USULAN PERBAIKAN PROSES PRODUKSI UNTUK MEMINIMASI WASTE **PADA** PART HEAD CASING METERAN AIR DI PT. MULTI INSTRUMENTASIDENGAN PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING

TUGAS AKHIR

**Oleh**:

**WILLIARDY ADHUM PRATAMA  
1201154257**



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRIFAKULTAS REKAYASA INDUSTRIUNIVERSITAS TELKOM2019

# LEMBAR PENGESAHAN

# 

Tugas Akhir dengan Judul:

**USULAN PERBAIKAN UNTUK MEMINIMASI WASTE PADA PROSES PRODUKSI PART HEAD CASING DI** PT. MULTI INSTRUMENTASI DENGAN PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING

# 

Oleh:

**WILLIARDY ADHUM PRATAMA**

**1201154257**

Telah disetujui dan disahkan pada Sidang Tugas Akhir Program Studi Strata-1 Teknik Industri Fakultas Rekayasa Industri Universitas Telkom

Bandung, 05 Desember 2018

Mengetahui,

Pembimbing

Agus Alex Yanuar, S.T., M.T.

NIP 14690003

# BIODATA PENELITI

Nama : Williardy Adhum Pratama

NIM : 1201154257

Alamat : Karangmalang RT 01/RW 02 Gebog Kudus

No. Telp : 0895390470887

Email : [williardyadhumpratama@gmail.com](mailto:williardyadhumpratama@gmail.com)

# DAFTAR ISI

[LEMBAR PENGESAHAN i](#_Toc532114778)

[BIODATA PENELITI ii](#_Toc532114779)

[DAFTAR ISI iii](#_Toc532114780)

[DAFTAR TABEL v](#_Toc532114781)

[DAFTAR GAMBAR vi](#_Toc532114782)

[BAB I PENDAHULUAN 1](#_Toc532114783)

[I.1 Latar Belakang 1](#_Toc532114784)

[I.2 Perumusan Masalah 5](#_Toc532114785)

[I.3 Tujuan Penelitian 5](#_Toc532114786)

[I.4 Batasan Penelitian 5](#_Toc532114787)

[I.5 Manfaat Penelitian 5](#_Toc532114788)

[I.6 Sistematika Penulisan 6](#_Toc532114789)

[BAB II TINJAUAN PUSTAKA 8](#_Toc532114790)

[II.1 *Lean* 8](#_Toc532114791)

[II.2 Lean Manufacturing 8](#_Toc532114792)

[II.3 *Waste* 9](#_Toc532114793)

[II.4 *Lean Manufacturing Tools* 12](#_Toc532114794)

[II.4.1 Value Stream Mapping 13](#_Toc532114795)

[II.4.2 Diagram SIPOC 21](#_Toc532114796)

[II.4.4 SMED ( Single Minute Exchange of Dies ) 23](#_Toc532114797)

[II.4.5 Keseimbangan Lini Produksi 25](#_Toc532114798)

[II.4.6 5WHY’S 27](#_Toc532114799)

[II.4.7 Fishbone Diagram 28](#_Toc532114800)

[II.4.8 5W1H 29](#_Toc532114801)

[II.4.9 Diagram Pareto 29](#_Toc532114802)

[II.5 Alasan Pemilihan Metode 29](#_Toc532114803)

[II.6 Penelitian Terdahulu 30](#_Toc532114804)

[II.6.1 Usulan Perbaikan Proses Produksi Part Body Casing Meter Air Untuk Meminimasi Waste Inventory di PT. Multi Instrumentasi dengan Menggunakan Pendekatan Lean Six Sigma ( Penelitian oleh Viorina Rachminda Putri ) 30](#_Toc532114805)

[II.6.2 Usulan Perbaikan Proses Produksi Part Body Casing Meter Air Untuk Meminimasi Waste Inventory di PT. Multi Instrumentasi dengan Menggunakan Pendekatan Lean Six Sigma ( Penelitian oleh Aditya Candradesta ) 31](#_Toc532114806)

[BAB III METODE PENELITIAN 33](#_Toc532114807)

[III.1 Model Konseptual 33](#_Toc532114808)

[III.2 Sistem Pemecahan Masalah 34](#_Toc532114809)

[III.2.1 Tahap Pendahuluan 36](#_Toc532114812)

[III.2.2 Tahap Pengolahan Data 36](#_Toc532114813)

[III.2.3 Tahap Analisis 38](#_Toc532114814)

[III.2.4 Tahap Kesimpulan dan Saran 38](#_Toc532114815)

[DAFTAR PUSTAKA 39](#_Toc532114816)

[LAMPIRAN 40](#_Toc532114817)

[Process Activity Mapping 40](#_Toc532114818)

# DAFTAR TABEL

[Tabel 1. 1 Perbandingan target produksi dengan realita produksi 3](#_Toc532114904)

[Tabel 1. 2 Data aktivitas dan waktu produksi head casing 3](#_Toc532114905)

[Tabel 2. 1 Simbol-simbol VSM 13](#_Toc532114912)

# 

# DAFTAR GAMBAR

[Gambar 1. 1 Part head casing meteran air 2](#_Toc531786331)

[Gambar 1. 2 Alur proses pembuatan head casing 2](file:///C:\Users\ASUS\Documents\Materi%20Kuliah\TA\TA%201\Tugas%20PPI%20Adhum.docx#_Toc531786332)

[Gambar 1. 3 Grafik perbandingan target penjualan dengan realisasi penjualan 3](#_Toc531786333)

[Gambar 1. 4 Diagram pareto produksi head casing 4](#_Toc531786334)

[Gambar 1. 5 Usulan perbaikan dengan line balancing 4](file:///C:\Users\ASUS\Documents\Materi%20Kuliah\TA\TA%201\Tugas%20PPI%20Adhum.docx#_Toc531786335)

[Gambar 2. 1 Diagram SIPOC 22](#_Toc532114880)

[Gambar 2. 2 Rumus OEE 23](#_Toc532114881)

[Gambar 2. 3 Rumus SMED 24](#_Toc532114882)

[Gambar 2. 4 Diagram tulang ikan 28](#_Toc532114883)

[Gambar 3. 1 Model konseptual 33](file:///C:\Users\ASUS\Documents\Materi%20Kuliah\TA\TA%201\Tugas%20PPI%20Adhum.docx#_Toc532114833)

[Gambar 3. 2 Sistem pemecahan masalah 35](file:///C:\Users\ASUS\Documents\Materi%20Kuliah\TA\TA%201\Tugas%20PPI%20Adhum.docx#_Toc532114834)

# 

# BAB I PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

*Lean Manufacturing* adalah pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan sampah, yang juga dikenal sebagai kegiatan *non value added* melalui teknik perbaikan terus menerus (Franchetti, 2015). Tujuan utama dari *lean* adalah mengurangi biaya dan meningkatkan produktivitas dengan mengeliminasi pemborosan (*waste)*. *Waste* adalah jenis-jenis pemborosan yang terjadi di dalam proses manufaktur ataupun jasa, yakni Transportasi, Inventori, Gerakan, Menunggu, Proses yang berlebihan, Produksi yang berlebihan, Barang rusak (Ledbetter, 2018). *Waste* yang terjadi pada lantai produksi tentunya sangat merugikan bagi perusahaan khususnya perusahaan manufaktur. Akibat adanya *waste* di lantai produksi menyebabkan waktu proses produksi menjadi lebih lama dan mengakibatkan pengiriman produk tidak tepat waktu.

PT. Multi Instrumentasi merupakan sebuah perusahaan industri manufaktur yang  
termasuk dalam kelompok industri logam dasar dan elektronika. PT. Multi  
Instrumentasi ini memproduksi peralatan ukur yaitu Meter Air *(Water Meter)*.  
Perusahaan ini berdiri pada tanggal 22 Agustus 1991 dan berlokasi di Jalan Tengah  
Gedebage, Ujung Berung, Bandung. Produk yang diproduksi oleh PT. Multi  
Instrumentasi ini mempunyai merek dagang yaitu “Linflow”. Berikut merupakan  
*part* utama penyusun meter air di PT. Multi Instrumentasi.



Gambar 1. 1 Part head casing meteran air

Berikut merupakan alur proses produksi pembuatan part *head casing* :

Gambar 1. Alur proses pembuatan head casing

Pemanasan bahan bakar pada tungku

Pembuatan cetakan *head casing*

Peleburan kuningan

Pencetakan kuningan cair menjadi *head casing*

Pemotongan bagian yang tidak diperlukan

Pembersihan *head casing* menggunakan mesin *shotblast*

Penghalusan *head casing* menggunakan mesin gerinda

Pembuatan ulir pada *head casing*

Inspeksi *head casing*

Penghalusan *head casing* dengan mesin bubut

Setiap bulan, PT. Multi Instrumentasi menetapkan target produksi produk meteran air. Target penjualan tersebut tentunya disesuaikan dengan jam kerja operator, kapasitas mesin, dan estimasi pendapatan. Pada tahun 2018 PT. Multi Nasional menetapkan target penjualan sebesar 12000 unit per bulan. Tetapi pada periode Bulan Januari hingga Desember tahun 2018 perusahaan sering tidak dapat memenuhi target produksi. Perusahaan harus melakukan strategi subkontrak guna memenuhi target produksi. Namun biaya untuk subkontrak lebih tinggi 30% dibandingkan jika melakukan proses produksi sendiri. Berikut merupakan target produksi dibandingkan dengan realisasi produksi perusahaan periode Januari hingga Desember 2018 :

Tabel 1. 1 Perbandingan target produksi dengan realita produksi

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Bulan | Target Produksi | Produksi Intern | Subkontrak |
| Stock awal | - | - | 8190 |
| Januari | 10800 | - | 7024 |
| Februari | 12000 | - | 14975 |
| Maret | 12000 | - | 7097 |
| April | 12000 | - | 15873 |
| Mei | 12000 | - | 26110 |
| Juni | 12000 | - | 3870 |
| Juli | 12000 | 1460 | 9795 |
| Agustus | 12000 | 3303 | 12285 |
| September | 12000 | 5020 | 13941 |
| Oktober | 12000 | 3977 | 7460 |
| November | 12000 | 4286 | 2500 |
| Desember | 12000 | 4189 | 7993 |
|  | 142800 | 22235 | 137113 |

Gambar 1. 3 Grafik perbandingan target penjualan dengan realisasi penjualan

Guna mengetahui penyebab tidak tercapainya target produksi apabila memproduksi secara intern oleh perusahaan maka dilakukan observasi pada proses produksi pembuatan meteran air. Dari observasi dibuatlah *Value Stream Mapping* (VSM) untuk menggambarkan proses produksi dan menjelaskan aliran material dan informasi di lantai produksi.

Tabel 1. Rangkuman PAM pada produksi head casing

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Jenis waste | waktu (detik) | waktu (menit) |
| Waiting | 3618,67 | 60,31 |
| Transportasi | 2692,52 | 44,88 |
| Motion | 682,01 | 11,37 |

Berdasarkan rangkuman *process activity mapping* di atas, dapat dilihat terdapat aktivitas menunggu yang paling sering terjadi ( waktu yang paling lama ) dan termasuk aktivitas *non value added* yaitu pada aktivitas pemanasan bahan bakar pada tungku yang dapat menghambat proses selanjutnya yaitu peleburan kuningan. Selanjutnya terdapat *waste motion* yang terjadi pada proses pembuatan ulir pada *part head casing.* Pada tugas akhir ini, penulis membahas tentang usulan perbaikan untuk meminimasi *waste waiting* pada pembuatan *part head casing*. Penulis menggunakan penjadwalanuntuk meminimasi *waste waiting* dengan skema sebagai berikut :

Urutan proses

Aktivitas usulan

Waktu siklus

SMED

Gambar 1. Usulan perbaikan dengan SMED

Berdasarkan gambar 1.4 aktivitas menunggu merupakan aktivitas yang paling sering terjadi dikarenan proses pemanasan mesin *furnace* yang memakan waktu 3 jam dan menghambat proses selanjutnya. Penggunaan metode OEE digunakan untuk mengetahui efektifitas mesin *furnace/*tungku pemanas yang akan diolah menggunakan dua skema. Skema yang pertama yaitu OEE ekstisting sebelum diberikan usulan *overtime* operator. Skema yang kedua OEE usulan yang dilakukan strategi *overtime* operator agar *availability* meningkat dan tidak terjadi aktivitas menunggu. Penelitian ini dilakukan bersama tim. Dengan pembagian topik, penulis menggunakan metode *lean manufacturing* untuk meminimasi *waste waiting*, Ivan Ganika Biyantoro menggunakan metode *six sigma* untuk meminimasi *defect,* dan Muhammad Rakatama Farhan Habibie menggunakan metode *lean six sigma* untuk meminimasi *waste inventory.*

## I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, permasalahan yang akan dibahas  
dalam penelitian ini adalah:

1. Apa yang menjadi akar penyebab terjadinya *waste waiting* pada proses produksi meteran air di PT. Multi Instrumentasi?
2. Perbaikan apa yang dapat dilakukan untuk meminimasi penyebab terjadinya *waste waiting* yang terjadi pada proses produksi meteran air di PT. Multi Instrumentasi?

## I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa akar penyebab terjadinya *waste waiting* pada proses produksi meteran airdi PT. Multi Instrumentasi
2. Memberikan usulan perbaikan untuk meminimasi akar penyebab terjadinya *waste waiting* pada proses produksi meteran air di PT. Multi Instrumentasi.

## I.4 Batasan Penelitian

Pada penelitian ini penulis menetapkan batasan untuk memfokuskan pembahasan  
masalah guna kesesuaian dengan tujuan yang ingin dicapai. Batasan masalah tersebut  
ialah:

1. Data historis yang digunakan adalah pada Bulan Januari hingga Desember 2017 di PT. Multi Instrumentasi.
2. Tahapan penelitian hanya sampai pada perancangan usulan perbaikan tidak  
   sampai tahap implementasi.
3. Penelitian ini hanya dilakukan pada proses produksi pembuatan meteran air  
   di PT. Multi Instrumentasi.
4. Penelitian ini tidak memperhitungkan biaya dari usulan yang diberikan.

## I.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diaharapkan dapat memberikan manfaat bagi pihak terkait, antara lain:

1. Memberikan masukan kepada PT. Multi Instrumentasi mengenai usulan perbaikan pada proses produksi meteran air yang disebabkan oleh *waste waiting.*
2. Dapat merencanakan proses implementasi usulan yang diberikan agar dapat  
   memenuhi target produksi meteran air, sehingga dapat meningkatkan profit perusahaan.

## I.6 Sistematika Penulisan

Berikut ini adalah sistematika yang digunakan dalam penelitian:  
**BAB I Pendahuluan**

Bab ini berisi tentang latar belakang penelitian mengenai permasalahan yang terjadi dalam proses produksi tas *outdor* dengan pendekatan *lean manufacturing* guna meminimasi *waste waiting* pada PT. Multi Instrumentasi. Dalam bab ini juga dipaparkan rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup, dan sistematika yang digunakan dalam penulisan.

**BAB II Tinjauan Pustaka**

Bab ini berisikan literatur pembahasan teori-teori *Lean Manufacturing*, dan metode-metode yang digunakan dalam membuat rancangan usulan perbaikan untuk meminimasi *waste waiting.*

**BAB III Metodologi Penelitian**

Bab ini berisi penjelasan dari langkah-langkah dalam pemecahan masalah yang dilaksanakan dalam menyelesaikan penelitian sesuai dengan tujuan dari permasalahan yang diangkat.

**BAB IV Pengumpulan dan Pengelolaan Data**

Bab ini berisikan pengumpulan data yang diperlukan dalam penelitian, seperti data permintaan, data pengiriman produk, data jumlah operator, data waktu kerja, dan alur proses produksi. Data yang dikumpulkan diperoleh dari berbagai proses seperti wawancara, observasi, dan data yang dimiliki perusahaan PT. Multi Intrumentasi. Pengolahan data dilakukan sesuai metodologi pada bab III dan dianalisis untuk perancangan usulan perbaikan guna meminimasi *waste waiting.*

**BAB V Analisis**

Bab ini dijelaskan mengenai hasil analisis dari pengolahan data yang dilakukan pada bab IV dan analisis kelebihan dan kekurangan dari usulan yang telah dirancang.

**BAB VI Kesimpulan dan Saran**

Bab ini dijelaskan mengenai kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, kemudian dilakukan pemberian saran perbaikan untuk perusahaan maupun penelitian selanjutnya

# BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Permasalahan yang terjadi pada perusahaan PT Multi Instrumentasi disebabkan adanya *waste* yang mempengaruhi proses produksi sehingga target yang telah ditetapkan perusahaan belum tercapai. Untuk menyelesaikan permasalahan yang ada pada PT Multi Instrumentasi, penelitian ini menggunakan metode pendekatan *lean manufacturing. Tools* yang digunakan bertujuan untuk membantu membuat rancangan perbaikan sehingga produktivitas perusahaan meningkat. Metode-metode dan *tools* yang digunakan dalam penelitian ini akan dijelaskan pada bab ini.

### II.1 *Lean*

Lean merupakan pendekatan manajemen untuk mengurangi biaya operasional melalui memeriksa semua bentuk limbah di organisasi dari pelanggan akhir perspektif. Alat utama dalam menerapkan manufaktur Lean adalah pembuatan peta value stream (VSM) yang menggambarkan aliran setiap proses dari sudut pandang pelanggan. Setiap proses yang tidak menambah nilai dari perspektif pelanggan atau sesuatu yang pelanggan bersedia membayar untuk harus dihapus dan setiap aktivitas dikategorikan sebagai nilai tambah atau bukan nilai tambah. (Franchetti, 2015)

### II.2 Lean Manufacturing

Lean manufacturing adalah pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan sampah, yang juga dikenal sebagai kegiatan non-nilai tambah melalui yang benar teknik peningkatan terus menerus. Tiga faktor yang dievaluasi untuk pekerjaan yang dianggap sebagai nilai tambah adalah :

1. Kapasitas: Mesin, sumber daya, alat, dan karyawan yang digunakan dalam proses harus memiliki kapasitas yang diperlukan untuk menghasilkan produk akhir nilai tambah.
2. Informasi / Petunjuk: Karyawan harus tahu produk akhir mereka dan proses untuk mencapai produk akhir dengan limbah minimum atau kegiatan yang tidak bernilai tambah.
3. Bahan: Materi yang diberikan kepada pekerja harus bebas dari cacat dan bisa diolah dan dijual di pasar komoditas. Seorang pekerja harus tahu bahan baku mana yang dapat diterima atau tidak dapat diterima. (Franchetti, 2015)

### II.3 *Waste*

*Waste* umumnya terdiri dari kegiatan yang tidak perlu yang dapat dijelaskan secara kualitatif atau kuantitatif. Dalam bentuknya yang paling dasar, Lean Six Sigma (LSS) mencakup kedua pendeskripsi ini. Identifikasi sampah juga disebut belajar untuk melihat *muda*, yang merupakan bahasa Jepang tradisional istilah untuk aktivitas yang boros dan tidak menambah nilai atau tidak produktif, tidak bernilai, sepele, atau tidak berguna. (Charron, 2014). Terdapat sembilan kategori limbah, antara lain :

1. ***Overproduction***

*Overproduction* berarti membuat lebih banyak produk daripada yang dibutuhkan oleh proses selanjutnya atau pelanggan akhir. Ini juga dapat digambarkan sebagai pembuatan produk lebih awal dari yang dibutuhkan atau membuat produk dengan lebih cepat dari yang dibutuhkan.

Penyebab terjadinya *overproduction* antara lain :

1. Just-in-case logic
2. Penjadwalan tidak lengkap
3. Beban kerja tidak seimbang
4. Penyalahgunaan otomatisasi
5. Waktu penyiapan proses yang lama
6. ***Excess Inventories***

*Excess Inventories*adalah suplai yang berlebih dari *one-piece flow* melalui suatu proses manufaktur. Persediaan berlebih juga bisa merujuk pada inventaris barang yang ada.

Penyebab terjadinya *excess inventories* antara lain :

1. Perkiraan pasar yang buruk
2. Kompleksitas produk
3. Penjadwalan tidak lengkap
4. Beban kerja tidak seimbang
5. Pengiriman yang tidak dapat diandalkan atau berkualitas buruk oleh pemasok
6. Komunikasi yang salah dimengerti
7. Sistem penghargaan
8. ***Defects***

*Defects* dapat digambarkan sebagai sesuatu yang tidak dimiliki pelanggan ingin. *Defects* termasuk atribut produk atau layanan yang memerlukan pemeriksaan manual dan perbaikan atau pengerjaan ulang pada titik mana pun dalam aliran nilai. *Defects* dapat dideteksi dan diidentifikasi sebelum produk atau layanan Anda mencapai pelanggan atau pasca-konsumen dalam bentuk garansi kembali.

Penyebab terjadinya *defects* antara lain :

1. Kebutuhan pelanggan tidak dipahami
2. Praktik pembelian yang buruk atau bahan berkualitas
3. Pendidikan / pelatihan / instruksi kerja yang tidak memadai
4. Desain produk yang buruk
5. Kontrol proses yang lemah
6. Pemeliharaan terencana defisien
7. ***Extra Processing***

*Extra Processing*digambarkan sebagai upaya apa pun yang tidak menambah nilai pada produk atau layanan dari sudut pandang pelanggan. Ini adalah langkah yang mungkin tidak diperlukan.

Penyebab terjadinya *extra processing* antara lain :

1. Perubahan produk tanpa perubahan proses
2. Just-in-case logic
3. Persyaratan pelanggan yang benar tidak terkalahkan
4. Overprocessing untuk mengakomodasi downtime
5. Komunikasi yang buruk
6. Persetujuan redundan
7. Salinan tambahan / informasi yang berlebihan
8. ***Waiting***

*Waiting* disebut sebagai waktu menunggu sesuatu terjadi. Ini bisa menjadi waktu tunggu manusia, mesin, atau bahan menunggu untuk diproses. Ketika *waste* ini terjadi, pada akhirnya pelanggan yang menunggu sebagai *lead time* untuk mengakomodasi banyak kegiatan menunggu dalam proses.

