

**LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN SKEMA PORTOFOLIO
YANG DIAJUKAN KE LEMBAGA PENELITIAN DAN
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**



UNTAR
Universitas Tarumanagara

**UPAYA PENGURANGAN BEBERAPA PEMBOROSAN
DENGAN METODE LEAN SIXSIGMA STUDI KASUS DI PT. AH**

Diusulkan oleh:

Ketua Tim

Ahmad, S.T., M.T., IPM (10307001)

Anggota:

I Wayan Sukania, S.T., M.T. (0327026904)

Anggota Mahasiswa:

Adelia Dwi Rizkika (545210021)

May Calysta (545210047)

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TARUMANAGARA
JAKARTA
JANUARI 2024

**HALAMAN PENGESAHAN
SKEMA PORTOFOLIO
Periode II / Tahun 2023**

1. Judul : UPAYA PENGURANGAN BEBERAPA PEMBOROSAN DENGAN METODE LEAN SIXSIGMA STUDI KASUS DI PT. AH
- Ketua Tim
- a. Nama dan Gelar : Ahmad, ST., MT., IPM
 - b. NIDN/NIK : 0301117001/10307001
 - c. Jabatan/Gol : Dosen Tetap Univ. Tarumanagara
 - d. Program Studi : Teknik Industri
 - e. Fakultas : Teknik
 - f. Bidang Keahlian : *Riset Operasi, Analisa Perancangan Perusahaan, Pemodelan & Simulasi Sistem*
 - g. Alamat Kantor : Jln. S Parman No. 1 Jakarta Barat
 - h. Nomor HP/Tlp/Email : 081932323930/ahmad@ft.Untar.ac.id
2. Anggota Tim Penelitian
- a. Jumlah Anggota : Dosen 1 orang
 - b. Nama Anggota I/Keahlian : I Wayan Sukania, S.T., M.T. / Manajemen Operasi
 - c. Jumlah Mahasiswa : 2 orang
 - Nama Mahasiswa II/NIM : Adelia Rizkika/545210021
 - Nama Mahasiswa IV/NIM : May Calysta 545210047
3. Lokasi Kegiatan Penelitian : PT. AH -Jawa barat
5. Luaran yang dihasilkan : Prosiding SNMI atau Jurnal Nasional
6. Jangka Waktu Pelaksanaan : Juli - Desember 2023
7. Biaya Total
- a. Biaya yang disetujui LPPM : Rp 13.000.000

Jakarta, Januari 2024

Menyetujui,
Ketua LPPM

Ketua Tim



Jap Tji Beng, PhD.
NIP: 0323085501 / 10381047

Ahmad, S.T.,M.T, IPM
NIDN/NIK: 0301117001 / 10307001

RINGKASAN

PT. AH adalah sebuah perusahaan yang telah berhasil mempelopori dan secara aktif menciptakan inovasi produk baru dalam produksi beton pra-cetak, Tidak hanya di tingkat lokal, tapi juga tingkat nasional dan internasional. PT. AH memproduksi beberapa produk seperti paving block, concrete tiles, concrete block, concrete roof, dll.

Genteng adalah benda yang yang digunakan sebagai atap rumah untuk membuat penghuni yang tinggal menjadi nyaman. Dalam proses produksinya PT. AH masih memiliki beberapa permasalahan yang harus ditangani yaitu adanya *overproduction* dan *defect*. sehingga perusahaan berencana ingin menerapkan *lean six sigma* untuk mengurangi adanya pemborosan yang terjadi pada lini produksi. PT. AH ingin mengurangi *overproduction* dimana perusahaan memproduksi lebih tanpa ada pesanan dari konsumen untuk disimpan dikarenakan proses produksi yang panjang, sehingga menimbulkan adanya *overproduction* dan mengurangi *defect product* yang disebabkan oleh kurangnya pengawasan terhadap perawatan mesin yang menyebabkan *downtime*. Terdapat beberapa jenis cacat yang ada pada produk genteng yang dihasilkan seperti genteng yang retak, genteng yang berlubang, dan genteng yang pecah yang masuk dalam kategori tidak bisa digunakan. Penelitian ini menggunakan analisa lean sixsigma dalam memecahkan berbagai problem pemborosan di perusahaan PT AH. Dengan Analisa metode *Lean Six Sigma* sebagai upaya untuk mengurangi terjadinya pemborosan berupa produk cacat, *overproduction*, dan *waiting*. Oleh karena itu penelitian ini perlu dilakukan guna mengurangi terjadinya pemborosan-pemborosan tersebut dan mengurangi produk cacat yang dihasilkan.

Kata kunci: Pemborosan, Sixsigma, Genteng

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan.....	i
Ringkasan.....	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xi
Daftar Lampiran.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Batasan Masalah	4
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Lean</i>	6
2.2 Pemborosan	7
2.3 Pendekatan <i>Six Sigma</i>	10
2.4 Metode DMAIC	10
2.5 Pendekatan <i>Lean Six Sigma</i>	11
2.6 <i>Tools</i> dan Istilah dalam <i>Lean Six Sigma</i>	12
2.6.1 Diagram SIPOC	12
2.6.2 <i>Process Cycle Efficiency</i>	13
2.6.3 <i>Defects Per Million Opportunities (DPMO)</i>	13
2.6.4 Peta Kendali P (<i>P-Chart</i>)	14
2.6.5 Kapabilitas Proses.....	15
2.6.6 Kapabilitas Proses Kane	16
2.6.7 Diagram Pareto	16
2.6.8 <i>Fault Tree Analysis</i>	17
2.6.9 Pengukuran Waktu.....	18
2.6.10 Uji Keseragaman Data	18
2.6.11 Uji Normalitas Data	20
2.6.12 Uji Kecukupan Data.....	20
2.6.13 Perhitungan Waktu Siklus	21
2.6.14 <i>Seven Waste Relationship</i>	22

2.6.15	<i>Waste Relationship Matrix</i>	23
2.6.16	<i>Waste Assesment Questionnaire</i>	24
2.6.17	<i>Value Stream Mapping</i>	24
2.6.18	<i>Checksheet</i>	24
2.6.19	Metode 5W-1H	25
2.7	Metode 5S	26
2.8	Metode <i>Material Requirement Planning</i>	27
2.8.1	Metode <i>Lot For Lot</i>	27
2.8.2	Metode <i>Economic Order Quantity</i>	27
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		28
3.1	Metodologi Penelitian	28
3.2	Tahapan Penelitian.....	28
BAB 4 RINCIAN BIAYA DAN JADWAL		
4.1	Jadwal penelitian	30
4.2	Biaya Penelitian.....	30
Daftar Pustaka		32
Lampiran		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....31

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Produk Cacat.....	2
Tabel 2.1	Konversi <i>Six Sigma</i>	14
Tabel 2.2	Kriteria Untuk Pembobotan Kekuatan <i>Waste Relationship</i>	23
Tabel 2.3	Penggunaan Metode 5W-1H Untuk Pengembangan Rencana Tindakan.....	25
Tabel 3.1	<i>Gantt Chart</i> Pelaksanaan Penelitian	28

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Kuesioner WRM (*Waste Relationship Matrix*)
- Lampiran 2. Kuesioner WAQ (*Waste Assessment Questionnaire*)
- Lampiran 3. Jumlah *Defect* Genteng dan Jumlah Produksi Genteng

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap perusahaan tentunya perlu melakukan peningkatan baik dari segi kualitas maupun produksi untuk dapat tetap bertahan dan unggul dalam dunia bisnis yang terjadi di dunia ini. Perusahaan juga harus menjaga dan meningkatkan tingkat kepercayaan konsumen terhadap barang yang diproduksinya.

PT. AH adalah sebuah perusahaan yang telah berdiri sejak tahun 1974, telah berhasil memelopori dan secara aktif menciptakan inovasi produk baru dalam produksi beton pra-cetak. PT. AH berperan penting dalam pengembangan industri beton, tidak hanya di tingkat lokal, tapi juga tingkat nasional dan internasional. PT. AH memproduksi beberapa produk seperti *paving block*, *concrete tiles*, *concrete block*, *concrete roof*, dll.

Genteng adalah benda yang yang digunakan sebagai atap rumah untuk membuat penghuni yang tinggal menjadi nyaman. Dalam proses produksinya PT. AH masih memiliki beberapa permasalahan yang harus ditangani oleh perusahaan ini yaitu adanya *overproduction* dan *defect*. sehingga perusahaan berencana ingin menerapkan *lean six sigma* untuk mengurangi adanya pemborosan yang terjadi pada lini produksi. PT. AH ingin mengurangi *overproduction* dimana perusahaan memproduksi lebih tanpa ada pesanan dari konsumen untuk disimpan dikarenakan proses produksi yang panjang, sehingga menimbulkan adanya *overproduction* dan mengurangi *defect product* yang disebabkan oleh kurangnya pengawasan terhadap perawatan mesin yang menyebabkan *downtime*.

Terdapat beberapa jenis cacat yang ada pada produk genteng yang dihasilkan seperti genteng yang retak, genteng yang berlubang, dan genteng yang pecah yang masuk dalam kategori tidak bisa digunakan.

Tabel 1.1 Data Produk Cacat

Tanggal	Total Produksi	Total Cacat	Persentase
3	30847	309	1.002%
4	24797	190	0.766%
5	34280	190	0.554%
6	34296	195	0.569%
7	24845	149	0.600%
10	24867	190	0.764%
11	27165	128	0.471%
12	21889	153	0.699%
13	25302	120	0.474%

14	21665	152	0.702%
15	25073	305	1.216%
17	28146	254	0.902%
18	29377	196	0.667%
19	33363	146	0.438%
20	35724	162	0.453%
21	30038	184	0.613%
22	28594	153	0.535%
26	30859	169	0.548%
27	32002	271	0.847%
28	28124	189	0.672%

Sumber : Dokumen PT. AH

Tabel Persentase produk cacat yang dihasilkan selama bulan September, dapat dilihat pada Tabel 1.1. Menurut Vincent Gasperz (2002), pengendalian kualitas juga dapat berdampak positif kepada bisnis melalui 2 cara yaitu dampak terhadap biaya produksi dan dampak terhadap pendapatan. Sehingga pengendalian kualitas menjadi hal yang perlu ditingkatkan pada setiap perusahaan, termasuk pada PT. AH.

Penelitian ini menggunakan analisa lean sixsigma dalam memecahkan berbagai problem pemborosan di perusahaan PT AH. Dengan Analisa metode *Lean Six Sigma* sebagai upaya untuk mengurangi terjadinya pemborosan berupa produk cacat, overproduction, dan waiting. Oleh karena itu penelitian ini perlu dilakukan, guna mengurangi terjadinya pemborosan-pemborosan tersebut dan mengurangi produk cacat yang dihasilkan.

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada PT. AH berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan adalah banyaknya jumlah produk cacat dan masih ditemui pemborosan seperti terjadinya *overproduction*. Berdasarkan permasalahan diatas maka peneliti menggunakan metode *Lean Six Sigma*, dengan tujuan agar peneliti dapat membantu perusahaan untuk mengevaluasi proses yang tidak bernilai tambah, meminimasi jumlah produk cacat, mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan lainnya terutama adanya produksi berlebih.

1.3 Rumusan Masalah

Permasalahan pada penelitian ini didapat dari hasil wawancara dengan pihak perusahaan PT. AH yaitu:

- a. Adanya pemborosan yang ingin dihilangkan dan melakukan pengurangan terhadap produk cacat yang dihasilkan untuk meningkatkan produktivitas perusahaan.
- b. Perlunya perbaikan untuk mengurangi pemborosan berupa produksi yang berlebih.
- c. Perlunya perbaikan untuk mengurangi jumlah produk cacat pada PT. AH.
- d. Perlunya analisa biaya untuk membantu perusahaan dalam pengambilan keputusan untuk meningkatkan produktivitas.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Mengidentifikasi berbagai jenis pemborosan yang ada pada PT. AH dengan menggunakan pendekatan *Lean Six Sigma*.
- b. Memberi usulan perbaikan untuk mengurangi pemborosan produksi berlebih.
- c. Mengurangi produk cacat yang dihasilkan sehingga dengan menggunakan metode *Lean Six Sigma* pada PT. AH.
- d. Memberikan perbandingan analisa biaya untuk memudahkan perusahaan dalam melakukan pengambilan keputusan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

- a. Bagi perusahaan

Hasil penelitian ini dapat menjadi pertimbangan perusahaan untuk mengambil keputusan apakah hasil penelitian ini layak diterapkan atau tidak pada PT. AH.

- b. Bagi penulis

Sebagai tahapan untuk untuk menambah memperluas wawasan mengenai dunia industri.

- c. Bagi akademisi dan Universitas

Dapat memberikan tambahan gambaran, wawasan dan pengetahuan mengenai penerapan metode *Lean Six Sigma* untuk menyelesaikan permasalahan kualitas yang dihadapi perusahaan serta dapat menjadi bahan referensi untuk penelitian selanjutnya mengenai *Lean Six Sigma*.

1.6 Batasan Masalah

Batasan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- a. Penelitian dilakukan di PT. AH - Jawa Barat.
- b. Dalam penelitian ini tidak memperhitungkan aspek keuangan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Berikut merupakan beberapa teori yang digunakan sebagai pedoman dalam penelitian pembuatan laporan penelitian ini.

2.1 *Lean*

Konsep *lean* berakar dari konsep sistem manajemen Toyota yang dikembangkan dan diperluas. Sistem manajemen Toyota atau lebih dikenal dengan *Toyota Production System* merupakan satu sistem cara berpikir Toyota untuk membuat mobil dengan kualitas yang lebih baik, harga lebih terjangkau bagi masyarakat luas dan tersedia sesuai permintaan. Filosofi dasarnya adalah kepuasan pelanggan, *Lean* didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value-adding activities*) melalui pendekatan terus menerus radikal (*radical continuous improvement*) dengan cara mengalirkan produk (*material, work-in-process output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan (Vincent Gasperz, 2007). Menurut Gasperz (2008: 5) terdapat lima prinsip dasar *Lean*, yaitu:

- a. Mengidentifikasi nilai produk (barang dan/atau jasa) berdasarkan perspektif pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk (barang dan/atau jasa) berkualitas superior dengan harga kompetitif dan penyerahan tepat waktu.
- b. Mengidentifikasi *Value Stream process mapping* (pemetaan proses pada value stream) untuk setiap produk (barang dan/atau jasa).
- c. Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang proses *Value Stream* itu.
- d. Mengorganisasikan agar material, informasi, dan produk mengalir secara lancar dan efisien sepanjang proses *Value Stream* menggunakan sistem tarik (*pull system*)
- e. Mencari terus-menerus berbagai teknik dan alat peningkatan (*improvement tools and techniques*) untuk mencapai keunggulan (*excellence*) dan peningkatan terus-menerus (*continuous improvement*).

2.2 **Pemborosan**

Pendekatan *Lean* berfokus pada peningkatan terus-menerus *customer value* melalui identifikasi dan eliminasi aktivitas-aktivitas tidak bernilai tambah yang merupakan pemborosan (*waste*). *Waste* dapat didefinisikan sebagai segala aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah dalam proses, dimana aktivitas-aktivitas tersebut hanya menggunakan sumber-sumber daya namun tidak memberikan nilai tambah kepada pelanggan (Vincent Gasperz, 2007).

Berdasarkan perspektif *lean*, semua jenis pemborosan yang terdapat sepanjang proses *value stream*, yang mentransformasikan input menjadi output, harus dihilangkan guna meningkatkan nilai produk (barang dan/atau jasa) dan selanjutnya meningkatkan *customer value*.

Variasi adalah ketidak konsistenan atau variabilitas yang terjadi dalam proses sehingga menghasilkan kegagalan produk pertama kali (cacat dan/atau *rework*), sedangkan pemborosan adalah segala aktivitas tidak bernilai tambah dalam proses. Aktivitas-aktivitas tersebut hanya menggunakan sumber-sumber daya namun tidak memberikan nilai tambah kepada pelanggan. Beberapa akar penyebab dari variasi dan pemborosan di tempat kerja, adalah (Vincent Gasperz, 2012):

- a. Tata letak pabrik dan kantor yang jelek
- b. Waktu *set-up* peralatan dan mesin yang panjang (lama)
- c. Organisasi tempat kerja yang jelek
- d. Pelatihan yang tidak tepat dan/atau tidak cukup
- e. Metode kerja yang tidak standar
- f. Tidak mengikuti prosedur-prosedur dan instruksi-instruksi kerja
- g. Kapabilitas proses yang rendah secara statistika
- h. Perencanaan yang jelek
- i. Masalah-masalah kualitas material dengan pemasok
- j. Peralatan pengukuran yang tidak akurat,
- k. Lingkungan kerja yang buruk (sebagai misal: lampu penerangan, panas, kelembaban, kebersihan dan kenyamanan, dan lain-lain)

Pada dasarnya dikenal dua kategori utama pemborosan, yaitu (Vincent Gasperz, 2007):

- a. *Type One Waste* adalah aktivitas kerja yang tidak menciptakan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream*, namun aktivitas itu pada saat sekarang tidak dapat dihindarkan karena berbagai alasan. Misalnya aktivitas inspeksi dan penyortiran dari perspektif *Lean* merupakan aktivitas tidak bernilai tambah sehingga merupakan *waste*, namun pada saat sekarang kita masih membutuhkan inspeksi dan penyortiran karena mesin dan peralatan yang digunakan sudah tua sehingga tingkat keandalannya berkurang. Demikian pula pengawasan terhadap orang, merupakan aktivitas tidak bernilai tambah berdasarkan perspektif *Lean*, namun pada saat sekarang masih harus melakukannya, karena orang tersebut baru saja direkrut oleh perusahaan sehingga belum berpengalaman. Dalam jangka panjang *Type One waste* harus dapat dihilangkan atau dikurangi. *Type One waste* ini sering disebut sebagai *Incidental Activity* atau *Insidental Works*.

- b. *Type Two Waste* adalah aktivitas yang tidak menciptakan nilai tambah dan dapat dihilangkan dengan segera. Misalnya, menghasilkan produk cacat (*defect*) atau melakukan kesalahan (*error*) yang harus dapat dihilangkan dengan segera. *Type Two waste* ini sering disebut sebagai *waste* saja, karena benar-benar merupakan pemborosan yang harus dapat diidentifikasi dan dihilangkan dengan segera.

Dalam memisahkan kegiatan atau proses yang tidak menambah nilai (*non value added*), perlu diidentifikasi jenis-jenis pemborosan (*waste*) yang terjadi. Toyota telah mengidentifikasikan tujuh jenis pemborosan yang tidak menambah nilai (*non value added*) dalam proses bisnis atau manufaktur dan Liker (2006) memberikan tambahan satu jenis pemborosan (*waste*), maka delapan jenis pemborosan (*waste*), dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Produksi berlebih (*Overproduction*)

Memproduksi barang-barang yang belum dipesan, akan menimbulkan pemborosan seperti kelebihan tenaga kerja dan kelebihan tempat penyimpanan serta biaya transportasi yang meningkat karena adanya persediaan berlebih.

- b. Menunggu (*Waiting*)

Para pekerja hanya mengamati mesin otomatis yang sedang berjalan atau berdiri menunggu langkah proses selanjutnya, alat pasokan komponen selanjutnya, dan lain sebagainya atau menggantung saja karena kehabisan material, keterlambatan proses, mesin rusak, dan *bottleneck* (sumbatan) kapasitas.

- c. Transportasi yang tidak perlu

Membawa barang dalam proses (WIP) dalam jarak yang jauh, menciptakan angkutan yang tidak efisien, atau memindahkan material, komponen, atau barang jadi ke dalam atau keluar gudang.

- d. Memproses secara berlebih atau memproses secara keliru

Melakukan langkah yang tidak diperlukan untuk memproses komponen. Melaksanakan pemrosesan yang tidak efisien karena alat yang buruk dan rancangan produk yang buruk, menyebabkan gerakan yang tidak perlu dan memproduksi barang cacat. Pemborosan terjadi ketika membuat produk yang memiliki kualitas lebih tinggi daripada yang diperlukan.

- e. Persediaan berlebih

Kelebihan material, barang dalam proses, atau barang jadi menyebabkan *Lead Time* yang panjang, abang kadaluwarsa, barang rusak, peningkatan biaya pengangkutan dan penyimpanan, dan keterlambatan. Persediaan berlebih juga menyembunyikan masalah seperti ketidakseimbangan produksi, keterlambatan pengiriman dari pemasok, produk cacat, mesin rusak, dan waktu *set up* yang panjang.

- f. Gerakan yang tidak perlu

Setiap gerakan karyawan yang mubazir saat melakukan pekerjaannya seperti mencari, meraih, atau menumpuk komponen, alat dan lain sebagainya. Berjalan juga merupakan pemborosan.

g. Produk cacat

Memproduksi komponen cacat atau yang memerlukan perbaikan. Perbaikan atau pengerjaan ulang, *scrap*, memproduksi barang pengganti, dan inspeksi berarti tambahan penanganan, waktu, dan upaya yang sia-sia

h. Kreativitas karyawan yang tidak dimanfaatkan

Kehilangan waktu, gagasan, keterampilan, peningkatan, dan kesempatan belajar karena tidak melibatkan atau mendengarkan karyawan.

2.3 Pendekatan Six Sigma

Menurut (Vincent Gasperz, 2007), *Six Sigma* adalah suatu upaya terus-menerus (*continuous improvement efforts*) untuk menurunkan variasi dari proses agar meningkatkan kapabilitas proses dalam menghasilkan produk (barang dan/atau jasa) yang bebas kesalahan *zero defects* – target minimum 3,4 DPMO (*Defects Fer Million Opportunity*) untuk memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*). Tujuan dari *Six Sigma* kualitas adalah mengurangi variasi proses output sehingga secara jangka panjang yang akan menghasilkan bagian tidak lebih dari 3,4 cacat Per Million (PPM) peluang (atau 3,4 Juta Per Peluang Cacat – DPMO).

2.4 Metode DMAIC

Metodologi DMAIC digunakan ketika perusahaan sudah melakukan produksi terhadap produk tertentu namun belum dapat memenuhi spesifikasi permintaan pelanggan. Berikut ini adalah tahapan-tahapan pendekatan *six sigma* sebagai berikut (Saludin: 2011, 7-10):

a. *Define* (merumuskan)

Menurut (Peter Pande, 2002), pada tahap ini tim pelaksanaan akan mengidentifikasi masalah-masalah penting dalam proses, mendefinisi pelanggan (*critical to quality*), dan menentukan tujuan yang ingin dicapai (pengurangan cacat, biaya, dan target waktu).

b. *Measure* (mengukur)

Tahapan ini juga melibatkan penilaian sistem pengukuran untuk menjaga validitas pengukuran serta untuk mengevaluasi kapabilitas yang diteliti. Tujuan pengukuran kinerja proses pada saat ini adalah agar dapat dibandingkan dengan target yang ditetapkan dengan melakukan pemetaan proses dan mengumpulkan proses dan mengumpulkan data yang berkaitan dengan indikator kinerja kunci (*key performance indicators*).

c. *Analyze* (menganalisis)

Menurut (Peter.s Pande, 2002), pada tahap ini akan ditentukan faktor-faktor yang paling mempengaruhi proses, artinya mencari beberapa faktor yang jika diperbaiki akan memperbaiki proses secara signifikan.

d. *Improve* (meningkatkan)

Pada tahap ini akan diputuskan apa yang harus dicapai yang berkaitan dengan target yang telah ditetapkan dan alasan kegunaan rencana tindakan tersebut dilakukan.

e. *Control* (mengendalikan)

Pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktek-praktek terbaik yang sukses dalam meningkatkan proses distandardisasikan, prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar.

2.5 Pendekatan *Lean Six Sigma*

Konsep *Lean* berakar dari konsep sistem manajemen Toyota yang dikembangkan dan diperluas, sedangkan konsep *six sigma* terakar dari konsep sistem manajemen Motorola. Kekuatan dari kedua konsep ini disatukan atau disinergikan menjadi konsep *Lean Six sigma*. Sasaran *lean* adalah untuk menciptakan aliran lancar dari produk sepanjang proses *Value Stream* dan menghilangkan semua jenis pemborosan yang ada. Sedangkan sasaran *six sigma* adalah meningkatkan kapabilitas proses sepanjang *Value Stream* untuk mencapai *zero defect* dan menghilangkan variasi yang ada (Vincent Gasperz, 2007).

Lean Six sigma yang merupakan kombinasi antara *lean* dan *six sigma* dapat didefinisikan sebagai satu filosofi bisnis, pendekatan sistemik untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value-added-activities*) melalui peningkatan terus-menerus radikal (*radial continuous improvement*) untuk mencapai tingkat kinerja enam *sigma*, dengan cara mengalirkan produk (*material, works-in-process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan berupa hanya memproduksi 3,4 cacat untuk setiap satu juta kesempatan atau operasi-3,4 DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) (Vincent Gasperz, 2007).

2.6 *Tools* dan Istilah dalam *Lean Six Sigma*

2.6.1 Diagram SIPOC

Diagram SIPOC adalah peta tingkat tinggi yang digunakan untuk menentukan batasan proyek dengan cara mengidentifikasi proses yang sedang dipelajari, *input*, dan *output* proses serta pemasok dan pelanggannya. Pembuatan diagram ini dilakukan pada awal penelitian, bila menggunakan metode DMAIC maka pembuatan diagram SIPOC berada pada tahap *define* karena akan digunakan sebagai dasar pedoman perbaikan yang akan dilakukan. Selama proses

berlangsung, *supplier* (S) menyediakan *input* (I) untuk proses (P). Proses yang dilakukan untuk meningkatkan *value added*, dan menghasilkan *output* (O) yang memenuhi bahkan melampaui ekspektasi *customer* (C). Berikut ini penjelasan dari masing-masing bagian, antara lain (Vincent Gasperz, 2007):

a. *Suppliers* (Pemasok)

Merupakan individual, perusahaan, proses yang menyalurkan dan menyediakan bahan dan segala sesuatu yang dikerjakan di dalam proses. Pihak *supplier* ini bisa berupa *supplier* eksternal dan *supplier* internal. *Supplier* eksternal adalah *supplier* yang berasal dari luar perusahaan. Sedangkan *supplier* internal adalah *supplier* yang berasal dari dalam perusahaan yang biasanya berasal dari proses sebelumnya.

b. *Input* (Masukan)

Input yang digunakan dalam proses diantaranya termasuk material atau bahan mentah, jasa, informasi, SDM, dan sebagainya yang diproses untuk menghasilkan *output*.

c. *Process* (Proses)

Adalah serangkaian aktivitas yang diperlukan baik yang memberikan nilai tambah terhadap produk maupun yang tidak untuk membuat produk mulai dari bahan mentah sampai menjadi produk jadi.

d. *Outputs* (Keluaran)

Adalah produk jadi, baik itu barang ataupun jasa atau informasi yang dihasilkan oleh proses. Hasil tersebut dikirimkan kepada konsumen. *Output* ini bisa berupa produk, jasa, informasi, hingga laporan dan dokumen.

e. *Customers* (Konsumen)

Adalah pihak yang menerima *output* yang dihasilkan dari proses. Jika seseorang menerima barang dari pihak ketiga, maka mereka (dianggap) bukan customer. *Customer* haruslah pihak yang membawa *output* tersebut langsung dari satu bisnis, dan tidak harus menggunakan *output* tersebut.

2.6.2 *Process Cycle Efficiency*

Cara melihat kondisi pabrik secara umum adalah dengan menilai efisiensi siklus proses atau biasa disebut dengan *Process Cycle Efficiency*. *Process Cycle Efficiency* (PCE) didefinisikan sebagai suatu ukuran untuk melihat seberapa besar efisiensi waktu dari proses yang dilakukan terhadap waktu siklus proses secara keseluruhan yang digunakan untuk ukuran potensial mengurangi biaya. Persamaan untuk menghitung efisiensi siklus proses adalah (George, 2002):

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Lead Time}}$$

Value added time adalah waktu melakukan proses yang memberikan nilai tambah kepada produk sedangkan *total lead time* adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses dari awal sampai akhir yaitu ketika barang dipesan sampai dengan barang dikirim kepada pelanggan.

