient) | 2.4900        | 4.1800        |
| Entity 17  | 4.5007  | (Insufficient) | 4.5007        | 4.5007        |
| Entity 18  | 4.9589  | (Insufficient) | 4.9589        | 4.9589        |
| Entity 19  | 1.0000  | (Insufficient) | 1.0000        | 1.0000        |

**Other**

| Total Time | Average | Half Width     | Minimum | Maximum |
|------------|---------|----------------|---------|---------|
| Entity 1   | 3.7244  | (Insufficient) | 1.5000  | 6.1600  |
| Entity 13  | 3.9160  | (Insufficient) | 2.0900  | 5.7600  |
| Entity 15  | 6.0228  | (Insufficient) | 6.0228  | 6.0228  |
| Entity 16  | 4.7951  | (Insufficient) | 4.7951  | 4.7951  |
| Entity 18  | 6.0086  | (Insufficient) | 6.0086  | 6.0086  |
| Entity 19  | 1.0000  | (Insufficient) | 1.0000  | 1.0000  |

Activate Windows ows.

*reduksi* (vertical text with arrows pointing to 4.9589 and 6.0086)

Gambar 4.0.21 Perbandingan *Current State Mapping* dan Hasil Simulasi *Future State Mapping* Aktifitas *Overhaul Combuster Inspection*

Pada Gambar 4.17 dapat dilihat hasil dari simulasi *Current State Mapping Overhaul CI* yang terdapat pada *Entity 18*. Pada hasil simulasi *CSM* dihasilkan durasi *Overhaul CI* selama 6,0086 *Days*. Sedangkan hasil dari simulasi *FSM* dihasilkan durasi *Overhaul CI* selama 4,9589 *Days*. Jika dilihat dari hasil simulasi *software ARENA* tersebut, dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan eliminasi *waste* terhadap aktifitas *Overhaul CI* maka terdapat penurunan durasi *Overhaul* dari 6,0086 hari (48,0688 *hours*) menjadi 4,9589 hari (39,6712 *hours*). Jadi terdapat penurunan waktu sebanyak 8,3976 *hours* atau dapat diartikan durasi *Overhaul CI* turun sebesar 17,5% dari waktu awal.

Pada *Future State Mapping* dilakukan *rescheduling* aktifitas *standard job centering* dan memasang *combuster basket* dengan pelaksanaan yang lebih awal sesuai dengan tahap *improve*. Jika dilihat dari perbandingan hasil simulasi *FSM* dan *CSM*, hasil proses *rescheduling* dari kedua aktifitas tersebut sudah dapat terlihat pada *entity 17* dengan hasil 4,5007 hari yang merupakan *output* dari *rescheduling* tersebut. Dengan begitu dapat dilanjutkan ke proses selanjutnya dengan *output Entity 18* yang menandakan kesiapan unit *PLTGU* untuk beroperasi setelah dilakukan *Overhaul Combuster Inspection* dengan hasil akhir 4,9589 hari.

Dari perbandingan hasil simulasi *software ARENA 14.0* terhadap aktifitas *Overhaul CI*, eliminasi *waste* menghasilkan efek positif dengan menurunnya durasi *Overhaul CI* sebanyak 17,5% dari semula yang dapat dijadikan dasar penentuan durasi *Overhaul CI* selanjutnya.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan data-data yang diperoleh dan analisa yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal atas upaya untuk menurunkan durasi *Overhaul Combuster Inspection* dengan konsep *Lean* melalui metode *Value Stream Mapping* serta saran untuk penelitian lebih lanjut.

#### 5.1 Kesimpulan

1. Pada analisa *Current State Mapping* dilakukan terhadap tiga tahap aktifitas yaitu *Disassembly*, *Inspection*, dan *Assembly* itemukan di dalamnya terdapat unsur VA, NNVA, dan NVA. dengan jumlah sebagai berikut :
  - Pada tahap *Disassembly* terdapat 8 aktifitas yang diidentifikasi adanya 6 *Value Added (VA)* dan 2 *Necessary Non Value Added (NNVA)*.
  - Pada tahap *Inspection* terdapat 6 aktifitas yang diidentifikasi adanya 3 *Value Added (VA)*, 1 *Necessary Non Value Added (NNVA)*, dan 2 *Non Value Added (NVA)*. Pemborosan (*waste*) terjadi pada aktifitas *Visual*, *Inspection*, dan *Repair Expansion Join* mengenai spesifikasi material, dan Proses pengecekan *Vane segment row #1, #2, dan #4* yang seharusnya dilakukan sesuai *standard job* yaitu *row #2 dan #4*.
  - Pada tahap *Assembly* terdapat 7 aktifitas yang diidentifikasi adanya adanya 3 *Value Added (VA)*, 2 *Necessary Non Value Added (NNVA)*, dan 2 *Non Value Added (NVA)*.
2. Aktifitas yang terdapat unsur Pemborosan (*waste*) atau *Non Value Added* adalah sebagai berikut :
  - Pada tahap *Inspection*, Pemborosan (*waste*) terjadi pada aktifitas *Visual*, *Inspection*, dan *Repair Expansion Join* mengenai spesifikasi material, dan Proses pengecekan *Vane segment row #1, #2, dan #4* yang seharusnya dilakukan sesuai *standard job* yaitu *row #2 dan #4*.
  - Pada tahap *Assembly*, Pemborosan (*waste*) terjadi pada aktifitas *Centering Combuster Basket* dan Memasang *Combuster Basket*

dimana di kedua aktifitas tersebut ditemukan adanya pekerja yang sedang menganggur menunggu pekerjaan, sehingga dapat dimanfaatkan dengan melakukan pekerjaan pemasangan *Combuster Basket* lebih awal 2 jam setelah pekerjaan *centering* dimulai.

3. Dengan melakukan *Value Stream Mapping*, diperoleh *Future State Mapping* baru di proses aktifitas *Overhaul Combuster Inspection*. Dengan adanya *leading time* untuk proses pemasangan *Combuster Basket* dan *Fuel gas & nozzle oil* sesuai dengan *future state mapping* di atas, didapatkan proses aktifitas yang lebih *Lean*. Sesuai dengan *network diagram*, ditemukan penurunan durasi proyek selama 43 jam yang pada awalnya membutuhkan waktu 53 jam sehingga durasi *OH CI* dapat direduksi sebanyak 18%
4. Dengan dilakukannya simulasi *software* terhadap *Future State Mapping Overhaul Combuster Inspection* yang telah dirancang, maka dapat diketahui hasil total waktu durasi *Overhaul Combuster Inspection* yang menghasilkan total waktu 4,9589 hari (39,6712 jam). Sebelumnya dibutuhkan waktu 6,0086 hari (48,0688 jam) untuk durasi *Overhaul CI*, sehingga didapatkan penghematan durasi sebanyak 17,5%

## 5.2 Saran

Agar penelitian ini dapat diterapkan di dunia kerja secara langsung, perlu dilakukan penelitian terhadap bidang lain seperti bidang kontrol dan instrument, listrik, *safety*, *engineering*, dan pengadaan agar dapat mendukung penelitian ini untuk dapat diterapkan langsung di prakteknya.

Dalam penelitian ini, sesuai dengan keterbatasan penulis dilakukan pengambilan data *Overhaul CI* yang hanya diambil dari 10 proyek *Overhaul CI*, dan dari hasil analisa distribusi, tidak semua aktifitas yang berdistribusi memiliki hasil mempunyai *p-value* di atas 5%, sehingga dapat dikatakan *nilai* masih terdapat perbedaan yang significant dan diperlukan data tambahan untuk memperkuat hasil penelitian yang didapatkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- A Simulation for Optimum Terminal Truck Number in a Turkish Port Based on Lean and Green Concept.* Tuna, O., Cetin, I. B. and Esmer, S. 2010. 2010, The Asian Journal of Shipping and Logistics, vol.26, no 2, pp. 227-296.
- Adele, Mulugeta Asaye. 2009. *Avaluation of Maintenance Management Through Benchmarking in Geothermal Power Plants.* Iceland : United Nations University, 2009.
- An Inspection and Repair strategy in automated assembly system.* Yamashina, H. 1998. 1998, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol.4 Issue:2, hal. 95-106.
- Analisa Performansi Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) Sicanang Belawan.* Kurniawan, Rahmat dan Mulfi, Hazwi. 2014. 2014, Jurnal E-Dinamis Volume 10.
- Applying value stream mapping techniques to eliminate non value added waste for the procurement of endovascular stents.* Teichergraber, U. K. dan Bucourt, M. D. 2010. 2010, European Journal of Radiology, hal. e47-e52.
- Applying value stream mapping techniques to eliminate non-value-added waste for the procurement of endovascular stents.* Teichgraber, Ulf K. dan Bucourt, Maximilian. 2010. 2010, European Journal of Radiology 81 , hal. e47-e52.
- Burke, R. 2010. *Project Management Techniques.* South Africa : Burke Publishing, 2010.
- Creating Value : a Sufficient Way to Eliminate Waste in Lean Desain and Lean Production.* Mossman, A. 2009. 2009, Lean Construction Journal, hal. 13-23.
- Gasperz, Vincent. 2006. *Continuous Cost Reduction Through Lean-Sigma Approach.* Jakarta : Gramedia Pustaka Utama, 2006.
- George, Michael L. 2002. Spring : McGraw-Hill, 2002.
- George, Michael L., et al. 2005. *The Lean Six Sigma Pocket Toolbox.* New York : McGraw-Hill, 2005.
- Higgins, Lindley R dan Mobley, R Keith. 2002. *Maintenance Engineering Handbook.* Michigan : McGraw-Hill, 2002.
- Hines, Peter dan Rich, Nick. 1997. 1997, International Journal of Operations & Production Management, hal. 46-64.

