**ANALISIS PENERAPAN *LEAN SIX SIGMA* PADA PROSES PRODUKSI *PART BODY CASING*  METER AIR DI PT. MRN**

**ARTIKEL JURNAL**

Karya tulis sebagai persyaratan

untuk memperoleh gelar Magister Teknik Industri dari

Universitas Pasundan

**Oleh :**

**MARINA YUSTIANA LUBIS**

**NPM. 108312008**



**FAKULTAS PASCASARJANA**

**UNIVERSITAS PASUNDAN**

**BANDUNG**

**2016**

# ANALISIS PENERAPAN *LEAN SIX SIGMA* PADA PROSES PRODUKSI *PART BODY CASING* METER AIR DI PT. MRN

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan *waste* yang menjadi penyebab tidak tercapainya target produksi *part body casing* meter air, kemudian menetapkan faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *waste,* dan memberikan usulan perbaikan untuk menghilangkan faktor-faktor penyebab terjadinya *waste.* Dalam penelitian ini menerapkan metode *Lean Six Sigma*, yaitu metode yang mengintegrasikan dua konsep, yakni *Lean Manufacturing* dan *Six Sigma.* Lean adalah metode untuk menemukan *waste* (pemborosan) yang terjadi dalam sistem produksi. sedangkan *Six Sigma* adalah metode untuk menghilangkan *waste* dengan konsep *DMAIC.* Berdasarkan hasil pengolahan data, ditemukan 3(tiga) *waste* tertinggi, yaitu *waste defect, waste inventory,* dan *waste waiting.* Adapun faktor-faktor penyebab terjadinya *waste* adalah faktor *material, man,* dan *machine.* Kemudian diberikan usulan-usulan perbaikannya yaitu antara lain penggunaan alat bantu, perbaikan instruksi kerja, penerapan sistem *Kanban*, *line balancing, job rotation,* pemberian pelatihan pembuatan dan penghitungan diagram *Pareto,* merancangsistem *Andon,* pemberian pe;atihan penggunaan sistem Andon, melakukan pencatatan harian kerusakaan mesin dan menerapkan *autonomous maintenance.* Selain itu, diberikan juga saran-saran, apabila perusahaan akan mengimplementasikan usulan-usulan yang diberikan.

Kata kunci: *waste, body casing, Lean Six Sigma, DMAIC, Kanban, Job Rotation, Andon*

**LATAR BELAKANG PENELITIAN**

Setiap proses dalam semua perusahaan dituntut oleh 3(tiga) hal berikut ini, yaitu (1) menjadi lebih responsif terhadap kebutuhan pelanggan, (2) menghasilkan kualitas yang tinggi pada produk atau pelayanan yang diterima pelanggan, serta (3) dapat beroperasi dengan sumber daya yang paling optimal. Dengan perkataan lain, perusahaan harus terus berusaha untuk mengetahui kebutuhan pelanggan, menjalankan proses yang mampu menghasilkan produk yang sesuai kebutuhan pelanggan, dengan memanfaatkan ketersediaan sumber daya secara optimal.

Karakteristik lingkungan dunia usaha saat ini ditandai oleh perkembangan yang cepat di segala bidang. Persaingan bukan hanya mengenai seberapa tinggi tingkat produktivitas perusahaan dan seberapa rendahnya tingkat harga produk, namun lebih pada kualitas produk, kenyamanan, kemudahan, serta ketepatan, dan kecepatan waktu penyampaian. Dalam pasar global, hanya produk dan jasa yang berkualitaslah yang akan memenangkan persaingan dan mempertahankan posisinya di pasar. Untuk menjaga konsistensi kualitas produk yang dihasilkan dan sesuai dengan tuntutan kebutuhan pasar, perlu dilakukan pengendalian kualitas atas aktivitas proses yang dijalankan.

PT. MRN adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur dan termasuk kedalam kelompok industri logam dasar dan elektronika, memproduksi peralatan ukur yaitu Meter Air. Sampai saat ini, dalam memproduksi *part body casing* meter air, masih sering terdapat produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi, dikatakan sebagai produk cacat. Dengan perkataan lain, tidak memenuhi *Critical to Quality* (CTQ) yang telah ditetapkan. Setiap terjadi produk cacat, maka harus dilakukan *rework* (pengerjaan ulang), yaitu dengan cara dilakukan pengelasan atau peleburan kembali menjadi cairan kuningan, setelah itu dilakukan pencetakan ulang. Hal ini mengakibatkan target produksi *part body casing* meter air tidak terpenuhi. Kondisi ini mengindikasikan bahwa proses berjalan tidak optimal, terrjadi *waste* (aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah), yang diduga menyebabkan target produksi tidak tercapai.

Terdapat 9(sembilan) kategori *waste,* yaitu *EHS (Environmental, Health, and Safety), defects, overproduction, waiting, not utilizing employee (knowledge, skills, and abilities), transportation, excess inventory, motion,* dan *excess processing* (Charron,Rich, 2014,p.164). Dengan menggunakan formulir *waste finding checklist,* dilakukan identifikasi *waste* yang terjadi di lantai produksi.

*Lean Six Sigma* adalah sebuah metode yang mengkombinasikan dan mengintegrasikan dua konsep, yakni konsep *Lean Manufacturing* dan *Six Sigma.* Dalam pengertian singkatnya, Lean adalah metode untuk memunculkan (mengetahui) pemborosan yang terjadi dari sebuah sistem produksi, dan Six Sigma adalah metode untuk menghilangkan pemborosan tersebut dengan konsep *DMAIC-*  *Define, Measure, Analyze, Improve*, dan *Control* (Longo, 2012).