Penyebab *waiting* antara lain :

1. Pemadaman bahan baku
2. Penjadwalan atau beban kerja tidak seimbang
3. Downtime yang tidak direncanakan untuk pemeliharaan
4. Tata letak peralatan atau fasilitas yang buruk
5. Waktu penyiapan proses yang lama
6. Penyalahgunaan otomatisasi
7. Masalah kualitas hulu (aliran)
8. ***Motion***

*Motion* terjadi ketika ada pergerakan orang atau informasi yang tidak menambah nilai pada produk atau layanan. Tujuan akhir dalam suatu organisasi LSS adalah menghubungkan materi, mesin, kekuatan pria, wanita, dan metode. Ketika semua tercapai, maka terjadilah aliran yang berkelanjutan.

Penyebab terjadinya *motion* antara lain :

1. Orang, material, dan efektifitas mesin
2. Metode kerja yang tidak konsisten
3. Manajemen informasi yang buruk
4. Fasilitas atau tata letak sel yang tidak menguntungkan
5. Organisasi dan tata graha tempat kerja yang buruk
6. ***Transportation***

*Transportation* adalah kegiatan yang membutuhkan pengangkutan bagian dan bahan di sekitar fasilitas. Berbeda dengan limbah gerak yang biasanya melibatkan hanya orang, sampah transportasi biasanya disediakan untuk tindakan yang melibatkan peralatan untuk memindahkan bahan atau bagian. Peralatan ini tersedia dalam banyak alat bentuk, seperti gerobak, rak bergulir, forklif, kereta golf, dan sepeda.

Penyebab terjadinya *transportation* antara lain :

1. Praktik pembelian yang buruk
2. Ukuran batch besar dan area penyimpanan
3. Tata letak fasilitas tidak memadai
4. Pemahaman terbatas dari aliran proses
5. ***Underutilized Employees***

*Underutilized employees* yang kurang dimanfaatkan juga terjadi ketika kita gagal mengenali dan memanfaatkan keterampilan mental, kreatif, inovatif, dan fisik orang-orang atau kemampuan. Hal ini hadir sampai batas tertentu di hampir setiap perusahaan, bahkan organisasi yang telah mempraktikkan perilaku lean untuk beberapa waktu.

Penyebab terjadinya *underutilized employees* antara lain :

1. Pemikiran lama, politik, dan budaya bisnis
2. Praktik perekrutan yang buruk
3. Rendah atau tidak ada investasi dalam pelatihan
4. Strategi bayaran tinggi dan berbayar rendah
5. ***Behavior***

*Behavior* adalah limbah yang dihasilkan dari interaksi manusia. Ini hadir sampai batas tertentu di semua organisasi. Ini dapat menjadi minimal dalam LSS yang sesungguhnya organisasi. Namun, itu bisa meresap dan dahsyat dalam tradisional organisasi. Limbah perilaku secara alami mengalir dari individu atau keyakinan inheren perusahaan.

### II.4 *Lean Manufacturing Tools*

Penerapan *lean manufacturing* dalam sistem produksi membutuhkan sebuah tools  
untuk membantu dalam proses pengolahan data. Beberapa tools yang sering digunakan  
dalam penerapan *lean manufacturing*:

### II.4.1 Value Stream Mapping

VSM adalah teknik lean yang digunakan untuk analisis keadaan saat ini dan menurunkan keadaan masa depan yang diinginkan untuk rangkaian proses yang menghasilkan produk atau layanan dari awal hingga sampai kepada pelanggan. VSM adalah teknik manufaktur Lean yang digunakan untuk mendokumentasikan, menganalisis, dan meningkatkan arus informasi atau aliran bahan yang diperlukan mengembangkan produk atau layanan untuk pelanggan. (Antony, 2016)

VSM terdiri dari tiga komponen utama yaitu (King & King, 2013) :

1. *Material flow* : Memperlihatkan aliran material dari bahan mentah hingga produk jadi, melalui setiap proses utama, yang kemudian diserahkan kepada pelanggan.
2. *Information flow* : Aliran dari semua informasi yang mengatur apa yang harus dibuat dan kapan itu harus dibuat. Dimulai dengan pesanan dari pelanggan, menelusuri kembali melalui semua perencanaan dan penjadwalan, dan diakhiri dengan jadwal dan kontrol ke lantai produksi.
3. *Timeline* : Menunjukkan waktu yang bernilai tambah dan membandingkannya dengan waktu yang tidak bernilai tambah. *Timeline* berada di bagian bawah VSM dalam bentuk gelombang persegi.

Simbol-simbol VSM :

Tabel 2. Simbol-simbol VSM

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Nama | Simbol | Fungsi |
| 1 | **Customer/Supplier** | customer/supplier | Ikon ini mewakili Pemasok saat berada di kiri atas, titik awal yang biasa untuk aliran material. Pelanggan diwakili ketika ditempatkan di kanan atas, titik akhir yang biasa untuk aliran material. |
| 2 | **Dedicated Process** | Dedicated Process-vsm symbol | Ikon proses khusus adalah proses, operasi, mesin atau departemen, yang melaluinya aliran material. Biasanya, untuk menghindari pemetaan berat setiap langkah pengolahan, itu mewakili satu departemen dengan jalur aliran tetap internal yang berkesinambungan. |
| 3 | **Shared Process** | value stram mapping symbol-shared process | Ikon proses bersama mewakili operasi proses, departemen atau pusat kerja yang dibagikan keluarga berbagi nilai lainnya. Perkirakan jumlah operator yang diperlukan untuk Value Stream yang dipetakan, bukan jumlah operator yang diperlukan untuk memproses semua produk. |
| 4 | **Customer/Supplier** | inventory | Ikon-ikon ini menunjukkan persediaan antara dua proses. Saat memetakan keadaan saat ini, jumlah inventaris dapat didekati dengan penghitungan cepat, dan jumlah tersebut dicatat di bawah segitiga. Jika ada lebih dari satu akumulasi inventori, gunakan ikon untuk masing-masing. |
| 5 | **Shipments** | value stream mapping-shipments | Ikon ini mewakili pergerakan bahan mentah dari pemasok ke dermaga penerima pabrik. Atau, pergerakan barang jadi dari dermaga Pengiriman / s dari pabrik ke pelanggan. |
| 6 | **Push Arrow** | push arrow | Ikon ini mewakili "dorongan" material dari satu proses ke proses selanjutnya. Dorong berarti bahwa suatu proses menghasilkan sesuatu terlepas dari kebutuhan mendesak dari proses hilir. |
| 7 | **Supermarket** | supermarket | Ini adalah inventaris 'supermarket' (stockpoint kanban) .Seperti supermarket, persediaan kecil tersedia dan satu atau lebih pelanggan hilir datang ke supermarket untuk memilih apa yang mereka butuhkan.Pusat kerja hulu kemudian mengisi kembali saham yang diperlukan. |
| 8 | **Material Pull** | kanban pull | Supermarket terhubung ke proses hilir dengan ikon "Tarik" ini yang menunjukkan pemindahan fisik. |
| 9 | **FIFO Lane** | fifo lane | Inventaris First-In-First-Out. Gunakan ikon ini ketika proses terhubung dengan sistem FIFO yang membatasi input. Sebuah roller conveyor yang terakumulasi adalah sebuah contoh. Catat inventaris semaksimal mungkin. |
| 10 | **Safety Stock** | value stream mapping safety stock symbol | Ikon ini menunjukkan inventarisasi "lindung nilai" (atau keamanan stok) terhadap masalah seperti downtime, untuk melindungi sistem terhadap fluktuasi tiba-tiba dalam pesanan pelanggan atau kegagalan sistem. Perhatikan bahwa ikon ditutup di semua sisi. Ini dimaksudkan sebagai penyimpanan sementara, bukan penyimpanan permanen; demikian; harus ada kebijakan manajemen yang dinyatakan dengan jelas tentang kapan inventaris tersebut harus digunakan. |
| 11 | **External Shipment** | truck shipment | Pengiriman dari pemasok atau pelanggan menggunakan transportasi eksternal. |
| 12 | **Production Control** | production control symbol | Kotak ini mewakili penjadwalan produksi pusat atau departemen kontrol, orang atau operasi. |
| 13 | **Manual Information** | manual information | Panah yang lurus dan tipis menunjukkan aliran informasi umum dari memo, laporan, atau percakapan. Frekuensi dan catatan lain mungkin relevan. |
| 14 | **Electronic Info** | Electronic Information   |  | | --- | |  | | Panah bergoyang ini mewakili aliran elektronik seperti pertukaran data elektronik (EDI), Internet, Intranet, LAN (jaringan area lokal), WAN (wide area network). Anda dapat menunjukkan frekuensi pertukaran informasi / data, jenis media yang digunakan ex. faks, telepon, dll. dan jenis data yang dipertukarkan. |
| 15 | **Production Kanban** | Production Kanban | Ikon ini memicu produksi sejumlah suku cadang yang ditentukan sebelumnya. Ini menandakan proses penyediaan untuk menyediakan bagian ke proses hilir. |
| 16 | **Withdrawal Kanban** | Withdrawal Kanban | Ikon ini mewakili kartu atau perangkat yang menginstruksikan handler material untuk mentransfer komponen dari supermarket ke proses penerimaan. Material handler (atau operator) pergi ke supermarket dan menarik barang-barang yang diperlukan. |
| 17 | **Signal Kanban** | signal kanban | Ikon ini digunakan setiap kali tingkat persediaan di supermarket di antara dua proses turun menjadi pemicu atau titik minimum. Ketika Segitiga Kanban tiba pada proses penyediaan, itu menandakan pergantian dan produksi ukuran batch yang telah ditentukan dari bagian yang dicatat pada Kanban. Ini juga disebut sebagai kanban "satu per-bagian". |
| 18 | **Kanban Post** | Kanban post | Lokasi di mana sinyal kanban berada untuk diambil. Sering digunakan dengan sistem dua kartu untuk pertukaran penarikan dan produksi kanban. |
| 19 | **Sequenced Pull** | sequenced Pull | Ikon ini mewakili sistem tarik yang memberikan instruksi kepada proses sub-rakitan untuk menghasilkan jenis dan kuantitas produk yang ditentukan sebelumnya, biasanya satu unit, tanpa menggunakan supermarket. |
| 20 | **Load Leveling** | Load Leveling | Ikon ini adalah alat untuk menyatukan kanban untuk menyamakan volume produksi dan mencampur selama jangka waktu tertentu |
| 21 | **MRP/ERP** | Value Stream Mapping symbol-MRP | Penjadwalan menggunakan MRP / ERP atau sistem terpusat lainnya. |
| 22 | **Go See** | go see | Mengumpulkan informasi melalui sarana visual. |
| 23 | **Verbal Information** | verbal information | Ikon ini mewakili arus informasi verbal atau pribadi. |
| 24 | **Kaizen Burst** | Kaizen Burst | Ikon-ikon ini digunakan untuk menyoroti kebutuhan perbaikan dan merencanakan lokakarya kaizen pada proses khusus yang sangat penting untuk mencapai Peta Negara Masa Depan dari aliran nilai. |
| 25 | **Operator** | Operator | Ikon ini mewakili operator. Ini menunjukkan jumlah operator yang diperlukan untuk memproses keluarga VSM di workstation tertentu. |
| 26 | **Other Stuff** | Other Stuff | Informasi bermanfaat atau berpotensi bermanfaat lainnya. |
| 27 | **Timeline** | Timeline | Garis waktu menunjukkan waktu tambahan nilai (Waktu Siklus) dan waktu menambahkan (tunggu) yang tidak bernilai. Gunakan ini untuk menghitung Lead Time dan Total Cycle Time. |

(Sumber : http://www.strategosinc.com/vsm\_symbols.htm)

### II.4.2 Process Activity Mapping (PAM)

### Process Activity Mapping atau Peta Aliran Proses adalah suatu diagram yang menunjukkan urutan-urutan dari operasi, pemeriksaan, transportasi, menunggu, dan penyimpanan yang terjadi selama satu proses atau prosedur yang sedang berlangsung. Di dalamnya memuat informasi-informasi yang diperlukan untuk analisis seperti waktu yang dibutuhkan dalam suatu proses serta jarak perpindahan yang terjadi (Iftikar Z. Sutalaksana, Ruhana Anggawisastra, 2006).

### Contoh dari pembuatan Process Activity Mapping adalah sebagai berikut:

### Melakukan pengamatan awal pada proses secara keseluruhan

### Mencatat secara rinci setiap tahapan proses mulai dari nama, aktivitas, operator, lokasi, waktu, jarak tempuh, value added activity atau non value added activity dan lain-lain.

### Membuat peta aliran proses berdasarkan data.

### Melakukan analisis perbaikan.

### Berikut merupakan kegiatan dalam process activity mapping yaitu:

### Operasi yaitu suatu kegiatan yang terjadi apabila benda kerja mengalami perubahan sifat, baik fisik maupun kimiawi. Mengambil informasi maupun memberikan informasi pada suatu keadaan. Operasi merupakan kegiatan yang paling banyak terjadi dalam suatu proses.

### Pemeriksaan merupakan kegiatan mengontrol benda kerja baik dari segi kualitas ataupun kuantitas.

### Transportasi yaitu suatu kegiatan transportasi terjadi apabila benda kerja, pekerja atau perlengkapan mengalami perpindahan tempat yang bukan merupakan bagian dari suatu operasi.

### Menunggu yaitu proses menunggu terjadi apabila benda kerja, pekerja ataupun perlengkapan tidak mengalami kegiatan apa-apa selain menunggu.

### Penyimpanan yaitu proses penyimpanan terjadi apabila benda kerja disimpan untuk jangka waktu yang cukup lama ((Iftikar Z. Sutalaksana, Ruhana Anggawisastra, 2006).

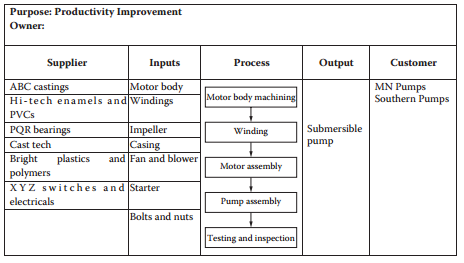
### II.4.3 Diagram SIPOC

SIPOC adalah alat perbaikan proses yang memberikan ringkasan kunci dari input dan output dari satu atau lebih proses dalam bentuk tabel. Akronim SIPOC menunjukkan pemasok, input, proses, output dan pelanggan, yang mewakili kolom-kolom pada tabel. Itu diterapkan di feld total manajemen mutu pada 1980-an dan banyak digunakan dalam Six Sigma, Lean manufacturing, dan strategi perbaikan proses bisnis lainnya. SIPOC adalah sebuah alat vital untuk mendokumentasikan proses bisnis dari awal hingga akhir. SIPOC adalah digunakan dalam fase defne dari defne-measure-analyze-improve-control (DMAIC) proses. (Antony, 2016)

Langkah – langkah pembuatan diagram SIPOC :

1. Langkah 1: Tentukan prosesnya.
2. Langkah 2: Tunjukkan awal / akhir serta ruang lingkup proses.
3. Langkah 3: Menggambarkan output dari proses.
4. Langkah 4: Tunjukkan pelanggan dari proses.
5. Langkah 5: Menggambarkan pemasok proses.
6. Langkah 6: Definisikan input proses.
7. Langkah 7: Tunjukkan langkah-langkah proses level tertinggi saat ini.

Contoh diagram SIPOC :



Gambar 2. 1 Diagram SIPOC

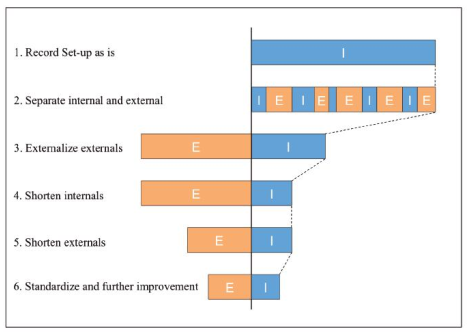
### II.4.4 SMED ( Single Minute Exchange of Dies )

Metode SMED digunakan untuk mempercepat waktu setup changeover, hasil improvement yang dicapai adalah mengurangi waktu set up changeover. Berikut merupakan prosedur SMED :

1. Bekerja secara detail

Pada langkah pertama, flm akan ditampilkan dan itu akan terjadi menentukan dependensi dan kategori umum ada. Jika tidak ada yang diangkut, itu tidak terlalu berguna menangani kategori transportasi. Dalam siklus berikut, set-up akan dianalisis dan dijelaskan langkah demi langkah. Analisis langkah kerja menjadi semakin rinci.

Langkah-langkah dan tugas akan dijelaskan, dan itu akan dilakukan ditentukan apakah itu dilakukan secara internal atau eksternal (pada awalnya ini akan sangat sering internal) dan akan diputuskan apakah langkah atau tugas bisa dilakukan secara eksternal. Setelah melakukan langkah eksternal eksternal, langkah kerja perlu dipersingkat, dimulai dengan langkah internal. Ini sesuai dengan SMED klasik prosedur metodologi.



Gambar 2. 2 Rumus SMED

Untuk analisis dan kategorisasi, waktu mulai dan waktu akhir yang relevan dari langkah kerja terdaftar. Tujuan ini waktu menjadi waktu mulai dari langkah selanjutnya secara otomatis. Komponen yang diidentifikasi ditugaskan ke yang relevan kategori. Ada kemungkinan bahwa komponen ditugaskan ke beberapa kategori, karena tidak semua kategori itu relevan dan menarik juga selalu independen. Ini terjadi terutama jika, misalnya, catatan terpisah dibuat untuk peran koneksi berulir. Ini kemudian menghasilkan tugas untuk kategori Perakitan/Disassembling dan Threads.

1. Jelaskan setiap aksi tunggal

Kali dari masing-masing kategori kemudian dijumlahkan dan diungkapkan dalam kaitannya dengan total waktu. Tergantung pada persyaratan, mungkin perlu mendeskripsikan langkah kerja hingga tingkat terperinci seperti itu untuk kesimpulan hanya daftar kata kerja yang tersisa menggambarkan setiap tindakan tunggal yang langkah proses dibuat. Pada titik tertentu, detail lebih lanjut mungkin tidak menghasilkanmanfaat tambahan, tetapi terlalu rendah tingkat perincian adalah masalah saat mengerjakan solusi.

Khususnya ketika pertama melakukan analisis semacam ini, Dari waktu ke waktu ada kecenderungan untuk memulai pekerjaan dengan sangat detail, diikuti dengan asumsi bahwa itu juga tindakan individu yang detail dan re-agregasi. Agregasi kemudian tidak lagi mencatat apa yang sebenarnya terjadi secara detail dan itu menjadi tidak mungkin untuk mencari solusi.

1. Hindari Agregasi

Tingkat agregasi tertinggi akan tercapai jika ini berkata: "Proses ini diatur dan itu berlangsung selama x jam." Ini benar, tetapi tidak lebih dari awal titik, di mana kesempatan itu terlihat membaca buku ini atau berkonsentrasi pada topik secara detail. Alasan untuk efek ini muncul adalah yang disebutkan sebelumnya Kehilangan pengawasan karena tidak jelas menangkis beberapa bidang dan kategori menggambarkan sistem sub-aspek di mana seluruh proses dapat diuraikan. (Herr, 2013)

### II.4.5 Antropometri

Antropometri adalah untuk mempelajari dan menganalisis bentuk dan ukuran tubuh manusia, dan menggunakan pengetahuan ini untuk merancang produk yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dalam hal pakaian, persyaratan pengguna harus dipenuhi sehubungan dengan penampilan dan kenyamanan, sementara pada saat yang sama memungkinkan mereka untuk melakukan tugas mereka tanpa hambatan atau batasan. Tugas menemukan pakaian yang baik untuk semua pengguna diperumit oleh fakta bahwa manusia berbeda-beda tidak hanya dalam dimensi, proporsi, dan bentuk tubuh mereka, tetapi juga dalam persepsi mereka tentang apa yang termasuk dalam 'pakaian yang baik'. atau lebih sering apa yang 'kelihatan bagus'. Desain ergonomis membutuhkan pemahaman tentang variabilitas ini dalam tubuh manusia serta preferensi manusia, dan penggabungannya ke dalam proses desain. (Gupta, 2014)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Dimensi | Keterangan | 5th | 50th | 95th |
| D1 | Tinggi tubuh | 160,85 | 169,78 | 178,72 |
| D2 | Tinggi mata | 149,12 | 158,48 | 167,84 |
| D3 | Tinggi bahu | 133,23 | 141,56 | 149,88 |
| D4 | Tinggi siku | 98,06 | 105,64 | 113,21 |
| D5 | Tinggi pinggul | 89,11 | 95,01 | 100,90 |
| D6 | Tinggi tulang ruas | 65,30 | 72,65 | 80,00 |
| D7 | Tinggi ujung jari | 62,95 | 71,35 | 79,75 |
| D8 | Tinggi dalam posisi duduk | 75,66 | 84,94 | 94,21 |
| D9 | Tinggi mata dalam posisi duduk | 65,14 | 74,38 | 83,63 |
| D10 | Tinggi bahu dalam posisi duduk | 53,21 | 62,52 | 5,66 |
| D11 | Tinggi siku dalam posisi duduk | 24,27 | 32,28 | 40,29 |
| D12 | Tebal paha | 4,43 | 19,77 | 35,10 |
| D13 | Panjang lutut | 47,94 | 53,35 | 58,75 |
| D14 | Panjang popliteal | 31,08 | 39,63 | 48,18 |
| D15 | Tinggi lutut | 46,46 | 53,51 | 60,56 |
| D16 | Tinggi popliteal | 37,59 | 43,43 | 49,27 |
| D17 | Lebar sisi bahu | 36,41 | 44,17 | 51,94 |
| D18 | Lebar bahu bagian atas | 30,51 | 37,31 | 44,10 |
| D19 | Lebar pinggul | 27,93 | 35,60 | 43,28 |
| D20 | Tebal dada | 6,28 | 22,41 | 38,52 |
| D21 | Tebal perut | 16,56 | 24,44 | 32,32 |
| D22 | Panjang lengan atas | 27,57 | 34,64 | 41,71 |
| D23 | Panjang lengan bawah | 29,57 | 45,03 | 60,48 |
| D24 | Panjang rentang tangan ke depan | 51,40 | 68,68 | 85,96 |
| D25 | Panjang bahu-genggaman tangan ke depan | 50,61 | 60,25 | 69,88 |
| D26 | Panjang kepala | 11,34 | 18,05 | 24,75 |
| D27 | Lebar kepala | 13,50 | 17,22 | 20,94 |
| D28 | Panjang tangan | 15,53 | 18,64 | 21,76 |
| D29 | Lebar tangan | 8,60 | 12,62 | 16,64 |
| D30 | Panjang kaki | 20,81 | 24,64 | 28,47 |
| D31 | Lebar kaki | 8,08 | 9,80 | 11,52 |
| D32 | Panjang rentangan tangan ke samping | 148,12 | 170,66 | 193,21 |
| D33 | Panjang rentangan siku | 75,81 | 86,59 | 97,37 |
| D34 | Tinggi genggaman tangan ke atas dalam posisi berdiri | 176,80 | 207,43 | 238,05 |
| D35 | Tinggi genggaman ke atas dalam posisi duduk | 105,80 | 127,19 | 148,57 |
| D36 | Panjang genggaman tangan ke depan | 60,83 | 73,01 | 85,19 |

### II.4.6 5WHY’S

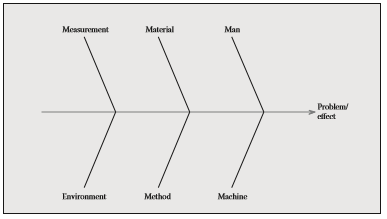
Analisis akar penyebab atau 5 analisis Whys adalah alat sederhana namun kuat untuk secara cepat mengungkap akar masalah, sehingga Anda dapat mengatasinya sekali dan untuk selamanya. Sakichi Toyoda, salah satu bapak revolusi industri Jepang, mengembangkan alat pemecahan masalah ini pada 1930-an, tetapi menjadi lebih populer pada tahun 1970-an, dan Toyota masih menggunakannya untuk memecahkan masalah-masalah yang terkait dengan kualitas dan proses saat ini. Analisis akar masalah adalah yang paling efektif ketika jawaban datang dari orang-orang yang memiliki pengalaman langsung dari proses yang sedang diperiksa. Ini sangat sederhana: ketika masalah terjadi, Anda membongkar sifat dan sumbernya dengan menanyakan 'mengapa' tidak kurang dari lima kali.

