

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/320033988>

# PENERAPAN KONSEP LEAN DENGAN SIX SIGMA (DMAIC) DALAM PENETAPAN STRATEGI PERBAIKAN KINERJA PADA PERSPEKTIF KONSUMEN DAN PROSES BISNIS INTERNAL (Studi Kasus Pada Industri Air Mi....

Conference Paper · January 2016

CITATION

1

READS

6,665

1 author:



Lamatinulu Lamatinulu

Universitas Muslim Indonesia

12 PUBLICATIONS 10 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Research to design performance measurement system [View project](#)



**PENERAPAN KONSEP LEAN DENGAN SIX SIGMA (DMAIC)  
DALAM PENETAPAN STRATEGI PERBAIKAN KINERJA PADA  
PERSPEKTIF KONSUMEN DAN PROSES BISNIS INTERNAL  
(Studi Kasus Pada Industri Air Minum Dalam Kemasan PT. XYZ Makassar)**

*Lamatinulu*

*Jurusan Teknik Industri, Universitas Muslim Indonesia  
Jl.Urip Sumohardjo Km 05, Makassar, 90231, Indonesia  
e-mail: lamatinulu@gmail.com*

**ABSTRAK**

Industri air minum dalam kemasan saat ini sangat dibutuhkan oleh masyarakat, namun menghadapi beberapa permasalahan tentang adanya aktivitas yang tidak bermanfaat (*waste*) yang berpotensi menyebabkan terjadinya pemborosan. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dalam penelitian ini membahas tentang penerapan integrasi konsep *Lean* dengan metodologi *Six Sigma: Define, Measure, Analysis, Improve, and Control* (DMAIC). Metode pengumpulan data melalui pengamatan langsung, wawancara, dan instrumen kuesioner yang difokuskan pada perspektif konsumen (*customer*) dan bisnis internal. Penerapan integrasi *Lean Six Sigma* melalui tahapan mendefinisikan pemborosan, mengukur pemborosan, menganalisis penyebab terjadinya pemborosan, merumuskan cara strategi perbaikan, dan menetapkan mekanisme pengawasan. Pada tahapan ini ditemukan keterlambatan pengantaran produk ke konsumen 45% dengan potensi kehilangan omset penjualan 8,33% per bulan, dalam proses produksi terjadi air siap konsumsi yang tertumpah setara 150 galon per bulan, dan rata-rata pemborosan waktu kerja 3,5 jam per hari. Melalui proses tahapan DMAIC, maka ditetapkan ada 9 akar penyebab pemborosan dan 9 strategi perbaikan pemborosan pada aspek konsumen dan ditemukan 8 akar permasalahan pada aspek bisnis internal dengan 8 strategi perbaikan.

**Kata kunci:** *Lean, Six Sigma, DMAIC, Strategi, Perbaikan.*

**PENDAHULUAN**

Dengan mencermati kondisi beberapa perusahaan di Indonesia saat ini, masih banyak yang menghadapi persoalan-persoalan yang terkait dengan kinerja dan produktivitas. Salah satu perusahaan yang menghadapi permasalahan kinerja adalah industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) PT. XYZ Makassar khususnya pada perspektif konsumen (*customer*), dan perspektif proses bisnis internal. Berdasarkan hasil pengamatan pada aktivitas industri tersebut ditemukan beberapa aktivitas yang tidak bermanfaat (*waste*) yang berpotensi sebagai penyebab terjadinya pemborosan yang dapat menghambat tercapainya perbaikan kinerja.