Berdasarkan masalah *product quality* dan *delivery quality*  yang menjadi perhatian PT. MRN, maka pada penelitian ini akan dilakukan analisis penerapan metode *Lean Six Sigma* untuk menemukan penyebab terjadinya *waste,* menemukan alternative cara untuk menurunkan *defect rate* dan *cycle time* dengan meminimasi penyebab terjadinya *waste.*

## PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang penelitian, maka permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini dapat dirumuskan, sebagai berikut:

1. Jenis *waste* apa saja yang menjadi penyebab tidak tercapainya target produksi *part* *body casing* meter air di PT. MRN ?
2. Faktor-faktor apakah yang menyebabkan terjadinya *waste* pada proses produksi *part* *body casing* meter airdi PT. MRN ?
3. Usulan perbaikan apa yang dapat dilakukan untuk meminimasi/ menghilangkan faktor-faktor penyebab terjadinya *waste* pada proses produksi *part* *body casing* meter air di PT. MRN ?

## TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian yang ingin dicapai, yaitu sebagai berikut :

1. Menemukan *waste* yang menjadi penyebab tidak tercapainya target produksi *part* *body casing* meter air di PT. MRN .
2. Menetapkan faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *waste* pada proses produksi *part* *body casing* meter airdi PT. MRN
3. Memberikan usulan cara perbaikan untuk meminimalisir bahkan menghilangkan faktor penyebab terjadinya *waste* pada proses produksi *part* *body casing* meter air di PT. MRN.

## BATASAN PENELITIAN & ASUMSI

Pada penelitian ini ada batasan yang ditetapkan, yaitu :

1. Tahapan yang dilakukan hanya sampai memberikan usulan *improvement,* tidak sampai proses *control.*
2. Tidak memperhitungkan biaya yang harus dikeluarkan jika usulan *improvement* akan diimplementasikan.

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Responden memahami apa yang ditanyakan dalam *form checklist* jenis *waste* yang terjadi
2. Responden memahami kondisi lantai produksi sehingga dapat mengisi *form checklist* jenis *waste* dengan baik
3. Operator bekerja dengan normal ketika dilakukan penghitungan waktu siklus pada setiap tahapan proses produksi *body casing*

## MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari penelitian ini yaitu diharapkan perusahaan :

1. Dapat meminimasi penyebab-penyebab terjadinya *waste* di lantai produksi.
2. Dapat meningkatkan pencapaian target jumlah produksi per bulan.

**METODOLOGI PENELITIAN**

**Tabel 1 Jenis Data Dan Cara Memperoleh Data**

|  |  |
| --- | --- |
| **Jenis Data** | **Cara Memperoleh Data** |
| profil perusahaan, CTQ,CTD, Target & Realisasi produksi, produk defect, alur proses produksi, *downtime, loading time, process amount*, kapasitas mesin, tingkat pencahayaan, suhu, kelembaban, dan kebisingan | Dokumen perusahaan (Laporan Realisasi Kerja Tahunan), Manual Mutu |
| Fasilitas keselamatan dan kesehatan kerja | Data perusahaan dan melakukan wawancara dengan pekerja langsung, mengenai fasilitas yang disediakan oleh perusahaan |
| Waktu aktual produksi, waktu transportasi antar *workstation* | Melakukan perhitungan waktu secara langsung di lapangan menggunakan *stopwatch* |

### Pengolahan Data

Pengolahan data adalah tahapan pada metode *lean six sigma* dengan DMAIC dan dilakukan dalam penyelesaian masalah *waste* di PT. MRN. Tahapan ini meliputi identifikasi proses-proses yang bermasalah, melakukan pengukuran-pengukuran, mengolah data, dan melakukan analisis hasil pengolahan data dan mengusulkan perbaikan.

#### 3.2.1 Define

Tahap *define* merupakan tahapan dalam menentukan masalah serta memberikan batasan dari kegiatan perbaikan. Pada tahap ini dilakukan identifikasi proses produksi dan identifikasi *nine waste.* Diawali dengan :

1. Pembuatan Diagram SIPOC

Diagram SIPOC digunakan untuk memetakan aliran proses produksi *body casing* dari mulai *supplier* hingga *customer*. Cara pembuatan diagram SIPOC proses adalah dengan mengidentifikasi proses produksi mulai dari *supplier, input*, proses*, output* dan *customer* dari masing-masing proses pembuatan *body casing*. Pembuatan diagram SIPOC tersebut dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan. Langkah-langkah dalam membuat SIPOC adalah

1. Mengidentifikasi *output* dari proses
2. Mengidentifikasi pelanggan (proses) yang nantinya akan menerima *output* dari proses sebelumnya
3. Mengidentifikasi *input* yang dibutuhkan agar proses berjalan dengan baik.
4. Mengidentifikasi *supplier* dari *input* yang dibutuhkan untuk proses
5. Pembuatan *Value Stream Mapping*

*Value stream mapping* yang dibuat adalah *current state mapping* yang digunakan untuk mengetahui proses produksi yang saat ini berjalan di perusahaan. Cara pembuatan *value stream mapping* adalah :

1. Melakukan pengamatan terhadap proses – proses yang terjadi untuk menghasilkan *part body casing* mulai dari awal hingga menjadi *part body casing* utuh untuk mengidentifikasi *value added activity* dan *non value added activity*.
2. Melakukan pengamatan terhadap waktu siklus, waktu transportasi antar *workstasion*, jumlah inventori dan waktu simpan. Pengamatan dilakukan dengan alat bantu *stopwatch* dan mengambil 30 sample data untuk kemudian dicari rata-rata waktunya.
3. Membuat *value stream* dari keadaan saat ini untuk menentukan masalah yang dihadapi.
4. Menghitung *lead time* dan *value added time* setelah *value stream* dibuat. *Lead time* dihitung dengan cara menjumlahkan waktu siklus dan waktu simpan terhadap inventori yang terjadi selama proses produksi dari awal proses hingga menjadi *part body casing.*
5. Menentukan pemetaan yang ideal untuk *future stream mapping.*
6. Mengidentifikasi aksi perbaikan yang dibutuhkan untuk menutup celah antara keadaan saat ini dengan keadaan yang ideal untuk masa depan.
7. Membuat suatu pemetaan baru untuk memeriksa apakah masalah pada langkah 3 telah dapat diminimasi atau dihilangkan.