Langkah – langkah dalam penggunaan metode 5WHY’s adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi pemangku kepentingan utama yang harus dilibatkan dalam proses.
2. Tentukan masalah yang ingin Anda analisis (mis. Mengapa penjualan turun?).
3. Mengidentifikasi dan mendokumentasikan masalah atau pertanyaan dengan jelas. Identifikasi respons yang sesuai untuk pertanyaan tersebut (mis. Orang-orang tidak menyukai produk kami).
4. Tanyakan 'mengapa' Anda menerima jawaban atas pertanyaan sebelumnya (misalnya, mengapa orang tidak menyukai produk kami?).
5. Lanjutkan langkah-langkah ini sampai Anda mencapai apa yang bisa dianggap sebagai penyebab utama. Ini biasanya tidak perlu bertanya 'mengapa' lebih dari lima kali. (Antony, 2016)

### II.4.7 Fishbone Diagram

Diagram sebab dan akibat juga dikenal sebagai diagram tulang ikan atau diagram Ishikawa. Semua penyebab dikategorikan ke dalam kategori yang berbeda seperti manusia, mesin, material, metode, sistem pengukuran, dll. Berikut merupakan gambar diagram tulang ikan :



Gambar 2. Diagram tulang ikan

## II.5 Alasan Pemilihan Metode

Penggunaan pendekatan lean manufacturing agar dapat meminimasi waste yang ada. Dengan menggunakan berbagai tools, dapat mendeteksi waste yang paling dominan pada PT. Multi Instrumentasi sehingga profit perusahaan meningkat.

## II.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan  
penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji  
penelitian yang dilakukan. Dari penelitian terdahulu, penulis tidak menemukan  
penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian penulis. Namun penulis  
mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian  
pada penelitian penulis. Berikut merupakan penelitian terdahulu karya Viorina Rachminda Putri dengan judul “Usulan Perbaikan Proses Produksi Part Body Casing Meter Air Untuk Meminimasi Waste Inventory di PT. Multi Instrumentasi dengan Menggunakan Pendekatan Lean Six Sigma” dan Aditya Candradesta dengan judul “Usulan Perbaikan Untuk Meminimasi *Waste Waiting* Pada Proses Produksi *Part body casing meteran air* Instan di CV. XYZ dengan Pendekatan *Lean Manufacturing”*.

### II.6.1 Usulan Perbaikan Proses Produksi Part Body Casing Meter Air Untuk Meminimasi Waste Inventory di PT. Multi Instrumentasi dengan Menggunakan Pendekatan Lean Six Sigma ( Penelitian oleh Viorina Rachminda Putri )

PT. Multi Instrumentasi adalah sebuah perusahaan industri manufaktur yang  
memproduksi peralatan ukur yaitu Meter Air (Water Meter). Objek yang diteliti  
dalam penelitian adalah *part body casing* meter air. Dalam proses produksi *part  
body casing*, ditemukan *waste waiting* yang mempengaruhi *product delivery*.  
Dalam meminimasi *waste waiting* digunakan metode *lean six sigma.* Langkah yang  
perlu dilakukan dalam metode ini yaitu dengan tahap *define, measure, analyze,* dan  
*improve* pada DMAIC serta menggunakan tools pada *lean* untuk melakukan  
perbaikan proses produksi *part body casing* meter air. Tahap *define,* dilakukan  
penggambaran diagram SIPOC dan VSM untuk mengidentifikasi dan  
mendefinisikan masalah yang terjadi. Tahap *measure,* dilakukan penentuan CTD  
dan penentuan KPI pada *waste waiting.* Tahap *analyze,* dilakukan analisis akar  
penyebab *waste waiting.* Kemudian tahap akhir yaitu tahap *improve,* dilakukan  
usulan perbaikan dari akar permasalahan pada tahap sebelumnya yang bertujuan  
untuk meminimasi *cycle time.*

Berdasarkan hasil pada tahap *define, waste* yang akan diminimasi adalah *waste  
waiting* dalam proses produksi *part body casing* meter air. Pada tahap *measure*didapatkan nilai OEE sebesar 38.10% dengan *equipment failure* sebagai kerugian  
terbesar dalam proses produksi. Pada tahap *analyze* diketahui akar penyebab  
masalah *waste waiting* adalah kerusakan pada *spare part, administrative delay,*pencatatan kerusakan mesin yang tidak maksimal, dan jumlah karyawan  
*maintenance* terbatas. Pada tahap *improve* terdapat beberapa usulan yang diberikan  
dalam meminimasi *waste waiting* diantaranya adalah analisis mengenai kerusakan  
mesin menggunakan perhitungan *software pareto*, merancang system andon,  
melakukan pencatatan kerusakan mesin secara lebih maksimal dan detail, dan  
mengimplementasikan *autonomous maintenance*.

### II.6.2 Usulan Perbaikan Proses Produksi Part Body Casing Meter Air Untuk Meminimasi Waste Inventory di PT. Multi Instrumentasi dengan Menggunakan Pendekatan Lean Six Sigma ( Penelitian oleh Aditya Candradesta )

CV. XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang industri pakaian.  
Penelitian ini berfokus pada proses produksi *part body casing meteran air* instan. Berdasarkan data perusahaan, CV. XYZ tidak mampu memenuhi permintaan pelanggan dengan tepat waktu sehingga adanya keterlambatan pengiriman produk *part body casing meteran air* instan pada periode tahun 2017. Pada proses produksinya terdapat aktivitas yang tidak bernilai tambah, yaitu *testing* jahitan, memperbaiki mesin jahit, dan menunggu *part body casing meteran air* jadi untuk diinspeksi yang termasuk dalam waktu menunggu (*waste waiting*). Berdasarkan permasalahan yang terjadi, diperlukan rancangan perbaikan untuk menimimasi *waste waiting* yang terjadi menggunakan pendekatan *lean manufacturing*. Tahap awal dalam penelitian ini adalah pemetaan dan identifikasi pada V*alue Stream Mapping* (VSM) dan *Process Activity Mapping* (PAM). Tahap selanjutnya yaitu mengidentifikasi akar penyebab *waste waiting* menggunakan *tools lean manufacturing*, yaitu *Fishbone Diagram* dan 5 *Why’s*. Tahap terakhir adalah analisis 5W1H untuk penjabaran permasalahan yang ditemukan secara detail dan menentukan rancangan usulan perbaikan. Hasil yang didapatkan dari rancangan usulan perbaikan yaitu penyeimbangan lini dengan metode Helgeson-Birinie dan pemberian pelatihan serta sertifikasi menjahit untuk meminimasi *waste waiting*. Dari usulan rancangan perbaikan yang dibuat, didapatkan *lead time* sebesar 1837.22 detik dengan aktivitas bernilai tambah sebesar 1096.66 detik.

**II.7 Pengujian Data**

**II.7.1 Uji Keseragaman Data**

Uji keseragaman data dilakukan agar waktu yang didapatkan seragam dan masih berada diantara batas kewajaran (Sutalaksana, Anggawisastra, & Tjakraatmadja, 2006). Langkah – langkah dalam melakukan uji keseragaman data adalah sebagai berikut:

1. Mengelompokkan data yang diperoleh kedalam subgrup

2. Menghitung rata – rata dari harga rata – rata subgrup dengan rumus:



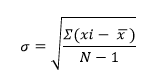
Keterangan:

x̅̅̅̅ = rata-rata dari keseluruhan grup

x̅̅̅̅ i = rata-rata subgrup ke-i

n = banyaknya subgrup yang terbentuk

3. Menghitung standar deviasi sebenenarnya dari harga rata-rata subgrup dengan rumus:



Keterangan:

xi = data waktu yang telah dilakukan

N = banyaknya jumlah waktu yang didapatkan

1. Menghitung standar deviasi dari distribusi harga rata – rata subgrup dengan rumus:



Keterangan:

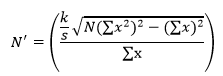
n = besarnya subgrup

1. Menentukan batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB) dengan rumus:



**II.7.2 Uji Kecukupan Data**

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui jumlah pengamatan waktu yang dilakukan sudah memenuhi syarat atau belum memenuhi syarat. Menurut (Iftikar Z. Sutalaksana, Ruhana Anggawisastra, 2006) untuk melakukan uji kecukupan data dapat menggunakan rumus:



Keterangan:

N’ = jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan

s = tingkat ketelitian

k = konstanta x = waktu pengamatan

N = jumlah pengamatan yang telah dilakukan

Nilai k ditentukan dengan ketentuan:

a. Jika tingkat kepercayaan 95% < 1-α ≤ 99%, maka nilai k = 3

b. Jika tingkat kepercayaan 68% < 1-α ≤ 95%, maka nilai k = 2

c. Jika tingkat kepercayaan ≤ 68%, maka nilai k = 1 Jika N‟ lebih besar dari N, diperlukan pengukuran waktu lagi sebanyak N‟-N dan kemudian lakukan lagi uji kecukupan data. Jika N‟ lebih kecil dari N, maka data sudah cukup.

# BAB III METODE PENELITIAN

Pada tahap ini berisikan pembahasan tahap penelitian sebagai tahap sistematik dan terstruktur yang digunakan untuk menghasilkan output sesuai dengan tujuan penelitian.

## III.1 Model Konseptual

Untuk menghasilkan output yang sesuai dengan tujuan penelitian diperlukan suatu model konseptual yang berfungsi untuk menjabarkan konsep pemecahan masalah secara terstruktur. Model konseptual yang menjabarkan tahapan yang dilalui dapat dilihat pada gambar 3.1.

Data ketidaktercapaian permintaan

**Urutan proses produksi**

**Waktu siklus produksi**

*Current State Mapping*

*Value Stream Mapping*

*Process Activity Mapping*

*Waste Waiting*

*Fishbone Diagram*

*5 Why’s*

*Current State Mapping*

*Value Stream Mapping*

*Process Activity Mapping*

Pengadaan mesin

*Usulan perbaikan untuk meminimasi Waste*

SMED

Pengumpulan data

Pengolahan data

Usulan Perbaikan

Gambar 3. Model konseptual

Gambar 3.1 adalah model konseptual yang digunakan dalam penelitian yang bertujuan untuk meminimasi waste pada proses pembuatan part *head casing* meteran air pada PT. Multi Instrumentasi. Pada gambar tersebut dapat diketahui bahwa data yang digunakan dalam penelitian yaitu data ketidaktercapaian produksi, waktu siklus proses, urutan proses produksi serta.

Tahapan pertama yang dilakukan adalah memetakan *Current State Mapping* yang berisikan *Value Stream Mapping (VSM)* serta *Process Activity Mapping (PAM*). *Value Stream Mapping* merupakan metode untuk menjelaskan aliran material dan informasi didalam suatu proses produksi. Hasil dari Value Stream Mapping menjadi dasar untuk pembuatan Process Activity Mapping. Process Activity Mapping merupakan urutan operasi, pemeriksaan, transportasi, menunggu dan penyimpanan yang terjadi selama proses produksi berlangsung. Hasil dari Value Stream Mapping dan Process Activity Mapping dapat dijadikan dasar untuk mengidentifikasi waste dominan yang terjadi. Identifikasi waste berupa pendukung dari hasil wawancara dengan operator serta pengamatan langsung di lapangan. Dengan menggunakan data masukan yang telah diuraikan sebelumnya dapat diduga bahwa salah satu waste yang tertinggi yaitu waste waiting. Untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor dominan yang menyebabkan waste waiting dapat menggunakan tools lean yaitu fishbone diagram dan 5 Why’s.

Dari hasil analisis faktor–faktor dominan yang menyebabkan waste waiting pada produk *part body casing meteran air* instan akan dibuat rancangan usulan untuk meminimasi waste waiting dengan menggunakan tools lean manufacturing yaitu, 5W1H, dan Penyeimbangan Lini.

Hasil perancangan usulan tersebut dapat dibuat pemetaan kondisi perbaikan yang digambarkan melalui Value Stream Mapping serta Process Activity Mapping future state untuk membandingkan jumlah waktu siklus dan penambahan nilai pada kondisi yang telah diberikan perbaikan dengan kondisi awal.

## III.2 Sistem Pemecahan Masalah

Sistematika pemecahan masalah menggambarkan alur penelitian dengan berpikir secara sistematis yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada CV. XYZ untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan. Sistematika pemecahan masalah dapat dilihat pada Gambar III.2.

**Pengumpulan Data**

Identifikasi masalah

Pengembangan Current State Mapping

1. *Value Stream Mapping (*VSM)
2. Process Activity Mapping (PAM)

Data ketidaktercapaian target produksi

Waktu siklus, jumlah operator, mesin, dan alat

Urutan proses produksi

Identifikasi *Waste*

Waktu siklus

Diagram SIPOC

**Supplier, bahan baku, urutan proses produksi**

**Uji kenormalan, keseragaman, dan kecukupan data**

Perhitungan takt time

Waktu siklus

Data permintaan 2018

Identifikasi akar penyebab

*Fishbone* diagram

*5 Why’s*

Rancangan untuk meminimasi waste waiting : *Line balancing*

Penggambaran *Future State Mapping :*

1. *Value Stream Mapping*
2. *Process Activity Mapping*

Analisis kelebihan dan kekurangan usulan perbaikan untuk meminimasi waste waiting

Analisis perbandingan *Current* dan *Future State Mapping*

Rancangan perbaikan yang direkomendasikan

**Pengolahan Data**

**Usulan**

# 

Gambar 3. Sistem pemecahan masalah

### III.2.1 Tahap Pendahuluan

1. Identifikasi Masalah

Tahap awal pada penelitian ini adalah mengidentifikasikan masalah yang terdapat pada PT. Multi Instrumentasi dengan mencari ketidaktercapaian produksi yang didapatkan dari selisih data target dan aktual produksi.

2. Pembuatan Current State Mapping

a. Value Stream Mapping

Value Stream Mapping yang dibuat merupakan penggambaran proses produksi eksisiting yang terjadi di perusahaan. Dalam membuat Value Stream Mapping, langkah pertama yaitu melakukan peninjauan di setiap aktivitas proses produksi. Current state mapping digunakan untuk memahami proses produksi saat ini untuk mengidentifikasi apa saja yang perlu ditinjau untuk meningkatkan kinerja. Setelah itu, mengidentifikasi proses produksi saat ini apakah terdapat waste pada aktivitas.

b. Process Activity Mapping

Process Acrivity Mapping dibuat untuk mengetahui kondisi proses produksi dengan aktivitas kerja yang mendetail. Selain itu PAM dapat mengetahui aktivitas kerja yang memungkinkan terdapat waste dan jumlah aktivitas non value added. Dalam pembuatan PAM, langkah pertama yaitu melakukan pengamatan proses produksi secara keseluruhan. Setelah itu fokus pada proses produksi yang akan diteliti. Lalu mencatat aktivitas secara rinci pada setiap tahapan proses yang meliputi aktivitas produksi secara keseluruhan, jumlah mesin, jumlah operator, waktu penyeselesaian tiap aktivitas, dan lain-lain.

3. Identifikasi Waste

Tahap ini mengidentifikasi waste yang terjadi dengan cara mengelompokkan aktivitas non value added yang telah diperoleh dari PAM yang terdapat di lantai sebagai aktivitas waste.

### III.2.2 Tahap Pengolahan Data

1. Peta Proses Operasi

Peta proses operasi bertujuan untuk menggambarkan langkah-langkah operasi dan pemeriksaan yang dialami di setiap urutannya dari mulai bahan baku hingga produk jadi atau setengah jadi. Pada peta proses operasi terdapat waktu siklus yaitu waktu yang diperlukan untuk memproduksi satu unit produk pada suatu stasiun kerja.

2. Diagram SIPOC

Diagram SIPOC digunakan untuk mengidentifikasi supplier, input, process, output dan customer yang terdapat di lantai produksi. Dari pembuatan diagram SIPOC bisa terlihat urutan proses produksi dari mulai bahan baku hingga sampai ke supplier.

3. Pengukuran Waktu

Pengukuran waktu yang dilakukan di lantai produksi dilakukan menggunakan stopwatch berupa waktu siklus dan dilakukan uji kenormalan yaitu untuk menguji apakah sample data waktu yang telah didapatkan sudah mempresentasikan dengan waktu populasinya, uji keseragaman data yaitu untuk mengetahui data yang telah diperoleh dari hasil pengamatan berada dalam batas kendali dan uji kecukupan data yaitu untuk memperlihatkan jumlah sample data sudah memenuhi syarat.

4. Perhitungan Takt Time

Takt Time merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan dalam rangka untuk memenuhi permintaan pelanggan atau dimana suatu perusahaan memproduksi produk untuk memenuhi permintaan pelanggan. Sebelum menghitung takt time dibutuhkan beberapa data yaitu permintaan customer, jumlah hari kerja data permintaan per hari.

5. Identifikasi Akar Penyebab

Pada tahap ini dilakukan identifikasi untuk mengetahui akar penyebab terjadinya waste waiting pada proses produksi *part body casing* meteran air menggunakan fishbone diagram dan 5 whys. Fishbone dilakukan dengan memetakan permasalahan waste waiting yang terjadi pada workstation yang terdapat masalah dengan melakukan brainstorming untuk mengetahui penyebab dari permasalahan, mengelompokkan penyebab (man, material, machine, method, money, environment), menggambar fishbone diagram dan memerikasan kembali informasi dan melakukan analisis untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah. Setelah didapatkan faktor penyebab terjadinya waste waiting. Pembobotan dilakukan berdasarkan waktu menunggu yang terjadi serta frekuensinya, dari pembobotan ini nantinya akan diambil faktor dominan penyebab waste waiting yang akan dieliminasi. Sedangkan, 5 Why’s dilakukan untuk menemukan akar penyebab masalah waste waiting yang tejadi dengan mengulang-ulang pertanyaan “mengapa‟ hingga 5 kali, sampai ditemukan akar penyebab masalah yang dapat diperbaiki.

6. Rancangan untuk meminimasi Waste Waiting

Pada tahap ini yaitu melakukan rancangan usulan perbaikan untuk meminimasi waste waiting pada proses produksi *part body casing* meteran air yaitu dengan menggunakan 5W1H dan Penyeimbangan Lini.

7. Penggambaran Future State Mapping

Tahap ini untuk melakukan pemetaan kondisi usulan yaitu Value Stream Mapping (VSM) serta Process Activity Mapping (PAM) future state untuk mengetahui gambaran kondisi usulan yang ingin dicapai pada proses produksi.

### III.2.3 Tahap Analisis

1. Analisis Kelebihan dan Kekurangan Rancangan Usulan Perbaikan

Berdasarkan usulan yang telah didapatkan dari rancangan untuk meminimasi waste waiting menggunakan pendekatan Lean Manfacturing, lalu membuat kelebihan dan kekurangan dari analisis yang telah dibuat yang bertujuan untuk melihat keunggulan dan kelemahan rancangan usulan jika diterapkan di lantai produksi.

2. Analisis Perbandingan Current State dan Future State Mapping

Pada tahap ini dilakukan perbandingan lead time, value-added acitivity time, non-value added activity time, serta necessary non-value added activity time dari kondisi eksisting (current state) dan kondisi usulan (future state).