Dengan memperhatikan permasalahan tersebut, maka dipandang perlu untuk menerapkan sebuah pendekatan metode dan strategi yang terintegrasi untuk meminimasi terjadinya pemborosan. Pemborosan terdiri atas dua jenis yakni: pemborosan yang tidak dapat dihindarkan dengan berbagai alasan, dan pemborosan yang harus segera dikurangi (Gasperz, V., dan Fontana, A, 2011). Adapun metode yang diterapkan untuk memberikan solusi pemecahan masalah adalah integrasi konsep *Lean* dan *Six Sigma* dengan tahapan *Define, Measure, Analyse, Improve, and Control* (DMAIC). *Lean* merupakan konsep yang terinspirasi



oleh *Toyota Production System* (TPS) yang telah difokuskan pada penghapusan limbah dan meningkatkan kepuasan pelanggan (Womack, J. et.al, 1990), telah diterapkan diberbagai pengaturan industri dengan berfokus pada pengurangan biaya dan limbah untuk peningkatan nilai dengan penambahan fitur layanan dan menghapus pemborosan (Hines et.al, 2004). Dalam penerapan konsep *Lean* diarahakan pada pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (kegiatan yang tidak bernilai tambah) melalui perbaikan terus-menerus dengan mengikuti keinginan pelanggan (Czarnecki dan Lloyd, 2004). Implementasi *lean manufacturing* terbukti dapat berdampak pada peningkatan produktivitas, pengiriman produk, dan pengurangan semua jenis limbah (Singh and Belokar, 2012). Menurut Ohno (1988) pada konsep *lean manufaktur* ada tujuh jenis penyebab limbah (pemborosan) yang harus diperhatikan yakni: (1) kecacatan, (2) kelebihan produksi, (3) transportasi (4) menunggu, (5) kelebihan persediaan, (6) gerakan, dan (7) kelebihan proses operasi. Untuk meminimalkan kemungkinan terjadinya kesalahan yang berdampak pada timbulnya pemborosan, maka dapat dipecahkan dengan pendekatan metologi *Six Sigma*, sebab merupakan konsep yang bekerja dengan lebih efisien sehingga perusahaan dapat menekan kemungkinan terjadinya kesalahan terhadap proses atau pelayanan yang dihasilkannya (Pande, Peter S, et.al., (2000). *Six Sigma* didasarkan pada beberapa konsep kunci antara lain (a) cacat (*defect*), (b) variasi (*variation*), (c) krisis terhadap kualitas (*critical-to-quality, CTQ*), (c) kemampuan proses (*process capability*), dan (d) desain untuk *Six Sigma* (*design for six sigma, DFSS*). Dalam penetapan strategi perbaikan kinerja melalui eliminasi pemborosan, maka diterapkan tahapan analisis perbaikan metodologi konsep six sigma *Define, Measure, Analyse, Improve, and Control* (Carreira, B and Trudell, B., 2006) hal ini didukung oleh temuan Chakraborty et. al.(2013) yang menyatakan bahwa *Lean Six Sigma* dapat diterapkan dengan mudah di setiap jenis bidang bisnis seperti layanan, produksi, pemasaran, penjualan dan pengadaan dengan sasaran untuk mengurangi biaya, mengurangi waktu, memaksimalkan keuntungan, kualitas produk dan meningkatkan kepuasan pelanggan.