2.6.3 Defects Per Million Opportunities (DPMO)

DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) adalah ukuran kegagalan dalam *Six Sigma* yang menunjukkan kegagalan persejuta kesempatan. DPMO merupakan ukuran yang baik bagi kualitas produk ataupun proses, sebab berkolerasi langsung kedalam cacat, biaya, dan waktu yang terbuang, DPMO adalah suatu pengukuran performansi dari suatu proses yang dihitung dengan rumus:

DPMO dan Nilai Sigma *Six Sigma* sebagai sistem pengukuran menggunakan *Defect per Million Opportunity* (DPMO) sebagai satuan pengukuran. Suatu proses dapat memiliki banyak peluang untuk kesalahan per kejadian. Jumlah cacat per juta peluang digunakan untuk menetapkan tingkat kinerja dasar, dan untuk mengukur keuntungan dalam kinerja sebagai proyek perbaikan proses yang dijalankan. Dasar perhitungan tingkat sigma adalah menggunakan DPMO untuk data atribut. Jika nilai sigma mendekati enam maka kinerja dari proses dapat dikatakan sangat baik. Berikut adalah alur untuk mendapatkan nilai *Six Sigma* (Eckes, 2003):

1. Identifikasi CTQ (*Critical to Quality*)
2. Tentukan banyak unit yang cacat (D) dan banyak unit yang diperiksa (U).
3. Hitung DPO (*Defect per Opportunity*)

$$DPO = \frac{\text{number of defects}}{\text{number of opportunities}} \dots\dots\dots(2.1)$$

4. Hitung DPMO (*Defect per Million Opportunity*)

$$DPMO = DPO \times 1000000 \dots\dots\dots (2.2)$$

5. Konversi DPMO ke Nilai Sigma

Mengkonversi nilai DPMO ke nilai sigma dapat dihitung dengan menggunakan bantuan rumus pada *Microsoft Excel* yaitu:

$$=NORMSINV((1000000-DPMO)/1000000)+1,5\dots\dots\dots(2.3)$$

Hasil konversi ke dalam nilai *sigma* kemudian disesuaikan dengan tabel konversi *six sigma* yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tabel Konversi *Six Sigma*

Sigma Level	DPMO	Yield
1	690000	30.90%
2	308000	69.20%
3	66800	93.30%
4	6210	99.40%
5	320	99.98%

6	3	99.9997%
---	---	----------

(Sumber : Gaspersz, 2001)

2.6.4 Peta Kendali P (*P-Chart*)

Pengendali proporsi kesalahan (*p-chart*) dan digunakan untuk mengetahui apakah cacat produk yang dihasilkan masih dalam batas yang disyaratkan. Perbandingan antara banyaknya cacat dengan semua pengamatan, yaitu setiap produk yang diklasifikasikan sebagai “diterima” atau “ditolak” (yang diperhatikan banyaknya produk cacat. Dapat dikatakan juga sebagai perbandingan antara banyaknya cacat dengan semua pengamatan, yaitu setiap produk yang diklasifikasikan sebagai “diterima” atau “ditolak” (yang diperhatikan banyaknya produk cacat). Berikut adalah langkah-langkah pembuatan peta kendali p yaitu sebagai berikut:

1. Tentukan ukuran contoh/subgrup yang cukup besar ($n > 30$),
2. Kumpulkan banyaknya subgrup (k) sedikitnya 20–25 subgrup,
3. Hitung untuk setiap subgrup nilai proporsi unit yang cacat, yaitu :

$$p = \frac{x}{n} \dots \dots \dots (2.4)$$

dimana:

p = proporsi kesalahan dalam setiap sampel

x = banyaknya produk yang salah dalam setiap sampel

n = banyaknya sampel yang diambil dalam inspeksi

4. Hitung nilai rata-rata dari p , yaitu p dapat dihitung dengan:

$$p \text{ rata-rata} = \frac{\text{Jumlah produk cacat}}{\text{Total produk subgrup}} \dots \dots \dots (2.5)$$

5. Hitung batas kontrol untuk peta kendali p dengan:

$$UCL = p \text{ rata-rata} + 3 \sqrt{\frac{p \text{ rata-rata} * (1 - p \text{ rata-rata})}{n}} \dots \dots \dots (2.6)$$

$$LCL = p \text{ rata-rata} - 3 \sqrt{\frac{p \text{ rata-rata} * (1 - p \text{ rata-rata})}{n}} \dots \dots \dots (2.7)$$

Plot data proporsi (persentase) unit cacat serta amati apakah data tersebut berada dalam batas pengendalian atau di luar batas pengendalian serta perhatikan juga bentuk grafik yang terbuat pada peta kendali.

2.6.5 Kapabilitas Proses

Pengendalian proses dalam hal ini artinya apabila proses telah berada di bawah pengendalian statistikal maka perlu menentukan kapabilitas proses, yang ditentukan dengan menggunakan ukuran indeks kapabilitas proses (*Capability Process*) dan indeks performansi kane (*Capability Process Kane*) serta memiliki standar deviasi 6σ . Kapabilitas proses sendiri berfungsi untuk mengukur hubungan antara variansi natural dari proses dan spesifikasi desain produk (Gaspersz, 2007).

Kriteria yang digunakan dalam indeks kapabilitas proses (C_p) adalah:

1. $C_p > 1,33$, maka kapabilitas proses sangat baik
2. $C_p = 1,00 - 1,33$, maka kapabilitas proses baik namun perlu pengendalian ketat apabila C_p telah mendekati 1.
3. $C_p < 1,00$, maka kapabilitas proses rendah sehingga perlu ditingkatkan performansinya melalui perbaikan proses.

2.6.6 Kapabilitas Proses Kane

Indeks kapabilitas proses kane (C_{pk}) merupakan pengukuran yang mendefinisikan keadaan terburuk antara indeks kapabilitas atas dan bawah. Nilai C_{pk} memberitahukan bahwa proses tidak terpusat dan tidak dapat mengharapkan proses dapat mencapai batas spesifikasi yang sangat baik.

Kriteria yang digunakan dalam indeks kapabilitas proses (C_p) adalah:

1. $C_p > 1,33$ dan $C_p = C_{pk}$, merupakan kondisi ideal.
2. $C_{pk} = 1,00$, maka proses menghasilkan produk yang sesuai spesifikasi.
3. $C_{pk} < 1,00$, maka proses menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi.
4. $C_{pk} = C_p$, maka proses tetap di tengah

2.6.7 Diagram Pareto

Diagram Pareto Menurut Mitra dalam Mardiansyah dan Ikhwana (2013) Diagram pareto diperkenalkan oleh seorang ahli yaitu Vilfredo Pareto (1848-1923). Diagram pareto ini merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan rangking tertinggi hingga terendah. Hal ini dapat membantu menemukan permasalahan yang paling penting untuk segera diselesaikan (rangking tertinggi). Diagram pareto juga dapat mengidentifikasi masalah yang paling penting yang mempengaruhi usaha perbaikan kualitas dan memberikan petunjuk dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk menyelesaikan masalah.

Selain itu, diagram pareto juga dapat digunakan untuk membandingkan kondisi proses, misalnya ketidaksesuaian proses sebelum dan setelah diambil tindakan perbaikan terhadap proses. Menurut Mitra (1993) dan Besterfield (1998), proses penyusunan diagram pareto meliputi enam langkah yaitu:

1. Menentukan metode atau arti dari pengklasifikasian data, misalnya berdasarkan masalah, penyebab, jenis ketidaksesuaian, dan sebagainya.
2. Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutan karakteristik karakteristik tersebut, misalnya rupiah, frekuensi, unit, dan sebagainya.
3. Mengumpulkan data sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan.
4. Merangkum data dan membuat rangking kategori data tersebut dari yang terbesar hingga yang terkecil.

5. Menghitung frekuensi kumulatif atau persentasi kumulatif yang digunakan.
6. Menggambarkan diagram batang, menunjukkan tingkat kepentingan relatif masing-masing masalah. Mengidentifikasi beberapa hal yang penting untuk mendapat perhatian.

Menurut Joseph M. Juran, prinsip pareto juga dikenal sebagai aturan 80/20 dengan melakukan 20% dari pekerjaan bisa menghasilkan 80% manfaat dari pekerjaan itu. Aturan 80/20 dapat diterapkan pada hampir semua hal, seperti: 80% dari keluhan pelanggan timbul 20% dari produk atau jasa atau 20% dari cacat sistem penyebab 80% masalahnya.

2.6.8 Fault Tree Analysis

Fault Tree Analysis adalah suatu teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi risiko yang berperan terhadap terjadinya kegagalan. Metode ini dilakukan dengan pendekatan yang bersifat *top down*, yang diawali dengan asumsi kegagalan atau kerugian dari kejadian puncak (*Top Event*) kemudian merinci sebab-sebab suatu *Top Event* sampai pada suatu kegagalan dasar (*root cause*). *Fault Tree Analysis* merupakan sebuah *analytical tool* yang menerjemahkan secara grafik kombinasi-kombinasi dari kesalahan yang menyebabkan kegagalan dari sistem. Teknik ini berguna mendeskripsikan dan menilai kejadian di dalam sistem (Foster: 2004).

Dalam pembentukan FTA, terdapat Istilah-istilah yang digunakan dalam menjelaskan suatu proses dalam FTA (Akagamis: 1999) sebagai berikut:

1. *Event*

Penyimpangan yang tidak digunakan/diharapkan dari suatu keadaan normal pada suatu komponen dari sistem.

2. *Top event*

Kejadian yang tidak dikehendaki pada “puncak” yang akan diteliti lebih lanjut kearah kejadian dasar lainnya dengan menggunakan gerbang-gerbang logika untuk menentukan penyebab dan kekerapannya.

3. *Logic gate*

Hubungan secara logika antara input (kejadian yang dibawah). Hubungan logika ini dinyatakan dengan gerbang AND (dan) atau gerbang OR (atau).

4. *Transferred event*

Segitiga yang digunakan transfer. Simbol ini menunjukkan bahwa uraian lanjutan kejadian berada dihalaman lain.

5. *Undeveloped event*

Kejadian dasar (*basic event*) yang tidak akan dikembangkan lebih jauh karena sudah tersedianya informasi.

6. *Basic event*

Kejadian yang tidak diharapkan yang dianggap sebagai penyebab dasar sehingga tidak perlu dilakukan analisa lebih lanjut.

2.6.9 Pengukuran Waktu

Pengukuran waktu adalah pekerjaan mengamati dan mencatat waktu-waktu kerjanya baik elemen ataupun siklus dengan menggunakan alat-alat yang telah disiapkan oleh peneliti seperti *stopwatch*, lembar pengamatan, dan alat tulis. Pengukuran waktu ditujukan untuk mendapatkan waktu baku penyelesaian pekerjaan. Hal pertama yang dilakukan adalah pengukuran pendahuluan. Tujuan melakukan pengukuran pendahuluan adalah untuk mengetahui berapa kali pengukuran harus dilakukan untuk tingkat-tingkat ketelitian dan keyakinan yang diinginkan. Tingkat ketelitian dan keyakinan ini ditetapkan pada saat menjalankan langkah penetapan tujuan pengukuran. Adapun tujuan dari pengukuran waktu adalah mencari waktu yang sebenarnya dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan setelah memperhatikan faktor kelonggaran dan penyesuaian atau waktu baku (Sutalaksana, 1979).

2.6.10 Uji Keseragaman Data

Pengujian ini dilakukan karena keadaan sistem yang selalu berubah mengakibatkan waktu penyelesaian yang dihasilkan sistem selalu berubah-ubah, namun harus dalam batas kewajaran. Langkah-langkah dalam pengujian keseragaman data antara lain sebagai berikut (Sutalaksana, 2006):

1. Kelompokkan data ke dalam subgrup-subgrup yang masing-masing berisi harga pengukuran yang diperoleh secara berturut-turut.
2. Menghitung rata-rata dari setiap rata-rata subgrup, dengan rumus:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum x_i}{k} \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan:

$\bar{\bar{x}}$ adalah nilai rata-rata dari subgrup

x_i adalah nilai dari data ke-i

n adalah nilai banyaknya data dalam satu subgrup yang terbentuk

3. Menghitung standar deviasi dari waktu penyelesaian dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_j - \bar{\bar{x}})^2}{N-1}} \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan:

σ adalah standar deviasi

x_j adalah nilai rata-rata dari subgrup ke-j

N adalah jumlah pengamatan yang telah dilakukan

4. Menghitung standar deviasi dari distribusi rata-rata subgrup dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

$\sigma_{\bar{x}}$ adalah standar deviasi nilai rata-rata subgrup

n adalah besarnya subgrup

- Mentukan batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB) dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$BKA = \bar{\bar{X}} + 3 \sigma_{\bar{x}} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$BKB = \bar{\bar{X}} - 3 \sigma_{\bar{x}} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan:

BKA adalah batas kontrol atas (*upper control limit*)

BKB adalah batas kontrol bawah (*lower control limit*)

- Batas-batas kontrol ini merupakan batas kontrol apakah grup "seragam" atau tidak. Jika semua rata-rata subgrup sudah berada dalam batas kontrol, maka dapat dihitung banyaknya pengukuran yang diperlukan dengan menggunakan rumus pengujian kecukupan data.
- Melakukan pemeriksaan apakah harga rata-rata subgrup berada dalam batas kontrol atau di luar batas kontrol. Apabila berada di luar batas kontrol, maka perlu dilakukan kembali pengujian keseragaman data.

2.6.11 Uji Normalitas Data

Pengujian normalitas dimaksudkan untuk mengetahui apakah data hasil pengukuran berdistribusi normal atau tidak, sehingga nantinya memudahkan dalam pengolahan datanya. Pengujian kenormalan data dilakukan dengan menggunakan Uji Shapiro Wilk dan Lilliefors dikarenakan Uji Shapiro Wilk dan Lilliefors *reliable* atau handal pada jumlah sampel yang kecil (<200). Dalam pengujian ini sendiri peneliti menggunakan tingkat ketelitian sebesar 5% dan tingkat keyakinan sebesar 95% dimana persentase penyimpangan rata-rata hasil pengukuran yang diperbolehkan adalah 5%. Data yang dapat dikatakan normal adalah data yang mempunyai nilai *asymptotic sig* > 0,05; sedangkan dikatakan tidak normal apabila *asymptotic sig* < 0,05.

2.6.12 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan setelah hasil dari uji keseragaman menyatakan bahwa seluruh data telah seragam. Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah data waktu proses yang dikumpulkan selama pengamatan telah cukup atau belum. Rumus yang digunakan untuk melakukan uji kecukupan data adalah sebagai berikut:

$$N^* = \left(\frac{\frac{K}{S} \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2 \dots\dots\dots(2.13)$$

dimana:

N' = Jumlah pengamatan yang dibutuhkan

N = Jumlah pengamatan yang telah dilakukan

k = Koefisien tingkat kepercayaan (nilai 2, karena tingkat keyakinan yang digunakan adalah 95% = 1,96)

s = Tingkat ketelitian (nilai 0,05, dimana derajat ketelitian adalah sebesar 5% = 0,05)

x = waktu penyelesaian yang diamati selama pengukuran awal dilakukan.

Jika hasil perhitungan jumlah pengukuran waktu yang diperlukan (N') lebih kecil atau sama dengan jumlah pengukuran yang telah dilakukan ($N' \leq N$), maka jumlah pengukuran telah cukup mewakili populasi yang ada. Sedangkan jika jumlah pengukuran masih belum mencukupi, maka harus dilakukan pengukuran kembali sampai jumlah pengukuran yang diperlukan sudah melebihi oleh jumlah yang telah dilakukan.

2.6.13 Perhitungan Waktu Siklus

Setelah pengujian-pengujian yang dilakukan sudah selesai dan menunjukkan bahwa semua data tersebut berdistribusi normal, memiliki keseragaman, dan cukup untuk mewakili populasi data tersebut, maka dilakukan pengolahan data sehingga dapat mengetahui waktu baku. Cara untuk mendapatkan perhitungan waktu yang diperoleh melalui pengukuran waktu kerja adalah sebagai berikut (Sutalaksana: 2006, 155):

1. Waktu Siklus

Waktu siklus atau *cycle time* adalah waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk pada satu stasiun kerja. Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan elemen-elemen kerja pada umumnya akan sedikit berbeda dari siklus ke siklus lainnya, sekalipun operator bekerja pada kecepatan normal atau *uniform*, tiap-tiap elemen dalam siklus yang berbeda tidak selalu akan bisa diselesaikan dalam waktu yang persis sama. Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan elemen-elemen kerja pada umumnya akan sedikit berbeda dengan dari siklus ke siklus kerja sekalipun operator bekerja pada kecepatan normal dan *uniform*, tiap-tiap elemen dalam siklus yang berbeda tidak selalu akan bias disesuaikan dalam waktu yang persis sama. Variasi dan nilai waktu ini bias disebabkan oleh beberapa hal. Salah satu diantaranya bisa terjadi karena perbedaan didalam menetapkan saat mulai atau berakhirnya suatu elemen kerja yang seharusnya dibaca dari *stopwatch*.

$$W_s = \frac{\sum x_i}{N} \dots \dots \dots (2.14)$$

Keterangan:

$\sum X_i$ adalah jumlah waktu penyelesaian yang teramati.

N adalah jumlah pengamatan yang dilakukan

2.6.14 Seven Waste Relationship

Tujuh *waste* dapat dikelompokkan kedalam 3 kategori utama yang dikaitkan terhadap *man*, *machine*, dan *material*. Kategori *man* berisi konsep *motion*, *waiting*, dan *over production*. Kategori *machine* meliputi *over process*, sedangkan kategori *material* meliputi *transportation*, *inventory* dan *defect* (Gaspersz, 2011). Secara konseptual, *waste* adalah segala aktifitas dan kejadian di dalam *value stream* (aliran nilai) yang termasuk *non value added* (NVA). Semua jenis *waste* bersifat *interdependent* dan berpengaruh terhadap jenis lain.

Menurut Rawabdeh (2005), semua jenis *waste* bersifat *interdependent*, dan berpengaruh terhadap jenis lain. Hubungan antara *waste* sangat kompleks karena pengaruh dari setiap jenis *waste* pada jenis lainnya dapat muncul secara langsung maupun tidak langsung. Hubungan antara jenis *waste* terdiri dari jenis *waste* O,D dan T berpengaruh terhadap semua *waste* lain kecuali P. Sedangkan jenis *waste* P berpengaruh terhadap semua *waste* lain kecuali T, dan seterusnya sampai jenis *waste* W yang hanya berpengaruh terhadap O,I dan D. Keseluruhan hubungan mempengaruhi ini berjumlah 31 hubungan yang akan digunakan untuk menghitung *waste relationship*.

Rawabdeh (2005) berkeyakinan bahwa semua jenis dari *waste* adalah saling mempengaruhi dalam artian selain memberi pengaruh terhadap yang jenis *waste* lainnya, ia juga secara simultan dipengaruhi oleh jenis *waste* yang lain. Lebih jauh, Rawabdeh (2005) juga membuat model dasar kategorisasi dan keterkaitan antar *waste* berdasarkan hubungannya dengan manusia, mesin dan material. Tabel kriteria pengukuran berdasarkan kuesioner yang dikembangkan untuk memberi penilaian pada kekuatan dari masing-masing hubungan antar *waste* dengan *range* pembobotan dari nilai nol sampai empat dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kriteria Untuk Pembobotan Kekuatan *Waste Relationship*

No.	Pertanyaan	Bobot
1	Apakah i mengakibatkan j?	
	Selalu	4
	Kadang-kadang	2
2	Jarang	0
	Apakah tipe keterkaitan antara i dan j?	
	Jika i naik, maka j naik	2
3	Jika i naik, j pada level konstan	1
	Acak, tidak tergantung kondisi	0
	Dampak j dikarenakan oleh i?	
4	Terlihat langsung dan jelas	4
	Butuh waktu agar terlihat	2
	Tidak terlihat	0
5	Eliminasi akibat i pada j dicapai melalui	
	Metode teknik	2
	Sederhana dan langsung	1
	Solusi instruksi	0
6	Dampak j dikarenakan oleh i, berpengaruh pada :	
	Kualitas produk	1
	Produktivitas sumber daya	1
	Lead Time	1
	Kualitas dan produktivitas	2
	Produktivitas dan lead time	2
7	Kualitas dan lead time	2
	Kualitas, produktivitas, dan lead time	4
	Pada tingkatan apa dampak i pada j dalam meningkatkan lead time manufaktur	
	Tingkat tinggi	4
8	Tingkat menengah	2
	Tingkat rendah	0

(Sumber: Rawabdeh, 2005)

2.6.15 Waste Relationship Matrix (WRM)

Waste Relationship Matrix ditujukan untuk membuat hubungan antara semua jenis *waste* yang terjadi dalam proses produksi. *Waste* yang memiliki hubungan paling kuat dengan *waste* lainnya dipilih sebagai jenis *waste* yang memiliki *non value added activities* yang harus dihilangkan menggunakan pendekatan *lean* sehingga dapat meningkatkan produktivitas. Matriks sendiri digunakan untuk mengidentifikasi jenis *waste* yang paling tinggi dalam suatu proses produksi. Dalam penerapannya, WRM digunakan untuk melihat masing-masing hubungan antar *waste* dengan nilai tertinggi sebagai indikator *waste* yang harus segera dihilangkan dari proses produksi.

2.6.16 Waste Assesment Questionnaire

Waste Assesment Questionnaire dibuat untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan *waste* yang terjadi pada lini produksi. *Waste assesment questionnaire* digunakan untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan *waste* yang terjadi pada lini produksi. Hal ini memungkinkan untuk menentukan peringkat *waste* dengan menggabungkan WRM dan hasil dari WAQ (Rawbdeh, 2005). Kuisisioner *assesment* ini terdiri atas 68 pertanyaan yang berbeda, dimana kuisisioner ini dikenal untuk tujuan menentukan *waste*. Tiap pertanyaan kuisisioner merepresentasikan suatu aktivitas, satu kondisi atau suatu sifat yang mungkin menimbulkan suatu jenis *waste* tertentu.

2.6.17 Value Stream Mapping

Value Stream Mapping (VSM) adalah perangkat dari manajemen kualitas (*quality management tools*) yang dapat menyusun keadaan saat ini dari sebuah proses dengan cara membuka kesempatan untuk melakukan perbaikan dan mengurangi pemborosan. Secara umum, *Value Stream Mapping* berasal dari prinsip *Lean*. Prinsip dari teori *Lean* sendiri adalah mengurangi pemborosan, menurunkan persediaan (*inventory*) dan biaya operasional, memperbaiki kualitas produk, meningkatkan produktivitas dan memastikan kenyamanan saat bekerja (Womack et al: 1990). Tujuan dari VSM adalah mengidentifikasi proses produksi agar material dan informasi dapat berjalan tanpa adanya gangguan, meningkatkan produktivitas dan daya saing, serta membantu dalam mengimplementasikan sistem (Womack dkk: 1991).

2.6.18 Checksheet

Menurut Gasperz (2005) *checksheet* atau lembar periksa adalah suatu formulir dimana item-item yang akan diperiksa telah dicetak dalam formulir itu, dengan maksud agar data dapat dikumpulkan secara mudah dan ringkas. Dengan demikian, lembar periksa adalah catatan yang sederhana dan teratur dalam pengumpulan dan pencatatan data sehingga memudahkan dalam mengontrol proses dan pengambilan keputusan. Penggunaan lembar periksa bertujuan untuk :

1. Memudahkan proses pengumpulan data terutama untuk mengetahui bagaimana sesuatu masalah terjadi.

2. Mengumpulkan data mengenai jenis masalah yang terjadi.
3. Menyusun data secara otomatis, sehingga data itu dapat digunakan dengan mudah.
4. Memisahkan antara opini dan fakta.

2.6.19 Metode 5W-1H

5W – 1H dapat digunakan pada tahap improvement. (1) What, apa yang menjadi target utama dari perbaikan kualitas? (2) Why, mengapa rencana tindakan diperlukan? (3) Where, dimana rencana tersebut dilaksanakan? (4) Who, siapa yang akan mengerjakan aktivitas rencana itu? (5) When, kapan tindakan ini akan dilaksanakan? (6) How, bagaimana mengerjakan rencana tersebut? Contoh petunjuk penggunaan metode 5W – 1H untuk pengembangan rencana tindakan dapat dilihat dalam Tabel 2.13.

Tabel 2.3 Penggunaan Metode 5W-1H untuk Pengembangan Rencana Tindakan

Jenis	5W – 1H	Deskripsi	Tindakan
Tujuan Utama	<i>What</i> (Apa)	Apa yang menjadi target utama dari perbaikan atau peningkatan kualitas	Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan.
Alasan Kegunaan	<i>Why</i> (Mengapa)	Mengapa rencana tindakan itu diperlukan? Penjelasan tentang kegunaan dari rencana tindakan yang dilakukan	
Lokasi	<i>Where</i> (Di mana)	Di mana rencana tindakan ini akan dilaksanakan? Apakah aktivitas ini harus dikerjakan di sana?	Mengubah sekuens atau urutan aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas – aktivitas yang dapat dilaksanakan bersama.
Sekuens (Urutan)	<i>When</i> (Kapan)	Bilamana aktivitas rencana tindakan itu akan terbaik untuk dilaksanakan?apakah aktivitas itu akan dilaksanakan kemudian?	
Orang	<i>Who</i> (Siapa)	Siapa yang akan mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Mengapa harus orang itu yang ditunjuk untuk mengerjakan aktivitas itu?	Menyederhanakan aktivitas – aktivitas rencana tindakan yang ada.
Metode	<i>How</i> (Bagaimana)	Bagaimana mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Apakah metode yang diberikan sekarang merupakan metode terbaik?	

Sumber : (Gaspersz, 2002)

2.7. Metode 5S

5S (seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke) merupakan lima langkah penataan dan pemeliharaan tempat kerja yang dikembangkan melalui upaya intensif dalam bidang manufaktur. Bila diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia, lima langkah pemeliharaan tempat kerja ini disebut sebagai 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin) dengan pengertian sebagai berikut (Imai, 1986) :

1. Seiri, membedakan antara yang diperlukan dan tak diperlukan di area kerja dan menyingkirkan yang tak diperlukan. Membuat tempat kerja ringkas, yang hanya menampung barang-barang yang diperlukan saja.
2. Seiton, segala sesuatu harus diletakkan sesuai posisi yang ditetapkan sehingga siap digunakan pada saat diperlukan.
3. Seiso, menjaga kondisi mesin yang siap pakai dan dalam keadaan bersih. Menciptakan kondisi tempat dan lingkungan kerja yang bersih. Pembersihan bukan hanya sekedar membersihkan namun harus dipandang sebagai suatu bentuk pemeriksaan. Pembersihan adalah suatu proses yang menganggap setiap mesin atau alat penting karena memiliki tuntutan dan kemampuan sendiri dan berusaha untuk merawatnya dengan baik.
4. Seiketsu, memperluas konsep kebersihan pada diri pribadi dan terus menerus mempraktekan tiga langkah terdahulu. Selalu berusaha menjaga keadaan yang sudah baik melalui standart. Seiketsu dimaksudkan agar masing-masing individu dapat menerapkan secara kontinyu ketiga prinsip sebelumnya. Pelaksanaan fase seiketsu ini akan membuat lingkungan selalu terjaga secara terus menerus.
5. Shitsuke, membangun disiplin diri pribadi dan membiasakan diri untuk menerapkan 5S melalui norma kerja dan standarisasi. Penekanannya adalah untuk menciptakan tempat kerja dengan kebiasaan dan perilaku yang baik. Mengajarkan setiap orang apa yang harus dilakukan dan memerintahkan setiap orang untuk melaksanakannya, maka kebiasaan buruk akan terbuang dan kebiasaan baik akan terbentuk.

2.8. Metode *Material Requirement Planning*

Material Requirement Planning (MRP) adalah suatu teknik yang digunakan untuk perencanaan dan pengendalian item barang (komponen) yang tergantung (dependent) pada item ditingkat (level) yang lebih tinggi. *Material Requirement Planning* adalah lebih dari sekedar metode proyeksi kebutuhan-kebutuhan akan komponen individual dari suatu produk.

Sistem MRP mempunyai tiga fungsi utama : kontrol tingkat persediaan, penugasan komponen berdasar prioritas, dan penentuan kebutuhan kapasitas (*capacity requirement*) pada tingkat yang lebih detail daripada proses perencanaan. Ada 3 inputan yang dibutuhkan untuk membangun sistem MRP tersebut yaitu:

1. *Master Production Schedule* (MPS)
2. *Bill Of Material* (BOM)
3. Status Persediaan (*Inventory Master File*)

Setelah ketiga Inputan tersebut tersedia maka MRP dapat melakukan proses perhitungan MRP yang sesuai dengan kebutuhan produksi. (Fogarty: 1991).