### III.2.4 Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir yang dilakukan adalah tahap kesimpulan dan saran. Kesimpulan berisi hasil pengolahan usulan untuk permasalahan yang terjadi pada pembuatan *part head casing* meteran air. Saran berisikan rekomendasi dari penulis berupa hal yang bermanfaat untuk perusahaan dan penelitian selanjutnya.

# 

# BAB IV

# PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

# IV.1 Pengumpulan Data

# Data yang diamati pada penelitian ini berupa data yang diperoleh langsung dari perusahaan, seperti data jumlah operator, data demand, data realisasi produksi, data waktu siklus setiap *workstation*, dan *downtime* mesin.

# IV.1.1 Objek Penelitian

# Penelitian ini difokuskan pada salah satu proses produksi part *head casing* dari produk meteran air.

# *Head casing* tipe LF-1

# *Head casing* tipe LF-2

# Dalam proses produksi part head casing terdapat beberapa workstation, diantaranya pencetakan, peleburan, *furnace*, pemotongan, *shotblast*, penghalusan 1, *machining*, inspeksi, dan penghalusan 2.

# IV.1.2 *Lay Out* Fasilitas PT Multi Instrumentasi

# 

# Keterangan :

# Mesin Lebur ( 3 buah )

# Mesin *core* ( 2 buah )

# Meja penyimpanan hasil *core* inti

# Meja penyimpanan percetakan produk

# Mesin cetakan *core*

# Stasiun kerja pendingin produk

# Stasiun kerja penyimpanan produk hasil cetakan

# Mesin *shotblast*

# Mesin gerinda

# Stasiun kerja pengecekan kebocoran awal

# Mesin las

# Meja pengelasan

# Stasiun kerja *powder coating*

# Mesin bubut *body casing* ( 2 buah )

# Mesin bubut *head casing*

# Mesin bor *body casing*

# Mesin bor *head casing*

# Stasiun kerja tes kebocoran akhir

# *Quality control* dan pengepakan

# *Warehouse*

# IV.1.3 Diagram SIPOC

# Pembuatan diagram SIPOC digunakan untuk menunjukkan pemetaan aliran proses produksi mulai dari supplier, input, process, output dan customer pemesan produk. Tabel IV.1 berikut merupakan diagram SIPOC untuk proses produksi head casing mulai dari supplier hingga customer.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Diagram SIPOC | | | | |
| Supplier | Input | Process | Output | Customer |
| Kopkar MKM/PT. Karilla Berkah dan dari rongsokan | Ingot, kuningan, dan pasir | Inspeksi  Pelubangan  Machining  Penghalusan  Shotblast  Pemotongan  Molding  Persiapan  Furnace  Core | Head Casing | Divisi Assembly |

# Berikut merupakan penjelasan dari diagram diatas:

# *Supplier* : Merupakan produsen penyedia bahan baku dalam pembuatan *head casing*. Bahan baku pembuatan *head casing* adalah kuningan. Kopkar MKM/PT. Karilla menyediakan kuningan batangan yang juga disebut ingot. Sedangkan dari rongsokan berupa jam tangan bekas, dinamo bekas, mur, baut, dll akan dipilah-pilah yang berbahan kuningan.

# *Input* : Bahan baku dalam pembuatan *head casing* adalah kuningan yang nantinya akan dilebur menjadi kuningan cair.

# *Process* : Proses produksi *head casing* meliputi 8 tahapan proses, yaitu :

# Persiapan

# Proses pertama dalam pembuatan meteran air adalah mempersiapkan seluruh material. Material dalam pembuatan *head casing* antara lain resin untuk menguatkan material, pasir silika sebagai pembuat cetakan meteran air, oli untuk bahan bakar, dan kuningan sebagai bahan baku utama meteran air. Proses persiapan terdiri dari pengayakan pasir silika agar halus dan melakukan pemilahan kuningan yang berasal dari rongsokan.

# *Core*

# Proses pencetakan *head casing* menggunakan cetakan pasir. Pasir dipadatkan menggunakan mesin *press* yang berbentuk *head casing*. Proses pencetakan dilakukan oleh seorang operator. Kelebihan dari penggunaan cetakan pasir adalah dapat membuat produk dengan kerumitan yang tinggi dan akurasi hasil cetakan yang baik. Sedangkan kelemahan dari cetakan pasir adalah hanya dapat sekali pakai/setelah digunakan untuk mencetak, cetakan pasir akan hancur dan tidak bisa digunakan.

# *Furnace*

# Proses pemanasan tungku pemanas bahan baku pembuatan *head casing* yaitu kuningan. Kuningan tersebut berupa batangan/ingot dan juga kuningan yang berasal dari rongsokan yang kemudian dilebur menggunakan tungku pemanas menjadi cairan kuningan. Karena belum menggunakan mesin, proses pemanasan tungku memakan banyak waktu yaitu sekitar 3 jam. Hal tersebut dapat menghambat proses selanjutnya. Hal tersebut nantinya akan dilakukan usulan perbaikan *waste waiting* dalam proses pemanasan tungku.

# *Molding*

# Proses *molding* adalah proses pencetakan kuningan cair pada cetakan *head casing.* Cairan kuningan tersebut akan mengeras setelah pencetakan dimesin *molding.*

# Pemotongan

# Proses pemotongan bagian yang tidak diperlukan pada *head casing.* Saat proses *molding* terdapat beberapa bagian sisa kuningan padat yang tidak diperlukan dan dirapikan sehingga terbentuk part *head casing* secara sempurna.

# *Shot blast*

# Proses *shot blast* yaitu pembersihan *head casing* menggunakan pasir silika. Part *head casing* dimasukkan ke mesin shot blast kemudian mesin *shot blast* akan berputar dan disaat yang bersamaan ditembakkan pasir silika agar merapikan permukaan *head casing.*

# Penghalusan

# Penghalusan permukaan *head casing* menggunakan mesin gerinda agar permukaan *head casing* menjadi halus.

# *Machining*

# Proses pembuatan ulir pada sisi *head casing* supaya dapat dipasang dengan part *body casing.* Permasalahan yang terjadi pada proses *machining* adalah terjadi aktivitas menunggu *setting tools* pada mesin bubut saat pergantian antara *head casing* tipe LF-1 dan LF-2.

# Pelubangan

# Proses pelubangan *head casing* agar dapat dilakukan proses *assembly* dengan *inner* dan *body casing*.

# Inspeksi

# Proses pengecekan part *head casing* sesuai standar yang diberikan berupa cek kebocoran, ukuran, dan lain sebagainya.

# IV.1.4 Data Pengamatan Waktu Siklus

# Pengamatan waktu siklus dilakukan dengan observasi secara langsung menggunakan *stopwatch* dimulai dari Bulan November 2018 hingga Februari 2019. Tabel IV.2 berikut merupakan data waktu siklus proses produksi *part head casing*.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Area** | **Aktivitas** | **Waktu Siklus (s)** |
|
| Gudang bahan baku | Memeriksa kuningan | 687,49 |
| Memindahkan kuningan ke area *furnace* | 431,5 |
| Memenuhi pasir ke tempat pasir | 204,84 |
| Pengayakan pasir silika | 684,31 |
| Memindahkan pasir silika ke area pembuatan *core* | 506,7 |
| Memeriksa resin | 87,72 |
| Memindahkan resin ke area *core* | 482,4 |
| Area *core* *head casing* | Menyalakan alat cetak | 2,13 |
| Memasukkan pasir silika pada cetakan | 6,73 |
| Memanaskan pasir silika | 20,18 |
| Mengeluarkan cetakan pasir pada cetakan | 2,83 |
| Memindahkan cetakan pasir ke area *molding head casing* | 31,6 |
| Area *core* *body casing* | Menyalakan alat cetak | 2,15 |
| Memasukkan pasir silika pada cetakan | 6,85 |
| Memanaskan pasir silika | 25,74 |
| Mengeluarkan cetakan pasir pada cetakan | 3,12 |
| Memindahkan cetakan pasir ke area *molding body casing* | 32,7 |
| Area *furnace head casing* | Memasukkan bahan bakar ( oli ) kedalam tungku | 27,31 |
| Menyalakan api pada tungku | 3,72 |
| Menunggu pemanasan bahan bakar | 3618,67 |
| Memasukkan kuningan pada tungku | 11,34 |
| Peleburan bahan baku pembuatan *head casing* ( kuningan ) | 7235,45 |
| Memindahkan cairan kuninganke area *molding* | 27,5 |
| Area *furnace body casing* | Menyalakan mesin induksi | 10,35 |
| Memasukkan kuningan pada mesin induksi | 5,43 |
| Proses peleburan kuningan | 1830,35 |
| Memindahkan *body casing* ke area *molding* | 32,7 |
| Area *molding head casing* | Memasukkan kuningan cair pada cetakan pasir | 3,14 |
| Proses *molding* kuningan cair menjadi *head casing* | 4,29 |
| Mengeluarkan *head casing* | 2,17 |
| Memindahkan *head casing* ke area pemotongan | 58,9 |
| Area *molding body casing* | Memasukkan kuningan cair pada cetakan pasir | 3,73 |
| Proses *molding* kuningan cair menjadi *head casing* | 4,84 |
| Mengeluarkan *head casing* | 2,38 |
| Memindahkan *head casing* ke area pemotongan | 62,1 |
| Area pemotongan *head casing* | Mengambil *head casing* | 5,8 |
| Pemotongan sisa cetakan *head casing* | 8,56 |
| Memindahkan head casing ke area *shotblast* | 45,7 |
| Area pemotongan 1 *body casing* | Mengambil *body casing* | 6,8 |
| Pemotongan sisa cetakan *head casing* bagian sisi | 9,78 |
| Memindahkan head casing ke area pemotongan 2 | 47,9 |
| Area pemotongan 2 *body casing* | Mengambil *body casing* | 6,1 |
| Pemotongan sisa cetakan *head casing* bagian tengah | 7,17 |
| Memindahkan *body* *casing* ke area *shotblast* | 45,7 |
| Area *shotblast body* dan *head casing* | Memasukkan *head casing* ke mesin *shotblast* | 3,45 |
| Pembersihan permukaan *head casing* | 306,91 |
| Memindahkan *head casing* dan *body casing* ke area penghalusan | 67,8 |
| Area penghalusan *head casing* | Memasukkan *head casing* ke mesin gerinda | 4,93 |
| Proses penghalusan *head casing* | 478,53 |
| Memindahkan *head casing* ke area *machining* | 36,8 |
| Area penghalusan *body casing* | Memasukkan *body casing* ke mesin gerinda | 5,12 |
| Proses penghalusan *body casing* | 487,35 |
| Memindahkan *body casing* ke area *machining* | 38,6 |
| Area pengecatan | Meletakkan part pada meja kerja pengecatan | 27,74 |
| Menyemprotkan serbuk cat pada part | 13,64 |
| Mengeringkan cat | 68,96 |
| Memindahkan part pada area *machining* | 75,16 |
| Area *machining head casing* | Meletakkan *head casing* tipe LF-2 pada meja kerja | 60,12 |
| Menuju lemari penyimpanan mengambil *tools* | 40,02 |
| Kembali ke mesin bubut untuk *set up* mesin | 40,02 |
| Meletakkan *tools* di meja kerja | 4,98 |
| Mengambil *tools* dan pembongkaran *dies* | 274,98 |
| Meletakkan *tools* dan *dies* yang dibongkar di sisi mesin bubut | 34,98 |
| Menuju lemari penyimpanan mengambil *dies* baru | 40,02 |
| Mencari *dies* baru di lemari penyimpanan | 112,02 |
| Kembali ke mesin bubut untuk memasang *dies* baru | 79,98 |
| Mengambil *tools* dan memasang *dies* baru | 344,99 |
| Mengembalikan *dies* lama ke lemari penyimpanan | 40,02 |
| Meletakkan *dies* lama yang telah dibongkar pada lemari penyimpanan | 44,99 |
| Menuju mesin bubut untuk uji coba mesin | 40,02 |
| Pasang h*ead casing* uji coba pada dudukan mesin bubut | 16,02 |
| *Setting* posisi *tools* dan *dies* | 115,02 |
| Proses uji coba mesin | 19,98 |
| Mengambil *head casing* uji coba dari *chuck* | 4,98 |
| Mengecek *head casing* uji cobamenggunakan *vernier caliper* | 24,13 |
| Memasang *head casing* uji coba | 16,02 |
| *Setting* posisi *tools dan dies* | 115,02 |
| Proses uji coba mesin | 19,98 |
| Mengambil *head casing* uji coba dari *chuck* | 4,98 |
| Mengecek *head casing* uji coba dengan *vernier caliper* | 24,13 |
| Proses pembuatan ulir *head casing* tipe yang berbeda | 19,98 |
| Memindahkan *head casing* ke area pelubangan | 66,3 |
| Area *machining body casing* | Memasukkan *head casing* ke mesin bubut | 4,78 |
| Proses pembuatan ulir | 25,41 |
| Memindahkan *head casing* ke area pelubangan | 66,3 |
| Area pelubangan *head casing* | Mengarahkan *head casing* pada bor | 3,89 |
| Proses pengeboran *head casing* | 45,73 |
| Memindahkan *head casing* ke area inspeksi | 43,2 |
| Area pelubangan *body casing* | Mengarahkan *head casing* pada bor | 3,98 |
| Proses pengeboran *head casing* | 45,37 |
| Memindahkan *head casing* ke area inspeksi | 42,3 |
| Area inspeksi *head casing* | Mengambil *head casing* | 5,8 |
| Memeriksa *head casing* | 173,84 |
| Memindahkan *head casing* ke area *assembly* | 46,8 |
| Area inspeksi *body casing* | Mengambil *body casing* | 6,7 |
| Memeriksa *body casing* | 173,48 |
| Memindahkan *head casing* ke area *assembly* | 46,8 |
| Area pembuatan angka *inner* | Mengambil plastik angka *inner* | 5,9 |
| Pengecatan angka *inner* | 183,14 |
| Memindahkan angka *inner* ke area *assembly inner* | 25,3 |
| Area *assembly inner* | Mengambil angka *inner* | 2,58 |
| Memasang angka *inner* | 212,01 |
| Memindahkan angka *inner* pada area inspeksi *inner* | 28,7 |
| Area inspeksi *inner* | Mengambil *inner* | 6,3 |
| Proses inspeksi *inner* | 178,12 |
| Memindahkan *inner* ke area *assembly* meteran air | 276,5 |
| Area *assembly* meteran air | Mengambil *head casing* | 7,6 |
| Mengambil *body casing* | 4,3 |
| Mengambil *inner* | 2,9 |
| Proses *assembly* | 67,24 |
| Memindahkan meteran air ke area uji kebocoran 1 | 57,8 |
| Area uji kebocoran 1 | Mengambil meteran air | 4,7 |
| Memasang meteran air pada pipa uji kebocoran | 6,33 |
| Menguji kebocoran | 157,88 |
| Memindahkan meteran air ke area uji kebocoran 2 | 34,4 |
| Area uji kebocoran 2 | Mengambil meteran air | 4,7 |
| Memasang meteran air pada pipa uji kebocoran | 6,33 |
| Menguji kebocoran | 158,76 |
| Memindahkan meteran air ke area uji kebocoran 2 | 36,8 |
| Area uji kebocoran 3 | Mengambil meteran air | 4,7 |
| Memasang meteran air pada pipa uji kebocoran | 6,76 |
| Menguji kebocoran | 161,68 |
| Memindahkan meteran air ke area packing | 78,5 |
| Area *Packing* | Mengambil meteran air | 6,4 |
| Memberikan label (kode produksi dan perusahaan) | 63,55 |
| Mengambil meteran air | 5,4 |
| Memasukkan meteran air ke *box* | 2,36 |
| Menyegel *box* | 7,98 |

# IV.2 Pengolahan Data

# IV.2.1 Pengolahan Waktu

# Pengamatan dan pengambilan data pada proses produksi *part head casing* dilakukan sebanyak 30 kali dengan menggunakan *stopwatch*. Pengamatan dilakukan dari mulai Bulan November 2018 hingga Februari 2019 di lantai produksi PT. Multi Instrumentasi.

# IV.2.2 Uji Keseragaman Data

# Uji keseragaman data dilakukan untuk mengetahui data yang telah diperoleh dari hasil pengamatan berada dalam batas kendali. Langkah-langkah yang dilakukan dalam uji keseragaman data adalah sebagai berikut:

# 1) Membagi data waktu pengamatan menjadi beberapa subgrup. Jumlah subgrup ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

# Jumlah subgrup (n) = 1 + 3.3 log N

# = 1 + 3.3 log 10

# = 4,3 ≈ 5

# 2) Menghitung rata-rata dari setiap subgrup. Tabel IV.3 berikut menunjukkan pembagian subgrup dan hasil rata-rata dari setiap subgrup pada aktivitas meyiapkan benang, aksesoris, dan kain pada area persiapan.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Subgrup | Xi | Waktu (detik) | X bar |
| 1 | 1 | 687,49 | 686,805 |
| 2 | 686,12 |
| 2 | 3 | 686,5 | 686,375 |
| 4 | 686,25 |
| 3 | 5 | 687,32 | 687,31 |
| 6 | 687,3 |
| 4 | 7 | 686,12 | 686,655 |
| 8 | 687,19 |
| 5 | 9 | 687,01 | 687,07 |
| 10 | 687,13 |

# 3) Menghitung rata-rata dari semua subgrup.

# =

# Keterangan :

# = rata-rata dari keseluruhan grup

# i = rata-rata subgrup ke-i

# n = banyaknya subgrup

# Sehingga perhitungan untuk mencari rata-rata dari subgrup adalah :

# = = 686,843

# 4) Menghitung standar deviasi.

# 𝜎 =

# Keterangan :

# N = jumlah sampel

# Sehingga perhitungan standar deviasi pada aktivitas menyiapkan benang, aksesoris dan kain adalah :

# 𝜎 =

# =

# = 0,537

# 5) Menghitung standar deviasi rata-rata subgrup

# 𝜎x = = = 0,24

# 6) Menghitung Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB).

# BKA = x̅ + 3σx = 686,843 + 3(0,537) = 687,564

# BKB = x̅ - 3σx = 686,843 - 3(0,537) = 686,122

# Berdasarkan perhitungan diatas didapat nilai rata-rata 5 subgrup adalah 686,122 dan nilai batas kontrol atas sebesar 687,918 dan nilai batas kontrol bawah sebesar 687,564. Hal ini mengindikasikan bahwa data berada dalam rentang batas kontrol dan data dapat dinyatakan seragam. Pengukuran uji keseragaman data secara lengkap dapat dilihat pada lampiran A.

# IV.2.3 Uji Kecukupan Data

# Uji kecukupan data adalah salah satu perhitungan untuk mengetahui apakah data yang telah diambil sudah cukup mewakili jumlah populasi yang dibuat atau belum. Langkah-langkah yang dilakukan dalam uji keseragaman data adalah sebagai berikut :

# 1. Menghitung nilai ∑x , x2 dan ∑x2.

# 2. Menghitung jumlah pengamatan yang dibutuhkan dengan membanding N’ dengan N dengan rumus berikut.

# Keterangan : s = tingkat ketelitian k = tingkat kepercayaan Data dapat dikatakan cukup apabila N’<N. Apabila N’>N, maka data pengukuran waktu tidak cukup dan dibutuhkan pengujian ulang. Pada penelitian ini, tingkat kepercayaan yang digunakan adalah sebesar 95% dan tingkat ketelitian sebasar 5%. Pengukuran uji kecukupan data secara lengkap dapat dilihat pada lampiran B.

# IV.2.4 *Value Stream Mapping Current State*

# Pembuatan *Value Stream Mapping* *current state* bertujuan untuk memahami proses pada aliran informasi dan aliran fisik dalam memproduksi meteran air. Berdasarkan *Value Stream Mapping* *current state* dapat diketahui berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam proses produksi termasuk waktu siklus dan waktu transportasi, waktu aktivitas yang bernilai tambah (*value added*) dan yang tidak bernilai tambah (*non value added*) sehingga hasilnya dapat dijadikan acuan dalam membuat rancangan usulan perbaikan guna mengurangi *waiting time* pada proses produksi meteran air. Gambar *Value Stream Mapping* *current state* untuk produksi meteran air terlampir pada lampiran C.

# Berdasarkan lampiran C mengenai *Value Stream Mapping* *current state*, aliran informasi bermula saat pelanggan memesan meteran air kepada perusahaan. Setelah mengonfirmasi ketersediaan bahan baku, mesin, estimasi harga, dan lama proses produksi perusahaan membuat rencana produksi untuk pembuatan meteran air. Untuk produksi meteran air terdapat beberapa proses, yaitu persiapan bahan baku, pembuatan *core*, proses *furnace*, *molding*, pemotongan, *shotblast,* penghalusan, *machining,* pelubangan, inspeksi, *assembly,* uji kebocoran sebanyak 3 kali, *labelling*, dan *packing*. Juga terdapat proses pembuatan *inner* yang proses pembuatannya antara lain pengecatan angka *inner, assembly inner,* dan inspeksi *inner*. Berdasarkan hasil pemetaan *Value Stream Mapping* *current state* dapat diketahui bahwa total *lead time* dari proses produksi meteran air sebesar 19116,36 detik dan total waktu aktivitas yang tergolong value added adalah sebesar 11353,37 detik. Terdapat selisih antara total *lead time* dengan total waktu aktivitas yang tergolong *value added*. Hal ini mengindikasikan adanya aktivitas-aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah (*non value added time*) dan aktivitas yang dibutuhkan namun tidak memiliki nilai tambah (*necessary non value added*).

# IV.2.5 *Process Activity Mapping Current State*

# Pembuatan *Process Activity Mapping current state* bertujuan untuk menjelaskan dan menggambarkan aktivitas, jumlah operator, waktu siklus, dan waktu transportasi di lantai produksi sehingga dapat dilihat aktivitas yang merupakan pemborosan (*waste*) yang harus diminimalisir atau dihilangkan tanpa mengganggu kelancaran proses produksi. *Process Activity Mapping current state* untuk produksi meteran air terlampir pada lampiran D.