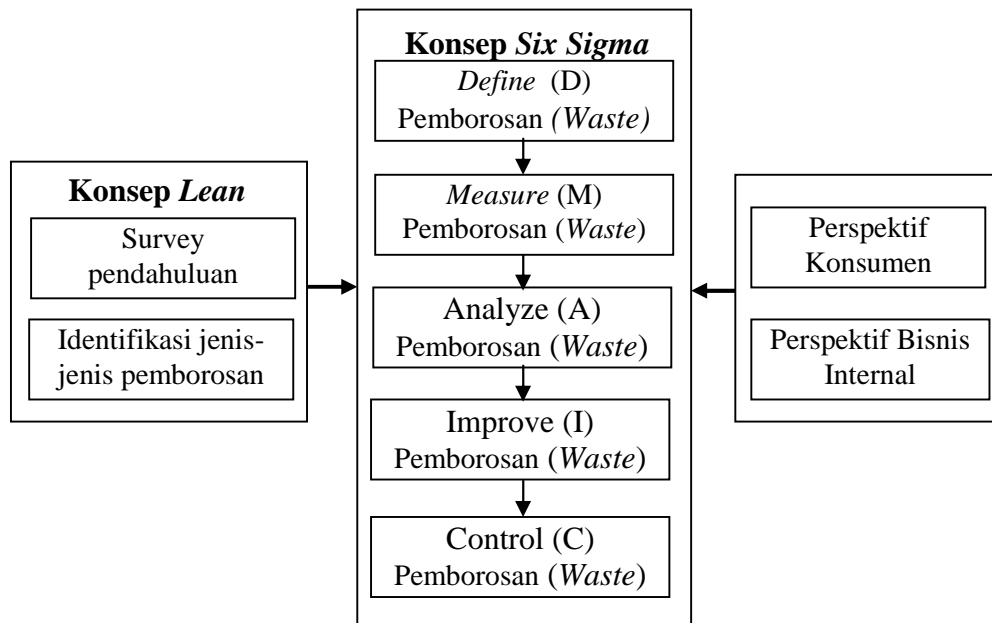
Berdasarkan konsep dasar *Lean* dan *Six Sigma*, maka diterapkan tahapan mendefinisikan pemborosan, mengukur pemborosan, menganalisis penyebab terjadinya pemborosan, merumuskan cara strategi perbaikan, dan menetapkan mekanisme pengawasan pada aspek konsumen (*customer*) dan proses bisnis internal. Perspektif pelanggan menurut Kaplan dan Norton (2001) memiliki ukuran inti konsumen berupa: pangsa pasar, kemampuan meraih konsumen baru, kemampuan mempertahankan pelanggan, tingkat kepuasan konsumen, dan profitabilitas pelanggan, sedangkan perspektif proses bisnis internal memiliki tiga prinsip dasar yaitu: inovasi, operasi, dan layanan purna jual. Penerapan tahapan DMAIC adalah untuk menemukan tujuan penulisan hasil penelitian ini berupa penetapan akar penyebab terjadinya pemborosan dan strategi perbaikan pemborosan dan kinerja pada aspek konsumen dan proses bisnis internal.

## **METODE**

Penelitian ini merupakan studi kasus pada perusahaan industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) PT. XYZ di Makassar. Metode pengumpulan data melalui pengamatan langsung, wawancara, dan instrumen kuesioner yang difokuskan pada perspektif konsumen (*customer*) dan bisnis internal. Tahap awal penelitian ini adalah melakukan proses identifikasi jenis-jenis pemborosan yang terjadi pada industri tersebut dengan pendekatan konsep *Lean*. Berdasarkan hasil identifikasi rangkaian kegiatan yang tidak memberi nilai tambah (*waste*), maka langkah selanjutnya adalah menerapkan metodologi *Six Sigma* (DMAIC). Dalam rangkaian pengolahan data juga digunakan pendekatan alat analisis berupa diagram sebab



akibat untuk menetapkan akar permasalahan dari semua pemborosan yang telah teridentifikasi. Adapun tahapan analisis integrasi konsep *lean* dan *six sigma* dapat diuraikan pada gambar berikut ini:



Gambar 1: Tahapan analisis penelitian

Gambar 1 menunjukkan tahapan yang diawali dengan survey awal untuk mengidentifikasi pemborosan dengan pendekatan Lean, kemudian hasil identifikasi dianalisis dengan tahapan *Define, Measure, Analyze, Improve, and Control (DMAIC)* pada perspektif konsumen dan proses bisnis internal

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil identifikasi jenis-jenis pemborosan pada industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) PT. XYZ, maka dapat diuraikan secara sistematis tahapan analisis dengan metodologi DMAIC sebagai berikut:

### Tahapan pendefinisian (*Define*)

Adapun hasil pendefinisian jenis-jenis pemborosan dapat diuraikan pada tabel sbb:

Tabel 1: Tahapan pendefinisian (*define*) hasil identifikasi pemborosan (*waste*)

