

**USULAN PERBAIKAN PROSES PRODUKSI *BODY CASING* METER AIR UNTUK MEMINIMAS I  
WASTE WAITING DI PT. MULTI INSTRUMENTAS I DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN  
LEAN SIX SIGMA**

**PROCESS IMPROVEMENT OF WATER METER BODY CASING FOR WAITING WASTE  
MINIMATION AT PT. MULTI INSTRUMENTAS I WITH LEAN SIX SIGMA APPROACH**

ViorinaRachmindaPutri<sup>1</sup>, MarinaYus tianaLubis<sup>2</sup>, AgusAlexYanuar<sup>3</sup>,  
Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[viorinarp@gmail.com](mailto:viorinarp@gmail.com), <sup>2</sup>[marina.irawan@gmail.com](mailto:marina.irawan@gmail.com), <sup>3</sup>[gusaleksa@yahoo.co.id](mailto:gusaleksa@yahoo.co.id),

**Abstrak**

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*. Berdasarkan data perusahaan diketahui bahwa *downtime* mesin yang terdapat pada pembuatan *part body casing* cukup tinggi dan berpengaruh terhadap ketidaksesuaian target dan hasil produksi sehingga mengakibatkan pengiriman produk yang tidak tepat waktu pada periode Januari-Desember 2014.

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 sebelumnya 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*.

**Kata kunci :** *Lean Six Sigma, Waste, Waiting, Downtime, Overall Equipment Effectiveness, Pareto Diagram, Visual Control, Autonomous Maintenance*

**Abstract**

PT. Multi Instrumentasi is a manufacturing company that produces water meter. The type of water meter that be observed in this thesis is a *part body casing* water meter. In production process of making *part body casing* was found *waste waiting* that affected *product delivery*. Based on data from company is known that high *downtime* of *part body casing* machine influence to production targets and the incompatibility so resulting in the improper deliveries time in January-December 2014.

In terms of minimizing *waste waiting* is used *lean six sigma* methods. Steps that need to be done in this method is *define*, *measure*, *analyze*, and *improve* in DMAIC and use tools to do improvements on lean production process *part body casing*. In *define* phase is described SIPOC diagram and VSM which aims to define the problems that happens. In *measure* phase is described the determination of CTD and KPI's on *waste waiting*. In *Analyze* phase will be analyzed the root causes of *waste waiting*. Then in the last phase is *improve* phase is proposed improvement from the root causes of the previous phase which aims to minimize the *cycle time*.

Based on the results of the *define* phase, the waste which will be minimized namely *waste waiting* in production process *part body casing* water meter. In *measure* phase the OEE is earned by using a value of 38.10% with *equipment failure* as the biggest losses in production process. In *analyze* phase is known the root causes of *waste waiting* that is the broken *spare part*, *administrative delay*, there is no maximum recording of a mechanical failure, and a limited number of *maintenance* employees. At *improve* phase there are several recommendations provided in minimizing the *waste waiting* such as doing perform calculation using *pareto diagram*, design the *andon* system, do maximal recording of mechanical failure, and implement *autonomous maintenance*.

**Kata kunci :** *Lean Six Sigma, Waste, Waiting, Downtime, Overall Equipment Effectiveness, Pareto Diagram, Visual Control, Autonomous Maintenance*

**1. Pendahuluan**

PT. Multi Instrumentasi adalah sebuah perusahaan industri manufaktur yang memproduksi peralatan ukur yaitu Meter Air (*Water Meter*). Meter air tersusun dari empat *part* utama yaitu *body casing*, *head casing*, *tube fixed coupling* dan *nut fixed coupling*. *Part* yang diproduksi oleh PT. Multi Instrumentasi hanya dua yaitu *part body casing* dan *head casing*, sedangkan untuk dua *part* lainnya didapatkan dari *supplier* dan diasumsikan dalam keadaan baik. Dalam memproduksi kedua *part* utama tersebut sering terdapat produk yang *reject*. Namun berdasarkan data perusahaan *part body casing* yang lebih sering mengalami *reject*, maka dari itu dipulih sebagai objek penelitian.