# Dalam *Process Activity Mapping current state* proses produksi meteran air terdapat beberapa informasi antara lain jumlah operator, waktu pengerjaan yang didapat dari hasil pengamatan yang sudah diolah, departemen yang bersangkutan, alat bantu yang digunakan, simbol aliran aktivitas, dan pengelompokkan aktivitas kedalam VA (*Value Added*), NNVA (*Necessary Non-Value-Added*), atau NVA (*Non Value Added*). Tabel IV.4 berikut merupakan ringkasan PAM curent state pada proses produksi meteran air berdasarkan aliran dan kategori.

# IV.2.6 Identifikasi dan Analisis Penyebab *Waste Waiting*

# IV.2.6.1 Identifikasi Penyebab *Waste Waiting* menggunakan 5 *Why’s*

# 5 Why’s digunakan untuk menentukan akar penyebab masalah. Metode 5 Why’s dilakukan dengan mengulang pertanyaan “mengapa‟ pada faktor dominan dalam waste waiting sampai ditemukan akar penyebab masalah yang dapat diperbaiki. Tabel IV.6 berikut merupakan pernyataan 5 Why’s.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***Subcause*** | ***Why* (1)** | ***Why* (2)** | ***Why* (3)** |
| Menunggu cairan kuningan | Menunggu proses pemanasan tungku | Waktu untuk mulai pemanasan tungku yang terlambat | Penjadwalan shift kerja yang kurang baik |
| Proses pembuatan ulir terhambat | Menunggu pergantian *tools* pada mesin bubut | Operator mencari *tools* yang sesuai | Tidak terdapat tembat penyimpanan *tools* |

# IV.2.6.2 Identifikasi Penyebab *Waste Waiting* menggunakan *Fishbone Diagram*

# *Fishbone diagram* adalah *tools* yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah berdasarkan *man, machine, method, material*, dan *environment*. Untuk menentukan akar penyebab masalah dilakukan dengan cara observasi dan wawancara langsung dengan operator dan manajer produksi dan hasilnya dikonversi pada fishbone diagram.

# 

# 

# Berdasarkan *fishbone diagram* di atas diperoleh adanya tiga masalah utama (*method, machine,* dan *man*) terhadap terjadinya *waste waiting* dan *motion* pada produksi *head casing*, diantaranya :

# *Method*

# Kategori *cause method* yang pertama yaitu pada proses pemanasan tungku memakan waktu yang lama yaitu antara 3 – 4 jam dapat mengakibatkan aktivitas menunggu pada proses selanjutnya yaitu proses pencetakan/*molding* *part head casing*. Hal tersebut disebabkan oleh waktu untuk memulai pemanasan tungku yang terlambat. Untuk itu diperlukan penjadwalan shift kerja berupa kerja lembur/*overtime.*

# Kategori *cause method* yang kedua yaitu pada proses pembuatan ulir/*machining* menggunakan mesin bubut/CNC yang terhambat. Terhambatnya pembuatan ulir dikarenakan menunggu *set up* mesin ketika terjadi perubahan lot produksi dari *head casing* tipe LF-1 dan tipe LF-2 yang memiliki ukuran berbeda. Aktivitas *set up* mesin bubut juga memakan waktu yang relatif lama yaitu 24 menit dikarenakan tidak terdapat prosedur berupa posisi sumbu x dan y dari *tools* agar tepat mengarah pada *part head casing.*

# *Machine*

# Kategori *cause machine* yang pertama yaitu pada proses pemanasan tungku yang memakan waktu lama. Hal tersebut diakibatkan oleh penggunaan tungku pemanas yang manual sehingga untuk mencapai suhu peleburan kuningan membutuhkan waktu lama. Berbeda halnya dengan proses pemanasan kuningan pada *part body casing* yang telah menggunakan mesin induksi otomatis.

# Kategori *cause machine* yang kedua yaitu pada proses pembuatan ulir. PT. Multi Instrumentasi hanya memiliki sebuah mesin bubut/CNC untuk pembuatan ulir *part head casing*. Sedangkan pada *part body casing* memiliki dua buah mesin CNC yaitu untuk pembuatan ulir *part body casing* tipe LF-1 dan LF-2. Sama halnya dengan *part body casing, part head casing* juga memiliki dua tipe yaitu tipe LF-1 dan LF-2 yang memiliki ukuran berbeda. Untuk itu dibutuhkan waktu *set up tools* dan *dies* pada mesin CNC.

# *Man*

# Kategori *cause man* terjadi pada proses pembuatan ulir pada *part head casing.* Terdapat gerakan operator yang tidak perlu dilakukan sehingga dapat menghambat kegiatan *set up* mesin CNC. Kegiatan tersebut seperti bolak-balik/*backtracking* mengambil *tools* kemudian baru mengambil *dies* pada lemari penyimpanan yang terdapat di gudang dan terdapat beberapa gerakan lainnya yang dapat menghambat aktivitas *set up* mesin.

# IV. 4 Usulan Perbaikan Menggunakan Metode SMED

# Metode SMED digunakan untuk melakukan efisiensi aktifitas pada proses pembuatan ulir part *head casing.* Berikut langkah-langkah penggunaan metode SMED dalam proses pembuatan ulir part *head casing* :

# 1. Identifikasi aktivitas-aktivitas beserta waktu siklus yang terjadi

# Pada proses produksi part *head casing* terdapat proses pembuatan ulir dengan mesin CNC. Kendala yang sering dialami saat proses pembuatan ulir adalah ketika terjadi pergantian lot produksi dari *head casing* tipe LF-1 dan LF-2. PT. Multi Instrumentasi hanya memiliki sebuah mesin CNC untuk membuat ulir pada part *head casing* dan rata-rata dalam 1 hari rata-rata melakukan 5 kali pergantian lot produksi, sehingga perlu dilakukan pergantian dan *set up tools* saat pergantian lot produksi. Saat operator melakukan proses pergantian dan *set up tools* terdapat gerakan-gerakan yang kurang efisien sehingga mengakibatkan terjadinya *waste motion* berakibat waktu produksi *head casing* enjadi lebih lama. Berikut merupakan aktivitas-aktivitas yang terjadi pada proses *machining* pembuatan ulir pada *head casing* :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No. | Aktivitas Awal | Waktu ( detik ) |
| 1 | Meletakkan *head casing* tipe LF-2 pada meja kerja | 60,12 |
| 2 | Menuju lemari penyimpanan mengambil *tools* | 40,02 |
| 3 | Kembali ke mesin bubut untuk *set up* mesin | 40,02 |
| 4 | Meletakkan *tools* di meja kerja | 4,98 |
| 5 | Mengambil *tools* dan pembongkaran *dies* | 274,98 |
| 6 | Meletakkan *tools* dan *dies* yang dibongkar di sisi mesin bubut | 34,98 |
| 7 | Menuju lemari penyimpanan mengambil *dies* baru | 40,02 |
| 8 | Mencari *dies* baru di lemari penyimpanan | 112,02 |
| 9 | Kembali ke mesin bubut untuk memasang *dies* baru | 79,98 |
| 10 | Mengambil *tools* dan memasang *dies* baru | 344,99 |
| 11 | Mengembalikan *dies* lama ke lemari penyimpanan | 40,02 |
| 12 | Meletakkan *dies* lama yang telah dibongkar pada lemari penyimpanan | 44,99 |
| 13 | Menuju mesin bubut untuk uji coba mesin | 40,02 |
| 14 | Pasang h*ead casing* uji coba pada dudukan mesin bubut | 16,02 |
| 15 | *Setting* posisi *tools* dan *dies* | 115,02 |
| 16 | Proses uji coba mesin | 19,98 |
| 17 | Mengambil *head casing* uji coba dari *chuck* | 4,98 |
| 18 | Mengecek *head casing* uji cobamenggunakan *vernier caliper* | 24,13 |
| 19 | Memasang *head casing* uji coba | 16,02 |
| 20 | *Setting posisi tools dan dies* | 115,02 |
| 21 | Proses uji coba mesin | 19,98 |
| 22 | Mengambil *head casing* uji coba dari *chuck* | 4,98 |
| 23 | Mengecek *head casing* uji coba dengan *vernier caliper* | 24,13 |
| 24 | Proses pembuatan ulir *head casing* tipe yang berbeda | 19,98 |
|  | Total | 1537,38 |

# 2. Pengelompokkan aktivitas internal dan eksternal

# Langkah kedua pada metode *Single Minute Exchange of Dies* adalah memisahkan antara aktivitas *set up* yang terjadi di internal dan eksternal. Aktivitas internal berkaitan dengan perlakuan terhadap mesin, sedangkan aktivitas eksternal yang dilakukan di luar mesin. Tujuannya adalah untuk mengetahui signifikansi gerakan proses *set up tools* pada mesin CNC terdapat pada aktivitas internal atau eksternal. Pengelompokkan aktivitas internal dan eksternal seperti pada tabel berikut :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Aktivitas Awal | Waktu ( detik ) | Internal *set up* | Eksternal *set up* |
| 1 | Meletakkan *head casing* tipe LF-2 meja kerja | 60,12 |  |  |
| 2 | Menuju lemari penyimpanan mengambil *tools* | 40,02 |  |  |
| 3 | Kembali ke mesin bubut untuk *set up* mesin | 40,02 |  |  |
| 4 | Meletakkan *tools* di meja kerja | 4,98 |  |  |
| 5 | Mengambil *tools* dan pembongkaran *dies* | 274,98 |  |  |
| 6 | Meletakkan *tools* dan *dies* yang dibongkar di meja kerja | 4,98 |  |  |
| 7 | Menuju lemari penyimpanan mengambil *dies* baru | 40,02 |  |  |
| 8 | Mencari *dies* baru di lemari penyimpanan | 112,02 |  |  |
| 9 | Kembali ke mesin bubut untuk memasang *dies* baru | 79,98 |  |  |
| 10 | Mengambil *tools* dan memasang *dies* baru | 344,99 |  |  |
| 11 | Mengembalikan *dies* lama ke lemari penyimpanan | 40,02 |  |  |
| 12 | Meletakkan *dies* lama yang telah dibongkar pada lemari penyimpanan | 44,99 |  |  |
| 13 | Menuju mesin bubut untuk uji coba mesin | 40,02 |  |  |
| 14 | Pasang h*ead casing* uji coba pada dudukan mesin bubut | 16,02 |  |  |
| 15 | *Setting* posisi *tools* dan *dies* | 115,02 |  |  |
| 16 | Proses uji coba mesin | 19,98 |  |  |
| 17 | Mengambil *head casing* uji coba dari *chuck* | 4,98 |  |  |
| 18 | Mengecek *head casing* uji cobamenggunakan *vernier caliper* | 24,13 |  |  |
| 19 | Memasang *head casing* uji coba | 16,02 |  |  |
| 20 | *Setting posisi tools dan dies* | 115,02 |  |  |
| 21 | Proses uji coba mesin | 19,98 |  |  |
| 22 | Mengambil *head casing* uji coba dari *chuck* | 4,98 |  |  |
| 23 | Mengecek *head casing* uji coba dengan *vernier caliper* | 24,13 |  |  |
| 24 | Proses pembuatan ulir *head casing* tipe yang berbeda | 19,98 |  |  |
|  | Total | 1507,38 | 951,95 | 555,43 |

# 3. Perbaikan 1 dengan menggabungkan beberapa aktivitas

# Langkah ketiga dalam metode *Single Minute Exchange of Dies* adalah melakukan perbaikan terhadap gerakan yang tidak diperlukan. Berdasarkan tabel aktivitas *set up* mesin pada bagian V.1.1 operator melakukan kegiatan bolak-balik mengambil *tools* baru kemudian mengambil *dies* yang terdapat pada gudang penyimpanan yang memiliki jarak jauh. Dua gerakan tersebut dapat digabungkan dengan membawa *tools* dan *dies* sekaligus sehingga dapat menghemat waktu. Penggabungan aktivitas tersebut seperti pada tabel di bawah :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Aktivitas Awal | Waktu ( detik ) | Internal *set up* | Eksternal *set up* |
| 1 | Meletakkan *head casing* tipe LF-2 meja kerja | 60,12 |  |  |
| 2 | Menuju lemari penyimpanan mengambil *tools*dan *dies* | 40,02 |  |  |
| 3 | Kembali ke mesin bubut untuk *set up* mesin | 40,02 |  |  |
| 4 | Meletakkan *tools* dan *dies*di meja kerja | 4,98 |  |  |
| 5 | Mengambil *tools* dan pembongkaran *dies* | 274,98 |  |  |
| 6 | Meletakkan *tools* dan *dies* yang dibongkar di meja kerja | 4,98 |  |  |
| 7 | Mengambil *tools* dan memasang *dies* baru | 344,99 |  |  |
| 8 | Mengembalikan *dies* lama ke lemari penyimpanan | 40,02 |  |  |
| 9 | Meletakkan *dies* lama yang telah dibongkar pada lemari penyimpanan | 44,99 |  |  |
| 10 | Menuju mesin bubut untuk uji coba mesin | 40,02 |  |  |
| 11 | Pasang h*ead casing* uji coba pada dudukan mesin bubut | 16,02 |  |  |
| 12 | *Setting* posisi *tools* dan *dies* | 115,02 |  |  |
| 13 | Proses uji coba mesin | 19,98 |  |  |
| 14 | Mengambil *head casing* uji coba dari *chuck* | 4,98 |  |  |
| 15 | Mengecek *head casing* uji cobamenggunakan *vernier caliper* | 24,13 |  |  |
| 16 | Memasang *head casing* uji coba | 16,02 |  |  |
| 17 | *Setting posisi tools dan dies* | 115,02 |  |  |
| 18 | Proses uji coba mesin | 19,98 |  |  |
| 19 | Mengambil *head casing* uji coba dari *chuck* | 4,98 |  |  |
| 20 | Mengecek *head casing* uji coba dengan *vernier caliper* | 24,13 |  |  |
| 21 | Proses pembuatan ulir *head casing* tipe yang berbeda | 19,98 |  |  |
|  | Total | 1275,36 | 951,95 | 323,41 |

# 4. Perbaikan 2 dengan pembuatan rak penyimpanan

# Setelah dilakukan perbaikan yang pertama dengan menggabungkan gerakan mengambil *tools* dan *dies,* ternyata gerakan tersebut tetap memakan waktu yang relatif lama dikarenakan jarak antara mesin CNC dengan gudang penyimpanan *tools* yang jauh. Untuk itu pada perbaikan yang kedua disediakan rak penyimpanan *tools* dan *dies* yang diletakkan di samping mesin CNC agar dapat menghemat waktu operator berjalan menuju gudang penyimpanan. Berikut merupakan desain rak peyimpanan *tools* dan *dies* :

# 

# 

# 

# Berdasarkan gambar di atas, desain rak dirancang sedemikian rupa supaya memudahkan operator dalam mencari *tools* dan *dies.* Selain itu, faktor kenyamanan operator juga perlu diperhatikan. Untuk itu dimensi rak menyesuaikan dengan antropometri laki-laki di Indonesia dengan rentang usia 20 – 30 tahun. Berikut data antropometri yang diperlukan dalam pembuatan rak :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Dimensi | Keterangan | Persentil 5 | Persentil 50 | Persentil 95 |
| D1 | Tinggi tubuh | 160,85 | 169,78 | 178,72 |
| D3 | Tinggi bahu | 133,23 | 141,56 | 149,88 |
| D25 | Panjang bahu-genggaman tangan ke depan | 50,61 | 60,25 | 69,88 |
| D28 | Panjang tangan | 15,53 | 18,64 | 21,76 |

# Untuk tinggi rak menyesuaikan dengan antropometri tinggi tubuh, dipilih persentil 50 agar operator yang tinggi maupun pendek nyaman dalam menggunakan lemari, untuk itu tinggi rak 170 cm. Untuk tinggi tempat penyimpan *tools* dan *dies* khususnya yang tipe LF-1 dan LF-2 menyesuaikan antropometri tinggi bahu, dipilih persentil 50 agar operator yang tinggi maupun pendek dapat nyaman dalam proses pencarian, untuk itu tinggi tempat penyimpanan *tools* dan *dies* tipe LF-1 dan LF-2 140 cm.Untuk penempatan rak menyesuaikan dengan antropometri panjang bahu-genggaman tangan ke depan, dipilih persentil 5 agar operator dengan jangkauan panjang maupun pendek dapat mudah menjangkau, untuk itu jarak rak ke mesin CNC 50 cm. Untuk ukuran setiap rak menyesuaikan dengan antropometri panjang tangan, dipilih persentil 95 agar operator dengan tangan panjang maupun pendek, tangannya dapat masuk ke dalam rak, untuk itu tinggi rak 20 cm dan lebar rak 30 cm.

# Setelah disediakan rak penyimpanan, aktivitas *set up* mesin akan lebih cepat seperti yang tertera pada tabel di bawah :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Aktivitas Awal | Waktu ( detik ) | Internal *set up* | Eksternal *set up* |
| 1 | Meletakkan *head casing* tipe LF-2 meja kerja | 60,12 |  |  |
| 2 | Mengambil *tools* dan *dies* pada rak penyimpanan | 4,98 |  |  |
| 3 | Meletakkan *tools* dan *dies* di meja kerja | 4,98 |  |  |
| 4 | Mengambil *tools* dan pembongkaran *dies* | 274,98 |  |  |
| 5 | Meletakkan *tools* dan *dies* yang dibongkar di meja kerja | 34,98 |  |  |
| 6 | Mengambil *tools* dan memasang *dies* baru | 344,99 |  |  |
| 7 | Mengembalikan *dies* lama ke rak penyimpanan | 4,98 |  |  |
| 8 | Menuju mesin bubut untuk uji coba mesin | 40,02 |  |  |
| 9 | Pasang h*ead casing* uji coba pada dudukan mesin bubut | 16,02 |  |  |
| 10 | *Setting* posisi *tools* dan *dies* | 115,02 |  |  |
| 11 | Proses uji coba mesin | 19,98 |  |  |
| 12 | Mengambil *head casing* uji coba dari *chuck* | 4,98 |  |  |
| 13 | Mengecek *head casing* uji cobamenggunakan *vernier caliper* | 24,13 |  |  |
| 14 | Memasang *head casing* uji coba | 16,02 |  |  |
| 15 | *Setting posisi tools dan dies* | 115,02 |  |  |
| 16 | Proses uji coba mesin | 19,98 |  |  |
| 17 | Mengambil *head casing* uji coba dari *chuck* | 4,98 |  |  |
| 18 | Mengecek *head casing* uji coba dengan *vernier caliper* | 24,13 |  |  |
| 19 | Proses pembuatan ulir *head casing* tipe yang berbeda | 19,98 |  |  |
|  | Total | 1150,27 | 951,95 | 198,32 |

# 5. Perbaikan 3 dengan pembuatan keterangan posisi *tools* dan *dies*

# Setelah dilakukan perbaikan 1 dan 2, masih terdapat gerakan yang tidak perlu yaitu gerakan pada aktivitas uji coba *part.* Uji coba *part* dilakukan agar posisi *tools* dan *dies* tepat mengarah pada *part head casing* supaya menghindari *defect*. Untuk menghilangkan gerakan uji coba *part* tersebut dibuat suatu prosedur penempatan sumbu x dan y pada *tools* dan *dies* yang nantinya akan ditempel pada sisi mesin CNC.

# Setelah dibuat prosedur penempatan *tools* dan *dies* maka waktu *set up* mesin CNC akan berkurang seperti pada tabel di bawah :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Aktivitas Awal | Waktu ( detik ) | Internal *set up* | Eksternal *set up* |
| 1 | Meletakkan *head casing* tipe LF-2 meja kerja | 60,12 |  |  |
| 2 | Mengambil *tools*dan *dies*pada rak penyimpanan | 4,98 |  |  |
| 3 | Meletakkan *tools* dan *dies*di meja kerja | 4,98 |  |  |
| 4 | Mengambil *tools* dan pembongkaran *dies* | 274,98 |  |  |
| 5 | Meletakkan *tools* dan *dies* yang dibongkar di meja kerja | 34,98 |  |  |
| 6 | Mengambil *tools* dan memasang *dies* baru | 344,99 |  |  |
| 7 | Mengembalikan *dies* lama ke rak penyimpanan | 4,98 |  |  |
| 8 | Pasang h*ead casing* tipe LF-2 pada dudukan mesin bubut | 16,02 |  |  |
| 9 | *Setting* posisi *tools* dan *dies* | 115,02 |  |  |
| 15 | Proses pembuatan ulir *head casing* tipe yang berbeda | 19,98 |  |  |
|  | Total | 881,03 | 770,99 | 110,04 |

# IV.5 Usulan Perbaikan dengan Pembelian Mesin Induksi Otomatis

# Pada proses peleburan kuningan untuk part *head casing* PT. Multi Instrumentasi masih menggunakan mesin konvesional yaitu berupa tungku pemanas manual. Tungku pemanas manual dengan waktu siklus mencapai 3 jam. Sedangkan pada proses pembuatan part *body casing* telah menggunakan mesin induksi otomatis dengan waktu siklus relatif cepat yaitu selama 30 menit ( Detail waktu siklus terdapat pada *Process Activity Mapping* ). Berdasarkan situs jual beli *online* harga mesin induksi peleburan kuningan yaitu Rp 149.500.000.

# 

# IV.4 Value Stream Mapping Future State

# Setelah membuat usulan perbaikan pada proses produksi kerudung instan untuk meminimasi waste waiting, selajutnya membuat VSM Future State yang digunakan untuk memetakan kondisi aliran material dan aliran informasi yang ada saat kondisi mendatang setelah dilakukannya perbaikan pada penyebab terjadinya pemborosan. Lampiran E menjelaskan tentang VSM future state beserta usulan perbaikan yang dilakukan untuk meminimasi waiting time pada proses produksi kerudung instan. Dari hasil Lampiran E terlihat lead time mengalami penurunan menjadi 1837.22 detik per produk dan dapat disimpulkan bahwa proses produksi kerudung instan mengalami penurunan waktu sebesar 464.61 detik setelah mendapat usulan perbaikan.