Perspektif	Definisi hasil identifikasi pemborosan
Konsumen ( <i>Customer</i> )	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Keluhan dengan adanya sistem pelayanan pengantaran produk tidak tepat waktu, biasa sampai 1-2 hari pelanggan menunggu</li> <li>2. Pelanggan mengalami kesulitan untuk mendapatkan produk secara langsung di toko-toko pengecer.</li> <li>3. Sering terjadi komplain pelanggan akibat sistem distribusi produk yang tidak efektif dan berdampak pada menurunnya loyalitas pelanggan</li> </ol>
Proses Bisnis Internal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pada tahapan proses sering terjadi pemborosan berupa tertumpahnya produk air siap konsumsi pada saat operator melakukan proses pengisian galon secara manual.</li> <li>2. Terjadinya pemborosan waktu kerja karyawan operator dan distributor, akibat proses produksi tidak dilakukan secara terencana.</li> </ol>



	3. Tingkat inefisiensi usaha sering terjadi akibat adanya pemborosan waktu kerja bagi karyawan, dan pemborosan akibat metode kerja dan kebocoran pada proses <i>Reverse Osmosis</i> .
--	---

**Tahapan pengukuran (*Measure*)**

Hasil pengukuran dari jenis pemborosan yang telah didefinisikan dapat diuraikan sebagai berikut:

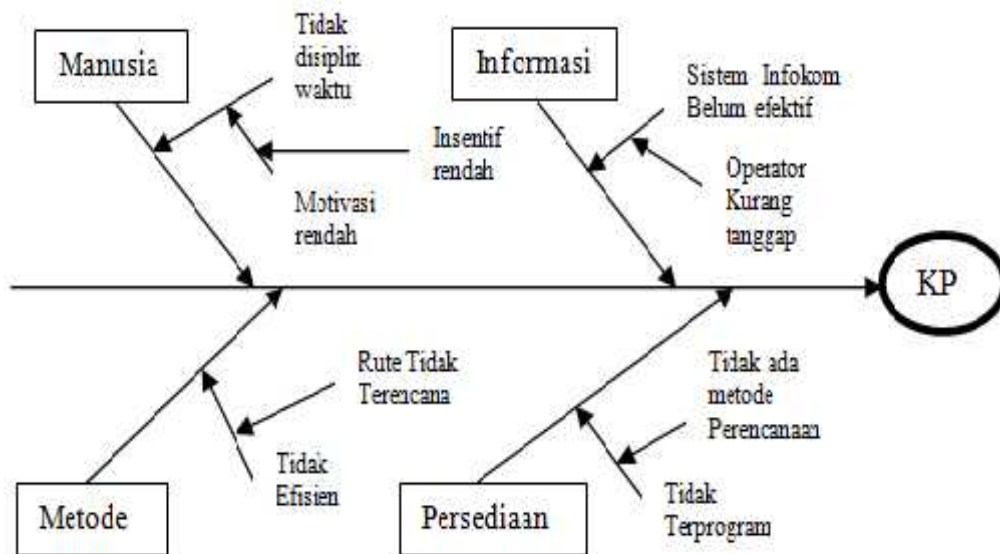
Tabel 2: Tahapan pengukuran (measure) pemborosan (*waste*)

Perspektif	Pengukuran pemborosan yang telah didefinisikan
Konsumen ( <i>Customer</i> )	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dari 100 responden (pelanggan) 45 % memiliki keluhan keterlambatan menerima pengantaran produk</li> <li>2. Ada 50% pelanggan yang kesulitan mendapatkan produk secara langsung di toko-toko pengecer</li> <li>3. Ada 30% pelanggan berpindah membeli merek produk lain akibat dampak keterlambatan pengantaran</li> <li>4. Peluang kehilangan omset penjualan <math>2/24 \times 100\% = 8,33\%</math> per bulan</li> </ol>
Proses Bisnis Internal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pemborosan berupa tertumpahnya produk air siap konsumsi pada saat operator melakukan proses pengisian secara manual <math>\pm 200</math> ml, sehingga berpotensi jadi penyebab terbuangnya air siap minum = <math>200 \text{ ml} \times \text{rata-rata produksi perhari} (250 \text{ ml} \times 475 = 118750 \text{ ml})</math> atau setara dengan 6,25 galon perhari atau 150 galon perbulan.</li> <li>2. Pemborosan waktu kerja karyawan operator dan distributor, akibat proses produksi tidak dilakukan secara terencana, menyebabkan karyawan melakukan pemborosan waktu kerja (waktu non produktif) <math>\pm 3,5</math> jam perhari.</li> </ol>