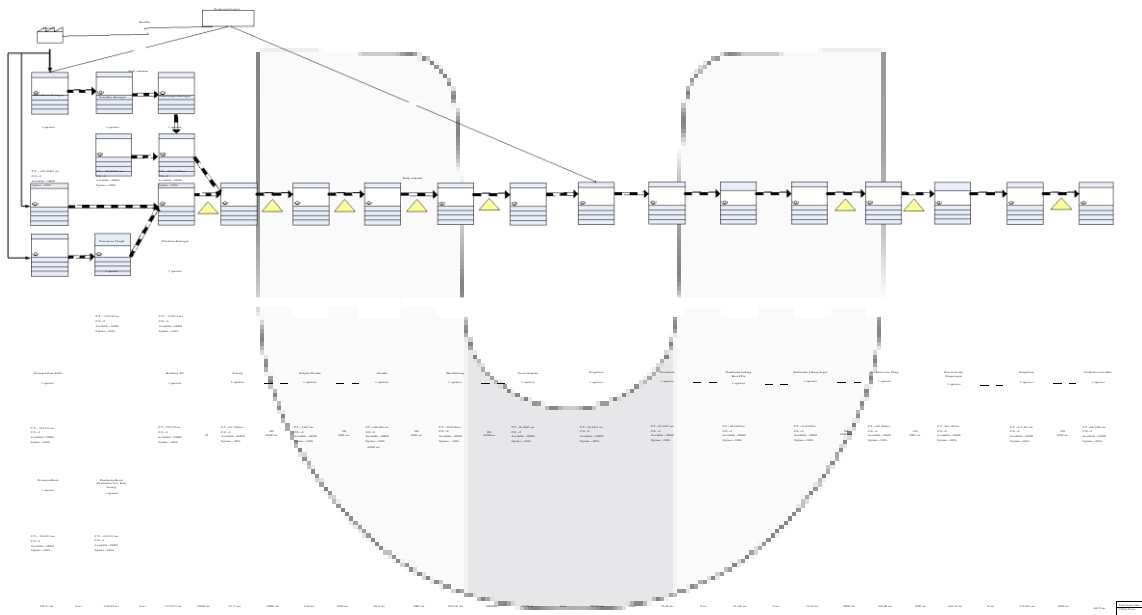
Banyaknya produk *reject* tersebut mengakibatkan target produksi tidak tercapai karena produk yang *reject* akan diperbaiki (*rework*) dengan cara pengelasan dan sebagian kecil akan dilebur kembali.

Untuk mengidentifikasi *waste* yang ada selama proses produksi dilakukan langkah awal yaitu penetapan *Critical To Quality* (CTQ). *Waste* didefinisikan sebagai aktivitas yang memakan waktu, sumber daya, dan ruang, tetapi tidak memberikan kontribusi untuk memenuhi kebutuhan *customer* (Gaspersz,2011). CTQ untuk *part body casing* meter air ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1 *Critical To Quality*

No	CTQ	Keterangan
1	Permukaan tidak cacat	Tidak ada bagian yang timbul atau kasar ketika dipegang
2	Ulir tidak kasar	Ketika tersentuh tangan bagian ulir tidak melukai tangan
3	Tidak keropos	Tidak bocor ketika dilakukan inspeksi
4	Hasil bubutan tidak kasar	Hasil pengelasan tidak timbul dan merusak bentuk
5	Hasil Shotblas ting baik	Permukaan meter air terkena bijih besi secara merata
6	Huruf dan angka terbaca jelas	Angka dan huruf yang menunjukkan tipe meter air terlihat dan terbaca jelas

Langkah kedua untuk mengidentifikasi *waste* yaitu dengan membuat *Value Stream Mapping* (VSM).



Gambar 1 VSM

Dari VSM tersebut kita dapat mengetahui bahwa terdapat masalah dalam hal penumpukan atau *inventory*. Hal tersebut menunjukkan adanya *waste inventory* di PT. Multi Instrumentasi.

Untuk mengidentifikasi lebih lanjut, digunakan *waste finding checklist* untuk mengetahui *waste* lain yang ada di PT. Multi Instrumentasi. Proses mengidentifikasi *waste* di PT. Multi Instrumentasi berdasarkan pada *waste E-DOWNTIME*. Vincent Gaspersz (2011) menciptakan E-DOWNTIME *waste* yang merupakan akronim untuk memudahkan praktisi bisnis dan industri untuk mengidentifikasi 9 jenis pemborosan yang selalu ada dalam bisnis dan industri. Berikut hasil *waste finding checklist* di PT. Multi Instrumentasi.