- Hoover, Stewart V. dan Perry, Ronald F. 1990. *Simulation : A Problem-Solving Approach 1st Edition*. s.l. : Prentise Hall, 1990.
- Implementasi Konesp Lean pada Aktivitas Pemeliharaan PT PJB UP Gresik*. Gede, Bima N., Kurnianingsih, Putu D. dan Supriyanto, Hari. 2012. 2012, Jurnal Teknik ITS Vol.1, ISSN: 2301-9271, hal. A460-A464.
- Jain, Minakshi. 2005. *Maintenance of Equipment's : Meaning, Scope and Types*. s.l. : www.yourarticlelibrary.com, 2005.
- Joel, Leevitt. 2008. *Lean Maintenance 1st Edition*. New York : Industrial Press, 2008.
- Kannan, S. Li Y., Ahmed, N. dan Akkad, Z. E. 2011. *Developing A Maintenance Value Stream Map, Department of Industrial and Information Engineering*. Knoxville : The University of Tennessee, 2011.
- Kehlhofer, Rolf. 1991. *Combined Cycle Gas and Steam Turbine Power Plants*. Lilburn : Farmont Press, 1991.
- King. 2009. *Lean for the process industries : dealing with complexities*. Boca Raton : CRC Press, 2009.
- King, P. L. 2009. *Lean for the Process Industries*. New York : Productivity Press, 2009.
- Law, Averill M. dan Kelton, W. David. 2000. *Simulation Modelling and Analysis 3rd Edition*. Boston : McGraw-Hill, 2000.
- Niebel, B. W. 1994. *"Engineering Maintenance Management" 2nd Edition Revised and Expanded*. New York : Marcel Dekker, 1994.
2012. *Overhaul Combuster Inspection GT-HRSG PLTGU Gresik*. 1, s.l. : PLTGU Gresik, 21 07 2012.
- Pater, Amar. 2018. *What is an Inspection? Definition and Meaning*. New Jersey : Market Business News, 2018.
- Priel, V. Z. 1962. *Twenty Ways to Track Maintenance Performance*. March : McGraw-Hill, 1962.
- Ridwan, Azumar. 2013. *Analisa Transformasi Proses Kerja Produksi Minyak Mentah di Tim Bekasap dengan Metode Value Stream Mapping*. Surabaya : Magister Manajemen Teknologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2013.
- Rother, M dan Shook, J. 1999. *Learning to see : value stream mapping to create value and eliminate muda 2nd edition*. Brookline : The Lean Enterprise Institute, 1999.

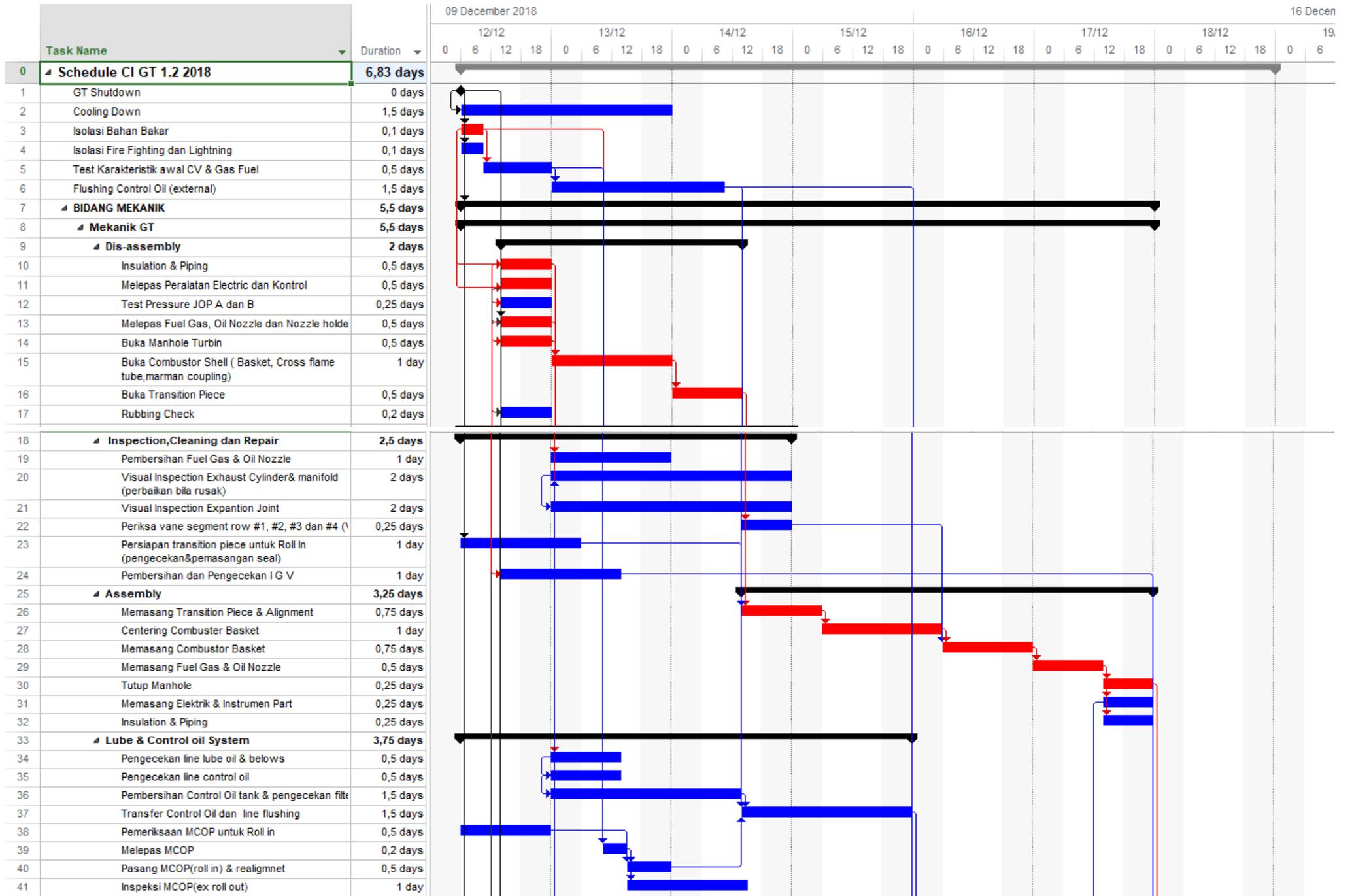
- Schwalbe, K. 2011. *Information Technology Project Management 6th ed.* USA : Thomson Course Technology, 2011.
- Sisjono dan Koswara, Iwan. 2004. *Pemeliharaan dan Perbaikan Sistem Hidrolik.* Bandung : Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, 2004.
- Stephen, Philip. 2004. *Application of DMAIC to INtegrate Lean Manufacturing and Six Sigma.* Virginia : Virginia Polythechnic Institute and State University, 2004.
- Sutikno. 2011. *Dasar-Dasar Pemodelan dan Simulasi.* 2011.
- Tampubolon, Ester Agustina. 2013. *Optimasi Waktu Pelaksanaan Coal Handling System di PLTU Cilacap dengan Menggunakan Lean Six Sigma.* Surabaya : Institute Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2013.
- Tommelein, I. 1998. *Pull-Driven Scheduling for Pipe-Spool Installation : Simulation of Lean Construction Technique.* s.l. : Construction Engineering Management 279-288, 1998.
- Value Stream Management.* Hines, Peter, et al. 1998. 1998, The International Journal of Logistics Management, hal. 25-42.
- Womack, James P. dan Jones, Daniel T. 2003. *Lean Thinking : Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation Second Edition.* New York : Free Press, 2003.
- Work Breakdown Structure : A Tool For Software Project Scope Verification.* Hans, Robert. 2013. 2013, International Journal of Software Engineering & Applications (IJSEA) Vol.4, hal. 19-25.
- Zhong, Lu. 2011. *Disassembly sequence planning for maintenance based on metaheuristic method.* Nanjing : Emerald Group Publishing Limited, 2011.

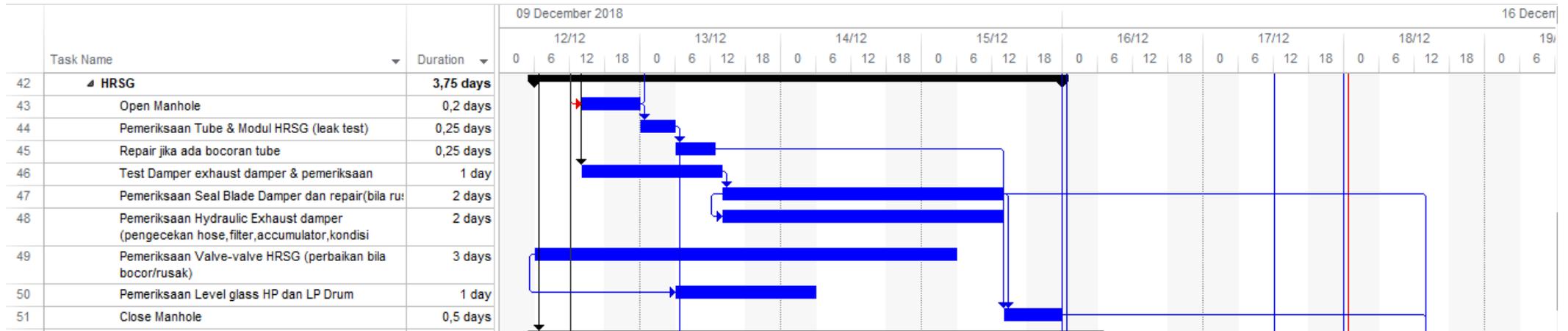
*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **LAMPIRAN**

# Lampiran 1

## Proses Aktivitas *Overhaul Combuster Inspection (CI)* bidang Mekanik PLTGU Gresik





## Lampiran 2

### KUESIONER PEMBOBOTAN WASTE PADA AKTIVITAS PROYEK

#### Profil Peneliti

Nama Peneliti : ABDURRAZAQ AL MUHARRAM  
NID : 09211650024014  
Departemen/Kampus : MANAJEMEN PROYEK / MMT - ITS

Pada saat ini, peneliti sedang melaksanakan suatu penelitian thesis yang berjudul **“Penurunan Durasi Proyek Dengan Konsep *Lean* Terhadap Aktifitas *Maintenance Combuster Inspection (CI)* Bidang Mekanik di PLTGU Gresik”** untuk menyelesaikan studi *Magister*. Kuesioner ini disebarakan untuk menunjang identifikasi pembobotan *waste* (pemborosan) dalam aktivitas *Overhaul CI* PLTGU Gresik.

Demi menunjang proses penelitian ini saya memohon kesediaan saudara untuk mengisi kuesioner yang terlampir sesuai dengan fakta yang terjadi di lapangan dan tanpa ada pengaruh pihak lain. Peneliti menjamin kerahasiaan identitas saudara dalam menjawab kuesioner yang diberikan.

