

# MINIMASI WASTE DEFECT PADA PROSES PRODUKSI DISTRIBUTOR VALVE DI PT PINDAD (PERSERO) DENGAN PENDEKATAN LEAN SIX SIGMA

## DEFECT WASTE MINIMIZATION IN DISTRIBUTOR VALVE PRODUCTION PROCESS AT PT. PINDAD (PERSERO) USING LEAN SIX SIGMA APPROACH

<sup>1</sup>Khairul Abrar, <sup>2</sup>Ir. Marina Yustiana Lubis, MSi, <sup>3</sup>Muhammad Iqbal, S.T., M.M.  
<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University  
<sup>1</sup>khrlabr@gmail.com, <sup>2</sup>marina.irawan@gmail.com, <sup>3</sup>muhiqbal@telkomuniversity.ac.id

---

### Abstrak

PT Pindad (Persero) merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang memproduksi alat pertahanan (militer) dan beberapa produk komersial. Salah satu produk komersial yang diproduksi adalah *distributor valve*. Dalam proses produksinya, perusahaan sering mengalami keterlambatan pengiriman kepada konsumen. Penyebab utama keterlambatan ini adalah kedatangan komponen penyusun dari *supplier* yang tidak tepat waktu. Perusahaan telah melakukan beberapa kebijakan untuk mengatasi permasalahan keterlambatan. Namun kebijakan tersebut belum dapat mengatasi masalah keterlambatan pengiriman kepada konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk merancang usulan perbaikan terhadap proses produksi *distributor valve* agar dapat meminimasi terjadinya keterlambatan pengiriman produk kepada konsumen.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *lean six sigma*. Langkah yang digunakan adalah dengan tahap DMAI yaitu *define, measure, analyze, dan improve*. Tahap *define* dilakukan dengan diagram SIPOC dan VSM. Kemudian pada tahap *measure* diketahui bahwa proses telah stabil dengan *level sigma* sebesar 4,14. Selanjutnya pada tahap *analyze* diketahui terdapat tiga jenis *defect* dominan dan dilakukan analisa dengan menggunakan *fishbone diagram* dan *5 why*. Pada tahap *improve* dilakukan perancangan usulan perbaikan yaitu revisi dimensi diameter komponen *nozzle U* dan *chock chamber*, menerapkan metode inspeksi *liquid penetrant* pada *incoming quality control*, dan mengganti tempat penyimpanan pelumas dengan *paste dispenser machine*.

**Kata Kunci:** *Lean Six Sigma, E-DOWNTIME, DMAI, SIPOC, VSM*

---

### Abstract

*PT Pindad (Persero) is a public sector company that produces defense tools and some commercial products, one of which is distributor valve. Production process of the distribution valve shows that company has often experienced the tardiness in delivering the product to customer. That is because the components' arrival is not right on the time as it is scheduled. Company has obliged some policies to overcome the tardiness problem. In fact, those policies has not overcome the tardiness to deliver the product to customer. Therefore, this research was carried out to propose the improvement in production process of distributor valve, so it can minimize the tardiness in delivering the product to customer.*

*This research used lean six sigma method with DMAI stages which consists of Define, Measure, Analyze and Improve. Define stage was done using SIPOC and value stream mapping. Measure-stage result showed that the process was stable with 4.14 sigma. Analyze-stage showed that there were three dominant defects and they would be analyzed by fishbone diagram and 5 why. At the last stage, improvements were proposed based on each root causes. The improvements proposed are : revision on the U-noozle dimension, shock chamber dimension , proposing liquid penetrant inspection for corrosion test and proposing liquid dispenser on grease application process.*

**Keyword:** *Lean Six Sigma, E-DOWNTIME, DMAI, SIPOC, VSM*

---

## 1. Pendahuluan

PT. Pindad (persero) merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang memproduksi alat pertahanan (militer) dan beberapa produk komersial. Salah satu produk yang dihasilkan yaitu *air brake system* atau sistem pengereman udara. *Distributor valve* merupakan salah satu komponen penyusun dari *air brake system* yang memiliki pengaruh paling besar dalam *air brake system* karena memiliki fungsi sebagai pengatur distribusi udara pada sistem pengereman kereta api. Selain itu, *distributor valve* memiliki harga yang paling tinggi dibandingkan dengan komponen lainnya yaitu sebesar 60% dari harga satu set *air brake system*.