2.8.1. Metode *Lot For Lot*

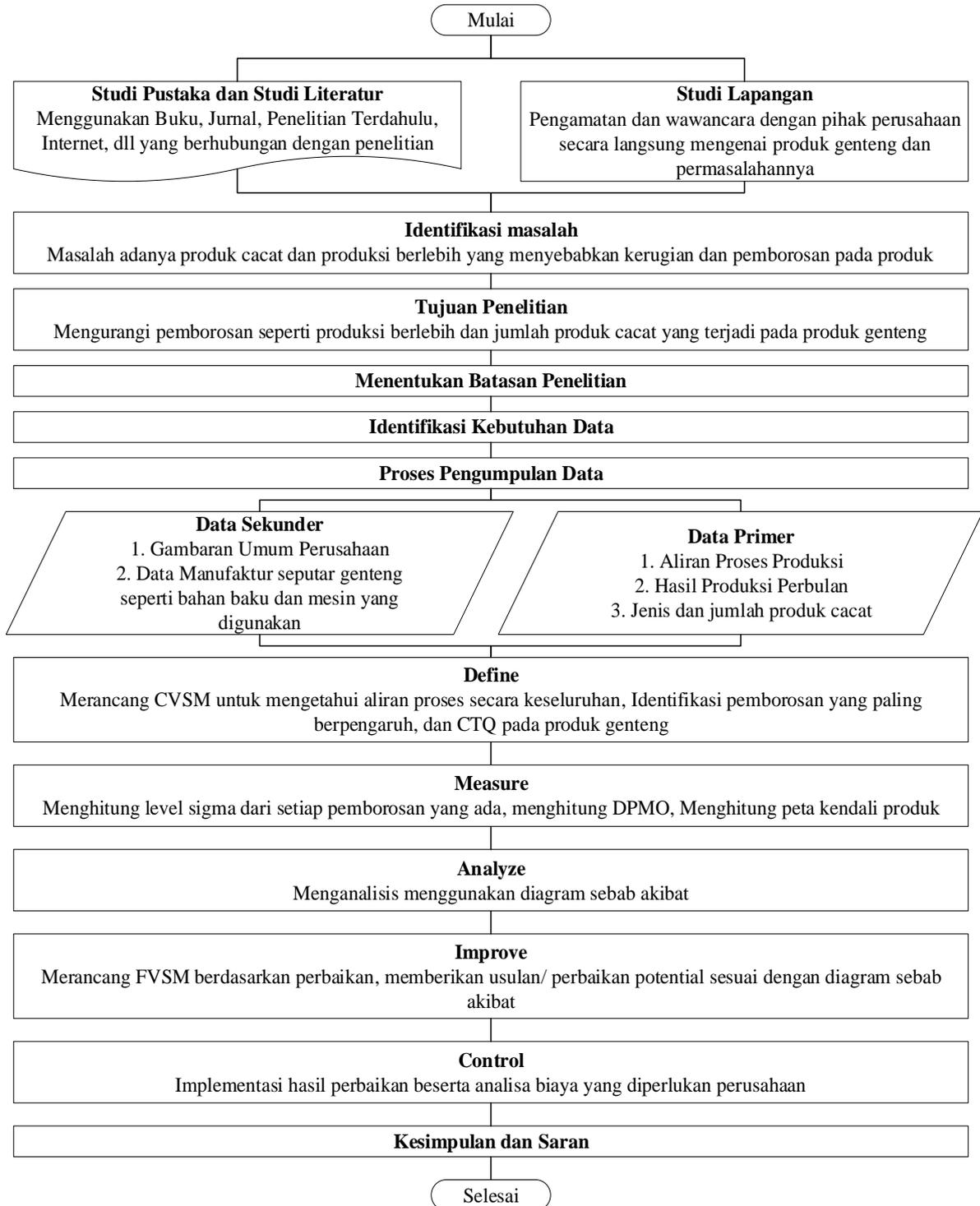
Menurut Ginting (2007), metode *lot for lot* (LFL), atau juga dikenal sebagai metode persediaan minimal, berdasarkan pada ide menyediakan persediaan (atau memproduksi) sesuai dengan yang diperlukan saja, jumlah persediaan diusahakan seminimal mungkin. Jumlah pesanan sesuai dengan jumlah sesungguhnya yang diperlukan (*lot for lot*) ini menghasilkan tidak adanya persediaan yang disimpan. Sehingga, biaya yang timbul hanya berupa biaya pemesanan saja.

2.8.2. Metode Economic Order Quantity

Prawirosentono menyatakan bahwa “jumlah persediaan tidak dalam jumlah terlalu banyak dan terlalu sedikit karena keduanya mengandung resiko”. Maksudnya adalah jumlah pesanan mempengaruhi jumlah persediaan, hal tersebut berarti persediaan yang ekonomis terjadi apabila jumlah pesanan yang dilakukan akan secara ekonomis atau economically order quantity (EOQ).

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini disusun secara sistematis menjadi tahapan-tahapan yang harus dijalankan dari awal hingga akhir agar penelitian dapat berjalan dengan terarah, dan fokus dalam mencapai tujuan yang diharapkan. Tahapan penelitian ini disusun dalam bentuk diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

Penjelasan gambar 3.1 sebagai berikut :

1. Melakukan Penelitian Pendahuluan

Tahap pertama dalam melakukan penelitian adalah menentukan permasalahan yang akan diteliti pada perusahaan, melakukan observasi langsung ke lokasi pabrik, wawancara dan berdiskusi dengan karyawan PT. AH terutama bagian produksi dan serta didukung dengan studi pustaka yang bersangkutan dengan permasalahan yang akan dihadapi untuk memperoleh gambaran permasalahan dan topik yang akan dibahas lebih lanjut.

2. Menentukan Identifikasi Masalah

Melakukan identifikasi permasalahan dari hasil observasi dan wawancara pada tahap awal untuk memfokuskan pembahasan. Selanjutnya peneliti membuat rumusan masalah mengenai permasalahan yang dihadapi perusahaan untuk dilakukan penelitian.

3. Menentukan Tujuan Penelitian

Menentukan tujuan penelitian yang didasarkan rumusan masalah yang telah dibuat untuk menjadi acuan bagi peneliti sebagai sasaran yang harus dicapai dalam penelitian agar dapat memberikan solusi yang tepat sesuai permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan.

4. Menentukan Batasan Penelitian

Membatasi ruang lingkup permasalahan dalam penelitian dengan membuat batasan untuk memfokuskan penelitian sehingga tujuan penelitian dapat lebih terfokus pada tujuan yang ingin dicapai.

5. Melakukan Studi Literatur Terkait Topik Penelitian

Melakukan studi literatur dengan mencari referensi jurnal, buku, sumber bacaan lainnya yang sesuai dengan topik penelitian yang akan dibahas mengenai *Lean Six Sigma* sebagai acuan dan panduan untuk mengerjakan penelitian.

6. Mengidentifikasi dan Mengumpulkan Data

Mengidentifikasi data yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian sebelum dilakukan pengumpulan. Data yang dikumpulkan berupa data primer yaitu data yang didapatkan dari observasi langsung dilapangan dan data sekunder yaitu data yang didapatkan dari persediaan data perusahaan. Data yang diperoleh digunakan untuk melakukan pengolahan dan analisa untuk membuat usulan penyelesaian masalah yang diteliti.

7. Pengolahan dan Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya dianalisa untuk mencapai sasaran penelitian menggunakan tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*)

dan menggunakan *tools* yang ada dalam metode *Lean Six Sigma*. *Tools* yang digunakan sendiri berkaitan dengan pendekatan *Lean Six Sigma* yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan data yang akan dilakukan:

a. Tahap *Define*

Pada tahap *define* dilakukan identifikasi permasalahan yang ada dalam perusahaan sehingga peneliti dapat mengetahui dan menentukan permasalahan yang akan menjadi pilihan utama untuk dilakukan penelitian lebih lanjut. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam tahap *define* diantaranya sebagai berikut:

1. Melakukan identifikasi lini produksi yang akan dijadikan objek penelitian guna menangani permasalahan yang terjadi.
2. Melakukan identifikasi berbagai jenis cacat yang dapat terjadi pada produk yang telah ditentukan dalam penelitian.
3. Membuat dan menyusun diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*) perusahaan untuk menunjukkan aliran proses lini produksi genteng dari tahap awal hingga akhir.
4. Menentukan *critical to quality* (CTQ) yang dikumpulkan dengan metode VOC (*Voice of Customer*) sebagai tolak ukur pengukuran kualitas yang diharapkan oleh konsumen terhadap perusahaan.

b. Tahap *Measure*

Pada tahap *measure* dilakukan pengumpulan dan pengukuran data penelitian yang telah diperoleh guna mengetahui *performance* perusahaan sebelum melalui tahap perbaikan. Perhitungan pengukuran yang dilakukan berupa:

1. Mengukur dan menghitung waktu proses (*cycle time*) masing-masing proses produksi menggunakan *stopwatch* dan mengumpulkan data sebanyak 30 kali perhitungan.
2. Melakukan pengujian normalitas data, kecukupan data, dan keseragaman data pada hasil pengumpulan data waktu yang telah dilakukan.
3. Mengidentifikasi proses *value added* dan *non value added activities* pada lini produksi drum serta menghitung total keseluruhan waktu *value added* dan *non value added activities* untuk melakukan perhitungan *Manufacturing Lead Time*, *Process Cycle Efficiency*, *Process Lead Time*, dan *Process Velocity* dan selanjutnya membuat keseluruhan proses pada lini produksi drum menggunakan *Current Value Stream Mapping*.
4. Mengumpulkan data dan melakukan pengukuran jenis-jenis *waste* paling dominan yang terjadi pada lini produksi drum dengan melakukan observasi

secara langsung dan penilaian kuesioner waste menggunakan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) serta melakukan penilaian hubungan masing-masing waste menggunakan *Waste Relationship Matrix* (WRM).

5. Melakukan perhitungan jumlah produk *defect* yang terjadi setiap bulan serta pendataan jumlah cacat pada produk genteng berdasarkan data historis perusahaan.
6. Mengidentifikasi jenis cacat dengan tingkat kecacatan yang paling dominan terjadi pada produk genteng. Menghitung CL, UCL, dan LCL dan mengidentifikasi apakah proses yang ada berada pada batas kendali atau tidak. Setelah itu, membuat peta kendali P-chart dan menghitung kapabilitas proses (Cp dan Cpk) untuk mengidentifikasi apakah produk yang dibuat telah sesuai dengan kebutuhan/spesifikasi yang diinginkan konsumen.
7. Menghitung DPMO (*Defect per Million Opportunities*) serta mengkonversi nilai DPMO ke dalam level *Six Sigma* untuk mengetahui tingkat sigma produk pada keadaan saat ini.

c. Tahap *Analyze*

Pada tahap *analyze* dilakukan analisis terhadap permasalahan yang terjadi dalam proses. pada tahap ini juga dilakukan faktor-faktor penyebab terjadinya waste tersebut secara mendalam dengan menggunakan metode-metode analisis seperti *Fault Tree Analysis*, dan metode 5W1H sehingga dapat diperoleh akar penyebab permasalahan serta dapat mengidentifikasi akar permasalahan yang harus segera diperbaiki oleh perusahaan.

d. Tahap *Improve*

Pada tahap *improve* dilakukan penyusunan rencana perbaikan guna meminimasi atau menghilangkan akar-akar penyebab terjadinya permasalahan yang terjadi. Pada tahap *improve* dibuat *future value stream mapping* dan perhitungan *process cycle efficiency* setelah dilakukan perbaikan guna melihat adanya perubahan yang terjadi setelah perbaikan. Dilakukan juga rancangan perbaikan yang kemudian akan digunakan sebagai pertimbangan untuk perbaikan pada pabrik yang bersangkutan.

e. Tahap *Control*

Pada tahap *control* dilakukan pengendalian terhadap usulan perbaikan yang diberikan dan diimplementasikan dalam kurun waktu tertentu, selain itu juga membuat perbandingan hasil yang diperoleh sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan. Hasil pengumpulan data setelah perbaikan dianalisis untuk mengetahui apakah perbaikan yang diterapkan berhasil dalam menangani permasalahan yang

ada pada proses produksi serta meningkatkan produktivitas maupun kualitas proses itu sendiri atau tidak.

8. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini berdasarkan hasil pengolahan data dan analisa hasil yang dilakukan pada tahapan implementasi ditarik sebuah kesimpulan dan kemudian memberikan saran yang bermanfaat bagi perusahaan berdasarkan hasil penelitian ini.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

PT. AH, Mulai berdiri pertama kali pada tahun 1974 sebagai produsen beton pra-cetak, yang menjadikan PT AH sebagai pelopor dalam bidang manufaktur berbasis beton. Sejak saat itu, PT AH berperan penting dalam pengembangan industri beton, tidak hanya di tingkat lokal, tapi juga di tingkat nasional dan internasional.. PT AH sebagai salah satu perusahaan perkakas beton independen terkemuka di Indonesia, juga memberikan layanan internasional untuk memberikan nilai tambah bagi industri konstruksi dalam jenis produk beton pra-cetak apapun.

Nama PT. AH sendiri memiliki makna berupa C yaitu *Customer Focus*, I yaitu *Innovative*, S yaitu *Service Excellence*, A yaitu *Attractive Design*, N yaitu *Endurance*, G yaitu *Great Performance*, K yaitu *Key Partner*, A yaitu *Addaptive*, dan N yaitu *Networking*.

PT. AH memiliki Visi berupa Menjadi perusahaan genteng beton dan paving pilihan utama dan terpercaya di Indonesia, dan Misi berupa Mendesain, Memproduksi dan memasarkan produk dengan kualitas terbaik Mengembangkan produk bahan bangunan beton yang berorientasikan kepuasan konsumen Membangun sumber daya manusia yang tangguh, unggul dan bermartabat.

PT. AH sendiri memiliki 3 buah pabrik yang berada di Bandung, Purwakarta, dan Pasuruan dimana pabrik tersebut memproduksi genteng, *concrete block*, *ventilation block*, *concrete tiles*, *replica stones*, *kanstein*, *concrete pipe*, dan juga *paving block* yang merupakan produk yang dihasilkan oleh PT. AH.

PT. AH menggunakan sistem produksi *make to stock* untuk memproduksi genteng natural, dan *job to order* untuk memberikan warna sesuai dengan keinginan pembeli.

4.2 Produk dan Pembahasan

PT. AH memproduksi beberapa produk seperti paving block, concrete block, ventilation block, concrete tiles, replica stones, kanstein, concrete pipe dan genteng. Genteng yang merupakan bahasan utama dari penelitian ini adalah genteng badan. Genteng AH diproduksi dengan menggunakan proses basah. Genteng ini dibuat menggunakan semen dan pasir pilihan yang memenuhi standar pabrik. Genteng ini juga dirancang sesuai dengan iklim tropis di Indonesia dan telah lolos uji SNI 0096-2007, dan standar bending kekuatan lentur. Gambar genteng badan dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Genteng Badan

4.3 Mesin dan Teknologi

Berikut ini merupakan mesin-mesin yang digunakan untuk memproduksi genteng pada PT. AH :

1. Mesin Ayak

Mesin Ayak ini digunakan untuk mengayak bahan baku berupa pasir dari material lain yang tercampur agar dapat digunakan dan sesuai standar yang ditetapkan perusahaan. Gambar mesin ayak dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Mesin Ayak

2. Mesin Cetak

Mesin cetak merupakan mesin yang digunakan untuk mencetak genteng yang diproduksi. Gambar mesin cetak dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Mesin Cetak

3. Mesin Cat

Mesin cat merupakan mesin yang digunakan untuk memberikan warna pada genteng yang diproduksi. Warna yang diberikan berdasarkan kesepakatan dengan pelanggan. Gambar mesin cat dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Mesin Cat

4. Mesin *Mixer*

Mesin *mixer* merupakan mesin yang digunakan untuk mengaduk campuran bahan yang digunakan untuk memproduksi genteng pada mesin cetak. Gambar mesin mixer dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Mesin *Mixer*

4.4 Proses Produksi

Proses produksi merupakan tahapan yang dilakukan untuk mengolah bahan baku hingga menjadi genteng. Berikut ini merupakan gambar diagram alir proses produksi genteng pada PT. AH.



Gambar 4.7 Diagram Alir Produksi Genteng

Berikut ini merupakan penjelasan dari aliran proses produksi pada PT. AH :

1. Proses Ayak
Proses ini dilakukan dengan mengayak pasir yang digunakan agar terpisah dari material lain yang tidak digunakan.
2. Proses Mixing
Pada proses ini, bahan baku yang sudah di ayak di aduk sehingga menjadi adonan yang siap digunakan untuk dicetak.
3. Proses Cetak
Pada proses ini, adonan tersebut di cetak menjadi genteng setengah jadi yang belum siap digunakan.
4. Proses Pengeringan Pertama
Pada Proses ini, genteng setengah jadi yang baru selesai dicetak dikeringkan terlebih dahulu sebelum direndam dalam bak perendaman
5. Proses Lorot
Pada proses ini, dilakukan pemindahan dari rak genteng hasil cetak kedalam pago yaitu rak genteng yang digunakan untuk penyimpanan.
6. Proses Rendam
Pada proses ini, genteng direndam di dalam air yang memiliki kandungan nilai ph 9 untuk dibersihkan dari kotoran yang menempel.
7. Proses Pengeringan Kedua

Proses ini merupakan proses pengerikan setelah genteng dikeluarkan dari bak rendam untuk membuat genteng menjadi kokoh dan siap digunakan.

8. Proses Gosok

Proses ini merupakan proses penggosokan bagian tertentu pada genteng agar siap digunakan sekaligus mengecek apakah ada cacat atau tidak pada tahap akhir ini.

9. Proses Cat

Pada tahap ini genteng natural yang sudah siap pakai diberikan warna sesuai dengan permintaan pelanggan

4.5 Pengumpulan dan Pengolahan Data

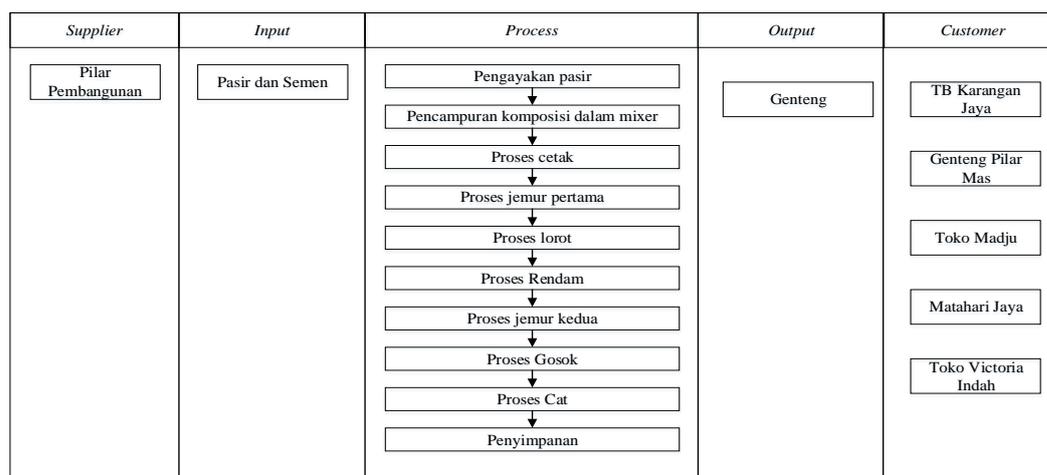
Pengumpulan data dilakukan dengan cara langsung observasi ketempat penelitian untuk mencari data primer dan sekunder. Pengolahan data dilakukan terhadap data-data yang telah terkumpul dengan menggunakan prinsip-prinsip dalam metode *Lean Six Sigma* tahapan DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*)

4.5.1 Define

Tahap ini merupakan tahap awal dalam metode *Lean Six Sigma*. Tahap define mengidentifikasi permasalahan yang terjadi dalam proses dan dilakukan pendefinisian rencana yang harus dilakukan untuk melakukan peningkatan setiap tahapan proses produksi.

4.5.1.1 Diagram SIPOC (Supplier – Input – Process – Output – Control)

SIPOC diagram adalah alat yang digunakan untuk mengidentifikasi semua elemen yang relevan dalam proses improvement project yang mungkin tidak tercakup dengan baik.



Gambar 4.8 Diagram SIPOC

Dalam diagram SIPOC pembuatan genteng terdapat pihak-pihak yang terkait antara lain:

1. *Supplier*

Supplier untuk pasir yaitu Pilar Pembangunan yang terpilih berdasarkan kualitas pasir yang paling sesuai dengan standar perusahaan.

2. *Input*

Input adalah produk yang akan dimasukkan kedalam proses yaitu pasir dan semen.

3. Proses

Proses merupakan kegiatan yang memberikan nilai tambah pada input atau bahan baku sehingga terjadi perubahan wujud. PT. AH mengubah pasir dan semen menjadi sebuah genteng yang sudah siap dipakai. Tahapan proses pembuatan genteng antara lain :

a. Proses Ayak

Proses ini dilakukan dengan mengayak pasir yang digunakan agar terpisah dari material lain yang tidak digunakan.

b. Proses Mixing

Pada proses ini, bahan baku yang sudah di ayak di aduk sehingga menjadi adonan yang siap digunakan untuk dicetak.

c. Proses Cetak

Pada proses ini, adonan tersebut di cetak menjadi genteng setengah jadi yang belum siap digunakan.

d. Proses Pengeringan Pertama

Pada Proses ini, genteng setengah jadi yang baru selesai dicetak dikeringkan terlebih dahulu sebelum direndam dalam bak perendaman.

e. Proses Lorot

Pada proses ini, dilakukan pemindahan dari rak genteng hasil cetak kedalam pago yaitu rak genteng yang digunakan untuk penyimpanan.

f. Proses Rendam

Pada proses ini, genteng direndam di dalam air yang memiliki kandungan nilai ph 9 untuk dibersihkan dari kotoran yang menempel.

g. Proses Pengeringan Kedua

Proses ini merupakan proses pengeringan setelah genteng dikeluarkan dari bak rendam untuk membuat genteng menjadi kokoh dan siap digunakan.

h. Proses Gosok

Proses ini merupakan proses penggosokan bagian tertentu pada genteng agar siap digunakan sekaligus mengecek apakah ada cacat atau tidak pada tahap akhir ini.

i. Proses Cat

Pada tahap ini genteng natural yang sudah siap pakai diberikan warna sesuai dengan permintaan pelanggan.

4. *Output*

Output adalah semua output yang berasal dari proses berupa produk genteng jadi yang siap dipakai.

5. *Customer*

Konsumen yang menerima barang jadi dari PT. AH. Misalnya Genteng Pilar Mas, TB Karang Jaya, Toko Madju, Matahari Jaya, dsb.

4.5.1.2 *Critical to Quality (CTQ)*

CTQ adalah kunci karakteristik yang dapat diukur dari sebuah produk atau proses yang harus mencapai performansi standard atau batas/limit dari spesifikasinya agar dapat memuaskan keinginan dan kebutuhan dari *customer*. Dengan adanya CTQ ini maka *improvement* atau upaya desain yang dilakukan akan bersekutu dan searah dengan *requirement* dari *customer*.

Setiap produk memiliki standar kualitasnya masing-masing. Oleh karena itu perlu dilakukan pertimbangan untuk standar kualitas yang diinginkan oleh konsumen sehingga dilakukan pembuatan CTQ berdasarkan standar yang ditetapkan perusahaan.

Tabel 4.1 *Critical To Quality*

No.	<i>Voice of Customer</i>	<i>CTQ description</i>		<i>CTQ Measurements</i>	
		Keterangan Standar	Item Inspeksi	Standar Dimensi	Alat Ukur/Cek
1	Pengiriman sampai ke pelanggan dengan tepat waktu	Genteng yang dikirimkan ke pelanggan sampai dengan tepat waktu	Data <i>Delivery/Shift</i>	Pelanggan Menerima barang sesuai dengan waktu yang dijanjikan	Data Pengiriman
2	Genteng tidak bocor saat digunakan	Genteng yang digunakan tidak bocor	Fisik badan genteng	Uji tes kebocoran pada genteng	<i>Visual check</i> pada uji kebocoran
3	Produk lulus dari standar yang ditetapkan perusahaan	Genteng tidak retak, dan tidak berlubang	Fisik badan genteng	Badan Genteng dalam keadaan baik	<i>Visual Check</i>
4	Bentuk, Ukuran, dan berat genteng sesuai standar	Massa dan dimensi genteng sesuai standar	Berat, Panjang, Lebar, dan Tinggi Material	Sesuai dengan jenis masing-masing	Micrometer, Meteran

4.5.2 *Measure*

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang digunakan untuk pengukuran data penelitian untuk mengetahui performa perusahaan sebelum tahap perbaikan. Data yang diukur adalah seperti; data waktu proses produksi masing-masing proses (*cycle time*), identifikasi *value added* dan *non value added activities* untuk setiap proses produksi dari tahap awal hingga akhir. Data ini akan digunakan untuk membuat *Value Stream Mapping* dan perhitungan *Defect Per Million Opportunities* untuk mengetahui tingkat sigma perusahaan saat ini.

4.5.2.1 Pengukuran Waktu Siklus

Waktu Siklus adalah waktu yang dibutuhkan oleh produk untuk melewati seluruh proses hingga menjadi produk yang diinginkan. Dalam penelitian ini data waktu siklus yang dikumpulkan berjumlah 30 data pengamatan yang dilakukan secara langsung di lapangan dan diukur menggunakan *stopwatch*. Berikut ini merupakan data waktu siklus yang dapat dilihat pada Tabel 4.2 hingga Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.2 Waktu Siklus Proses Ayak

Proses Ayak							
Subgroup	waktu penyelesaian berturut-turut (detik)						Jumlah
1	10.27	10.52	9.11	10.34	10.83	10.66	61.73
2	9.92	10.44	10.42	10.51	10.62	9.74	61.65
3	10.74	11.94	10.44	10.22	9.84	9.65	62.83
4	10.56	11.77	10.32	10.52	10.28	9.21	62.66
5	10.21	10.73	9.91	11.13	10.62	10.92	63.52

Tabel 4.3 Waktu Siklus Proses Cetak

Proses Cetak Genteng							
Subgroup	waktu penyelesaian berturut-turut (detik)						Jumlah
1	11.27	11.52	10.11	10.34	10.83	10.66	64.73
2	11.92	11.44	10.42	10.51	11.62	11.74	67.65
3	10.74	11.94	11.44	11.22	10.84	10.65	66.83
4	10.56	11.77	11.31	10.55	10.24	10.53	64.96
5	11.67	10.92	11.52	11.13	10.63	10.92	66.79

Tabel 4.4 Waktu Siklus Proses Lorot

Proses Lorot							
Subgroup	waktu penyelesaian berturut-turut (detik)						Jumlah
1	9.22	9.77	9.54	10.22	10.76	9.94	59.45
2	10.42	10.52	10.55	9.43	9.53	10.72	61.17
3	9.55	9.12	10.32	10.29	9.15	9.7	58.13
4	10.29	10.53	9.75	9.22	9.65	10.41	59.85
5	10.67	10.88	9.85	9.45	10.11	9.76	60.72

Tabel 4.5 Waktu Siklus Proses Gosok

Proses Gosok							
Subgroup	waktu penyelesaian berturut-turut (detik)						Jumlah
1	12.56	13.77	13.42	12.89	13.65	13.22	79.51
2	12.61	13.44	12.45	12.11	13.23	13.66	77.5
3	12.31	12.95	13.45	13.21	13.63	12.85	78.4
4	13.65	13.25	12.95	13.71	12.49	12.62	78.67
5	13.23	12.52	12.84	12.92	13.78	13.83	79.12

Tabel 4.6 Waktu Siklus Proses Cat

Proses Cat							
Subgroup	waktu penyelesaian berturut-turut (detik)						Jumlah
1	12.56	13.77	13.42	12.89	14.1	13.42	80.16
2	13.52	12.34	12.67	12.82	13.65	13.25	78.25
3	12.51	12.62	13.22	13.84	13.52	12.24	77.95
4	13.55	13.82	13.62	12.75	12.12	12.13	77.99
5	13.8	13.45	13.12	12.77	12.52	12.5	78.16

4.5.2.2 Uji Kenormalan Data

Dalam penelitian digunakan pengujian Uji Shapiro Wilk dan Lilliefors dikarenakan Uji Shapiro Wilk dan Lilliefors *reliable* atau handal pada jumlah sampel yang kecil (dibawah 50 data dengan minimum 7 data). Dalam pengujian ini sendiri peneliti menggunakan tingkat ketelitian sebesar 5% dan tingkat keyakinan sebesar 95% dimana persentase penyimpangan rata-rata hasil pengukuran yang diperbolehkan adalah 5%. Berikut ini adalah hasil pengujian masing-masing data waktu siklus proses menggunakan Uji Shapiro Wilk dan Lilliefors dengan bantuan *software* SPSS. Ketentuan yang digunakan dalam pengujian ini adalah: Ho : Sampel berasal dari populasi berdistribusi normal, H1 : Sampel tidak berasal dari populasi berdistribusi normal, α : 0,05. Tabel pengujian kenormalan data waktu siklus per proses produksi dapat dilihat pada Tabel 4.7 Berikut.

Tabel 4.7 Uji Kenormalan

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Cetak	.123	30	.200*	.950	30	.167
Lorot	.121	30	.200*	.947	30	.140
Gosok	.120	30	.200*	.946	30	.132
Cat	.152	30	.076	.942	30	.104
Ayak	.136	30	.167	.948	30	.154

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa data waktu siklus untuk kegiatan-kegiatan yang dilakukan di atas berdistribusi normal karena nilai Sig. (P-Value) pada Uji Shapiro-Wilk $> \alpha$.

4.5.2.3 Uji Keseragaman dan Kecukupan Data

Uji keseragaman data dilakukan untuk memastikan data yang diperoleh telah berada di antara batas kontrol bawah maupun batas kontrol atas. Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah jumlah sampel yang diambil dalam penelitian telah mewakili populasi sebenarnya. Uji keseragaman dan kecukupan data dapat dilihat pada Tabel 4.8 hingga Tabel 4.13 Berikut.