#### Profil Responden

Nama Responden : .....  
Umur : ..... Tahun  
Jabatan : .....  
Pendidikan terakhir : .....  
Lama bekerja : ..... Tahun.

#### Petunjuk Pengisian

- Untuk nomor 1 sampai 3, Jawablah pertanyaan dengan melingkari salah satu jawaban yang saudara anggap sesuai.
- Untuk nomor 4, Lingkarilah pembobotan setiap jenis *waste* sesuai dengan frekuensi temuan dengan ketentuan frekuensi sebagai berikut :
  - Tidak Pernah (1) = Tidak pernah ada temuan
  - Pernah 1x (2) = Pernah ditemukan hanya sekali
  - Jarang (3) = Ditemukan setiap dilakukan 2-3x *Overhaul*

- Sering (4) = Ditemukan setiap dilakukan 4-5x *Overhaul*
- Sangat Sering (5) = Ditemukan setiap dilakukannya *Overhaul*

Berikut penjelasan jenis *waste* :

- *Defect* = Cacat, *rework*
  - *Over Production* = Produksi yang berlebihan
  - *Waiting* = Waktu tidak ada aktivitas yang dilakukan
  - *Non-utilized Talent* = Tidak memanfaatkan sumber daya manusia
  - *Inventory* = Persediaan yang berlebihan
  - *Transportation* = Gerakan pengantar sumber daya yang berlebihan
  - *Motion* = Gerakan pegawai yang berlebihan
  - *Extra Processing* = Aktivitas berulang yang tak bermakna
- Untuk nomor 5, Jawablah pertanyaan dengan mengisi *check* pada kolom yang sesuai aktifitas dan kriterinya seperti dengan apa yang saudara jumpai

Lembar Pengisian Kuesioner

1. Menurut Saudara apakah terdapat unsur *waste* (pemborosan) dalam aktivitas *Overhaul Combuster Inspection (CI)* dalam periode tahun 2015 – 2018 ? ( ADA / TIDAK )
2. Jika ada di antara tiga bagian utama bidang Mekanik, bagian manakah yang terdapat *waste* (pemborosan) paling banyak ketika eksekusi ? ( GAS TURBIN / STARTING EQUIPMENT / HRSG )
3. Dalam tahap apakah *waste* (pemborosan) dijumpai pada bagian tersebut di nomor 2 ? (DISASSEMBLY / INSPECTION / ASSEMBLY )
4. Berikan pembobotan 8 *waste* (pemborosan) sesuai dengan frekuensi temuan yang ada dalam tahap pada nomor 3.

| No. | Jenis Waste                | Frekuensi Temuan |              |        |        |               |
|-----|----------------------------|------------------|--------------|--------|--------|---------------|
|     |                            | Tidak Pernah     | Pernah (1 x) | Jarang | Sering | Sangat Sering |
| 1   | <i>Defect</i>              | 1                | 2            | 3      | 4      | 5             |
| 2   | <i>Over Production</i>     | 1                | 2            | 3      | 4      | 5             |
| 3   | <i>Waiting</i>             | 1                | 2            | 3      | 4      | 5             |
| 4   | <i>Non-utilized Talent</i> | 1                | 2            | 3      | 4      | 5             |
| 5   | <i>Inventory</i>           | 1                | 2            | 3      | 4      | 5             |
| 6   | <i>Transportation</i>      | 1                | 2            | 3      | 4      | 5             |
| 7   | <i>Motion</i>              | 1                | 2            | 3      | 4      | 5             |
| 8   | <i>Extra Processing</i>    | 1                | 2            | 3      | 4      | 5             |

5. Sesuai dengan kriteria aktifitas menurut (King, 2009), berilah tanda *check* pada kolom aktifitas yang menurut saudara sesuai dengan kriteria pada baris atas matriks tabel di bawah ini. Setiap aktifitas bisa memenuhi lebih dari satu kriteria.



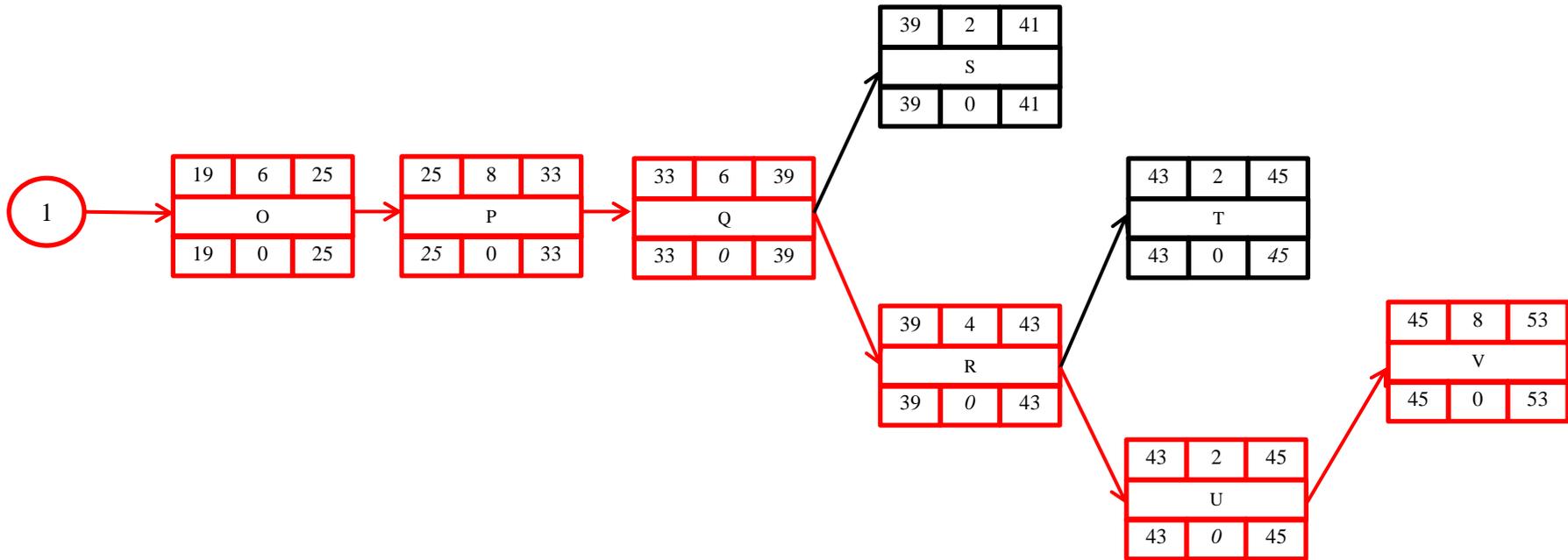
## Network Diagram Overhaul Combuster Inspection PLTGU



- Disassembly Activity :**
- X. Isolasi Bahan Bakar
  - A. *Insulation & Piping*
  - B. Melepas Peralatan Elektrik dan Kontrol
  - C. *Test Pressure JOP A & B*
  - D. Melepas fuel gas, oil nozzle & nozzle holder
  - E. Buka Manhole Turbine
  - F. *Rubbing Check*
  - G. Membuka Combuster Shell
  - H. Membuka Transition Pieces
- Inspection Activity :**
- Y. Membuka Manhole HRSG
  - I. Persiapan Transition Pieces untuk roll in
  - J. Pembersihna dan pengecekan IGV
  - K. Pembersihna Fuel Gas & Nozzle Oil
  - L. *Visual Inspection and Repair Exhaust Cylinder & Manifold*
  - M. *Visual Inspection Expansion Joint*
  - N. Periksa Vane Segment row #1, #2, dan #4

|          |      |    |
|----------|------|----|
| ES       | Dur  | EF |
| Activity |      |    |
| LS       | Slac | LF |

## Network Diagram Overhaul Combuster Inspection PLTGU



### Assembly Activity :

- O. Memasang *Transition Pieces & Allignment*
- P. *Centering Combuster Basket*
- Q. Memasnag *Combuster Bsket*
- R. Memasang *Fuel Gas & Nozzle oil*
- S. Menutup *Manhole Turbine*
- T. Memasang *Elektir dan Instrumen Part*
- U. iInsulation & Piping
- V. *Cleaning Compressor & Start Unit*

Lampiran 4

|  |   |                            |
|--|---|----------------------------|
|  | PT. PJB UNIT PELAYANAN PEMELIHARAAN WILAYAH TIMUR | No. Dok. : FMH-12.2.4.001  |
|  | PT. PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM              | Tgl. Berlaku : 11 Mei 2015 |
|  | <b>NOTULEN RAPAT</b>                              | No. Revisi : 02            |
|  |   | Halaman : 1/3              |