Tabel 2 *Waste Rank*

	Waste	Total Magnitude Waste	Persentase Waste	Ranking
E	<i>E-H-S Waste</i>	48	39.02%	1
D	<i>Defect Waste</i>	26	21.14%	2
I	<i>Inventory Waste</i>	26	21.14%	3
W	<i>Waiting Waste</i>	21	17.07%	4
O	<i>Over Production waste</i>	2	1.63	5

N	<i>Not Utilizing Employees knowledge, skills and attitude</i>	0	0%	6
T	<i>Transportation Waste</i>	0	0%	7
M	<i>Motion Waste</i>	0	0%	8
E	<i>Excess Processing Waste</i>	0	0%	9

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa terdapat 4 *waste* tertinggi yang diperoleh dari tabel *waste E-DOWNTIME* yaitu *waste EHS* menduduki peringkat pertama sebesar 39.02 %, selanjutnya peringkat kedua *waste defect* sebesar 21.14 %, *waste* ketiga yaitu *waste inventory* dengan nilai persentase sama dengan *waste defect* sebesar 21.14 % dan peringkat keempat yaitu *waste waiting* yang mempunyai persentase sebesar 17.07 %.

Penelitian ini dilakukan bersama tim, sehingga akan dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap masing-masing *waste* yang terpilih. Pada penelitian ini akan dilakukan minimasi *waste defect*. Untuk *waste EHS* akan dibahas oleh Cut Chaerani Amanda (1102114225), *waste inventory* akan dibahas oleh Hilda Rismayanti (1102110186) dan *waste waiting* akan dibahas oleh Viorina Rachminda Putri (1102114230).

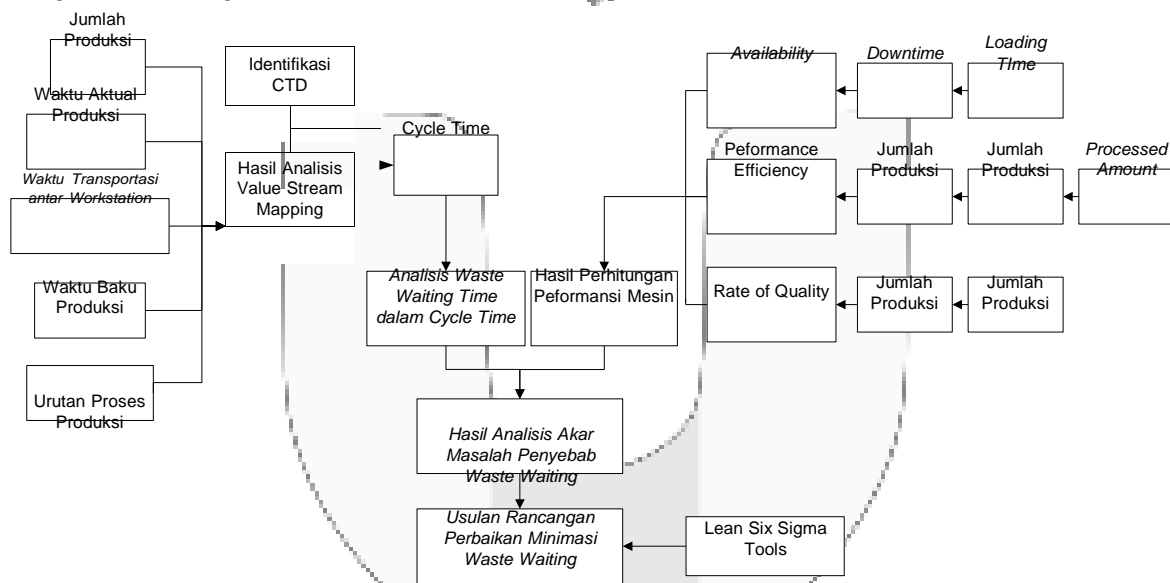
Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu :

1. Faktor-faktor apakah yang menyebabkan terjadinya *waste waiting* pada proses produksi *part body casing* meter air di PT. Multi Instrumentasi?
2. Perbaikan apakah yang dapat dilakukan untuk meminimalisir atau menghilangkan faktor-faktor penyebab terjadinya *waste waiting* yang terjadi pada proses produksi *part body casing* meter air di PT. Multi Instrumentasi?

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *waste waiting* pada proses produksi *part body casing* di PT Multi Instrumentasi.
2. Memberikan perbaikan yang dapat dilakukan untuk meminimalisir atau menghilangkan faktor-faktor penyebab terjadinya *waste waiting* yang terjadi pada proses produksi *part body casing* meter air di PT. Multi Instrumentasi.

Pada penelitian ini dibutuhkan suatu kerangka berpikir untuk menjabarkan konsep dalam memecahkan masalah secara terstruktur untuk dapat menghasilkan output yang sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Kerangka tersebut tergambar dalam sebuah metode konseptual berikut.