Selain harus menghasilkan produk yang berkualitas, perusahaan juga dituntut untuk memberikan pelayanan yang baik demi memenuhi kepuasan pelanggan. Salah satu caranya yaitu mengirimkan produk kepada konsumen sesuai dengan waktu yang telah disepakati oleh kedua belah pihak. Berdasarkan data historis tahun 2014, dapat diketahui bahwa PT. Pindad (Persero) masih mengalami keterlambatan pengiriman produk ke konsumen seperti yang ditunjukkan dalam Tabel I.1.

Tabel 1. Keterlambatan Pengiriman Pada Tahun 2014

Order Ke-	Jumlah Order	Tahap Pengiriman	Target Pengiriman per Tanggal Jatuh Tempo (Produk)	Keterlambatan (hari)
1	240	1	130	-
		2	110	3
2	100	1	100	2
3	160	1	160	6
4	163	1	80	-
		2	83	14
5	83	1	83	16
6	165	1	100	10
		2	65	-
7	358	1	110	-
		2	110	-
		3	138	20

Sumber : PT Pindad (Persero)

Pengiriman produk ke konsumen yang melebihi waktu yang telah ditentukan dalam kontrak dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Hal ini dikarenakan perusahaan harus membayar biaya penalti kepada konsumen. Dalam meminimasi keterlambatan pengiriman produk ke konsumen, perusahaan telah menetapkan kebijakan penambahan *shift* kerja atau lembur. Namun kebijakan ini berakibat pada penambahan biaya operasional perusahaan dan kebijakan ini juga belum dapat mengatasi permasalahan keterlambatan tersebut. Keterlambatan pengiriman produk ke konsumen diduga disebabkan oleh proses produksi *distributor valve* yang belum berjalan secara efektif dan efisien.

Tabel 2. Hasil Identifikasi Waste

Waste	Total Magnitude of Waste	Persentase Waste	Ranking
Waiting (W)	15	21.43%	1
Defect (D)	14	20.00%	2
Motion (M)	11	15.71%	3
Transportation (T)	10	14.29%	4
Environmental, Health and Safety (E)	10	14.29%	5
Inventory (I)	6	8.57%	6
Excess Processing (Ex)	4	5.71%	7
Overproduction (O)	0	0.00%	8
Not utilizing abilities (N)	0	0.00%	9

Tabel 2 menunjukkan hasil persentase dari masing-masing waste yang terjadi di PT. Pindad (Persero) yang didapatkan dari pengamatan menggunakan formulir E-DOWNTIME.

Tabel 3. Jumlah Produk Defect Tahun 2014

NO.	BULAN	JUMLAH PRODUKSI (produk)	JUMLAH DEFECT (produk)	DEFECT RATE (%)
1	Januari	130	10	7,69
2	Februari	100	6	6,00
3	Maret	104	9	8,65
4	April	138	10	7,25
5	Mei	112	13	11,61
6	Juni	43	6	13,95
7	Juli	80	5	6,25
8	Agustus	105	7	6,67
9	September	110	11	10,00
10	Oktober	115	14	12,17
11	November	100	7	7,00
12	Desember	75	6	8,00

