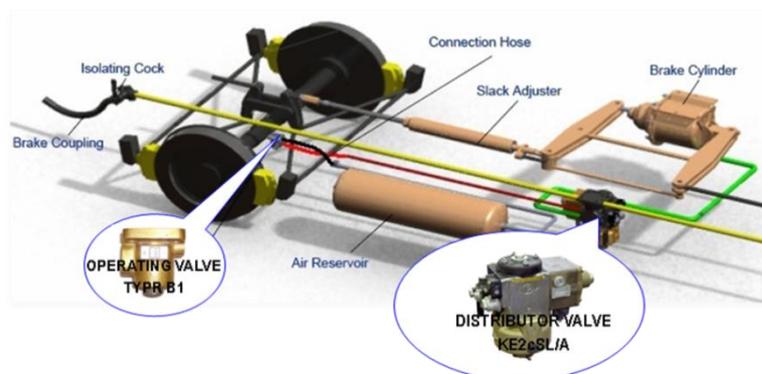


BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

PT Pindad merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang memproduksi alat pertahanan dan beberapa produk komersial. Kelompok usaha PT Pindad dibagi menjadi empat pokok yaitu produk militer, produk komersial, pertahanan dan jasa. Produk komersial yang diproduksi terdiri dari elektro mekanik, otomotif, kereta api, kapal laut dan logam.

Salah satu divisi yang menghasilkan produk komersial adalah Divisi Mesin Industri dan Jasa. Divisi ini menghasilkan produk komersial berupa mesin listrik, sistem pengereman kereta api (*air brake system*), peralatan kapal laut, dan jasa pemesinan. Pada Divisi Mesin Industri dan Jasa terdapat Departemen Sarana Kereta Api yang menghasilkan *air brake system* atau sistem pengereman udara untuk kereta api. PT Pindad memproduksi *air brake system* dengan lisensi dari KNORR Bremse AG, Jerman sejak tahun 1983 dan telah disertifikasi oleh *International Union of Railways* (UIC). *Air brake system* yang dihasilkan terdiri dari dua tipe, yaitu tipe KE-G-12” untuk gerbong barang dan KE-P-12” untuk kereta penumpang.



Gambar I. 1 Air Brake System Tipe KE-G-12”

Komponen penyusun *air brake system* tipe KE-G-12” terdiri dari *distributor valve* tipe KE2cSL/A, *bracket* tipe KE Nr. 1-1 ¼”, *brake cylinder*, *operating valve*, *flow throttle*, *hose connection*, *slack adjuster*, *isolating cock* tipe LH3-1 ¼” L, *air reservoir*, dan *brake coupling*.

Distributor valve merupakan komponen yang memiliki pengaruh yang paling besar dalam *air brake system* karena memiliki fungsi sebagai pengatur distribusi udara pada sistem pengereman kereta api. *Distributor valve* dapat mengeluarkan udara saat pengereman dan memasukkan udara saat pelepasan rem secara otomatis. Dengan kata lain *distributor valve* merupakan otak dari sistem pengeraman udara pada 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, diketahui bahwa PT Pindad masih mengalami keterlambatan pengiriman produk ke konsumen seperti yang ditunjukkan dalam Tabel I.1.

Tabel I. 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

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. Keterlambatan pengiriman ini disebabkan oleh keterlambatan kedatangan komponen dari *supplier*.

Komponen penyusun *distributor valve* didatangkan oleh PT Pindad dari *supplier* dalam negeri, maupun luar negeri. Komponen yang didatangkan dari luar negeri sering mengalami keterlambatan kedatangan karena adanya permasalahan di bea dan cukai. Perusahaan telah meminimasi keterlambatan ini dengan memesan komponen satu bulan sebelum penandatanganan PO dengan konsumen, namun komponen tetap mengalami keterlambatan kedatangan. Sedangkan komponen dari dalam negeri sering tidak lulus inspeksi di PT Pindad, sehingga komponen harus dikirim kembali ke *supplier* untuk diperbaiki ataupun diganti.