Tabel 4.8 Uji Keseragaman Data Ayak

Rata-rata Subgrup	BKA	BKB	Keterangan	10.41	Rata-rata
10.29	10.55	9.57	Seragam	0.61	standard Deviasi
10.28	10.55	9.57	Seragam	0.25	standard Deviasi (1)
10.47	10.55	9.57	Seragam	52.07	Total
10.44	10.55	9.57	Seragam	10.91	BKA
10.59	10.55	9.57	Seragam	9.92	BKB

Tabel 4.9 Uji Keseragaman Data Cetak

Rata-rata Subgrup	BKA	BKB	Keterangan	11.03	Rata-rata
10.79	11.47	10.59	Seragam	0.54	standard Deviasi
11.28	11.47	10.59	Seragam	0.22	standard Deviasi (1)
11.14	11.47	10.59	Seragam	55.16	Total
10.83	11.47	10.59	Seragam	11.47	BKA
11.13	11.47	10.59	Seragam	10.59	BKB

Tabel 4.10 Uji Keseragaman Data Lorot

Rata-rata Subgrup	BKA	BKB	Keterangan	9.98	Rata-rata
9.91	10.41	9.54	Seragam	0.53	standard Deviasi
10.20	10.41	9.54	Seragam	0.22	standard Deviasi (1)
9.69	10.41	9.54	Seragam	49.89	Total
9.98	10.41	9.54	Seragam	10.41	BKA
10.12	10.41	9.54	Seragam	9.54	BKB

Tabel 4.11 Uji Keseragaman Data Gosok

Rata-rata Subgrup	BKA	BKB	Keterangan	13.11	Rata-rata
13.25	13.51	12.70	Seragam	0.50	standard Deviasi
12.92	13.51	12.70	Seragam	0.20	standard Deviasi (1)
13.07	13.51	12.70	Seragam	65.53	Total
13.11	13.51	12.70	Seragam	13.51	BKA
13.19	13.51	12.70	Seragam	12.70	BKB

Tabel 4.12 Uji Keseragaman Data Cat

Rata-rata Subgrup	BKA	BKB	Keterangan	13.08	Rata-rata
13.36	13.56	12.61	Seragam	0.58	standard Deviasi
13.04	13.56	12.61	Seragam	0.24	standard Deviasi (1)
12.99	13.56	12.61	Seragam	65.42	Total
13.00	13.56	12.61	Seragam	13.56	BKA
13.03	13.56	12.61	Seragam	12.61	BKB

Tabel 4.13 Uji Kecukupan Data

Pengujian Kecukupan Data									
Operasi	k/s	N	Ex2	Ex	(Ex)2	sqrt(N*ex2-(ex)2)	kali k/s bagi ex	kuadrat	N'
Cetak	40	30	3659.49	330.96	109535	15.8170288	1.911654435	3.65442	3.65442
Lorot	40	30	2994.64	299.32	89592.5	15.70788337	2.099142506	4.4064	4.4064
Gosok	40	30	5160.73	393.2	154606	14.68536687	1.493933557	2.23184	2.23184
Cat	40	30	5145.28	392.51	154064	17.15517123	1.748253164	3.05639	3.05639
Ayak	40	30	3263.58	312.39	97587.5	17.88541026	2.290138641	5.24473	5.24473
Data pengukuran sudah cukup dan mewakili populasi yang ada karena nilai N' < N									

Berdasarkan data di atas dapat disimpulkan bahwa semua data seragam dan setiap proses operasi memiliki nilai N' yang lebih rendah dibandingkan N ($N' < N$) sehingga dapat dikatakan bahwa data pengukuran masing-masing proses yang telah diperoleh sudah cukup mewakili populasi yang ada.

4.5.2.4 Waktu Siklus

Berikut ini adalah perhitungan waktu siklus setiap proses operasi pembuatan genteng berdasarkan data yang sudah lulus pengujian kenormalan dan keseragaman yang dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Perhitungan Waktu Siklus

Waktu Siklus			
Operasi	Exi	n	Ws (detik)
Cetak	330.96	30	11.032
Lorot	299.32	30	9.977333
Gosok	393.2	30	13.10667
Cat	392.51	30	13.08367
Ayak	312.39	30	10.413

4.5.2.5 Perhitungan Manufacturing Lead Time

Perhitungan *Manufacturing Lead Time* digunakan untuk mengetahui waktu yang diperlukan untuk membuat produk secara keseluruhan dari awal (pemesanan) hingga akhir produk jadi disimpan. Dalam perhitungan manufacturing lead time dengan mengkategorikan masing-masing kegiatan ke dalam *value added time* dan *non value added time* yang kemudian dijumlahkan untuk memperoleh total waktu secara keseluruhan. Tabel perhitungan *manufacturing lead time* dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Perhitungan *Manufacturing Lead Time*

No.	Kegiatan Kerja	Value Added Time (detik)	Non Value Added Time (detik)
1	Proses transportasi raw material ke gudang bahan baku		2592000
2	Proses Ayak	10.41	
3	Proses pemindahan bahan baku menuju mesin cetak		60
4	Proses Cetak	11.03	
5	Proses Pengeringan 1	86400	
6	Proses Lorot	9.8	
7	Proses pemindahan dari ke bak perendaman		75

Lanjutan Tabel 4.15 Perhitungan *Manufacturing Lead Time*

8	Proses Perendaman	259200	
9	Proses pemindahan dari bak perendaman ke permukaan untuk dikeringkan		75
10	Proses pengeringan 2	864000	
11	Proses pemindahan menuju tempat gosok		60
12	Proses Gosok	13.08	
13	Proses pemindahan dari area gosok menuju area pengecatan		60
14	Proses pengecatan	13.08	
15	Pemindahan menuju ke gudang barang jadi		60

Total waktu	1209657.4	2592390
Total Manufacturing Lead Time	3802047.4	

Berdasarkan tabel 4.15 dapat dilihat *total manufacturing lead time* untuk keseluruhan proses produksi genteng adalah 3802047,4 detik atau sekitar 1056,12 jam. Perhitungan waktu ini berdasarkan aliran proses dari tahap awal (pengiriman bahan baku) hingga tahap akhir (penyimpanan).

4.5.2.6 Perhitungan *Process Cycle Efficiency*

Process Cycle Efficiency (PCE) adalah salah satu ukuran yang menggambarkan seberapa efisien suatu proses berjalan. PCE merupakan perbandingan antara *Value Added Time* dan *Total Manufacturing Lead Time*. Perhitungan PCE dapat dilakukan sebagai berikut.

$$PCE = \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Manufacturing Lead Time}} \times 100\% = \frac{1209657.4}{3802047.4} \times 100\% = 31,81 \%$$

4.5.2.7 *Value Stream Mapping* (VSM)

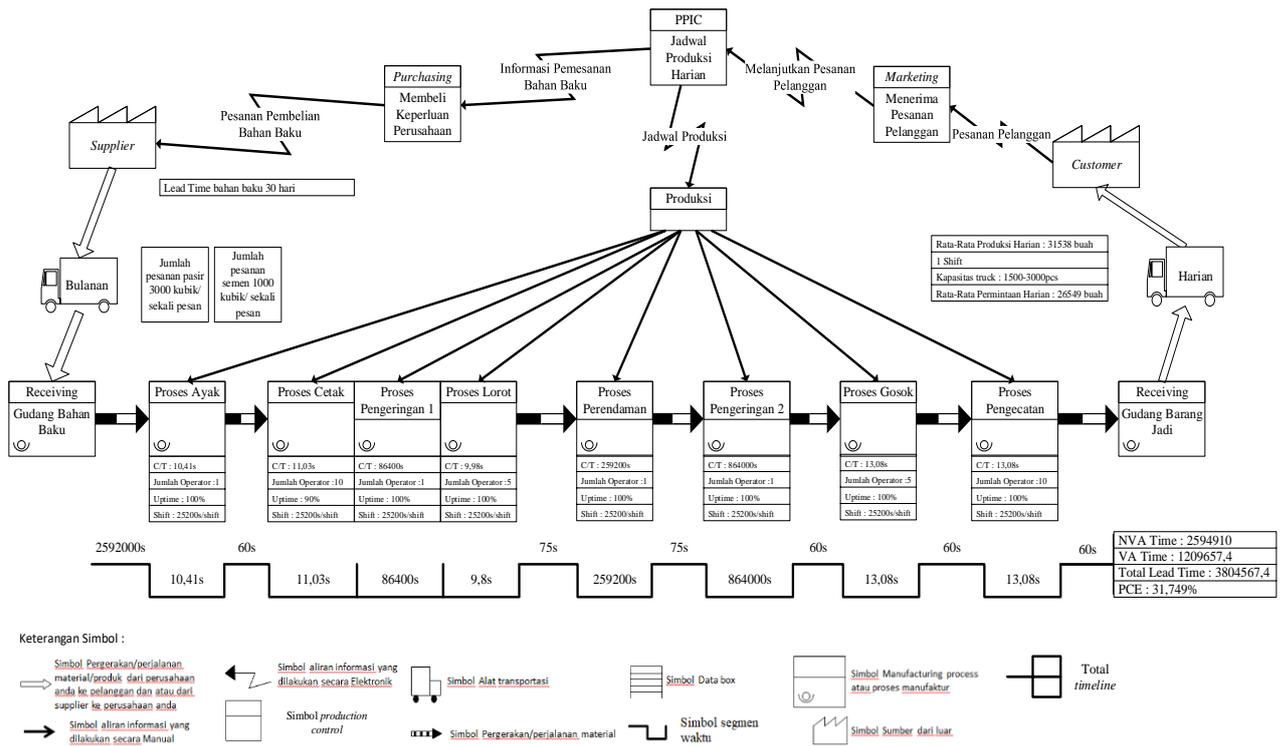
VSM dibuat dalam untuk menganalisa dan merancang aliran proses secara spesifik mengenai informasi keseluruhan dalam setiap proses. VSM juga dibuat untuk mengetahui adanya *non value added activities* yang merupakan waktu yang dapat dihilangkan atau dikurangi untuk menciptakan produktivitas. Tabel identifikasi waktu VSM dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Data Waktu Pembuatan *Value Stream Mapping*

No	Nama Proses	Waktu Siklus (detik)	Waktu Set Up (detik)	Available Time / Shift
1	Proses Ayak	10.41	160	25200
2	Proses Cetak	11.03	240	25200
3	Proses Pengeringan 1	86400	0	25200
4	Proses Lorot	9.98	200	25200
5	Proses Perendaman	259200	0	25200
6	Proses Pengeringan 2	864000	0	25200
7	Proses Gosok	13.08	0	25200
8	Proses Pengecatan	13.08	100	25200

Pada pembuatan VSM terdapat aliran informasi yang bertujuan untuk menjelaskan tahapan dari awal pemesanan oleh konsumen menuju tahapan produksi hingga tahap pengiriman ke pihak konsumen. Gambar VSM dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut.

Gambar 4.9 Value Stream Mapping Lini Produksi Genteng PT. Cisangkan



4.5.2.8 Waste Relationship Matrix

WRM digunakan untuk untuk mengetahui hubungan antar pemborosan yang terjadi di PT. AH. Berikut ini merupakan tahapan pembuatan WRM.

1. Memberikan kuesioner kepada responden yang terpilih yaitu manajer QA, manajer PPIC, dan manajer produksi.
2. Melakukan pengelompokkan, pembobotan, dan melakukan perhitungan jumlah pertanyaan berdasarkan jenis pertanyaannya dan mengkonversi nilai rentang skor hubungan antar pemborosan berdasarkan hasil perhitungan jumlah pertanyaan tersebut. Hasil pembobotan WRM dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Hasil Pembobotan Waste Relationship Matrix

No	Question Relationships	Total Score			Score	Relationship
		Manajer PPIC	Manajer Produksi	Manajer QA		
1	O_I	12	12	12	12	I
2	O_D	7	10	14	10	I
3	O_M	9	5	1	5	O
4	O_T	10	3	4	6	O
5	O_W	10	8	7	8	O
6	I_O	7	10	9	9	I
7	I_D	1	10	6	6	O
8	I_M	20	2	8	10	I
9	I_T	18	2	6	9	I
10	D_O	20	10	6	12	I
11	D_I	16	3	11	10	I
12	D_M	6	4	13	8	O
13	D_T	6	1	2	3	U
14	D_W	4	13	4	7	O
15	M_I	3	7	6	5	O
16	M_D	4	12	6	7	O
17	M_P	6	12	5	8	O
18	M_W	5	6	5	5	O
19	T_O	2	8	6	5	O
20	T_I	2	11	3	5	O
21	T_D	3	11	4	6	O
22	T_M	15	1	5	7	O
23	T_W	1	3	6	3	U
24	P_O	4	14	12	10	I
25	P_I	2	8	6	5	O
26	P_D	3	12	10	8	O
27	P_M	18	5	7	10	I
28	P_W	1	8	6	5	O
29	W_O	3	8	8	6	O
30	W_I	2	7	8	6	O
31	W_D	12	5	5	7	O

3. Menuliskan hasil nilai *relationship* yang didapat dari hasil pembobotan yang dilakukan. *Waste relationship* dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 *Waste Relationship Matrix*

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	A	I	I	O	O	X	O
I	I	A	O	I	I	X	X
D	I	I	A	O	U	X	O
M	X	O	O	A	X	O	O
T	O	O	O	O	A	X	U
P	I	O	O	I	X	A	O
W	O	O	O	X	X	X	A

4. Mengkonversikan nilai simbol hubungan waste berdasarkan ketentuan A=10, E=8, I=6, O=4, U=2, X=0. Tabel *waste relationship value* dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 *Waste Relationship Value*

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Score	%
O	10	6	6	4	4	0	4	34	16.35
I	6	10	4	6	6	0	0	32	15.38

D	6	6	10	4	2	0	4	32	15.38
M	0	4	4	10	0	4	4	26	12.50
T	4	4	4	4	10	0	2	28	13.46
P	6	4	4	6	0	10	4	34	16.35
W	4	4	4	0	0	0	10	22	10.58
Score	36	38	36	34	22	14	28	208	100.00
%	17.31	18.27	17.31	16.35	10.58	6.73	13.46	100.00	

Dari hasil tabel diatas dapat disimpulkan bahwa *waste* yang memiliki pengaruh yang cukup besar adalah *overproduction*, *inventory*, dan *defect*. Hasil ini masih butuh dilengkapi dengan menggunakan hasil dari identifikasi WAQ untuk memperoleh hasil yang akurat dalam menentukan tingkat prioritas *waste*.

4.5.2.9 Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Dalam menyusun assesment questionnaire, setiap pertanyaan memiliki 3 pilihan jawaban dengan 2 kategori yang berbeda yaitu:

1. Kategori pertama, atau kategori A adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan adanya pemborosan. Skor jawaban untuk kategori A adalah: 1 jika “Ya”, 0,5 jika “Sedang”, dan 0 jika “Tidak
2. Kategori kedua, atau kategori B adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan tidak ada pemborosan yang terjadi. Skor jawaban untuk kategori B adalah: 0 jika “Ya”, 0,5 jika “Sedang”, dan 1 jika “Tidak”.

Berikut ini merupakan tahapan pengolahan *waste assesment questionnaire* yang akan digunakan untuk melengkapi hasil dari *waste relationship matrix*.

1. Melakukan penyebaran kuesioner kepada responden yang terpilih yaitu manajer QA, manejer produksi, dan manajer PPIC.
2. Melakukan penilaian pembobotan dan perhitungan rata-rata hasil pertanyaan kuesioner berdasarkan setiap tipe kategori pertanyaan yang ada. Pembobotan ini digunakan untuk mengetahui hubungan antar *waste* sesuai pertanyaan yang diajukan pada kuesioner. Tabel pembobotan *waste* dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Pembobotan *Waste* Berdasarkan Bobot

No	Question Relationships	Kategori	1		2		3		Score
			Jwb	Bobot	Jwb	Bobot	Jwb	Bobot	
Kategori Man									
1	<i>To motion</i>	B	Y	0	S	0.5	T	1	0.50
2	<i>From motion</i>	B	Y	0	Y	0	Y	0	0.00
3	<i>From defect</i>	B	Y	0	Y	0	Y	0	0.00
4	<i>From motion</i>	B	Y	0	S	0.5	T	1	0.50
5	<i>From motion</i>	B	Y	0	Y	0	Y	0	0.00
6	<i>From defect</i>	B	Y	0	Y	0	Y	0	0.00
7	<i>From process</i>	B	Y	0	S	0.5	T	1	0.50
Kategori Material									
8	<i>To waiting</i>	B	Y	0	S	0.5	Y	0	0.17
9	<i>From waiting</i>	B	Y	0	Y	0	S	0.5	0.17
10	<i>From transportation</i>	B	Y	0	S	0.5	S	0.5	0.33
11	<i>From inventory</i>	B	Y	0	Y	0	S	0.5	0.17
12	<i>From inventory</i>	B	Y	0	Y	0	S	0.5	0.17
13	<i>From defect</i>	A	Y	1	T	0	Y	1	0.67
14	<i>From Inventory</i>	A	S	0.5	S	0.5	S	0.5	0.50
15	<i>From waiting</i>	A	T	0	T	0	T	0	0.00
16	<i>To defect</i>	A	T	0	T	0	Y	1	0.33
17	<i>From defect</i>	A	T	0	T	0	T	0	0.00
18	<i>From transportation</i>	A	T	0	T	0	T	0	0.00
19	<i>To motion</i>	A	T	0	T	0	T	0	0.00

Lanjutan Tabel 4.20 Pembobotan Waste Berdasarkan Bobot

20	<i>From waiting</i>	B	Y	0	T	1	Y	0	0.33
21	<i>From motion</i>	B	Y	0	T	1	Y	0	0.33
22	<i>From transportation</i>	B	Y	0	Y	0	S	0.5	0.17
23	<i>From defect</i>	B	Y	0	Y	0	Y	0	0.00
24	<i>From motion</i>	B	Y	0	Y	0	S	0.5	0.17
25	<i>From inventory</i>	A	Y	1	T	0	Y	1	0.67
26	<i>From inventory</i>	A	Y	1	S	0.5	S	0.5	0.67
27	<i>To waiting</i>	B	T	1	S	0.5	T	1	0.83
28	<i>From defect</i>	A	Y	1	S	0.5	T	0	0.50
29	<i>From waiting</i>	B	Y	0	S	0.5	S	0.5	0.33
30	<i>From overproduction</i>	A	T	0	S	0.5	S	0.5	0.33
31	<i>To motion</i>	B	Y	0	S	0.5	S	0.5	0.33
Kategori Machine									
32	<i>From process</i>	B	Y	0	Y	0	T	1	0.33
33	<i>To waiting</i>	B	Y	0	S	0.5	S	0.5	0.33
34	<i>From process</i>	B	Y	0	Y	0	Y	0	0.00
35	<i>From transportation</i>	B	Y	0	S	0.5	Y	0	0.17
36	<i>To motion</i>	B	Y	0	Y	0	Y	0	0.00
37	<i>From overproduction</i>	A	Y	1	Y	1	Y	1	1.00
38	<i>From waiting</i>	A	S	0.5	Y	0.5	Y	1	0.67
39	<i>From waiting</i>	B	S	0.5	S	0.5	Y	0	0.33
40	<i>To defect</i>	A	T	0	S	0.5	T	0	0.17
41	<i>From waiting</i>	A	Y	1	S	0.5	Y	1	0.83
42	<i>To motion</i>	A	T	0	S	0.5	T	0	0.17
43	<i>From process</i>	B	Y	0	S	0.5	Y	0	0.17
Kategori Method									
44	<i>To transportation</i>	B	Y	0	Y	0	T	1	0.33
45	<i>From motion</i>	B	Y	0	Y	0	S	0.5	0.17
46	<i>From waiting</i>	B	Y	0	Y	0	Y	0	0.00
47	<i>To motion</i>	B	Y	0	Y	0	Y	0	0.00
48	<i>To waiting</i>	B	Y	0	S	0.5	S	0.5	0.33
49	<i>To defect</i>	B	Y	0	Y	0	Y	0	0.00
50	<i>From motion</i>	B	Y	0	Y	0	Y	0	0.00
51	<i>From defect</i>	B	Y	0	Y	0	Y	0	0.00
52	<i>From motion</i>	B	Y	0	Y	0	Y	0	0.00
53	<i>To waiting</i>	B	Y	0	Y	0	Y	0	0.00
54	<i>From process</i>	B	Y	0	Y	0	Y	0	0.00
55	<i>From process</i>	B	Y	0	S	0.5	S	0.5	0.33
56	<i>To defect</i>	B	Y	0	Y	0	Y	0	0.00
57	<i>From inventory</i>	B	Y	0	Y	0	Y	0	0.00
58	<i>To transportation</i>	B	Y	0	S	0.5	Y	0	0.17
59	<i>To motion</i>	A	Y	1	Y	1	S	0.5	0.83
60	<i>To transportation</i>	B	Y	0	Y	0	Y	0	0.00
61	<i>To motion</i>	B	T	1	S	0.5	T	1	0.83
62	<i>To motion</i>	B	Y	0	Y	0	Y	0	0.00
63	<i>From motion</i>	B	Y	0	S	0.5	Y	0	0.17
64	<i>From motion</i>	B	Y	0	S	0.5	S	0.5	0.33
65	<i>From motion</i>	B	Y	0	S	0.5	Y	0	0.17
66	<i>From overproduction</i>	B	Y	0	S	0.5	Y	0	0.17
67	<i>From process</i>	B	Y	0	Y	0	Y	0	0.00
68	<i>From defect</i>	B	Y	0	Y	0	Y	0	0.00

3. Berdasarkan hasil pembobotan tabel 4.19 lakukan pembobotan menggunakan nilai matrix dari WRM untuk memperoleh hasil yang lebih spesifik dengan menggabungkan nilai WRM dan WAQ. Pembobotan *waste* berdasarkan nilai WRM dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Pembobotan *Waste* Berdasarkan Hasil WRM

Pembobotan WRM									
No	Question Relationships	No Pertanyaan	Bobot Awal						
			O	I	D	M	T	P	W
Kategori Man									
1	<i>To motion</i>	1	4	6	4	10	4	6	0
2	<i>From motion</i>	2	0	4	4	10	0	4	4
3	<i>From defect</i>	3	6	6	10	4	2	0	4
4	<i>From motion</i>	4	0	4	4	10	0	4	4
5	<i>From motion</i>	5	0	4	4	10	0	4	4
6	<i>From defect</i>	6	6	6	10	4	2	0	4
7	<i>From process</i>	7	6	4	4	6	0	10	4
Kategori Material									
8	<i>To waiting</i>	8	4	0	4	4	2	4	10
9	<i>From waiting</i>	9	4	4	4	0	0	0	10
10	<i>From transportation</i>	10	4	4	4	4	10	0	2
11	<i>From inventory</i>	11	6	10	4	6	6	0	0
12	<i>From inventory</i>	12	6	10	4	6	6	0	0
13	<i>From defect</i>	13	6	6	10	4	2	0	4
14	<i>From Inventory</i>	14	6	10	4	6	6	0	0
15	<i>From waiting</i>	15	4	4	4	0	0	0	10
16	<i>To defect</i>	16	6	4	10	4	4	4	4
17	<i>From defect</i>	17	6	6	10	4	2	0	4
18	<i>From transportation</i>	18	4	4	4	4	10	0	2
19	<i>To motion</i>	19	4	6	4	10	4	6	0
20	<i>From waiting</i>	20	4	4	4	0	0	0	10
21	<i>From motion</i>	21	0	4	4	10	0	4	4
22	<i>From transportation</i>	22	4	4	4	4	10	0	2
23	<i>From defect</i>	23	6	6	10	4	2	0	4
24	<i>From motion</i>	24	0	4	4	10	0	4	4
25	<i>From inventory</i>	25	6	10	4	6	6	0	0
26	<i>From inventory</i>	26	6	10	4	6	6	0	0
27	<i>To waiting</i>	27	4	0	4	4	2	4	10
28	<i>From defect</i>	28	6	6	10	4	2	0	4
29	<i>From waiting</i>	29	4	4	4	0	0	0	10
30	<i>From overproduction</i>	30	10	6	6	4	4	0	4
31	<i>To motion</i>	31	4	6	4	10	4	6	0

Lanjutan Tabel 4.21 Pembobotan Waste Berdasarkan Hasil WRM

Kategori Machine									
32	<i>From process</i>	32	6	4	4	6	0	10	4
33	<i>To waiting</i>	33	4	0	4	4	2	4	10
34	<i>From process</i>	34	6	4	4	6	0	10	4
35	<i>From transportation</i>	35	4	4	4	4	10	0	2
36	<i>To motion</i>	36	4	6	4	10	4	6	0
37	<i>From overproduction</i>	37	10	6	6	4	4	0	4
38	<i>From waiting</i>	38	4	4	4	0	0	0	10
39	<i>From waiting</i>	39	4	4	4	0	0	0	10
40	<i>To defect</i>	40	6	4	10	4	4	4	4
41	<i>From waiting</i>	41	4	4	4	0	0	0	10
42	<i>To motion</i>	42	4	6	4	10	4	6	0
43	<i>From process</i>	43	6	4	4	6	0	10	4
Kategori Method									
44	<i>To transportation</i>	44	4	6	2	0	10	0	0
45	<i>From motion</i>	45	0	4	4	10	0	4	4
46	<i>From waiting</i>	46	4	4	4	0	0	0	10
47	<i>To motion</i>	47	4	6	4	10	4	6	0
48	<i>To waiting</i>	48	4	0	4	4	2	4	10
49	<i>To defect</i>	49	6	4	10	4	4	4	4
50	<i>From motion</i>	50	0	4	4	10	0	4	4
51	<i>From defect</i>	51	6	6	10	4	2	0	4
52	<i>From motion</i>	52	0	4	4	10	0	4	4
53	<i>To waiting</i>	53	4	0	4	4	2	4	10
54	<i>From process</i>	54	6	4	4	6	0	10	4
55	<i>From process</i>	55	6	4	4	6	0	10	4
56	<i>To defect</i>	56	6	4	10	4	4	4	4
57	<i>From inventory</i>	57	6	6	6	6	6	6	6
58	<i>To transportation</i>	58	4	6	2	0	10	0	0
59	<i>To motion</i>	59	4	6	4	10	4	6	0
60	<i>To transportation</i>	60	4	6	2	0	10	0	0
61	<i>To motion</i>	61	4	6	4	10	4	6	0
62	<i>To motion</i>	62	4	6	4	10	4	6	0
63	<i>From motion</i>	63	0	4	4	10	0	4	4
64	<i>From motion</i>	64	0	4	4	10	0	4	4
65	<i>From motion</i>	65	0	4	4	10	0	4	4
66	<i>From overproduction</i>	66	10	6	6	4	4	0	4
67	<i>From process</i>	67	6	4	4	6	0	10	4
68	<i>From defect</i>	68	6	6	10	4	2	0	4
Score			296	330	346	374	196	210	276

4. Pembobotan pada tabel 4.21 dihitung skornya berdasarkan kelompok pertanyaan jenis pekerjaan (Ni) untuk mendapatkan nilai frekuensi dan skor. Perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Pembobotan Waste Berdasarkan Nilai Ni

Pembobotan Waste Berdasarkan Ni									
Jenis Pekerjaan	Ni	No Pertanyaan	Bobot						
			Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
<i>Man</i>									
<i>To motion</i>	9	1	0.44	0.67	0.44	1.11	0.44	0.67	0.00
<i>From motion</i>	11	2	0.00	0.36	0.36	0.91	0.00	0.36	0.36
<i>From defect</i>	8	3	0.75	0.75	1.25	0.50	0.25	0.00	0.50
<i>From motion</i>	11	4	0.00	0.36	0.36	0.91	0.00	0.36	0.36
<i>From motion</i>	11	5	0.00	0.36	0.36	0.91	0.00	0.36	0.36
<i>From defect</i>	8	6	0.75	0.75	1.25	0.50	0.25	0.00	0.50
<i>From process</i>	7	7	0.86	0.57	0.57	0.86	0.00	1.43	0.57
<i>Material</i>									
<i>To waiting</i>	5	8	0.80	0.00	0.80	0.80	0.40	0.80	2.00
<i>From waiting</i>	8	9	0.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	1.25
<i>From transportation</i>	4	10	1.00	1.00	1.00	1.00	2.50	0.00	0.50
<i>From inventory</i>	6	11	1.00	1.67	0.67	1.00	1.00	0.00	0.00
<i>From inventory</i>	6	12	1.00	1.67	0.67	1.00	1.00	0.00	0.00
<i>From defect</i>	8	13	0.75	0.75	1.25	0.50	0.25	0.00	0.50
<i>From Inventory</i>	6	14	1.00	1.67	0.67	1.00	1.00	0.00	0.00
<i>From waiting</i>	8	15	0.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	1.25
<i>To defect</i>	4	16	1.50	1.00	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>From defect</i>	8	17	0.75	0.75	1.25	0.50	0.25	0.00	0.50
<i>From transportation</i>	4	18	1.00	1.00	1.00	1.00	2.50	0.00	0.50
<i>To motion</i>	9	19	0.44	0.67	0.44	1.11	0.44	0.67	0.00
<i>From waiting</i>	8	20	0.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	1.25
<i>From motion</i>	11	21	0.00	0.36	0.36	0.91	0.00	0.36	0.36
<i>From transportation</i>	4	22	1.00	1.00	1.00	1.00	2.50	0.00	0.50
<i>From defect</i>	8	23	0.75	0.75	1.25	0.50	0.25	0.00	0.50
<i>From motion</i>	11	24	0.00	0.36	0.36	0.91	0.00	0.36	0.36
<i>From inventory</i>	6	25	1.00	1.67	0.67	1.00	1.00	0.00	0.00
<i>From inventory</i>	6	26	1.00	1.67	0.67	1.00	1.00	0.00	0.00
<i>To waiting</i>	5	27	0.80	0.00	0.80	0.80	0.40	0.80	2.00
<i>From defect</i>	8	28	0.75	0.75	1.25	0.50	0.25	0.00	0.50
<i>From waiting</i>	8	29	0.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	1.25
<i>From overproduction</i>	3	30	3.33	2.00	2.00	1.33	1.33	0.00	1.33
<i>To motion</i>	9	31	0.44	0.67	0.44	1.11	0.44	0.67	0.00

Lanjutan Tabel 4.22 Pembobotan Waste Berdasarkan Nilai Ni

<i>Machine</i>									
<i>From process</i>	7	32	0.86	0.57	0.57	0.86	0.00	1.43	0.57
<i>To waiting</i>	5	33	0.80	0.00	0.80	0.80	0.40	0.80	2.00
<i>From process</i>	7	34	0.86	0.57	0.57	0.86	0.00	1.43	0.57
<i>From transportation</i>	4	35	1.00	1.00	1.00	1.00	2.50	0.00	0.50
<i>To motion</i>	9	36	0.44	0.67	0.44	1.11	0.44	0.67	0.00
<i>From overproduction</i>	3	37	3.33	2.00	2.00	1.33	1.33	0.00	1.33
<i>From waiting</i>	8	38	0.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	1.25
<i>From waiting</i>	8	39	0.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	1.25
<i>To defect</i>	4	40	1.50	1.00	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>From waiting</i>	8	41	0.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	1.25
<i>To motion</i>	9	42	0.44	0.67	0.44	1.11	0.44	0.67	0.00
<i>From process</i>	7	43	0.86	0.57	0.57	0.86	0.00	1.43	0.57
<i>Method</i>									
<i>To transportation</i>	3	44	1.33	2.00	0.67	0.00	3.33	0.00	0.00
<i>From motion</i>	11	45	0.00	0.36	0.36	0.91	0.00	0.36	0.36
<i>From waiting</i>	8	46	0.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	1.25
<i>To motion</i>	9	47	0.44	0.67	0.44	1.11	0.44	0.67	0.00
<i>To waiting</i>	5	48	0.80	0.00	0.80	0.80	0.40	0.80	2.00
<i>To defect</i>	4	49	1.50	1.00	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>From motion</i>	11	50	0.00	0.36	0.36	0.91	0.00	0.36	0.36
<i>From defect</i>	8	51	0.75	0.75	1.25	0.50	0.25	0.00	0.50
<i>From motion</i>	11	52	0.00	0.36	0.36	0.91	0.00	0.36	0.36
<i>To waiting</i>	5	53	0.80	0.00	0.80	0.80	0.40	0.80	2.00
<i>From process</i>	7	54	0.86	0.57	0.57	0.86	0.00	1.43	0.57
<i>From process</i>	7	55	0.86	0.57	0.57	0.86	0.00	1.43	0.57
<i>To defect</i>	4	56	1.50	1.00	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>From inventory</i>	6	57	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>To transportation</i>	3	58	1.33	2.00	0.67	0.00	3.33	0.00	0.00
<i>To motion</i>	9	59	0.44	0.67	0.44	1.11	0.44	0.67	0.00
<i>To transportation</i>	3	60	1.33	2.00	0.67	0.00	3.33	0.00	0.00
<i>To motion</i>	9	61	0.44	0.67	0.44	1.11	0.44	0.67	0.00
<i>To motion</i>	9	62	0.44	0.67	0.44	1.11	0.44	0.67	0.00
<i>From motion</i>	11	63	0.00	0.36	0.36	0.91	0.00	0.36	0.36
<i>From motion</i>	11	64	0.00	0.36	0.36	0.91	0.00	0.36	0.36
<i>From motion</i>	11	65	0.00	0.36	0.36	0.91	0.00	0.36	0.36
<i>From overproduction</i>	3	66	3.33	2.00	2.00	1.33	1.33	0.00	1.33
<i>From process</i>	7	67	0.86	0.57	0.57	0.86	0.00	1.43	0.57
<i>From defect</i>	8	68	0.75	0.75	1.25	0.50	0.25	0.00	0.50
Score (Sj)			54.00	53.33	56.33	52.00	42.00	29.00	43.00
Frequency (Fj)			57.00	63.00	68.00	57.00	42.00	37.00	51.00

5. Melakukan perhitungan dengan analisis jawaban dari WAQ dan menghitung jumlah skor dan frekuensi untuk mendapatkan bobot setiap jawaban. Tabel pembobotan *waste* berdasarkan WAQ dapat dilihat pada tabel 4.23.