#### 3.2.2 Measure

Tahap *measure* merupakan tahap pengumpulan data untuk membangun suatu “*current state”* berdasarkan kondisi aktual di tempat kerja dengan proses yang terjadi lapangan. Pada tahap ini akan dilakukan proses validasi, mengukur, menganalisis permasalahan berdasarkan data yang ada. Tahapan yang dilakukan pada tahap *measure*;

1. Menentukan perhitungan kapasitas jumlah produksi, jumlah *work in process,* dan standar *work in process,* waktu siklus, total *lead time.* Perhitungan waktu dalam penelitian ini menggunakan waktu kerja yang dihitung langsung dengan menggunakan alat bantu *stopwatch.*
2. *Cause Effect Diagram*

Pembuatan *fishbone diagram* dilakukan dengan memetakan permasalahan *inventory* yang terjadi pada *workstation*  yang terjadi WIP.

#### 3.2.2. Analyze

Pada tahap ini yang dilakukan adalah menganalisis penyebab *waste*. Langkah ini dilakukan dengan menggunakan f*ishbon*e dan *5 why’s.* Kemudian dari beberapa faktor penyebab, dianalisis sampai ditemukannya penyebab yang paling dasar untuk selanjutnya di perbaiki pada tahap *improve.*

1. 5 *Why’s* Analisis

Analisis dengan menggunakan 5 why dilakukan untuk menemukan akar penyebab masalah *inventory* yang terjadi. Pertanyaan yang dikembangkan berasal dari analisis penyebab *waste* pada diagram *fishbone*. Langkah-langkah dalam menentukan 5 Why’s adalah :

* 1. Menentukan masalah yang akan di identifikasi.
	2. Tanyakan mengapa masalah terjadi dan menulis jawabannya di bawah masalah.
	3. Jika jawaban yang disediakan tidak mengidentifikasi akar penyebab masalah yang di tulis pada langkah 1, tanyakan ‘mengapa’ lagi dan menulis jawaban dibawahnya.
	4. Ulangi kembali ke langkah-3 sampai menemukan bahwa akar masalah itu teridentifikasi.

#### Improve

Pada tahap ini berisi alternatif perbaikan proses produksi PT. MRN, berdasarkan analisis penyebab yang telah ditemukan untuk meminimasi dan bahkan menghilangkan *waste.* Hasil *improve* akan menjadi usulan perbaikan di PT. MRN.

### Tahap Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis dari hasil pengolahan data pada tahap sebelumnya.

1. Analisis Rancangan Usulan Perbaikan

Usulan yang diberikan berdasarkan hasil pengolahan data dengan pendekatan metode *lean six sigma* akan dibandingkan dengan *existing condotion* untuk menganalisis kelebihan dan kekurangan dari usulan yang dirancang.

### Tahap Kesimpulan dan Saran

#### 3.4.1 Kesimpulan

Tahap ini merupakan suatu kesimpulan dari keseluruhan proses penelitian yang dilakukan berdasarkan tujuan yang telah ditentukan sebelumnya. Kesimpulan yang diberikan berdasarkan dari hasil penelitian menggunakan metode *lean six sigma* untuk meminimasi *waste inventory* yang terjadi pada proses meter air di PT. MRN.

#### 3.4.2 Saran

Tahap ini berisi saran yang ditujukan kepada pihak perusahaan dan peneliti selanjutnya. Saran ini didapatkan dari hasil tahap DMAI. Saran bagi pihak perusahaan diberikan dalam memudahkan persiapan perusahaan dalam implementasi rancangan usulan yang diberikan dalam meminimasi *waste inventory* yang terjadi pada proses produksi meter air di PT. MRN. Saran bagi penelitian selanjutnya diberikan untuk memudahkan pihak lain yang akan melanjutkan penelitian.

**ANALISIS & USULAN PERBAIKAN**

## Pada bagian ini akan dilakukan analisis kesesuaian usulan perbaikan dengan permasalahan yang dihadapi, sebagai berikut:

## Permasalahan waste defect

Dari hasil pengolahan data menunjukkan bahwa pada proses produksi *part body casing* meter air belum stabil, terutama disebabkan penggunaan alat bantu yang kurang sesuai sehingga memperngaruhi produktivitas operator. Dengan diberikan alat bantu yang sesuai, maka diharapkan produktivitas operator menjadi lebih stabil.

Pada table 5.1 disajikan hasil analisis permasalahan, usulan perbaikan, dan kelebihan dan kekurangan usulan perbaikan, sebagai berikut:

.