# IV.5 Process Activity Mapping Future State

# Setelah mengetahui aliran proses produksi meteran air dengan VSM *Future State*, selanjutnya melakukan penggambaran dengan PAM *Future State*. Dari pemetaan PAM *future state* pada Lampiran F dapat dilihat *total Value Added* yang dihasilkan adalah 7186,14 detik atau 59.69% dari lead time, lalu total Non Value Added adalah 32.47 detik atau 1.77% dari lead time dan total Necessary Non-Value Added adalah 708.09 detik atau 38.54% dari lead time. Penurunan lead time dan Non-Value Added didapatkan setelah dilakukan penyeimbangan lini yang terdapat di area Persiapan, dan Finishing serta pemberian pelatihan dan sertifikasi menjahit untuk meningkatkan kualitas operator. Hal ini dapat menurunkan Non-Value Added sehingga berdampak pada penurunan lead time dikarenakan aktivitas Non Value Added tersebut dapat dieliminiasi dengan usulan yang diberikan. Turunnya nilai lead time akan berdampak pada proses produksi yang berjalan lebih cepat tanpa mengurangi Value Added dari produk yang dihasilkan. Tabel IV.11 berikut merupakan ringkasan PAM future state pada proses produksi kerudung instan berdasarkan aliran dan kategori.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Kategori | Jumlah Waktu (s) | Persentase |
| *Value Added* | 7186,14 | 57,93% |
| *Neccesary Non Value Added* | 4972,52 | 40,09% |
| *Non Value Added* | 245,37 | 1,98% |
| *Total Lead Time* | 12404,03 | 100,00% |

# IV.6 Perhitungan Profitabilitas Perusahaan Setelah dilakukan Usulan Perbaikan

# Dengan total *lead time* usulan yang berkurang menjadi 12.404,03 detik atau 3,4 jam sedangkan dalam 1 hari tersedia 7 jam kerja, maka proses produksi meteran air dapat dilakukan menjadi 2 *batch.* Perhitungan profitabilitas perusahaan setelah pembelian mesin sebagai berikut :

# Jumlah produksi *head casing* ketika dilakukan 2 *batch* produksi

# Jumlah produksi =

# =

# = 103 part/hari

# Dalam satu hari dapat memproduksi 103 part atau 2.060 part/bulan

# Perhitungan biaya produksi per bulan

# Eksisting :

# Biaya produksi per bulan = realisasi produksi x biaya produksi intern + (target produksi–realisasi produksi) x biaya subkontrak

# = 1840 x 20.000 + ( 12.000 – 1840 ) x 80.000

# = Rp 849.600.000

# Setelah perbaikan :

# Biaya produksi per bulan = realisasi produksi x biaya produksi intern + (target produksi–realisasi produksi) x biaya subkontrak

# = 2.060 x 20.000 + ( 12.000 – 2.060 ) x 80.000

# = Rp 836.400.000

# Jadi, dalam 1 bulan perusahaan dapat menghemat pengeluaran sebesar Rp 13.200.000

# BAB V

# ANALISIS

# V.1 Analisis Kelebihan dan Kekurangan

# Pada sub-bab ini akan dilakukan analisis berupa kelebihan dan kekurangan dari setiap usulan yang telah yang telah dirancang pada bab sebelumnya. Berikut merupakan analisis kelebihan dan kekurangan untuk setiap rancangan usulan perbaikan.

# *Single Minute Exchange of Die*

|  |  |
| --- | --- |
| Kelebihan | Kekurangan |
| 1. Biaya implementasi relatif murah 2. Beban kerja operator berkurang | Dibutuhkan penyesuaian operator untuk menyesuaikan aktivitas yang telah dirancang ulang |

# Penggunaan metode *single minutes exchange of dies* bertujuan untuk menyederhanakan aktivitas *set-up* mesin CNC pada proses pembuatan ulir *part head casing.* Adapun kelebihan dari metode SMED adalah tidak perlu biaya yang terlalu mahal dalam implementasinya karena cukup menyediakan rak penyimpanan dan perancangan ulang aktivitas eksisting. Namun kekurangan dari penerapan metode ini adalah dibutuhkan penyesuaian operator karena adanya perubahan aktivitas dari eksisting ke usulan.

# Pengadaan Mesin Induksi Otomatis

|  |  |
| --- | --- |
| Kelebihan | Kekurangan |
| Berpengaruh signifikan mengurangi total lead time | Biaya implementasi relatif mahal |

# Pengadaan mesin induksi otomatis bertujuan untuk mempercepat pemanasan tungku pada proses *furnace* kuningan. Hal tersebut berpengaruh signifikan terhadap total lead time dan menjadikan perusahaan lebih produktif karena yang semula hanya 1 batch produksi, sekarang dapat dikerjakan 2 batch produksi. Tetapi pengadaan mesin induksi otomatis memerlukan biaya yang relatif mahal yaitu Rp 149.000.000. Setelah dilakukan perhitungan profitabilitas perusahaan, investasi mesin tersebut akan kembali modal kurang dari 2 tahun.

# V.2 Analisis Perbandingan *Current State* dengan *Future State*

# Setelah dilakukan rancangan usulan perbaikan pada proses produksi *part head casing*, lead time dapat diminimasi. Tabel berikut merupakan perbandingan *lead time, value-added acitivity time, non-value added activity time,* serta *necessary non-value added activity time* dari kondisi eksisting (*current state*) dan kondisi usulan (*future state*).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Kategori | *Current State Design* | *Future State Design* | Alasan |
| *Lead Time* | 22105,54 | 12404,03 | Setelah dilakukan perbaikan dengan SMED, aktivitas *set-up* mesin CNC pada proses pembuatan ulir *part head casing* lebih cepat dan setelah dilakukan pengadaan mesin induksi otomatis pada proses *furnace* kuningan berpengaruh dignifikan terhadap *total lead time* |
| *Value Added* | 12615,51 | 7186,14 |
| *Neccesary Non Value Added* | 5089,21 | 4972,52 |
| *Non Value Added* | 4400,82 | 245,37 |

# Pada usulan perbaikan terdapat pengurangan waktu di beberapa area yang didapatkan dari usulan perbaikan SMED dan pengadaan mesin induksi otomatis. Tabel berikut merupakan perbandingan waktu sebelum dan sesudah mendapatkan usulan perbaikan.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Area | Sebelum dilakukan usulan | Setelah dilakukan usulan | Keterangan |
| *Furnace* | 10923,99 | 1878,83 | Pengurangan waktu sebanyak 9045,16 detik dikarenakan pengadaan mesin induksi otomatis yang tidak membutuhkan waktu lama dalam pemansan mesin dan proses *furnace* kuningan |
| *Machining* | 1603,68 | 947,33 | Pengurangan waktu sebanyak 656,35 detik dikarenakan terdapat penyederhanaan aktivitas pada proses pembuatan ulir *part head casing* mengunakan metode SMED. |

# 

# BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

# DAFTAR PUSTAKA

Antony, J. (2016). *Lean Six Sigma for Small and Medium Sized Enterprises*. *For Dummies*. CRC Press, Year: 2016. Retrieved from http://gallaudet.eblib.com/patron/FullRecord.aspx?p=624633

Charron, R. (2014). *The Lean Management Systems Handbook*. *Total Quality Management*. CRC Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811035-5.00025-8

Franchetti, M. J. (2015). *Lean Six Sigma for Engineers and Managers: With Applied Case Studies*. CRC Press, Year: 2015.

Gupta, D. (2014). *Anthropometry, apparel sizing and design* (Woodhead P). Woodhead Publishing, Year: 2014.

Herr, K. (2013). *Quick Changeover Concepts Applied : Dramatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED*. CRC Press, Year: 2013.

Iftikar Z. Sutalaksana, Ruhana Anggawisastra, J. H. T. (2006). *Teknik perancangan sistem kerja*. Bandung: ITB Bandung.

King, P. L., & King, J. S. (2013). *Value Stream Mapping*. *Product and Systems Development*. https://doi.org/10.1002/9781118592977.ch18

Ledbetter, P. (2018). *The Toyota Template: The Plan for Just-In-Time and Culture Change Beyond Lean Tools*. Productivity Press;Taylor and Francis, Year: 2018.

# 

**Uji Keseragaman Data**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Proses** | **Aktivitas** | **Subgrup** | | | | | **x̅** | **σ** | **σx** | **BKA** | **BKB** | **Keterangan** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| 1 | Persiapan | Memeriksa kuningan | 686,81 | 686,38 | 687,31 | 686,66 | 687,07 | 686,84 | 0,54 | 0,24 | 687,56 | 686,12 | SERAGAM |
| Memindahkan kuningan ke area *furnace* | 43,02 | 42,98 | 43,13 | 43,00 | 43,15 | 43,05 | 0,10 | 0,05 | 43,19 | 42,92 | SERAGAM |
| Memenuhi pasir ke tempat pasir | 204,70 | 204,92 | 205,05 | 204,79 | 204,82 | 204,86 | 0,31 | 0,14 | 205,28 | 204,43 | SERAGAM |
| Pengayakan pasir silika | 684,64 | 683,60 | 683,79 | 683,98 | 684,07 | 684,01 | 0,42 | 0,19 | 684,58 | 683,45 | SERAGAM |
| Memindahkan pasir silika ke area pembuatan *core* | 50,95 | 51,42 | 50,66 | 50,84 | 50,93 | 50,96 | 0,51 | 0,23 | 51,64 | 50,27 | SERAGAM |
| Memeriksa resin | 88,05 | 87,51 | 87,70 | 87,89 | 87,98 | 87,82 | 0,48 | 0,21 | 88,46 | 87,18 | SERAGAM |
| Memindahkan resin ke area *core* | 48,07 | 48,03 | 47,72 | 48,41 | 48,00 | 48,04 | 0,43 | 0,19 | 48,63 | 47,46 | SERAGAM |
| 2 | Pembuatan *core* *head casing* | Menyalakan alat cetak | 1,96 | 1,92 | 1,81 | 1,90 | 1,89 | 1,89 | 0,26 | 0,11 | 2,24 | 1,55 | SERAGAM |
| Memasukkan pasir silika pada cetakan | 7,06 | 6,70 | 6,71 | 6,90 | 6,99 | 6,87 | 0,42 | 0,19 | 7,44 | 6,30 | SERAGAM |
| Memanaskan pasir silika | 20,01 | 20,23 | 20,16 | 19,85 | 19,94 | 20,04 | 0,23 | 0,10 | 20,34 | 19,73 | SERAGAM |
| Mengeluarkan cetakan pasir pada cetakan | 2,66 | 3,12 | 2,81 | 3,00 | 2,89 | 2,89 | 0,34 | 0,15 | 3,35 | 2,43 | SERAGAM |
| Memindahkan cetakan pasir ke area *molding* | 2,99 | 2,95 | 3,14 | 2,83 | 3,42 | 3,06 | 0,41 | 0,18 | 3,61 | 2,52 | SERAGAM |
| 3 | Pembuatan *core* *body casing* | Menyalakan alat cetak | 2,19 | 2,19 | 2,13 | 1,82 | 2,41 | 2,15 | 0,35 | 0,16 | 2,62 | 1,67 | SERAGAM |
| Memasukkan pasir silika pada cetakan | 7,18 | 7,14 | 6,83 | 6,52 | 7,11 | 6,95 | 0,38 | 0,17 | 7,47 | 6,44 | SERAGAM |
| Memanaskan pasir silika | 26,07 | 25,53 | 25,72 | 25,91 | 26,00 | 25,84 | 0,48 | 0,21 | 26,48 | 25,20 | SERAGAM |
| Mengeluarkan cetakan pasir pada cetakan | 3,45 | 2,41 | 3,10 | 2,79 | 2,88 | 2,92 | 0,41 | 0,18 | 3,47 | 2,38 | SERAGAM |
| Memindahkan cetakan pasir ke area *molding* | 3,10 | 2,56 | 2,75 | 2,99 | 3,13 | 2,90 | 0,28 | 0,12 | 3,28 | 2,53 | SERAGAM |
| 4 | Proses *furnace head casing* | Memasukkan bahan bakar ( oli ) kedalam tungku | 27,24 | 26,60 | 26,79 | 26,98 | 27,07 | 26,93 | 0,27 | 0,12 | 27,30 | 26,57 | SERAGAM |
| Menyalakan api pada tungku | 4,05 | 4,51 | 3,70 | 3,89 | 3,48 | 3,92 | 0,53 | 0,24 | 4,63 | 3,21 | SERAGAM |
| Menunggu pemanasan bahan bakar | 3619,00 | 3619,46 | 3618,65 | 3618,84 | 3618,93 | 3618,97 | 0,52 | 0,23 | 3619,67 | 3618,28 | SERAGAM |
| Memasukkan kuningan pada tungku | 11,17 | 11,13 | 10,82 | 11,01 | 11,10 | 11,04 | 0,31 | 0,14 | 11,45 | 10,63 | SERAGAM |
| Peleburan bahan baku pembuatan *head casing* ( kuningan ) | 7235,45 | 7236,24 | 7235,43 | 7235,62 | 7235,71 | 7235,69 | 0,51 | 0,23 | 7236,37 | 7235,00 | SERAGAM |
| Memindahkan cairan kuninganke area *molding* | 3,08 | 3,15 | 2,70 | 3,24 | 3,15 | 3,06 | 0,32 | 0,14 | 3,49 | 2,64 | SERAGAM |
| 5 | Proses *furnace* *body casing* | Menyalakan mesin induksi | 10,68 | 10,66 | 10,83 | 10,91 | 11,11 | 10,84 | 0,27 | 0,12 | 11,20 | 10,47 | SERAGAM |
| Memasukkan kuningan pada mesin induksi | 5,76 | 6,22 | 5,41 | 6,10 | 5,99 | 5,89 | 0,43 | 0,19 | 6,47 | 5,32 | SERAGAM |
| Proses peleburan kuningan | 1830,68 | 1831,14 | 1830,33 | 1830,52 | 1830,71 | 1830,67 | 0,50 | 0,22 | 1831,34 | 1830,00 | SERAGAM |
| Memindahkan *body casing* ke area *molding* | 3,60 | 2,56 | 2,75 | 2,94 | 3,03 | 2,97 | 0,42 | 0,19 | 3,54 | 2,41 | SERAGAM |
| 6 | Proses *molding head casing* | Memasukkan kuningan cair pada cetakan pasir | 3,17 | 2,43 | 3,12 | 3,31 | 2,90 | 2,98 | 0,42 | 0,19 | 3,54 | 2,42 | SERAGAM |
| Proses *molding* kuningan cair menjadi *head casing* | 4,12 | 3,58 | 3,77 | 4,06 | 4,25 | 3,95 | 0,31 | 0,14 | 4,37 | 3,54 | SERAGAM |
| Mengeluarkan *head casing* | 2,00 | 1,76 | 1,65 | 1,84 | 1,93 | 1,83 | 0,24 | 0,11 | 2,16 | 1,51 | SERAGAM |
| Memindahkan *head casing* ke area pemotongan | 6,22 | 6,18 | 5,37 | 6,06 | 6,15 | 5,99 | 0,50 | 0,22 | 6,67 | 5,32 | SERAGAM |
| 7 | Proses *molding body casing* | Memasukkan kuningan cair pada cetakan pasir | 4,06 | 3,52 | 3,71 | 3,90 | 3,99 | 3,83 | 0,48 | 0,21 | 4,47 | 3,19 | SERAGAM |
| Proses *molding* kuningan cair menjadi *head casing* | 5,17 | 4,83 | 4,81 | 5,01 | 5,10 | 4,98 | 0,42 | 0,19 | 5,54 | 4,42 | SERAGAM |
| Mengeluarkan *head casing* | 2,71 | 3,17 | 2,56 | 3,04 | 2,79 | 2,85 | 0,38 | 0,17 | 3,37 | 2,34 | SERAGAM |
| Memindahkan *head casing* ke area pemotongan | 6,54 | 5,50 | 5,69 | 6,38 | 6,47 | 6,11 | 0,59 | 0,26 | 6,90 | 5,32 | SERAGAM |
| 8 | Pemotongan *head casing* | Mengambil *head casing* | 1,12 | 1,23 | 0,98 | 0,95 | 0,98 | 1,05 | 0,15 | 0,07 | 1,25 | 0,85 | SERAGAM |
| Pemotongan sisa cetakan *head casing* | 8,89 | 9,10 | 8,54 | 8,73 | 8,82 | 8,81 | 0,43 | 0,19 | 9,39 | 8,24 | SERAGAM |
| Memindahkan head casing ke area *shotblast* | 3,90 | 3,86 | 4,05 | 3,74 | 3,83 | 3,87 | 0,50 | 0,23 | 4,55 | 3,20 | SERAGAM |
| 9 | Pemotongan 1 *body casing* | Mengambil *body casing* | 1,51 | 1,66 | 1,47 | 1,35 | 1,44 | 1,48 | 0,20 | 0,09 | 1,75 | 1,22 | SERAGAM |
| Pemotongan sisa cetakan *head casing* bagian sisi | 10,11 | 9,57 | 9,27 | 9,95 | 10,04 | 9,79 | 0,55 | 0,25 | 10,52 | 9,05 | SERAGAM |
| Memindahkan head casing ke area pemotongan 2 | 5,12 | 5,08 | 4,27 | 4,96 | 5,05 | 4,89 | 0,68 | 0,31 | 5,81 | 3,98 | SERAGAM |
| 10 | Pemotongan 2 *body casing* | Mengambil *body casing* | 1,44 | 1,59 | 1,39 | 1,28 | 1,37 | 1,41 | 0,20 | 0,09 | 1,67 | 1,15 | SERAGAM |
| Pemotongan sisa cetakan *head casing* bagian tengah | 7,50 | 7,46 | 6,65 | 7,34 | 7,43 | 7,27 | 0,68 | 0,31 | 8,19 | 6,36 | SERAGAM |
| Memindahkan *body* *casing* ke area *shotblast* | 4,90 | 5,36 | 4,55 | 4,74 | 4,83 | 4,87 | 0,52 | 0,23 | 5,57 | 4,18 | SERAGAM |
| 11 | Proses *shotblast body* dan *head casing* | Memasukkan *head casing* ke mesin *shotblast* | 3,95 | 4,24 | 3,43 | 3,62 | 4,00 | 3,85 | 0,57 | 0,25 | 4,61 | 3,08 | SERAGAM |
| Pembersihan permukaan *head casing* | 307,24 | 306,70 | 306,39 | 307,08 | 307,17 | 306,91 | 0,55 | 0,25 | 307,66 | 306,17 | SERAGAM |
| Memindahkan *head casing* dan *body casing* ke area penghalusan | 7,11 | 6,82 | 6,26 | 6,95 | 7,04 | 6,83 | 0,51 | 0,23 | 7,51 | 6,16 | SERAGAM |
| 12 | Penghalusan *head casing* | Memasukkan *head casing* ke mesin gerinda | 5,26 | 4,72 | 4,41 | 5,10 | 5,19 | 4,93 | 0,55 | 0,25 | 5,68 | 4,19 | SERAGAM |
| Proses penghalusan *head casing* | 478,86 | 478,82 | 478,56 | 478,70 | 478,79 | 478,74 | 0,61 | 0,27 | 479,56 | 477,93 | SERAGAM |
| Memindahkan *head casing* ke area *machining* | 4,01 | 4,47 | 3,16 | 3,85 | 3,94 | 3,88 | 0,62 | 0,28 | 4,72 | 3,04 | SERAGAM |
| 13 | Penghalusan *body casing* | Memasukkan *body casing* ke mesin gerinda | 5,45 | 5,91 | 4,60 | 5,29 | 5,41 | 5,33 | 0,62 | 0,28 | 6,16 | 4,49 | SERAGAM |
| Proses penghalusan *body casing* | 487,68 | 488,14 | 486,83 | 487,52 | 487,61 | 487,55 | 0,62 | 0,28 | 488,39 | 486,71 | SERAGAM |
| Memindahkan *body casing* ke area *machining* | 4,19 | 3,65 | 3,34 | 4,03 | 4,12 | 3,86 | 0,55 | 0,25 | 4,61 | 3,12 | SERAGAM |
| 14 | Proses *machining head casing* | *Setting tools* mesin bubut | 312,33 | 311,78 | 311,51 | 312,17 | 312,26 | 312,01 | 0,54 | 0,24 | 312,74 | 311,28 | SERAGAM |
| Memasukkan *head casing* ke mesin bubut | 5,11 | 4,80 | 4,29 | 4,95 | 5,04 | 4,84 | 0,58 | 0,26 | 5,62 | 4,05 | SERAGAM |
| Proses pembuatan ulir | 314,05 | 314,01 | 313,70 | 313,89 | 313,98 | 313,92 | 0,60 | 0,27 | 314,73 | 313,11 | SERAGAM |
| Memindahkan *head casing* ke area pelubangan | 6,96 | 7,42 | 6,56 | 6,80 | 6,89 | 6,92 | 0,52 | 0,23 | 7,62 | 6,22 | SERAGAM |
| 15 | Proses *machining body casing* | Memasukkan *head casing* ke mesin bubut | 5,11 | 4,57 | 4,76 | 4,95 | 5,04 | 4,88 | 0,48 | 0,21 | 5,52 | 4,24 | SERAGAM |
| Proses pembuatan ulir | 314,05 | 314,51 | 313,70 | 313,89 | 313,98 | 314,02 | 0,52 | 0,23 | 314,72 | 313,33 | SERAGAM |
| Memindahkan *head casing* ke area pelubangan | 6,96 | 7,18 | 6,61 | 6,80 | 6,89 | 6,88 | 0,54 | 0,24 | 7,61 | 6,16 | SERAGAM |
| 16 | Pelubangan *head casing* | Mengarahkan *head casing* pada bor | 4,22 | 3,88 | 3,37 | 4,06 | 4,15 | 3,93 | 0,59 | 0,26 | 4,72 | 3,14 | SERAGAM |
| Proses pengeboran *head casing* | 45,56 | 44,52 | 45,21 | 45,40 | 45,49 | 45,23 | 0,49 | 0,22 | 45,89 | 44,57 | SERAGAM |
| Memindahkan *head casing* ke area inspeksi | 4,65 | 5,11 | 4,80 | 4,99 | 5,08 | 4,92 | 0,36 | 0,16 | 5,40 | 4,44 | SERAGAM |
| 17 | Pelubangan *body casing* | Mengarahkan *head casing* pada bor | 4,31 | 3,92 | 3,46 | 4,15 | 4,24 | 4,01 | 0,58 | 0,26 | 4,79 | 3,24 | SERAGAM |
| Proses pengeboran *head casing* | 45,70 | 46,16 | 45,35 | 45,54 | 45,13 | 45,57 | 0,53 | 0,24 | 46,28 | 44,86 | SERAGAM |
| Memindahkan *head casing* ke area inspeksi | 4,06 | 4,02 | 3,71 | 4,40 | 4,49 | 4,13 | 0,51 | 0,23 | 4,82 | 3,44 | SERAGAM |
| 18 | Inspeksi *head casing* | Mengambil *head casing* | 1,41 | 1,39 | 1,59 | 1,26 | 1,28 | 1,38 | 0,20 | 0,09 | 1,65 | 1,11 | SERAGAM |
| Memeriksa *head casing* | 174,17 | 173,80 | 173,32 | 174,01 | 174,10 | 173,88 | 0,58 | 0,26 | 174,66 | 173,10 | SERAGAM |
| Memindahkan *head casing* ke area *assembly* | 5,01 | 5,47 | 4,66 | 4,85 | 4,94 | 4,98 | 0,52 | 0,23 | 5,68 | 4,29 | SERAGAM |
| 19 | Inspeksi *body casing* | Mengambil *body casing* | 1,50 | 1,65 | 1,45 | 1,34 | 1,43 | 1,47 | 0,20 | 0,09 | 1,73 | 1,21 | SERAGAM |
| Memeriksa *body casing* | 173,81 | 174,27 | 173,46 | 173,65 | 173,74 | 173,78 | 0,52 | 0,23 | 174,48 | 173,09 | SERAGAM |
| Memindahkan *head casing* ke area *assembly* | 4,51 | 3,97 | 4,16 | 4,35 | 4,44 | 4,28 | 0,26 | 0,12 | 4,63 | 3,93 | SERAGAM |
| 20 | Pembuatan angka *inner* | Mengambil plastik angka *inner* | 1,42 | 1,57 | 1,37 | 1,26 | 1,35 | 1,39 | 0,20 | 0,09 | 1,65 | 1,13 | SERAGAM |
| Pengecatan angka *inner* | 183,27 | 182,93 | 182,62 | 183,31 | 183,40 | 183,10 | 0,52 | 0,23 | 183,79 | 182,41 | SERAGAM |
| Memindahkan angka *inner* ke area *assembly inner* | 2,86 | 3,32 | 2,51 | 2,80 | 2,96 | 2,89 | 0,47 | 0,21 | 3,51 | 2,26 | SERAGAM |
| 21 | *Assembly inner* | Mengambil angka *inner* | 2,91 | 3,00 | 2,56 | 2,75 | 2,84 | 2,81 | 0,40 | 0,18 | 3,35 | 2,27 | SERAGAM |
| Memasang angka *inner* | 212,34 | 211,80 | 211,49 | 212,18 | 212,01 | 211,96 | 0,50 | 0,23 | 212,64 | 211,28 | SERAGAM |
| Memindahkan angka *inner* pada area inspeksi *inner* | 3,20 | 2,66 | 2,81 | 3,04 | 3,13 | 2,97 | 0,48 | 0,21 | 3,61 | 2,33 | SERAGAM |
| 22 | Inspeksi *inner* | Mengambil *inner* | 1,46 | 1,61 | 1,41 | 1,30 | 1,39 | 1,43 | 0,20 | 0,09 | 1,69 | 1,17 | SERAGAM |
| Proses inspeksi *inner* | 178,45 | 177,91 | 177,60 | 178,29 | 178,38 | 178,12 | 0,55 | 0,25 | 178,87 | 177,38 | SERAGAM |
| Memindahkan *inner* ke area *assembly* meteran air | 27,98 | 28,44 | 27,63 | 28,32 | 27,91 | 28,05 | 0,47 | 0,21 | 28,69 | 27,42 | SERAGAM |
| 23 | *Assembly* meteran air | Mengambil *head casing* | 1,59 | 1,55 | 1,54 | 1,43 | 1,52 | 1,52 | 0,25 | 0,11 | 1,86 | 1,19 | SERAGAM |
| Mengambil *body casing* | 1,77 | 2,00 | 1,77 | 1,80 | 2,01 | 1,87 | 0,30 | 0,13 | 2,27 | 1,47 | SERAGAM |
| Mengambil *inner* | 1,22 | 1,26 | 1,35 | 1,13 | 1,22 | 1,23 | 0,17 | 0,07 | 1,46 | 1,01 | SERAGAM |
| Proses *assembly* | 67,57 | 67,03 | 66,72 | 67,41 | 67,50 | 67,24 | 0,55 | 0,25 | 67,99 | 66,50 | SERAGAM |
| Memindahkan meteran air ke area uji kebocoran 1 | 6,11 | 5,97 | 5,42 | 5,80 | 5,96 | 5,85 | 0,38 | 0,17 | 6,36 | 5,33 | SERAGAM |
| 24 | Uji kebocoran 1 meteran air | Mengambil meteran air | 1,30 | 1,49 | 1,17 | 1,14 | 1,20 | 1,26 | 0,20 | 0,09 | 1,53 | 0,99 | SERAGAM |
| Memasang meteran air pada pipa uji kebocoran | 6,66 | 7,12 | 6,31 | 6,79 | 6,91 | 6,76 | 0,43 | 0,19 | 7,33 | 6,18 | SERAGAM |
| Menguji kebocoran | 158,21 | 157,67 | 157,36 | 158,05 | 157,94 | 157,84 | 0,51 | 0,23 | 158,53 | 157,16 | SERAGAM |
| Memindahkan meteran air ke area uji kebocoran 2 | 3,77 | 4,23 | 3,42 | 4,11 | 4,20 | 3,94 | 0,44 | 0,20 | 4,54 | 3,35 | SERAGAM |
| 25 | Uji kebocoran 2 meteran air | Mengambil meteran air | 1,30 | 1,45 | 1,25 | 1,14 | 1,23 | 1,27 | 0,20 | 0,09 | 1,53 | 1,01 | SERAGAM |
| Memasang meteran air pada pipa uji kebocoran | 6,66 | 6,62 | 6,81 | 7,01 | 7,09 | 6,84 | 0,28 | 0,13 | 7,21 | 6,46 | SERAGAM |
| Menguji kebocoran | 159,09 | 158,55 | 158,61 | 158,93 | 159,02 | 158,84 | 0,48 | 0,21 | 159,48 | 158,19 | SERAGAM |
| Memindahkan meteran air ke area uji kebocoran 2 | 4,01 | 3,97 | 3,66 | 3,85 | 3,94 | 3,88 | 0,60 | 0,27 | 4,69 | 3,07 | SERAGAM |
| 26 | Uji kebocoran 3 meteran air | Mengambil meteran air | 1,30 | 1,45 | 1,25 | 1,14 | 1,23 | 1,27 | 0,20 | 0,09 | 1,53 | 1,01 | SERAGAM |
| Memasang meteran air pada pipa uji kebocoran | 7,09 | 6,55 | 6,74 | 6,93 | 7,02 | 6,86 | 0,48 | 0,21 | 7,50 | 6,22 | SERAGAM |
| Menguji kebocoran | 162,01 | 162,42 | 161,67 | 161,85 | 161,94 | 161,98 | 0,52 | 0,23 | 162,67 | 161,28 | SERAGAM |
| Memindahkan meteran air ke area *labelling* | 8,18 | 7,64 | 7,33 | 8,02 | 8,11 | 7,85 | 0,55 | 0,25 | 8,60 | 7,11 | SERAGAM |
| 27 | Proses *labelling* | Mengambil meteran air | 1,47 | 1,62 | 1,42 | 1,31 | 1,40 | 1,44 | 0,20 | 0,09 | 1,70 | 1,18 | SERAGAM |
| Memberikan label (kode produksi dan perusahaan) | 63,88 | 64,34 | 63,03 | 64,03 | 63,81 | 63,82 | 0,59 | 0,27 | 64,61 | 63,02 | SERAGAM |
| Memindahkan meteran air ke area *packing* | 5,76 | 6,22 | 4,91 | 5,60 | 5,69 | 5,63 | 0,62 | 0,28 | 6,47 | 4,79 | SERAGAM |
| 28 | Proses *packing* | Mengambil meteran air | 1,37 | 1,52 | 1,32 | 1,21 | 1,30 | 1,34 | 0,20 | 0,09 | 1,60 | 1,08 | SERAGAM |
| Memasukkan meteran air ke *box* | 2,69 | 3,15 | 2,34 | 3,03 | 3,00 | 2,84 | 0,43 | 0,19 | 3,41 | 2,26 | SERAGAM |
| Menyegel *box* | 8,31 | 8,27 | 7,46 | 8,15 | 8,24 | 8,08 | 0,68 | 0,31 | 9,00 | 7,17 | SERAGAM |