Tabel 4.23 Pembobotan *Waste* Berdasarkan Bobot Jawaban WAQ

<i>Answer Weight</i>	No <i>Pertanyaan</i>	Bobot						
		Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
<i>Man</i>								
0.50	1	0.89	1.33	0.89	2.22	0.89	1.33	0.00
0.00	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	4	0.00	0.73	0.73	1.82	0.00	0.73	0.73
0.00	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	7	1.71	1.14	1.14	1.71	0.00	2.86	1.14
<i>Material</i>								
0.17	8	4.80	0.00	4.80	4.80	2.40	4.80	12.00
0.17	9	3.00	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	7.50
0.33	10	3.00	3.00	3.00	3.00	7.50	0.00	1.50
0.17	11	6.00	10.00	4.00	6.00	6.00	0.00	0.00
0.17	12	6.00	10.00	4.00	6.00	6.00	0.00	0.00
0.67	13	1.13	1.13	1.88	0.75	0.38	0.00	0.75
0.50	14	2.00	3.33	1.33	2.00	2.00	0.00	0.00
0.00	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.33	16	4.50	3.00	7.50	3.00	3.00	3.00	3.00
0.00	17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.33	20	1.50	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	3.75
0.33	21	0.00	1.09	1.09	2.73	0.00	1.09	1.09
0.17	22	6.00	6.00	6.00	6.00	15.00	0.00	3.00
0.00	23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.17	24	0.00	2.18	2.18	5.45	0.00	2.18	2.18
0.67	25	1.50	2.50	1.00	1.50	1.50	0.00	0.00
0.67	26	1.50	2.50	1.00	1.50	1.50	0.00	0.00
0.83	27	0.96	0.00	0.96	0.96	0.48	0.96	2.40
0.50	28	1.50	1.50	2.50	1.00	0.50	0.00	1.00
0.33	29	1.50	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	3.75
0.33	30	10.00	6.00	6.00	4.00	4.00	0.00	4.00
0.33	31	1.33	2.00	1.33	3.33	1.33	2.00	0.00

Lanjutan Tabel 4.23 Pembobotan *Waste* Berdasarkan Bobot Jawaban WAQ

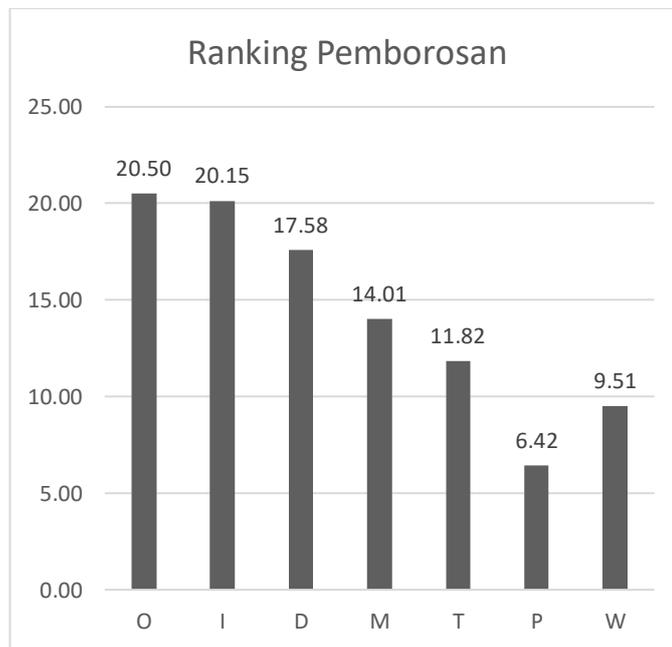
<i>Machine</i>								
0.33	32	2.57	1.71	1.71	2.57	0.00	4.29	1.71
0.33	33	2.40	0.00	2.40	2.40	1.20	2.40	6.00
0.00	34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.17	35	6.00	6.00	6.00	6.00	15.00	0.00	3.00
0.00	36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	37	3.33	2.00	2.00	1.33	1.33	0.00	1.33
0.67	38	0.75	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	1.88
0.33	39	1.50	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	3.75
0.17	40	9.00	6.00	15.00	6.00	6.00	6.00	6.00
0.83	41	0.60	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	1.50
0.17	42	2.67	4.00	2.67	6.67	2.67	4.00	0.00
0.17	43	5.14	3.43	3.43	5.14	0.00	8.57	3.43
<i>Method</i>								
0.33	44	4.00	6.00	2.00	0.00	10.00	0.00	0.00
0.17	45	0.00	2.18	2.18	5.45	0.00	2.18	2.18
0.00	46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.33	48	2.40	0.00	2.40	2.40	1.20	2.40	6.00
0.00	49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.33	55	2.57	1.71	1.71	2.57	0.00	4.29	1.71
0.00	56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.17	58	8.00	12.00	4.00	0.00	20.00	0.00	0.00
0.83	59	0.53	0.80	0.53	1.33	0.53	0.80	0.00
0.00	60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.83	61	0.53	0.80	0.53	1.33	0.53	0.80	0.00
0.00	62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.17	63	0.00	2.18	2.18	5.45	0.00	2.18	2.18
0.33	64	0.00	1.09	1.09	2.73	0.00	1.09	1.09
0.17	65	0.00	2.18	2.18	5.45	0.00	2.18	2.18
0.17	66	20.00	12.00	12.00	8.00	8.00	0.00	8.00
0.00	67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Score (sj)</i>		130.82	130.38	124.21	122.62	118.94	60.13	99.74
<i>Frequency (fj)</i>		36.00	39.00	43.00	35.00	26.00	22.00	31.00

6. Lakukan penilaian rekapitulasi berdasarkan hasil analisis WRM dan WAQ untuk memperoleh peringkat pemborosan yang paling tinggi dan berpengaruh pada produksi genteng PT. AH. Hasil perhitungan diberikan ranking dari yang paling tinggi hingga yang paling rendah untuk mengetahui pemborosan apa yang perlu dilakukan perbaikan. Tabel hasil rekapitulasi WRM dan WAQ dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Hasil Rekapitulasi WRM dan WAQ

<i>Waste</i>	O	I	D	M	T	P	W	TOTAL
<i>Score (Yj)</i>	1.53	1.51	1.39	1.45	1.75	1.23	1.41	10.28
<i>Pj Factor</i>	282.91	281.07	266.27	204.33	142.38	110.02	142.38	1429.36
<i>Final Result (Yj Final)</i>	432.89	425.34	371.26	295.86	249.62	135.64	200.76	2111.36
<i>Final Result (%)</i>	20.50	20.15	17.58	14.01	11.82	6.42	9.51	100.00
<i>Rank</i>	1	2	3	4	5	7	6	

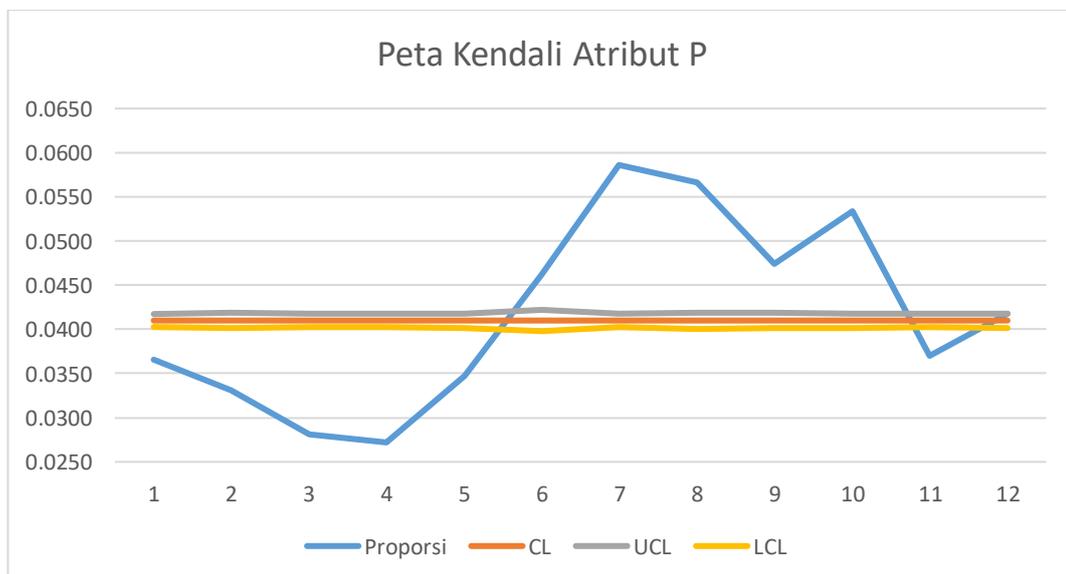
Berdasarkan hasil rekapitulasi diperoleh peringkat pemborosan dengan peringkat pertama yaitu *overproduction*, peringkat kedua yaitu *inventory*, dan peringkat ke 3 yaitu *defect*. Berdasarkan hasil di atas dibuat histogram peringkat pemborosan yang dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Histogram Peringkat Pemborosan

4.5.2.10 Peta Kendali Atribut

Peta kendali atribut yang digunakan untuk mengukur proporsi cacat dengan sampel pengamatan yang tidak berjumlah konstan adalah peta kendali P. Gambar peta kendali atribut P produk genteng dapat dilihat pada Gambar 4.11 berikut.



Gambar 4.11 Peta Kendali Atribut P Produk Genteng PT. AH

Dari grafik pada gambar 4.11 dapat dilihat bahwa dalam pelaksanaan proses produksi produk genteng masih banyak produk yang diluar batas kontrol atas (UCL) dan bawah (LCL) sehingga diperlukan perbaikan.

4.5.2.11 Perhitungan Kapabilitas Proses Atribut

Kapabilitas proses adalah kemampuan suatu proses untuk menghasilkan suatu produk/jasa yang sesuai dengan kebutuhan/syarat dari konsumen atau spesifikasi yang diharapkan. Perhitungan kapabilitas proses atribut dibagi menjadi kapabilitas proses (Cp) dan indeks kapabilitas proses (Cpk). Tabel perhitungan nilai Cp dan Cpk dapat dilihat pada Tabel 4.25 berikut.

Tabel 4.25 Perhitungan Nilai Cp dan Cpk

P rata-Rata	%p	Nilai a	Tabel Z	Cp
0.00417	4,17	0.97914	2.04	0,68
P rata-Rata	%p	Nilai a	Tabel Z	Cpk
0.00417	4,17	0.99021	2.34	0.78

Dari hasil perhitungan Cp dan Cpk di atas, proses produksi genteng yang dilakukan selama tahun 2018 memiliki kapabilitas proses yang baik dimana nilai Cp sebesar 0,68 lebih kecil daripada 1 ($Cp < 1,00$) dan nilai Cpk produksi genteng memiliki nilai 0,77 dimana nilai Cpk lebih kecil dari 1 ($Cpk < 1$) sehingga dapat dikatakan bahwa produk yang dihasilkan belum sesuai dengan keinginan konsumen sehingga perlu adanya perbaikan.

4.5.2.12 Perhitungan Nilai DPMO dan Tingkat Sigma

Berikut ini merupakan data produksi selama tahun 2018 beserta *opportunities* terjadinya cacat produk yang dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26 Data Produksi Tahun 2018

Tahun 2018			
Jenis Produk	Total Produksi (pcs)	Total Cacat (pcs)	<i>Opportunities</i>
Genteng	6142214	251836	5

Opportunities didapatkan dari 5 proses yaitu proses lorot, gosok, stapel, pengecatan, dan muat barang jadi. Perhitungan nilai DPMO dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Perhitungan DPMO dan Tingkat Sigma

Keterangan	Tahun 2018
Unit	6142214
<i>Opportunities</i>	5
<i>Defect</i>	251836
<i>Defect per Unit</i>	0.0410
<i>Total Opportunities</i>	30711070
<i>Defect per Opportunities</i>	0.0082
DPMO	8200.17
Tingkat Sigma	3.89

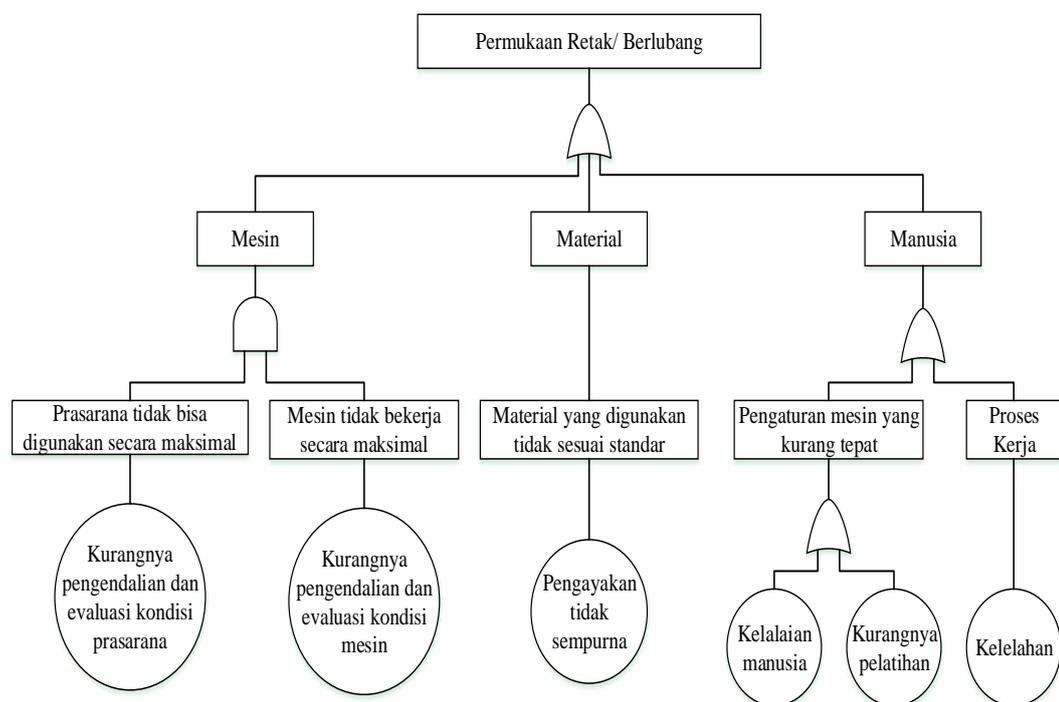
Berdasarkan perhitungan diatas dapat dilihat nilai sigma yang didapat untuk proses produksi genteng adalah 3.89 yang berarti tingkat sigma produksi genteng PT. AH adalah tingkat 3 dimana dalam 1 juta kesempatan masih memproduksi 8200 produk cacat.

4.5.3 Analyze

Pada tahap ini data-data yang didapatkan dan diolah selama proses *define* hingga *measure* di analisa untuk mencari penyebab terjadinya pemborosan. Metode yang digunakan dalam analisa ini adalah metode *fault tree analysis* dan metode 5W-1H. Hal ini dilakukan dengan menggunakan data hasil pengamatan langsung, berdiskusi dan wawancara dengan pihak perusahaan yang bersangkutan.

4.5.3.1 Fault Tree Analysis

Fault Tree Analysis merupakan teknik untuk mengidentifikasi kegagalan (*failure*) dari suatu sistem. FTA berorientasi pada fungsi atau yang lebih dikenal dengan “*top down approach*” karena analisa ini berawal dari sistem level (*top*) dan meneruskannya ke bawah (Priyanta,2000). Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara yang dilakukan dapat digambarkan penyebab terjadinya cacat pada proses produksi genteng dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 *Fault Tree Analysis* Permukaan Retak/ Berlubang

Dari hasil analisa diatas dapat dilihat bahwa cacat yang terjadi karena mesin disebabkan oleh kurangnya pengendalian dan evaluasi kondisi mesin dan kondisi prasarana yang tidak optimal. Cacat yang terjadi karena material disebabkan oleh pengayakan yang tidak sempurna. Cacat yang terjadi karena manusia disebabkan oleh kelalaian manusia, kurangnya pelatihan, dan kelelahan.

4.5.3.2 Metode 5W-1H

Metode 5W-1H ini digunakan untuk menganalisa terjadinya pemborosan secara keseluruhan dan mendetail untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai sumber penyebab terjadinya pemborosan yang terjadi dan dapat memberikan masukan untuk analisa perbaikan yang diperlukan oleh perusahaan. Metode 5W-1H sendiri terdiri dari pertanyaan pertanyaan mendasar seperti apa, mengapa, siapa, dimana, kapan, dan bagaimana. Berdasarkan hal tersebut dibuatlah analisa yang dapat dilihat pada Tabel 4.28 berikut.

Tabel 4.28 Analisa 5W-1H Pemborosan Pada Produk Genteng

Pemborosan (apa)	Penanggung jawab (siapa)	Sumber Pemborosan (dimana)	Kapan terjadi (kapan)	Mengapa Pemborosan terjadi (mengapa)			Usulan perbaikan (bagaimana)
Produk cacat	Kepala Produksi dan Kepala Kualitas	Lantai produksi	Proses lorot	Kelalaian pekerja	Pekerja kelelahan	Tidak ada tempat khusus peralatan	Memudahkan pekerjaan dengan membuat tempat penempatan spons
			Proses gosok	Kelalaian pekerja	Pekerja kelelahan	Permukaan genteng retak/berlubang	Usulan untuk menggunakan mesin pada proses gosok
			Stapel	Kelalaian pekerja	Pekerja kelelahan		Mengurangi produksi berlebih dan menyesuaikan jumlah pago
			Pengecatan	Pekerja kelelahan	Kesalahan setting mesin		Usulan untuk menggunakan sistem otomasi/ <i>material handling</i>
			Muat	Kelalaian pekerja	Pekerja kelelahan		Usulan untuk menggunakan <i>material handling</i>
			Proses Cetak	Kesalahan setting mesin	Kerusakan pada komponen mesin	Kurangnya pengendalian dan pengecekan kondisi mesin	Melakukan evaluasi terhadap kondisi mesin secara berkala dan melakukan <i>preventive maintenance</i>
Overproduction produk jadi	Kepala Produksi	Lantai produksi	Proses penyimpanan	Adanya safety stock karena proses produksi memerlukan waktu yang panjang			Membuat penjadwalan <i>material requirement planning</i>
Inventory produk jadi	Kepala Produksi	Lantai produksi	Proses penyimpanan	Keterlambatan pengiriman dan penumpukkan barang jadi akibat <i>overproduction</i>			Membuat penjadwalan <i>material requirement planning</i>

4.5.4 Improve

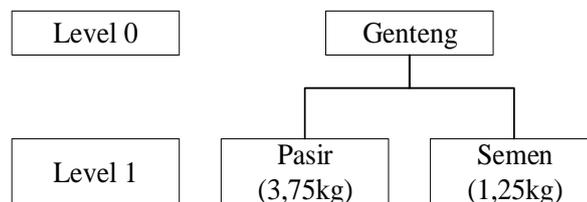
Berdasarkan hasil analisa pada tahap *measure* dan *analyze* diperoleh jenis waste yang terjadi pada PT. AH dan penyebab terjadinya pemborosan tersebut. Dari hasil WRM dan WAQ diperoleh pemborosan terbesar yaitu *overproduction* sebesar 20,50%, *inventory* sebesar 20,10%, dan *defect* sebesar 17,58%. Metode analisis yang digunakan adalah metode 5W-1H dan metode *Fault Tree Analysis* dimana berdasarkan hasil analisa tersebut dibuat usulan yang akan diberikan kepada pihak PT. AH untuk mengurangi penyebab pemborosan yang terjadi pada lini produksi genteng.

Berikut ini merupakan rancangan perbaikan yang diusulkan kepada pihak PT. AH berdasarkan permasalahan yang ditemukan terutama pada masalah *waste overproduction*, *inventory*, dan *defect*.

4.5.4.1 Usulan Penerapan *Material Requirement Planning*

Material Requirement Planning (MRP) adalah suatu teknik yang digunakan untuk perencanaan dan pengendalian item barang (komponen) yang tergantung (*dependent*) pada item ditingkat (*level*) yang lebih tinggi. Ada 3 inputan yang dibutuhkan untuk membangun sistem MRP tersebut yaitu: *Master Production Schedule* (MPS), *Bill Of Material* (BOM) dan Status Persediaan (*Inventory Master File*).

PT. AH tidak pernah melakukan perhitungan apapun untuk mengendalikan produksinya yang menyebabkan adanya pemborosan *overproduction* dan *inventory*. Dengan pembuatan MRP perusahaan dapat mengetahui seberapa banyak bahan baku yang perlu dibeli setiap bulannya sehingga dapat mengendalikan jumlah produksi untuk mengurangi pemborosan *overproduction* dan *inventory*. Berikut ini merupakan data bahan baku yang digunakan untuk memproduksi genteng dalam bentuk *bill of material* yang dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 *Bill Of Material* Genteng

Dalam perhitungan MRP diperlukan data mengenai biaya pesan, biaya simpan, dan biaya harga beli bahan baku. Untuk perincian biaya yang dikeluarkan perusahaan dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 Perincian Biaya yang Dikeluarkan Perusahaan

Perincian Biaya Pasir			Perincian Biaya Semen		
Keterangan	Unit	Biaya	Keterangan	Unit	Biaya
Harga Beli Bahan Baku Pasir	kg	Rp 180	Harga Beli Bahan Baku Pasir	kg	Rp 950
Biaya			Biaya		
Biaya Telepon		Rp 2,000	Biaya Telepon		Rp 2,000
Pesan			Pesan		
Biaya Bongkar Muat		Rp 48,000	Biaya Bongkar Muat		Rp 82,000
Biaya Simpan Pasir	kg	Rp 9	Biaya Simpan Pasir	kg	Rp 47

Master production schedule yang diperlukan untuk mengetahui jumlah *gross requirements* pada perhitungan MRP ini diambil dari hasil produksi selama tahun 2018 yang dapat dilihat pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Data Produksi Tahun 2018

Bulan	Total Produksi
Januari	658808
Februari	464676
Maret	572404
April	581845
Mei	527342
Juni	243695
July	557196

Agustus	422404
September	467736
Oktober	537966
November	589449
Desember	518692
Total	6142214

Perhitungan MRP untuk metode *Lot For Lot* dapat dilihat pada Tabel 4.31 dan 4.32, dan perhitungan MRP untuk metode *Economic Order Quantity* dapat dilihat pada Tabel 4.33 dan 4.34.

Tabel 4.31 Perhitungan Pasir Dengan Metode LFL

Item: Pasir	LT: 1	LLC: 1												
Lot Size: 1	PD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Gross requirements		494108	494108	494108	494108	494108	435634	435634	435634	435634	536629	536629	536629	536629
Scheduled receipts														
Projected on hand		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net requirements		494108	494108	494108	494108	494108	435634	435634	435634	435634	536629	536629	536629	536629
Planned order receipts		494108	494108	494107.5	494108	494108	435634	435634	435634	435634	536629	536629	536629	536629
Planned order releases	494108	494108	494108	494108	494108	435634	435634	435634	435634	536629	536629	536629	536629	436384
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Gross requirements	436384	436384	436384	436384	436384	494385	494385	494385	494385	228465	228465	228465	228465	522371
Scheduled receipts														
Projected on hand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net requirements	436384	436384	436384	436384	436384	494385	494385	494385	494385	228465	228465	228465	228465	522371
Planned order receipts	436384	436384	436384	436384	436384	494385	494385	494385	494385	228465	228465	228465	228465	522371
Planned order releases	436384	436384	436384	436384	494385	494385	494385	494385	228465	228465	228465	228465	522371	522371
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Gross requirements	522371	522371	522371	396004	396004	396004	396004	438503	438503	438503	438503	403474	403474	403474
Scheduled receipts														
Projected on hand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net requirements	522371	522371	522371	396004	396004	396004	396004	438503	438503	438503	438503	403474	403474	403474
Planned order receipts	522371	522371	522371	396004	396004	396004	396004	438503	438503	438503	438503	403474	403474	403474
Planned order releases	522371	522371	396004	396004	396004	396004	438503	438503	438503	403474	403474	403474	403474	403474
	42	43	44	45	45	47	48	49	50	51	52	Jumlah	Biaya	
Gross requirements	403474	403474	442088	442088	442088	442088	442088	486274	486274	486274	486274			
Scheduled receipts														
Projected on hand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Rp	-
Net requirements	403474	403474	442088	442088	442088	442088	442088	486274	486274	486274	486274			
Planned order receipts	403474	403474	442088	442088	442088	442088	442088	486274	486274	486274	486274	23033318	Rp	4,145,997,150
Planned order releases	403474	442088	442088	442088	442088	442088	486274	486274	486274	486274		52	Rp	2,600,000
												Total	Rp	4,148,597,150

Dari hasil tabel diatas dapat dilihat bahwa jumlah biaya yang dikeluarkan berjumlah Rp 4,148,597,150 yang terdiri dari 52 kali biaya pemesanan sebesar Rp 2,600,000 dan biaya pembelian bahan baku sebanyak 23033318kg sebesar Rp 4,145,997,150.

Tabel 4.32 Perhitungan Semen Dengan Metode LFL

Item: Semen	LT: 1	LLC: 1												
Lot Size: 1	PD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Gross requirements		164703	164703	164703	164703	164703	145211	145211	145211	145211	178876	178876	178876	178876
Scheduled receipts														
Projected on hand		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net requirements		164703	164703	164703	164703	164703	145211	145211	145211	145211	178876	178876	178876	178876
Planned order receipts		164703	164703	164702.5	164703	164703	145211	145211	145211	145211	178876	178876	178876	178876
Planned order releases	164703	164703	164703	164703	164703	145211	145211	145211	145211	178876	178876	178876	178876	145461
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Gross requirements	145461	145461	145461	145461	145461	164795	164795	164795	164795	76155	76155	76155	76155	174124
Scheduled receipts														
Projected on hand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net requirements	145461	145461	145461	145461	145461	164795	164795	164795	164795	76155	76155	76155	76155	174124
Planned order receipts	145461	145461	145461	145461	145461	164795	164795	164795	164795	76155	76155	76155	76155	174124
Planned order releases	145461	145461	145461	145461	164795	164795	164795	164795	76155	76155	76155	76155	174124	174124
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Gross requirements	174124	174124	174124	132001	132001	132001	132001	146168	146168	146168	146168	134491	134491	134491
Scheduled receipts														
Projected on hand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net requirements	174124	174124	174124	132001	132001	132001	132001	146168	146168	146168	146168	134491	134491	134491
Planned order receipts	174124	174124	174124	132001	132001	132001	132001	146168	146168	146168	146168	134491	134491	134491
Planned order releases	174124	174124	132001	132001	132001	132001	146168	146168	146168	146168	134491	134491	134491	134491
	42	43	44	45	45	47	48	49	50	51	52	Jumlah	Biaya	
Gross requirements	134491	134491	147363	147363	147363	147363	147363	162091	162091	162091	162091			
Scheduled receipts														
Projected on hand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Rp	-
Net requirements	134491	134491	147363	147363	147363	147363	147363	162091	162091	162091	162091			
Planned order receipts	134491	134491	147363	147363	147363	147363	147363	162091	162091	162091	162091	7677773	Rp	7,293,883,875
Planned order releases	134491	147363	147363	147363	147363	147363	162091	162091	162091	162091		52	Rp	4,368,000
												Total	Rp 7,298,251,875	

Dari hasil tabel diatas dapat dilihat bahwa jumlah biaya yang dikeluarkan berjumlah Rp 7,298,251,875 yang terdiri dari 52 kali biaya pemesanan sebesar Rp 4,368,000 dan biaya pembelian bahan baku sebanyak 7677773kg sebesar Rp 7,293,883,875.

Tabel 4.33 Perhitungan Pasir Dengan Metode EOQ

Item: Pasir	LT: 1	LLC: 1												
Lot Size: 1	PD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Gross requirements		494108	494108	494108	494108	494108	435634	435634	435634	435634	536629	536629	536629	536629
Scheduled receipts														
Projected on hand		11784	23567	35351	47134	58918	129175	199432	269689	339947	309209	278471	247733	216996
Net requirements		494108	482324	470541	458757	446974	376716	306459	236202	165945	196682	227420	258158	288896
Planned order receipts		505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891
Planned order releases	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Gross requirements	436384	436384	436384	436384	436384	494385	494385	494385	494385	228465	228465	228465	228465	522371
Scheduled receipts														
Projected on hand	286503	356010	425517	495025	58641	70147	81653	93159	104665	382091	153626	431052	202587	186107
Net requirements	219388	149881	80374	10867	-58641	435744	424238	412732	401226	123800	-153626	74839	-202587	319785
Planned order receipts	505891	505891	505891	505891	0	505891	505891	505891	505891	505891	0	505891	0	505891
Planned order releases	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891

Lanjutan Tabel 4.33 Perhitungan Pasir Dengan Metode EOQ

	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Gross requirements	522371	522371	522371	396004	396004	396004	396004	438503	438503	438503	438503	403474	403474	403474
Scheduled receipts														
Projected on hand	169626	153146	136666	246553	356440	466328	70324	137712	205101	272489	339878	442295	38821	141239
Net requirements	336265	352745	369225	259338	149451	39564	-70324	368179	300790	233402	166013	63596	-38821	364653
Planned order receipts	505891	505891	505891	505891	505891	505891	0	505891	505891	505891	505891	505891	0	505891
Planned order releases	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891
	42	43	44	45	45	47	48	49	50	51	52	Jumlah	Biaya	
Gross requirements	403474	403474	442088	442088	442088	442088	442088	486274	486274	486274	486274			
Scheduled receipts														
Projected on hand	243656	346073	409877	473680	537484	95396	159200	178817	198434	218051	237669	11769135	Rp	105,922,217
Net requirements	262235	159818	96015	32211	-31593	-95396	346692	327074	307457	287840	268223			
Planned order receipts	505891	505891	505891	505891	505891	0	505891	505891	505891	505891	505891	23270986	Rp	4,188,777,480
Planned order releases	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891	505891		46	Rp	2,300,000
												Total	Rp 4,296,999,697	

Dari hasil tabel diatas dapat dilihat bahwa jumlah biaya yang dikeluarkan berjumlah Rp 4,296,999,697 yang terdiri dari 46 kali biaya pemesanan sebesar Rp 2,300,000 biaya penyimpanan bahan baku sebanyak 11769135kg sebesar Rp 105,922,217 dan biaya pembelian bahan baku sebanyak 23270986kg sebesar Rp 4,188,777,480.

Tabel 4.34 Perhitungan Semen Dengan Metode EOQ

Item: Semen	LT: 1	LLC: 1													
Lot Size: 1	PD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Gross requirements		164703	164703	164703	164703	164703	145211	145211	145211	145211	178876	178876	178876	178876	
Scheduled receipts															
Projected on hand		960	1919	2879	3838	4798	25248	45699	66150	86601	73386	60172	46958	33744	
Net requirements		164703	163743	162784	161824	160865	140414	119963	99512	79062	92276	105490	118704	131919	
Planned order receipts		165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	
Planned order releases	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Gross requirements	145461	145461	145461	145461	145461	164795	164795	164795	164795	76155	76155	76155	76155	174124	
Scheduled receipts															
Projected on hand	53944	74145	94346	114547	134747	135614	136481	137348	138215	62060	151567	75412	164919	156458	
Net requirements	111718	91517	71316	51116	30915	30048	29181	28314	27447	-62060	14095	-75412	743	9205	
Planned order receipts	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	0	165662	0	165662	165662	
Planned order releases	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	
		28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Gross requirements	174124	174124	174124	132001	132001	132001	132001	132001	146168	146168	146168	146168	134491	134491	134491
Scheduled receipts															
Projected on hand	147996	139534	131072	164733	32732	66393	100053	119548	139042	158537	12369	43540	74711	105882	
Net requirements	17666	26128	34590	929	-32732	99270	65609	46114	26620	7125	-12369	122122	90951	59781	
Planned order receipts	165662	165662	165662	165662	0	165662	165662	165662	165662	165662	0	165662	165662	165662	
Planned order releases	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	
		42	43	44	45	45	47	48	49	50	51	52	Jumlah	Biaya	
Gross requirements	134491	134491	147363	147363	147363	147363	147363	162091	162091	162091	162091	162091			
Scheduled receipts															
Projected on hand	137052	2561	20861	39160	57460	75759	94059	97629	101200	104771	108342	4357147	Rp	204,785,897	
Net requirements	28610	-2561	144802	126502	108203	89903	71604	68033	64462	60891	57321				
Planned order receipts	165662	0	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	7786114	Rp	7,396,808,300	
Planned order releases		165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	165662	47	Rp	3,948,000	
													Total	Rp	7,605,542,197

Dari hasil tabel diatas dapat dilihat bahwa jumlah biaya yang dikeluarkan berjumlah Rp 7,605,542,197 yang terdiri dari 47 kali biaya pemesanan sebesar Rp 3,948,000 biaya penyimpanan bahan baku sebanyak 4357147kg sebesar Rp 204,785,897 dan biaya pembelian bahan baku sebanyak 7786114kg sebesar Rp 7,396,808,300.

Perhitungan pabrik selama ini tidak menggunakan metode apapun melainkan hanya melakukan pembelian bahan baku setiap bulan sebanyak 1000000kg untuk semen dan 3000000kg untuk pasir yang dapat dilihat pada Tabel 4.35 dan 4.36.

Tabel 4.35 Perhitungan Pasir Dengan Metode Perusahaan

Item:Pasir	LLC: 1	LT: 1													
Lot Size: 100	PD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jumlah	Biaya
Gross requirements		2470530	1742535	2146515	2181919	1977533	913856	2089485	1584015	1754010	2017373	2210434	1945095		
Scheduled receipts															
Projected on hand		529470	1786935	2640420	3458501	4480969	6567113	7477628	8893613	10139603	11122230	11911796	12966701	81974978	Rp 737,774,798
Net requirements		2470530	1213065	359580	-458501	-1480969	-3567113	-4477628	-5893613	-7139603	-8122230	-8911796	-9966701		
Planned order receipts		3000000	3000000	3000000	3000000	3000000	3000000	3000000	3000000	3000000	3000000	3000000	3000000	36000000	Rp 6,480,000,000
Planned order releases	3000000	3000000	3000000	3000000	3000000	3000000	3000000	3000000	3000000	3000000	3000000	3000000	3000000	12	Rp 600,000
														Total	Rp 7,218,374,798

Dari hasil tabel diatas dapat dilihat bahwa jumlah biaya yang dikeluarkan berjumlah Rp 7,218,374,798 yang terdiri dari 12 kali biaya pemesanan sebesar Rp 600,000 biaya

penyimpanan bahan baku sebanyak 81974978kg sebesar Rp 737,774,798 dan biaya pembelian bahan baku sebanyak 3600000kg sebesar Rp 6,480,000,000.

Tabel 4.36 Perhitungan Semen Dengan Metode Perusahaan

Item:Semen	LLC: 1	LT: 1														
Lot Size: 100	PD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jumlah	Biaya	
Gross requirements		823510	580845	715505	727306	659178	304619	696495	528005	584670	672458	736811	648365			
Scheduled receipts																
Projected on hand		176490	595645	880140	1152834	1493656	2189037	2492542	2964537	3379867	3707409	3970598	4322233	27324988	Rp 1.284.274.436	
Net requirements		823510	404355	119860	-152834	-493656	-1189037	-1492542	-1964537	-2379867	-2707409	-2970598	-3322233			
Planned order receipts		1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	12000000	Rp 11.400.000.000	
Planned order releases	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000		12	Rp 1.008.000	
														Total	Rp 12.685.282.436	

Dari hasil tabel diatas dapat dilihat bahwa jumlah biaya yang dikeluarkan berjumlah Rp 12,685,282,436 yang terdiri dari 12 kali biaya pemesanan sebesar Rp 1,008,000 biaya penyimpanan bahan baku sebanyak 27324988kg sebesar Rp 1,284,274,436 dan biaya pembelian bahan baku sebanyak 1200000kg sebesar Rp 11,400,000,000.

Dari data diatas dapat dibuat perbandingan antara metode LFL, metode EOQ, dan metode yang digunakan pabrik. Tabel perbandingan biaya yang dikeluarkan dapat dilihat pada Tabel 4.37.

Tabel 4.37 Perbandingan Total Biaya Persediaan

Bahan Baku	Total Biaya Persediaan		
	LFL	EOQ	Perusahaan
Pasir	Rp 4,148,597,150	Rp 4,296,999,697	Rp 7,218,374,798
Semen	Rp 7,298,251,875	Rp 7,605,542,197	Rp 12,685,282,436
Total	Rp 11,446,849,025	Rp 11,902,541,894	Rp 19,903,657,436

Berdasarkan hasil perbandingan pada tabel diatas dapat dilihat bahwa metode LFL memberikan biaya pengeluaran terkecil pada perhitungan MRP level 0 yaitu genteng, sehingga metode LFL layak digunakan pada perusahaan.

Pada penelitian ini dibuat juga software berbasis website untuk menghitung MRP berdasarkan metode EOQ dan LFL. Software ini dibuat dengan tujuan untuk mensistematiskan perhitungan MRP, dan memberikan dasar bagi pihak perusahaan bilamana nantinya akan menerapkan metode MRP dengan menggunakan aplikasi baik berupa aplikasi website maupun aplikasi dekstop. **Usulan Penerapan 5S**

Penerapan 5S dilakukan agar terciptanya budaya kerja yang baik dengan prinsip *kaizen* (perbaikan berkelanjutan) dan memudahkan pekerja PT. AH dalam bekerja sehingga menciptakan tempat kerja yang nyaman, aman, dan sehat. Usulan penerapan ini didapatkan dari hasil diskusi dengan pihak perusahaan seperti *manager quality control*, *manager lapangan*, *manager produksi*, dan karyawan yang bekerja baik di lapangan maupun *office*. Tabel usulan penerapan 5S dapat dilihat pada Tabel 4.38.

Tabel 4.38 Usulan Penerapan 5S

5S	Penjelasan	Usulan Perbaikan
Ringkas (<i>Seiri</i>)	Terdapat barang yang tidak diperlukan baik di area produksi maupun area <i>office</i>	Menentukan dan menempatkan barang-barang yang tidak diperlukan di area penempatan barang yang tidak digunakan
Rapi (<i>Seiton</i>)	Spons penyangga genteng pada pago berserakan	Membuat tempat khusus penempatan spons
Resik (<i>Seiso</i>)	Membersihkan peralatan, mesin, lingkungan pabrik yang kurang bersih dari sisa-sisa material, debu, dan kotoran	Membersihkan ayakan mesin ayak setiap hari setelah digunakan
Rawat (<i>Seiketsu</i>)	Belum ada pengecekan kondisi prasarana secara berkala	Membuat dan melakukan perawatan prasarana secara berkala
	Belum ada pengecekan kondisi mesin secara berkala	Membuat dan melakukan perawatan mesin secara berkala
Rajin (<i>Shitsuke</i>)	Kurangnya pengawasan dan pemeriksaan pada area produksi	Meningkatkan pengawasan dan pemeriksaan penerapan 5S pada area produksi

1. Tahap *Seiri*

Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap barang yang tidak diperlukan baik pada area office maupun area produksi. Contoh mengenai barang yang tidak diperlukan yang terdapat pada area produksi dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Baju yang Berserakan Pada Area Produksi

2. Tahap *Seiton*

Pada tahap ini dilakukan penataan barang yang berada di area produksi untuk memudahkan pekerja. Seperti spons yang tidak tertata rapih dan berserakan di area lantai produksi. Kondisi sebelum adanya tempat penempatan spons dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Spons Berserakan di Area Produksi

3. Tahap *Seiso*

Pada tahap ini dilakukan penjagaan kebersihan dan kerapihan baik mesin, peralatan, maupun lingkungan pabrik. Seperti melakukan pembersihan mesin ayak secara terjadwal.

4. Tahap *Seiketsu*

Tahap ini dilakukan untuk tetap menjaga kondisi operasi agar dapat berjalan dengan normal dan baik dan 5S dijalankan dengan baik juga. Seperti membuat dan melakukan jadwal perawatan mesin maupun prasarana yang ada. Berikut ini merupakan contoh kurangnya pengecekan kondisi prasarana yang dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Alat Pemadam Api yang Hilang

5. Tahap *Shitsuke*

Tahap ini dilakukan untuk mendukung efisiensi dan produktivitas kerja dengan membiasakan penerapan 5S oleh para pekerja untuk melaksanakannya. Untuk memastikan pelaksanaan 5S dapat dilakukan dengan pengawasan dan pemeriksaan penerapan 5S terutama pada area produksi.

4.5.5 *Control*

Pada tahap ini dilakukan implementasi yang telah dibuat dari hasil analisa dan usulan yang dibuat dari tahap *improve*. Usulan yang dilakukan pada tahap ini adalah penerapan pembuatan tempat peletakkan spons, pembuatan jadwal perawatan mesin, dan pembuatan daftar periksa kerusakan mesin.

4.5.5.1. Hasil Implementasi Usulan Perbaikan

Implementasi usulan perbaikan yang diberikan peneliti atas izin pihak perusahaan dilakukan mulai tanggal 3 July 2019. Adapun penerapan dan hasil dari setiap usulan yang diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Membuat form *checksheet* untuk kerusakan *part* pada mesin

Form ini dibuat agar perusahaan dapat mengidentifikasi bagian mesin yang rusak dan dapat digunakan sebagai data awal untuk melakukan perawatan mesin secara berkala. Tabel penerapan form *checkseet* untuk kerusakan *part* pada mesin cetak dapat dilihat pada Tabel 4.39.

Tabel 4.39 Checksheet Untuk Kerusakan Part Pada Mesin Cetak

PT. AH					
Checksheet Untuk Kerusakan Part Pada Mesin Cetak					
Bulan :	Tahun :		No. Mesin :		
Part Mesin	Waktu	Kondisi	Keterangan	Tanggung Jawab	Disetujui Oleh

2. Membuat jadwal perawatan pada mesin

Jadwal perawatan dilakukan agar kondisi mesin dapat bekerja secara optimal, dan mesin cetak terawat sehingga dapat mengurangi terjadinya cacat produk akibat mesin kondisi mesin yang kurang optimal. Tabel jadwal perawatan part pada mesin cetak dapat dilihat pada Tabel 4.40.

Tabel 4.40 Penjadwalan Perawatan Part Pada Mesin Cetak

PT. AH					
Penjadwalan Perawatan Part Pada Mesin Cetak					
Bulan :	Tahun :	No. Mesin :		Part Mesin :	
Waktu Mulai	Waktu Selesai	Kondisi	Keterangan	Tanggung Jawab	Disetujui Oleh

3. Membuat tempat penempatan spons

Tempat penempatan spons dibuat untuk memudahkan pekerja dalam mengambil spons yang digunakan tempat penempatan spons juga dapat memudahkan pekerja dalam memindahkan spons dari lini mesin cat ke bagian lorot, dan memudahkan perusahaan dalam mengendalikan persediaan spons yang ada. Gambar tempat penempatan spons dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Tempat Penempatan Spons

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dibuat, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisa WRM dan WAQ ditemukan 3 pemborosan terbesar yaitu *overproduction* sebesar 20,50%, *inventory* sebesar 20,10%, dan *defect* sebesar 17,53%.
2. Usulan pembuatan MRP untuk mengurangi adanya *inventory* dan *overproduction* dengan cara mengendalikan jumlah pembelian bahan baku dan jumlah produksi yang dilakukan yang didapat dari hasil perhitungan MRP.
3. Penerapan 5S dilakukan agar terciptanya budaya kerja yang baik dengan prinsip *kaizen* sehingga memudahkan pekerja PT. AH dalam bekerja sehingga menciptakan tempat kerja yang nyaman, dan pembuatan *checksheet* pada mesin terutama mesin cetak untuk mengurangi *downtime* mesin sehingga dapat mengurangi produk cacat yang ditimbulkan baik karena mesin cetak maupun karena manusia.
4. Berdasarkan hasil analisa MRP, metode *lot for lot* memberikan biaya pengeluaran terkecil sebesar Rp 11,446,849,025 dibandingkan metode *eoq* sebesar Rp 11,902,541,894 maupun metode perusahaan sebesar Rp 18,618,774,798. Sehingga metode *lot for lot* layak untuk digunakan.

5.2 Saran

Berikut adalah saran yang dapat diberikan oleh peneliti antara lain:

1. Usulan perbaikan yang telah diberikan dan diterapkan dapat dilakukan secara berkelanjutan dan didukung oleh seluruh pihak perusahaan sehingga dapat membawa pengaruh yang maksimal bagi perusahaan.
2. Usulan perbaikan yang belum dapat dilaksanakan dapat ditinjau lebih dalam lagi dan dirapatkan oleh pihak perusahaan sehingga usulan perbaikan yang dibuat oleh peneliti dapat menjadi pertimbangan dan pembelajaran untuk kemajuan perusahaan.
3. Usulan perbaikan aplikasi berbasis website perhitungan MRP untuk PT. AH dapat dikembangkan lagi sesuai kebutuhan dan kondisi yang ada.
4. Peneliti yang ingin melakukan penelitian pada PT. AH khususnya pabrik Purwakarta dapat melakukan penelitian berdasarkan penelitian ini sebagai acuan untuk menganalisa dan memberikan usulan perbaikan yang belum dapat dilakukan.
5. Peneliti yang ingin melakukan penelitian pada PT. AH khususnya pabrik Purwakarta dapat melakukan penelitian yang lebih dalam mengenai penerapan 5S pada pabrik

dikarenakan perlunya peningkatan kualitas pekerja dengan meninggalkan budaya lama yang kurang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, L. Laricha Solomon, dan V. Issabela Wijaya. Analisa Penerapan *Lean Six Sigma* Untuk Mengurangi *Non Value Added Time* dan Jumlah Produk Cacat Pada Produksi Set Kotak Bedak. *Jurnal Ilmiah PASTI*. Vol. 7, No. 1 (Desember 2013): 33-41.
- Ahmad, L. Laricha Salomon, dan Y. Kartika Sari. Implementasi *Lean Six Sigma* dan Usulan Perbaikan Untuk Meminimasi *Non Value Added* Pada Proses Produksi Kertas di PT. Pelita Cengkareng Paper. *Jurnal Kajian Teknologi*. (Januari 2016): 20-30.
- Akhmad Jakfar, Ilyas Masudin, Wahyu Eko Setiawan, Pengurangan *Waste* Menggunakan Pendekatan *Lean Manufacturing*. *JITI*. Vol. 13, No. 1, Juni 2014.
- Bass, Issa and Lawton. B. *Lean Six Sigma Using SigmaXL and Minitab*. United States of America: The McGraw-Hill Companies, 2009.
- Bettini, Riccardo., et.al. *The Lean Six Sigma Approach For Process Improvement: A Case Study In A High Quality Tuscany Winery*. *International Journal of Agricultural Engineering* .Vol 41, No. 4 (June 2012) : 1-8.
- Cynthia, Strategi Minimasi *Waste Defect* Pada Proses Produksi Plastik Dengan Menggunakan Pendekatan *Lean Six Sigma*. *Skripsi (Belum Dipublikasikan)*, Universitas Tarumanagara, 2018.
- Dewi, W. Rossaria, Nasir Widha Setyanto Ceria Farel Mada. Implementasi Metode *Lean Six Sigma* Sebagai Upaya Meminimasi *Waste* Pada PT. Prime Line International. *Jurnal Teknik Industri*. Vol. 1, No. 1 (Agustus 2012): 47-56.
- Faristy, A., Suseno. Peningkatan Produktivitas Perusahaan Degan Menggunakan Metode Six Sigma, Lean, dan Kaizen, *Jurnal Teknik Industri* Vol X No.2 (Mei 2015):103-116.
- Fogarty, Blackstone dan Hoffmann, 1991, *Production and Inventory Management*, South Western Publishing Co., Cincinnati.
- Gaspersz, Vincent. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2008.
- George, Michael. L. *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed*. United States of America: The McGraw-Hill Companies, 2002.
- Gultom, S dkk. Studi Pengendalian Mutu dengan Menggunakan Pendekatan *Lean Six Sigma* Pada PT XYZ. *Jurnal Teknik Industri*. Vol 3 no 2 (2013): 23-30. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.
- Hines, P and Rich, N. *The Seven Value Stream Mapping Tools*. *Internationals Journal of Operations & Production Management*. Vol. 17 (1997): 46-64.
- Imai, Masaaki., 1986, *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*, Random House Business Division.

- Juran, J. M., & Gryna, F. M. *Quality planning and analysis*. New York: McGraw-Hill, 1970.
- Kosasih, Wilson, D. Agusman, dan Fergio. Aplikasi *Lean Six Sigma* Untuk Mereduksi Pemborosan di Lini Produksi R223B (Studi Kasus: PT. A). *Jurnal Kajian Teknologi*. Vol. 9, No. 1 (Maret 2013): 49-65.
- Kosasih, Wilson, L. Laricha Solomon, dan S.Valensia. Analisa Efisiensi Dan Kualitas Proses Pengecatan *Part Plastik Cover Front Top Black* Tipe KWWX di PT. X Dengan Menggunakan Metodologi *Lean Six Sigma*. *Jurnal Teknik Industri*. Vol. 10, No. 1 (Februari 2017):1-16.
- Liker, Jeffrey. K dan M. David. *The Toyota Way 14 Prinsip Manajemen dari Perusahaan Manufaktur Terhebat di Dunia*. Jakarta: Erlangga, 2006.
- Martin, James. W. *Lean Six Sigma For Supply Chain Management*. United States of America: The McGraw-Hill Companies, 2007.
- Maryadi, Aldian. Minimasi *Waste* Proses Rekondisi Drum Besi Dengan Pendekatan *Lean Six Sigma* (Studi Kasus: PT. Mulya Adhi Paramita). *Skripsi (Belum Dipublikasikan)*, Universitas Tarumanagara, 2018.
- Modi, Denish.B., and H. Thakkar. *Lean Thinking: Reduction of Waste, Lead Time, Cost Through Lean Manufacturing Tools and Technique*. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. Vol. 4. Issue 3 (March 2014): 339-344.
- Montgomery, Douglas C. *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 1993.
- Muis, Saludin. *Metodologi 6 Sigma*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2011.
- Pambudi, Muhammad Kholil, dan Tri. Implementasi *Lean Six Sigma* Dalam Peningkatan Kualitas Dengan Mengurangi Produk Cacat *NG Drop* di Mesin *Final Test* Produk HL 4.8 di PT. SSI. *Jurnal Teknik Industri*. Vol. 8, No. 1 (Mei 2014): 14-29.
- Rawabdeh, I. A. *A Model For The Assessment of Waste in Job Shop Environments*. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol. 25, No. 8 (2005): 800-822.
- Ririyani, V., Moses Laksono Singgih. Peningkatan Efisiensi di PT Varia Usaha Beton Dengan Menerapkan *Lean Manufacturing*. Prosiding Studi MMT-ITS Surabaya Vol XXIII (2015): 1-8.
- Saryatmo, M. Agung, L. Laricha Salomon , dan R. Dayana. Strategi Minimasi *Waste* Aluminium Foil Pada Proses Pengemasan Susu Kental Manis Dengan Menggunakan Metode *Lean Six Sigma* (Studi Kasus: PT. X). *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*. Vol. 5, No. 17 (Januari 2016): 63-71.

- Sasikumar, Anand and Kumar, Kundan. *Value Stream Mapping in Manufacturing Company. International Journal of commerce, Business and Management*. Vol. 2 No. 2 (2013): 54-62
- Shella Hana Cahyani, Usulan Peramalan Permintaan Produk Boneka Menggunakan Artificial Neural Network dan Perancangan Sistem Informasi Persediaan Bahan Baku Pada PT. Jaya Makmur Indonesia. *Skripsi (Belum Dipublikasikan)*, Universitas Tarumanagara, 2018.
- Shilviana. Analisis Pengurangan *Non Value Added Time* dan Jumlah *Defect* Pada produksi *Printed Container* Dengan Pendekatan Metodologi *Lean Six Sigma* Pada *Plant A* PT. Tansri Gani. *Skripsi (Belum Dipublikasikan)*, Universitas Tarumanagara, 2017.
- Stamatis, D. H. *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*. United States of America: American Society for Quality (ASQ), 2003.
- T. Hani Handoko. *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta: BPFE, 2011.
- Wilson, Lonnie. *How to Implement Lean Manufacturing*. United States of America: The McGraw-Hill Companies, 1976.
- Womack, James P., and Daniel T. Jones. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon & Scuster, 1996.
- Yoseph, Peningkatan Produktivitas dan Kualitas Pada Lini Produksi Drum Menggunakan Pendekatan Metode Lean Six Sigma (Studi Kasus PT. Pelangi Indah Canindo, Tbk). *Skripsi (Belum Dipublikasikan)*, Universitas Tarumanagara, 2018.
- <https://sites.google.com/site/operasiproduksi/perencanaan-kebutuhan-bahan> (dapat diakses pada tanggal 25 April 2019, pukul 20.00 WIB)

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Kuesioner WRM (*Waste Relationship Matrix*)

Kuesioner WRM (*Waste Relationship Matrix*) untuk Divisi Produksi Genteng

DATA PRIBADI RESPONDEN

Nama :

Jenis Kelamin :

Laki-laki

Perempuan

Departemen :

Produksi

Quality Assurance

Production Planning Inventory Control (PPIC)

Maintenance

Warehouse and Inventory (WHD)

Lainnya

Jabatan :

Lama Bekerja :

Berikut ini merupakan kuesioner untuk menganalisa kriteria pengukuran dengan menggambarkan hubungan nyata antara *waste* yang terjadi pada produksi *metal drum*. Kuesioner ini dibagi menjadi 7 bagian, yaitu *overproduction*, *motion*, *defect*, *waiting*, *transportation*, *process*, dan *inventory*. Dimohon ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi jawaban kuesioner tersebut dengan cara:

1. Memilih jawaban a,b, atau c pada nomor 1- 4 dan 6 dengan cara memberi angka 7 untuk bagian ppic, 8 untuk bagian produksi, 9 untuk bagian quality dikolom jawaban
2. Memilih jawaban a,b,c,d,e,f, atau g pada nomor 5 dengan cara memberi angka 7 untuk bagian ppic, 8 untuk bagian produksi, 9 untuk bagian quality dikolom jawab.

BAGIAN 1 : OVERPRODUCTION

Overproduction (i) _ Inventory (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>overproduction</i> menghasilkan <i>inventory</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>overproduction</i> dan <i>inventory</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>inventory</i> karena <i>overproduction</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>overproduction</i> terhadap <i>inventory</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>overproduction</i> terhadap <i>inventory</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>overproduction</i> terhadap <i>inventory</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Overproduction (i) _ Defect (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>overproduction</i> menghasilkan <i>defect</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>overproduction</i> dan <i>defect</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>defect</i> karena <i>overproduction</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>overproduction</i> terhadap <i>defect</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>overproduction</i> terhadap <i>defect</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>overproduction</i> terhadap <i>defect</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Overproduction (i) _ Motion (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>overproduction</i> menghasilkan <i>motion</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>overproduction</i> dan <i>motion</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>motion</i> karena <i>overproduction</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>overproduction</i> terhadap <i>motion</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0

5.	Dampak <i>overproduction</i> terhadap <i>motion</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>overproduction</i> terhadap <i>motion</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Overproduction (i) _ Transportation (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>overproduction</i> menghasilkan <i>transportation</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>overproduction</i> dan <i>transportation</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>transportation</i> karena <i>overproduction</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>overproduction</i> terhadap <i>transportation</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>overproduction</i> terhadap <i>transportation</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>overproduction</i> terhadap <i>transportation</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Overproduction (i) _ Waiting (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>overproduction</i> menghasilkan <i>waiting</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>overproduction</i> dan <i>waiting</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>waiting</i> karena <i>overproduction</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>overproduction</i> terhadap <i>waiting</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>overproduction</i> terhadap <i>waiting</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>overproduction</i> terhadap <i>waiting</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

BAGIAN 2 : INVENTORY

Inventory (i) _ Overproduction (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>inventory</i> menghasilkan <i>overproduction</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>inventory</i> dan <i>overproduction</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>overproduction</i> karena <i>inventory</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0

4.	Menghilangkan dampak <i>inventory</i> terhadap <i>overproduction</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>inventory</i> terhadap <i>overproduction</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>inventory</i> terhadap <i>overproduction</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Inventory (i) _ Defect (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>inventory</i> menghasilkan <i>defect</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>inventory</i> dan <i>defect</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>defect</i> karena <i>inventory</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>inventory</i> terhadap <i>defect</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>inventory</i> terhadap <i>defect</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>inventory</i> terhadap <i>defect</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Inventory (i) _ Motion (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>inventory</i> menghasilkan <i>motion</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>inventory</i> dan <i>motion</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>motion</i> karena <i>inventory</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>inventory</i> terhadap <i>motion</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>inventory</i> terhadap <i>motion</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>inventory</i> terhadap <i>motion</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Inventory (i) _ Transportation (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>inventory</i> menghasilkan <i>transportation</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>inventory</i> dan <i>transportation</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>transportation</i> karena <i>inventory</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>inventory</i> terhadap <i>transportation</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0

5.	Dampak <i>inventory</i> terhadap <i>transportation</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya <i>c. Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas <i>e. Kualitas dan lead time</i> <i>f. Produktivitas dan lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>inventory</i> terhadap <i>transportation</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

BAGIAN 3 : DEFECT

Defect (i) _ Overproduction (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>defect</i> menghasilkan <i>overproduction</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>defect</i> dan <i>overproduction</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>overproduction</i> karena <i>defect</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>defect</i> terhadap <i>overproduction</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>defect</i> terhadap <i>overproduction</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya <i>c. Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas <i>e. Kualitas dan lead time</i> <i>f. Produktivitas dan lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>defect</i> terhadap <i>overproduction</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Defect (i) _ Inventory (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>defect</i> menghasilkan <i>inventory</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>defect</i> dan <i>inventory</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>inventory</i> karena <i>defect</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>defect</i> terhadap <i>inventory</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>defect</i> terhadap <i>inventory</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>defect</i> terhadap <i>inventory</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Defect (i) _ Motion (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>defect</i> menghasilkan <i>motion</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>defect</i> dan <i>motion</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>motion</i> karena <i>defect</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>defect</i> terhadap <i>motion</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0

5.	Dampak <i>defect</i> terhadap <i>motion</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>defect</i> terhadap <i>motion</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Defect (i) _ Transportation (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>defect</i> menghasilkan <i>transportation</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>defect</i> dan <i>transportation</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>transportation</i> karena <i>defect</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>defect</i> terhadap <i>transportation</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>defect</i> terhadap <i>transportation</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>defect</i> terhadap <i>transportation</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Defect (i) _ Waiting (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>defect</i> menghasilkan <i>waiting</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>defect</i> dan <i>waiting</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>waiting</i> karena <i>defect</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>defect</i> terhadap <i>waiting</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>defect</i> terhadap <i>waiting</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>defect</i> terhadap <i>waiting</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

BAGIAN 4 : MOTION

Motion (i) _ Inventory (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>motion</i> menghasilkan <i>inventory</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>motion</i> dan <i>inventory</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>inventory</i> karena <i>motion</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0

4.	Menghilangkan dampak <i>motion</i> terhadap <i>inventory</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>motion</i> terhadap <i>inventory</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>motion</i> terhadap <i>inventory</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Motion (i) _ Defect (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>motion</i> menghasilkan <i>defect</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>motion</i> dan <i>defect</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>defect</i> karena <i>motion</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>motion</i> terhadap <i>defect</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>motion</i> terhadap <i>defect</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>motion</i> terhadap <i>defect</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Motion (i) _ Process (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>motion</i> menghasilkan <i>process</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>motion</i> dan <i>process</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>process</i> karena <i>motion</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>motion</i> terhadap <i>process</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>motion</i> terhadap <i>process</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>motion</i> terhadap <i>process</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Motion (i) _ Waiting (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>motion</i> menghasilkan <i>waiting</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>motion</i> dan <i>waiting</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>waiting</i> karena <i>motion</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>motion</i> terhadap <i>waiting</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0

5.	Dampak <i>motion</i> terhadap <i>waiting</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>motion</i> terhadap <i>waiting</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

BAGIAN 5: TRANSPORTATION

Transportation (i) _ Overproduction (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>transportation</i> menghasilkan <i>overproduction</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>transportation</i> dan <i>overproduction</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>overproduction</i> karena <i>transportation</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>transportation</i> terhadap <i>overproduction</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>transportation</i> terhadap <i>overproduction</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>transportation</i> terhadap <i>overproduction</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Transportation (i) _ Inventory (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>transportation</i> menghasilkan <i>inventory</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>transportation</i> dan <i>inventory</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>inventory</i> karena <i>transportation</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>transportation</i> terhadap <i>inventory</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>transportation</i> terhadap <i>inventory</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>transportation</i> terhadap <i>inventory</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Transportation (i) _ Defect (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>transportation</i> menghasilkan <i>defect</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>transportation</i> dan <i>defect</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>defect</i> karena <i>transportation</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0

4.	Menghilangkan dampak <i>transportation</i> terhadap <i>defect</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>transportation</i> terhadap <i>defect</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>transportation</i> terhadap <i>defect</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Transportation (i) _ Motion (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>transportation</i> menghasilkan <i>motion</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>transportation</i> dan <i>motion</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>motion</i> karena <i>transportation</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>transportation</i> terhadap <i>motion</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>transportation</i> terhadap <i>motion</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>transportation</i> terhadap <i>motion</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Transportation (i) _ Waiting (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>transportation</i> menghasilkan <i>waiting</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>transportation</i> dan <i>waiting</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>waiting</i> karena <i>transportation</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>transportation</i> terhadap <i>waiting</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>transportation</i> terhadap <i>waiting</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>transportation</i> terhadap <i>waiting</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

BAGIAN 6 : PROCESS

Process (i) _ Overproduction (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>process</i> menghasilkan <i>overproduction</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>process</i> dan <i>overproduction</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>overproduction</i> karena <i>process</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0

4.	Menghilangkan dampak <i>process</i> terhadap <i>overproduction</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>process</i> terhadap <i>overproduction</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>process</i> terhadap <i>overproduction</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Process (i) _ Inventory (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>process</i> menghasilkan <i>inventory</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>process</i> dan <i>inventory</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>inventory</i> karena <i>process</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>process</i> terhadap <i>inventory</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>process</i> terhadap <i>inventory</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>process</i> terhadap <i>inventory</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Process (i) _ Defect (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>process</i> menghasilkan <i>defect</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>process</i> dan <i>defect</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>defect</i> karena <i>process</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>process</i> terhadap <i>defect</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>process</i> terhadap <i>defect</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>process</i> terhadap <i>defect</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Process (i) _ Motion (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>process</i> menghasilkan <i>motion</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>process</i> dan <i>motion</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>motion</i> karena <i>process</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>process</i> terhadap <i>motion</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0

5.	Dampak <i>process</i> terhadap <i>motion</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>process</i> terhadap <i>motion</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Process (i) _ Waiting (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>process</i> menghasilkan <i>waiting</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>process</i> dan <i>waiting</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>waiting</i> karena <i>process</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>process</i> terhadap <i>waiting</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>process</i> terhadap <i>waiting</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>process</i> terhadap <i>waiting</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

BAGIAN 7 : WAITING**Waiting (i) _ Overproduction (j)**

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>waiting</i> menghasilkan <i>overproduction</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>waiting</i> dan <i>overproduction</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>overproduction</i> karena <i>waiting</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>waiting</i> terhadap <i>overproduction</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>waiting</i> terhadap <i>overproduction</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>waiting</i> terhadap <i>overproduction</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Waiting (i) _ Inventory (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>waiting</i> menghasilkan <i>inventory</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>waiting</i> dan <i>inventory</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>inventory</i> karena <i>waiting</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0

4.	Menghilangkan dampak <i>waiting</i> terhadap <i>inventory</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>waiting</i> terhadap <i>inventory</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>waiting</i> terhadap <i>inventory</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

Waiting (i) _ Defect (j)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>waiting</i> menghasilkan <i>defect</i> ?	a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>waiting</i> dan <i>defect</i> ?	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3.	Dampak terhadap <i>defect</i> karena <i>waiting</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4.	Menghilangkan dampak <i>waiting</i> terhadap <i>defect</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5.	Dampak <i>waiting</i> terhadap <i>defect</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6.	Sebesar apa dampak <i>waiting</i> terhadap <i>defect</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0
Total Skor			

LAMPIRAN 2 Kuesioner WAQ (*Waste Assessment Questionnaire*)

Kuesioner WAQ (*Waste Assessment Questionnaire*) untuk Divisi Produksi Genteng

DATA PRIBADI RESPONDEN

Nama :

Jenis Kelamin :

Laki-laki

Perempuan

Departemen :

Produksi

Quality Assurance

Production Planning Inventory Control (PPIC)

Maintenance

Warehouse and Inventory (WHD)

Lainnya

Jabatan :

Lama Bekerja :

Berikut ini merupakan kuesioner untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan setiap pemborosan (*waste*) yang terjadi pada lini produksi drum. Kuesioner dibagi menjadi 4 kategori yaitu berdasarkan *man*, *method*, *material*, dan *machine*. Dimohon ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi jawaban kuesioner tersebut dengan cara:

1. Setiap pertanyaan memiliki 3 pilihan jawaban yaitu "Ya", "Sedang" dan "Tidak".
2. Memberikan angka 7 untuk bagian ppic, 8 untuk bagian produksi, 9 untuk bagian quality dikolom jawaban sesuai kondisi yang ada di lantai produksi saat ini

No	Aspek dan Daftar Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Kategori	Jawaban		
				Ya	Sedang	Tidak
Kategori Man						
1	Apakah pihak manajemen sering melakukan rolling atau pemindahan operator untuk semua pekerjaan sehingga satu jenis pekerjaan bisa dilakukan oleh semua operator?	<i>To motion</i>	B			
2	Apakah manajer produksi menetapkan standar untuk waktu dan kualitas produk (SOP) yang ditargetkan dalam produksi?	<i>From motion</i>	B			
3	Apakah ada pengawasan kualitas pekerjaan pada saat	<i>From defect</i>	B			
4	Apakah ada aktivitas atau kegiatan untuk meningkatkan semangat kerja?	<i>From motion</i>	B			
5	Apakah ada program pelatihan untuk karyawan baru?	<i>From motion</i>	B			
6	Apakah pekerja menanamkan rasa tanggung jawab terhadap pekerjaannya?	<i>From defect</i>	B			
7	Apakah alat perlindungan keselamatan kerja sudah dimanfaatkan di area kerja?	<i>From process</i>	B			
Kategori Material						
8	Apakah lead time dari supplier (termasuk dari proses sebelumnya) bisa diterapkan untuk penjadwalan produksi?	<i>To waiting</i>	B			
9	Apakah sudah terdapat pengecekan jadwal untuk ketersediaan bahan baku (termasuk WIP dari proses sebelumnya) sebelum memulai proses produksi?	<i>From waiting</i>	B			
10	Apakah bahan baku diambil dalam sekali proses	<i>From</i>	B			
11	Apakah pihak manajemen rutin memberikan pemberitahuan atau laporan mengenai aktivitas penyimpanan barang (termasuk stok) di gudang?	<i>From inventory</i>	B			
12	Apakah ada pemberitahuan kepada pekerja di gudang jika terdapat perubahan rencana simpanan atau inventori?	<i>From inventory</i>	B			
13	Apakah terdapat akumulasi material yang berlebih yang menunggu untuk diperbaiki, dikerjakan ulang, atau dikembalikan (retur) dari proses setelahnya (termasuk dari konsumen)?	<i>From defect</i>	A			
14	Apakah terdapat tumpukan bahan baku yang tidak diperlukan di sekitar area tumpukan bahan baku (termasuk di gudang)?	<i>From Inventory</i>	A			
15	Apakah tenaga kerja produksi harus menunggu di area produksi untuk menunggu kedatangan material?	<i>From waiting</i>	A			
16	Apakah sering terjadi pemindahan material dari yang biasa dilakukan?	<i>To defect</i>	A			
17	Apakah sering terjadi kerusakan material ketika proses pemindahan?	<i>From defect</i>	A			
18	Apakah barang di area simpanan sementara (area WIP) tercampur dengan material yang sedang digunakan atau produk jadi yang akan dipindahkan ke proses berikutnya?	<i>From transportation</i>	A			
19	Apakah bongkar muat material atau bahan baku ditangani secara manual?	<i>To motion</i>	A			
20	Apakah digunakan wadah sebelum proses pengemasan untuk mempermudah proses perhitungan jumlah dan memudahkan untuk perpindahan barang?	<i>From waiting</i>	B			
21	Apakah barang atau bahan baku yang sejenis disimpan dalam satu area untuk memudahkan dan mengurangi waktu yang diperlukan dalam proses pencarian?	<i>From motion</i>	B			
22	Apakah tersedia wadah besar yang mudah dibawa untuk menghindari perulangan pemindahan barang atau bahan baku dengan wadah yang kecil?	<i>From transportation</i>	B			

23	Apakah ada pengecekan material atau bahan baku yang diterima untuk mengetahui kesesuaian standar kualitas dan kuantitas barang?	<i>From defect</i>	B			
24	Apakah material atau barang diberi label untuk mempermudah identifikasi?	<i>From motion</i>	B			
25	Apakah pekerja menyimpan barang yang masih dalam proses (WIP) di area proses produksi?	<i>From inventory</i>	A			
26	Apakah dilakukan pemesanan baku dan menyimpan dalam gudang persediaan, meskipun tidak diperlukan segera?	<i>From inventory</i>	A			
27	Apakah ada kelonggaran waktu untuk barang yang masih dalam proses (WIP) sebelum diproses selanjutnya?	<i>To waiting</i>	B			
28	Apakah ada proses pengerjaan ulang untuk ukuran/ berat/ bentuk/ warna produk yang tidak sesuai?	<i>From defect</i>	A			
29	Apakah bahan baku tiba tepat waktu ketika dibutuhkan?	<i>From waiting</i>	B			
30	Apakah terdapat penumpukan bahan baku (termasuk kumbu) di dalam gudang penyimpanan yang tidak memiliki customer yang dijadwalkan?	<i>From overproduction</i>	A			
31	Apakah bahan baku dan peralatan disimpan dengan baik?	<i>To motion</i>	B			
Kategori Machine						
32	Apakah ada pengujian terhadap efisiensi mesin yang dilakukan secara berkala?	<i>From process</i>	B			
33	Apakah beban kerja tiap mesin dapat diperkirakan dengan jelas ?	<i>To waiting</i>	B			
34	Setelah mesin dipasang, apakah ada pengujian jika mesin sudah bekerja menurut spesifikasinya?	<i>From process</i>	B			
35	Apakah kapasitas alat pemindah barang atau <i>material handling</i> sudah cukup untuk membawa barang yang paling berat?	<i>From transportation</i>	B			
36	Jika menggunakan alat pemindah barang atau bahan baku, apakah jumlah material yang dibawa sudah cukup?	<i>To motion</i>	B			
37	Apakah ada kebijakan manajemen untuk memproduksi lebih dari yang dibutuhkan dalam rangka untuk memaksimalkan kapasitas dan penggunaan mesin?	<i>From overproduction</i>	A			
38	Apakah mesin sering berhenti karena gangguan mekanis?	<i>From waiting</i>	A			
39	Apakah alat-alat yang diperlukan sudah tersedia dan cukup untuk proses produksi tiap bagian?	<i>From waiting</i>	B			
40	Apakah peralatan <i>material handling</i> beresiko terhadap kerusakan produk?	<i>To defect</i>	A			
41	Apakah waktu <i>setup</i> yang lama bisa menyebabkan penundaan terhadap aliran operasi?	<i>From waiting</i>	A			
42	Apakah masih terdapat alat-alat yang sudah rusak atau tidak terpakai di area kerja?	<i>To motion</i>	A			
43	Apakah ada pertimbangan untuk mengurangi waktu <i>setup</i> mesin dengan menyesuaikan penjadwalan dan desain?	<i>From process</i>	B			
Kategori Method						
44	Apakah luas area penyimpanan sudah cukup, agar tidak terjadi hambatan dalam proses?	<i>To transportation</i>	B			
45	Apakah ada penomoran atau pelabelan dalam pengambilan material agar memudahkan dalam mengambil dan menyimpan bahan baku?	<i>From motion</i>	B			
46	Apakah ruang penyimpanan digunakan secara efektif untuk menyimpan dengan bantuan rak-rak dan troli?	<i>From waiting</i>	B			
47	Apakah ada pembagian area gudang, area aktif untuk order yang paling sering dan area cadangan untuk orderan yang lainnya?	<i>To motion</i>	B			
48	Apakah waktu produksi disesuaikan dengan jumlah kebutuhan dan order pelanggan?	<i>To waiting</i>	B			

49	Apakah jadwal produksi dikomunikasikan ke semua bagian sehingga isi jadwal dipahami secara luas?	<i>To defect</i>	B			
50	Apakah ada pembuatan standar produksi atau SOP penggunaan mesin dalam melakukan proses produksi?	<i>From motion</i>	B			
51	Apakah sudah ada sistem <i>Quality Control</i> untuk tiap departemen untuk menjamin kualitas?	<i>From defect</i>	B			
52	Apakah ada waktu standar yang ditetapkan untuk setiap operasi atau pekerjaan?	<i>From motion</i>	B			
53	Jika terjadi <i>delay</i> atau keterlambatan, apakah <i>delay</i> tersebut dikomunikasikan ke semua bagian?	<i>To waiting</i>	B			
54	Apakah ada peraturan jadwal untuk kebutuhan tiap jenis produk sehingga tidak perlu ada pengulangan <i>setting</i> mesin untuk memproduksi ulang produk yang sama?	<i>From process</i>	B			
55	Apakah memungkinkan untuk menggabungkan langkah-langkah proses pengerjaan menjadi lebih sederhana?	<i>From process</i>	B			
56	Apakah ada prosedur untuk pemeriksaan atau inspeksi terhadap produk yang dikembalikan?	<i>To defect</i>	B			
57	Apakah arsip inventori digunakan untuk menentukan pembelian bahan baku dan menjadwalkan produksi?	<i>From inventory</i>	B			
58	Apakah gang-gang selalu dibersihkan dan dirapikan dengan baik?	<i>To transportation</i>	B			
59	Apakah area penyimpanan diberi tanda dan label di bagian-bagian tertentu?	<i>To motion</i>	A			
60	Apakah luas gang cukup untuk pergerakan transportasi dengan bebas?	<i>To transportation</i>	B			
61	Apakah terjadi penyimpanan material yang tidak seharusnya disimpan di area gudang?	<i>To motion</i>	B			
62	Apakah ada jadwal rutin untuk membersihkan area produksi secara keseluruhan?	<i>To motion</i>	B			
63	Apakah aliran produksi mengalir ke satu arah?	<i>From motion</i>	B			
64	Apakah ada manajemen yang menangani desain, resep dan standardisasi waktu pengerjaan?	<i>From motion</i>	B			
65	Apakah standar kerja mempunyai tujuan yang jelas dan spesifik?	<i>From motion</i>	B			
66	Apakah ketidakseimbangan kerja dapat diperkirakan?	<i>From overproduction</i>	B			
67	Apakah prosedur kerja yang sudah ada mampu menghilangkan pekerjaan yang tidak perlu atau berlebihan?	<i>From process</i>	B			
68	Apakah hasil <i>quality control</i> , uji produk, dan evaluasi dilakukan dengan ilmu keteknikan?	<i>From defect</i>	B			

Lampiran 3: Ketua Peneliti

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Curriculum Vitae



I. Data Pribadi

1. Nama : Ahmad, ST., M.T., IPM
2. Tempat dan Tgl Lahir : Bima, 1 November 1970
3. Jenis Kelamin : Laki-laki
4. Agama : Islam
5. Status Pernikahan : Kawin
6. Warga Negara : Indonesia
7. Alamat Rumah : Jln. Wibawa Mukti II, Jati Asih , Bekasi 17425
8. Instansi / Perusahaan : Universitas Tarumanagara
9. Jabatan : Dosen
10. Alamat Kantor : Jl. S. Parman No. 1 Grogol
Jakarta Barat 11440
11. Telepon Kantor / HP : 021-5638357 / 5663124
12. Mobile : 081932323930
13. Fax : 021- 5638358
14. E-mail : Ahmad@ft.untar.ac.id

II. Data Pendidikan Formal

Tahun Lulus	Universitas, Kota, Negara	Jurusan	Jenjang Pendidikan	Judul Tugas Akhir/ Skripsi/ Tesis/ Disertasi
1996	Universitas Islam Indonesia (UII) Yogyakarta	Teknik Industri	S1	Analisis Keputusan Penggantian Komponen yang Meminimumkan <i>Down Time</i> dalam Penentuan Persediaaan Komponen Mesin Spinning Di PT. Patal Secang Magelang Jawa Tengah
2001	Universitas Indonesia	Teknik Mesin	S2	Perancangan dan Pengembangan Produk Kursi Ergonomis untuk Penjahit di Perusahaan Konveksi PT. Gen HUT Jakarta Timur



III. Organisasi

Periode			Nama Organisasi / Kota/Negara	Posisi
2011	-	Sekarang	Sebagai Anggota Ikatan Sarjana Teknik dan Manajemen Industri/ISTMI	Anggota
2011	-	Sekarang	Dewan Pembina Yayasan	Ketua
2013	-	Sekarang	Anggota Komite Sekolah	Wakil ketua
2020	-	Sekarang	Himpunan ergonomi Indonesia	Anggota
2021	-	2025	Pengurus pusat ISTMI	Anggota bidang IV

IV. Penghargaan

Bulan/Tahun	Nama Penghargaan	Lembaga / Instansi
2009-sekarang	Koordinator Praktikum Sisprod	FT. Univ. Tarumanagara
2009	Sebagai Pembimbing Lomba <i>Product Design</i> se – DKI Jakarta, Juara II	Pemda DKI
2009 – 2012	Sebagai Pengelola Jurnal Teknik Industri	Prodi Teknik Industri, Univ. Tarumanagara
2011	Anggota Tim ISO Fakultas Teknik Univ Tarumanagara	FT. Univ. Tarumanagara
2011	Moderator Lomba LKIM 2011 Univ Tarumanagara	FT. Univ. Tarumanagara
28/08/2012	Koordinator Praktikum SISPROD	Prodi Teknik Industri, Univ. Tarumanagara
2013	Sebagai Pembimbing pada Lomba Karya Ilmiah Mahasiswa (LKIM) XIII 2015, juara II	FT. Univ. Tarumanagara
2015	Sebagai Moderator pada Lomba Karya Ilmiah Mahasiswa (LKIM) XIII 2015,	FT. Univ. Tarumanagara
18 Desember 2015	Sebagai Pembimbing pada Lomba Karya Ilmiah Mahasiswa (LKIM) XIII 2015	FT. Univ. Tarumanagara
2016	Sebagai Pembimbing pada Lomba Karya Ilmiah Mahasiswa (LKIM) XIV 2016, Juara II Bidang Penelitian	FT. Univ. Tarumanagara
2016 – Juni 2017	Anggota Tim Pengembangan <i>World Class</i> Univ. Tarumanagara	Univ. Tarumanagara
2017	Sebagai Pembimbing pada Lomba Karya Ilmiah Mahasiswa (LKIM) XV 2017, Juara I Bidang Perancangan	FT. Univ. Tarumanagara
2009-sekarang	Kepala Lab. Sistem Produksi Prodi Teknik Industri	FT. Univ. Tarumanagara
2013- sekarang	Wakil Kepala Bagian Manajemen Industri dan rekayasa	FT. Univ. Tarumanagara
2013	Anggota Tim Akreditasi prodi teknik Industri	FT. Univ. Tarumanagara

V. Pendidikan Non Formal / Training – Seminar

Nama Pendidikan/Pelatihan	Lembaga/ Instansi	Bulan/ Tahun	Jumlah Jam	Uraian Singkat Materi
Pelatihan Pembelajaran Berbasis Kompetensi untuk Dosen Penanggung Jawab Mata kuliah	Univ. Tarumanagara	25/01/2007 - 26/01/2007	8	Peserta
Pelatihan Personal Development I	BSI Serpong	12/05/2007	8	Peserta
Temu Ilmiah Nasional Dosen Teknik	FT Univ. Tarumanagara	29/08/2007	8	Peserta
Seminar Etos Kerja	BSI	02/02/2008	8	Peserta
Workshop Pengembangan Mutu Akademik dan Proses Belajar Mengajar	Univ. Al azhar Indonesia (UAI)	06/09/2008	16	Peserta
Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI V)	Jurusan Teknik Mesin, Univ. Tarumanagara	08/10/2009	8	Panitia
Pelatihan Pemahaman dan Dokumentasi Persyaratan ISO 9001:2008	Univ. Tarumanagara	15/10/2009 - 16/10/2009	16	Anggota
Persiapan Evaluasi Diri Badan Akreditasi Nasional Prodi Teknik Industri	FT Univ. Tarumanagara	01/11/2009	8	Anggota Tim
Workshop Pembentukan Tim ISO 9001:2008	FT Univ. Tarumanagara	11/11/2009	8	Anggota Tim
Temu Ilmiah Nasional Dosen Teknik VIII (TINDT) 2009	FT Univ. Tarumanagara	25/11/2009	16	Panitia Pelaksana
Temu Ilmiah Nasional Dosen Teknik VIII 2009	Univ. Tarumanagara	2009	16	Moderator
Seminar “ <i>How to Build Strong Positive Value of Change</i> ”	BSI Jati Waringin	20/02/2010	8	Peserta
Pelatihan Logistik & SCM 2010	Hotel Haris Jakarta	04/03/2010 - 05/03/2010	16	Peserta
Lomba Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas teknik VIII 2010	FT Univ. Tarumanagara	10/04/2010	16	Panitia Seksi Makalah
Lomba Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas Teknik VIII 2010	FT Univ. Tarumanagara	10/04/2010	16	Moderator
Pelatihan Internal Audit ISO 900	Univ. Tarumanagara	21/07/2010 - 23/07/2010	16	Peserta
Seminar Nasional Teknologi dan Sains 2014	FT Univ. Tarumanagara	08/10/2010	16	Pembicara
Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI VI)	Univ. Tarumanagara	11/11/2010	16	Panitia

Pelatihan CATIA V5 R20 <i>BASIC TRAINING</i>	Prodi Teknik Industri, Univ. Tarumanagara	25/04/2011 - 29/04/2011	24	Peserta
Kunjungan Industri Ke PT. Dirgantara Indonesia - Bandung	IMADUTA, Prodi Teknik, Univ. Tarumanagara	10/05/2012	8	Dosen
Seminar “ <i>Understanding SCM & How it Benefits Your Future Career and Indonesia</i> ”	PT. GSM konsep Internasional, Patra Jasa	25/10/2012	8	Peserta
Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI VII) 2012	Jurusan Teknik Mesin, FT Univ. Tarumanagara	29/11/2012	16	Panitia
Workshop Program Kreativitas Mahasiswa bagi Dosen Pembina Kemahasiswaan	Univ. Tarumanagara	18/4/2013	8	Peserta
Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI VIII) 2013	Jurusan Teknik Mesin, FT Univ. Tarumanagara.	14/11/2013	16	Panitia
SNTS. Kesiapan Perguruan Tinggi dan Industri Menyambut Pasar Bebas ASEAN.	FT Univ. Tarumanagara	08/11/ 2014	8	Pemakalah
Kunjungan Industri Ke PT. Astra Honda Motor	Prodi Teknik Industri, Univ. Tarumanagara	17/11/2014	8	Dosen
Seminar Nasional Mesin dan Industri	Jurusan Teknik Mesin, FT Univ. Tarumanagara	26/11/2014 – 27/11/2014	16	Panitia
Pelatihan Simulasi dan Pemodelan <i>FLEXSIM BASIC TRAINING</i>	Univ. Parahyangan, Bandung	16/12/2014 – 18/12/2014	24	Peserta
Seminar “Toyota Way” Sebagai Peserta	FT Univ. tarumanagara	2015	8	Peserta
Pembekalan Tentang “Norma Kedosenan” Bagi Dosen Tetap dan Dosen Tidak Tetap Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara	FT Univ. Tarumanagara	14/01/2016	8	Peserta
Pelatihan Penyusunan Proposal Penelitian Dosen Pemula Penelitian Desentralisasi – Ristek Dikti	Univ. Tarumanagara	14/03/2016 – 21/03/2016	16	Peserta
Seminar Nasional Teknologi dan Sains II	FT Univ. Tarumanagara	23/08/2016 – 24/08/2016	16	Pemakalah
Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat dan	Univ. Tarumanagara	19/05/2016 – 20/05/2016	16	Tim Pelaksana