**Tahapan Analisis (*Analysis*)**

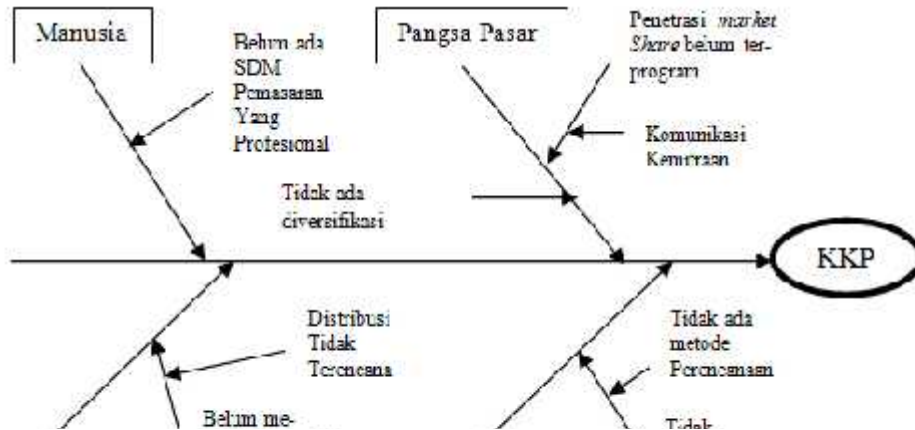
Menganalisis penyebab terjadinya kegiatan pemborosan dan tidak menguntungkan (konsep lean) dengan menggunakan diagram sebab akibat sebagaimana diuraikan pada gambar berikut ini:

- Analisis penyebab pemborosan pada perspektif konsumen (*customer*)





Hasil analisis penyebab terjadinya keterlambatan pengantaran produk pada perspektif konsumen menunjukkan beberapa aka penyebab, yaitu: insentif rendah, rute tidak terencana, operator informasi kurang tanggap, dan tidak ada metode perencanaan yang baku.

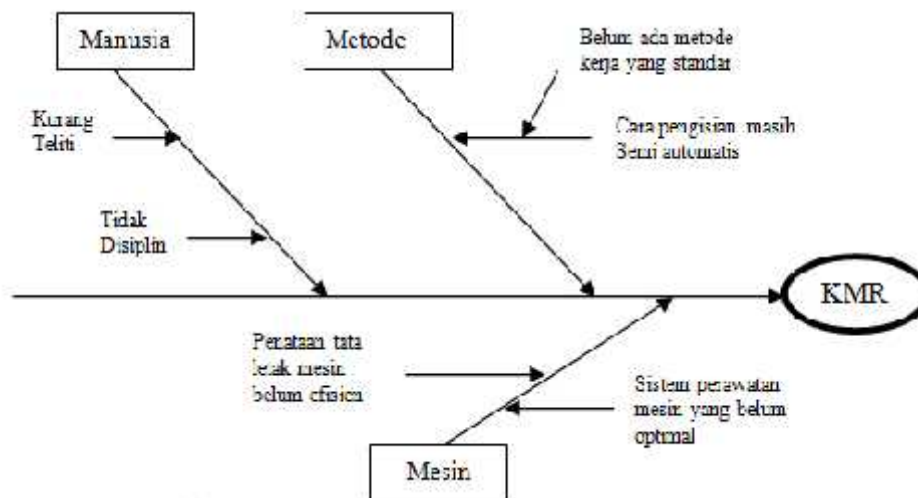


Gambar 2: Diagram analisis penyebab terjadinya keterlambatan pengantaran (KP)