Tabel 5.1 Kesesuaian usulan perbaikan dengan permasalahan *waste defect*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Faktor** | **Permasalahan** | **Akar Penyebab** | **Rancangan usulan Perbaikan** | **Kelebihan** | **Kekurangan** |
| *Material* | Cairan kuningan kotor | Tidak adanya alat bantu untuk pemisahan kotoran pada cairan kuningan | Adanya alat bantu untuk memisahkan sampah-sampah atau kotoran kuningan yang dihasilkan pada proses peleburan kuningan | Cairan kuningan menjadi lebih bersih | Menyebabkan limbah dan mengurangi kuantitas kuningan yang seharusnya dapat lebih banyak digunakan |
| Cairan kuningan mengental sebelum proses *pouring* dilakukan | Jarak *workstation* peleburan kuningan dan *workstation* *pouring* kuningan, berjauhan | Pengadaan alat bantu (*conveyor)*  | Mempersingkat waktu pengangkutan  | Membutuhkan biaya yang cukup besar |
| *Man* | Pasir pada cetakan *moulding* kering  | Ketidaksesuaian cara kerja operator dengan prosedur | Penggunaan pasir cetakan moulding hanya sampai 2 kali proses saja. | Kelembaban pasir pada cetakan *moulding* stabil | Jumlah pasir yang dibutuhkan menjadi lebih banyak |
| Proses penuangan cairan kuningan ke dalam cetakan | Ketidaksesuaian alat bantu penuangan  | *Redesign* alat bantu agar operator dapat menuang cairan kuningan | Operator dapat menuang cairan kuningan tanpa mengenai dinding lubang *moulding* | Membutuhkan biaya pengadaan alat bantu |

1. **Faktor Material**

Upaya yang sudah dilakukan perusahaan untuk mengatasi permasalahan dari faktor material yang menyebabkan terjadinya *defect* adalah pemilihan kuningan sebelum proses peleburan kuningan dilakukan. Upaya yang dilakukan perusahaan saat ini masih belum tepat sasaran karena pemilihan kuningan ini masih meninggalkan sampah dan kotoran yang terlihat pada saat proses peleburan kuningan..Oleh karena itu, usulan yang dirancang untuk mengurangi permasalahan ini adalah dengan melakukan pemisahan kotoran cairan kuningan yang mengendap pada bagian atas cairan kuningan. Pemisahan ini dilakukan dengan menggunakan tongkat besi yang digunakan pada proses *pouring* kuningan. Kotoran atau sampah cairan kuningan ditampung sebagai limbah dan disediakan tempat penampungan.

Selain itu, *defect* karena material juga disebabkan karena cairan kuningan mengental karena jarak tempuh operator.Usulan yang dapat diberikan adalah dengan pengadaan  *conveyor* sehingga dengan conveyor jarak tempuh operator tidak terlalu jauh, dan selain itu titik lebur kuningan juga tidak berubah.

1. **Faktor *Man***

Upaya yang telah dilakukan perusahaan untuk mengatasi permasalahan dari faktor man yang menyebabkan terjadinya *defect* adalah dengan mengadakan alat bantu pada proses penuangan kuningan. Alat bantu ini akan digabungkan dengan alat pemberat dengan diameter yang lebih kecil dari diameter lubang *moulding.*Penuangan cairan mengenai dinding lubang *moulding*akan membuat cairan kuningan lambat sampai dibandingkan jika cairan kuningan langsung dituang tanpa mengenai dinding lubang *moulding*.Hal ini yang menyebabkan terjadinya *defect* karena pada saat pembongkaran kuningan, kuningan belum mengeras secara merata. Oleh karena ini usulan yang diberikan adalah dengan mengadakan alat bantu pada proses penuangan kuningan.

Akar penyebab lain yaitu karena pasir pada cetakan *moulding* kering.

Berdasarkan solusi yang diusulkan, diasumsikan bahwa masalah yang menyebabkan terjadinya *defect* pada proses produksi *body casing* meter air dengan indikasi menurunkan jumlah *defect* sebesar 80%. Estimasi hasil implementasi usulan perbaikan terhadap *wastedefect* jika berhasil meminimasi dua jenis *defect* dominan ditunjukkan pada Gambar V.5.



Gambar 5.1 Perbandingan *Sigma Level*

Gambar 5.1 menunjukkan perbandingan *defect* rate dengan estimasi penurunan *defect* rate sebesar 80 %. Hasil perhitungan *defect* rate menunjukkan bahwa persentase rata-rata *defect* rate menurun dari 3.70 menjadi 0.74. Hal ini menunjukkan adanya perbaikan pada proses produksi *body casing* meter air karena persentase *defect* rate dapat turun. Estimasi *defect* rate ini dapat digunakan sebagai dasar perhitungan level sigma untuk mengetahui kapabilitas proses produksi jika usulan perbaikan diimplementasikan pada perusahaan. Estimasi *level sigma* dari usulan yang disarankan dapat dilihat pada Gambar 5.2, sebagai berikut:



Gambar 5.2 Perbandingan *Sigma Level* Estimasi

Dari Gambar 5.2 dapat dilihat rata-rata estimasi *level sigma* jika usulan yang diberikan dapat meminimasi *defect* rate adalah sebesar 2.498 sigma. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja dari proses semakin membaik karena *level sigma* meningkat dari 2.494 menjadi 2.498.

## Permasalahan waste inventory

Dari hasil pengolahan data menunjukkan bahwa pada proses produksi *part body casing* meter air masih terdapat aktivitas yang memiliki *cycle time* melebihi *takt time* akibat waktu proses yang tidak seimbang antar *workstation.*

Pada table 5.2 disajikan hasil analisis permasalahan, usulan perbaikan, dan kelebihan dan kekurangan usulan perbaikan, sebagai berikut:

Tabel 5.2 Kesesuaian usulan perbaikan dengan permasalahan *waste inventory*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Faktor** | **Permasalahan** | **Akar Penyebab** | **Rancangan usulan Perbaikan** | **Kelebihan** | **Kekurangan** |
| *Man* | adanya penumpukan WIP diantara meja *workstation*  | beban kerja operator yang berbeda | pemerataan beban kerja dengan *tools Line balancing*  | efisiensi line meningkat, smoothing index menurun, dan order ke *workstation* selanjutnya dapat terpenuhi. Semua mesin dapat dipakai | adanya penambahan operator di beberapa *workstation*. Dan penambahan mesin untuk *workstation* gerinda |
| Ketidakhadiran operator | *Job rotation* secara berkala, sehingga satu operator dapat melakukan semua pekerjaan pembuatan *part body casing.*  | Setiap operator memiliki kemampuan yang sama sehingga bisa mengerjakan semua aktivitas *🡪* ketidakhadiran operator dapat *dibackup* oleh operator yang hadir | Harus dilakukan pengawasan secara *extra*setelah *job rotation* untuk memastikan operator dapat beradaptasi dengan baik |
| Perbedaaan kecepatan produksi di tiap *workstation* | penerapan *pull system,* dibuatkan alat pengontrol produksi (*kanban)* | Jumlah WIP di setiap *workstation* bisa terkontrol karena produksi disesuaikan kebutuhan |  |

**5.2.1 Usulan *Line Balancing***

Dari hasil pengolahan data menunjukkan bahwa pada proses produksi *part body casing* meter air masih terdapat aktivitas yang memiliki *cycle time* melebihi *takt time,* yaitu proses pembuatan *moulding*, proses gerindra, proses inspeksi, proses pengelasan, dan proses *test pump*. Hal ini disebabkan karena di beberapa *workstation* yang memiliki *idle time* sangat besar, seperti pada pembuatan *core* yang mengakibatkan kapasitas penyimpanan melebihi rak penyimpanan. Hal ini terjadi karena waktu cycle time antara pembuatan core yang sangat cepat dibawah *Takt Time.* Untuk mengatasi hal ini kemudian diberikan usulan perbaikan dengan menggunakan *line balancing* agar beban kerja di setiap *workstation* lebih merata dan idle time dapat diturunkan.

Perbaikan worstation dengan menggunakan *line balancing* ini tepat karena aktivitas di masing-masing *worstation* memiliki jarak yang berdekatan sehingga memungkinkan dilakukannya penggabungan atau pemisahan aktivitas pembuatan *part body casing*.

Metode yang digunakan untuk menggunakan *line balancing* ini adalah metode RPW (*Ranked Position Weight).* Perhitungan dengan metode inipun dilakukan dengan cara mengelompokkan pekerjaan ke dalam sejumlah kelompok berdasarkan jumlah worksation minimal dan dalam melakukan pengalokasian harus sesuai dengan *Takt Time* yang dihasilkan sebelumnya agar pengalokasian waktu kerja tidak melebihi *Takt Time*.

Pada table 5.2, disajikan data *line efficiency, balanced delay, smoothing index,* dan penurunan produk *work in process* pada aktivitas pembuatan *part body casing* sebelum dan sesudah usulan perbaikan.

Tabel 5.2 Perbandingan Kondisi Sebelum dan Setelah Usulan *Line balancing*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Parameter** | ***Existing*** | **Setelah *inprovent*** |
| *Line Efficiency* | 29,21% | 80,61% |
| *Balanced Delay* | 70,68% | 19,39% |
| *Smootihing Index* | 3852,45 detik | 1648,78 detik |
| *Jumlah Output* | 256 | 515 |

Dari table 5.2 dapat dilihat *line efficiency* mengalami peningkatan dari semula 29,21% menjadi 80,61%. Hasil *balance delay* yang didapat yaitu 19,39 yang menyatakan bahwa ukuran ketidakefisienan lintasan mengalami penurunan. Nilai *smoothing index* yang menyatakan tingkat waktu tunggu *relative* pada suatu lini perakitan menurun menjadi 1648,78 detik. Hal ini terjadi karena adanya penggabungan dan pemecahan beberapa aktivitas pembuatan *part body casing* sehingga pembebanan waktu lebih merata. Semakin nilai *smoothing index* mendekati nol, maka semakin seimbang suatu lini artinya pembagian tugas-tugas cukup merata. Iini dikatakan mempunyai keseimbangan sempurna jika nilai *smoothing index* nol.

Dilihat dari segi produksi, setelah dilakukan *line balancing* terjadi peningkatan hasil produksi pada pembuatan *part body casing*. Sebelum dilakukan *line balancing* perusahaan hanya mampu membuat sebanyak 256 pcs perhari, setelah dilakukan usulan perbaikan menggunakan *line balancing* hasil produksi meningkat menjadi 515 *part body casing* perharinya. Dengan meningkatnya hasil produksi *part body casing* ini target harian produksi *body casing* dapat tercapai.

## 5.2.2 Usulan Kanban

Penerapan *kanban* merupakan cara yang dapat digunakan untuk mengendalikan proses produksi melalui sebuah kartu yang berfungsi sebagai sistem kendali dalam mewujudkan sistem produksi yang teratur.

*Kanban* dibutuhkan untuk mengetahui jumlah komponen yang diminta oleh *workstation* setelahnya dari proses sebelumnya. Dengan diterapkannya sistem tarik menggunakan kartu *kanban*, permintaan komponen akan dibatasi sesuai dengan kartu *kanban* yang dimiliki masing-masing *workstation* karena semakin banyak *kanban* yang beredar maka semakin banyak pula jumlah komponen yang beredar di *line* produksi. Begitu pula sebaliknya semakin sedikit jumlah *kanban* maka semakin sedikit jumlah komponen yang berada di *line* produksi, sehingga dapat menyebabkan berhentinya proses produksi.

Jumlah material yang diproses hanya berjumlah semampunya operator sehingga target produksi sehari terkadang tidak tercapai bahkan ada beberapa *workstation* berlebih. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan diperoleh satu kartu *kanban* yang dibutuhkan masing-masing *workstation* . Kartu *kanban* ini selanjutnya digunakan sebagai autorisasi permintaan *material* pada *workstation* sebelumnya. Satu kartu *kanban* menggambarkan bahwa permintaan *material* hanya diperbolehkan satu kali dalam satu hari. Dengan adanya *kanban* stock di setiap *workstation*pun dapat dikontrol. Hal ini dapat dilihat denganpenggunaan kartu dan safety stock yang telah ditentukan di beberapa *workstation*.

## 5.2.3 Usulan Pull System

Waktu proses pembuatan yang berbeda mengakibatkan penumpukan di beberapa *work station,*  seperti pembuatan *moulding*, pengelasan, dan proses *test pump*. Dengan dibatasi produksi sesuai dengan permintaan kartu *kanban* dan juga persediaan stock membuat produksi menjadi terkendali. Produksi yang dilakukan tidak dilakukan dengan sesuai kapasitas operator melainkan dengan melihat kemampuan *workstation* selanjutnya dan sebelumnya sehingga dapat menyeimbangkan proses di setiap *workstation*.

*Pull system* digunakan untuk menggerakkan produk di sepanjang *value stream* saat terjadi permintaan konsumen atau kebutuhan dari proses selanjutnya, sehingga tidak ada proses yang berjalan tanpa ada *pull* dari konsumen baik secara *internal* ataupun *external.*

Penerapan *pull system* dapat mengurangi jumlah *material* yang menumpuk akibat perbedaan kapasistas antara *workstation.* Dengan adanya penetapan *buffer stock,* maka setiap *workstation* akan memiliki jumlah *inventori* tetap sebagai antisipasi *stockout*, dan sebagai persediaan material yang akan diproses di hari berikutnya sampai material yang dipesan datang agar tidak ada waktu menunggu.

## 5.2.4 Usulan Job rotation

Beban di masing-masing *workstation* berbeda sehingga mengakibatkan jumlah WIP yang tidak terkendali di beberapa *workstation*. Ditambah dengan ketidakhadiran operator mengakibatkan tidak berjalannya proses produksi secara lancar karena operator tidak dapat menutupi kekosongan tersebut. Dengan dilakukan *job rotation* semua operator dapat mengerjakan semua jenis kegiatan, maka tugas pembuatan *part body casing* operator yang tidak hadir bisa di limpahkan kepada operator yang memiliki waktu siklus atau beban kerja yang lebih rendah.

Sebelum dilaksanakna *job rotation* dilakukan training untuk mengenalkan dan mengajarkan seluru operator pembuatan *part body casing* agar pada saat *job rotation* dijalankan operator sudah mengetahui apa yang harus mereka lakukan. *Job rotation* itu sendiri diterapkan untuk membiasakan semua operator agar tidak saja mampu mengerjakan satu aktivitas saja. Dengan adanya *job rotation* operator tidak akan mengalami kejenuhan dengan pekerjaannya.

.

**5.2.4 Analisis Perbandingan *Current State Map* Dengan *Future State Map***

Perbedaan hasil *current state map* dan *future state map* dapat dibandingan melalui *lead time* dan *value added* yang ada serta dari jumlah *inventory* yang mengalami pengurangan dari kondisi sebelumnya.

Berdasarkan hasil identifikasi *waste inventory* dengan menggunakan *value stream mapping current state* diperoleh nilai *lead time* sebesar 97456,28 *sec* dan nilai *value added time* sebesar 15223,919 *sec*. Perbedaan waktu *value added* dan *non value added* yang cukup jauh ini menyebabkan aliran proses menjadi tidak lancar. *Non value added* yang disebabkan karena *waste inventory* ini tidak memberikan nilai tambah kepada proses sepanjang *value stream* sehingga diperlukan usulan perbaikan untuk meminimasi *waste inventory* yang terjadi agar aliran proses menjadi lancar. Setelah dilakukan pemetaan *future state* berdasarkan usulan sistem *kanban* dan *line balancing* diperoleh *lead time* sebesar 60150,89 *sec* dan *value added time* sebesar 3056,41sec.

## 5.2.5 Persiapan Implementasi Usulan Perbaikan

Beberapa hal yang perlu dipersiapkan jika akan mengimplementasikan usulan perbaikan, disajikan pada table 5.3, sebagai berikut:

Tabel 5.3 Persiapan Implementasi Usulan Perbaikan

|  |  |
| --- | --- |
| **Usulan Perbaikan** | **Persiapan yang Dibutuhkan** |
| *Line balancing* | Persiapan perubahan layout proses *part body casing* karena ada beberapa *workstation* yang berdekatan sesuai wilayahnya. |
| *Kanban* | 1. Penyediaan kartu *kanban*
2. Penyediaan *control board* pada worstation. Diutamakan pada *workstation* yang memiliki *work in process*  tinggi
3. Peralatan tulis di masing-masing *workstation*
4. Pemantauan pada *pull system*l agar tidak terjadi kesalahan pada sistem
 |
| *Job rotation* | 1. *Training* operator akan dilakukan lebih sering, terutama jika terjadi penerimaan operator baru
2. Pengontrolan pergantian operator di setiap worksattion.
 |

## 5.2 Permasalahan waste waiting

Dari hasil pengolahan data menunjukkan bahwa pada proses produksi *part body casing* meter air masih terdapat aktivitas *delay* akibat *downtime* mesin*.*

Pada table 5.4 disajikan hasil analisis permasalahan, usulan perbaikan, dan kelebihan dan kekurangan usulan perbaikan, sebagai berikut:

Tabel 5.4 Kesesuaian usulan perbaikan dengan permasalahan *waste waiting*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Faktor | Akar Penyebab | Rancangan Usulan Perbaikan | Kelebihan | Kekurangan |
| *Machine* | Kerusakan pada *spare part* | Melakukan perbaikan mesin tertentu sesuai perhitungan penjadwalan diagram pareto | Kegiatan akan lebih efektif dengan memusatkan perhatian pada sebab-sebab yang mempunyai dampak yang paling besar terhadap kejadian  | Perlu dilakukan pelatihan tambahan dan penyesuaian dalam menggunakan *software* perhitungan pareto. |
| Pelatihan *preventive maintenance* | Pelatihan dilakukan agar dapat meningkatkan keterampilan karyawan sesuai dengan meningkatnya perubahan teknologi yang digunakan khususnya untuk pelatihan *preventive maintenance*. | Manambah waktu dalam pelaksanaan pelatihan yang dilakukan. |
| *Methode* | *Administrative delay* | Merancang sistem Andon | Sistem andon dapat menangani masalah yang terjadi dengan cepat | Membutuhkan pelatihan dan penyesuaian pada operator dan karyawan maintenance dalam menggunakan sistem andon |
| Pelatihan sistem andon | Pelatihan dilakukan agar dapat meningkatkan keterampilan karyawan sesuai dengan meningkatnya perubahan teknologi yang digunakan khususnya untuk pelatihan sistem andon. | Manambah waktu dalam pelaksanaan pelatihan yang dilakukan |

Tabel 5.4 Kesesuaian usulan perbaikan dengan permasalahan *waste waiting* (*lanjutan*)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Faktor | Akar Penyebab | Rancangan Usulan Perbaikan | Kelebihan | Kekurangan |
| *Man* | Jumlah karyawan *maintenance* terbatas | Menerapkan *autonomous maintenance* | Dengan *autonomous maintenance*, operator akan membantu kerja karyawan *maintenance*. Dalam *Autonomous Maintenance*, paradigma lama yang menyatakan bahwa sebuah mesin menjadi tanggungjawab sepenuhnya karyawan *maintenance* dirubah sehingga operator memiliki tanggungjawab terhadap kerusakan mesin dan kualitas produk yang dihasilkan oleh mesin  | Memerlukan pelatihan untuk *transfer* ilmu permesinan. |

**Analisis Perbandingan *Current State Map* Dengan *Future State Map***

Perbedaan hasil *current state map* dan *future state map* dapat dibandingan melalui :

1. ***Lead time, Value added, Jumlah inventory***

Berdasarkan hasil identifikasi *waste inventory* dengan menggunakan *value stream mapping current state* diperoleh nilai *lead time* sebesar 97456,28 *sec* dan nilai *value added time* sebesar 15223,919 *sec*. Perbedaan waktu *value added* dan *non value added* yang cukup jauh ini menyebabkan aliran proses menjadi tidak lancar. *Non value added* yang disebabkan karena *waste inventory* ini tidak memberikan nilai tambah kepada proses sepanjang *value stream* sehingga diperlukan usulan perbaikan untuk meminimasi *waste inventory* yang terjadi agar aliran proses menjadi lancar. Setelah dilakukan pemetaan *future state* berdasarkan usulan sistem *kanban* dan *line balancing* diperoleh *lead time* sebesar 60150,89 *sec* dan *value added time* sebesar 3056,41sec

1. ***PCE***

Berdasarkan penggambaran *Value Stream Mapping Current State* pada tahap *define*, diketahui bahwa nilai PCE yaitu sebesar 73%. Dalam meningkatkan nilai PCE diperlukan suatu usaha dalam meminimasi aktivitas *delay* yang terjadi di perusahaan. Aktivitas *delay* yang terjadi menghabiskan waktu sebesar 3,38 jam dari total waktu *cycle time* sebesar 27,23 jam atau sebesar 37.85% dari waktu *cycle time*.

Dapat dilihat dari VSM *Future State* diatas bahwa *total cycle time* berkurang yang semula 83386,69 detik menjadi 60150,69 detik.



### Gambar 5.1 VSM *Future State*

Dapat dilihat dari VSM *Future State* diatas bahwa *total cycle time* berkurang yang semula 83386,69 detik menjadi 60150,69 detik

**KESIMPULAN & SARAN**

## Kesimpulan

1. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *waste defect, waste inventory, dan waste waiting* pada proses produksi *part* *body casing* meter air di MRN adalah sebagai berikut:
2. ***Waste Defect***
3. Faktor *Material* :
	1. Kuningan yang digunakan merupakan kuningan rongsokan
	2. Jarak *workstation* peleburan kuningan dan *workstation* *pouring* kuningan berjauhan
	3. Tidak ada alat bantu untuk pemisahan kotoran pada cairan kuningan
4. Faktor *Man*
	1. Penggunaan pasir silika pada cetakan *moulding* digunakan lagi untuk cetakan *moulding* hingga 4 sampai 5 kali proses
	2. Tidak ada alat bantu penuangan sehingga pada saat menuang tidak mengenai lubang *moulding*
5. ***Waste Inventory***
	* 1. Faktor *Man*

Terjadi penumpukan produk *work in process* karena :

* 1. Beban kerja operator berbeda karena ketidakhadiran operator
	2. Perbedaan kecepatan produksi antar *workstation*
1. ***Waste Waiting***
	* 1. Faktor *Machine* :
2. Terjadi kerusakan pada *sparepart*
	* 1. Faktor *Machine* :

*a ) Administrative delay*

1. Faktor *Man*
	1. Jumlah karyawan *maintenance* terbatas
2. Usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk meminimalisir atau menghilangkan faktor penyebab terjadinya *waste ,* sebagai berikut :
	1. ***Waste Defect***
3. menggunakan alat bantu untuk memisahkan sampah-sampah atau kotoran kuningan yang dihasilkan pada proses peleburan kuningan
4. pengadaan alat bantu conveyor agar jarak tempuh operator tidak jauh sehingga kuningan tidak mengental
5. instruksi mengenai penggunaan pasir silika pada cetakan *moulding* hanya dapat digunakan sebanyak 2 kali proses.
6. pembuatan alat bantu agar operator dapat menuang cairan kuningan tanpa mengenai dinding lubang *moulding*.
	1. ***Waste Inventory***
		* 1. Penggunaan sistem *kanban*.
			2. Pemerataan beban kerja menggunakan *Line balancing.*
			3. Menjalankan sistem kerja *job rotation*  agar kemampuan operator seimbang dan sama.
	2. ***Waste Waiting***
		* 1. Melakukan perhitungan menggunakan diagram pareto dan pelatihan pelaksanaan perhitungan yang telah diusulkan.
			2. Merancang sistem andon dan pelatihan penggunaan sistem andon.
			3. Melakukan pencatatan kerusakan mesin secara rinci disetiap harinya.
			4. Melakukan *autonomous maintenance*

### Saran Bagi Perusahaan

Saran yang dapat diberikan kepada PT. MRN apabila akan mengimplementasikan usulan perbaikan, yaitu :

1. Perusahaan sebaiknya menyiapkan pengadaan alat bantu untuk pemisahan sampah kuningan
2. Perusahaan sebaiknya menyiapkan biaya, tempat pemasangan, pelatihan, dan operator untuk pengadaan conveyor
3. Perusahaan sebaiknya menetapkan dan memberikan instruksi penggunaan pasir dalam pembuatan cetakan *moulding* tidak boleh lebih dari 2 kali pemakaian.
4. Perusahaan sebaiknya menyiapkan pengadaan alat bantu untuk penuangan cairan kuningan.
5. Pemilihan leader untuk masing-masing wilayah produksi benar-benar dipilih dari operator yang telah memiliki pengalaman setidaknya empat bulan lama kerjanya.. Hal ini dapat mempengaruhi kontrol saat operator *job rotation.*
6. Dalam proses produksi *part body casing* sebaiknya diperhatikan pembebanan kerja pada masing-masing *workstation* karena proses pembuatan yang dilakukan berbeda-beda sehingga waktu proses akan berbeda pula. Hal ini akan mempengaruhi *output* jumlah produksi *part body casing* .
7. Penerapan sistem *kanban* sangat membutuhkan integrasi seluruh pihak dalam perusahaan dari pihak manajemen hingga operator produksi, karena sistem ini menuntut kedisiplinan yang tinggi agar bisa berjalan dengan teratur.
8. Penerapan sistem produksi *pull system* dengan *kanban* akan membuat proses produksi lebih terjadwal dan dapat meminimasi adanya penumpukan *material* di antara *workstation*
9. Persahaan perlu melakukan persiapan pelatihan untuk karyawan *maintenance* dan operator bagian *part body casing* meter air dalam implementasi usulan yang diberikan, dan mempergunakan sistem *reward* dalam memotivasi karyawan *maintenance* dan operator bagian *part body casing* meter air.
10. Perusahaa perlu mengaktifkan kembali 1 unit computer pada bagian produksi part *body casing meter* air agar dapat mengimplementasikan usulan sistem andon.

### Saran bagi Penelitian Selanjutnya

1. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan sampai dengan tahap *control* (DMAIC) untuk mengetahui apakah usulan yang diberikan mencapai tujuan atau tidak.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat membahas mengenai aspek *financial* untuk menghitung biaya kerugian dari *waste inventory*, menghitung biaya yang harus dikeluarkan jika dilakukan implementasi usulan, dan menghitung keuntungan yang didapatkan apabila perusahaan menerapkan usulan

Penelitian *lean six sigma* dilakukan untuk meminimasi *waste* lain dalam E-DOWNTIME yang belum diteliti pada bagian produksi *inner* ataupun bagian produksi *part* *head casing*

**DAFTAR PUSTAKA**

Carreira, Bill and Bill Trudell, *Lean Six Sigma That Works****,*** AMACOM American Management Association, 2006

Franchetti, Matthew John, *Lean Six Sigma for Engineers and Manager : with applied case studie****s***, CRC Press, 2015

Gasperz, Vincent, & Fontana, Avanti. (2011), *Lean Six sigma for Manufacturing and Service Industries*. Bogor: Vinchristo Publication.

http://www.leanmanufacturingtools.org (diakses tanggal 15 Februari 2016)

Liker, Jeffrey K. (2006).*The Toyota Way, 14 Prinsip Manajemen*.Jakarta : Erlangga.

McDermott, Robin E., Mikulak, Raymond J., & Beauregard, Michael R.(2009). *The Basics of FMEA 2nd Edition*. New York : Taylor & Francis Group.

Montgomery, Douglas, C. (2012). *Introduction to Statistical Quality Control 6th edition*. United State of Amerika : John Wiley and Soon.

Pujawan, I. N. (2005).*Supply Chain Management*.Surabaya : Guna Widya. 182

Sugiyono, Prof.Dr. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D.* Bandung : Alfabeta.

Sutalaksana,Iftikar. (2006) *Teknik Perencanaan Sistem Kerja*.Bandung : ITB.

<http://www.ftx.asia/takt-time/> (diakses tanggal 11 Juni 2015)

<http://www.strategosinc.com/vsm_symbols.htm> (diakses tanggal 1 April 2015)

Padmadewi,Shima. 2012. Perencanaan Perbaikan Kualitas Proses Produksi Casing Pump Pada PT.PINDAD Persero Dengan Menggunakan Metode Lean Six Sigma Untuk Meningkatkan Efisiensi Dan Kinerja Proses Produksi Perusahaan. Tugas Akhir Institut Teknologi Telkom.

Ginting, Meylinda, Sherly. *Usulan Perbaikan terhadap Manajemen Perawatan dengan Menggunakan Metode Total Productive Maintenance (TPM) Di PT. Alumunium Extrusion Indonesia (AXELINDO).* Universitas Gunadarma.