Keterlambatan kedatangan komponen menyebabkan beberapa *workstation* yang terhenti karena komponennya belum lengkap, sehingga terjadi penumpukan *Work in Process* (WIP) di *workstation* tersebut. Setelah komponen lengkap, perusahaan menetapkan kebijakan penambahan *shift* kerja atau lembur agar perusahaan dapat menyelesaikan produksi sesuai dengan kesepakatan, namun kebijakan ini berakibat pada penambahan biaya operasional perusahaan dan juga belum dapat mengatasi permasalahan keterlambatan tersebut.

Selain disebabkan oleh faktor eksternal yaitu keterlambatan kedatangan komponen dari *supplier*, belum dapat teratasinya permasalahan keterlambatan pengiriman barang ke konsumen ini diduga disebabkan karena adanya permasalahan internal yang terjadi pada proses produksi *distributor valve*. Hal ini dapat diidentifikasi dari kondisi tidak tercapainya target waktu pengiriman produk sesuai dengan kesepakatan meskipun telah dilakukan kebijakan penambahan *shift*. Selain itu, terdapat banyaknya penumpukan produk setengah jadi pada beberapa *workstation* menunjukkan adanya pemborosan yang terjadi pada proses produksi *distributor valve*. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode *lean six sigma*. Metode *Lean six sigma* merupakan 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 menggunakan *pull system* dari pelanggan internal dan eksternal (Gaspersz,2011).

Langkah awal yang dilakukan dalam penerapan *lean six sigma* yaitu mengidentifikasi *Critical to Quality* (CTQ) produk *distributor valve* seperti pada Tabel I.2. Data CTQ ini didapatkan oleh peneliti melalui dokumen yang ada di perusahaan. CTQ yang ditetapkan oleh perusahaan disesuaikan dengan spesifikasi yang telah ditetapkan secara internasional.

Tabel I. 2 *Critical To Quality* Produk *Distributor Valve*

No.	Deskripsi	Standard (<i>Critical To Quality</i>)
Tes Kebocoran		
1	<i>Automatic Brake</i> posisi <i>Running</i> , Rem Minimum, dan <i>Emergency</i>	Tidak ada kebocoran dari salah satu <i>Flens (F)</i>
		Tidak ada kebocoran dari salah satu <i>Exhaust plug (O)</i>
Tes Fungsi		
1	Waktu Pengisian <i>Control Chamber</i> dari 0 - 4.8 Bar	160 - 200 detik
	Waktu pengisian <i>Control Chamber</i> dari 3 - 4 Bar	37 - 43 detik
2	Waktu Pengisian R <i>Air Reservoir</i> 40 - 100 Liter dari 0 - 4.8 Bar	45 - 135 detik
3	Tekanan maksimum pada <i>Brake Cylinder</i>	3.8 ± 0.1 Bar
4	Waktu Pengisian Tekanan Sampai Dengan 95% pada <i>Brake Cylinder</i>	18 - 30 detik
5	Waktu Pelepasan Tekanan Sampai Dengan 0.4 Bar pada <i>Brake Cylinder</i>	45 - 60 detik
6	Tekanan Operasional pada <i>Brake Pipe</i>	4 - 6 Bar
7	Pengurangan Tekanan di <i>Brake Pipe</i> untuk pengereman	1.5 ± 0.1
8	Tekanan pada <i>Brake Pipe</i> Untuk Pelepasan Pengeraman dan Pengereman	≤ 4.85 Bar
9	Tekanan <i>Air Reservoir</i> pada saat tekanan <i>Brake Cylinder</i> 0.4 Bar	4.7 - 4.85 Bar

Tabel I. 2 *Critical To Quality* Produk *Distributor Valve* (lanjutan)

No.	Deskripsi	Standard (<i>Critical To Quality</i>)
10	Sensitivitas : <i>Brake</i> harus merespon ketika pengurangan tekanan di <i>Brake Pipe</i> 0.6 Bar selama 6 detik (<i>Single Car</i>)	Dalam waktu 1 detik
11	Insensitivitas : <i>Brake</i> tidak boleh merespon ketika pengurangan di <i>Brake Pipe</i> (<i>Single Car</i>)	0.3 Bar selama 60 detik
12	Kecepatan transmisi untuk <i>Emergency Braking</i>	approx ≥ 250 m/s ²

Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan identifikasi *waste* yang terdapat pada proses produksi *distributor valve*. Identifikasi *waste* ini dilakukan dengan menggunakan formulir E-DOWNTIME untuk menemukan jenis pemborosan apa saja yang terjadi selama proses produksi *distributor valve*. Identifikasi *waste* dilakukan dengan cara mengamati secara langsung proses produksi *distributor valve* selama kurun waktu 5 hari berturut-turut. Tabel I.3 menampilkan hasil identifikasi *waste* dengan formulir E-DOWNTIME yang telah dilakukan.

Tabel I. 3 Hasil Identifikasi *Waste*

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

Berdasarkan Tabel I.3 dapat dilihat persentase dari masing-masing *waste* yang terjadi di PT Pindad Divisi Mesin Industri dan Jasa Departemen Sarana Kereta Api dalam proses produksi *distributor valve*. Persentase ini didapatkan dari pengamatan

dengan menggunakan formulir E-DOWNTIME yang dapat dilihat pada lampiran B.

Berdasarkan hasil pengamatan, *waste* yang memiliki nilai persentase tertinggi yaitu *waste waiting* dengan persentase 21,43%, *waste defect* dengan persentase 20% dan *waste motion* dengan persentase 15,71%. Penjelasan lebih lanjut ketiga *waste* tertinggi adalah sebagai berikut,

1. *Waste Waiting*

Waste waiting memiliki nilai persentase terbesar yaitu 21,43%. Dalam proses produksi *distributor valve*, PT Pindad hanya melakukan proses perakitan dimana produk *distributor valve* ini terdiri dari tujuh *sub-assembly*. PT Pindad melakukan pemesanan komponen penyusun *sub-assembly* kepada *supplier* yang terdiri dari departemen lain yang ada di PT Pindad dan perusahaan lain, baik perusahaan dalam negeri maupun luar negeri. *Waste waiting* yang terjadi di PT Pindad Departemen Sarana Kereta Api diakibatkan oleh keterlambatan kedatangan komponen penyusun *distributor valve* dari *supplier*. *Waste waiting* tidak dibahas lebih lanjut dalam penelitian ini dikarenakan pembahasan *waste* ini melibatkan pihak eksternal perusahaan yang tidak dapat dijangkau oleh penulis.

2. *Waste Defect*

Waste defect memiliki nilai persentase terbesar kedua yaitu sebesar 20%. Pemborosan ini merupakan pemborosan yang terjadi karena kecacatan atau kegagalan produk. Dalam proses produksi *distributor valve* tidak semua produk memiliki kualitas yang sesuai dengan standar yang telah ditentukan sehingga harus dilakukan *rework* terhadap produk tersebut. Adanya produk yang *rework* mengakibatkan waktu produksi menjadi lebih lama dari seharusnya. Hal ini secara otomatis akan mempengaruhi waktu pengiriman produk kepada konsumen. PT Pindad (Persero) telah menetapkan kebijakan bahwa batas toleransi *defect rate* adalah sebesar 4% namun berdasarkan data historis tahun 2014 diketahui bahwa rata-rata *defect rate* untuk produk *distributor valve* adalah sebesar 8,77%.

Tabel I. 4 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

Defect rate yang selalu berada diatas batas toleransi perusahaan diduga disebabkan karena perusahaan belum memiliki upaya penanganan *defect* yang sesuai dengan jenis *defect* yang paling sering terjadi. Berikut tabel jumlah jenis *defect* yang sering terjadi pada proses produksi *distributor valve*.

Tabel I. 5 Jumlah Jenis *Defect* yang Sering Terjadi

Ranking	Jenis Defect	Kode	Jumlah Defect
1	Udara keluar (bocor) dari salah satu <i>exhaust plug</i>	B02	71
2	Pengisian R lambat	F05	48
3	Tekanan <i>control chamber</i> A naik lambat	F01	35
4	Tekanan maksimum <i>cylinder</i> terlalu besar atau rendah	F06	11
5	Waktu pengisian tekanan <i>Brake Cylinder</i> pada saat 95% tekanan maksimal lebih dari 30 detik	F07	8
6	Udara keluar (bocor) dari salah satu <i>flens</i> atau baut	B01	7
7	Waktu pengisian tekanan <i>Brake Cylinder</i> pada saat 95% tekanan maksimal kurang dari 18 detik	F08	5
8	Tekanan <i>control chamber</i> A naik ke 4 bar lebih rendah dari 37 detik	F02	3
Total			188

Untuk dapat mencapai *defect rate* sesuai dengan target perusahaan maka akan dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang

menyebabkan terjadinya beberapa jenis *defect* dan memberikan usulan yang sesuai untuk menangani jenis *defect* tersebut. Usulan yang sesuai dengan faktor-faktor penyebab terjadinya *defect* ini diharapkan dapat mengurangi jumlah produk *defect* yang ada dan dapat mempersingkat waktu produksi dengan meminimalisir waktu yang digunakan untuk melakukan *rework* terhadap produk *defect*. Apabila waktu produksi dapat berjalan lebih singkat maka perusahaan dapat memenuhi target produksi harian dan dapat melakukan pengiriman tepat waktu kepada konsumen. Permasalahan terkait *waste defect* ini akan dibahas lebih lanjut dalam penelitian ini.

3. *Waste Motion*

Waste Motion mempunyai persentase terbesar ketiga setelah *waste defect*, yaitu sebesar 15,71 %. *Waste motion* merupakan pemborosan yang terjadi karena pergerakan yang lebih banyak daripada yang seharusnya sepanjang proses *value stream* (Gaspersz & Fontana, 2011)

Berdasarkan identifikasi *waste* yang dilakukan di perusahaan, terdapat *waste motion* pada WS perakitan *basic valve*, WS perakitan *control chamber*, WS perakitan *change over valve A*, WS perakitan *pressure*, WS perakitan *auxiliary reservoir charging valve*, WS perakitan *control chamber*, WS pengujian *basic valve* dan pengujian *distributor valve*. Pengamatan pada *workstation* menunjukkan bahwa operator melakukan aktivitas lebih dalam menjangkau peralatan maupun komponen yang dibutuhkan dalam proses perakitan maupun proses pengujian. Aktivitas ini terdiri dari aktivitas berjalan dimana operator melakukan gerakan berjalan untuk mengambil alat bantu yang tidak dapat dijangkau dan aktivitas mencari lokasi komponen maupun alat bantu yang dibutuhkan. Mencari merupakan gerakan Therblig yang tidak efektif yang dimulai ketika mata bergerak untuk mencari objek dan berakhir ketika objek sudah ditemukan (Sutalaksana, 2006). Pada kondisi saat ini, penyimpanan komponen tidak diletakkan pada tempat yang seharusnya, dimana komponen dalam keadaan menumpuk dan bercampur satu sama lain pada rantai produksi. Sedangkan pada WS pengujian, operator perlu melakukan gerakan berjalan untuk menjangkau alat bantu *spray gun* pada *workstation* lain karena alat bantu ini tidak disediakan pada WS pengujian.

Perusahaan telah menetapkan waktu standar untuk masing-masing proses dalam proses produksi *distributor valve*, namun terdapat perbedaan antara rata-rata waktu produksi aktual dan waktu standar yang ditunjukkan pada Tabel I.6.

Tabel I. 6 Perbandingan Waktu Produksi Aktual dan Waktu Standar

No.	Aktivitas	Rata-rata Waktu Produksi Aktual (Menit)	Waktu Standar (Menit)
1	Proses perakitan <i>Basic Valve</i>	44.84	42
2	Proses perakitan <i>Control Chamber</i>	20.89	20
3	Proses perakitan <i>Insert</i>	9.67	12
4	Proses perakitan <i>Change over valve A</i>	13.36	13
5	Proses perakitan <i>Auxiliary Res. Charging Valve</i>	32.43	29
6	Proses perakitan <i>Pressure</i>	39.97	39
7	Proses perakitan <i>Change Over Cock</i>	4.78	6
8	Proses pengujian <i>Basic Valve</i>	38.65	35
9	Proses perakitan <i>Final Assembly</i>	21.96	28
10	Proses pengujian <i>Distributor Valve</i>	46.09	43

Berdasarkan waktu standar yang ditetapkan oleh perusahaan, dalam sehari perusahaan dapat menghasilkan sebelas produk *distributor valve* yang telah diuji, namun berdasarkan data aktual rata-rata perusahaan hanya mampu menghasilkan kurang dari sepuluh produk *distributor valve* yang telah diuji. *Waste motion* ini diduga disebabkan oleh ketidakteraturan dan ketidakrapian tempat kerja, serta kondisi *layout* kerja operator yang kurang baik.

Manajemen tempat kerja yang kurang baik dapat menimbulkan pergerakan dari operator yang tidak menambah nilai kepada *parts* melainkan hanya menambah waktu dan biaya sehingga dibutuhkan perbaikan pada manajemen tempat kerja dan penataan tempat kerja (*layout*).

Waste motion akan diteliti lebih lanjut oleh Tyas Danny S (1102110209) untuk mencari akar penyebab terjadinya *waste motion* dan akan dirancang usulan

perbaikan untuk meminimasi *waste motion* dengan menggunakan *lean six sigma tools*.

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Apa yang menjadi akar penyebab terjadinya beberapa jenis *defect* dominan pada proses produksi *distributor valve* tipe KE2cSL/A di PT. Pindad?
2. Usulan perbaikan apa yang dapat digunakan untuk meminimasi *waste defect* pada proses produksi *distributor valve* tipe KE2cSL/A di PT. Pindad?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi akar penyebab terjadinya jenis *defect* dominan pada proses produksi *distributor valve* tipe KE2cSL/A di PT. Pindad.
2. Memberikan usulan perbaikan yang dapat digunakan untuk meminimasi *waste defect* pada proses produksi *distributor valve* tipe KE2cSL/A di PT. Pindad.

I.4 Batasan Penelitian

Batasan masalah yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Data historis yang digunakan hanya pada tahun 2014.
2. Penelitian ini tidak membahas masalah biaya di PT. Pindad.
3. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian hanya sampai pada perancangan perbaikan.
4. Usulan yang diberikan mempertimbangkan usulan dari perbaikan *waste motion*.

I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Perusahaan dapat mengendalikan *waste defect*, sehingga dapat meningkatkan efektivitas proses produksi *distributor valve* dan menerapkan *continuous improvement*.
2. Mengoptimalkan proses produksi melalui penerapan prinsip *lean six sigma*.

I.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini diuraikan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini berisi uraian latar belakang permasalahan yang menjadi dasar untuk meminimasi *waste* dalam proses produksi *distributor valve* tipe KE2cSL/A di PT. Pindad, rumusan permasalahan, tujuan penelitian, batasan yang digunakan dalam penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan penelitian.

Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisi literatur yang berkaitan dengan permasalahan yang diteliti, yaitu teori pendekatan *lean six sigma* dengan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) beserta *tools* yang digunakan untuk usulan perbaikan masalah. Sumber literatur yang digunakan diambil dari referensi buku-buku dan jurnal penelitian yang berhubungan dengan topik *lean six sigma* dan disertakan pada daftar pustaka. Selain itu, dibahas pula hasil-hasil penelitian terdahulu.

Bab III Metodologi Penelitian

Pada bab ini dijelaskan langkah-langkah penelitian secara rinci dengan menggunakan metode DMAIC yang meliputi: tahap persiapan penelitian, pengambilan data, pengolahan data, analisis pemecahan masalah dan kesimpulan serta saran yang diberikan kepada perusahaan.

Bab IV Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada bab ini memuat segala data yang diperlukan untuk penelitian beserta pengolahannya, serta hasil pengolahan data yang nantinya akan dianalisis di bab berikutnya. Pengolahan data meliputi tahap *define* yang mendefinisikan permasalahan *waste defect* yang terjadi, tahap *measure* yang melakukan pengukuran kinerja perusahaan saat ini dalam

menghasilkan produk, tahap *analyze* menganalisis akar penyebab dari permasalahan yang terjadi, tahap *Improve* memberikan usulan perbaikan dari setiap akar penyebab yang didapat.

Bab V Rancangan usulan Perbaikan

Pada bab ini berisi usulan perbaikan proses produksi *distributor valve* disertai rancangan usulan perbaikan proses produksi untuk memudahkan perusahaan dalam implementasi usulan perbaikan yang diberikan.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil pengolahan data dan rancangan usulan perbaikan yang menjelaskan tujuan penelitian ini. Bab ini juga berisi saran bagi PT Pindad (Persero) dan penelitian selanjutnya.