Ventura Universitas Tarumanagara				
Workshop Pengisian Beban Kinerja Dosen (BKD)	Univ. Esa Unggul	25/08/2016	8	Peserta
Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat dan Ventura Universitas Tarumanagara	Univ. Tarumanagara	15/12/2016 – 16/12/2016	16	Tim Pelaksana
Workshop Laboratorium Terintegrasi	Univ. Ahmad Yani, Bandung	Nopember 2017	16	Peserta
Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI XI) 2017	Jurusan Teknik Mesin, FT Univ. Tarumanagara.	27/04/2017 – 29/04/2017	16	Panitia
Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI XI) 2017	Jurusan Teknik Mesin, FT Univ. Tarumanagara.	27/04/2017 – 29/04/2017	16	Pemakalah
Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI XI) 2017	Jurusan Teknik Mesin, FT Univ. Tarumanagara.	27/04/2017 – 29/04/2017	16	Moderator
Lomba Karya Nasional Praktikum Industri Terintegrasi (PTIT)	Prodi Teknik Industri, Univ. Tarumanagara	02/11/2017 - 03/11/2017	16	Peserta
Pelatihan Technopreneurship dalam Meningkatkan daya saing bangsa	FT Univ. Tarumanagara	18/12/2017 – 19/12/2017	16	Instruktur
Kunjungan Industri Ke AHM	Prodi Teknik Industri, Univ. Tarumanagara	Perbuari 2017	8	Dosen pembina
Kunjungan Industri ke perusahaan aki EMCO	Prodi Teknik Industri, Univ. Tarumanagara	oktober 2017	8	Dosen Pembina
Kunjungan Industri Ke Perusahaan Indomie	Prodi Teknik Industri, Univ. Tarumanagara	Nopember 2017	8	Dosen pembina

VI. Pengalaman Kerja

Periode Bulan/Tahun			Instansi / Perusahaan	Jabatan
2001	-	2008	BSI Jakarta	Dosen
2003	-	2008	Univ. YAI Jakarta	Dosen
2004	-	2006	Univ. 17 Agustus Jakarta	Dosen
2004	-	2008	Univ. Al Azhar Indonesia	Dosen
2005	-	Sekarang	Univ. Tarumanagara	Dosen
2011		Sekarang	Sekolah SMK Kesehatan Pelita Harapan	Dewan Pembina Yayasan

VII. Pengalaman Pengabdian Masyarakat

Bulan/Tahun	Perguruan Tinggi/Lembaga	Jabatan
2011 (3 hari)	Pengawas dalam UN SMU Tingkat Provinsi	Peninjau UN
2011 - Sekarang	Yayasan Lembaga Pengembangan Pendidikan Profesi 'Pelita Harapan Bima'	Dewan Pembina
03/03/2012	Bakti Sosial Program Studi Teknik Industri Univ. Tarumanagara di tempat penampungan anak-anak cacat mental	Pendamping mahasiswa
2014	Teknik Statistik Dasar dan 7 <i>Quality Tools</i> Untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa SMA dalam Melakukan <i>Problem Solving</i> – di Tarumanagara	Instruktur
2014 - Sekarang	Komite SMPN 30 Bekasi	Wakil ketua
2015	Teknik Statistik Dasar dan 7 <i>Quality Tools</i> Untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa SMA dalam Melakukan <i>Problem Solving</i> " – SMAN 1 Belitung	Instruktur
2016	Teknik Statistik Dasar dan 7 <i>Quality Tools</i> Untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa SMA dalam Melakukan <i>Problem Solving</i> " - Semarang	Instruktur
2016	Desain Produk dan Penggunaan Fusion 360 – Techno park - Solo	Instruktur
Februari 2017	Desain Produk dan Penggunaan Fusion 360 – di Univ. Mataram	Instruktur
29/11/2017 – 30/11/2017	Desain Produk dan Penggunaan Fusion 360 – di Univ. Islam Indonesia (UII) Jogja	Instruktur
18/12/2017 – 09/12/2017	Desain Produk dan Penggunaan Fusion 360 – di SMK 53 Jakarta Barat	Ketua dan Instruktur
11/11/2006	Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI) 2006	Pemakalah
11/09/2007	Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI 3) 2007	Pemakalah
28/08/2008	Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI 4) 2008	Pemakalah
08/10/2009	Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI 5) 2009	Pemakalah
11/11/2010	Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI 6) 2010	Pemakalah
29/11/2012	Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI 7) 2012	Pemakalah
14/11/2013	Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI VIII) 2013	Pemakalah
26/11/2014 - 27/11/2014	Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI IX) 2014	Pemakalah
27/04/2017 – 29/04/2017	Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI XI) 2017	Pemakalah

VIII. Pengalaman Penelitian

Bulan/Tahun	Perguruan Tinggi/Lembaga/ Lokasi	Jabatan	Uraian Singkat Kegiatan
Agustus sd Desember 2012	Univ. Tarumanagara	Ketua	Perancangan desain konsep kursi untuk ibu hamil
2017	Univ. Tarumanagara	anggota	Studi empiris implementasi ERP dan kendalanya: perbandingan penerapan antara industri manufaktur dan industri jasa
2017	Univ. Tarumanagara	ketua	Penerapan konsep taguchi untuk mendesain tali pegangan bus Way.
2018	Univ. Tarumanagara	ketua	DESAIN PENGUKURAN KINERJA PERUSAHAAN DENGAN METODE PERFORMANCE PRISM (STUDI KASUS PADA PT. PFB)
2019	Univ. Tarumanagara	ketua	STUDI APLIKASI PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI KANTONG PLASTIK PADA DIVISI QUALITY CONTROL STUDI KASUS PADA PT. HSCP
2019	Univ. Tarumanagara	ketua	DESAIN PENGUKURAN KINERJA PERUSAHAAN INDUSTRI MAKANAN MENGGUNAKAN METODE STRATEGIC MANAGEMENT ANALYSIS AND REPORTING TECHNIQUE (SMART SYSTEM) STUDI KASUS DI PT. BIJ
2020	Univ. Tarumanagara	ketua	USULAN PERBAIKAN KUALITAS PRODUK GLASS BLOCK (BOTOL) DENGAN METODE SIX SIGMA PADA PT. MCD

IX. Makalah di Bidang Keinsinyuran yang Disajikan dalam

Seminar/ Lokakarya

Tahun	Seminar / Lokakarya	Penyelenggara / Lokasi	Judul Makalah
11/11/2006	Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI) 2006	FT Univ. Tarumanagara	Peranan TPM dalam Parameter OEE pada Mesin Extruder Terhadap Pencapaian Target Produksi

11/11/2006	Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI) 2006	FT Univ. Tarumanagara	Menentukan penilaian dengan metode AHP untuk memilih jasa transportasi pada pabrik gula ABC.
11/09/2007	Seminar Nasional Teknik Mesin Industri (SNMI3) 2007	FT Univ. Tarumanagara	Perancangan dan pengembangan Kursi Ergonomis Untuk Penjahit yang menggunakan mesin jahit merk brother (studi kasus di perusahaan konveksi PT. Gen HUT).
11/09/2007	Seminar Nasional Teknik Mesin Industri (SNMI3) 2007	FT Univ. Tarumanagara	Pengujian prototipe kursi untuk penjahit yang menggunakan mesin jahit merk brother ditinjau dari aspek ergonomis dan produktivitas kerja penjahit” (Studi Kasus Di Perusahaan Konveksi PT. Gen Hut Jakarta Timur)
28/08/2008	Seminar Nasional Teknik Mesin Industri (SNMI4) 2008	FT Univ. Tarumanagara	Gambaran dan usulan perbaikan kondisi fasilitas bus dan halte busway trans Jakarta.
08/10/2009	Seminar Nasional Mesin Industri (SNMI 5) 2009	FT Univ. Tarumanagara	Analisa Model Penggantian Komponen Berdasarkan Kriteria Total Down Time Terkecil Guna Menentukan Tingkat Persediaan Pengaman Dan Reorder Point.
08/10/2009	Seminar Nasional Mesin Industri (SNMI 5) 2009	FT Univ. Tarumanagara	Analisa Pengaruh Koordinasi Dan Peranan Staf Terhadap Efektifitas Pelayanan Dengan Model Korelasi Dan Regresi Berganda.
11/10/2010	Seminar Nasional Mesin Dan Industri (SNMI 6) 2010	FT Univ. Tarumanagara	Penentuan Jumlah Tenaga Kerja Dan Ongkos Produksi Minimum Pada Perusahaan ABC.
11/10/2010	Seminar Nasional Mesin Dan Industri (SNMI 6) 2010	FT Univ. Tarumanagara	Perbaikan pada proses pengisian produk handbody lotion sachet 4 ML di PT. X dengn metode fuzzy failure mode and effect analisis
29/11/2012	Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI VII) 2012	FT Univ. Tarumanagara	Pengukuran pengaruh pelayanan terhadap tingkat kepuasan Nasabah
29/11/2012	Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI 7) 2012	FT Univ. Tarumanagara	usulan perbaikan kualitas dengan metode taguchi
14/11/2013	Seminar Nasional Mesin Industri (SNMI VIII) 2013	FT Univ. Tarumanagara	Pengukuran tingkat kepuasan pelanggan terhadap layanan di bengkel XYZ dengan metode servqual, IPA, dan KANO
14/11/2013	Seminar Nasional Mesin Industri (SNMI VIII) 2013	FT Univ. Tarumanagara	Pengurangan Penumpukan Produk Pada Stasiun Kerja dengan Menggunakan Analisa Sistem Antrian PT. KMM
22/11/2014	Seminar Indonesia Statistical		Perawatan Terencana : Penjadwalan Interval Waktu Pembersihan Nozzle Dan Penggantian Nozzle Heater Pada

	Analisis Conference 2014		Mesin Automatic Injection Molding E-110B” (Studi Kasus : Perusahaan Guna Plastik).
08/10/2014	Seminar Nasional Teknologi dan Sains	FT Univ. Tarumanagara	Perancangan Jumlah Kasir Optimal Dalam Peningkatan Kualitas Pelayanan Dengan Model Antrian
08/10/2014	Seminar Nasional Teknolgi dan Sains	FT Univ. Tarumanagara	Rancangan Fasilitas Kerja Yang Ergonomis bagian Inspeksi Dan Pengepakan Pembuatan Sendok Plastik “Super” Di HS Plastik.
26/11/2014 – 27/11/2014	Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI IX) 2014	FT Univ. Tarumanagara	Pengukuran Kinerja Perusahaan Dengan Metode Integrated Performance Measurement System (IPMS) Dan Omax” (Studi Kasus : PT. APSM)
2016	Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI X) 2016	FT Univ. Tarumanagara	Analisa pengaruh pengawasan , motivasi, lingkungan, dan kompensasi terhadap kinerja
2017	Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI XI) 2017	FT Univ. Tarumanagara	Usulan sistem distribusi produk untuk mengurangi total cost dengan metode DRP

X. Seminar/Lokakarya Keinsinyuran yang Diikuti

Bulan / Tahun	Seminar/Lokakarya	Penyelenggara /Lokasi	Uraian Singkat Materi
25/01/2007 - 26/01/2007	Pelatihan Pembelajaran Berbasis Kompetensi untuk Dosen Penanggung Jawab Mata kuliah	Univ. Tarumanagara	Sebagai peserta seminar untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi untuk kegiatan pengajaran dan dokumentasi. Pelatihan cara membuat SAP dan juga bagaimana menangani kelas dengan baik.
12/05/2007	Pelatihan Personal Development I	BSI Serpong	Sebagai peserta seminar untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi mengenai pengembangan diri dalam berinteraksi dengan berbagai kalangan terutama untuk pengembangan karir kedosenan

29/08/2007	Temu Ilmiah Nasional Dosen Teknik	FT Univ.Tarumanagara	Sebagai ajang untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi baru mengenai penelitian dan hasil penerapan penelitian bidang teknik industri dan bidang-bidang teknik lainnya.
02/02/2008	Seminar Etos Kerja	BSI	Sebagai ajang untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi mengenai etos kerja yang baik yang bisa meningkatkan nilai diri.
06/09/2008	Workshop Pengembangan Mutu Akademik dan Proses Belajar Mengajar	Univ. Al azhar Indonesia (UAI)	sebagai ajang bagaimana teknik membuat SAP yang benar untuk beberapa mata kuliah ajar
08/10/2009	Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI V)	Jurusan Teknik Mesin, Univ. Tarumanagara	Sebagai ajang untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi baru penelitian dan hasil penerapan penelitian bidang teknik mesin dan industri.
15/10/2009 - 16/10/2009	Pelatihan Pemahaman dan Dokumentasi Persyaratan ISO 9001:2008	Univ. Tarumanagara	Sebagai ajang untuk mendapatkan pemahaman cara mendokumentasikan proses dalam berbagai aktivitas kerja supaya lebih teratur dan pertanggungjawabannya lebih jelas. Mendapatkan pengertian, pemahaman dan cara menyusun ISO mulai dari perencanaan, pelaksanaan , evaluasi dan usaha peningkatan secara kontinu.
01/11/2009	Persiapan Evaluasi Diri Badan Akreditasi Nasional Prodi Teknik Industri	FT Univ. Tarumanagara	Sebagai ajang untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi baru mengenai pengembangan prodi dan hal-hal apa saja

			yang menjadi prioritas dalam pengembangannya.
11/11/2009	Workshop Pembentukan Tim ISO 9001:2008	FT Univ. Tarumanagara	Sebagai ajang untuk mendapatkan pemahaman cara mendokumentasikan proses dalam berbagai aktivitas kerja supaya lebih teratur dan pertanggungjawabannya lebih jelas. Mendapatkan pengertian, pemahaman dan cara menyusun ISO mulai dari perencanaan, pelaksanaan, evaluasi dan usaha peningkatan secara kontinu.
25/11/2009	Temu Ilmiah Nasional Dosen Teknik VIII (TINDT) 2009	FT Univ. Tarumanagara	Sebagai ajang untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi baru penelitian dan hasil penerapan penelitian bidang teknik mesin dan industri.
2009	Temu Ilmiah Nasional Dosen Teknik VIII 2009	Univ. Tarumanagara	Sebagai ajang untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi baru penelitian dan hasil penerapan penelitian bidang-bidang teknik
20/02/2010	Seminar " <i>How to Build Strong Positive Value of Change</i> "	BSI Jati Waringin	seminar ini memberikan informasi yang bermanfaat yang berkaitan dengan membangun kepribadian yang positif dalam menghadapi perubahan-perubahan tantangan hidup.
04/03/2010 - 05/03/2010	Pelatihan Logistik & SCM 2010	Hotel Haris Jakarta	memberikan pengetahuan dan informasi mengenai Dinamika lingkungan industri serta persaingan yang semakin ketat telah mengubah sistem manajemen logistik yang

			<p>selama ini dikenal. Supply chain management didefinisikan sebagai rangkaian aktivitas sejak dilakukan pembelian material, proses transformasi material menjadi bahan setengah jadi dan produk jadi serta mendistribusikannya melalui sistem distribusi yang ada. Jadi, supply chain mengatur aktivitas sejak di supply cycle, response cycle sampai ke delivery cycle.</p> <p>Perkembangan teknologi informasi telah banyak menyumbang tumbuhnya sistem supply chain management. Saat ini semua fungsi manajemen logistik telah dapat dilakukan dengan menggunakan fasilitas internet dan intranet. Penggunaan Web dalam supply chain telah menjadi trend di perusahaan industri manufaktur dan industri jasa terkemuka akhir akhir ini.</p>
10/04/2010	Lomba Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas teknik VIII 2010	FT Univ. Tarumanagara	Sebagai ajang untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi baru penelitian dan hasil penerapan penelitian bidang teknik industri khususnya ergonomi di masa depan
10/04/2010	Panitia Lomba Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas Teknik VIII 2010	FT Univ. Tarumanagara	Sebagai ajang untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi berorganisasi dan kerjasama. Pengetahuan lain juga bertambah

			mengshortir tulisan-tulisan mahasiswa yang ikut lomba dalam bidang teknik.
21/07/2010 - 23/07/2010	Pelatihan Internal Audit ISO 900	Univ. Tarumanagara	Sebagai ajang untuk mendapatkan pemahaman cara mendokumentasikan proses dalam berbagai aktivitas kerja supaya lebih teratur dan pertanggungjawabannya lebih jelas. Mendapatkan pengertian, pemahaman dan cara menyusun ISO mulai dari perencanaan, pelaksanaan, evaluasi dan usaha peningkatan secara kontinu.
08/10/2010	Seminar Nasional Teknologi dan Sains 2014	FT Univ. Tarumanagara	Sebagai ajang untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi baru penelitian dan hasil penerapan penelitian bidang teknik mesin dan industri dan bidang ilmu teknik lainnya.
11/11/2010	Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI VI)	Univ. Tarumanagara	Sebagai ajang untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi baru penelitian dan hasil penerapan penelitian bidang teknik industri terutama bidang ergonomi dan perancangan produk.
25/04/2011 - 29/04/2011	Pelatihan CATIA V5 R20 <i>BASIC TRAINING</i>	Prodi Teknik Industri, Univ. Tarumanagara	Mendapatkan pemahaman dan pengalaman praktis dalam merancang produk mulai dari perencanaan, perancangan dan evaluasi design sebelum diteruskan ke tahap selanjutnya.

10/05/2012	Kunjungan Industri Ke PT. Dirgantara Indonesia -Bandung	IMADUTA, Prodi Teknik, Univ. Tarumanagara	mendapatkan pengetahuan tentang proses pembuatan pesawat bersama material-material serta pengujian-pengujian yang di lakukan di industri pesawat.
25/10/2012	Seminar “ <i>Understanding SCM & How it Benefits Your Future Career and Indonesia</i> ”	PT. GSM konsep Internasional, Patra Jasa	<p>memberikan pengetahuan dan informasi mengenai Dinamika lingkungan industri serta persaingan yang semakin ketat telah mengubah sistem manajemen logistik yang selama ini dikenal. Supply chain management didefinisikan sebagai rangkaian aktivitas sejak dilakukan pembelian material, proses transformasi material menjadi bahan setengah jadi dan produk jadi serta mendistribusikannya melalui sistem distribusi yang ada. Jadi, supply chain mengatur aktivitas sejak di supply cycle, response cycle sampai ke delivery cycle.</p> <p>Perkembangan teknologi informasi telah banyak menyumbang tumbuhnya sistem supply chain management. Saat ini semua fungsi manajemen logistik telah dapat dilakukan dengan menggunakan fasilitas internet dan intranet. Penggunaan Web dalam supply chain telah menjadi trend di perusahaan industri manufaktur dan industri jasa terkemuka akhir akhir ini.</p>

29/11/2012	Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI VII) 2012	Jurusan Teknik Mesin, FT Univ. Tarumanagara	Sebagai ajang untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi baru penelitian dan hasil penerapan penelitian bidang teknik mesin dan industri.
18/4/2013	Workshop Program Kreativitas Mahasiswa bagi Dosen Pembina Kemahasiswaan	Univ. Tarumanagara	Sebagai ajang pemahaman tahapan-tahapan penelitian dan peluang bagi mahasiswa untuk berkreaitivitas dan menuangkan dalam tulisan-tulisan ilmiah yang kompetitif.
14/11/2013	Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI VIII) 2013	Jurusan Teknik Mesin, FT Univ. Tarumanagara.	Sebagai ajang untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi baru penelitian dan hasil penerapan penelitian bidang teknik mesin dan industri.
08/11/ 2014	Seminar SNTS: Kesiapan Perguruan Tinggi dan Industri Menyambut Pasar Bebas ASEAN.	FT Univ. Tarumanagara	Sebagai ajang untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi baru penelitian dan hasil penerapan penelitian bidang teknik mesin. teknik industri dan teknik lainnya.
17/11/2014	Kunjungan Industri Ke PT. Astra Honda Motor	Prodi Teknik Industri, Univ. Tarumanagara	Sebagai ajang untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi baru tentang proses-proses pembuatan motor dan peralatan yang di gunakan serta kapasitas-kapasitasnya.
26/11/2014 – 27/11/2014	Seminar Nasional Mesin dan Industri	Jurusan Teknik Mesin, FT Univ. Tarumanagara	Sebagai ajang untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi baru penelitian dan hasil penerapan penelitian bidang teknik mesin dan industri.

16/12/2014 – 18/12/2014	Pelatihan Simulasi dan Pemodelan <i>FLEXSIM BASIC TRAINING</i>	Univ. Parahyangan, Bandung	Sebagai sarana untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang simulasi industri menggunakan software flexim
07/12/2015	Seminar “Toyota Way” Sebagai Peserta	FT Univ. Esa Unggul	Sebagai ajang untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi tentang budaya industri jepang
14/01/2016	Pembekalan Tentang “Norma Kedosenan” Bagi Dosen Tetap dan Dosen Tidak Tetap Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara	FT Univ. Tarumanagara	Sebagai ajang untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi norma-norma yang ada yang berlaku di tarumanagara dan bagaimana mengembangkan diri berdasarkan norma-norma tersebut.
14/03/2016 – 21/03/2016	Pelatihan Penyusunan Proposal Penelitian Dosen Pemula Penelitian Desentralisasi – Ristek Dikti	Univ. Tarumanagara	Mendapatkan pemahaman berkaitan tentang penyusunan proposal penelitian untuk pemula. Saran-saran di sini sangat membantu dosen muda bagaimana menulis proposal yang benar.
23/08/2016 – 24/08/2016	Seminar Nasional Teknologi dan Sains II	FT Univ. Tarumanagara	Sebagai ajang untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi baru penelitian dan hasil penerapan penelitian bidang teknik.
19/05/2016 – 20/05/2016	Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat dan Ventura Universitas Tarumanagara	Univ. Tarumanagara	Sebagai ajang untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi baru penelitian dan hasil penerapan penelitian bidang teknik dan manajemen industri.
25/08/2016	Workshop Pengisian Beban Kinerja Dosen (BKD)	Univ. Kristen indonesia	ajang untuk memahami bagaimana pengisian beban

			kerja dosen berdasarkan aturan dikti.
Nopember 2017 (dua hari)	Workshop Laboratorium Terintegrasi	Univ. Ahmad Yani, Bandung	Sebagai ajang untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi tentang penyusunan laboratorium terintegrasi dengan berbagai kendala-kendala yang ada di universitas sesuai dengan keterbatasan yang ada.
27/04/2017 – 29/04/2017	Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI XI) 2017	Jurusan Teknik Mesin, FT Univ. Tarumanagara.	Sebagai ajang untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi baru penelitian dan hasil penerapan penelitian bidang teknik mesin dan industri.
02/11/2017 - 03/11/2017	Lomba Karya Nasional Praktikum Industri Terintegrasi (PTIT)	Prodi Teknik Industri, Univ. Tarumanagara	ajang untuk mendapatkan informasi apa saja karya-karya yang di hasilkan oleh mahasiswa atau praktikum mahasiswa.

XI. Karya Tulis di Bidang Keinsinyuran yang Dipublikasikan

Tahun	Judul Karya Tulis	Media Publikasi
2019	Mitigation Of Supply Chain Risk Using HOR Model at PT. Sumber Karya Indah	ISIEM (IOP Conference Series: Materials Science and Engineering)
2019	Quality Control to Minimize Defective Products in the Outer Part Production Process	Atlantic press ((TICASH 2019)
2019	Performance Analysis of Employees at PT. Sungaiberkat Serani Sukses Using Human Resource Scorecard Method	TICATE
2018	Analyze of mitigation waste in Reconditioning Process of Iron Drum with Lean Six Sigma (Case Study at PT Mulya Adhi Paramita)	ISIEM
2016	Pengembangan Produk <i>Spider Fitting</i> Berdasarkan Analisa Kebutuhan Konsumen dengan Menggunakan Metode Quality	Vol 4, No 2 (2016): Jurnal Ilmiah Teknik

		Industri (Jurnal Keilmuan Teknik dan Manajemen Industri)
2015	Penilaian Kinerja <i>Customer Relationship Management</i> dalam Industri Perbankan dengan Menggunakan Metode Analisis Hierarchy Proses (Studi pada Bank XXX)	Vol 3, No 2 (2015): Jurnal Ilmiah Teknik Industri (Jurnal Keilmuan Teknik dan Manajemen Industri)
2013	analisa perawatan untuk efisiensi jumlah mata pa hat dan penjadwalan	jurnal teknologi fak. Teknik univ tarumanagara
2013	pengembangan sistem kompensasi untuk kepuasan kerja karyawan dengan menggunakan logika fuzzy	jurnal teknik industri, vol 1, nom 1
2014	Perbaikan Kualitas Fuel Tank Pada Divisi Welding Dengan Metode Six Sigma Pada PT. XYZ”	Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol.2 No.3, Oktober 2014
2014	Analisa Penerapan Lean Six Sigma Untuk Mengurangi Non Value Added Time Dan Jumlah Produk Cacat Pada Produksi Set Kotak Bedak	Jurnal PASTI Univ. Mercubuana Industri, ISBN : 2085-5869 Vol. 7 No 1, 2014
2015	Perancangan Sistem Pakar untuk Pengendalian Kualitas pada Sparepart dengan Sistem Die Casting (Studi Kasus pada PT. SJA)	Vol 3, No 3 (2015): Jurnal Ilmiah Teknik Industri (Jurnal Keilmuan Teknik dan Manajemen Industri)
2015	Strategi Peningkatan Mutu Part Bening Menggunakan Pendekatan Six Sigma (Studi Kasus pada Departement Injection di PT. KG)	Vol 3, No 3 (2015): Jurnal Ilmiah Teknik Industri (Jurnal Keilmuan Teknik dan Manajemen Industri)

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum.

Jakarta, Agustus 2021

Ketua

(Ahmad, ST., MT)

Lampiran 4 : Dosen Anggota



MAY CALYSTA

081284668838 | maycalysta@gmail.com

Victoria Park Residence, Jl. Liga Selatan 4 Blok D5 No.22, Karawaci, Kota Tangerang

Saya adalah mahasiswa Teknik Industri Universitas Tarumanagara semester 5. Saya memiliki keinginan untuk menambah pengalaman dan organisasi.

Education Level

SMA Negeri 7 Tangerang - Kota Tangerang Jun 2018 - Jun 2021

Industrial Engineering Bachelor Programme, Tarumanagara University - West Jakarta, Indonesia Aug 2021 -
, 3.89/4.00

Organisational Experience

IMADUTA - West Jakarta Sep 2022 - Aug 2023
Anggota Pengabdian Masyarakat

BEM-FT - West Jakarta Aug 2023 - Present
Wakil Departemen Media Informasi

Skills, Achievements & Other Experience

- **BAKSOS IMADUTA (2023):** Ketua Pelaksana
- **IMADUTA CUP (2022):** Wakil Koordinasi Dana dan Konsumsi
- **BUKA BERSAMA IMADUTA (2023):** Wakil Koordinasi Konsumsi
- **PMB PUSAT (2022):** Mentor
- **RAPAT KERJA IMADUTA (2022):** Anggota Divisi Acara
- **KUNJUNGAN INDUSTRI (2023):** Anggota Divisi Acara
- **LK IMADUTA (2023):** Anggota Divisi Akomodasi dan Konsumsi
- **PMB-FT (2023):** Anggota Publikasi dan Dokumentasi
- **Skills:** Bahasa Inggris, Canva

ADELIA DWI RIZKIKA

Jakarta, Indonesia | +6285-23607-2660 | adelia.rizkika30@gmail.com

PROFILE

A highly motivated student majoring in Industrial Engineering at Tarumanagar university. Currently in 4th semester with excellent GPA. Passionate to utilize my skills and looking forward to expand my knowledge beyond Industrial Engineering especially in data science.

EDUCATION

Industrial Engineering Bachelor Programme

Tarumanagara University, Jakarta

Aug 2021 - Present

- Currently in 4th Semester
- Latest GPA : 3.96
- Main Courses : Ergonomics and Human Factoring, Product Development, Manufacturing, Quality Planning and Management

SMA Al-Azhar Mandiri Palu

Palu

Jul 2018 - Jun 2021

- Natural Science Major
 - Accumulative Score : 91.57
-

ORGANIZATION

Academic Staff in IMADUTA

- Provide academic supplies for Industrial Engineering students such as books and academic references archive
- Contributed in teaching for the new students to maximize their academic performances
- Identified and analyzed student's academic issue in Industrial Engineering

Sep 2022 - Present

Jakarta

Highschool Student Council

- Head of Leadership Division
- Reviewed and processed weekly student report
- Participated in managing and arranging school's event such as entertainment and educational program

Sep 2018 - Mar 2020

Palu

Advocate Student Club

- Participated in developing the school debating performances in regional and national competitions
- Contributed in participating and managing debate student weekly training.

Sep 2018 - Mar 2020

Palu

ACHIEVEMENT

Best Speaker on MEDISCO Tadulako University

Palu

Nov 2019

Runner Up on MEDISCO Tadulako University

Palu

Nov 2019

Octofinalist on National School Debating Championship

Banjarmasin

Aug 2019

LANGUAGES

Bahasa Indonesia

Native Proficiency

English

Native Proficiency