Gambar 2 Model Konseptual

Input yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari downtime mesin, waktu produksi, dan waktu transportasi antar bagian. Data mesin yang diteliti yang terdiri dari *operation time*, *loading time*, *downtime*, *ideal cycle time*, *processed amount* dan *defect amount*.

*Downtime* mesin, waktu dan urutan proses produksi, waktu transportasi antar bagian digunakan sebagai variable input untuk membuat *value stream mapping*. *Value stream mapping* digunakan untuk menjelaskan aliran material dan informasi pada proses pembuatan *part body casing*. VSM dan CTD akan digunakan untuk mengukur besar *cycle time* aktual yang dibutuhkan dalam proses produksi *part body casing*. Dari *cycle time* yang diukur, akan dilakukan analisis *waiting time* yang terjadi di dalam proses produksi. Data mesin yang diteliti yang terdiri dari *operation time*, *loading time*, *downtime*, *ideal cycle time*, *processed amount* dan *defect amount* merupakan variabel input bagi perhitungan *performance* mesin dengan menggunakan OEE.

Dari hasil analisis *waiting time* dan perhitungan OEE, akan didapatkan output penelitian yaitu analisis penyebab terjadinya *waste waiting* akibat *downtime* mesin menggunakan *cause effect diagram*. Dari hasil analisis selanjutnya dibuat usulan perbaikan untuk meminimasi *waste waiting*.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Kualitas

Menurut Tony Wijaya (2011), kualitas adalah sesuatu yang diputuskan oleh pelanggan.

### 2.2 Waste

*Waste* didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi input menjadi output sepanjang *value stream* (Gaspersz, 2011, p.5).

### 2.3 E-DOWNTIME

Vincent Gaspersz (2011, p.20) menciptakan *E-DOWNTIME waste* yang merupakan akronim untuk memudahkan praktisi bisnis dan industri untuk mengidentifikasi 9 jenis pemborosan yang selalu ada dalam bisnis dan industri, yaitu *EHS, Defect, Overproduction, Waiting, Not utilizing employees knowledge, skills and abilities, Transportation, Inventory, Motion, dan Excess processing*.

### 2.4 Lean Six Sigma

Menurut Gaspersz (2011, p.92), *Lean Six sigma* merupakan suatu filosofi bisnis, pendekatan sistemik dan sistematis dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added*) melalui peningkatan terus-menerus secara radikal demi mencapai tingkat kinerja enam *sigma* dengan cara mengalirkan produk (*material, work in process, output*) dan informasi dengan menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal ke eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan hanya dengan memproduksi 3,4 cacat untuk setiap satu juta kesempatan atau operasi.

### 2.5 DMAIC

Menurut Vincent Gaspersz (2011, p.50), salah satu upaya peningkatan menuju target *six sigma* dapat dilakukan dengan menggunakan metodologi DMAIC yang merupakan akronim dari *Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control*. Metode DMAIC ini digunakan untuk meningkatkan proses bisnis yang telah ada dengan cara sedemikian rupa agar menghasilkan kinerja bebas kesalahan (*zero defect errors*).

### 2.6 SIPOC

Diagram SIPOC adalah suatu diagram sederhana yang memberikan gambaran umum untuk memahami elemen-elemen kunci sebuah proses bisnis (Gaspersz, 2002, p.47).

### 2.7 Value Stream Mapping

*Value stream mapping* merupakan sebuah pendekatan yang digunakan dengan melakukan pembobotan *waste*, kemudian dari pembobotan tersebut dilakukan pemilihan terhadap *tool* dengan menggunakan matrik (Hines, 2000, p.21).

### 2.8 Pengukuran Waktu

Menurut Satalaksana (2006, p.131), pengukuran waktu baku merupakan pekerjaan mengamati dan pencatatan waktu kerja baik disetiap elemen ataupun siklus dengan menggunakan alat-alat yang telah disiapkan seperti menggunakan jam henti (*stopwatch*) dan tidak mengganggu operator yang sedang bekerja.

### 2.9 Peta Kendali p

Menurut Montgomery (2009, p.120), peta kendali p merupakan jenis peta kendali atribut, yang digunakan untuk memetakan fraksi *item defect (non conforming)* dengan ukuran *sample* yang bervariasi.