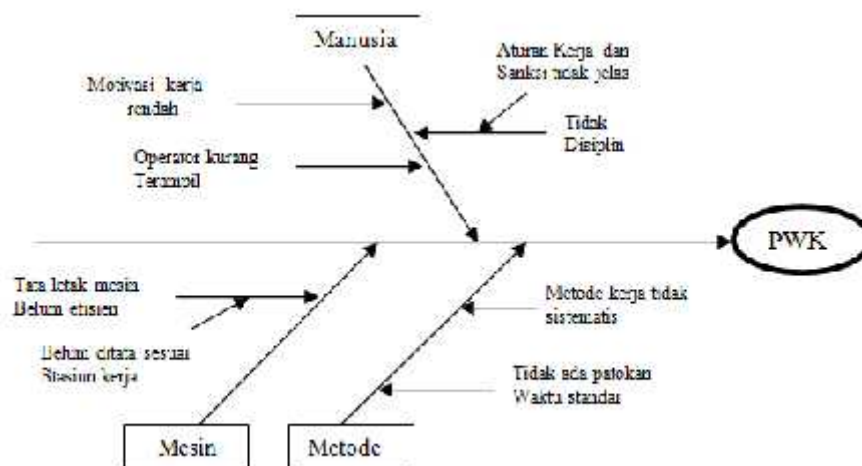


Gambar 3: Diagram analisis penyebab kesulitan konsumen mendapatkan produk (KKP)

- Analisis penyebab pemborosan pada perspektif proses bisnis internal



Gambar 4: Analisis penyebab komitmen, kedisiplinan, & motivasi karyawan rendah (KMR)







Gambar 5: Diagram analisis penyebab pemborosan waktu kerja (PWK)

tidak memberikan nilai tambah atau pemborosan, maka ditetapkan ada sembilan akar masalah pada perpektif konsumen dan delapan pada perspektif proses bisnis internal seperti diuraikan pada tabel 3 dan tabel 4.

**Tahapan Perbaikan(Improvement)**

Berdasarkan akar permasalahan yang teridentifikasi sebagai penyebab terjadinya tingkat pemborosan atau waste pada perspektif konsumen dan bisnis internal pada industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) PT. XYZ Makassar, maka langkah selanjutnya adalah menetapkan strategi perbaikan kinerja dalam menghilangkan pemborosan (*waste*) yang dapat diuraikan sebagai berikut:

Tabel 3: Tahapan perbaikan pada perspektif konsumen

Akar permasalahan	Strategi perbaikan
1. Insentif tenaga pengantaran rendah	1. Perusahaan memperbaiki sistem pemberian insentif berdasarkan prestase kerja
2. Rute pengantaran tidak terencana	2. Mendesain rute pengantaran produk AMDK
3. Operator informasi dan komunikasi kurang tanggap	3. Meningkatkan kecepatan respon operator informasi terhadap permintaan konsumen
4. Tidak ada metode perencanaan dan pengendalian produksi.	4. Menyediakan dan menerapkan metode perencanaan produksi
5. SDM belum profesional	5. Melakukan pendidikan dan pelatihan manajemen pemasaran kepada karyawan
6. Sistem distribusi produk tidak terencana dengan baik	6. Penyediaan sistem perencanaan distribusi produk
7. Komunikasi kemitraan terhadap stakeholder belum efektif	7. Meningkatkan hubungan kerjasama kemitraan dengan <i>stakeholder</i>
8. Tidak ada diversifikasi produk	8. Perlu adanya pengembangan dan diversifikasi produk
9. Pengendalain persediaan belum memilki metode perencanaan	9. Penerapan metode pengendalian persediaan

Tabel 4: Tahapan perbaikan pada perspektif bisnis internal

Akar permasalahan	Strategi perbaikan
1. Tenaga operator kurang teliti dan disiplin	1. Pemberlakuan tata tertib kerja
2. Cara pengisian galon masih manual	2. Mendesain sistem pengisian semi otomatis
3. Sistem perawatan mesin belum optimal	3. Penerapan manajemen perawatan
4. Tata letak mesin dan fasilitas belum efisien	4. Perbaikan tata letak mesin dan fasilitas berdasarkan stasiun kerja
5. Metode kerja tidak sistematis	5. Penyediaan standar metode kerja berdasarkan Peta Proses Operasi
6. Penataan tata letak mesin berdasarkan stasiun kerja belum optimal	6. Penetapan standar <i>reward</i> bagi karyawan yang berprestasi
7. Motivasi kerja dan ketrampilan operator masih rendah	7. Pelaksanaan kegiatan pendidikan dan pelatihan secara berkala
8. Tidak ada patokan waktu standar dalam proses produksi	8. Penetapan waktu standar dalam proses produksi