**Hari/Tanggal** : Sabtu, 15 Desember 2018  
**Waktu** : 13.00 WIB - selesai  
**Tempat** : Ruang meeting teknik UPHT  
**Agenda** : Pembahasan Optimalisasi OH CI GT 1.2

| NO | ITEM PEMBAHASAN  | TINDAK LANJUT  | Resiko   |
|----|--|--|--|
| 1  | Pekerjaan <i>Expansion Joint</i> dan <i>Expansion Join Header</i>  | <p>Saat ini terdapat sobek dan rusak di <i>fabric</i> dan <i>bolster</i>, diperlukan <i>repair</i> penggantian <i>bolster</i> dan penambalan dengan <i>fabric</i></p> <p>Dilakukan <i>Repair</i> sesuai dengan spesifikasi material <i>standard</i> baik itu <i>fabric</i>, <i>bolster</i>, dan <i>hex bolt nut</i>, sesuai dengan manual book.</p>  | Potensi apabila adanya kebocoran, unit trip dan merusak <i>control</i> dan <i>instrument</i> di sekitarnya   |
| 2. | Pekerjaan <i>Assembly Combuster Shell</i>  | Dilakukan pekerjaan paralel antara <i>centering</i> dan pemasangan <i>combuster</i> sesuai dengan jumlah <i>helper</i> yang tersedia dari area <i>starting auxiliary</i> .   | Potensi adanya kemunduran jadwal <i>start unit</i> GT 1.2  |
| 3. | Pemasangan <i>Fuel gas &amp; Nozzle oil</i>  | Dilakukan pekerjaan paralel setelah adanya minimal 2 <i>combuster</i> yang <i>center</i> dan terpasang dengan memanfaatkan pekerja yang ada.   | Potensi adanya kemunduran jadwal <i>start unit</i> GT 1.2  |
| 4. | Pengujian House Load Unit GT #1.3  | <p>UP GRK melakukan Pengujian House Load pada GT #1.3 membutuhkan 1 unit GT Block 1 untuk operasi agar konfigurasi minimal 1-1-1.</p> <p>Saat ini HRSG #1.1 tidak standby dikarenakan terjadi kebocoran di area Preheater, sehingga GT #1.2 yang saat ini sedang OH perlu dilakukan optimalisasi schedule untuk mendukung program Pengujian House Load GT #1.3</p>   | ST mengalami FO jika tidak ada HRSG yang operasi.  |
| 5. | <i>Test Pressure Jack Oil Pump A dan B</i>   | Tidak perlu dilakukan <i>test pressure</i> , cukup dilakukan <i>check Alignment</i> terkait adanya penggantian <i>bearing motor</i>  | Adanya <i>misalignment</i> yang mengakibatkan <i>vibrasi</i> dan berimbas ke <i>supply oil</i> ke <i>rotor turbine</i> , yang mengakibatkan trip unit                          |
| 6. | Kendala OH<br>1. Gangguan test fast close damper<br>2. CV 135A kondisi servo macet (CV BBM)<br>3. Over Head Crane 15 Ton macet dan kondisi | 1. Dilakukan penggantian deceleration valve menggunakan part baru stock lama dari UP GRK namun masih gagal fast close, kemudian dilakukan penggantian deceleration valve menggunakan part baru dan flushing area solenoid valve.<br>2. Sudah dilakukan penggantian dan cleaning servo menggunakan part ex-Gudang namun masih macet, rencana dilakukan penggantian menggunakan part baru.<br>3. Dilakukan pengecekan dan perbaikan, namun teknisi crane belum bisa dipastikan | 1. Potensi apabila HRSG trip berdampak GT mengalami trip.<br>2. Unit tidak bisa start menggunakan bahan bakarminyak.<br>3. Assembly nozzle dan pipa bahan bakar tertundaberdam |



PT. PJB UNIT PELAYANAN PEMELIHARAAN WILAYAH TIMUR

PT. PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM

## NOTULEN RAPAT

No. Dok. : FMH-12.2.4.001

Tgl. Berlaku : 11 Mei 2015

No. Revisi : 02

Halaman : 1/3

|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
|    | nozzle masih menggantung 3EA.<br>4. MOV HP Eco Rec perlu dilakukan resetting. | kedatangannya.<br>4. Dilakukan re-setting pada MOV HP Eco  | pakmundurnya schedule cleaning compressor.<br>4. Tidak bisadilakukan start combine cycle |
| 7. | Schedule start  | Dilakukan pembahasan schedule start yang semula start unit GT #1.2 dimulaitgl 22 Des'18 pukul 17.00 WIB manjaditgl 21 Des'18 pukul 06.00 WIB, setelahdilakukan optimalisasi schedule mengikuti program Pengujian House Load GT #1.3 yang dilakukanoleh UP GRK (file terlampir) |  |

Notulis

Tony Suhartono  
(Rental Overhaul CI 1.2)



UPHT

### DAFTAR HADIR

Hari / Tanggal : Sabtu / 15 - 12 - 2018  
 Jam : 08.00 - 09.00  
 Tempat : Piang meeting gedung teknik UPHT  
 Acara : Daily meeting dan pembahasan optimisasi O&M 1.2

| No. | Nama             | Jabatan    | Tanda Tangan |
|-----|------------------|------------|--------------|
| 1   | Alfan B.         | AE Listrik | 1.           |
| 2   | Davin A          | Konin 2    | 2.           |
| 3   | Verdiaz R.       | Listrik 2  | 3.           |
| 4   | JATRIKA ADI I.   | LISTRIK 2  | 4.           |
| 5   | Supriadi         | Listrik 2  | 5.           |
| 6   | DEDIS            | LISTRIK 2  | 6.           |
| 7   | AKHMAD AL FATTAH | MESIN 2    | 7.           |
| 8   | SUKISMORO        | KE         | 8.           |
| 9   | Subagio          | LISTRIK 2  | 9.           |
| 10  | Eti Nurwaning    | MSKL       | 10.          |
| 11  | Pratiwin         | MO GU      | 11.          |
| 12  | Gunawan Soera    | MESIN 2    | 12.          |
| 13  | Masruki          | MO GU      | 13.          |
| 14  | Pujianto Efendi  | start up   | 14.          |
| 15  | M. Sidik Sobari  | start up   | 15.          |
| 16  | HENDRA SAPUTRA   | START UP   | 16.          |
| 17  | ALI MAHMUDI      | "          | 17.          |
| 18  | Lanud A.         | "          | 18.          |
| 19  | Hani K           | AE Mesin 2 | 19.          |
| 20  | Eti M.           | Penyakit   | 20.          |
| 21  | Pratiwin         | MO GU      | 21.          |
| 22  | ABDURRAZAK AM.   | MESIN 2.   | 22.          |
| 23  |                  |            | 23.          |
| 24  |                  |            | 24.          |
| 25  |                  |            | 25.          |
| 26  |                  |            | 26.          |
| 27  |                  |            | 27.          |
| 28  |                  |            | 28.          |
| 29  |                  |            | 29.          |
| 30  |                  |            | 30.          |

## Network Diagram Overhaul Combuster Inspection PLTGU (Future State Mapping)



**Disassembly Activity :**

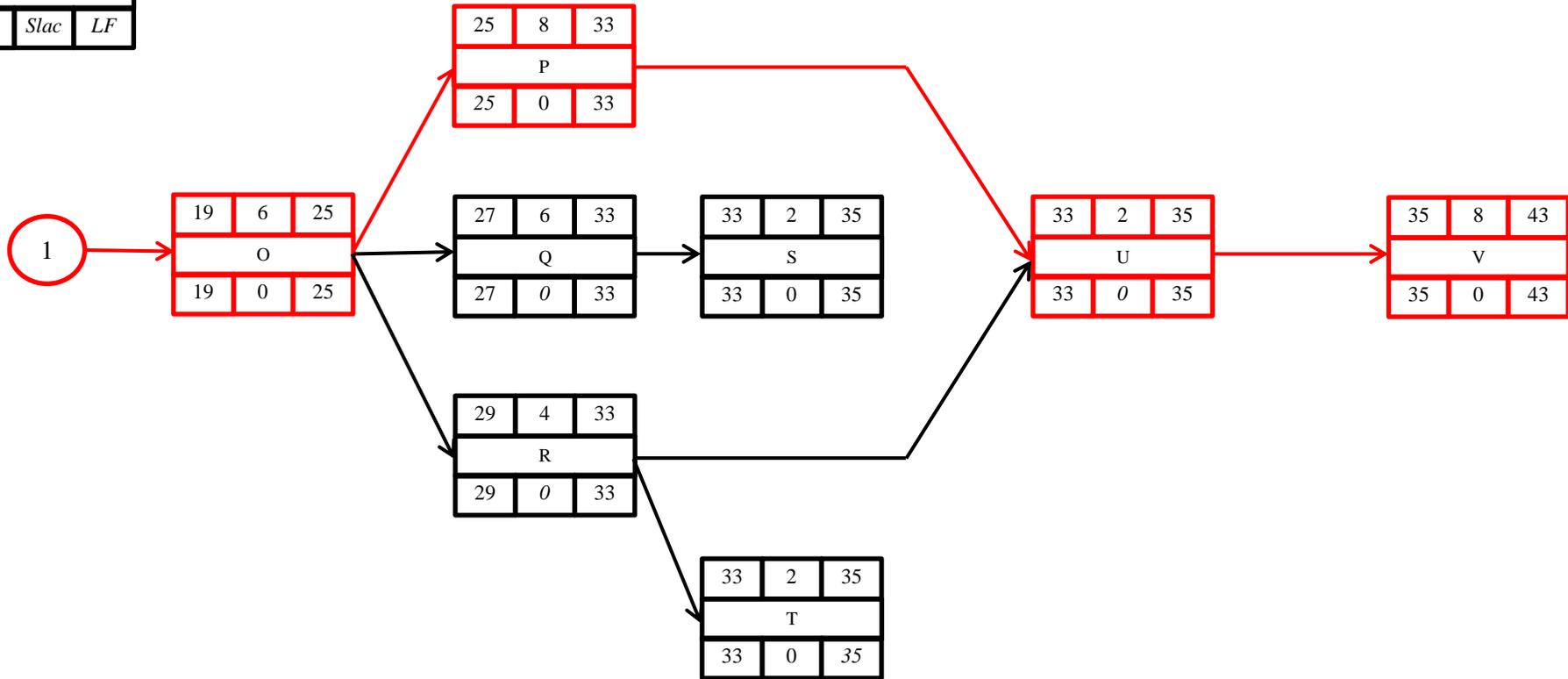
- X. Isolasi Bahan Bakar
- A. Insulation & Piping
- B. Melepas Peralatan Elektrik dan Kontrol
- C. Cek Alignment JOP A & B
- D. Melepas fuel gas, oil nozzle & nozzle holder
- E. Buka Manhole Turbine
- F. Rubbing Check
- G. Membuka Combuster Shell
- H. Membuka Transition Pieces

**Inspection Activity :**

- Y. Membuka Manhole HRSG
- I. Persiapan Transition Pieces untuk roll in
- J. Pembersihna dan pengecekan IGV
- K. Pembersihna Fuel Gas & Nozzle Oil
- L. Visual Inspection and Repair Exhaust Cylinder & Manifold
- M. Visual Inspection Expansion Joint
- N. Periksa Vane Segment row #2, dan #4

## *Network Diagram Overhaul Combuster Inspection PLTGU (Future State Mapping)*

|                 |             |           |
|-----------------|-------------|-----------|
| <i>ES</i>       | <i>Dur</i>  | <i>EF</i> |
| <i>Activity</i> |             |           |
| <i>LS</i>       | <i>Slac</i> | <i>LF</i> |