### 2.10 Pareto Diagram

Dengan bantuan diagram pareto, kegiatan akan lebih efektif dengan memusatkan perhatian pada sebab-sebab yang mempunyai dampak yang paling besar terhadap kejadian (Gaspersz, 2011). Prinsip pareto dikenal sebagai aturan 80/20 yaitu 80% akibat berasal dari 20% penyebab.

### 2.11 Fishbone Diagram

*Cause and effect diagram* juga sering disebut *fishbone diagram*, dikarenakan bentuk diagram ini menyerupai bentuk tulang ikan. Dimana bagian kepala sebagai masalah (*effect*) dan bagian tubuh ikan berupa rangka serta duri-duri sebagai penyebab (*cause*) dari suatu permasalahan yang ada. Faktor dalam *cause and effect* diagram berdasarkan 5M + 1E, yaitu *machine, measurement, method, material, men, dan environment* (Ariani, 2003, p.24).

### 2.12 Process Cycle Efficiency

Menurut Premysis Consulting (2008), Process Cycle Efficiency adalah efisiensi relatif dalam sebuah proses. PCE mewakili persentase dari waktu yang dipergunakan untuk menambahkan nilai pada produk dibandingkan total waktu yang dipergunakan produk selama proses per satu siklus part dalam satuan waktu.

### 2.13 Autonomous Maintenance

Menurut Tokutaro (1994), *Autonomous Maintenance* adalah salah satu prinsip dalam Lean yang fokus pada improvement mesin. *Autonomous Maintenance* merupakan bagian utama dari beberapa pilar *Total Productive Maintenance*.

### 2.14 Overall Equipment Effectiveness

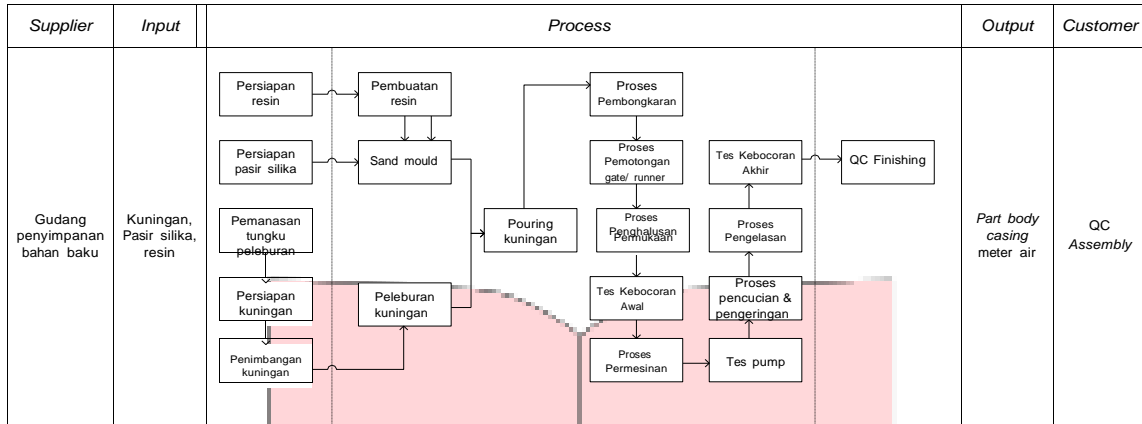
*Overall Equipment Effectiveness* adalah suatu metode pengukuran tingkat efektifitas pemakaian suatu peralatan atau sistem dengan mengikutsertakan beberapa sudut pandang dalam proses perhitungan tersebut. Sudut pandang yang diikutsertakan dalam perhitungan antara lain adalah tingkat *availability*, tingkat *performance*, dan tingkat *quality* dari suatu mesin atau sistem. Oleh karena itu, perhitungan OEE merupakan suatu metode yang

komprehensif dalam pencarian tingkat efektifitas sebuah mesin atau sistem, karena semua faktor yang mempengaruhi keefektifan mesin diikutsertakan dalam perhitungannya.

3. Pembahasan

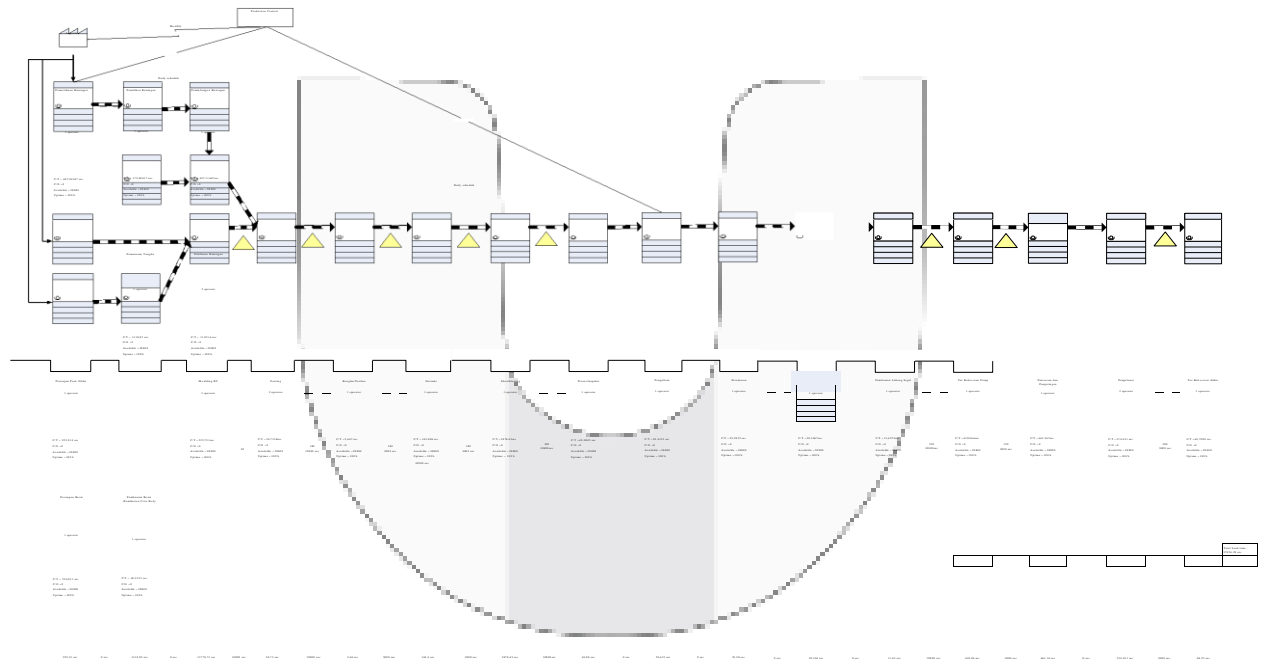
1) Define

Pada tahap difene dilakukan pemetaan diagram SIPOC proses produksi body casing meter air



Gambar 3 Diagram SIPOC

Selanjutnya dari diagram SIPOC dilakukan analisis *value stream mapping* yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini



Gambar 4 Value Stream Mapping

Dari Gambar 4 kita dapat mengetahui *lead time* proses pembuatan *part body casing* meter air adalah sebesar 97456,28 detik.

2) Measure

Tahapan measure dilakukan dengan mengidentifikasi CTD. Selanjutnya dari tabel CTD dilakukan identifikasi KPI's *Waste Waiting* yaitu *Cycle time* & OEE. Diperhitungan nilai *Process Cycle Efficiency* didapatkan nilai sebesar 73% dan untuk nilai dari OEE keseluruhan didapatkan nilai sebesar 38.10%. Selanjutnya adalah perhitungan six big losses. Dalam six big losses akan dihitung 6 faktor yang mengakibatkan kerugian bagi perusahaan yang menurunkan nilai OEE.

Tabel 3. Rangkuman Hasil Perhitungan Six Big Losses

Losses	Presentase (%)	Time (hr)	Presentase Losses	Presentase Kumulatif
Equipment Failure	16.02	12150	43.75%	43.75%
Set Up and Adjustment	15.79	120	0.43%	44.19%

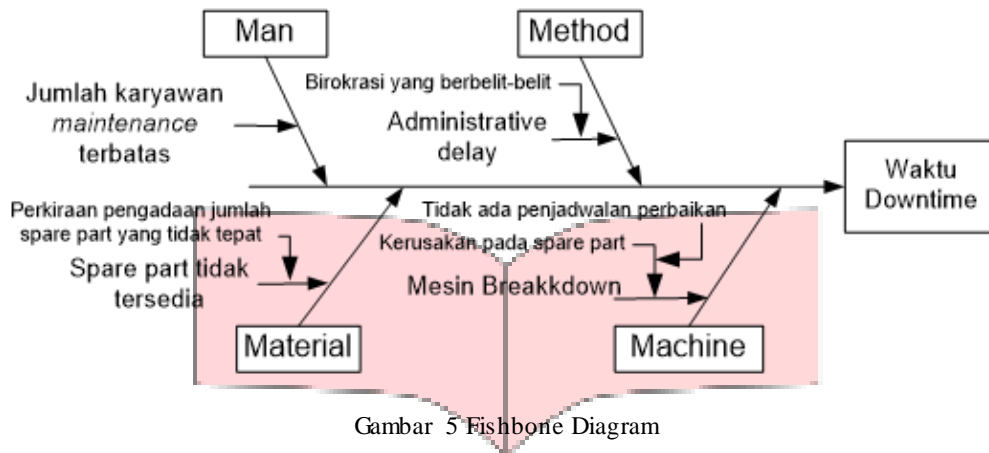
<b>Idling and Minor Stoppages</b>	16.24	2254	8.12%	52.30%
<b>Reduce Speed</b>	0.02	1086.02	3.91%	56.21%
<b>Rework Loss</b>	16.02	12150	43.74%	99.95%
<b>Yield/Scrap Losses</b>	0.11	15.17	0.05%	100.00%
<b>Jumlah</b>		27775.24	100.00%	



Pada tabel perhitungan six big losses diatas dapat dilihat bahwa persentase penyebab kerugian bagi perusahaan yang menurunkan nilai OEE terbesar merupakan nilai dari Equipment Failure yang merupakan kerusakan tiba-tiba yang tidak diharapkan terjadi yaitu sebesar 43.75%.

3) Analyze

Berdasarkan perhitungan Value Stream Mapping Current State, diidentifikasi bahwa penyebab terbesar aktivitas delay adalah downtime mesin pada proses pembuatan part body casing yaitu sebesar 99,20% dengan mesin downtime tertinggi yaitu mesin Six Ways dengan persentase 27,05%.



Gambar 5 Fishbone Diagram

Fishbone diagram downtime diatas akan dijelaskan lebih rinci melalui tabel dibawah ini,

Tabel 4. Analisis Fishbone Diagram

No	Akar Penyebab	Analisis
1	Kerusakan pada spare part	Akar penyebab mesin breakdown adalah kerusakan pada spare part, akibat tidak adanya penjadwalan perbaikan yang ditetapkan sebelumnya.
2	Administrative delay	Administrative delay pada repair time mesin terjadi ketika proses permintaan perbaikan mesin breakdown. Birokrasi yang berbelit-belit.
3	Tidak ada spare part yang tersedia	Tidak tersedianya spare part akan menyebabkan downtime yang lama yang mengakibatkan menunggu terlebih dahulu hingga spare part yang diperlukan datang. Tidak tersedianya spare part disebabkan perkiraan pengadaan jumlah spare part tidak sesuai dengan kebutuhan kerusakan.
4	Jumlah karyawan maintenance terbatas	Jumlah karyawan maintenance yang terbatas dapat mengakibatkan breakdown mesin tidak langsung ditangani.

4) Improve

Dari akar penyebab tersebut dibuat usulan perbaikan untuk meminimasi waste waiting yang terjadi selama proses pembuatan body casing. Berikut merupakan rancangan usulan beserta kelebihan dan kekurangan dari setiap usulan perbaikan yang diberikan.

Tabel 3 Analisis Kekurangan dan Kelebihan Usulan Perbaikan

Faktor	Akar Penyebab	Rancangan Usulan Perbaikan	Kelebihan	Kekurangan
Mesin	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 (Gaspersz, 2011).	Perlu dilakukan pelatihan tambahan dan penyesuaian dalam menggunakan software perhitungan pareto.



Tabel 4 Analisis Kekurangan dan Kelebihan Usulan Perbaikan (lanjutan)

<i>aktor</i>	<i>Akar Penyebab</i>	<i>Rancangan Usulan Perbaikan</i>	<i>Kelebihan</i>	<i>Kekurangan</i>
<b>Mesin</b>	Kerusakan pada <i>spare part</i>	Pelatihan penggunaan <i>software</i> perhitungan <i>pareto diagram</i>	Pelatihan dilakukan agar dapat meningkatkan keterampilan karyawan sesuai dengan meningkatnya perubahan teknologi yang digunakan.	Manambah waktu dalam pelaksanaan pelatihan yang dilakukan.
<b>Metode</b>	<i>Administrative delay</i>	Merancang sistem Andon  Pelatihan sistem andon	Sistem andon dapat menangani masalah yang terjadi dengan cepat (Liker, 2006, p.168)  Pelatihan dilakukan agar dapat meningkatkan keterampilan karyawan sesuai dengan meningkatnya perubahan teknologi yang digunakan khususnya untuk pelatihan sistem andon.	Membutuhkan pelatihan dan penyesuaian pada operator dan karyawan maintenance dalam menggunakan sistem andon  Manambah waktu dalam pelaksanaan pelatihan yang dilakukan
<b>Material</b>	Jumlah karyawan <i>maintenance</i> terbatas	Menerapkan <i>autonomous maintenance</i>	Dalam <i>Autonomous Maintenance</i> sebuah mesin menjadi tanggungjawab sepenuhnya karyawan sehingga operator memiliki tanggungjawab terhadap kerusakan mesin dan kualitas produk yang dihasilkan oleh mesin (Takutaro Suzuki, 1994).	Memerlukan pelatihan untuk <i>transfer</i> ilmu permesinan.