Tabel 3 menunjukkan jumlah produksi dan jumlah produk yang defect pada periode 2014. Dapat dilihat bahwa jumlah produk defect ini menyebabkan nilai defect rate berada diatas batas toleransi yang ditetapkan perusahaan yaitu sebesar 4%. Banyaknya produk defect mengakibatkan waktu proses menjadi semakin lama dikarenakan adanya penambahan waktu proses untuk melakukan rework terhadap produk defect tersebut. Penambahan waktu proses ini mengakibatkan perusahaan tidak dapat memenuhi target produksi sehingga mengalami keterlambatan pengiriman produk kepada pelanggan.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Lean Six Sigma

Lean six sigma merupakan kombinasi antara lean dan six sigma, dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan waste atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah melalui peningkatan terus-menerus secara radikal untuk mencapai tingkat kinerja enam sigma, dengan cara mengalirkan produk dan informasi menggunakan pull system dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan berupa hanya memproduksi 3,4 cacat untuk setiap satu juta kesempatan.

Langkah-langkah dalam implementasi lean six sigma adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan identifikasi nilai produk yang akan ditawarkan kepada pelanggan berdasarkan perspektif pelanggan. Nilai produk ini berkenaan dengan kualitas produk yang sesuai dengan spesifikasi yang telah

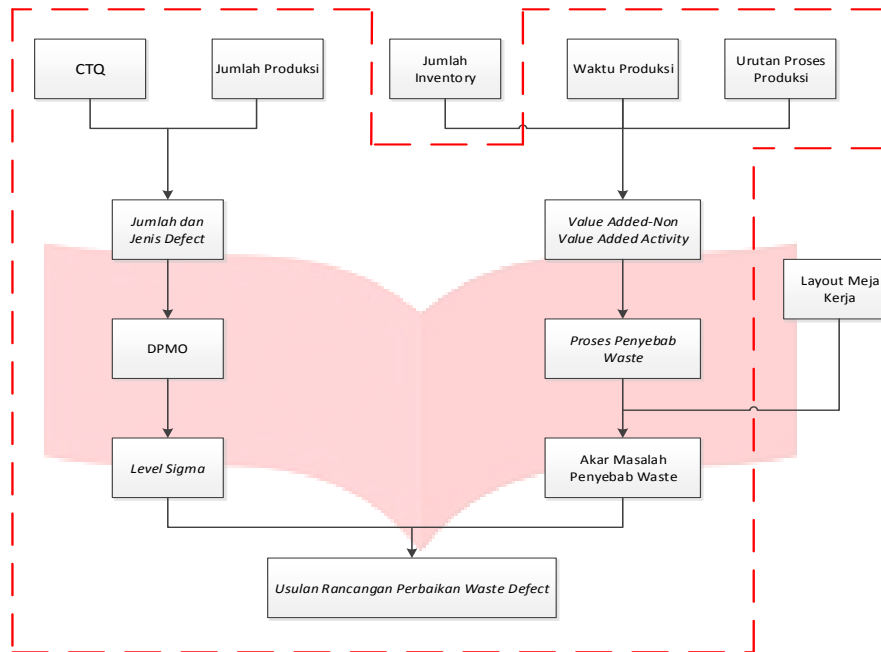
- disepakati bersama, harga yang kompetitif dibandingkan dengan competitor, penyerahan (*delivery time*) yang tepat waktu, *after sales service* yang baik, dan hal-hal spesifik lain yang ditentukan oleh pelanggan.
- b. Melakukan transformasi nilai-nilai persyaratan yang telah disepakati tersebut ke dalam *Critical to Quality* (CTQ), *Critical to Delivery* (CTD), *Critical to Cost* (CTC), *Critical to Safety/ Service* (CTS) agar dapat diukur, dipantau, dan dikendalikan oleh perusahaan.
  - c. Membuat pemetaan produk sepanjang *value stream process* untuk mengidentifikasi *value added activities* dan *non value added activities* yang merupakan pemborosan. Dalam identifikasi pemborosan ini dapat digunakan formulir E-DOWNTIME.
  - d. Menentukan beberapa ukuran kinerja kunci (*key performance measures*) *value stream process* pada kondisi aktual perusahaan.
  - e. Mendesain *value stream process map* untuk masa mendatang (*future state value stream process map*).
  - f. Meningkatkan kinerja proses dengan menerapkan berbagai alat dan teknik *lean sigma*.