**Uji Kecukupan Data**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Proses** | **Aktivitas** |  |  |  | **N** | **N'** | **Keterangan** |
|
| 1 | Persiapan | Memeriksa kuningan | 686,843 | 47175330,7 | 4717535,667 | 10 | 0,00022 | cukup |
| Memindahkan kuningan ke area *furnace* | 43,054 | 185364,692 | 18536,5654 | 10 | 0,002077 | cukup |
| Memenuhi pasir ke tempat pasir | 204,855 | 4196557,1 | 419656,5997 | 10 | 0,000848 | cukup |
| Pengayakan pasir silika | 684,013 | 46787378,4 | 4678739,444 | 10 | 0,000137 | cukup |
| Memindahkan pasir silika ke area pembuatan *core* | 50,957 | 259661,585 | 25968,5039 | 10 | 0,03613 | cukup |
| Memeriksa resin | 87,823 | 771287,933 | 77130,8511 | 10 | 0,010672 | cukup |
| Memindahkan resin ke area *core* | 48,043 | 230812,985 | 23082,9943 | 10 | 0,029388 | cukup |
| 2 | Pembuatan *core* *head casing* | Menyalakan alat cetak | 1,893 | 358,3449 | 36,4287 | 10 | 6,632828 | cukup |
| Memasukkan pasir silika pada cetakan | 6,869 | 4718,3161 | 473,4351 | 10 | 1,359375 | cukup |
| Memanaskan pasir silika | 20,035 | 40140,1225 | 4014,4787 | 10 | 0,046482 | cukup |
| Mengeluarkan cetakan pasir pada cetakan | 2,893 | 836,9449 | 84,7467 | 10 | 5,028814 | cukup |
| Memindahkan cetakan pasir ke area *molding* | 3,063 | 938,1969 | 95,3095 | 10 | 6,351801 | cukup |
| 3 | Pembuatan *core* *body casing* | Menyalakan alat cetak | 2,146 | 460,5316 | 47,1658 | 10 | 9,663962 | cukup |
| Memasukkan pasir silika pada cetakan | 6,953 | 4834,4209 | 484,7599 | 10 | 1,090356 | cukup |
| Memanaskan pasir silika | 25,843 | 66786,0649 | 6680,6643 | 10 | 0,123248 | cukup |
| Mengeluarkan cetakan pasir pada cetakan | 2,923 | 854,3929 | 86,9351 | 10 | 7,002914 | cukup |
| Memindahkan cetakan pasir ke area *molding* | 2,903 | 842,7409 | 84,9731 | 10 | 3,317793 | cukup |
| 4 | Proses *furnace head casing* | Memasukkan bahan bakar ( oli ) kedalam tungku | 26,933 | 72538,6489 | 7254,5275 | 10 | 0,036538 | cukup |
| Menyalakan api pada tungku | 3,923 | 1538,9929 | 156,4311 | 10 | 6,580433 | cukup |
| Menunggu pemanasan bahan bakar | 3618,973 | 1309696557 | 130969658,2 | 10 | 7,35E-06 | cukup |
| Memasukkan kuningan pada tungku | 11,043 | 12194,7849 | 1220,3203 | 10 | 0,276121 | cukup |
| Peleburan bahan baku pembuatan *head casing* ( kuningan ) | 7235,688 | 5235518083 | 523551810,7 | 10 | 1,78E-06 | cukup |
| Memindahkan cairan kuninganke area *molding* | 3,061 | 936,9721 | 94,5987 | 10 | 3,848524 | cukup |
| 5 | Proses *furnace* *body casing* | Menyalakan mesin induksi | 10,835 | 11739,7225 | 1174,6521 | 10 | 0,231641 | cukup |
| Memasukkan kuningan pada mesin induksi | 5,893 | 3472,7449 | 348,9107 | 10 | 1,88463 | cukup |
| Proses peleburan kuningan | 1830,673 | 335136363 | 33513638,58 | 10 | 2,69E-05 | cukup |
| Memindahkan *body casing* ke area *molding* | 2,973 | 883,8729 | 89,9891 | 10 | 7,249051 | cukup |
| 6 | Proses *molding head casing* | Memasukkan kuningan cair pada cetakan pasir | 2,983 | 889,8289 | 90,5603 | 10 | 7,090846 | cukup |
| Proses *molding* kuningan cair menjadi *head casing* | 3,953 | 1562,6209 | 157,1343 | 10 | 2,232685 | cukup |
| Mengeluarkan *head casing* | 1,833 | 335,9889 | 34,1311 | 10 | 6,336043 | cukup |
| Memindahkan *head casing* ke area pemotongan | 5,993 | 3591,6049 | 361,4383 | 10 | 2,536816 | cukup |
| 7 | Proses *molding body casing* | Memasukkan kuningan cair pada cetakan pasir | 3,833 | 1469,1889 | 148,9767 | 10 | 5,602574 | cukup |
| Proses *molding* kuningan cair menjadi *head casing* | 4,982 | 2482,0324 | 249,7696 | 10 | 2,524318 | cukup |
| Mengeluarkan *head casing* | 2,851 | 812,8201 | 82,6099 | 10 | 6,53473 | cukup |
| Memindahkan *head casing* ke area pemotongan | 6,113 | 3736,8769 | 376,8175 | 10 | 3,350188 | cukup |
| 8 | Pemotongan *head casing* | Mengambil *head casing* | 1,049 | 110,0401 | 11,1997 | 10 | 7,113407 | cukup |
| Pemotongan sisa cetakan *head casing* | 8,813 | 7766,8969 | 778,3535 | 10 | 0,856872 | cukup |
| Memindahkan head casing ke area *shotblast* | 3,873 | 1500,0129 | 152,2871 | 10 | 6,095441 | cukup |
| 9 | Pemotongan 1 *body casing* | Mengambil *body casing* | 1,484 | 220,2256 | 22,3682 | 10 | 6,277926 | cukup |
| Pemotongan sisa cetakan *head casing* bagian sisi | 9,785 | 9574,6225 | 960,1943 | 10 | 1,141371 | cukup |
| Memindahkan head casing ke area pemotongan 2 | 4,893 | 2394,1449 | 243,6123 | 10 | 7,01346 | cukup |
| 10 | Pemotongan 2 *body casing* | Mengambil *body casing* | 1,411 | 199,0921 | 20,2571 | 10 | 6,989529 | cukup |
| Pemotongan sisa cetakan *head casing* bagian tengah | 7,273 | 5289,6529 | 533,1631 | 10 | 3,174356 | cukup |
| Memindahkan *body* *casing* ke area *shotblast* | 4,873 | 2374,6129 | 239,8671 | 10 | 4,052551 | cukup |
| 11 | Proses *shotblast body* dan *head casing* | Memasukkan *head casing* ke mesin *shotblast* | 3,845 | 1478,4025 | 150,7615 | 10 | 7,903802 | cukup |
| Pembersihan permukaan *head casing* | 306,913 | 9419558,96 | 941958,6595 | 10 | 0,001174 | cukup |
| Memindahkan *head casing* dan *body casing* ke area penghalusan | 6,833 | 4668,9889 | 469,1947 | 10 | 1,966858 | cukup |
| 12 | Penghalusan *head casing* | Memasukkan *head casing* ke mesin gerinda | 4,933 | 2433,4489 | 246,1087 | 10 | 4,543034 | cukup |
| Proses penghalusan *head casing* | 478,743 | 22919486 | 2291951,901 | 10 | 0,000576 | cukup |
| Memindahkan *head casing* ke area *machining* | 3,883 | 1507,7689 | 154,2887 | 10 | 9,316574 | cukup |
| 13 | Penghalusan *body casing* | Memasukkan *body casing* ke mesin gerinda | 5,328 | 2838,7584 | 287,3526 | 10 | 4,898987 | cukup |
| Proses penghalusan *body casing* | 487,553 | 23770792,8 | 2377082,79 | 10 | 0,000591 | cukup |
| Memindahkan *body casing* ke area *machining* | 3,863 | 1492,2769 | 151,9915 | 10 | 7,408303 | cukup |
| 14 | Proses *machining head casing* | *Setting tools* mesin bubut | 312,008 | 9734899,21 | 973492,5664 | 10 | 0,001087 | cukup |
| Memasukkan *head casing* ke mesin bubut | 4,835 | 2337,7225 | 236,8443 | 10 | 5,256484 | cukup |
| Proses pembuatan ulir | 313,923 | 9854764,99 | 985479,7911 | 10 | 0,001336 | cukup |
| Memindahkan *head casing* ke area pelubangan | 6,922 | 4791,4084 | 481,576 | 10 | 2,032939 | cukup |
| 15 | Proses *machining body casing* | Memasukkan *head casing* ke mesin bubut | 4,883 | 2384,3689 | 240,4947 | 10 | 3,452167 | cukup |
| Proses pembuatan ulir | 314,023 | 9861044,45 | 986106,8511 | 10 | 0,000976 | cukup |
| Memindahkan *head casing* ke area pelubangan | 6,884 | 4738,9456 | 476,5096 | 10 | 2,207276 | cukup |
| 16 | Pelubangan *head casing* | Mengarahkan *head casing* pada bor | 3,933 | 1546,8489 | 157,8063 | 10 | 8,071661 | cukup |
| Proses pengeboran *head casing* | 45,233 | 204602,429 | 20462,4167 | 10 | 0,042498 | cukup |
| Memindahkan *head casing* ke area inspeksi | 4,923 | 2423,5929 | 243,5071 | 10 | 1,894394 | cukup |
| 17 | Pelubangan *body casing* | Mengarahkan *head casing* pada bor | 4,013 | 1610,4169 | 164,0467 | 10 | 7,463931 | cukup |
| Proses pengeboran *head casing* | 45,573 | 207689,833 | 20771,5151 | 10 | 0,048761 | cukup |
| Memindahkan *head casing* ke area inspeksi | 4,133 | 1708,1689 | 173,1867 | 10 | 5,549358 | cukup |
| 18 | Inspeksi *head casing* | Mengambil *head casing* | 1,383 | 191,2689 | 19,4963 | 10 | 7,725459 | cukup |
| Memeriksa *head casing* | 173,876 | 3023286,34 | 302331,6718 | 10 | 0,00402 | cukup |
| Memindahkan *head casing* ke area *assembly* | 4,983 | 2483,0289 | 250,7087 | 10 | 3,875605 | cukup |
| 19 | Inspeksi *body casing* | Mengambil *body casing* | 1,471 | 216,3841 | 21,9863 | 10 | 6,430972 | cukup |
| Memeriksa *body casing* | 173,783 | 3020053,11 | 302007,7167 | 10 | 0,003186 | cukup |
| Memindahkan *head casing* ke area *assembly* | 4,283 | 1834,4089 | 184,0487 | 10 | 1,325353 | cukup |
| 20 | Pembuatan angka *inner* | Mengambil plastik angka *inner* | 1,391 | 193,4881 | 19,6967 | 10 | 7,191967 | cukup |
| Pengecatan angka *inner* | 183,103 | 3352670,86 | 335269,4763 | 10 | 0,002852 | cukup |
| Memindahkan angka *inner* ke area *assembly inner* | 2,887 | 833,4769 | 85,2971 | 10 | 9,355556 | cukup |
| 21 | *Assembly inner* | Mengambil angka *inner* | 2,808 | 788,4864 | 80,3102 | 10 | 7,41451 | cukup |
| Memasang angka *inner* | 211,96 | 4492704,16 | 449272,7044 | 10 | 0,002037 | cukup |
| Memindahkan angka *inner* pada area inspeksi *inner* | 2,966 | 879,7156 | 90,0202 | 10 | 9,31501 | cukup |
| 22 | Inspeksi *inner* | Mengambil *inner* | 1,431 | 204,7761 | 20,8255 | 10 | 6,79552 | cukup |
| Proses inspeksi *inner* | 178,123 | 3172780,31 | 317280,7951 | 10 | 0,003484 | cukup |
| Memindahkan *inner* ke area *assembly* meteran air | 28,053 | 78697,0809 | 7871,7079 | 10 | 0,101646 | cukup |
| 23 | *Assembly* meteran air | Mengambil *head casing* | 1,523 | 231,9529 | 23,7575 | 10 | 9,695244 | cukup |
| Mengambil *body casing* | 1,866 | 348,1956 | 35,618 | 10 | 9,172316 | cukup |
| Mengambil *inner* | 1,233 | 152,0289 | 15,4515 | 10 | 6,541125 | cukup |
| Proses *assembly* | 67,243 | 452162,105 | 45218,9743 | 10 | 0,02445 | cukup |
| Memindahkan meteran air ke area uji kebocoran 1 | 5,849 | 3421,0801 | 343,4295 | 10 | 1,545114 | cukup |
| 24 | Uji kebocoran 1 meteran air | Mengambil meteran air | 1,256 | 157,7536 | 16,1394 | 10 | 9,230598 | cukup |
| Memasang meteran air pada pipa uji kebocoran | 6,755 | 4563,0025 | 457,9403 | 10 | 1,437694 | cukup |
| Menguji kebocoran | 157,843 | 2491441,26 | 249146,4847 | 10 | 0,003786 | cukup |
| Memindahkan meteran air ke area uji kebocoran 2 | 3,943 | 1554,7249 | 157,2263 | 10 | 4,512207 | cukup |
| 25 | Uji kebocoran 2 meteran air | Mengambil meteran air | 1,271 | 161,5441 | 16,5023 | 10 | 8,614118 | cukup |
| Memasang meteran air pada pipa uji kebocoran | 6,835 | 4671,7225 | 467,8923 | 10 | 0,616518 | cukup |
| Menguji kebocoran | 158,837 | 2522919,26 | 252293,9939 | 10 | 0,003279 | cukup |
| Memindahkan meteran air ke area uji kebocoran 2 | 3,883 | 1507,7689 | 154,0687 | 10 | 8,73293 | cukup |
| 26 | Uji kebocoran 3 meteran air | Mengambil meteran air | 1,271 | 161,5441 | 16,5023 | 10 | 8,614118 | cukup |
| Memasang meteran air pada pipa uji kebocoran | 6,863 | 4710,0769 | 473,0655 | 10 | 1,747581 | cukup |
| Menguji kebocoran | 161,975 | 2623590,06 | 262361,4163 | 10 | 0,003674 | cukup |
| Memindahkan meteran air ke area *labelling* | 7,853 | 6166,9609 | 619,4599 | 10 | 1,792656 | cukup |
| 27 | Proses *labelling* | Mengambil meteran air | 1,441 | 207,6481 | 21,1127 | 10 | 6,70153 | cukup |
| Memberikan label (kode produksi dan perusahaan) | 63,815 | 407235,423 | 40726,7143 | 10 | 0,031157 | cukup |
| Memindahkan meteran air ke area *packing* | 5,633 | 3173,0689 | 320,8187 | 10 | 4,42702 | cukup |
| 28 | Proses *packing* | Mengambil meteran air | 1,341 | 179,8281 | 18,3307 | 10 | 7,738279 | cukup |
| Memasukkan meteran air ke *box* | 2,839 | 805,9921 | 82,2479 | 10 | 8,182165 | cukup |
| Menyegel *box* | 8,083 | 6533,4889 | 657,5467 | 10 | 2,570027 | cukup |