**4. Kesimpulan**

1. *Waste waiting* yang terjadi pada proses produksi *part body casing* meter air PT. Multi Instrumentasi tahun 2014, disebabkan oleh:
  - a. Kerusakan pada *spare part*
  - b. *Administrative delay*
  - c. Pencatatan kerusakan mesin yang tidak maksimal
  - d. Jumlah karyawan *maintenance* terbatas
2. Usulan perbaikan proses produksi *part body casing* meter air dalam meminimasi *waste waiting* yang berpengaruh terhadap *cycle time* adalah sebagai berikut:
  - a. Usulan yang diberikan untuk mengatasi kerusakan pada *spare part* adalah dengan melakukan perhitungan menggunakan digram pareto dan pelatihan pelaksanaan perhitungan yang telah diusulkan.
  - b. Usulan yang diberikan untuk mengatasi *administrative delay* adalah dengan merancang sistem andon dan pelatihan penggunaan sistem andon.
  - c. Usulan yang diberikan untuk mengatasi pencatatan kerusakan mesin yang tidak maksimal adalah dengan melakukan pencatatan kerusakan mesin secara rinci disetiap harinya.
  - d. Usulan yang diberikan untuk mengatasi jumlah karyawan *maintenance* terbatas adalah dengan melakukan *autonomous maintenance*.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ariani, Dorothea Wahyu. (2003). Pengendalian Kualitas Statistik: Pendekatan Kuantitatif Dalam Manajemen Kualitas. Yogyakarta: ANDI.
- Crosby, Philip B. (1979). Quality is Free, The Art of Making Quality Certain: New American Library.
- Fajar, Muhammad. (2012). Rancangan Perbaikan Proses Produksi Kain Grey untuk Meminimasi Waste Waiting di PT. Adetex Filament II & III dengan Pendekatan Lean Six Sigma. IT Telkom Bandung.
- Gaspersz, Vincent. (2002). Total Quality Management. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Umum.
- Gaspersz, Vincent. (2011). Lean Six sigma for Manufacturing and Service Industri. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Umum.
- George, O,Mark. (2010). The Lean Six sigma Guide to Doing More With Less, Cut Costs, Reduce Waste, and Lower Your Overhead. United State of America: John Wiley & Sons Inc.
- Ginting, Meylinda, Sherly. Usulan Perbaikan terhadap Manajemen Perawatan dengan Menggunakan Metode Total Productive Maintenance (TPM) Di PT. Aluminium Extrusion Indonesia (AXELINDO). Universitas Gunadarma.
- Hines, P. (2004). Value stream Mapping: Theory and Case. Cardiff University.  
<http://www.leanmanufacturingtools.org> (diakses tanggal 26 Januari 2015)
- Liker, Jeffrey K. (2006). The Toyota Way, 14 Prinsip Manajemen. Jakarta : Erlangga.
- McCarty, et al. (2004). Six sigma Black Belt Handbook. Motorola University.
- Premysis Consulting. (2008). Handout Training Six sigma Karyawan Astra (Value Stream Mapping, Value of Speed, Process Cycle Efficiency, Generic Pull System). Jakarta: Astra International.
- Pujawan, I. N. (2005). Supply Chain Management. Surabaya : Guna Widya. 182.
- Sutalaksana, Iftikar. (2006). Teknik Perencanaan Sistem Kerja. Bandung: Penerbit ITB.
- Sutalaksana. (2006). Teknik Perancangan Sistem Kerja. ITB
- Suzuki, Takutaro. (1994). TPM :In process Industries. New York: Productivity Press.
- Wijaya, Tony. (2011). Manajemen Kualitas Jasa, Desain Servqual, QFD, dan Kano Disertai Contoh Aplikasi dalam Kasus Penelitian. Jakarta: Indeks.