## 2.2 Pemborosan

Pemborosan merupakan kegiatan yang menyita waktu, sumber daya, dan ruang, tetapi tidak memberikan kontribusi terhadap pemenuhan kebutuhan pelanggan. Untuk mempermudah mengidentifikasi dan menghilangkan sembilan jenis pemborosan yang selalu ada dalam bisnis dan industry dapat menggunakan E-DOWNTIME, yaitu:

- E = *Environmental, Health, and Safety* (EHS) merupakan jenis pemborosan yang terjadi karena kelalaian dalam memperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan prinsip-prinsip EHS.
- D = *Defects* merupakan pemborosan yang terjadi karena kecacatan atau kegagalan produk (barang dan/ jasa).
- O = *Overproduction* merupakan pemborosan yang terjadi karena produksi melebihi kuantitas yang dipesan oleh pelanggan.
- W = *Waiting* merupakan pemborosan yang terjadi karena aktivitas menunggu.
- N = *Not utilizing employees knowledge, skills and abilities* yang merupakan jenis pemborosan sumber daya manusia (SDM) yang terjadi karena tidak menggunakan pengetahuan, keterampilan dan kemampuan karyawan secara optimum.
- T = *Transportation* merupakan pemborosan yang terjadi karena transportasi yang berlebihan sepanjang proses *value stream*.
- I = *Inventories* merupakan pemborosan yang terjadi karena *inventories* yang berlebihan.
- M = *Motion* merupakan pemborosan yang terjadi karena pergerakan yang lebih banyak daripada yang seharusnya sepanjang proses *value stream*.
- Ex = *Excess processing* merupakan pemborosan yang terjadi karena langkah-langkah proses yang lebih panjang daripada yang seharusnya sepanjang proses *value stream*.

## 2.3 Metodologi penelitian



Gambar 1. Model konseptual

Data *input* yang akan digunakan pada penelitian ini berupa CTQ, jumlah produksi *distributor valve* tahun 2014, waktu produksi, dan urutan proses produksi. Data *input* ini akan digunakan untuk mengetahui keadaan proses produksi *distributor valve* di PT.Pindad (Persero) Departemen Sarana Kereta Api.

Data jumlah produksi dan CTQ digunakan sebagai variabel input untuk mengetahui jumlah dan jenis produk *distributor valve* yang *defect* pada tahun 2014. Kemudian data jumlah dan jenis produk yang *defect* ini digunakan sebagai data masukan dalam pengukuran nilai DPMO, dan nilai DPMO merupakan data masukan untuk menghitung level *sigma* yang dicapai perusahaan saat ini.

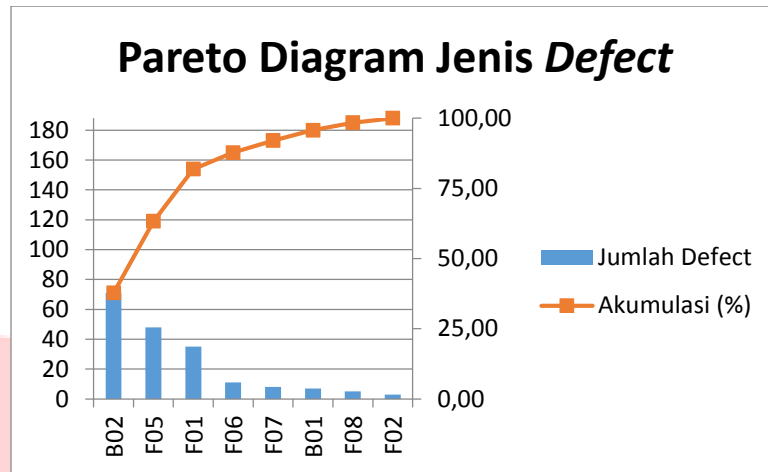
Waktu produksi dan urutan proses produksi merupakan variabel masukan yang digunakan untuk membuat *value stream mapping*. *Value stream mapping* digunakan untuk menggambarkan kondisi proses produksi *distributor valve* yang terjadi saat ini di PT. Pindad (Persero). Kemudian dengan menggunakan *value stream mapping*, akan dianalisis lokasi dugaan penyebab *defect* di dalam proses produksi.

