

# PENERAPAN *LEAN SIX SIGMA* UNTUK MEREDUKSI WASTE DAN PENINGKATAN KUALITAS PADA PROSES PRODUKSI BOGIE *S2HD-9C*

M. Ramadhan Asma, dan H. Hari Supriyanto Ir., MSIE

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

*e-mail*: asma.ramadhan@gmail.com dan hariqive@ie.its.ac.id

## ABSTRAK

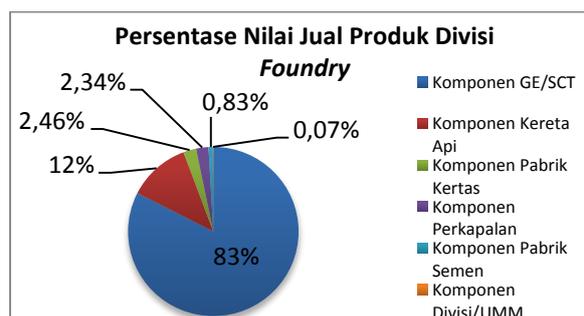
PT. Barata Indonesia merupakan salah satu BUMN yang bergerak di bidang *metal works* dan *engineering*. Untuk menghadapi permasalahan proses produksi bogie *S2HD-9C*, PT. Barata Indonesia perlu meningkatkan kinerja produktivitas produksi untuk dapat meningkatkan kualitas dan ketepatan waktu pengiriman produk kepada pelanggan. Penulis mencoba menemukan solusi dari permasalahan ini dengan menggunakan konsep *Lean Six Sigma* untuk memperbaiki kualitas produk bogie *S2HD-9C*. *Tools* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Value Stream Mapping* (VSM), sedangkan untuk mencari akar penyebab permasalahan diterapkan metode *Root Cause Analysis*. Untuk memperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN) serta mendapatkan alternatif solusi dilakukan metode FMEA dan untuk pemilihan alternatif solusi terbaik digunakan konsep *Value management*.

Sehingga dari hasil penelitian didapatkan bahwa jenis *defect* yang sering terjadi selama proses produksi bogie adalah *shrinkage*, *crack*, dan *sand drop*. Dampak lain yang ditimbulkan dari adanya *defect* adalah perlunya dilakukan proses *rework* terhadap produk cacat sehingga terjadinya peningkatan *lead time* produksi. Untuk *waiting waste* paling kritis terjadi akibat adanya *downtime* mesin *induction furnace* dan *arc furnace* akibat padatnya kapasitas penggunaan mesin. Berdasarkan identifikasi terhadap waste kritis, dipilih usulan alternatif perbaikan yaitu pembentukan tim *total productive maintenance* dan penelitian peningkatan kualitas pengecoran komponen *bolster* dan *side frame*. Dimana penerapan alternatif tersebut berpengaruh terhadap kenaikan nilai *sigma* sebesar 0,29% untuk *defect waste*, pengurangan waktu *downtime* mesin produksi sebesar 19,12% dan kenaikan nilai *sigma* sebesar 0,29% untuk *excess processing waste*.

**Kata Kunci:** *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Lean Six Sigma*, *Root Cause*

## A. PENDAHULUAN

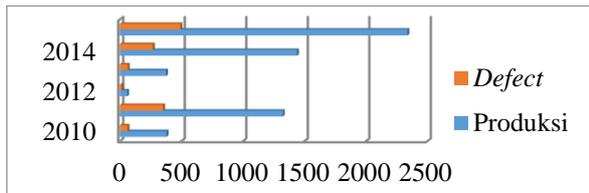
PT. Barata Indonesia (Persero) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang *metal works* dan *engineering* yang telah berdiri sejak tahun 1971. PT. Barata Indonesia (Persero) memiliki empat buah *workshop* dengan fungsi yang berbeda. Pada *workshop* 1 dikhususkan untuk proses pengecoran, semua kegiatan pengecoran dilakukan pada *workshop* ini. Kemudian *workshop* 2 digunakan untuk proses permesinan dan secara kondisional tergantung pada proyek yang sedang dikerjakan sesuai dengan permintaan. *Workshop* 3 dikhususkan untuk pengerjaan proyek konstruksi dengan bahan baku utama pelat baja dan *workshop* 4 digunakan untuk pengerjaan proyek yang diterima khusus dari pabrik gula berupa peralatan penggiling tebu. Divisi pengecoran (*workshop* 1) merupakan bagian penting dalam proses bisnis yang dijalankan oleh PT. Barata Indonesia, diantara produk yang dihasilkan oleh *workshop* 1, produk bogie GE/SCT memiliki nilai jual yang paling tinggi.



Gambar 1 Persentase Nilai Jual Produk Divisi Foundry

Dalam penelitian proses produksi bogie GE/SCT ini, difokuskan pada komponen inti yaitu *side frame*, dan *bolster*. Untuk pembuatan komponen *side frame* dan *bolster*, proses inti yang dilakukan adalah proses pengecoran. Pada proses pengecoran, potensi terjadinya *Defect* sangat tinggi sehingga dalam hal ini perusahaan memberikan batas toleransi mengenai tingkat *Defect* yang terjadi sebagai dasar keputusan

untuk dilakukan proses *machining* untuk memperhalus bekas cacat atau dilakukan peleburan kembali. Dalam proses produksi komponen *bolster* tidak hanya dilakukan pengecoran saja, tetapi dilakukan proses permesinan yang terletak di *workshop 2*. Pada proses *shootblast* dan *heat treatment* dilakukan inspeksi terhadap produk sementara untuk memeriksa tingkat kecacatan dari beberapa jenis *Defect* yang sering terjadi seperti *shrinkage*, *crack*, *sand drop* atau *cross joint*.

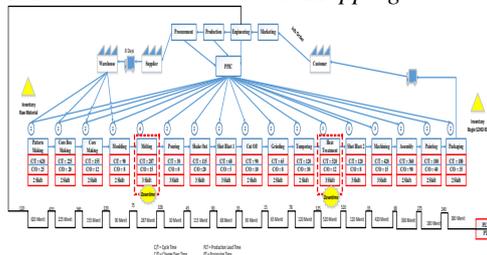


Gambar 2 Total Produksi Bogie

Peningkatan jumlah produksi masih diikuti dengan peningkatan produk *defect* yang dihasilkan. Tingginya jumlah produk *defect* akan berpengaruh terhadap besarnya *cost* (biaya) yang harus ditanggung oleh perusahaan untuk melakukan *rework*. Adanya produk *defect* yang masih relatif tinggi mengindikasikan bahwa kualitas produksi perusahaan dinilai masih kurang baik. Metode yang cocok untuk meningkatkan kualitas produksi pada workshop 1 PT. Barata Indonesia adalah *lean six sigma*. Metode ini dikembangkan untuk meningkatkan kualitas produksi berdasarkan metodologi *six sigma* dengan memperhatikan prinsip-prinsip *lean manufacturing*. Melalui penggunaan metode ini, perusahaan dapat mengurangi biaya yang disebabkan oleh permasalahan kualitas. Sedangkan konsep *lean* bertujuan memaksimalkan *customer value* dengan meminimalkan penggunaan sumber daya yang ada. Salah satu atribut penyusun *customer value* adalah kualitas produk. Sehingga konsep *lean* sangat sesuai jika diintegrasikan dengan metodologi *six sigma*.

**B. FASE DEFINE**

**1. Current State Value Stream Mapping**



Gambar 3. Current State Value Stream Mapping

*Value Stream mapping* digunakan untuk menggambarkan *lead time* produksi dari perusahaan serta menggambarkan bagaimana hubungan antara konsumen terhadap perusahaan serta supplier. Dari analisis VSM ini akan dapat ditemukan mana proses kritis yang perlu dilakukan perbaikan atau *improvement*. Pada analisis VSM dapat dilihat bahwa proses pengecoran atau melting sering mengalami gangguan atau berpotensi menimbulkan *waste*.

**2. Activity Classification**

Berdasarkan pengamatan terhadap akitivitas-aktivitas yang dilakukan pada proses produksi bogie, didapatkan bahwa total *value added activity* sebanyak 40 aktivitas atau sebesar 35,39 %, sedangkan untuk *necessary non value added* sebanyak 45 aktivitas atau sebesar 39,82% dan *non value added activity* sebanyak 28 aktivitas atau sebesar 24,78% dari seluruh total aktivitas pembuatan *bogie*. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa secara umum proses produksi *bogie S2HD-9C* masih kurang efisien, karena rendahnya jumlah *value adding activity*. Masih banyak aktivitas yang dirasa belum memberikan nilai tambah terhadap produk *bogie*, sehingga masih banyak peluang untuk dapat memperbaiki proses produksi yang telah berjalan di perusahaan

**3. Identifikasi Waste**

Pada penelitian ini *waste* yang diidentifikasi adalah sembilan *waste* yaitu E-DOWNTIME. Di mana E-DOWNTIME adalah *Environmental, Safety, and Health (EHS) waste, Defect, Over Production, Waiting, Not utilizing employee, Transportation, Inventory, Motion, dan Excess processing*. Selama proses identifikasi dapat diketahui jika *waste* yang muncul hanya *defect, waiting, dan excessive processing*. Rincian masing-masing *waste* dapat dilihat pada tabel 1, tabel 2, dan tabel 3.

Tabel 1. Jumlah Defect yang Terjadi Pada Bogie

Periode	Jumlah Cacat	Jumlah Produksi	%
1	63	380	17%
2	324	1326	24%
3	13	60	22%
4	68	376	18%
5	268	1440	19%
6	374	2338	16%

Tabel 2. Data Downtime Produksi Bogie

Bulan	Waktu Operasi (Jam)	Downtime (jam)	%
Januari	4693	166	3.54%
Februari	3464	79	2.28%
Maret	5098	204	4.00%
April	4833	193	3.99%
Mei	4796	147	3.07%
Juni	4708	141	2.99%

Bulan	Waktu Operasi	Downtime	%
Juli	4830	198	4.10%
Agustus	4851	214	4.41%
September	4480	169	3.77%
Oktober	4935	174	3.53%
Nopember	5041	167	3.31%
Desember	4926	161	3.27%
<b>Total</b>	<b>56655</b>	<b>2013</b>	<b>3.52%</b>

Tabel 3. Data Jenis Rework dan Frekuensi Rework

Rework	Frekuensi	Biaya
Las	746	Rp 1,830,000,000
Annealing + Las	252	Rp 504,000,000
Grinding + Las	82	Rp 180,400,000
Lebur Kembali	30	Rp 2,550,000,000
	Biaya Total	Rp 5,064,400,000

### C. FASE MEASURE

#### 1. Defect

Berdasarkan hasil identifikasi *Critical To Quality* (CTQ) diperoleh hasil terdapat dua bentuk *defect* akhir yang kritis, yaitu laminasi dan pecah/cuwil pengepresan. Sedangkan untuk *defect* awal juga dihasilkan dua bentuk yaitu flek hitam dan pecah/cuwil pembakaran. Tabel 4 akan menunjukkan hasil perhitungan *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan nilai sigma level dari kedua jenis *defect*.

Tabel 4. DPMO dan Sigma Level Masing-Masing Defect

Keterangan	Nilai
Jumlah <i>output</i> produksi	5920
Jumlah <i>Defect</i>	887
<i>Defect</i> per Unit	0.149856395
Jumlah CTQ	3
Peluang tingkat <i>Defect</i> per karakteristik CTQ	0.049952
<b>DPMO</b>	<b>49952.13155</b>
<b>Nilai Sigma</b>	<b>3.157</b>

Sehingga diperoleh nilai sigma perusahaan terhadap adanya *defect waste* untuk proses produksi *bogie* adalah 3.157 dengan total biaya sebesar Rp 3.606.000.000.

#### 2. Waiting

Indikator utama terjadinya *waste waiting* adalah terjadinya *downtime* pada mesin selama proses produksi. *Downtime* yang dimaksud meliputi terjadinya kerusakan mesin, dan *downtime* lain yang tidak direncanakan. Tabel 4 akan menunjukkan hasil perhitungan *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan nilai sigma level dari kedua jenis *waiting*

Tabel 5. DPMO dan Sigma Level *Waiting Waste*

Keterangan	Nilai
Jumlah <i>output</i> produksi	56655
Jumlah <i>Defect</i>	2013
<i>Defect</i> per Unit	0.033744028
Jumlah CTQ	1
Peluang tingkat <i>Defect</i> per karakteristik CTQ	0.033744
<b>DPMO</b>	<b>33744.02816</b>
<b>Nilai Sigma</b>	<b>3.331</b>

Sehingga diperoleh nilai sigma perusahaan terhadap adanya *waiting waste* untuk proses produksi *bogie* adalah 3.331 dengan total biaya sebesar Rp 3.285.675.000

#### 3. Excess Processing

*Excess processing* ini berhubungan dengan aktivitas *rework*. Aktivitas *rework* dilakukan pada keseluruhan produk *defect* baik jenis dapat diperbaiki maupun dilakukan peleburan kembali. Tabel 6 akan menunjukkan perhitungan sigma level untuk aktivitas *rework*

Tabel 6. DPMO dan Sigma Level *Excess Processing*

Keterangan	Nilai
Jumlah <i>output</i> produksi	5919
Jumlah <i>Defect</i>	1110
<i>Defect</i> per Unit	0.187531678
Jumlah CTQ	6
Peluang tingkat <i>Defect</i> per karakteristik CTQ	0.03125528
<b>DPMO</b>	<b>31255.27961</b>
<b>Nilai Sigma</b>	<b>3.372</b>

Dengan nilai sigma yang dimiliki sebesar 3,372 maka total kerugian biaya yang ditimbulkan dari *waste* ini sebesar Rp 5.064.400.000.

#### 4. Pemilihan Waste Kritis

Setelah dilakukan fase *measure* terhadap *waste* yang terjadi di lantai produksi, maka langkah selanjutnya adalah menentukan *waste* kritis yang perlu dilakukan analisa lebih lanjut pada bab selanjutnya. Penentuan *waste* kritis ini didasarkan pada dampak biaya finansial yang terbesar terhadap adanya permasalahan yang ditimbulkan dari *waste* tersebut. Berikut ini adalah *waste* yang memberikan dampak *financial* bagi perusahaan

Tabel 7. Dampak Finansial yang Ditimbulkan *Waste*

Waste	Biaya
<i>Excess Processing</i>	Rp 5.064.400.000
<i>Defect</i>	Rp 3.606.000.000
<i>Waiting</i>	Rp 3.285.675.000

Berdasarkan Tabel 7 didapatkan bahwa waste yang paling memberikan kerugian terhadap perusahaan adalah kegiatan *excess processing* dimana hal ini dipicu oleh terjadinya *defect* pada komponen.

**D. FASE ANALISIS**

Pada tahap analisis ini dilakukan aktivitas pencarian akar penyebab permasalahan, lalu selanjutnya mencari akar penyebab permasalahan yang paling kritis menggunakan metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis). Metode ini menggunakan tiga parameter pengukuran yaitu *severity* (besarnya dampak), *occurrence* (frekuensi terjadinya kegagalan) dan *detection* (tingkat kesulitan mendeteksi kegagalan).

Berdasarkan nilai perkalian ketiga factor tersebut didapatkan *root causes* yang paling kritis untuk disusun alternative perbaikan. Pada penelitian ini disusun tiga alternative sebagai berikut :

1. Membuat perbaikan dan pengawasan Standar Operasional Procedure (SOP)
2. Membentuk tim dan pelatihan *total productive maintenance*
3. Melakukan penelitian DOE pada komponen *bolster* dan *side frame*

Adapun kriteria yang digunakan dalam penentuan *value engineering* adalah penurunan jumlah *defect*, penurunan *downtime*, dan penurunan *lead time* produksi.

Dari tiga alternatif tersebut dipilih menggunakan metode *value engineering* sebagai berikut :

Tabel 8. *Value engineering*

Alternatif	Bobot kriteria performansi			Performansi (P)	Cost (C)	Value
	A	B	C			
0	0.4	0.4	0.2	206223619.2	Rp 4,083,227,660	1
1	20	20	19	19.8	Rp 4,100,727,660	1.08
2	22	20	23	21.4	Rp 4,633,849,260	1.09
3	24	25	24	24.4	Rp 4,214,524,160	1.01
1,2	21	20	21	20.6	Rp 4,651,349,260	1.08
1,3	24	25	24	24.4	Rp 4,452,024,160	1.06
2,3	27	26	26	26.4	Rp 4,970,145,760	1.10
1,2,3	24	22	22	22.8	Rp 4,987,645,760	1.07

Berdasarkan tabel *value engineering* tersebut maka dapat diketahui bahwa alternatif terpilih adalah kombinasi alternatif 1 dan 3. Berdasarkan hasil dari *value engineering* tersebut kemudian disusun target perbaikan apabila alternatif 2&3 diterapkan dan dampaknya kepada ketiga kriteria performansi.

Tabel 9. Target Peningkatan Performansi

Alternatif	A	B	C
0	66,7%	66,7%	63,3%
1 & 3	90,0%	86,7%	86,7%
Kenaikan	23,3%	20,0%	23,3%
Perbaikan	35,00%	30,00%	36,84%

Berdasarkan tabel 9 diketahui bahwa peningkatan performansi yang menjadi target adalah banyaknya produk *defect* akan turun sebesar 35% pada kondisi eksisting, tingkat *downtime* di *workshop* 1 akan turun sebesar 30% dari kondisi eksisting, dan *lead time* proses produksi akan semakin pendek dengan persentase sebesar 36,84%.

**E. Kesimpulan**

1. Dalam proses produksi *bogie* S2HD-9C, aktivitas yang termasuk *value added activity* adalah aktivitas *operation* sebanyak 40 aktivitas (35,92%), aktivitas yang termasuk dalam *necessary non value added activity* adalah aktivitas *inspection & transport* sebanyak 45 aktivitas (39,82%), dan aktivitas yang termasuk dalam kategori *non value added activity* adalah aktivitas *delay* sebanyak 28 aktivitas (24,78%) dari seluruh total
2. aktivitas proses produksi *bogie* S2HD-9C. Berdasarkan identifikasi jenis *waste* di perusahaan, diketahui terdapat 3 jenis *waste* yang menimbulkan permasalahan dalam proses produksi *bogie* S2HD-9C. *Waste* tersebut adalah *defect*, *waiting*, dan *excessive processing*.
3. Penyebab terjadinya *waste defect*, *waiting* dan *excessive processing* berdasarkan *root cause analysis* adalah tidak dijelaskannya dimensi jumlah saluran udara pada SOP cetakan, tidak adanya waktu pembersihan mesin *furnace* yang menyebabkan rusaknya komposisi material, jadwal pengecoran yang sangat padat, kurangnya ketelitian operator, terjadinya proses solidifikasi yang tidak merata, suhu serta durasi tempering yang tidak sesuai, catatan *maintenance* harian kurang lengkap, tidak dilakukannya pengecekan dan pembersihan terhadap peralatan kritis mesin secara terjadwal, dan kesalahan pengukuran dimensi diameter sambung komponen pada proses permesinan.
4. Berdasarkan pemilihan alternatif dengan menggunakan *value engineering* alternatif yang terpilih adalah alternatif 2&3, yaitu melakukan pembentukan pelatihan tim *total productive maintenance* dan melakukan penelitian peningkatan kualitas terhadap proses pengecoran komponen *bolster* dan *side frame* yang dapat berdampak langsung terhadap berkurangnya jumlah *defect* sehingga dapat mengurangi waktu *waiting* dan juga jumlah *rework* serta mempercepat *lead time* proses produksi *bogie* S2HD-9C.

**F. Saran**

1. Perlu analisa lebih dalam terhadap permasalahan cacat pada produk dengan *Design Of Experiment* untuk dapat meningkatkan kualitas proses produksi bogie S2HD-9C mengingat sangat tingginya ketidakpastian kegagalan dalam proses pengecoran dan untuk menghasilkan *standard operational procedure* yang baru.
2. Penilaian terhadap alternatif perbaikan terpilih apabila dilakukan perusahaan perlu dilakukan fase *controlling* untuk mengetahui dampak perbaikan yang dialami selama proses produksi

#### DAFTAR PUSTAKA

- Apel, W., 2007. *Value Stream Mapping for Lean Manufacturing Implementation*. Huazhong: *Huazhong University of Science and Technology*.
- Arifin, M. (2012). Aplikasi Metode Lean Six Sigma Untuk Usulan Improvisasi Lini Produksi Dengan Mempertimbangkan Faktor Lingkungan. Studi Kasus: Departemen GLS (General Lighting Services) PT. Philips Lighting Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), A477-A481.
- BPS, 2015. Jumlah Perusahaan Industri Besar Sedang Menurut Sub-Sektor, Tahun 2015 [Online] Badan Pusat Statistik. Available at :<http://www.bps.go.id/link/TabelStatistik/view/id/1054> [Accessed 5 March 2015]
- Besterfield, D. H. (1986). *Quality Control*, 2nd edition, Prentice-Hall Internasional.
- Charnnarong Saikaew , Sermsak Wiengwiset (2012), "Optimization of moulding sand composition for quality improvement of iron castings" *Elsevier applied clay science* 67-68
- Doggett, A. M. (2005). Root cause analysis: a framework for tool selection. *Quality Management Journal*, 12(4), 34.
- Gaspersz, V. (2006). *Continuous Cost Reduction Through Lean Sigma Approach : Strategi Dramatik Reduksi Biaya dan Pemborosan menggunakan Pendekatan Lean-Sigma*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hicks, B.J. (2007), *Lean Information Management : Understanding and Eliminating Waste*, *International Journal of Information Management* 27, hal. 233-249.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean*. Cardiff, Lean Enterprise Research Centre.
- Issola, A. D. (1997). *Value Engineering Practical Application for Construction, Maintenance and Operation*, Kingston.
- Keller, P., & Pyzdek, T. (2010). *The Six sigma Handbook* (Fourth Edition ed.). McGraw-Hill Professional.
- Martin, W. James. (2007). *Lean Six Sigma for Supply Chain Management The 10-Step Solution Process*. McGraw-Hill. 1221 Avenue of the America, New York, NY 10020
- McDermott, R., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. (1996). *The Basic of FMEA*. Productivity Press.
- Montgomery, C. D. 2005. *Statistical Quality Control*, United States of America, John Wiley & Sons, Inc.
- Pyzdek, T. & Keller, P. A. 2010. *The Six Sigma Handbook*. A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels. New York: Mc. Graw Hill. Inc.
- Rooney, J. J., & Heuvel, L. N. (2004). Root Cause Analysis for Beginners. *Quality Progress*, 37(7), 45-56.
- Rother, M., and Shook, J., (2003), "*Learning To See : Value Stream Mapping to add Value and Eliminate Muda*". Lean Enterprise Institute.
- Shivappa, Mr Rohit, Mr. Abhijit Bhattacharya (2012), "Analysis of Casting Defects and Identification of Remedial Measures – A Diagnostic Study" *International Journal of Engineering Inventions Volume 1, Issue 6*
- Snee, R.D. 2010. Lean Six Sigma – Getting Better All The Time. *International Journal of Lean Six Sigma*, vol. 1 no. 1, pp.9-29.
- Wedgwood, I. 2006. *Lean Sigma: A Practitioner's Guide*. Prentice Hall.
- Wignjosebroto, S. (2009). *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Barang*. 3rd ed Surabaya. Penerbit Guna Widya.