Hasil penetapan strategi perbaikan sebagai alternatif solusi terhadap akar permasalahan pada perspektif konsumen dan proses bisnis internal, merupakan langkah-langkah strategis perbaikan kinerja, sebab melalui strategi tersebut kinerja industri AMDK pada aspek



konsumen dan proses produksi dapat diperbaiki melalui usaha mencegah terjadinya aktivitas yang tidak bernilai tambah.

### **Tahapan Pengendalian(*Control*)**

Dengan ditetapkannya langkah-langkah perbaikan (*improved*), maka tahapan selanjutnya adalah mendesain mekanisme sistem pengawasan dalam usaha implementasi metode perbaikan yang akan dilakukan untuk mencapai target perbaikan berdasarkan pada perspektif *konsumen (customer)* dan proses bisnis internal. Pada tahap perbaikan dirumuskan ada sembilan strategi perbaikan pada aspek konsumen dan delapan strategi perbaikan pada aspek bisnis internal. Berdasarkan rumusan strategi perbaikan kinerja yang disusun berdasarkan hasil wawancara dengan responden yang memahami tentang industri AMDK, dan responden yang memiliki kompetensi keahlian terkait dengan strategi industri, maka ditetapkan mekanisme pengendalian sebagai berikut:

Tabel 5: Tahapan pengendalian (*control*) pada perspektif konsumen & bisnis internal

Perspektif	Mekanisme pengendalian ( <i>Control</i> )
<b>Konsumen (<i>Customer</i>)</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Manajemen perusahaan melakukan proses pengawasan kinerja karyawan sebagai dasar untuk memberikan insentif</li><li>2. Setelah desain rute pengantaran perusahaan perlu melakukan pengawasan terhadap karyawan pengantaran produk</li><li>3. Manajer melakukan pengawasan terhadap operator informasi agar cepat dan tanggap dalam merespon permintaan konsumen</li><li>4. Melakukan perencanaan pengawasan/pengendalian produksi, distribusi produk dan persediaan</li><li>5. Melakukan pengendalian dan pengawasan implementasi hasil kegiatan pendidikan dan pelatihan manajemen pemasaran.</li><li>6. Melakukan pengawasan terhadap tindak lanjut kerjasama <i>stake holder</i> yang telah terbangun</li><li>7. Melakukan pengendalian Perancangan dan Pengembangan Produk</li></ol>
<b>Proses Bisnis Internal</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Melakukan pengawasan terhadap ketaatan karyawan dan melaksanakan tata tertib kerja</li><li>2. Melakukan pengawasan terhadap operator pengisian galon</li><li>3. Evaluasi terhadap perbaikan tata letak mesin dan fasilitas</li><li>4. Pengawasan terhadap penerapan standar waktu dan metode kerja berdasarkan Peta Proses Operasi</li><li>5. Pengawasan terhadap prestasi kerja sebagai dasar sistem pemberian <i>reward</i> dan <i>punishment</i></li><li>6. Pengendalian dan pengawasan pelaksanaan implementasi hasil pendidikan dan latihan karyawan yang dilakukan secara periodik.</li></ol>

Berdasarkan tahapan penetapan rumusan pengendalian (*control*) untuk mendapatkan hasil dari strategi perbaikan dalam usaha menghilangkan pemborosan, maka aspek pengendalian yang sangat mendasar berada pada pengendalian Sumber Daya Manusia khususnya dalam hal kedisiplinan, peningkatan kemampuan dan keterampilan melalui pendidikan dan pelatihan.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan:**