*Output* yang dihasilkan dari analisis VSM adalah analisis akar penyebab terjadinya *waste defect* dengan menggunakan *fishbone* dan *5 Why*. Berikutnya, dari hasil analisis akar penyebab terjadinya *waste defect* dan hasil perhitungan level *sigma*, akan dibuat usulan perbaikan untuk meminimasi *waste defect* dengan tujuan meningkatkan produktivitas perusahaan.

## 3. Pembahasan

### 3.1 Pembuatan Pareto Diagram

*Pareto diagram* digunakan untuk mengetahui jenis *defect* mana yang paling dominan terjadi pada proses produksi *distributor valve*, sehingga menjadi prioritas utama untuk diperbaiki dalam upaya meminimasi *waste defect*.



Gambar 2 Pareto Diagram Jenis Defect

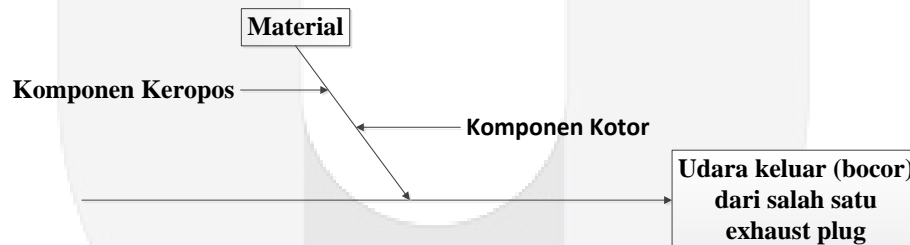
Berdasarkan *pareto diagram* Gambar IV.5, jenis *defect* yang akan menjadi prioritas untuk diperbaiki dengan kumulatif persentase *defect rate* 81,91% adalah sebagai berikut:

- 1) Udara keluar (bocor) dari salah satu *exhaust plug* (B02) dengan persentase 37,77%
- 2) Pengisian R lambat (F05) dengan persentase 25,53%
- 3) Tekanan *control chamber* A naik lambat (F01) dengan persentase 18,62%

Dengan memperbaiki ketiga jenis *defect* diatas, perusahaan dapat meminimasi 81,91% dari *waste defect* yang terjadi di perusahaan.

### 3.2 Pembuatan Fish Bone dan 5 Why

#### 3.2.1 Udara keluar (bocor) dari salah satu *exhaust plug* (B02)



Gambar 3 Fishbone Udara keluar (bocor) dari salah satu *exhaust plug*

Berdasarkan *fishbone diagram* pada Gambar IV.6 diketahui bahwa udara keluar (bocor) dari salah satu *exhaust plug* disebabkan karena adanya beberapa masalah pada material atau komponen penyusun *distributor valve*. Permasalahan tersebut yaitu komponen keropos dan komponen kotor. Selanjutnya akan dilakukan analisis menggunakan 5 why untuk mengetahui akar penyebab dari komponen keropos dan komponen kotor.