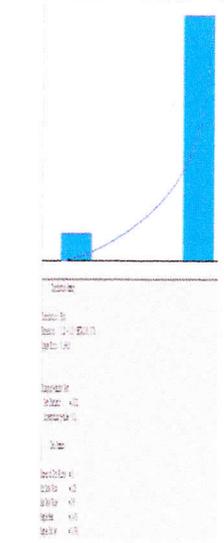
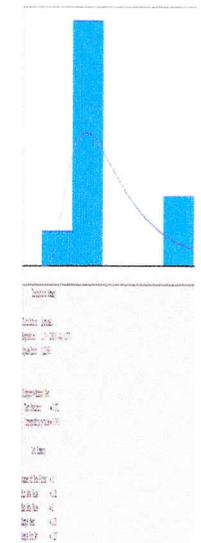
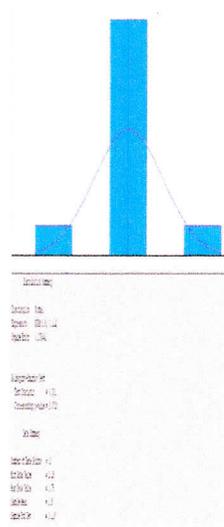
***Assembly Activity :***

- O. *Memasang Transition Pieces & Allignment*
- P. *Centering Combuster Basket*
- Q. *Memasnag Combuster Bsket*
- R. *Memasang Fuel Gas & Nozzle oil*
- S. *Menutup Manhole Turbine*
- T. *Memasang Elektir dan Instrumen Part*
- U. *iInsulation & Piping*
- V. *Cleaning Compressor & Start Unit*

Tabel Aktifitas *Assembly OH CI* sesuai *Future State Mapping*

| No. | Aktifitas <i>Assembly</i>                              | Jenis | Tenaga Kerja<br>(orang) | Durasi (jam) | <i>Successor</i> |
|-----|--|-------|-------------------------|--------------|------------------|
| 1   | Memasang <i>Transition Pieces &amp; Allignment</i> (O) | VA    | 4                       | 6            | H                |
| 2   | Centering Combuster Basket (P)                         | NVA   | 3                       | 8            | O                |
| 3   | Memasang Combuster Basket (Q)                          | NVA   | 4                       | 6            | H+2              |
| 4   | Memasang <i>Fuel Gas &amp; Oil Nozzle</i> (R)          | VA    | 3                       | 4            | H+4              |
| 5   | Menutup <i>Manhole</i> (S)                             | VA    | 2                       | 2            | Q                |
| 6   | Memasang Elektrik dan Instrument Part (T)              | NNVA  | 2                       | 2            | R                |
| 7   | <i>Insulation &amp; Piping</i> (U)                     | NNVA  | 2                       | 2            | P,R              |

| Task Name  | Schedule CI GT   | GT Shutdown | Cooling Down     | Isolasi Bahan Bakar | Isolasi Fire Fighting dan Lightning | Test Karakteristik awal CV & Gas Fuel | Flushing Control Oil (external) | BIDANG MEKANIK | Mekanik GT                     | Dis-assembly | Insulation & Piping | Melepas Peralatan Electric dan Kontrol | Test Pressure JOP A dan B |
|------------|------------------|-------------|------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|----------------|--------------------------------|--------------|---------------------|--|---------------------------|
| Duration 1 | <b>6.33 days</b> | 0           | 1,5              | 0,1                 | 0,1                                 | 0,5                                   | 1,5                             | <b>5,5</b>     | <b>5,5</b>                     | <b>2</b>     | 0,5                 | 0,5                                    | 0,25                      |
| Duration 2 | <b>6.58 days</b> | 0           | 1,5              | 0,1                 | 0,1                                 | 0,5                                   | 1,5                             | <b>5,75</b>    | <b>5,75</b>                    | <b>2</b>     | 0,5                 | 0,5                                    | 0,25                      |
| Duration 3 | <b>6.33 days</b> | 0           | 1,5              | 0,1                 | 0,1                                 | 0,5                                   | 1,5                             | <b>5,5</b>     | <b>5,5</b>                     | <b>2</b>     | 0,5                 | 0,5                                    | 0,25                      |
| Duration 4 | <b>6.5 days</b>  | 0           | 1,5              | 0,1                 | 0,1                                 | 0,5                                   | 1,5                             | <b>6,25</b>    | <b>6,25</b>                    | <b>2,5</b>   | 0,5                 | 0,5                                    | 0,25                      |
| Duration 5 | <b>6.75 days</b> | 0           | 1,5              | 0,1                 | 0,1                                 | 0,5                                   | 2                               | <b>6,75</b>    | <b>6,75</b>                    | <b>2,25</b>  | 0,5                 | 0,5                                    | 0,25                      |
| Duration 6 | <b>7.08 days</b> | 0           | 1,5              | 0,1                 | 0,1                                 | 0,5                                   | 1,5                             | <b>6</b>       | <b>6</b>                       | <b>2</b>     | 0,25                | 0,5                                    | 0,25                      |
| Duration 7 | <b>6.75 days</b> | 0           | 1,75             | 0,1                 | 0,1                                 | 0,5                                   | 2                               | <b>6,75</b>    | <b>6,75</b>                    | <b>2,5</b>   | 0,5                 | 0,5                                    | 0,25                      |
| Duration 8 | <b>6.33 days</b> | 0           | 1,25             | 0,1                 | 0,1                                 | 0,5                                   | 1,25                            | <b>5,5</b>     | <b>5,5</b>                     | <b>2</b>     | 0,5                 | 0,5                                    | 0,25                      |
| Duration 9 | <b>6.58 days</b> | 0           | 1,5              | 0,1                 | 0,1                                 | 0,5                                   | 1,5                             | <b>5,25</b>    | <b>5,25</b>                    | <b>1,75</b>  | 0,5                 | 0,5                                    | 0,25                      |
| Duration10 | <b>6.58 days</b> | 0           | 1,5              | 0,1                 | 0,1                                 | 0,5                                   | 1,5                             | <b>6</b>       | <b>6</b>                       | <b>1,75</b>  | 0,5                 | 0,5                                    | 0,25                      |
| Distribusi |                  |             | NORM(1,5, 0.112) |                     |                                     | 1.17 + LOGN(0.414, 0.277)             |                                 |                | 0.22 + 0.31 * BETA(2.38, 0.73) |              |                     |  |                           |

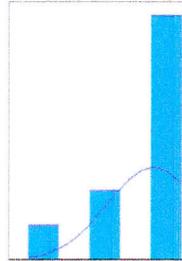


| Melepas Fuel Gas, Oil Nozzle dan Nozzle holder | Buka Manhole Turbin | Buka Combustor Shell ( Basket, Cross flame tube, marman coupling) | Buka Transition Piece | Rubbing Check | Inspection, Cleaning dan Repair | Pembersihan Fuel Gas & Oil Nozzle | Visual Inspection Exhaust Cylinder & manifold (perbaikan bila rusak) | Visual Inspection Expansion Joint | Periksa vane segment row #1, #2, #3 dan #4 (Visual) | Persiapan transition piece untuk Roll In (pengecekan & pemasangan seal) | Pembersihan dan Pengecekan I G V | Assembly |
|--|---------------------|---|-----------------------|---------------|---------------------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------------|---|---|----------------------------------|----------|
| 0,5  | 0,5                 | 1   | 0,5                   | 0,2           | 2,5                             | 1                                 | 2  | 2                                 | 0,25  | 1   | 1                                | 3,25     |
| 0,5  | 0,5                 | 1   | 0,5                   | 0,2           | 2,5                             | 1                                 | 2  | 2                                 | 0,25  | 1   | 1                                | 3,5      |
| 0,5  | 0,5                 | 0,75  | 0,75                  | 0,2           | 2,5                             | 1                                 | 2  | 2                                 | 0,25  | 1   | 1                                | 3,25     |
| 0,5  | 0,5                 | 1   | 1                     | 0,2           | 3                               | 1                                 | 2  | 2                                 | 0,25  | 1   | 1                                | 3,5      |
| 0,5  | 0,5                 | 1   | 0,5                   | 0,2           | 2,75                            | 1                                 | 2  | 2                                 | 0,25  | 1   | 1,5                              | 4,25     |
| 0,5  | 0,5                 | 1   | 0,5                   | 0,2           | 2,5                             | 1                                 | 1,25   | 2                                 | 0,25  | 1   | 1                                | 3,75     |
| 0,5  | 0,5                 | 1   | 0,5                   | 0,2           | 3                               | 1                                 | 2  | 2                                 | 0,25  | 1   | 1,5                              | 4        |
| 0,5  | 0,5                 | 1   | 0,5                   | 0,2           | 2,75                            | 1                                 | 2  | 2,25                              | 0,5   | 1   | 1                                | 3,25     |
| 0,5  | 0,5                 | 0,75  | 0,5                   | 0,2           | 2,5                             | 1                                 | 1,75   | 2                                 | 0,5   | 1,25  | 0,5                              | 3,25     |
| 0,5  | 0,5                 | 0,5   | 0,75                  | 0,2           | 2,45                            | 1                                 | 2  | 2                                 | 0,25  | 1   | 1                                | 4        |

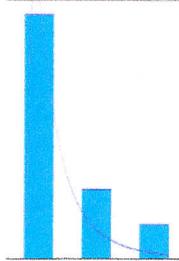
NORM(0,9, 0.166)

0.45 + LOGN(0.14, 0.163)

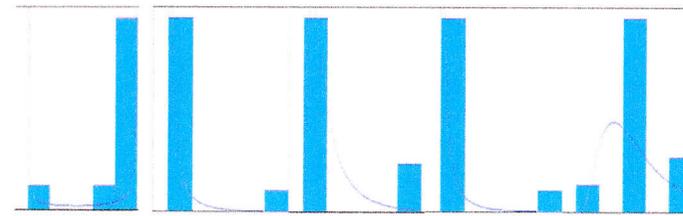
1.17 + 0.83 Z + WEIB(0.22 + LOG 0.999 + WE 0.4 + LOGN(0.689, 0.4).



| Statistik       | Nilai |
|-----------------|-------|
| Jumlah Data     | 10    |
| Rata-rata       | 2,45  |
| Standar Deviasi | 0,5   |
| Minimum         | 0,5   |
| Maximum         | 3,25  |
| Median          | 1,5   |
| Modus           | 1     |
| Skewness        | 0,5   |
| Kurtosis        | 0,5   |