1. Ditemukan ada 9 akar permasalahan terjadinya aktivitas yang tidak bernilai tambah (pemborosan) pada aspek konsumen yang meliputi; insentif yang rendah, rute pengantaran produk tidak terencana, belum ada metode perencanaan produksi, SDM belum profesional, sistem distribusi produk belum terencana, sistem komunikasi dengan stakeholder belum efektif, tidak ada diversifikasi produk, dan belum ada sistem perencanaan persediaan produk jadi. Pada aspek proses bisnis internal dirumuskan ada 8 akar penyebab





terjadinya pemborosan, yaitu: SDM kurang teliti dan disiplin, pengisian galon masih manual, perawatan mesin belum optimal, tata letak mesin dan fasilitas belum efisien, metode kerja tidak sistematis, penataan tata letak mesin berdasarkan stasiun kerja belum optimal, motivasi kerja dan ketrampilan operator masih rendah, tidak ada patokan waktu standar dalam proses produksi

2. Strategi perbaikan kinerja pencegahan pemborosan pada aspek konsumen ada 9 yang meliputi: perbaikan sistem pemberian insentif berdasarkan prestase kerja, mendesain rute pengantaran produk AMDK, meningkatkan kecepatan respon operator informasi terhadap permintaan konsumen, menyediakan dan menerapkan metode perencanaan produksi, melakukan pendidikan dan pelatihan manajemen pemasaran kepada karyawan, penyediaan sistem perencanaan distribusi produk, meningkatkan hubungan kerjasama kemitraan dengan stakeholder, dan penerapan metode pengendalian persediaan. Ada sembilan strategi perbaikan kinerja pada aspek bisnis internal meliputi: pemerlakuan tata tertib kerja, mendesain sistem pengisian semi otomatis, penerapan manajemen perawatan, perbaikan tata letak mesin dan fasilitas berdasarkan stasiun kerja, penyediaan standar metode kerja berdasarkan Peta Proses Operasi, penetapan standar reward bagi karyawan yang berprestasi, pelaksanaan kegiatan pendidikan dan pelatihan secara berkala, dan penetapan waktu standar dalam proses produksi

### **Saran**

Sebagai tindak lanjut dari hasil penelitian ini, maka penulis merekomendasikan kiranya dapat dilakukan penelitian dalam sebuah studi kasus pada perusahaan jasa atau industri pengolahan yang lain untuk membuktikan bahwa kerangka holistik integrasi konsep *Lean dan Six Sigma* dapat dirasionalisasikan dalam merumuskan strategi perbaikan kinerja dan produktivitas.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Carreira, B and Trudell, B., (2006). *Lean Six Sigma That Works: A Powerful Action for Dramatically Improving Quality, Increasing Speed and Reducing Waste*, Amacom, New York.
- Chakraborty K.R., Biswas K.T., and Ahmed Iraj, (2013). *Reducing Process Variability By Using Dmaic Model: A Case Study In Bangladesh*, *International Journal for Quality Research* 7(1) 127–140 ISSN 1800-6450, pp.127-139
- Czarnecki, H. and Loyd, N., (2004). *Simulation of Lean Assembly Line for High Volume Manufacturing*, Research Paper Published by University of Alabama in Huntsville
- Gasperz, V., dan Fontana, A. (2011). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Bogor: Vinchristo Publication.
- Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). 'Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking', *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 24 no.10, p.994-1011.
- Kaplan, R. S. and D. P. Norton (2001). *The Strategy Focused Organization*: Massachusetts, Boston, Harvard Business School Press
- Ohno, Taiichi. (1988). "Toyota Production System", New York: Productivity Press
- Pande, S Peter, Neuman, P Robert, Cavanagh R Rolland, (2003). *The Six Sigma Way* (Edisi Terjemahan), Penerbit Andi Yogyakarta



***Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXIV***  
*Program Studi MMT-ITS, Surabaya 23 Januari 2016*

- Singh, G., R.M. Belokar (2012).Lean Manufacturing Implementation in the Assembly shop of Tractor Manufacturing Company, International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering(IJITEE)ISSN: 2278-3075,Volume-1, Issue-2, p.71-74
- Womack, J., Jones,D.T. and Roos, D., (1990), *The machine that changed the world,*” Rawson Associates, NY.