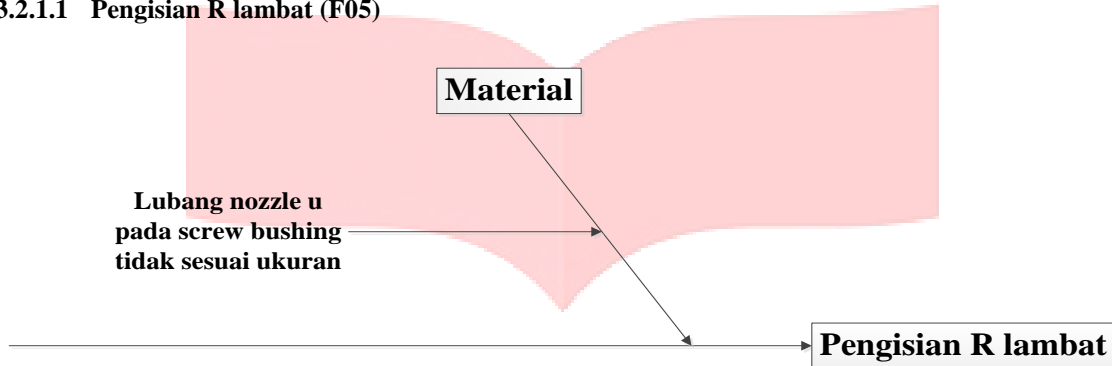
Tabel 4 Analisis 5 Why Udara keluar (bocor) dari salah satu *exhaust plug*

Cause	Sub cause	Why	Why	Why
Material	Komponen Keropos	Kualitas material dari <i>supplier</i> kurang baik	Komponen yang kualitasnya kurang baik tidak terdeteksi pada saat inspeksi awal	Inspeksi barang dari <i>supplier</i> hanya dilakukan secara visual dan dimensi

<i>Cause</i>	<i>Sub cause</i>	<i>Why</i>	<i>Why</i>	<i>Why</i>
	Komponen Kotor	Pelumas yang digunakan kotor	Tempat penyimpanan pelumas tidak dapat melindungi dari debu	

Berdasarkan analisis 5 why dapat diketahui bahwa akar masalah penyebab terjadinya udara keluar (bocor) dari salah satu *exhaust plug* adalah inspeksi barang dari *supplier* hanya dilakukan secara visual dan dimensi serta tempat penyimpanan pelumas yang tidak dapat melindungi dari debu.

### 3.2.1.1 Pengisian R lambat (F05)



Gambar 4 Fishbone Pengisian R lambat

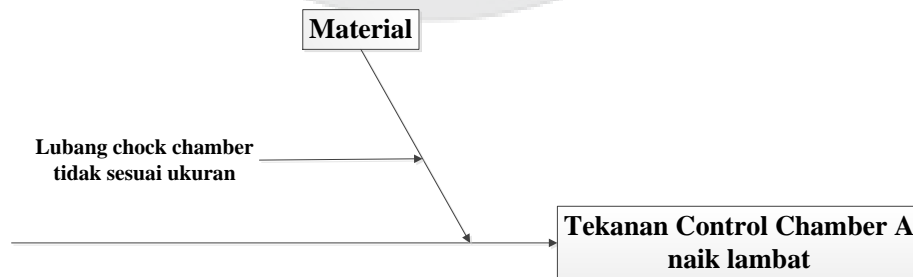
Berdasarkan analisis menggunakan *fishbone diagram*, diketahui bahwa faktor yang menyebabkan terjadinya cacat jenis pengisian R lambat adalah dari faktor material. Faktor material tersebut adalah lubang *nozzle u* pada *screw bushing* yang tidak sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan di lapangan. Selanjutnya dilakukan analisis dengan menggunakan 5 Why untuk mengetahui akar penyebab masalah terjadinya pengisian R lambat.

Tabel 5 Analisis 5 Why Pengisian R Lambat

<i>Cause</i>	<i>Sub cause</i>	<i>Why</i>	<i>Why</i>
Material	Lubang <i>nozzle U</i> pada <i>screw bushing</i> tidak sesuai ukuran	<i>Nozzle U</i> yang didapatkan dari <i>supplier</i> memiliki diameter 0,6 mm	Gambar teknik <i>nozzle U</i> yang digunakan untuk pemesanan kepada <i>supplier</i> memiliki ukuran diameter 0,6 mm

Berdasarkan analisis 5W diketahui bahwa akar masalah penyebab terjadinya cacat jenis pengisian R lambat adalah gambar teknik *nozzle U* yang digunakan untuk pemesanan kepada *supplier* memiliki ukuran 0,6 mm. Hal ini mengakibatkan seringnya ditemukan cacat jenis pengisian R lambat.