***Value Stream Mapping Current State***



***Process Activity Mapping***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Proses** | **Area** | **Aktivitas** | **Waktu Siklus (s)** | **Jarak (m)** | **Jumlah Operator** | **Aliran** | | | | | **Ket.** | **Identifikasi *waste*** |
| **O** | **T** | **I** | **S** | **D** |
| 1 | Persiapan | Gudang bahan baku | Memeriksa kuningan | 687,49 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memindahkan kuningan ke area *furnace* | 431,5 | 20 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| Memenuhi pasir ke tempat pasir | 204,84 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Pengayakan pasir silika | 684,31 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan pasir silika ke area pembuatan *core* | 506,7 | 24 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| Memeriksa resin | 87,72 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memindahkan resin ke area *core* | 482,4 | 23 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | Transportation |
| 2 | Pembuatan *core* *head casing* | Area *core* *head casing* | Menyalakan alat cetak | 2,13 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memasukkan pasir silika pada cetakan | 6,73 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memanaskan pasir silika | 20,18 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Mengeluarkan cetakan pasir pada cetakan | 2,83 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memindahkan cetakan pasir ke area *molding head casing* | 31,6 | 3 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 3 | Pembuatan *core* *body casing* | Area *core* *body casing* | Menyalakan alat cetak | 2,15 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memasukkan pasir silika pada cetakan | 6,85 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memanaskan pasir silika | 25,74 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Mengeluarkan cetakan pasir pada cetakan | 3,12 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memindahkan cetakan pasir ke area *molding body casing* | 32,7 | 3 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 4 | Proses *furnace head casing* | Area *furnace head casing* | Memasukkan bahan bakar ( oli ) kedalam tungku | 27,31 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Menyalakan api pada tungku | 3,72 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Menunggu pemanasan bahan bakar | 3618,67 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NVA | *Waiting* |
| Memasukkan kuningan pada tungku | 11,34 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Peleburan bahan baku pembuatan *head casing* ( kuningan ) | 7235,45 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan cairan kuninganke area *molding* | 27,5 | 3 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 5 | Proses *furnace* *body casing* | Area *furnace body casing* | Menyalakan mesin induksi | 10,35 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memasukkan kuningan pada mesin induksi | 5,43 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses peleburan kuningan | 1830,35 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *body casing* ke area *molding* | 32,7 | 1 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 6 | Proses *molding head casing* | Area *molding head casing* | Memasukkan kuningan cair pada cetakan pasir | 3,14 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses *molding* kuningan cair menjadi *head casing* | 4,29 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Mengeluarkan *head casing* | 2,17 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memindahkan *head casing* ke area pemotongan | 58,9 | 6 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 7 | Proses *molding body casing* | Area *molding body casing* | Memasukkan kuningan cair pada cetakan pasir | 3,73 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses *molding* kuningan cair menjadi *head casing* | 4,84 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Mengeluarkan *head casing* | 2,38 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memindahkan *head casing* ke area pemotongan | 62,1 | 6 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 8 | Pemotongan *head casing* | Area pemotongan *head casing* | Mengambil *head casing* | 5,8 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Pemotongan sisa cetakan *head casing* | 8,56 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan head casing ke area *shotblast* | 45,7 | 5 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 9 | Pemotongan 1 *body casing* | Area pemotongan 1 *body casing* | Mengambil *body casing* | 6,8 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Pemotongan sisa cetakan *head casing* bagian sisi | 9,78 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan head casing ke area pemotongan 2 | 47,9 | 5 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 10 | Pemotongan 2 *body casing* | Area pemotongan 2 *body casing* | Mengambil *body casing* | 6,1 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Pemotongan sisa cetakan *head casing* bagian tengah | 7,17 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *body* *casing* ke area *shotblast* | 45,7 | 5 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 11 | Proses *shotblast body* dan *head casing* | Area *shotblast body* dan *head casing* | Memasukkan *head casing* ke mesin *shotblast* | 3,45 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Pembersihan permukaan *head casing* | 306,91 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *head casing* dan *body casing* ke area penghalusan | 67,8 | 7 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 12 | Penghalusan *head casing* | Area penghalusan *head casing* | Memasukkan *head casing* ke mesin gerinda | 4,93 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses penghalusan *head casing* | 478,53 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *head casing* ke area *machining* | 36,8 | 3 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 13 | Penghalusan *body casing* | Area penghalusan *body casing* | Memasukkan *body casing* ke mesin gerinda | 5,12 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses penghalusan *body casing* | 487,35 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *body casing* ke area *machining* | 38,6 | 3 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 14 | Pengecatan | Area pengecatan | Meletakkan part pada meja kerja pengecatan | 27,74 | 2 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Menyemprotkan serbuk cat pada part | 13,64 | 2 | 2 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Mengeringkan cat | 68,96 | 2 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memindahkan part pada area *machining* | 75,16 | 1 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 15 | Proses *machining head casing* | Area *machining head casing* | Meletakkan *head casing* tipe LF-2 pada meja kerja | 60,12 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NVA |  |
| Menuju lemari penyimpanan mengambil *tools* | 40,02 | 20 | 1 |  |  |  |  |  | NVA | *Motion* |
| Kembali ke mesin bubut untuk *set up* mesin | 40,02 | 20 | 1 |  |  |  |  |  | NVA | *Transportation* |
| Meletakkan *tools* di meja kerja | 4,98 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Mengambil *tools* dan pembongkaran *dies* | 274,98 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NVA | *Motion* |
| Meletakkan *tools* dan *dies* yang dibongkar di sisi mesin bubut | 34,98 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Menuju lemari penyimpanan mengambil *dies* baru | 40,02 | 20 | 1 |  |  |  |  |  | NVA | *Motion* |
| Mencari *dies* baru di lemari penyimpanan | 112,02 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NVA | *Motion* |
| Kembali ke mesin bubut untuk memasang *dies* baru | 79,98 | 20 | 1 |  |  |  |  |  | NVA | *Motion* |
| Mengambil *tools* dan memasang *dies* baru | 344,99 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Motion* |
| Mengembalikan *dies* lama ke lemari penyimpanan | 40,02 | 20 | 1 |  |  |  |  |  | NVA | *Motion* |
| Meletakkan *dies* lama yang telah dibongkar pada lemari penyimpanan | 44,99 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NVA | *Motion* |
| Menuju mesin bubut untuk uji coba mesin | 40,02 | 20 | 1 |  |  |  |  |  | NVA | *Motion* |
| Pasang h*ead casing* uji coba pada dudukan mesin bubut | 16,02 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| *Setting* posisi *tools* dan *dies* | 115,02 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses uji coba mesin | 19,98 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Mengambil *head casing* uji coba dari *chuck* | 4,98 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NVA | *Motion* |
| Mengecek *head casing* uji cobamenggunakan *vernier caliper* | 24,13 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memasang *head casing* uji coba | 16,02 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| *Setting* posisi *tools dan dies* | 115,02 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses uji coba mesin | 19,98 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Mengambil *head casing* uji coba dari *chuck* | 4,98 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NVA | *Motion* |
| Mengecek *head casing* uji coba dengan *vernier caliper* | 24,13 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses pembuatan ulir *head casing* tipe yang berbeda | 19,98 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *head casing* ke area pelubangan | 66,3 | 4 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 16 | Proses *machining body casing* | Area *machining body casing* | Memasukkan *head casing* ke mesin bubut | 4,78 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses pembuatan ulir | 25,41 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *head casing* ke area pelubangan | 66,3 | 4 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 17 | Pelubangan *head casing* | Area pelubangan *head casing* | Mengarahkan *head casing* pada bor | 3,89 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses pengeboran *head casing* | 45,73 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *head casing* ke area inspeksi | 43,2 | 2 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 18 | Pelubangan *body casing* | Area pelubangan *body casing* | Mengarahkan *head casing* pada bor | 3,98 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses pengeboran *head casing* | 45,37 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *head casing* ke area inspeksi | 42,3 | 2 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 19 | Inspeksi *head casing* | Area inspeksi *head casing* | Mengambil *head casing* | 5,8 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memeriksa *head casing* | 173,84 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *head casing* ke area *assembly* | 46,8 | 3 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 20 | Inspeksi *body casing* | Area inspeksi *body casing* | Mengambil *body casing* | 6,7 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memeriksa *body casing* | 173,48 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *head casing* ke area *assembly* | 46,8 | 3 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 21 | Pembuatan angka *inner* | Area pembuatan angka *inner* | Mengambil plastik angka *inner* | 5,9 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Pengecatan angka *inner* | 183,14 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan angka *inner* ke area *assembly inner* | 25,3 | 3 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 22 | *Assembly inner* | Area *assembly inner* | Mengambil angka *inner* | 2,58 | 0 | 3 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memasang angka *inner* | 212,01 | 0 | 3 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan angka *inner* pada area inspeksi *inner* | 28,7 | 3 | 3 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 23 | Inspeksi *inner* | Area inspeksi *inner* | Mengambil *inner* | 6,3 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses inspeksi *inner* | 178,12 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memindahkan *inner* ke area *assembly* meteran air | 276,5 | 15 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 24 | *Assembly* meteran air | Area *assembly* meteran air | Mengambil *head casing* | 7,6 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Mengambil *body casing* | 4,3 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Mengambil *inner* | 2,9 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses *assembly* | 67,24 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan meteran air ke area uji kebocoran 1 | 57,8 | 3 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 25 | Uji kebocoran 1 meteran air | Area uji kebocoran 1 | Mengambil meteran air | 4,7 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memasang meteran air pada pipa uji kebocoran | 6,33 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Menguji kebocoran | 157,88 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan meteran air ke area uji kebocoran 2 | 34,4 | 1 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 26 | Uji kebocoran 2 meteran air | Area uji kebocoran 2 | Mengambil meteran air | 4,7 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memasang meteran air pada pipa uji kebocoran | 6,33 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Menguji kebocoran | 158,76 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan meteran air ke area uji kebocoran 2 | 36,8 | 1 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 27 | Uji kebocoran 3 meteran air | Area uji kebocoran 3 | Mengambil meteran air | 4,7 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memasang meteran air pada pipa uji kebocoran | 6,76 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Menguji kebocoran | 161,68 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan meteran air ke area packing | 78,5 | 7 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 28 | Proses *Packing* | Area *Packing* | Mengambil meteran air | 6,4 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memberikan label (kode produksi dan perusahaan) | 63,55 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Mengambil meteran air | 5,4 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memasukkan meteran air ke *box* | 2,36 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Menyegel *box* | 7,98 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |

***Process Activity Mapping Future State***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Proses** | **Area** | **Aktivitas** | **Waktu Siklus (s)** | **Jarak (m)** | **Jumlah Operator** | **Aliran** | | | | | **Ket.** | **Identifikasi *waste*** |
| **O** | **T** | **I** | **S** | **D** |
| 1 | Persiapan | Gudang bahan baku | Memeriksa kuningan | 687,49 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memindahkan kuningan ke area *furnace* | 431,5 | 20 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| Memenuhi pasir ke tempat pasir | 204,84 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Pengayakan pasir silika | 684,31 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan pasir silika ke area pembuatan *core* | 506,7 | 24 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| Memeriksa resin | 87,72 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memindahkan resin ke area *core* | 482,4 | 23 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | Transportation |
| 2 | Pembuatan *core* *head casing* | Area *core* *head casing* | Menyalakan alat cetak | 2,13 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memasukkan pasir silika pada cetakan | 6,73 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memanaskan pasir silika | 20,18 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Mengeluarkan cetakan pasir pada cetakan | 2,83 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memindahkan cetakan pasir ke area *molding head casing* | 31,6 | 3 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 3 | Pembuatan *core* *body casing* | Area *core* *body casing* | Menyalakan alat cetak | 2,15 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memasukkan pasir silika pada cetakan | 6,85 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memanaskan pasir silika | 25,74 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Mengeluarkan cetakan pasir pada cetakan | 3,12 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memindahkan cetakan pasir ke area *molding body casing* | 32,7 | 3 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 4 | Proses *furnace head casing* | Area *furnace head casing* | Menyalakan mesin induksi | 10,35 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memasukkan kuningan pada mesin induksi | 5,43 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses peleburan kuningan | 1830,35 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *head casing* ke area *molding* | 32,7 | 1 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 5 | Proses *furnace* *body casing* | Area *furnace body casing* | Menyalakan mesin induksi | 10,35 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memasukkan kuningan pada mesin induksi | 5,43 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses peleburan kuningan | 1830,35 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *body casing* ke area *molding* | 32,7 | 1 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 6 | Proses *molding head casing* | Area *molding head casing* | Memasukkan kuningan cair pada cetakan pasir | 3,14 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses *molding* kuningan cair menjadi *head casing* | 4,29 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Mengeluarkan *head casing* | 2,17 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memindahkan *head casing* ke area pemotongan | 58,9 | 6 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 7 | Proses *molding body casing* | Area *molding body casing* | Memasukkan kuningan cair pada cetakan pasir | 3,73 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses *molding* kuningan cair menjadi *head casing* | 4,84 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Mengeluarkan *head casing* | 2,38 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memindahkan *head casing* ke area pemotongan | 62,1 | 6 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 8 | Pemotongan *head casing* | Area pemotongan *head casing* | Mengambil *head casing* | 5,8 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Pemotongan sisa cetakan *head casing* | 8,56 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan head casing ke area *shotblast* | 45,7 | 5 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 9 | Pemotongan 1 *body casing* | Area pemotongan 1 *body casing* | Mengambil *body casing* | 6,8 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Pemotongan sisa cetakan *head casing* bagian sisi | 9,78 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan head casing ke area pemotongan 2 | 47,9 | 5 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 10 | Pemotongan 2 *body casing* | Area pemotongan 2 *body casing* | Mengambil *body casing* | 6,1 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Pemotongan sisa cetakan *head casing* bagian tengah | 7,17 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *body* *casing* ke area *shotblast* | 45,7 | 5 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 11 | Proses *shotblast body* dan *head casing* | Area *shotblast body* dan *head casing* | Memasukkan *head casing* ke mesin *shotblast* | 3,45 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Pembersihan permukaan *head casing* | 306,91 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *head casing* dan *body casing* ke area penghalusan | 67,8 | 7 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 12 | Penghalusan *head casing* | Area penghalusan *head casing* | Memasukkan *head casing* ke mesin gerinda | 4,93 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses penghalusan *head casing* | 478,53 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *head casing* ke area *machining* | 36,8 | 3 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 13 | Penghalusan *body casing* | Area penghalusan *body casing* | Memasukkan *body casing* ke mesin gerinda | 5,12 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses penghalusan *body casing* | 487,35 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *body casing* ke area *machining* | 38,6 | 3 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 14 | Pengecatan | Area pengecatan | Meletakkan part pada meja kerja pengecatan | 27,74 | 2 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Menyemprotkan serbuk cat pada part | 13,64 | 2 | 2 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Mengeringkan cat | 68,96 | 2 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memindahkan part pada area *machining* | 75,16 | 1 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 15 | Proses *machining head casing* | Area *machining head casing* | Meletakkan *head casing* tipe LF-2 meja kerja | 60,12 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NVA |  |
| Mengambil *tools*dan *dies*pada rak penyimpanan | 4,98 | 20 | 1 |  |  |  |  |  | NVA | *Motion* |
| Meletakkan *tools* dan *dies*di meja kerja | 4,98 | 20 | 1 |  |  |  |  |  | NVA | *Transportation* |
| Mengambil *tools* dan pembongkaran *dies* | 274,98 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Meletakkan *tools* dan *dies* yang dibongkar di meja kerja | 34,98 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NVA | *Motion* |
| Mengambil *tools* dan memasang *dies* baru | 344,99 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Mengembalikan *dies* lama ke rak penyimpanan | 4,98 | 20 | 1 |  |  |  |  |  | NVA | *Motion* |
| Pasang h*ead casing* tipe LF-2 pada dudukan mesin bubut | 16,02 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NVA | *Motion* |
| *Setting* posisi *tools* dan *dies* | 115,02 | 20 | 1 |  |  |  |  |  | NVA | *Motion* |
| Proses pembuatan ulir *head casing* tipe yang berbeda | 19,98 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Motion* |
| Memindahkan *head casing* ke area pelubangan | 66,3 | 4 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 16 | Proses *machining body casing* | Area *machining body casing* | Memasukkan *head casing* ke mesin bubut | 4,78 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses pembuatan ulir | 25,41 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *head casing* ke area pelubangan | 66,3 | 4 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 17 | Pelubangan *head casing* | Area pelubangan *head casing* | Mengarahkan *head casing* pada bor | 3,89 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses pengeboran *head casing* | 45,73 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *head casing* ke area inspeksi | 43,2 | 2 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 18 | Pelubangan *body casing* | Area pelubangan *body casing* | Mengarahkan *head casing* pada bor | 3,98 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses pengeboran *head casing* | 45,37 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *head casing* ke area inspeksi | 42,3 | 2 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 19 | Inspeksi *head casing* | Area inspeksi *head casing* | Mengambil *head casing* | 5,8 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memeriksa *head casing* | 173,84 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *head casing* ke area *assembly* | 46,8 | 3 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 20 | Inspeksi *body casing* | Area inspeksi *body casing* | Mengambil *body casing* | 6,7 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memeriksa *body casing* | 173,48 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan *head casing* ke area *assembly* | 46,8 | 3 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 21 | Pembuatan angka *inner* | Area pembuatan angka *inner* | Mengambil plastik angka *inner* | 5,9 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Pengecatan angka *inner* | 183,14 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan angka *inner* ke area *assembly inner* | 25,3 | 3 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 22 | *Assembly inner* | Area *assembly inner* | Mengambil angka *inner* | 2,58 | 0 | 3 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memasang angka *inner* | 212,01 | 0 | 3 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan angka *inner* pada area inspeksi *inner* | 28,7 | 3 | 3 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 23 | Inspeksi *inner* | Area inspeksi *inner* | Mengambil *inner* | 6,3 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses inspeksi *inner* | 178,12 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memindahkan *inner* ke area *assembly* meteran air | 276,5 | 15 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 24 | *Assembly* meteran air | Area *assembly* meteran air | Mengambil *head casing* | 7,6 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Mengambil *body casing* | 4,3 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Mengambil *inner* | 2,9 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Proses *assembly* | 67,24 | 0 | 2 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan meteran air ke area uji kebocoran 1 | 57,8 | 3 | 2 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 25 | Uji kebocoran 1 meteran air | Area uji kebocoran 1 | Mengambil meteran air | 4,7 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memasang meteran air pada pipa uji kebocoran | 6,33 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Menguji kebocoran | 157,88 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan meteran air ke area uji kebocoran 2 | 34,4 | 1 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 26 | Uji kebocoran 2 meteran air | Area uji kebocoran 2 | Mengambil meteran air | 4,7 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memasang meteran air pada pipa uji kebocoran | 6,33 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Menguji kebocoran | 158,76 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan meteran air ke area uji kebocoran 2 | 36,8 | 1 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 27 | Uji kebocoran 3 meteran air | Area uji kebocoran 3 | Mengambil meteran air | 4,7 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memasang meteran air pada pipa uji kebocoran | 6,76 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Menguji kebocoran | 161,68 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Memindahkan meteran air ke area packing | 78,5 | 7 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA | *Transportation* |
| 28 | Proses *Packing* | Area *Packing* | Mengambil meteran air | 6,4 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memberikan label (kode produksi dan perusahaan) | 63,55 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Mengambil meteran air | 5,4 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | NNVA |  |
| Memasukkan meteran air ke *box* | 2,36 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |
| Menyegel *box* | 7,98 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | VA |  |

***Value Stream Mapping Future State***