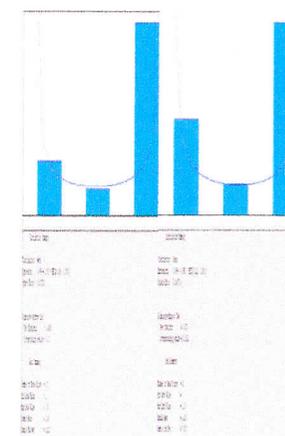
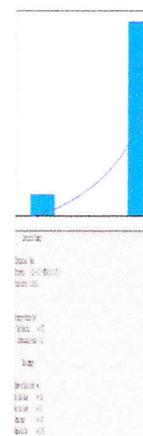
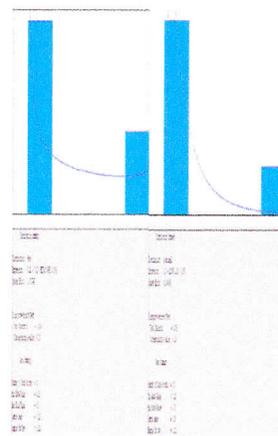
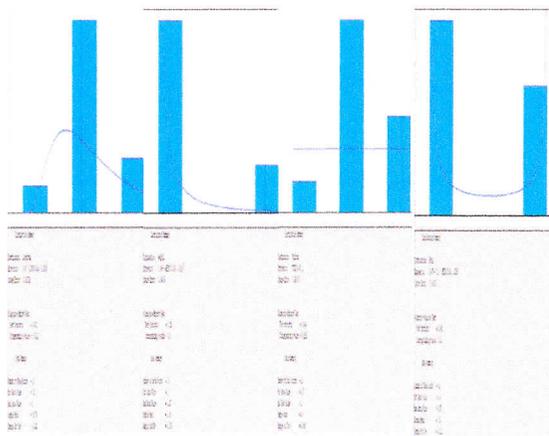
| Statistik       | Nilai |
|-----------------|-------|
| Jumlah Data     | 10    |
| Rata-rata       | 0,75  |
| Standar Deviasi | 0,25  |
| Minimum         | 0,5   |
| Maximum         | 1     |
| Median          | 0,75  |
| Modus           | 0,5   |
| Skewness        | 0,5   |
| Kurtosis        | 0,5   |



| Statistik       | Nilai |
|-----------------|-------|
| Jumlah Data     | 10    |
| Rata-rata       | 3,25  |
| Standar Deviasi | 0,5   |
| Minimum         | 1     |
| Maximum         | 4,25  |
| Median          | 3,25  |
| Modus           | 3,25  |
| Skewness        | 0,5   |
| Kurtosis        | 0,5   |

| Memasang Transition Piece & Alignment | Centering Combuster Basket | Memasang Combuster Basket | Memasang Fuel Gas & Oil Nozzle | Tutup Manhole | Memasang Elektrik & Instrumen Part | Insulation & Piping | Lube & Control oil System | Pengecekan line lube oil & belows | Pengecekan line control oil | Pembersihan Control Oil tank & pengecekan filter | Transfer Control Oil dan line flushing | Pemeriksaan MCOP untuk Roll in | Melepas MCOP |
|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--|--|--------------------------------|--------------|
| 0,75                                  | 1                          | 0,75                      | 0,5                            | 0,25          | 0,25                               | 0,25                | 3,75                      | 0,5                               | 0,5                         | 1,5  | 1,5                                    | 0,5                            | 0,2          |
| 0,75                                  | 1                          | 1                         | 0,5                            | 0,25          | 0,25                               | 0,25                | 3,75                      | 0,5                               | 0,5                         | 1,5  | 1,5                                    | 0,5                            | 0,2          |
| 0,75                                  | 1                          | 0,75                      | 0,5                            | 0,25          | 0,25                               | 0,25                | 3,75                      | 0,5                               | 0,5                         | 1,5  | 1,5                                    | 0,5                            | 0,2          |
| 0,75                                  | 1                          | 0,75                      | 0,75                           | 0,25          | 0,25                               | 0,25                | 3,75                      | 0,5                               | 0,5                         | 1,5  | 1,5                                    | 0,5                            | 0,2          |
| 1                                     | 1                          | 0,75                      | 0,75                           | 0,25          | 0,5                                | 0,75                | 3,25                      | 0,5                               | 0,5                         | 1,5  | 1                                      | 0,5                            | 0,2          |
| 0,75                                  | 1,25                       | 0,75                      | 0,5                            | 0,25          | 0,5                                | 0,25                | 3,6                       | 0,5                               | 0,5                         | 1,5  | 1,5                                    | 0,5                            | 0,2          |
| 0,75                                  | 1                          | 0,75                      | 0,75                           | 0,25          | 0,5                                | 0,75                | 3,25                      | 0,5                               | 0,5                         | 1,5  | 1                                      | 0,5                            | 0,2          |
| 0,5                                   | 1                          | 1                         | 0,5                            | 0,25          | 0,25                               | 0,25                | 3,1                       | 0,5                               | 0,5                         | 1  | 1,25                                   | 0,5                            | 0,2          |
| 1                                     | 1                          | 0,5                       | 0,5                            | 0,25          | 0,25                               | 0,25                | 3,6                       | 0,5                               | 0,5                         | 1  | 1,5                                    | 0,5                            | 0,2          |
| 0,75                                  | 1,25                       | 1                         | 0,75                           | 0,25          | 0,25                               | 0,25                | 3,1                       | 0,25                              | 0,5                         | 1,25   | 1                                      | 0,5                            | 0,2          |

0.45 + LOG 0.999 + WE UNIF(0.45, 0.47 + 0.31 \* BETA(0.1 0.22 + 0.31 0.2 + LOGN(0.128, 0.1! 0.22 + 0.31 \* BETA(2.3 0.999 + 0.5 0.999 + 0.551 \* BETA(0.323, 0.381

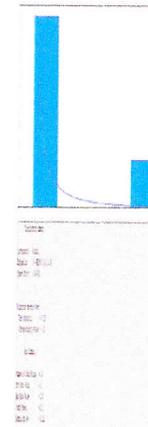
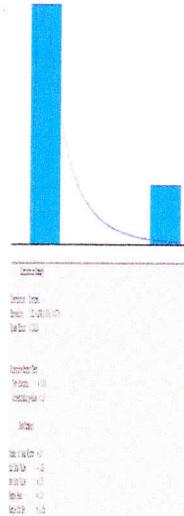
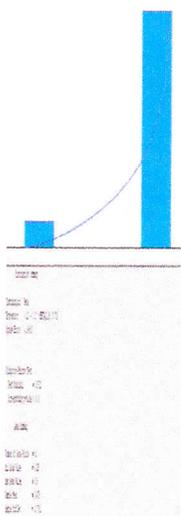


| Pasang MCOP(roll in) & realigmnet | Inspeksi MCOP(ex roll out) | HRSG | Open Manhole | Pemeriksaan Tube & Modul HRSG (leak test) | Repair jika ada bocoran tube | Test Damper exhaust damper & pemeriksaan | Pemeriksaan Seal Blade Damper dan repair(bila rusak) | Pemeriksaan Hydraulic Exhaust damper (pengecekan hose,filter,ac cumulator,ko ndisi minyak) | Pemeriksaan Valve-valve HRSG (perbaikan bila bocor/rusak) | Pemeriksaan Level glass HP dan LP Drum | Close Manhole |
|-----------------------------------|----------------------------|------|--------------|---|------------------------------|--|--|--|---|--|---------------|
| 0,5                               | 1                          | 3,75 | 0,2          | 0,25                                      | 0,25                         | 1  | 2  | 2  | 3   | 1                                      | 0,5           |
| 0,5                               | 1                          | 3,75 | 0,2          | 0,25                                      | 0,25                         | 1  | 2  | 2  | 3   | 1                                      | 0,5           |
| 0,5                               | 1                          | 3,75 | 0,2          | 0,25                                      | 0,25                         | 1  | 2  | 2  | 3   | 1                                      | 0,5           |
| 0,5                               | 1                          | 3,75 | 0,2          | 0,25                                      | 0,25                         | 1  | 2  | 2  | 3   | 1                                      | 0,5           |
| 0,5                               | 1                          | 4,25 | 0,2          | 0,5                                       | 2                            | 1  | 2,5  | 2  | 3   | 1                                      | 0,5           |
| 0,5                               | 1                          | 3,75 | 0,2          | 0,25                                      | 0,25                         | 1  | 2  | 2  | 3   | 1                                      | 0,5           |
| 0,5                               | 1                          | 4,25 | 0,2          | 0,5                                       | 2                            | 1  | 2,5  | 2  | 3   | 1                                      | 0,5           |
| 0,5                               | 1                          | 3,75 | 0,2          | 0,25                                      | 0,25                         | 1  | 2  | 2  | 3   | 1                                      | 0,5           |
| 0,5                               | 1                          | 3,75 | 0,2          | 0,25                                      | 0,25                         | 1  | 2  | 2  | 3   | 1                                      | 0,5           |
| 0,25                              | 1                          | 3,75 | 0,2          | 0,25                                      | 0,25                         | 1  | 2  | 2  | 3   | 1                                      | 0,5           |

$$0.22 + 0.31 * \text{BETA}(2.38, 0.73)$$

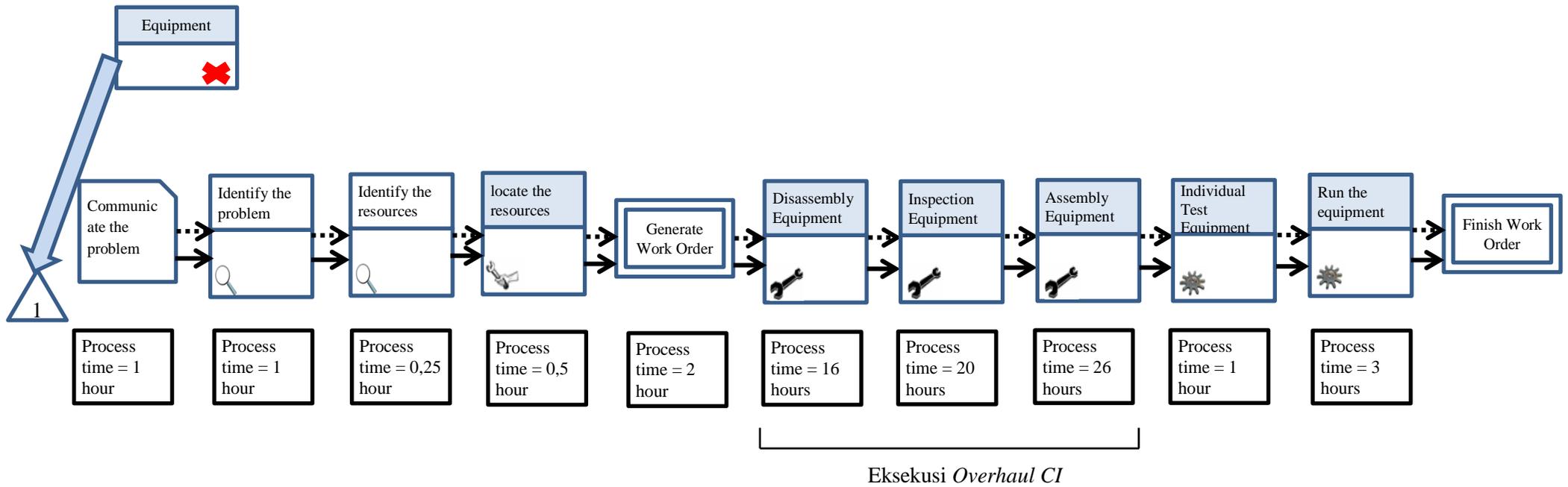
$$0.22 + \text{LOGN}(0.0699, 0.0773)$$

$$0.07 + \text{LOGN}(0.454, 0.1) + \text{WEIB}(0.014, 0.34)$$



Lampiran 7

Current State Value Stream Mapping Overhaul Combuster Inspection (CI)



## Lampiran 8

| Umur | Jabatan                                 | Unit      | Pendidikan | Masa | Posisi          |
|------|---|-----------|------------|------|-----------------|
| 27   | Assistant Engineer Mechanic             | UPHT      | S1         | 6    | Koor. Lapangan  |
| 31   | Assistant Engineer Control & instrument | UPHT      | S1         | 8    | Koor. Bidang    |
| 26   | Assistant Engineer Control & instrument | UPHT      | S1         | 5    | Koor. Lapangan  |
| 25   | Assistant Engineer Listrik              | UPHT      | S1         | 4    | Staff           |
| 29   | Assistant Engineer Listrik              | UPHT      | S1         | 7    | Koor. Lapangan  |
| 45   | Engineer Listrik                        | UPHT      | S1         | 26   | Expert Listrik  |
| 52   | Engineer Pemeliharaan Mesin PLTGU       | UP GRESIK | S1         | 26   | Expert Mekanik  |
| 27   | Junior Engineer Listrik                 | UPHT      | D3         | 6    | Koor. Lapangan  |
| 29   | Assistant Engineer Mechanic             | UPHT      | S1         | 8    | Koor. Bidang    |
| 46   | Engineer Listrik                        | UPHT      | S1         | 26   | Expert Listrik  |
| 51   | Engineer Bengkel & Las                  | UPHT      | S1         | 26   | Expert Weld     |
| 45   | SPV Senior Outage Management PLTGU      | UP GRESIK | S1         | 24   | Expert Mekanik  |
| 48   | SPV Senior Mesin PLTGU                  | UPHT      | S1         | 26   | Expert Mekanik  |
| 49   | Analyst Outage Management PLTGU         | UP GRESIK | S1         | 26   | Expert Kontrol  |
| 50   | Operator Lokal PLTGU                    | UP GRESIK | D3         | 25   | Expert Kontrol  |
| 26   | Junior Operator Lokal PLTGU             | UP GRESIK | D3         | 5    | Staff           |
| 28   | Assistant Analyst Randal OP PLTGU       | UP GRESIK | S1         | 8    | Koor. Bidang    |
| 25   | Junior Operator Lokal PLTGU             | UP GRESIK | D3         | 4    | Staff           |
| 45   | Analyst Randal Pemeliharaan PLTGU       | UP GRESIK | S1         | 25   | Expert Mekanik  |
| 29   | Asistant Engineer Mechanic              | UPHT      | S1         | 8    | Project Manager |
| 26   | Assistant Engineer Mechanic             | UPHT      | S1         | 6    | Koor. Lapangan  |



UPHT

**PT PJB UNIT PELAYANAN PEMELIHARAAN WILAYAH TIMUR**  
**PJB INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM**  
**Formulir : Clearance Rotor Side Tip**

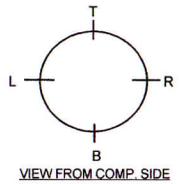
No. Dok. : FMH-17.2.4-111  
 Tgl. Berlaku : 1 Juli 2016  
 No. Revisi : 03  
 Halaman : 2 dari 3

|                  |                                      |       |              |        |
|------------------|--------------------------------------|-------|--------------|--------|
| Site : UP GRESIK | Manufaktur : Mitsubishi              | Tahun | QP No.       | FU No. |
| Unit : GT        | Inspeksi : Turbin & Compressor Rotor |       | OEM Doc. No. |        |

**Clearance Record 2**

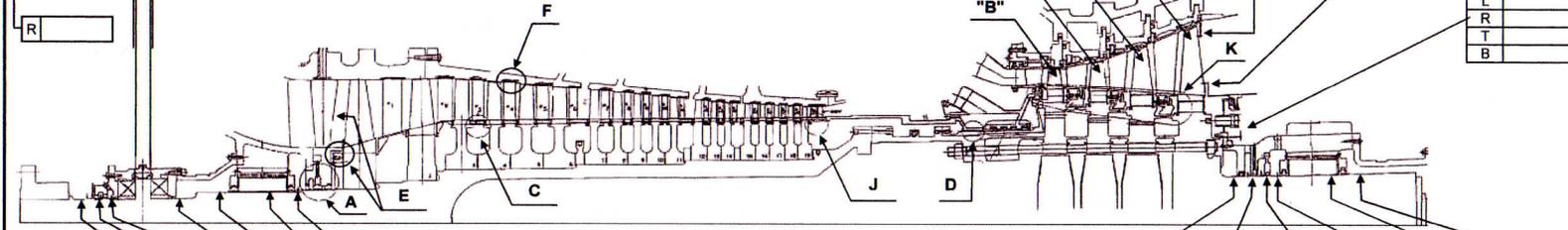
Units : mm

MEASURE RUNNING POSITION ON R.M. SIDE  
 LOOKING WITH FLOW AS SHOWN. STAMP "D" ON  
 EACH PIECE AT MEASURING LOCATION. STAMP  
 "RP XXX.XX WITH 6 (APPROX) HIGH  
 CHARACTERS 6mm ABOVE HORIZ. JOINT ON  
 VERTICAL SURFACE OF THRUST BRG. ASSY.  
 COVER FLANGE ON R.M. SIDE LOOKING WITH  
 FLOW.



|      |        |      |      |
|------|--------|------|------|
| PLAN | 0.48   | PLAN | 0.00 |
| L    | ± 0.13 | L    |      |
| R    |        | R    |      |

|   |  |
|---|--|
| R |  |
|---|--|



|      |       |       |      |       |       |
|------|-------|-------|------|-------|-------|
| PLAN | 12.01 | +0.76 | PLAN | 22.09 | +4.98 |
| L    |       | -0.66 | L    |       | -2.74 |
| R    |       |       | R    |       |       |

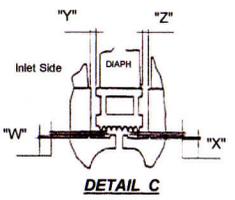
|        |      |        |
|--------|------|--------|
| ON DIA | PLAN | 6.80   |
|        | L    | + 0.16 |
|        | R    |        |
|        | T    |        |
|        | B    |        |

|        |       |       |      |      |       |       |       |
|--------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| PLAN   | 1.28  | 1.28  | 0.16 | 0.16 | 0.97  | 0.73  | 0.97  |
| ON DIA | +0.16 | +0.16 | 0.06 | 0.06 | +0.10 | +0.10 | +0.10 |
| ACT    | 0     | 0     | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     |

**Turbine Side TIP Clearance**

| Row No. | 1 - S |      | 2 - S |       | 3 - S |     | 4 - S |     |
|---------|-------|------|-------|-------|-------|-----|-------|-----|
|         | Plan  | ACT  | Plan  | ACT   | Plan  | ACT | Plan  | ACT |
| T + B   | 6.96  | 9.69 | 14.19 | 15.76 |       |     |       |     |
| T       | 3.58  | 5.07 | 7.30  | 7.94  |       |     |       |     |
| B       | 3.38  | 4.62 | 6.89  | 7.82  |       |     |       |     |
| L       | 3.48  | 4.51 | 6.35  | 7.88  |       |     |       |     |
| R       | 3.48  | 4.51 | 6.35  | 7.88  |       |     |       |     |

|        |        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PLAN   | 1.96   | 1.41   | 1.47   | 0.97   | 0.73   | 0.97   |
| ON DIA | + 0.06 | + 0.10 | + 0.16 | + 0.10 | + 0.10 | + 0.10 |
| ACT    | - 0.16 | - 0.06 | - 0.06 | 0      | 0      | 0      |



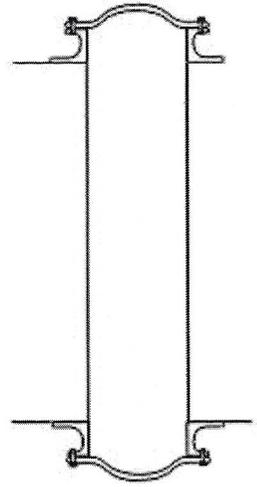
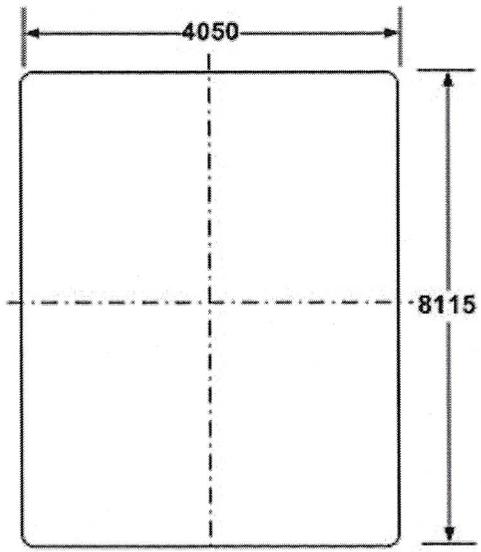
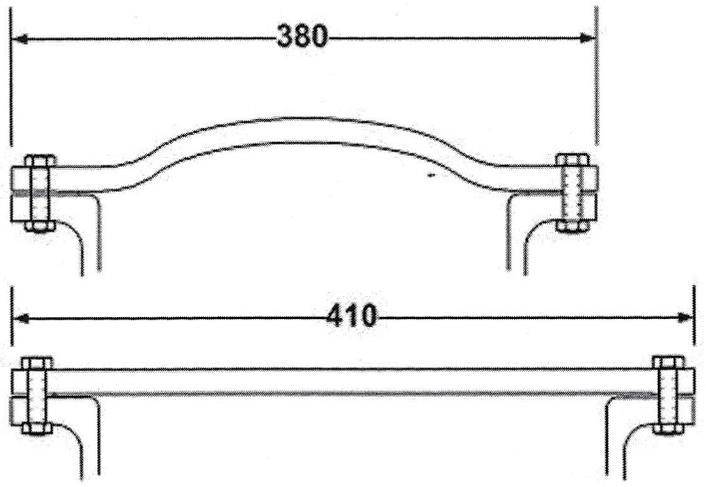
**Compressor Side ( Radial Clearance )**

| "W" "X"    | 1-S  |      | 2-S  |      | 3-S  |      | 4-S  |      | 5-S  |      | 6-S  |      | 7-S  |      | 8-S  |      | 9-S  |      | 10-S |      | 11-S |      | 12-S |      | 13-S |      | 14-S |      | 15-S |      | 16-S |      | 17-S |      | 18-S |      | 19-S |  |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|            | W    | X    | W    | X    | W    | X    | W    | X    | W    | X    | W    | X    | W    | X    | W    | X    | W    | X    | W    | X    | W    | X    | W    | X    | W    | X    | W    | X    | W    | X    | W    | X    | W    | X    | W    | X    |      |  |
| Plan ± 0.2 | 1.52 | 1.52 | 1.52 | 1.52 | 1.57 | 1.73 | 1.58 | 1.71 | 1.83 | 1.73 | 1.82 | 1.74 | 1.86 | 1.95 | 1.90 | 1.93 | 1.88 | 1.90 | 2.10 | 2.10 | 2.14 | 2.07 | 2.10 | 2.10 | 2.43 | 2.43 | 2.41 | 2.43 | 2.23 | 2.23 | 2.23 | 2.23 | 2.23 | 2.23 | 2.23 | 2.23 | 2.23 |  |
| Actual     | L    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|            | R    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|            | T    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|            | B    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |

**Compressor Side ( Axial Clearance )**

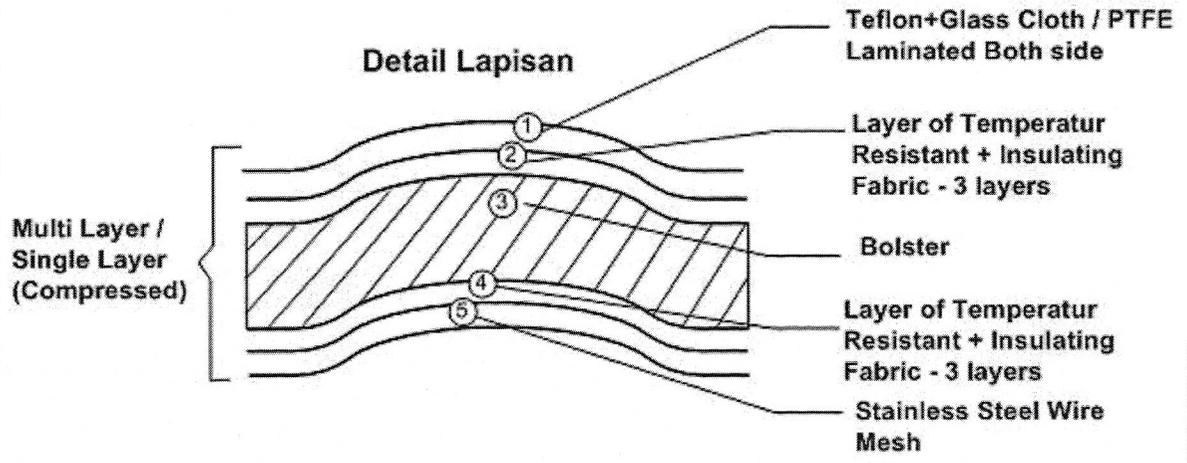
| "Y" "Z"    | 1-S   |      | 2-S  |      | 3-S  |       | 4-S  |      | 5-S  |      | 6-S  |      | 7-S  |      | 8-S  |      | 9-S  |      | 10-S |      | 11-S |      | 12-S |      | 13-S |      | 14-S |      | 15-S |      | 16-S |       | 17-S |       | 18-S |       | 19-S |  |
|------------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|--|
|            | Y     | Z    | Y    | Z    | Y    | Z     | Y    | Z    | Y    | Z    | Y    | Z    | Y    | Z    | Y    | Z    | Y    | Z    | Y    | Z    | Y    | Z    | Y    | Z    | Y    | Z    | Y    | Z    | Y    | Z    | Y    | Z     | Y    | Z     | Y    | Z     |      |  |
| Plan ± 0.2 | 11.17 | 6.68 | 6.38 | 6.46 | 6.33 | 10.14 | 9.33 | 7.14 | 6.32 | 7.15 | 6.31 | 7.16 | 6.33 | 7.15 | 6.32 | 8.32 | 7.52 | 8.36 | 7.49 | 7.19 | 6.18 | 7.31 | 6.27 | 8.51 | 6.13 | 8.91 | 6.14 | 9.25 | 6.14 | 9.53 | 6.13 | 10.33 | 6.13 | 10.34 | 6.13 | 10.34 | 6.14 |  |
| Actual     | L     |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |       |      |       |      |  |
|            | R     |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |       |      |       |      |  |

|                 |   |             |                 |         |
|-----------------|---|-------------|-----------------|---------|
| RECOMMENDATION  | ACCEPTED/REWORK/REPLACE<br>(by Quality Control) |             |                 |         |
| Measuring Tool: |   |             |                 |         |
| Description     | Tested/measured by                              | Coordinator | Quality Control | Witness |
| Name            |   |             |                 |         |
| Signature       |   |             |                 |         |
| Date            |   |             |                 |         |



| DETAIL OUTER COVER                           |   |
|--|---|
| PANJANG KELILING                             | $(8115 \times 2) + (4050 \times 2) = 24330$ |
| UKURAN OVERLAPPING                           | 1000  |
| LEBAR  | 380 (410)                                   |
| KETAHANAN TEMPERATUR = minimal 500 °C        |   |
| TENSILE STRENGTH = 1200 lb/inch <sup>2</sup> |   |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| DRAWING BY : DEDY M |     |
| APPROVAL            | ACC |
| HERU SUTJAHYONO     |     |
| RACHMANOE INDARTO   |     |



| RESISTANCE AGAINST |        |
|--------------------|--------|
| VIBRATIONS/        | OILS   |
| MOVEMENTS          | WEATHE |
| CONCETRATED ACIDS  | RING   |
| FLAMES             | ALKALI |

|                      |        |   |       |                  |
|----------------------|--------|---|-------|------------------|
| DRAWN<br>Engineering | ITEM   | QTY.  | PART  | DESCRIPTION      |
|                      | ISSUED | SCALE   | SHEET | 3                |
| SAT :<br>mm          |        | DETAIL GAMBAR ITEM 1<br>MULTISINGLE LAYER EXP JOINT |       | REV<br>14 Mei 08 |

|                 |                    |
|-----------------|--------------------|
| Unnamed Project | Hasil Simulasi CSM |
|-----------------|--------------------|

Replications: 1      Time Units: Days

|        |
|--------|
| Entity |
|--------|

### Time

| Other Time | Average | Half Width     | Minimum Value | Maximum Value |
|------------|---------|----------------|---------------|---------------|
| Entity 1   | 0.00    | (Insufficient) | 0.00          | 0.00          |
| Entity 13  | 0.00    | (Insufficient) | 0.00          | 0.00          |
| Entity 15  | 0.00    | (Insufficient) | 0.00          | 0.00          |
| Entity 16  | 0.00    | (Insufficient) | 0.00          | 0.00          |
| Entity 18  | 0.00    | (Insufficient) | 0.00          | 0.00          |
| Entity 19  | 0.00    | (Insufficient) | 0.00          | 0.00          |
| Total Time | Average | Half Width     | Minimum Value | Maximum Value |
| Entity 1   | 3.7244  | (Insufficient) | 1.5000        | 6.1600        |
| Entity 13  | 3.9160  | (Insufficient) | 2.0900        | 5.7600        |
| Entity 15  | 6.0228  | (Insufficient) | 6.0228        | 6.0228        |
| Entity 16  | 4.7951  | (Insufficient) | 4.7951        | 4.7951        |
| Entity 18  | 6.0086  | (Insufficient) | 6.0086        | 6.0086        |
| Entity 19  | 1.0000  | (Insufficient) | 1.0000        | 1.0000        |

### Other

Unnamed Project

Hasil Simulasi FSM

Replications: 1

Time Units: Days

Entity

**Time**

| Total Time | Average | Half Width     | Minimum Value | Maximum Value |
|------------|---------|----------------|---------------|---------------|
| Entity 1   | 2.7201  | (Insufficient) | 1.1600        | 4.4000        |
| Entity 13  | 3.3533  | (Insufficient) | 2.4900        | 4.1800        |
| Entity 17  | 4.5007  | (Insufficient) | 4.5007        | 4.5007        |
| Entity 18  | 4.9589  | (Insufficient) | 4.9589        | 4.9589        |
| Entity 19  | 1.0000  | (Insufficient) | 1.0000        | 1.0000        |

**Other**