### 3.2.1.2 Tekanan Control Chamber A naik lambat (F01)



Gambar 5 Fishbone Tekanan Control Chamber A Naik Lambat

Berdasarkan analisis menggunakan *fishbone diagram* pada Gambar IV.10, diketahui bahwa cacat jenis tekanan *control chamber* A naik lambat disebabkan oleh faktor material. Faktor material tersebut adalah lubang *chock chamber* tidak sesuai ukuran. Selanjutnya dilakukan analisis dengan menggunakan 5 Why untuk mengetahui akar penyebab utama terjadinya cacat jenis tekanan *control chamber* A naik lambat.

Tabel 6 Analisis 5 Why Tekanan Control Chamber A Naik Lambat

<i>Cause</i>	<i>Sub cause</i>	<i>Why</i>	<i>Why</i>
Material	Lubang <i>chock chamber</i> tidak sesuai ukuran	<i>Chock chamber</i> yang didapatkan dari <i>supplier</i> memiliki diameter 0,36 mm	Gambar teknik <i>chock chamber</i> yang digunakan untuk pemesanan kepada <i>supplier</i> memiliki ukuran diameter 0,36 mm

Berdasarkan analisis dengan menggunakan 5W diketahui bahwa akar masalah penyebab terjadinya cacat jenis tekanan *control chamber* A naik lambat adalah gambar teknik *chock chamber* yang digunakan untuk pemesanan kepada *supplier* memiliki ukuran 0,36 mm.

### 3.3 Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan dirancang sesuai dengan masing-masing akar penyebab masalah yang telah dianalisis menggunakan *fishbone* diagram dan 5 *Why*. Berikut rancangan usulan perbaikan yang diberikan.

Tabel 7 Usulan Perbaikan

Penyebab Kegagalan	How
Gambar teknik <i>nozzle</i> U yang digunakan untuk pemesanan kepada <i>supplier</i> memiliki ukuran diameter 0,6 mm	Menggambar ulang gambar teknik <i>nozzle</i> U dengan diameter yang sesuai dengan yang dibutuhkan di lapangan yaitu sebesar 0,7 mm
Gambar teknik <i>chock chamber</i> yang digunakan untuk pemesanan kepada <i>supplier</i> memiliki ukuran 0,36 mm	Menggambar ulang gambar teknik <i>chock chamber</i> dengan diameter yang sesuai dengan yang dibutuhkan di lapangan yaitu sebesar 0,4 mm
Tempat penyimpanan pelumas tidak dapat melindungi dari debu	Mengganti tempat penyimpanan pelumas dengan wadah yang memiliki penutup sehingga dapat melindungi pelumas dari kontaminasi debu atau kotoran di sekitar area kerja
Inspeksi barang dari <i>supplier</i> hanya dilakukan secara visual dan dimensi	Melakukan inspeksi dengan metode <i>liquid penetrant</i> untuk mendeteksi komponen keropos

### 3.4 Analisis Kelebihan dan Kekurangan Rancangan Usulan Perbaikan

Analisis usulan rancangan perbaikan ditujukan untuk menjelaskan kelebihan dan kekurangan dari setiap usulan yang dirancang untuk perusahaan. Usulan perbaikan yang dirancang oleh penulis disesuaikan dengan akar masalah penyebab terjadinya *waste defect* yang telah dianalisis sebelumnya menggunakan *fishbone* dan 5 *Why*.

Tabel 8 Kelebihan dan Kekurangan Rancangan Usulan Perbaikan

Rancangan Usulan Perbaikan	Kelebihan	Kekurangan
Menggambar ulang gambar teknik <i>nozzle</i> U dengan diameter yang sesuai dengan yang dibutuhkan di lapangan yaitu sebesar 0,7 mm	Perusahaan akan mendapatkan komponen dari <i>supplier</i> dengan dimensi yang sesuai dengan yang dibutuhkan di lapangan, sehingga tidak perlu lagi dilakukan perbaikan terhadap komponen tersebut pada saat proses produksi	Perancangan ulang gambar teknik beberapa komponen tidak bisa dilakukan begitu saja, harus ada beberapa prosedur yang dilewati sesuai dengan kebijakan perusahaan
Menggambar ulang gambar teknik <i>chock chamber</i> dengan diameter yang sesuai dengan yang dibutuhkan di lapangan yaitu sebesar 0,4 mm		



Rancangan Usulan Perbaikan	Kelebihan	Kekurangan
Mengganti tempat penyimpanan pelumas dengan wadah yang memiliki penutup sehingga dapat melindungi pelumas dari kontaminasi debu dan kotoran di sekitar area kerja	Pelumas yang digunakan untuk proses produksi akan terlindungi dari debu ataupun kotoran yang ada di sekitar area kerja, sehingga fungsi <i>distributor valve</i> dapat berjalan dengan baik ketika dijalankan	Memerlukan biaya untuk pengadaan wadah penyimpanan pelumas yang baru. Usulan akan menjadi tidak efektif apabila operator tidak disiplin untuk menutup kembali wadah penyimpanan ketika telah selesai menggunakan pelumas.
Melakukan inspeksi dengan metode <i>liquid penetrant</i> untuk mendeteksi komponen keropos	Metode inspeksi ini cukup mudah dilakukan dan dapat mendeteksi adanya retak atau cacat pada komponen yang akan digunakan pada perakitan <i>distributor valve</i>	Perlu diadakan sedikit pelatihan kepada operator inspeksi komponen agar dapat memahami metode inspeksi ini dengan baik. Memerlukan biaya untuk pengadaan peralatan yang digunakan untuk inspeksi

#### 4. Kesimpulan

##### 4.1 Kesimpulan

1. Jenis *waste defect* dominan yang terjadi dalam proses produksi *distributor valve* adalah udara keluar (bocor) dari salah satu *exhaust plug* (B02), pengisian R lambat (F05), dan tekanan *control chamber* A naik lambat (F01). Akar penyebab ketiga jenis *defect* tersebut antara lain:
  - a. Udara keluar (bocor) dari salah satu *exhaust plug*
    - i. Inspeksi barang dari *supplier* hanya dilakukan secara visual dan dimensi dan hanya beberapa sampel
    - ii. Tempat penyimpanan pelumas tidak dapat melindungi dari debu dan kotoran
  - b. Pengisian R lambat
    - i. Gambar teknik *nozzle* U yang digunakan untuk pemesanan kepada *supplier* memiliki ukuran diameter 0,6 mm
  - c. Tekanan *control chamber* A naik lambat
    - i. Gambar teknik *chock chamber* yang digunakan untuk pemesanan kepada *supplier* memiliki ukuran diameter 0,36 mm
2. Rancangan untuk masing-masing akar penyebab masalah adalah sebagai berikut:
  - a. Penggambaran ulang gambar teknik komponen *nozzle* U dan *chock chamber* dengan diameter yang sesuai dengan yang dibutuhkan di lapangan
  - b. Mengganti tempat penyimpanan pelumas dengan wadah yang bisa melindungi dari kontaminasi debu atau kotoran di sekitar area kerja
  - c. Melakukan inspeksi dengan metode *liquid penetrant* untuk mendeteksi komponen keropos

#### Referensi:

- [1] Gaspersz, V., & Fontana, A. 2011. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Bogor: Vinchristo Publication.
- [2] Gaspersz, Vincent., 2001. *Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama