

TESIS

**MENINGKATKAN KUALITAS DENGAN
METODE LEAN SIGMA DAN KAIZEN**



**ARI ZAQI AL - FARITSY
11916239**

**PROGRAM PASCASARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2013**

TESIS

**MENINGKATKAN KUALITAS DENGAN
METODE LEAN SIGMA DAN KAIZEN**



**ARI ZAQI AL - FARITSY
11916239**

**PROGRAM PASCASARJANA
MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2013**

MENINGKATKAN KUALITAS DENGAN METODE LEAN SIGMA DAN KAIZEN

Tesis untuk memperoleh Gelar Magister pada Program Pascasarjana
Magister Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



**ARI ZAQI AL – FARITSY
11916239**

**PROGRAM PASCASARJANA
MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2013**

LEMBAR PENGESAHAN

**MENINGKATKAN KUALITAS DENGAN
METODE LEAN SIGMA DAN KAIZEN**

TESIS

Disusun Oleh:

Nama : Ari Zaqi Al Faritsy

NIM : 11916239

Yogyakarta,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Ir. Wahyu Supartono

Ir. Ali Parkhan, M.T.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**MENINGKATKAN KUALITAS DENGAN
METODE LEAN SIGMA DAN KAIZEN**

TESIS
Disusun Oleh:

Nama : Ari Zaqi Al Faritsy
NIM : 11916239

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji

Yogyakarta,

Tim Penguji

(Dr. Ir. Wahyu Supartono)
Ketua

(Drs. Faisal RM., MSIE, Ph.D)
Anggota I

(Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc)
Anggota II

Mengetahui,
Direktur Program Pascasarjana
Fakultas Teknologi Industri

Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., MT
NIP. 945230102

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, syukur yang selalu diucapkan tanpa terputus kepada Allah SWT yang telah memberi kesehatan, kemudahan, kelancaran, rejeki dan nikmat – nikmat yang lainnya sehingga tesis selesai dibuat tepat waktu.

Terima kasih penulis ucapkan kepada orang – orang terdekat yang terus mendukung baik dari segi materi atau non materi dalam penyelesaian tesis, perjuangan dan pengorbanan penyelesaian tesis ini tanpa jerih:

Kedua orang tua (Drs. Ahas Al Bana & N. Munparijah A.Md.Pd), atas semua kasih sayang yang tidak berbatas bilangan bulan dan tahun. Tanpa restu dan do'a kedua orang tua, pastilah melanjutkan kuliah ke tingkat magister (S2) ini tidak akan terwujud.

Kedua kakak (Anur Muhammad Irvan Audah, S.H.I dan Yanti Fazat Nur Avivah, S.Sos.), memotivasi penulis untuk selalu belajar dan cepat dalam menyelesaikan tesis. Do'a dan bantuan materi yang selalu diberikan kepada penulis selama melanjutkan kuliah ini yang membuat penulis selalu semangat untuk menyelesaikan tesis ini.

Istri penulis (Asfiah S.Kom), belahan jiwa penulis yang tercinta dan terpenulisng, selalu hadir menemani 24 jam 7 hari dikala suka dan duka dalam penyelesaian tesis. Kekuatannya yang selalu memotivasi penulis untuk menjadi yang terbaik dalam menjalani hidup. Dorongan dan bantuan selalu mengalir selama menyelesaikan kuliah magister.

Adik penulis (Yafi Nur Fadhillah Sya'bani), selalu ada dibelakang penulis sebagai penyemangat dalam menyelesaikan tesis. Semoga bisa juga meniru jalan kakaknya dengan melanjutkan kuliah magister (S2).

Keluarga – keluarga terdekat (mertua penulis), keluarga yang di Baturaja, Bandung, Cipeundeuy, dan Berbah, terima kasih atas do'a dan dukungannya dalam membantu dan memotivasi penulis untuk segera menyelesaikan tesis.

Pihak donatur atau pegawai – pegawai penyelenggara beasiswa unggulan (BU) dari Dirjen Biro Perencanaan dan Kerjasama Luar Negeri Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia selaku penyedia dana bantuan beasiswa buat penulis selama kuliah magister. Semoga kedepannya jumlah beasiswa diperbesar lagi.

Rektor UII (Prof. Dr. Edy Suandi Hamid, M.Ec), Dekan Fakultas Teknologi Industri (Ir. Gumbolo Hadi Susanto, M.Sc), Direktur Program Pasca Sarjana Fakultas Teknologi Industri (Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., M.T).

Pembimbing I (Dr. Ir. R. Wahyu Supartono) dan Pembimbing II (Ir. Ali Parkhan, M.T.) yang membantu dalam menyusun dan membimbing penulis selama penyelesaian tesis.

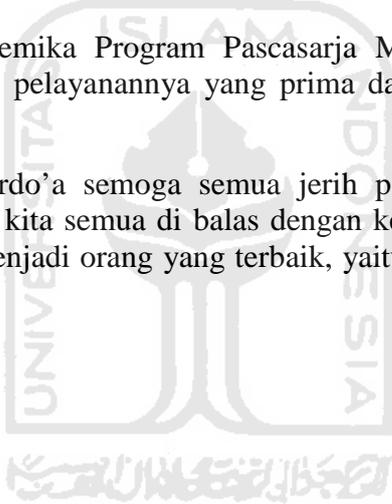
Penguji I (Drs. Faisal RM, MSIE., Ph.D) dan Penguji II (Agus Mansur, S.T., M.Eng. Sc.), terima kasih atas waktunya dalam diskusi pendadaran hasil penelitian penulis dan terima kasih juga atas ilmunya selama bimbingan revisi tesis.

Bu Tati, Pak Nurhadi, dan Pak Ponidi dari PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta yang membantu penulis selama melakukan penelitian tesis di perusahaan tersebut. Semoga kita semua selalu sukses dalam meniti karier.

Teman – teman seperjuangan angkatan XI dan dosen – dosen UTY Teknik Industri yang menyediakan dukungan dan do'a kepada penulis untuk segera menyelesaikan tesis.

Seluruh Civitas akademika Program Pascasarja Magister Teknik Industri Universitas Indonesia atas pelayanannya yang prima dalam menangani keluhan para mahasiswa.

Akhirnya, penulis berdo'a semoga semua jerih payah menjadi amal dan kebaikan serta perjuangan kita semua di balas dengan kebaikan oleh Allah SWT dan semoga kita semua menjadi orang yang terbaik, yaitu orang yang bermanfaat untuk orang lain.



Penulis

Ari Zaqi Al Faritsy

MENINGKATKAN KUALITAS DENGAN METODE LEAN SIGMA DAN KAIZEN

Ari Zaqi Al Faritsy
Magister Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Program Pasca Sarjana Universitas Islam Indonesia

ABSTRAK

Perusahaan harus melakukan perbaikan terus – menerus untuk mengurangi dan mencegah terjadinya produk cacat (*defect*) dan pemborosan (*waste*) dalam proses produksi. PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta dalam proses produksinya masih mengalami banyaknya produk cacat (*defect*), *work in process*, dan aktivitas pemborosan dalam proses produksi. Tujuan dari penelitian adalah mengetahui kinerja sigma, faktor – faktor penyebab terjadinya produk cacat dan mengurangi pemborosan. Metode yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan adalah metodologi *Six Sigma* yaitu DMAI (*Define, Measure, Analyze and Improve*) dan dikombinasikan dengan *tools lean* dan *kaizen*. *Tools Lean* yang digunakan yaitu *value stream mapping* dan *tools Kaizen* adalah *five S*.

Produksi PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta pada tahun 2012 sebanyak 18514 unit dan mengalami produk cacat sebanyak 210 unit. Jenis cacat yang paling banyak terjadi adalah jenis cacat retak sebesar 83 unit. Terjadinya jenis cacat retak pada proses press/stressing, proses pengecoran, dan proses spinning. Pada ketiga proses tersebut tidak ada *standard operations procedure* untuk operator produksi. Jumlah *work in process* pada waktu penelitian berlangsung sebanyak 299 unit. Identifikasi pemborosan dengan menggunakan peta proses operasi menemukan aktivitas transportasi sebanyak 16 kali (37,5 menit) dan aktivitas menunggu sebanyak 13 kali (305 menit). Pada *current state values stream mapping* menemukan *lead time* sebesar 38,86 jam dan *cycle time* sebesar 4,71 jam.

Tingkat kinerja *sigma* PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta selama proses produksi tahun 2012 dengan rata – rata sebesar 4,48 *sigma*. Untuk mencegah terjadinya produk cacat, harus dibuat *standard operations procedure* untuk operator produksi pada setiap stasiun kerja. Pada *future value stream mapping* waktu siklus di dapatkan sebesar 4,49 jam dan *lead time* 23,37 jam dengan total *work in process* (WIP) sebesar 198 unit. Sedangkan pada peta proses operasi usulan dihasilkan aktivitas transportasi sebanyak 8 kali (12 menit) dan aktivitas *delay* sebanyak 4 kali (109,2 menit).

Kata kunci : *Six Sigma, Lean, Kaizen, VOC, Model Kano, Value Stream Mapping*

IMPROVING THE QUALITY OF THE METHOD LEAN SIGMA AND KAIZEN

*Ari Zaqi Al Faritsy
Masters in Industrial Engineering
Faculty of Industrial Technology
Graduate Program in Islamic University of Indonesia*

Abstract

Company should continue to make improvement continuous to reduce and prevent the occurrence of product defects (defects) and waste in the production process. PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta in the process of production is still experiencing of defects (defects), work in process, and the activities of waste in the production process. The aim of the study was to determine the performance of sigma, factors - factors that cause defective products, and reduce waste. The method used in solving the problems is Six Sigma methodology is DMAI (Define, Measure, Analyze, and Improve) and combined with the tools of Lean and Kaizen. Lean tools are used that value stream mapping and Kaizen tools are five S.

Production PT.Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta in 2012 as many as 18514 units and experienced defective product as much as 210 units. Type of defect is the most common type of crack defect of 83 units. The type of crack defect occurrence in process press/stressing, casting process, and the process of spinning. In the third process is no standard operations procedure for production operators. Sum work in process (WIP) at the time the study took place as many as 299 units. Identify waste using a process map operations find transport activity 16 times (37.5 minutes) and wait activities as much as 13 times (305 minutes). In the current state values stream mapping discovered at 38,86 hours lead time and cycle time of 4.71 hours.

Sigma performance levels of the PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta during the production process in 2012 with the average of 4,48 sigma. To prevent the occurrence of product defects, should be made a standard operations procedure for production operators at each work station. In the future value stream mapping in cycle time of 4,49 hours and get the lead time of 23,37 hours with a total work in process (WIP) by 60 units. While the process map proposed operation resulting transport activity of 8 times (12 minutes) and the delay activity 4 times (109.2 minutes).

Key word : Six Sigma, Lean, Kaizen, VOC, Model Kano, Value Stream Mapping

DAFTAR ISI

Halaman sampul dalam	i
Halaman prasyarat gelar	ii
Halaman persetujuan pembimbing	iii
Halaman penetapan penguji	iv
Halaman Kata pengantar	v
Abstrak	vi
Daftar isi	vii
Daftar tabel	ix
Daftar gambar	x
Daftar istilah	xi
Daftar lampiran	xv
BAB I Pendahuluan	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan masalah	5
1.3. Tujuan penelitian	6
1.4. Manfaat penelitian	6
1.5. Batasan masalah	7
BAB II Tinjauan Pustaka	8
1.1. Penelitian terdahulu	8
1.2. Landasan teori	11
1.2.1. Kualitas	11
1.2.2. Lean	11
1.2.3. Six sigma	13
1.2.4. Kaizen	14
1.2.5. Integrasi lean, six sigma dan kaizen	16
1.2.6. Metodologi six sigma	17
1. Define	18
a. Voice of customers (VOC)	18
b. Deskripsi masalah dan tujuan proyek six sigma ..	24
c. Mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan	
dari proyek six sigma	24
2. Measure	25
a. Menetapkan karakteristik kualitas (CTQ) kunci ..	25
b. Peta kontrol	27
c. Pengukuran baseline kinerja	29
d. Current state value stream mapping	30
3. Analyze	34
a. Analisis kualitas tiang listrik beton	34
b. Menentukan stabilitas dan kemampuan	
(kapabilitas) proses	34
c. Peta kerja	36
d. Analisis current state value stream mapping	38
e. Mengidentifikasi sumber – sumber dan	
akar penyebab masalah kualitas	40

	4. Improve.....	42
	a. Action plan untuk melaksanakan peningkatan kualitas six sigma.....	42
	b. Five M.....	43
	c. Usulan peta proses operasi.....	44
	d. Five S.....	44
	e. Future state value stream mapping.....	45
BAB III	Kerangka konsep penelitian.....	58
BAB VI	Metodologi penelitian.....	58
	4.1. Lokasi dan waktu penelitian.....	58
	4.2. Pengumpulan data.....	58
	4.3. Analisis data.....	61
	4.4. Langkah – langkah penelitian.....	68
BAB V	Hasil penelitian.....	70
	5.1. Gambaran umum perusahaan.....	70
	5.1.1. Sejarah singkat perusahaan.....	70
	5.1.2. Lokasi perusahaan.....	71
	5.1.3. Struktur organisasi.....	71
	5.1.4. Ketenagakerjaan.....	75
	5.1.5. Fasilitas kerja.....	76
	5.1.6. Proses produksi.....	77
	5.1.7. Hasil produksi dan daerah pemasaran.....	79
	5.2. Pengumpulan dan pengolahan data.....	80
	5.2.1. Tahap define.....	80
	5.2.2. Tahap measure.....	88
	5.2.3. Tahap analyze.....	97
	5.2.4. Tahap improve.....	102
BAB VI	Pembahasan.....	110
BAB VII	Kesimpulan dan Saran.....	133
	Daftar Pustaka	
	Lampiran	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbedaan dan persamaan konsep TQM, ISO 9000:2000, <i>six sigma</i> , <i>lean</i> dan <i>kaizen</i>	17
Tabel 2.2 Tabel evaluasi Kano.....	22
Tabel 2.3. Cara pengukuran atribut karakteristik kualitas pada tingkat output dengan data atribut.....	30
Tabel 2.4 Cara memperkirakan kapabilitas proses untuk data atribut	35
Tabel 2.5. Simbol – simbol pembuatan peta kerja	37
Tabel 2.6 Petunjuk penggunaan metode 5W-2H	43
Tabel 5.1 Jumlah Tenaga Kerja dan Jam Kerja	76
Tabel 5.2 Rincian Fasilitas Kerja	76
Tabel 5.3 Jumlah produksi dan total cacat produk tiang listrik pada tahun 2012.....	86
Tabel 5.4 Data waktu siklus dan work in process (WIP).....	87
Tabel 5.5 Proporsi cacat produk tiang listrik	90
Tabel 5.6 Data hasil revisi peta kontrol p	92
Tabel 5.7 Langkah – langkah menghitung baseline kinerja untuk bulan Januari.....	92
Tabel 5.8 Perhitungan baseline kinerja	93
Tabel 5.9 Data jumlah produksi dalam kondisi stabil.....	98
Tabel 5.10 Hasil <i>process capability</i>	98
Tabel 5.11 Usulan perbaikan jenis cacat retak dengan metode 5W-1H	101
Tabel 5.12 Usulan perbaikan dengan Five M	101
Tabel 6.1 Pembahasan usulan perbaikan jenis cacat retak.....	127
Tabel 6.2 Pembahasan usulan perbaikan dengan Five M	127

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Integrasi <i>kaizen blitz</i> , <i>lean</i> dan proses <i>six sigma</i>	17
Gambar 2.2 Kepuasan pelanggan pada model Kano	20
Gambar 2.3 Proses evaluasi klasifikasi atribut Kano.....	24
Gambar 2.4 CTQ tree.....	27
Gambar 3.1 Diagram kerangka konsep penelitian	52
Gambar 4.1 Diagram alir langkah – langkah penelitian	69
Gambar 5.1 Diagram struktur organisasi PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta.....	75
Gambar 5.2 Peta Operasi Saat Ini	88
Gambar 5.3 Diagram SIPOC	88
Gambar 5.4 CTQ Tree produk tiang listrik.....	89
Gambar 5.5 Grafik peta kendali 3 Sigma.....	90
Gambar 5.6 Grafik peta kendali 3 sigma revisi.....	91
Gambar 5.7 Grafik nilai sigma dan rata – rata	93
Gambar 5.8 Current state value stream mapping	97
Gambar 5.9 Diagram pareto jenis cacat produk tiang listrik	97
Gambar 5.10 Diagram pareto Work In Process	100
Gambar 5.11 Fishbone diagram cacat keropos	101
Gambar 5.12 Peta operasi usulan	103
Gambar 5.13 Grafik perbandingan Takt Time dengan Cycle Time.....	107
Gambar 5.14 Future state value stream mapping.....	109

DAFTAR ISTILAH

Aktivitas tidak bernilai tambah

Langkah – langkah/tugas dalam sebuah proses yang tidak menambahkan nilai (*non value added*) pada pelanggan eksternal dan tidak memenuhi semua kriteria untuk penambahan nilai; meliputi pengerjaan ulang, handoff, inspeksi/kontrol, waktu tunggu/tunda, dan sebagainya.

Aktivitas bernilai tambah (*value adding activities*)

Langkah-langkah/tugas-tugas dalam sebuah proses yang memenuhi semua kriteria (tiga kriteria) yang menentukan bahwa nilai yang dirasakan oleh pelanggan eksternal; 1) memperhatikan pelanggan; 2) sesuatu yang menggerakkan perubahan proses; dan 3) langkah yang dilakukan dengan tepat pada pertama kali

Analyze

Fase DMAIC dimana detail proses diperiksa dengan cermat untuk peluang – peluang perbaikan.

Critical to quality

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*.

CTQ Tree

Sebuah *tools* yang biasa digunakan untuk menguraikan atau mendekomposisi *requirement customer* yang cukup luas menjadi *requirement* yang terkuantifikasi dan lebih mudah memprosesnya.

Data atribut

Semua data yang tidak dikuantifikasi pada skala yang dapat dilihat secara tak terbatas. Meliputi perhitungan, proposi atau presentase dari sebuah karakteristik atau kategori (missal gender, jenis hutang, departemen, lokasi, dan sebagainya); juga disebut data diskrit

Data variabel

Semua variabel yang diukur pada sebuah kontinum atau skala yang dapat dibagi secara tak terbatas; tipe primer mencakup waktu, uang, ukuran, berat, temperature, dan kecepatan; juga disebut “data kontinu”

Define

Fase pertama DMAIC yang menentukan masalah atau peluang, proses, dan persyaratan pelanggan.

Diagram pareto

Alat kualitas berdasarkan Prinsip Pareto; menggunakan data atribut dengan kolom – kolom yang disusun dalam urutan menurun (*descending*), dengan kejadian – kejadian paling tinggi (bar/palang tertinggi) ada di urutan pertama; menggunakan baris kumulatif untuk melacak presentase dari setiap kategori/bar, yang membedakan 20 persen item yang menyebabkan 80 persen masalah.

DMAIC

Singkatan untuk perbaikan proses/sistem manajemen yang terdiri dari Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control; merujuk struktur untuk perbaikan proses, aplikasi perancangan atau perancangan ulang; dikenal juga metodologi six sigma.

DPMO atau defect per million opportunities

Kalkulasi yang digunakan dalam inisiatif perbaikan proses six sigma yang mengindikasikan jumlah defect dalam sebuah proses per satu juta peluang; jumlah defect di bagi (jumlah unit dikalikan jumlah peluang) = DPO, dikalikan satu juta = DPMO.

Fishbone diagram

Dikenal sebagai *Cause and effect diagram* atau *Ishikawa diagram*; alat brainstorming kategorial yang digunakan untuk menentukan hipotesis akar masalah dan penyebab potensial (tulang ikan) untuk sebuah efek khusus (kepala ikan)

Five M

Analisis proses perbaikan masalah yang ada pada fishbone diagram. Five M merupakan akronim dari *man* (operator atau orang), *machine* (mesin), *material* (bahan baku), *methods* (metode), dan *measurement* (pengukuran)

Five S

Five S (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, dan shitsuke*) atau 5R (ringkas, rapi, resik, rawat, rajin) yang merupakan lima langkah penataan dan pemeliharaan tempat kerja dikembangkan melalui upaya intensif dalam bidang manufaktur

Improve

Fase DMAIC dimana solusi – solusi dan ide – ide secara kreatif dibuat dan diputuskan

Sekali sebuah masalah telah diidentifikasi, diukur dan dianalisis, maka dapat ditentukan solusi – solusi potensial untuk memecahkan masalah dalam pernyataan masalah dan mendukung pernyataan tujuan.

Kapabilitas proses

Determinasi dari apakah sebuah proses, dengan variasi normal, mampu memenuhi persyaratan pelanggan; mengukur tingkat proses dalam

memenuhi/tidak memenuhi persyaratan pelanggan, dibandingkan dengan distribusi proses.

Lead time

Waktu antara produk dipesan sampai produk tersebut dikirim kepada pelanggan.

Lean

Suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas – aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value adding activities*) melalui peningkatan terus – menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) dengan mengalirkan produk (*material, work in process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan.

Measure

Fase M dari DMAIC, dimana ukuran – ukuran kunci diidentifikasi dan data dikumpulkan, disusun dan disajikan.

Evaluasi terkuantifikasi terhadap karakteristik khusus dan atau tingkat kinerja berdasarkan data yang diamati.

Produk cacat (defect)

Semua contoh atau kejadian di mana produk atau jasa gagal memenuhi persyaratan pelanggan.

SIPOC

Singkatan dari suppliers, inputs, process, outputs, dan customers; menunjukkan sekilas sebuah proses tingkat tinggi

Six sigma

Tingkat ekivalen kinerja proses untuk memproduksi hanya 3,4 defect untuk setiap juta peluang operasi

Inisiatif yang digunakan untuk menggambarkan inisiatif perbaikan proses dengan menggunakan ukuran proses berbasis sigma dan atau usaha untuk kinerja level six sigma

Value stream mapping

Alat perbaikan (*tool*) yang digunakan untuk membantu memvisualisasikan proses produksi secara menyeluruh, yang merepresentasikan baik aliran *material* juga aliran informasi

Variasi

Perubahan atau fluktuasi dari sebuah karakteristik khusus yang menentukan seberapa stabil sebuah proses, atau seberapa prediktabel sebuah proses; dipengaruhi oleh lingkungan, orang, mesin/perlengkapan, metode/prosedur,

pengukuran dan bahan mentah; semua perbaikan proses harus mengurangi atau mengeliminasi variasi.

Voice of customers

Data (complain, survei, komentar, riset pasar dan sebagainya) yang mencerminkan pandangan/kebutuhan para pelanggan sebuah perusahaan; harus diterjemahkan ke dalam persyaratan yang dapat diukur untuk diproses.

Waktu siklus

Semua waktu yang digunakan dalam sebuah proses; meliputi waktu kerja aktual dan waktu tunggu.

Work in process (WIP) inventory

Inventori yang terdapat dalam berbagai tingkat produksi yang telah diselesaikan. Hal ini akan mencakup inventori dari bahan baku sampai produk akhir yang sedang menunggu inspeksi untuk penerimaan.



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Persamaan dan perbedaan TQM, ISO 9000:2000, Six Sigma, Lean, dan Kaizen
- Lampiran 2 Struktur Organisasi
- Lampiran 3 Kuesioner
- Lampiran 4 Rekapitulasi hasil kuesioner
- Lampiran 5 Uji validitas item kuesioner
- Lampiran 6 Rekapitulasi tabel evaluasi kano
- Lampiran 7 Peta proses operasi kondisi saat ini
- Lampiran 8 Diagram SIPOC
- Lampiran 9 Current state value stream mapping
- Lampiran 10 Usulan perbaikan cacat retak tiang listrik beton dengan metode 5W-1H
- Lampiran 11 Usulan perbaikan dengan Five M
- Lampiran 12 Peta proses operasi usulan
- Lampiran 13 Future state value stream mapping
- Lampiran 14 Simbol value stream mapping
- Lampiran 15 Tabel konversi DPMO ke nilai sigma
- Lampiran 16 Standar Konstruksi Jaringan Listrik
- Lampiran 17 Tata Letak Perusahaan dan Aliran Material Proses Produksi Tiang Listrik beton
- Lampiran 18 Pembahasan usulan perbaikan cacat retak
- Lampiran 19 Pembahasan masalah dan pemecahan masalah faktor Five M
- Lampiran 20 Surat Ijin Penelitian
- Lampiran 21 Dokumentasi

LEMBAR PENGESAHAN

MENINGKATKAN KUALITAS DENGAN
METODE LEAN SIGMA DAN KAIZEN



ISLAM
TESIS

Disusun Oleh:

Nama : Ari Zaqi Al Faritsy

NIM : 11916239

Yogyakarta, 6/02/2019

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Ir. Wahyū Supartoño

Ir. Ali Parkhan, M.T.

الجامعة الإسلامية
الاستدلالية

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

MENINGKATKAN KUALITAS DENGAN
METODE LEAN SIGMA DAN KAIZEN

TESIS
Disusun Oleh:

Nama : Ari Zaqi Al Faritsy
NIM : 11916239

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji

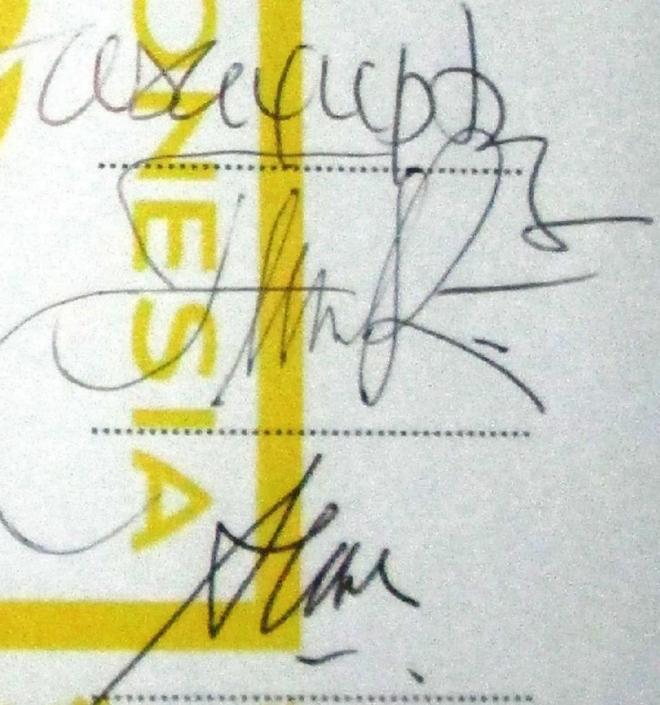
Yogyakarta, 01 Maret 2014.....

Tim Penguji

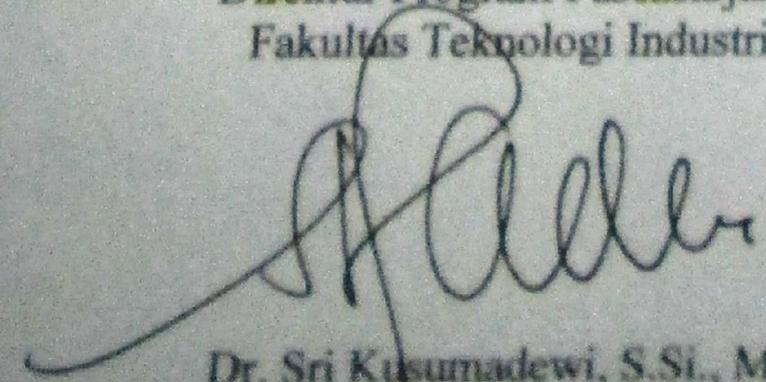
(Dr. Ir. Wahyu Supartono)
Ketua

(Drs. Faisal RM., MSIE, Ph.D)
Anggota I

(Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc)
Anggota II



الجنة الاممية الهندسية
Mengetahui,
Direktur Program Pascasarjana
Fakultas Teknologi Industri



Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., MT
NIP. 945230102

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perusahaan pada era informasi global saat ini harus sukses di berbagai area untuk mampu bersaing dengan perusahaan lain. Area – area dalam perusahaan tersebut seperti inovasi produk, efisiensi rantai pasokan, dan pelaksanaan manufaktur internal membutuhkan perbaikan kualitas yang terus menerus dalam memenuhi kepuasan pelanggan. Dr. W. Edwards Deming yang dikutip Gaspersz (2003), mengemukakan bahwa proses industri harus dipandang sebagai suatu perbaikan kualitas secara terus menerus (*continuous quality improvement*) yang dimulai dari sederet siklus sejak adanya ide untuk menghasilkan suatu produk, pengembangan produk, proses produksi, sampai dengan distribusi kepada pelanggan; seterusnya berdasarkan informasi sebagai umpan balik yang dikumpulkan dari pengguna produk (pelanggan) dikembangkan ide – ide untuk menciptakan produk baru atau meningkatkan kualitas produk lama beserta proses produksi yang ada saat ini.

Proses dalam perusahaan melibatkan manusia, mesin dan aliran bahan baku serta informasi. Manusia sebagai tenaga kerja harus diberdayakan untuk terus melakukan perbaikan di area kerjanya. Proses penggunaan mesin harus efektif dan bisa menghasilkan produk dengan baik sesuai kriteria atau spesifikasi mesin. Aliran bahan baku serta informasi harus mengalir dengan lancar di setiap area kerja. Dalam prosesnya perusahaan dituntut untuk memaksimalkan penggunaan manusia, mesin dan mengoptimalkan aliran bahan baku serta informasi dalam

menghasilkan produk layak jual dalam jumlah besar dengan harga yang kompetitif.

Perusahaan yang mampu bersaing di dunia global merupakan perusahaan yang mempunyai kinerja dengan baik. Kinerja tersebut bisa dilihat dari berbagai faktor seperti faktor PQCSDM (*Productivity, Quality, Cost, Delivery, Safety, and Morale*). Salah satu dari faktor tersebut adalah kualitas proses dan produk, perusahaan dituntut untuk menghasilkan suatu proses produksi dengan biaya produksi yang kecil dan produk jadi yang berkualitas serta pelayanan konsumen yang cepat dan keselamatan pemakaian produk terjamin. Kualitas adalah segala sesuatu yang mampu memenuhi keinginan atau kebutuhan pelanggan (Gaspersz, 2003). Pada abad ke 21 ini keinginan dan kebutuhan pelanggan akan produk bersifat dinamis, oleh karena itu perusahaan perlu melakukan perbaikan secara terencana dan terus – menerus dalam memproduksi produk untuk terus melayani pelanggannya.

Perbaikan secara terencana dan terus menerus dalam produk dapat dilakukan dengan metodologi *Six Sigma* untuk meminimalkan produk cacat dalam proses produksi, penelitian yang dilakukan oleh Putra (2010), hasil penelitian tersebut adalah menurunkan tingkat produk cacat dengan mengukur kondisi awal kinerja *sigma* dan menetapkan target *sigma* yang akan dicapai dengan metodologi *Six Sigma* yaitu DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Selain itu, *Six Sigma* juga digunakan dalam pengendalian kualitas, tujuan dari pengendalian kualitas dengan *Six Sigma* yaitu peningkatan kualitas secara bertahap, dimana pada tahap enam *sigma* hanya terdapat 3,4 cacat dari satu juta peluang (DPMO –

Defect Per Million Opportunities). Selain menghasilkan produk berkualitas, perbaikan terus-menerus juga harus mampu meminimalkan pemborosan (*waste*) yang terjadi pada saat proses produksi berlangsung. Meminimalkan pemborosan dalam proses produksi dilakukan dengan metode *Lean Manufacturing* dan perbaikan tempat kerja (*gemba*) untuk memperlancar dan mengefisienkan proses produksi dapat dilakukan dengan metode *Kaizen*.

Biaya produksi yang kecil dengan menghasilkan produk yang berkualitas merupakan salah satu tantangan perusahaan untuk tetap bertahan dalam persaingan. Berbagai cara dilakukan perusahaan untuk menekan biaya produksi salah satunya dengan menggunakan *Lean Six Sigma*. Prinsip – prinsip *Lean* dan *Six Sigma* berguna untuk proses manufaktur dalam memaksimalkan hasil produksi sekaligus mengurangi biaya yang terkait dengan *defective parts* (Henderson dan Evans, 2000). Telah ditunjukkan bahwa aplikasi yang tepat dan pelaksanaan teknik *Lean* dan *Six Sigma* dapat digunakan untuk menciptakan proses yang lebih baik dengan hemat biaya (*cost effective*) dan dapat memenuhi tuntutan pelanggan (Park, 2002).

Peningkatan kualitas dapat dilakukan dengan mengurangi pemborosan (*waste*) dalam proses produksi produk dari mulai bahan baku sampai produk jadi. Pengurangan pemborosan akan mampu meningkatkan kemampuan proses yang telah ditetapkan oleh manajemen, dimana kemampuan proses merupakan suatu ukuran kinerja *sigma* perusahaan. Semakin baik kemampuan prosesnya, maka *sigma* akan semakin besar bahkan bisa mencapai enam *sigma*. Metode *Lean Six Sigma* merupakan *tools* yang sangat tepat digunakan oleh perusahaan ataupun

organisasi yang mempunyai masalah *waste* sekaligus *defect*. Dalam berbagai penelitian telah banyak menyebutkan keunggulan *Lean Six Sigma*, penelitian yang dilakukan oleh Ramamoorthy (2007) menyebutkan *Lean Six Sigma* dapat memaksimalkan *shareholder value* melalui percepatan peningkatan dan perbaikan di dalam kepuasan konsumen, biaya, kualitas, kecepatan proses, dan biaya modal (investasi).

Pemborosan dalam proses produksi terdiri dari *work in process*, proses produk cacat, *waiting*, *unnecessary motion*, *layout production*, dan lain sebagainya. Untuk menghilangkan *waste* (pemborosan) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) digunakan konsep *Lean*. Dalam usaha peningkatan produktivitas, perusahaan harus mengetahui kegiatan yang dapat meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang dan/jasa) dan menghilangkan *waste*, oleh karena itu diperlukan suatu pendekatan *Lean*.

Perusahaan tidak cukup dengan menggunakan metode *Lean* dan *Six Sigma*, karena suatu perbaikan kualitas perlu dilakukan secara terus-menerus untuk mempertahankan dan meningkatkan kemampuan proses yang telah dicapai dan untuk meningkatkan kepuasan pelanggan. Maka konsep *Lean Six Sigma* dan *Kaizen* diharapkan bisa melakukan peningkatan kualitas proses dan produk suatu perusahaan.

PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta merupakan perusahaan yang bergerak di bidang tiang listrik dan tiang pancang beton, perusahaan tersebut juga sebagai anak atau cabang perusahaan PT. Tonggak Ampuh yang pusatnya ada di Jakarta. Hasil produksi perusahaan untuk memenuhi kebutuhan tiang listrik PT.

PLN (Persero) daerah Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta dan proyek – proyek konstruksi. Dalam proses produksi PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta mengalami kendala seperti masih adanya pemborosan pada setiap stasiun proses kerja, tidak adanya standarisasi kerja, proses produksi yang tidak lancar menimbulkan adanya produk cacat dan proses produksi kurang efisien sehingga menimbulkan *work in process* (WIP).

Penelitian ini akan mengidentifikasi jumlah produk cacat berdasarkan karakteristik kualitas dan dilakukan pengukuran dengan DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) untuk mengetahui kinerja *sigma* perusahaan. Selanjutnya dilakukan identifikasi pemborosan pada proses produksi dengan menggunakan VSM (*Value Stream Mapping*) dan peta proses operasi untuk mengurangi pemborosan pada proses produksi. Five S dilakukan untuk melakukan perbaikan pada tempat kerja (*gemba*). Dengan ketiga metode ini, diharapkan bisa memberikan masukan kepada perusahaan untuk mengurangi produk cacat, mengurangi pemborosan untuk menurunkan *lead time* produksi PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Berapa nilai DPMO dan tingkat kinerja *sigma* PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta?

2. Faktor – faktor apa yang harus diperbaiki untuk mengurangi produk cacat dalam meningkatkan kualitas produk?
3. Bagaimana mengurangi pemborosan yang terjadi pada proses produksi produk tiang listrik?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai DPMO dan tingkat kinerja sigma PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta.
2. Mengetahui faktor – faktor yang harus diperbaiki untuk mengurangi produk cacat dalam meningkatkan kualitas produk.
3. Mengetahui bagaimana mengurangi pemborosan yang terjadi pada proses produksi produk tiang listrik.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini di bagi menjadi dua yaitu :

1. Bagi Perusahaan
 - a. Bahan masukan dan evaluasi bagi departemen manajemen kualitas dan proses produksi.
 - b. Mengetahui permasalahan – permasalahan yang harus diprioritaskan untuk diselesaikan.
 - c. Sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan pengambilan keputusan.

2. Bagi Penulis

- a. Mengetahui metode dari integrasi *Lean Six Sigma* dan *Kaizen* dalam perusahaan manufaktur.
- b. Mengembangkan ilmu pengetahuan dan praktik langsung di lapangan.

1.5. Batasan Masalah

Untuk menghindari permasalahan yang semakin meluas dan tidak terarah, maka dilakukan batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini menggunakan metodologi dari *Six Sigma* yaitu *Define, Measure, Analyze, dan Improve*. Tahap *Control* tidak dilakukan karena merupakan tahap tindakan yang menjadi tanggung jawab perusahaan.
2. Penelitian ini tidak memperhitungkan biaya peningkatan kualitas.
3. Data yang digunakan adalah data atribut.
4. Produk yang diteliti adalah tiang listrik beton
5. Penelitian ini dilakukan pada departemen produksi dan departemen *Quality control*
6. Karakteristik kualitas produk sesuai dengan yang distandarkan oleh PT. PLN (persero) yang dikenal dengan nama SPLN (Standar Perusahaan Listrik Negara).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian dengan metode *Lean Six Sigma* sudah banyak dilakukan baik di industri jasa maupun manufaktur, berbagai penelitian tersebut menyebutkan keunggulan dari metode *Lean Six Sigma*. Penelitian di industri manufaktur penerbangan yang pernah dilakukan oleh Ramamoorthy (2007), menyatakan bahwa *Lean Six Sigma* dapat memaksimalkan *shareholder value* melalui percepatan peningkatan dan perbaikan di dalam kepuasan konsumen, biaya, kualitas, kecepatan proses, dan biaya modal (investasi). Penelitian tersebut berhasil menurunkan *lead time* dari 26 hari menjadi 10 hari. Selain itu, peluang terjadinya *defect* dapat dikurangi hingga sebesar 30%. Penggunaan metode *Lean Six Sigma* di industri penerbangan menghasilkan *saving* hingga \$6000 untuk tiap armada.

Penelitian oleh Roth dan Matthew (2010) menyimpulkan bahwa penerapan *Lean Six Sigma* akan dapat menemukan jumlah optimal karyawan untuk meminimalkan biaya tenaga kerja per unit yang diproduksi. Selain itu, metode perbaikan yang diusulkan akan menurunkan jumlah produksi cacat dan meningkatkan kualitas keseluruhan dari barang jadi. Telah terbukti bahwa aplikasi yang tepat dan pelaksanaan teknik *Lean Six Sigma* dapat digunakan untuk menciptakan proses yang lebih baik yang lebih hemat biaya dan dapat memenuhi tuntutan pelanggan (Park, 2002).

Penelitian yang dilakukan oleh Zainuddin dan Retnaningsih (2012) menggunakan metode *Lean Six Sigma* untuk meningkatkan produktivitas proses *butt weld orbital*. Penelitian ini membahas pengukuran waktu standar serta melakukan upaya untuk mengurangi pemborosan yang terjadi pada proses *butt weld orbital* dengan menggunakan VALSTAT. Penelitian menghasilkan proses *butt weld orbital* mengalami peningkatan dari 10 *joint* menjadi 11 *joint* dan waktu standar proses *butt weld orbital* lebih cepat dari 50 menit menjadi 45 menit.

Penelitian metode *Lean Six Sigma* dalam industri jasa dilakukan oleh Sulistiyowati, dkk (2010). Penelitian dilakukan dengan menggabungkan metode *Servqual* dengan *Lean Six Sigma*. Pengukuran menggunakan metode *Servqual*, metode tersebut mengukur kualitas layanan dari atribut masing-masing dimensi, sehingga akan diperoleh nilai *gap* yang merupakan selisih antara persepsi konsumen terhadap layanan yang diterima dengan harapan konsumen terhadap layanan yang akan diterima. Perspektif internal digunakan untuk mengidentifikasi layanan dari bebas kesalahan (*zero defect*) dan melakukannya dengan benar sesuai dengan permintaan dalam satu kali layanan tanpa mengulang. Untuk mengukurnya digunakan metode *Lean Six Sigma*, yaitu suatu metode yang fokus pada bebas kesalahan (*zero defect*) dan mengurangi variasi serta mempercepat proses eliminasi *waste* sepanjang *value stream* sehingga akan memberikan nilai tambah (*value added*).

Dari perhitungan metode *ServQual* didapatkan nilai *gap negative* tertinggi pada atribut kesiagaan petugas gangguan 24 jam sebesar 0,0479, yang selanjutnya akan diintegrasikan pada metode *Lean* untuk diidentifikasi *waste* yang terdapat

pada proses layanan gangguan pelayanan teknik PT.PLN UPJ Ngagel. Hasil perhitungan *waste* didapat bahwa *waste* terbobot tipe *defect* mempunyai nilai tertinggi sebesar 8,4. Sehingga *waste defect* akan dihitung nilai kapabilitas proses dari *Critical To Quality* (CTQ) untuk dikonversikan ke nilai *sigma* dan didapat nilai *sigma* adalah 4,54.

Penelitian tentang *Lean Six Sigma* dan *Kaizen* pernah dilakukan oleh Ford (2006) dengan judul penelitian *a study of using the principles of Lean, Kaizen, and Six Sigma at the Ocala police department to improve customer service to the community*, hasil penelitian menyebutkan bahwa menggunakan metodologi *Lean*, *Six Sigma*, dan *Kaizen* bisa bermanfaat bagi Ocala Kepolisian dan meningkatkan layanan pelanggan.

Dalam penelitian ini menggabungkan antara *Lean Six Sigma* dengan *Kaizen* untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya produk cacat dan melakukan perbaikan untuk mencegah terjadinya produk cacat, mengurangi pemborosan (*waste*) dalam proses produksi sehingga diharapkan penelitian dengan metode ini bisa meningkatkan kualitas dan juga produktivitas secara terus menerus untuk mencapai target enam *sigma*. Setelah target tercapai proses *Kaizen* harus terus dilakukan dalam upaya mengejar keunggulan dan kesempurnaan proses produksi, karena proses *Kaizen* tidak pernah akan berhenti selama proses dan perusahaan terus beroperasi.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Kualitas

Kualitas adalah segala sesuatu yang mampu memenuhi keinginan atau kebutuhan pelanggan (*meeting the needs of customers*). Dalam ISO 8402 (*quality vocabulary*), kualitas didefinisikan sebagai totalitas dari karakteristik suatu produk yang menunjang kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan yang dispesifikasikan atau ditetapkan. Kualitas seringkali diartikan sebagai kepuasan pelanggan (*customer satisfaction*) atau konformansi terhadap kebutuhan atau persyaratan (*conformance to the requirements*) (Gaspersz, 2003).

Meningkatkan kualitas proses dapat mengakibatkan tingkat produk cacat yang menurun, tingkat kegagalan menurun, *rework* menjadi berkurang, waktu siklus yang lebih singkat, kerusakan mesin menurun, dan penurunan jumlah sumber daya.

2.2.2. Lean

Lean adalah suatu upaya terus – menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang dan/atau jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*). Tujuan *Lean* adalah meningkatkan terus – menerus *customer value* melalui peningkatan terus – menerus rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (*the value to waste ratio*) (Gaspersz, 2007).

Lean dapat 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

peningkatan terus – menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) dengan mengalirkan produk (*material, work in process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan.

Terdapat lima prinsip dasar *Lean*, yaitu :

1. Mengidentifikasi nilai produk (barang dan/atau jasa) berdasarkan perspektif pelanggan, di mana pelanggan menginginkan produk (barang dan/atau jasa) berkualitas *superior*, dengan harga yang kompetitif dan penyerahan tepat waktu.
2. Mengidentifikasi *value stream process mapping* (pemetaan proses *value stream*) untuk setiap produk (barang dan/atau jasa).
3. Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang proses *value stream* itu.
4. Mengorganisasikan agar material, informasi, dan produk itu mengalir secara lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* menggunakan sistem tarik (*pull system*)
5. Terus-menerus mencari berbagai teknik dan alat peningkatan (*improvement tools and techniques*) untuk mencapai keunggulan dan peningkatan terus menerus.

2.2.3. Six Sigma

Six Sigma didefinisikan sebagai sebuah sistem yang luas dan komprehensif untuk membangun dan menopang kinerja, sukses, dan kepemimpinan bisnis (Pande, dkk., 2002). *Six Sigma* secara unik dikendalikan oleh pemahaman yang

kuat terhadap kebutuhan pelanggan, pemakaian yang disiplin terhadap fakta, data, dan analisis statistik, dan perhatian yang cermat untuk mengelola, memperbaiki, dan menanamkan kembali proses bisnis.

Prinsip dasar six sigma adalah pengurangan dari kemampuan variasi (Pyzdek, 2002). *Six Sigma* juga digambarkan sebagai program perbaikan untuk menghilangkan variasi yang berfokus pada perbaikan terus – menerus. Tujuan utama menghilangkan variasi pada produk atau *service* adalah untuk memenuhi kepuasan pelanggan (Magnusson et al., 2003 dalam Anderson et al., 2006). Untuk memperbaiki kualitas, variasi harus dapat diukur, dikurangi dan dicegah. Oleh karena itu, di dalam proses dimana suatu *output* atau produk yang dibuat mulai dari pesanan pelanggan sampai pengiriman tidak menyimpang dari batas spesifikasi. Cara yang baik untuk menjamin hal tersebut yaitu dengan tetap menjaga produk yang dihasilkan tidak menyimpang atau tidak keluar dari batas spesifikasi (Goh dan Xie, 2004).

Ada banyak jenis “sukses bisnis” yang dapat anda raih karena besarnya manfaat *Six Sigma* telah terbukti, mencakup :

1. Pengurangan biaya
2. Peningkatan produktivitas
3. Pertumbuhan pangsa pasar
4. Retensi pelanggan
5. Pengurangan waktu siklus
6. Pengurangan *defect* (cacat)
7. Pengembangan produk/jasa

Terdapat enam aspek kunci yang perlu diperhatikan dalam aplikasi konsep *Six Sigma*, yaitu

1. Identifikasi pelanggan anda
2. Identifikasi produk anda
3. Identifikasi kebutuhan anda dalam memproduksi produk untuk pelanggan anda
4. Definisikan proses anda
5. Hindari kesalahan dalam proses anda dan hilangkan semua pemborosan yang ada
6. Tingkatkan proses anda secara terus menerus menuju target *Six Sigma*

2.2.4. Kaizen

Kaizen adalah kata dalam bahasa Jepang yang berarti perbaikan terus-menerus. Filosofi ini menekankan pentingnya perbaikan terus-menerus melibatkan karyawan di setiap tingkat organisasi. Filosofi ini mengasumsikan bahwa kehidupan sehari-hari harus fokus pada upaya perbaikan terus-menerus. Hal ini agar organisasi kelas dunia wajar dan jelas bagi banyak orang bahwa mereka kadang-kadang lupa memilikinya. *Kaizen* dimaksudkan untuk diintegrasikan ke keadaan normal kegiatan sehari-hari dengan fokus pada menghilangkan limbah, menciptakan standar, dan memiliki tempat kerja bersih terorganisir. Perbaikan dilakukan melalui *Kaizen* umumnya kecil dan halus, namun hasil mereka dari waktu ke waktu dapat menjadi besar dan lama. Saya merasa bahwa itu telah menjadi kontributor utama keberhasilan ekonomi dan kompetitif perusahaan (Ortiz, 2006).

Kaizen adalah suatu istilah dalam bahasa Jepang yang dapat diartikan sebagai perbaikan secara terus – menerus (*continuous improvement*) (Gaspers, 2003). *Kaizen* pada setiap perusahaan, baik perusahaan manufaktur atau bukan, harus dimulai dengan tiga kegiatan ini : standardisasi, 5R dan penghapusan pemborosan.

Program *Kaizen* dirancang untuk membantu perusahaan menciptakan dasar yang kuat untuk perubahan, yang memungkinkan penerimaan dan efektif integrasi, dan dengan demikian sehingga memungkinkan perusahaan untuk mempertahankan proses perbaikan dan mewujudkan hasil keuangan dan budaya yang positif. Semangat *Kaizen* berlandaskan pada pandangan berikut:

1. Hari ini harus lebih baik dari hari kemarin, dan hari esok harus lebih baik daripada hari ini.
2. Tidak boleh ada satu hari pun yang lewat tanpa perbaikan/peningkatan.
3. Masalah yang timbul merupakan suatu kesempatan untuk melaksanakan perbaikan/peningkatan.
4. Menghargai adanya perbaikan/peningkatan meskipun kecil.
5. Perbaikan/peningkatan tidak harus memerlukan investasi yang besar.

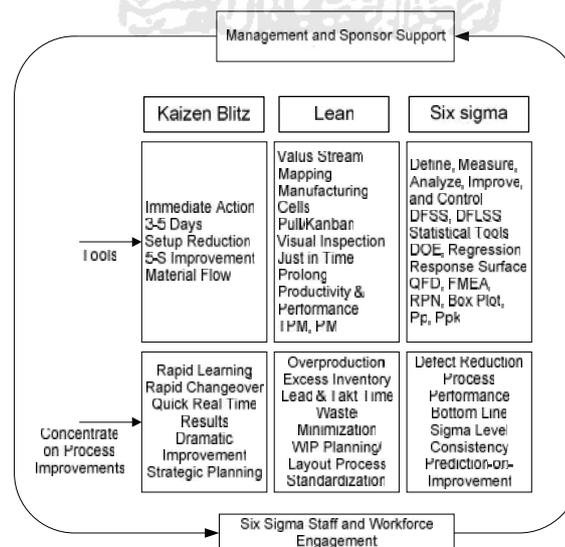
Menurut Prof. Yoshinobu Nayatani yang dikutip Gaspersz (2003), penerapan *Kaizen* dalam manajemen kualitas akan memberikan dampak positif adalah sebagai berikut:

1. Setiap orang akan mampu menemukan masalah lebih cepat
2. Setiap orang akan memberikan perhatian dan penekanan pada tahap perencanaan
3. Mendukung cara berpikir yang berorientasi pada proses

4. Setiap orang akan berkonsentrasi pada masalah – masalah yang lebih penting dan mendesak untuk diselesaikan
5. Setiap orang akan berpartisipasi dalam membangun sistem baru.

2.2.5. Integrasi Lean, Six Sigma dan Kaizen

Six Sigma, *Lean*, dan *Kaizen* masing-masing dengan caranya sendiri, adalah teknik pemecahan masalah yang strategis dalam dunia industri. Integrasi dari ketiga metode kualitas akan membawa alat yang paling ampuh untuk menghilangkan limbah dan meningkatkan produktivitas dan *profitability* (Taghizadegan, 2006). *Six Sigma/DFSS*, *Lean*, dan *Kaizen thinking* secara dramatis akan meningkatkan kepuasan pelanggan dan keuntungan, walaupun tajam mengurangi limbah (*waste*), cacat, kesalahan, kecelakaan, dan waktu ke pasar. *Six Sigma* terus menerus meningkatkan terhadap kepuasan pelanggan dan *bottom line*, *Lean speed*, dan pengurangan waktu tunggu. Integrasi antara *Kaizen blitz*, *Lean* dan *Six Sigma* ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Integrasi *Kaizen blitz*, *Lean* dan proses *Six Sigma* (Taghizadegan, 2006)

Konsep dari TQM, ISO 9000:2000, *Six Sigma*, *Lean* dan *Kaizen* merupakan teknik – teknik pada peningkatan kualitas dalam prosesnya mempunyai persamaan dan perbedaan. Pada tabel 2.1. diuraikan persamaan dan perbedaan dari TQM, ISO 9000:2000, *Six Sigma*, *Lean* dan *Kaizen* (Lampiran 1).

Integrasi *Lean Six Sigma* dan *Kaizen* akan menurunkan *variability* produk yang mengakibatkan cacat dan melancarkan proses produksi dengan meminimalkan pemborosan (*waste*) dan penyederhanaan sistem kerja. Sehingga penerapan *Lean Six Sigma* dan *Kaizen* akan mampu mengurangi produk cacat, pengurangan *lead time* dan waktu siklus kerja yang dapat meningkatkan kualitas produk dan produktivitas kerja.

2.2.6. Metodologi Six sigma

Berbagai upaya peningkatan menuju target *Six Sigma* dapat dilakukan menggunakan dua metodologi, yaitu (1) *Six Sigma*—DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), dan (2) *design for Six Sigma*—DFSS DMADV (*Define, Measure, Analyze, Design, Verify*). DMAIC digunakan untuk meningkatkan proses bisnis yang telah ada, sedangkan DMADV digunakan untuk menciptakan desain proses baru dan/atau desain produk baru dalam cara sedemikian rupa agar menghasilkan kinerja bebas kesalahan (Gaspersz, 2007).

Keuntungan metodologi DMAIC dalam perbaikan proses adalah sebagai berikut (Pande, dkk., 2002) :

1. Membuat awal yang baik
2. Memberikan sebuah konteks yang baru terhadap alat – alat yang *familiar*
3. Menciptakan sebuah pendekatan yang konsisten

4. Memprioritaskan “pelanggan” dan “pengukuran”
5. Menawarkan jalur “perbaikan proses” dan juga “perancangan ulang proses” untuk perbaikan.

Dalam penelitian ini hanya dilakukan empat tahapan yaitu *define*, *measure*, *analyze*, dan *improve*. Uraian untuk setiap tahapan adalah sebagai berikut :

1. Define (tentukan)

Define merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini dilakukan beberapa – proses sebagai berikut :

- a. *Voice of customers* (VOC)

Proses pembelajaran kebutuhan, keinginan, ekspektasi, dan tingkat kepuasan pelanggan ini pada umumnya disebut sebagai “mendengarkan suara pelanggan” (*listening to the voice of the customers*).

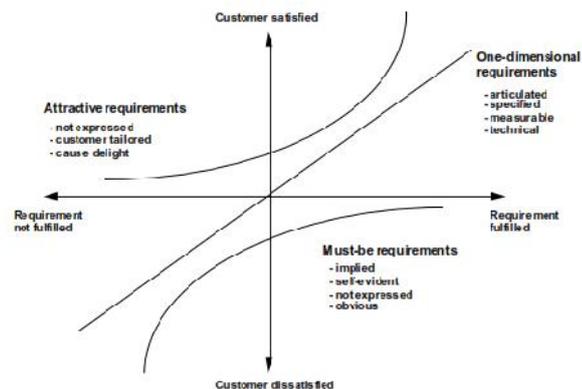
Proses *voice of customers* untuk meningkatkan kepuasan pelanggan terhadap produk, maka harus ditentukan dulu karakteristik kualitas produk yang diinginkan pelanggan. Menurut David Garvin (1987) yang dikutip Gaspersz (2003) mendefinisikan delapan dimensi yang dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik kualitas produk, sebagai berikut:

- Performansi
- *Features*
- Keandalan

- Konformansi
- *Durability*
- Kemampuan pelayanan
- Estetika
- Kualitas yang dirasakan

Setelah memahami ekspektasi pelanggan terhadap karakteristik kualitas produk, selanjutnya menentukan kepentingan relatif (urutan prioritas) dari setiap karakteristik. Dalam penelitian ini proses penentuan urutan prioritas dari setiap karakteristik produk menggunakan teori dari Model Kano.

Metode Kano dikembangkan oleh Noriaki Kano tahun 1984. Definisi Metode Kano adalah metode yang bertujuan untuk mengategorikan atribut – atribut dari produk maupun layanan berdasarkan seberapa baik produk/layanan tersebut mampu memuaskan kebutuhan pelanggan. Sedangkan Fungsi dari Metode Kano adalah untuk menentukan atribut dari suatu produk/layanan yang memiliki pengaruh besar terhadap kepuasan pelanggan (Kano, et al., 1984 p. 41 yang dikutip dari Noufal, et al., 2010). Diagram pengelompokan kategori atribut kualitas terhadap kepuasan pelanggan dengan Model Kano disajikan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Kepuasan pelanggan pada Model Kano
Sumber : (Berger, et al., 1993)

Pada Model Kano atribut kualitas dikategorikan ke dalam enam kategori sebagai berikut (Noufal, et al., 2010):

➤ *Must be quality attributes*

Atribut kualitas yang harus dipenuhi. Apabila atribut ini tidak ada / tidak dipenuhi maka pelanggan akan menjadi sangat tidak puas. Pada kategori *must be* atau *basic needs* ini, pelanggan menjadi tidak puas apabila kinerja dari atribut yang bersangkutan rendah. Tetapi kepuasan pelanggan tidak akan meningkat jauh di atas netral meskipun kinerja dari atribut tersebut tinggi.

➤ *One dimensional quality attributes*

Ada atau tidaknya atribut tertentu secara proporsional berpengaruh pada level kepuasan pelanggan. Pada *one dimensional* atau *performance needs* ini, tingkat kepuasan pelanggan berhubungan *linier* dengan kinerja atribut, sehingga kinerja atribut yang tinggi akan mengakibatkan tingginya kepuasan pelanggan pula.

➤ *Attractive quality attributes*

Atribut kualitas tertentu yang dapat memberikan kepuasan lebih kepada pelanggan. Tidak adanya atribut ini dapat mengakibatkan ketidakpuasan pelanggan. Pada kategori *attractive* atau *excitement needs* ini, tingkat kepuasan pelanggan akan meningkat sangat tinggi dengan meningkatnya kinerja atribut. Akan tetapi penurunan kinerja atribut tidak akan menyebabkan penurunan tingkat kepuasan. Secara spesifik, *atribut attractive* akan menjadi *one dimensional*, dan akhirnya akan menjadi atribut *must be*.

➤ *Indifferent quality attributes*

Ada atau tidaknya atribut tertentu sama sekali tidak akan berpengaruh pada kepuasan pelanggan. Atribut – atribut yang dimaksud biasanya merupakan atribut pelengkap yang tidak diperhatikan oleh pelanggan.

➤ *Reverse quality attributes*

Pelanggan akan menjadi puas jika atribut yang dimaksud tidak ada dan akan menjadi tidak puas jika atribut tersebut ada. Atribut – atribut yang dimaksud merupakan atribut yang tidak diinginkan oleh pelanggan.

➤ *Questionable results*

Adanya kesalahpahaman pelanggan atau kesalahan interpretasi dalam mengikuti *survey* menyebabkan kesalahan dalam *survey* tersebut, respon yang diberikan pelanggan akan atribut tertentu dapat menimbulkan kontradiksi yang masih bisa dipertanyakan.

Dalam proses mengklasifikasikan kategori/atribut Kano tiap responden menggunakan tabel evaluasi Kano yang disajikan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Tabel evaluasi Kano

Customer requirements ↓		Dysfunctional (negative) question →				
		1. like	2. must be	3. neutral	4. live with	5. dislike
Functional (positive) question	1. like	Q	A	A	A	O
	2. must-be	R	I	I	I	M
	3. neutral	R	I	I	I	M
	4. live with	R	I	I	I	M
	5. dislike	R	R	R	R	Q

Sumber : Sauerwein, et al. 1996

Keterangan :

Q = *questionable*

R = *reverse*

A = *attractive*

I = *indifferent*

O = *one dimensional*

M = *must be*

Proses menentukan kategori Kano untuk tiap atribut menggunakan *Blauth Formula* menurut Walden (Tony Wijaya, 2011), jika $(O + A + M) > (I + R + Q)$, maka *grade* yang diperoleh dari yang paling maksimum dari $(O + A + M)$. Jika $(O + A + M) < (I + R + Q)$, maka *grade* yang diperoleh dari yang paling maksimum dari $(I + R + Q)$. Jika jumlah nilai $(O + A + M) = (I + R + Q)$, maka *grade* yang diperoleh yang paling maksimum diantara semua kategori Kano yaitu $(O + A + M + I + R + Q)$

Langkah – langkah pengukuran kualitas dengan Metode Kano adalah sebagai berikut: (walden, 1993 p.10 dikutip dari Noufal, et al., 2010)

Langkah 1 : Identifikasi atribut

Identifikasi atribut dilakukan untuk menentukan atribut – atribut kualitas yang menjadi objek penelitian. Menentukan nilai skor dari atribut yang akan dinilai pelanggan, seperti dibawah ini :

1 = suka

2 = harap

3 = netral

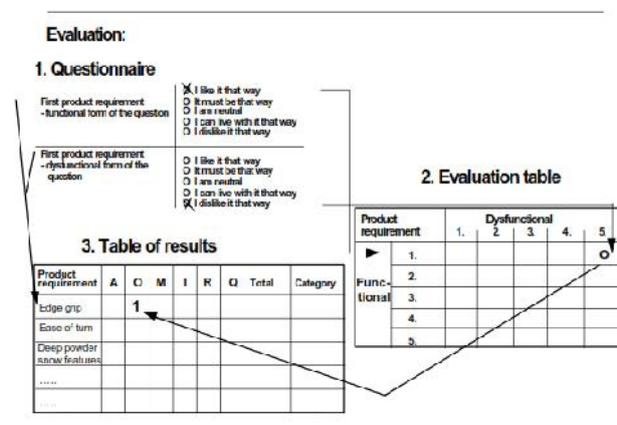
4 = toleransi

5 = tidak setuju

Langkah 2 : Penyebaran kuesioner dilakukan untuk mendapatkan data dari pelanggan. Dalam langkah ini dilakukan proses perhitungan validitas item kuesioner.

Langkah 3 : mengklasifikasikan atribut berdasarkan Kano Model

Pada tahap ini dilakukan rekapitulasi hasil kuesioner dengan menggunakan tabel evaluasi Kano. Proses tahap ini disajikan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Proses evaluasi klasifikasi atribut Kano
Sumber : Sauerwein, et al. 1996

Keuntungan Model Kano adalah sebagai berikut: (Wijaya, 2011)

- Prioritas untuk pengembangan produk
- Produk *requirement* lebih dipahami
- Model Kano untuk kepuasan konsumen secara optimal dapat dikombinasikan dengan QFD
- Metode Kano menyediakan bantuan yang berharga dalam situasi *trade off*, dalam tahap pengembangan produk.
- Menemukan dan memenuhi *attractive requirements* akan menciptakan perbedaan yang sangat besar.

b. Deskripsi masalah dan tujuan proyek *Six Sigma*

Tahap ini mendefinisikan isu – isu, nilai – nilai, masalah, dan sasaran dan/atau tujuan dari proyek *Six Sigma*.

c. Mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan dari proyek *Six Sigma*

Terhadap setiap proyek *Six Sigma* yang telah dipilih, harus didefinisikan proses – proses kunci, *sekuens* proses beserta interaksinya, serta pelanggan yang terlibat dalam setiap proses itu.

Pelanggan di sini dapat menjadi pelanggan internal maupun eksternal.

Mendefinisikan proses – proses kunci beserta pelanggannya menggunakan diagram SIPOC (*Suppliers, Inputs, Processes, Outputs, Customers*). Definisi dari akronim SIPOC adalah :

Suppliers—merupakan orang atau kelompok orang yang memberikan informasi kunci, *material*, atau sumber daya lain kepada proses.

Inputs—adalah segala sesuatu yang diberikan pemasok (*suppliers*) kepada proses.

Processes—merupakan sekumpulan langkah yang mentransformasi—dan secara ideal, menambah nilai kepada *inputs* (proses transformasi nilai tambah kepada *inputs*). Suatu proses biasanya terdiri dari beberapa sub proses.

Outputs—merupakan produk (barang dan/atau jasa) dari suatu proses.

Customers—merupakan orang atau kelompok orang, atau sub proses yang menerima *output*.

2. Measure (ukur)

Measure merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini dilakukan proses sebagai berikut:

a. Menetapkan karakteristik kualitas (CTQ) kunci

CTQ adalah karakteristik produk atau jasa bahwa pelanggan menganggap penting, dan mereka terukur karakteristik yang kinerjanya standar atau batas spesifikasi harus dipenuhi untuk memenuhi kebutuhan pelanggan (Yang, K., 2008).

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

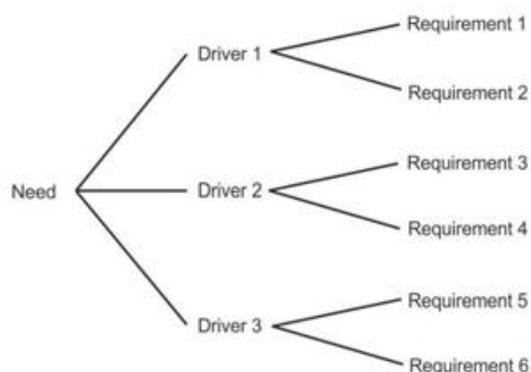
desain yang dilakukan akan bersekutu dan searah dengan *requirement* dari *customer* (<http://sixsigmaindonesia.com/ctq-tree/>).

Critical to quality (CTQ) merupakan atribut – atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Merupakan elemen dari suatu produk, proses, atau praktek – praktek yang berdampak langsung pada kepuasan pelanggan.

Karakteristik kualitas (*critical to quality*=CTQ) kunci yang ditetapkan seyogianya berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan, yang diturunkan secara langsung dari persyaratan – persyaratan *output* dan pelayanan (Gaspersz, 2002).

Dalam menetapkan CTQ menggunakan *tools* yang disebut dengan *CTQ tree* (*critical to quality tree*). Definisi dari *CTQ tree* adalah sebuah *tools* yang biasa digunakan untuk menguraikan atau mendekomposisi *requirement customer* yang cukup luas menjadi *requirement* yang terkuantifikasi dan lebih mudah memprosesnya.

Secara umum gambar *CTQ tree* disajikan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 CTQ Tree

(sumber : <http://sixsigmaindonesia.com/ctq-tree/>, 2012)

b. Peta kontrol (*charts control*)

Peta kontrol pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Walter Andrew Shewhart dari *Bell Telephone Laboratories*, Amerika Serikat, pada tahun 1924 dengan maksud untuk menghilangkan variasi tidak normal melalui pemisahan variasi yang disebabkan oleh penyebab khusus (*special causes variation*) dari variasi yang disebabkan oleh penyebab umum (*common causes variation*). Penggunaan peta kontrol untuk:

- Menentukan apakah suatu proses berada dalam pengendalian statistikal? Dengan demikian peta – peta kontrol digunakan untuk mencapai suatu keadaan terkendali secara statistikal, dimana semua nilai rata – rata dan *range* dari sub – sub kelompok (*subgroups*) contoh berada dalam batas – batas pengendalian (*control limits*), oleh karena itu variasi penyebab khusus menjadi tidak ada lagi dalam proses.
- Memantau proses secara terus – menerus sepanjang waktu agar proses tetap stabil secara statistikal dan hanya mengandung variasi penyebab umum.
- Menentukan kemampuan proses (*proses capability*). Setelah proses berada dalam pengendalian statistikal, batas – batas dari variasi proses dapat ditentukan.

Dalam penelitian ini digunakan peta kontrol untuk data atribut. Alasan penggunaan peta kontrol data atribut adalah sebagai berikut:

- Situasi – situasi yang berkaitan dengan data atribut ada dalam proses teknikal atau administratif, sehingga teknik – teknik analisis atribut menjadi berguna dalam banyak penerapan.
- Data atribut telah tersedia dalam banyak situasi termasuk dalam aktivitas inspeksi *material*, proses perbaikan, atau inspeksi akhir.
- Apabila data baru harus dikumpulkan, informasi atribut pada umumnya mudah diperoleh dan tidak mahal, serta tidak membutuhkan keterampilan khusus untuk mengumpulkan data atribut itu.
- Kebanyakan data yang dikumpulkan untuk pelaporan manajemen adalah dalam bentuk atribut dan akan menjadi lebih bermanfaat apabila dilakukan analisis peta kontrol untuk data atribut itu.

Peta kontrol data atribut yang dipakai dalam penelitian ini adalah peta kontrol p. Peta kontrol tersebut digunakan untuk mengukur proporsi ketidaksesuaian (penyimpangan atau sering disebut cacat) dari item – item dalam kelompok yang sedang diinspeksi. Langkah dalam membuat peta kontrol p untuk sampel yang berubah – ubah adalah sebagai berikut: (Ariani, 2004)

- Hitung nilai rata – rata dan proporsi cacat (garis pusat)

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^g p_i}{g}$$

- Hitung batas – batas kontrol 3-sigma

$$CL = \bar{p}$$

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{\bar{n}}}$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{\bar{n}}}$$

- Plot atau tebarkan data proporsi cacat dan lakukan pengamatan apakah data itu berada dalam pengendalian statistikal.

c. Pengukuran *baseline* kinerja (*performance baseline*)

Baseline kinerja dalam proyek *Six Sigma* biasanya ditetapkan menggunakan satuan pengukuran DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) dan/atau tingkat kapabilitas *sigma* (*sigma level*).

Pengukuran *baseline* kinerja yang dilakukan adalah pengukuran *baseline* kinerja pada tingkat *output* dan data *atribut*. Pengukuran *baseline* kinerja pada tingkat *output* dilakukan secara langsung pada produk akhir (barang dan/atau jasa) yang akan diserahkan kepada pelanggan. Pengukuran dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana *output* akhir dari proses itu dapat memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan, sebelum produk itu diserahkan kepada pelanggan.

Pengukuran atribut karakteristik kualitas pada tingkat proses dan/atau *output* ditunjukkan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Cara pengukuran atribut karakteristik kualitas pada tingkat *output* dengan data *atribut*

Langkah	Tindakan	Persamaan
1	Proses apa yang anda ingin mengetahui?	-
2	Berapa banyak unit produk yang diperiksa?	-
3	Berapa banyak unit produk yang gagal/cacat?	-
4	Hitung tingkat cacat (kegagalan) berdasarkan pada langkah 3	$=(\text{langkah 3})/(\text{langkah 2})$
5	Tentukan banyaknya CTQ potensial yang dapat mengakibatkan cacat (kegagalan)	$=\text{banyaknya karakteristik CTQ}$
6	Hitung peluang tingkat cacat (kegagalan) per karakteristik CTQ	$=(\text{langkah 4})/(\text{langkah 5})$
7	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO)	$=(\text{langkah 6}) \times 1000000$
8	Konversi DPMO (langkah 7) ke dalam nilai sigma	
9	Buat kesimpulan	

Sumber: Gaspersz, 2002

d. Current state value stream mapping

APICS dictionary (2005) mendefinisikan *value stream* sebagai proses – proses untuk membuat, memproduksi, dan menyerahkan produk (barang dan/atau jasa) ke pasar. Untuk proses pembuatan barang (*good*), *value stream* mencakup pemasok bahan baku, manufaktur, dan perakitan barang, serta jaringan pendistribusian kepada pengguna barang.

Value stream adalah sekumpulan aktivitas proses produksi yang didalamnya terdapat kegiatan yang memberikan nilai tambah yang harus dilakukan dengan urutan tertentu untuk menciptakan nilai bagi pelanggan. *Value stream mapping* (Hines dan Rich, 1999) merupakan suatu alat perbaikan (*tool*) yang digunakan untuk membantu memvisualisasikan proses produksi secara menyeluruh, yang

merepresentasikan baik aliran *material* juga aliran informasi. Tujuan dari pemetaan ini adalah untuk mengidentifikasi seluruh jenis pemborosan disepanjang *value stream* dan untuk mengambil langkah dalam upaya mengeliminasi pemborosan tersebut.

Dalam membuat *value stream mapping* diperlukan langkah – langkah sebagai berikut (Schneider, 2007)

➤ *Determine product/process family to value stream map*

Tahap ini merupakan tahap awal dalam menggambar *current state map*, pada tahap ini menentukan produk yang akan dijadikan *model line* sebagai target perbaikannya. Tujuan pemilihan *model line* adalah agar penggambaran *system focus* pada satu produk saja yang bisa dianggap sebagai acuan dan representasi dari *system* produksi yang ada. Mengidentifikasi suatu *family product* dapat dilakukan baik dengan menggunakan produk atau matriks proses untuk mengklasifikasikan langkah proses yang sama untuk produk yang berbeda atau dengan memilih produk dengan *volume* paling tinggi.

➤ *Penentuan value stream manager*

Untuk melihat *value stream* suatu produk secara keseluruhan tentunya perlu dilihat sebagai satu kesatuan yang utuh, sehingga batasan – batasan organisasi dalam perusahaan perlu diterobos. Karena pada dasarnya perusahaan cenderung terorganisir untuk setiap departemen (proses) dan terbatasnya pada fungsi masing-masing. Sehingga biasanya orang hanya bertanggung jawab pada

apa yang menjadi bagiannya tanpa mengetahui proses secara keseluruhan menurut sudut pandang *value stream*. Oleh karena itu di dalam memetakan *value stream* agar nantinya dapat dibuat suatu usulan perancangan, diperlukan seorang *value stream manager* yaitu orang yang paham mengenai proses keseluruhan dalam *value stream* suatu produk sehingga dapat membantu dalam memberikan saran bagi perbaikan *value stream* produk tersebut.

➤ *Draw the process flow map*

- a. Tahap ini dimulai pada akhir dari proses
- b. Menentukan dimana material dan informasi yang digunakan selama proses
- c. Memetakan semua proses untuk mengerti semua aliran *material*
- d. Menggambar peta dengan tangan untuk menyelesaikan hal tersebut dengan cepat dan akan mudah jika terjadi perubahan dan perbaikan
- e. Membatasi *value stream* hanya pada satu *product family*

➤ *Add the material flow*

Pada tahap ini menunjukan semua pergerakan *material* yang digunakan dalam *value stream mapping* dengan menggunakan panah. Panah yang digunakan ada 2 untuk membedakan *pull system* dan *push system*.

➤ *Add the information flow*

Memetakan aliran informasi dengan membuat dokumen bagaimana informasi dikumpulkan atau didistribusikan dengan cara elektronik maupun manual.

➤ *Add process data collection boxes*

Mengumpulkan data proses seperti : jumlah operator, *cycle time*, *up time*, *downtime*, *quality* serta data inventori WIP. Semua data proses tersebut dimasukkan ke dalam suatu data box untuk masing – masing proses.

➤ *Add processing and lead time data*

Menggambar garis waktu di bawah kotak proses dan inventori untuk menghitung *production lead time* dan *value added time*

➤ *Verify the current state map*

- a. Melakukan *review* dengan pihak – pihak yang mengerti terhadap proses produksi yang terjadi.
- b. Melihat kembali *line* untuk memeriksa kondisi sekarang

Current state VSM merupakan gambaran kondisi operasi yang terjadi pada proses saat ini. *Current state map* menggambarkan seluruh proses produksi dari awal hingga akhir sehingga dapat diketahui permasalahan yang terjadi dalam proses, serta mengindikasikan adanya pemborosan, yang nantinya akan digunakan sebagai acuan untuk memberikan solusi optimal dari permasalahan yang ada sebagai sumber inisiatif *improvement* untuk membuat *future state map*.

3. Analyze (analisa)

Analyze merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini dilakukan beberapa proses sebagai berikut:

a. Analisis kualitas tiang listrik beton

Pada proses ini menganalisis jenis cacat dengan diagram Pareto untuk menentukan jenis cacat yang menjadi prioritas untuk diperbaiki.

b. Menentukan stabilitas dan kemampuan (kapabilitas) proses

Kita mengetahui bahwa target dari program *Six Sigma* adalah membawa proses industri untuk beroperasi pada kondisi, yaitu proses industri yang memiliki stabilitas (*stability*) dan kemampuan (*capability*), sehingga mencapai tingkat kegagalan nol (*zero defects oriented*) (Gaspersz, 2002).

Dalam menentukan apakah suatu proses berada dalam kondisi stabil dan mampu, maka kita membutuhkan alat – alat atau metode statistika sebagai alat analisis. Pemahaman yang baik tentang metode – metode statistika dan perilaku proses industri akan mampu meningkatkan kinerja sistem industri secara terus – menerus menuju target kegagalan nol (*zero defect oriented*). Penggunaan metode statistika dalam industri bukan sekadar menerapkan alat – alat statistika (*statistical tools*), tetapi lebih diutamakan untuk mengendalikan dan meningkatkan proses industri guna meningkatkan kinerja sistem industri itu menuju target kegagalan nol (*statistical thinking*).

Kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan output sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan. *Process capability* merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan.

Langkah – langkah penentuan kapabilitas proses untuk data atribut ditunjukkan pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Cara memperkirakan kapabilitas proses untuk data atribut

Langkah	Tindakan	Persamaan
1	Proses apa yang anda ingin mengetahui ?	-
2	Berapa banyak unit transaksi yang dikerjakan melalui proses ?	-
3	Berapa banyak unit transaksi yang gagal ?	-
4	Hitung tingkat cacat (kesalahan) berdasarkan pada langkah 3	$= (\text{langkah 3}) / (\text{langkah 2})$
5	Tentukan banyaknya CTQ potensial yang dapat mengakibatkan cacat (kesalahan)	= banyaknya karakteristik CTQ
6	Hitung peluang tingkat cacat (kesalahan) per karakteristik CTQ	$= \text{langkah 4} / \text{langkah 5}$
7	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO)	$= \text{langkah 6} \times 1000000$
8	Konversi DPMO (langkah 7) ke dalam nilai sigma	-
9	Buat kesimpulan	

Sumber : Gaspersz, 2002

Selanjutnya, analisis untuk data atribut harus dilakukan menggunakan diagram Pareto untuk mengetahui CTQ potensial apa yang paling besar atau paling tinggi menimbulkan kegagalan.

c. Peta Kerja

Peta kerja atau sering disebut peta proses (*process chart*) merupakan alat komunikasi yang sistematis dan logis guna menganalisa proses kerja dari tahap awal sampai akhir, apabila kita melakukan studi seksama terhadap suatu peta kerja/proses, maka pekerjaan kita untuk memperbaiki metode kerja akan mudah dilaksanakan (Wignjosoebroto, 2008). Perbaikan yang mungkin dilakukan antara lain:

- Menghilangkan aktivitas *handling* yang tidak efisien.
- Mengurangi jarak perpindahan operasi kerja dari suatu elemen kerja ke elemen yang lain.
- Mengurangi waktu – waktu yang tidak produktif seperti halnya dengan waktu menunggu (*delay*).
- Mengatur operasi kerja menurut langkah – langkah kerja yang lebih efektif dan efisien.
- Menggabungkan suatu operasi kerja dengan operasi kerja yang lain bilamana mungkin.
- Menemukan operasi kerja yang lebih efektif dengan maksud mempermudah pelaksanaan.
- Menemukan mesin atau fasilitas – fasilitas produksi lainnya yang mampu bekerja lebih produktif.
- Menunjukkan aktivitas – aktivitas inspeksi yang berlebihan.

Pada dasarnya semua perbaikan tersebut diatas ditunjukkan untuk mengurangi biaya produksi secara keseluruhan. Dengan demikian peta

kerja akan merupakan alat yang baik untuk dipakai menganalisa suatu operasi kerja dengan tujuan mempermudah atau menyederhanakan proses kerja yang ada. Disamping itu juga merupakan alat yang penting guna menetapkan urutan proses yang seharusnya dilaksanakan dan menetapkan lokasi, mesin, serta personil yang diperlukan untuk masing – masing langkah pengerjaan tersebut.

Ada berbagai macam peta kerja yang umum dipakai untuk menganalisa proses kerja keseluruhan, yaitu antara lain :

- Peta proses operasi
- Peta proses produk banyak
- Peta aliran proses
- Diagram alir

Simbol – simbol *standard* yang dipakai untuk pembuatan peta kerja ditunjukkan pada tabel 2.5.

Tabel 2.5. Simbol – simbol pembuatan peta kerja

Symbol	Langkah	Arti
1 ○	Operasi	Mengubah bentuk atau karakteristik lain bahan baku atau produk
▽	Penyimpanan	Akumulasi bahan baku atau produk
D	Penundaan	Setiap akumulasi bahan baku, komponen, dan produk yang tidak terjadwal
□	Pemeriksaan volume	Pengukuran jumlah bahan baku, komponen atau produk untuk dibandingkan dengan jumlah yang ditetapkan
◇	Kualitas	Pengujian dan pemeriksaan visual bahan baku, komponen atau produk untuk dibandingkan dengan standar kualitas
➡	Transportasi	Mengubah lokasi bahan baku, komponen, atau produk

Sumber : Isao Kato & Art Smalley, 2011

d. Analisis current state value stream mapping

Melakukan proses *review* pada tahap *current state value stream mapping* untuk mencari dan melihat pemborosan dalam proses produksi yang selanjutnya dilakukan perbaikan dengan mengurangi pemborosan pada proses *future value stream mapping*.

Waste dapat didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream* (Gaspersz, 2007).

Pada dasarnya dikenal dua kategori utama pemborosan, yaitu *type one waste* dan *type two waste*. *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, penyortiran dan pengawasan. *Type one waste* ini sering disebut *incidental activity* atau *incidental work* yang termasuk ke dalam aktivitas tidak bernilai tambah (*non value adding work or activity*).

Type two waste merupakan aktivitas yang tidak menciptakan nilai tambah dan 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. Ohno menyusun tujuh tipe pemborosan yang lazim terjadi (Isao Kato, dkk), yaitu :

➤ Produksi berlebihan (*overproduction*)

Produksi berlebihan berhubungan dengan memproduksi lebih dari yang dibutuhkan konsumen atau memproduksi terlalu cepat. Pemborosan ini adalah masalah kuantitas sekaligus waktu.

➤ Persediaan berlebih (*excess inventory*)

Persediaan berasal dari produksi berlebih. Persediaan yang terlalu banyak membutuhkan ruangan dan tenaga kerja untuk memindahkan dan mengatur persediaan tersebut, ditambah lagi adanya resiko keusangan.

➤ Sisa bahan dan pengerjaan ulang (*scrap and rework*)

Setiap kali sesuatu tidak dibuat dengan benar sejak awal, dibutuhkan tenaga kerja, bahan baku, energi dan sebagainya untuk mengerjakan ulang bagian itu.

➤ Waktu tunggu (*wait time*)

Idealnya, segala sesuatu harus sudah tersedia ketika dibutuhkan tanpa keterlambatan. Jika tidak, hal tersebut mencerminkan pemborosan waktu dalam proses dan seharusnya menjadi target perbaikan.

➤ Pengangkutan berlebih (*excess conveyance*)

Sejumlah pengangkutan dibutuhkan untuk memindahkan barang dari area penerimaan ke produksi dan kembali ke pengiriman. Namun, memindahkan komponen lebih sering daripada yang dibutuhkan, tidaklah bernilai tambah. Sering kali, pengangkutan

berlebih terjadi bersamaan dengan produksi berlebihan dan menciptakan persediaan berlebih.

➤ Gerakan berlebih (*excess motion*)

Karyawan bisa sering merasa sibuk, tetapi sesungguhnya tidak semua gerakan mereka efisien atau bernilai tambah bagi konsumen.

➤ Pemrosesan berlebihan (*overprocessing*)

Jenis pemborosan ini merujuk pada pengerjaan item melebihi spesifikasi yang diminta konsumen atau pelaksanaan langkah yang tidak diperlukan.

Dalam identifikasi pemborosan yang paling sering terjadi pada proses produksi digunakan alat diagram Pareto. Alat tersebut merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan ranking tertinggi hingga terendah. Hal ini dapat membantu menemukan permasalahan yang paling penting untuk segera diselesaikan (ranking tertinggi) sampai dengan masalah yang tidak harus segera diselesaikan (ranking terendah) (Ariani,2004).

e. Mengidentifikasi sumber – sumber dan akar penyebab masalah kualitas

Masalah kualitas dapat didefinisikan sebagai kesenjangan atau gap antara kinerja kualitas aktual dan target kinerja yang diharapkan (gaspersz, 2002).

Untuk dapat menemukan akar penyebab dari suatu masalah, maka kita perlu memahami dua prinsip yang berkaitan dengan hukum sebab akibat, yaitu:

- Suatu akibat terjadi atau ada hanya jika penyebabnya itu ada pada titik yang sama dalam ruang dan waktu.
- Setiap akibat mempunyai paling sedikit dua penyebab dalam bentuk: (a) penyebab yang dapat dikendalikan (*controllable causes*) dan (b) penyebab yang tidak dapat dikendalikan (*uncontrollable causes*). Penyebab yang dapat dikendalikan berarti penyebab itu berada dalam lingkup tanggung jawab dan wewenang kita sehingga dapat diambil tindakan (*actionable*) untuk menghilangkan penyebab itu. Sebaliknya penyebab yang tidak dapat dikendalikan berada diluar pengendalian kita. Penyebab yang tidak dapat dikendalikan (berada diluar kontrol kita) terdiri paling sedikit dua penyebab, yaitu (b1) penyebab yang dapat diperkirakan (*predictable causes*) sehingga memungkinkan kita untuk mengantisipasi dan mencegahnya, dan (b2) penyebab yang tidak dapat diperkirakan karena belum ada referensi atau pengetahuan tentang kejadian itu sebelumnya.

Dalam mengidentifikasi penyebab akar masalah menggunakan diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) yang sering disebut diagram sebab akibat. Diagram tersebut menggambarkan garis dan simbol – simbol yang menunjukkan hubungan antara akibat dan penyebab suatu

masalah (Ariani, 2004). Dari akibat tersebut kemudian dicari beberapa kemungkinan penyebabnya. Penyebab masalah ini pun dapat berasal dari berbagai sumber utama, misalnya metode kerja, bahan, pengukuran, karyawan, lingkungan, dan seterusnya. Untuk mencari penyebab tersebut dapat digunakan teknik *brainstorming* dari seluruh personil yang terlibat dalam proses yang sedang dianalisis.

4. Improve (tingkatkan)

Improve merupakan kegiatan operasional ke empat dalam proyek *Six Sigma*. Tahapan yang akan dilakukan dalam proses *improve* adalah sebagai berikut :

a. *Action plan* untuk melaksanakan peningkatan kualitas six sigma

Setelah sumber – sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penetapan rencana tindakan (*action plan*) untuk meningkatkan kualitas six sigma (gaspersz, 2002).

Analisis menggunakan metode 5W-2H dapat digunakan pada tahap pengembangan rencana tindakan ini. 5W-2H adalah *what* (apa), *why* (mengapa), *where* (dimana), *when* (bilamana), *who* (siapa), *how* (bagaimana), dan *how much* (berapa). Tabel 2.6 menunjukkan petunjuk penggunaan metode 5W-2H untuk pengembangan rencana tindakan.

Tabel 2.6 Petunjuk penggunaan metode 5W-2H

Jenis	5W-2H	Deskripsi	Tindakan
Tujuan utama	<i>What</i> (apa)	Apa yang menjadi target utama dari perbaikan/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 akan dilakukan	
Lokasi	<i>Where</i> (dimana)	Di mana rencana tindakan itu akan dilaksanakan ? Apakah aktivitas itu harus dikerjakan di sana ?	Mengubah sekuens (urutan) aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas – aktivitas yang dapat dilaksanakan bersama
Sekuens (urutan)	<i>When</i> (bilamana)	Bilamana aktivitas rencana tindakan itu akan terbaik untuk dilaksanakan ? Apakah aktivitas itu dapat dikerjakan kemudian ?	
Orang	<i>Who</i> (siapa)	Siapa yang akan mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu ? Apakah ada orang lain yang dapat mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Mengapa harus orang itu yang ditunjuk untuk mengerjakan aktivitas itu?	
Metode	<i>How</i> (bagaimana)	Bagaimana mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Apakah metode yang digunakan sekarang, merupakan metode terbaik? Apakah ada cara lain yang lebih mudah?	
Biaya/manfaat	<i>How much</i> (berapa)	Berapa biaya yang dikeluarkan untuk melaksanakan aktivitas rencana tindakan itu ? Apakah akan memberikan dampak positif pada pendapatan dan biaya (meningkatkan efektivitas dan efisiensi), setelah melaksanakan rencana tindakan itu ?	Memilih rencana tindakan yang paling efektif dan efisien

Sumber : Gaspersz, 2002

Pada penelitian ini menggunakan 5W-1H, karena analisis untuk menjawab *how much* tidak dilakukan dalam penelitian ini.

b. Five M

Five M ini merupakan analisis proses perbaikan masalah yang ada pada fishbone diagram. Five M merupakan akronim dari *man* (operator

atau orang), *machine* (mesin), *material* (bahan baku), *methods* (metode), dan *measurement* (pengukuran). Adapun faktor yang ada pada *fishbone diagram* adalah *man*, *material*, *machine*, *methods*, dan lingkungan.

c. Usulan peta proses operasi

Perbaiki peta kerja operasi berdasarkan metode ECRS (*Eliminate, Combine, Rearrange, and Simplify*).

d. Five S (5S)

Five S (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, dan shitsuke*) atau 5R (ringkas, rapi, resik, rawat, rajin) yang merupakan lima langkah penataan dan pemeliharaan tempat kerja dikembangkan melalui upaya intensif dalam bidang manufaktur. Pengertian 5S sebagai berikut:

➤ *Seiri* (ringkas)

Membedakan antara yang diperlukan dan yang tidak diperlukan di *gamba* dan menyingkirkan yang tidak diperlukan. Membuat tempat kerja ringkas, yang hanya menampung barang – barang yang diperlukan saja.

➤ *Seiton* (rapi)

Rapi berarti mengelompokkan barang berdasarkan penggunaannya dan menatanya secara memadai agar upaya dan waktu mencari /menemukan menjadi minimum. Menata semua barang yang ada setelah ringkas, dengan pola yang teratur dan tertib.

➤ *Seiso* (resik)

Menjaga kondisi mesin yang siap pakai dan dalam keadaan bersih.

Menciptakan kondisi tempat dan lingkungan kerja yang bersih.

➤ *Seiketsu* (rawat)

Memperluas konsep kebersihan pada diri pribadi dan terus menerus mempraktekkan tiga langkah terdahulu. Selalu berusaha menjaga keadaan yang sudah baik melalui standar.

➤ *Shitsuke* (rajin)

Membangun disiplin diri pribadi dan membiasakan diri untuk menerapkan 5S melalui norma kerja dan standarisasi.

e. Future state value stream mapping

Future state map merupakan suatu gambaran kondisi ideal yang ingin dicapai oleh sistem dalam melakukan proses produksinya. *Future state map* memfokuskan terhadap permasalahan yang terjadi pada *current state map* untuk dilakukan perbaikan, permasalahan yang menjadi fokus perbaikan biasanya di tandai dengan *Kaizen burst*.

Tujuan utama *future state map* yaitu menciptakan proses mengalir yang saling terhubung dengan *value stream*. Berikut elemen – elemen inti yang ingin dicapai pada *future state map*, (Liker dan Meier, 2006) yaitu:

1. Fleksibilitas

Proses yang fleksibel dalam merespon dengan cepat permintaan pelanggan yang berubah – ubah, terutama bila menyangkut

bertambahnya keanekaragaman produk. Apakah proses tersebut mampu memproduksi komponen apapun dan pada waktu kapanpun.

2. *Lead time* yang singkat, mulai dari saat pelanggan memesan hingga penyelesaian dan pengiriman produk.
3. Proses yang saling terhubung dengan aliran yang kontinu (*continuous flow*)

Aliran kontinu menunjukkan proses untuk memproduksi suatu produk dalam satu waktu, dimana setiap item dengan segera melewati satu proses ke proses berikutnya tanpa adanya stagnansi diantara proses. Aliran kontinu pada *value stream map* dapat disimbolkan dengan *symbol* FIFO.

4. Menggunakan *supermarket* untuk mengontrol produksi

Adakalanya beberapa area dalam *value stream* dimana *continuous flow* tidak mungkin diimplementasikan sementara pengelompokkan diperlukan. Ada beberapa alasan yang menyebabkan hal ini, diantaranya:

- a. Beberapa proses yang memang dirancang untuk beroperasi dalam waktu siklus yang sangat cepat atau bahkan sangat lambat dan butuh *change over* untuk melayani *family* produk sekaligus.

- b. Beberapa proses, seperti proses yang terdapat pada *supplier* memiliki letak yang jauh sehingga pengiriman satu produk dalam satu waktu menjadi tidak realistis
 - c. Beberapa proses memiliki terlalu banyak *lead time* atau sangatlah tidak masuk akal untuk menggabungkan secara langsung antara proses yang satu dengan proses yang lain dalam satu *continuous flow*
5. Aliran informasi yang disederhanakan

Aspek kunci dari suatu *value stream* dan *Lean* adalah penyederhanaan aliran informasi dalam proses tersebut. Informasi dapat berupa eksternal maupun internal. Informasi eksternal merupakan informasi dari permintaan pelanggan, sedangkan informasi internal yaitu informasi yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu produk. Jika digunakan adalah *supermarket* maka *supermarket* merupakan informasi.
6. Pemahaman akan kebutuhan pelanggan

Secara fisik mendefinisikan hubungan antar operasi, dalam *pull system* pelanggan (operasi selanjutnya) menentukan apa yang dilakukan dan kapan, meliputi kecepatan yang dibutuhkan (*takt time*) dan volume yang dibutuhkan (kuantitas). Hal tersebut dapat menggunakan sinyal (kanban).
7. Penentu kecepatan (*pacesetter*)

Dengan menggunakan *supermarket pull system*, maka hanya akan dibutuhkan satu *point* penjadwalan dalam *value stream* yang dibuat secara *door to door*. *Point* ini sering disebut dengan proses utama (*pacemaker processes*), karena bagaimana pengontrolan produksi dilakukan pada proses ini, akan menentukan keseluruhan proses *upstream*.



BAB III

KERANGKA KONSEP PENELITIAN

Perbaikan secara terencana dan terus menerus dalam produk dapat dilakukan dengan metodologi *Six Sigma* untuk meminimalkan produk cacat dalam proses produksi, penelitian yang dilakukan Putra (2010), menurunkan tingkat produk cacat dengan mengukur kondisi awal kinerja *sigma* dan menetapkan target *sigma* yang akan dicapai dengan metodologi *Six Sigma* yaitu DMAIC.

Peningkatan kualitas dapat dilakukan dengan mengurangi pemborosan (*waste*) dalam proses produksi produk dari mulai bahan baku sampai produk jadi. Pengurangan pemborosan akan mampu meningkatkan kemampuan proses yang telah ditetapkan oleh manajemen, dimana kemampuan proses merupakan suatu ukuran kinerja *sigma* perusahaan. Semakin baik kemampuan prosesnya, maka *sigma* akan semakin besar bahkan bisa mencapai enam *sigma*.

Dalam penelitian Ramamoorthy (2007), menyatakan bahwa *Lean Six Sigma* dapat memaksimalkan *shareholder value* melalui percepatan peningkatan dan perbaikan di dalam kepuasan konsumen, biaya, kualitas, kecepatan proses, dan biaya modal (investasi). Penelitian oleh Roth dan Matthew (2010), menyimpulkan bahwa penerapan *Lean Six Sigma* akan dapat menemukan jumlah optimal karyawan untuk meminimalkan biaya tenaga kerja per unit yang diproduksi. Selain itu, metode perbaikan yang diusulkan akan menurunkan jumlah produksi cacat dan meningkatkan kualitas keseluruhan barang jadi. Penelitian oleh Zainuddin dan Retnaningsih (2012) membahas pengukuran waktu standar serta

melakukan upaya untuk mengurangi pemborosan yang terjadi pada proses *butt weld orbital* dengan menggunakan VALSTAT.

Kualitas didefinisikan sebagai totalitas dari karakteristik suatu produk yang menunjang kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan yang dispesifikasikan atau ditetapkan. Meningkatkan kualitas proses dapat mengakibatkan tingkat produk cacat yang menurun, tingkat kegagalan menurun, *rework* menjadi berkurang, waktu siklus yang lebih singkat, kerusakan mesin menurun, dan penurunan jumlah sumber daya.

Lean sebagai suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas – aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value adding activities*) melalui peningkatan terus – menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) dengan mengalirkan produk (*material, work in process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan. Menurut Ohno pemborosan ada tujuh tipe yaitu produksi berlebihan (*overproduction*), persediaan berlebih (*excess inventory*), sisa bahan dan pengerjaan ulang (*scrap and rework*), waktu tunggu (*wait time*), pengangkutan berlebih (*excess conveyance*), gerakan berlebih (*excess motion*), dan pemrosesan berlebihan (*overprocessing*).

Mengalirkan produk (*material, work in process, output*) dan informasi digunakan *tools* yaitu *value stream mapping*. *Tools* tersebut suatu alat perbaikan yang digunakan untuk membantu memvisualisasikan proses produksi secara menyeluruh, yang merepresentasikan baik aliran material juga aliran informasi.

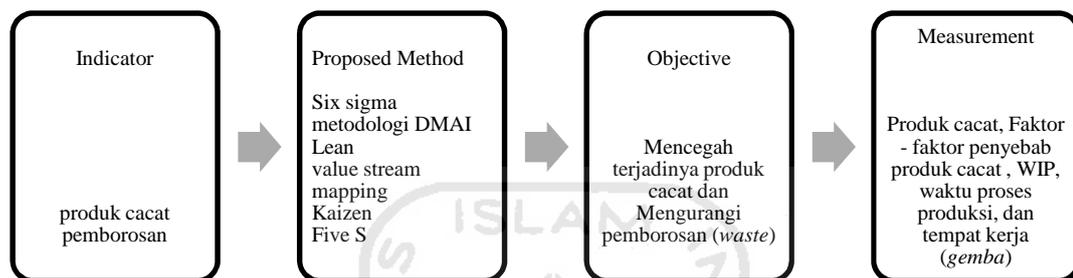
Six Sigma sebagai program perbaikan untuk menghilangkan variasi yang berfokus pada perbaikan terus – menerus. Untuk memperbaiki kualitas, variasi harus dapat di ukur, dikurangi, dan dicegah. Oleh karena itu, di dalam proses dimana suatu output atau produk yang dibuat mulai dari pesanan pelanggan sampai pengiriman tidak menyimpang dari batas spesifikasi. Dalam memenuhi keinginan pelanggan, maka ditentukan karakteristik kualitas produk yaitu performansi, *features*, kenadalan, konformansi, *durability*, kemampuan pelayanan, estetika dan kualitas yang dirasakan.

Kaizen dapat diartikan sebagai perbaikan secara terus – menerus (*continuous improvement*). *Kaizen* pada setiap perusahaan, baik perusahaan manufaktur atau bukan, harus dimulai dengan tiga kegiatan ini : standardisasi, 5R dan penghapusan pemborosan (*waste*).

Six Sigma/DFSS, *Lean*, dan *Kaizen Thinking* secara dramatis akan meningkatkan kepuasan pelanggan dan keuntungan, walaupun dengan tajam mengurangi limbah (*waste*), cacat, kesalahan, kecelakaan, dan waktu ke pasar. Integrasi *Lean Six Sigma* dan *Kaizen* akan menurunkan *variability* produk yang mengakibatkan cacat dan melancarkan proses produksi dengan meminimalkan pemborosan (*waste*) dan penyederhanaan sistem kerja. Sehingga penerapan *Lean Six Sigma* dan *Kaizen* akan mampu mengurangi produk cacat, pengurangan lead time, dan waktu siklus kerja yang dapat meningkatkan kualitas dan produktivitas kerja.

Dalam penelitian ini yang menjadi *indicator* untuk diteliti adalah produk cacat dan pemborosan (*waste*) dalam proses produksi dengan menggunakan

metodologi *Six Sigma* yang dikombinasikan dengan *Lean* dan *Kaizen* yang bertujuan melakukan perbaikan dalam mencegah terjadinya produk cacat dan mengurangi pemborosan (*waste*) dalam program peningkatan kualitas produk dan produktivitas kerja. Gambar diagram kerangka konsep penelitian disajikan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram kerangka konsep penelitian

Fondasi Toyota Way didasarkan pada tujuan sederhana tapi terabaikan, yaitu mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan disemua aktivitas kerja. Ternyata, bila anda melihat suatu proses sebagai suatu kurun waktu dari aliran aktivitas, material, dan informasi, dan memetakan proses dari awal hingga akhir, anda akan menemukan sejumlah pemborosan yang mengejutkan – biasanya lebih banyak pemborosan daripada aktivitas yang memberi nilai tambah. Namun, menemukan pemborosan tidak sama dengan menghilangkannya. Tantangannya adalah mengembangkan suatu metode yang sistematis yang dapat secara terus-menerus mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (Liker dan Meirer, 2007).

Pemborosan yang terjadi pada perusahaan seringkali mengakibatkan banyaknya produk cacat, aliran produksi yang tidak lancar dan produktivitas kerja yang menurun. Oleh karena itu pemborosan bisa menimbulkan kerugian dan biaya

yang tinggi. Pemborosan (*waste*) dapat didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream* (Gaspersz, 2002). Pemborosan terjadi pada *material*, proses produksi dan aliran informasi. Penelitian ini berawal dari adanya upaya untuk menurunkan produk cacat dengan melakukan perbaikan pada proses produksi dan mengurangi pemborosan untuk melancarkan aliran *material* dan informasi dalam proses produksi. Pengurangan produk cacat dan pemborosan sebagai bentuk dari program dan proses peningkatan kualitas.

PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta dalam proses produksi masih banyak pemborosan atau kegiatan kerja yang tidak bernilai tambah bagi konsumen/pelanggan, oleh karena itu sering terjadi cacat produk baik yang cacat total yang tidak bisa diperbaiki dan cacat ringan yang bisa diperbaiki, selain itu dalam proses produksi dan prosedur kerja pengerjaan produk masih sering terjadi kesalahan, berdasarkan hasil wawancara dengan bagian kepala *Quality Control* bahwa cacat produk itu terjadi karena faktor *material*, proses produksi, dan prosedur kerja (*standard operations procedure*). Cacat produk karena *material* disebabkan oleh bedanya struktur *material* antar pemasok, karena perbedaan tersebut memerlukan prosedur kerja yang berbeda – beda. Proses produksi yang tidak seimbang menyebabkan antrian produk dalam proses (*work in process*), antrian tersebut dapat menyebabkan produk bisa cacat sebelum diproses pada proses produksi berikutnya. Prosedur kerja dalam pengerjaan produk yang berbeda – beda menyebabkan produk cacat dalam proses produksi. Banyaknya pemborosan atau kegiatan kerja yang tidak bernilai tambah dalam proses produksi

menimbulkan cacat produk dan proses produksi tidak efisien dan efektif sehingga banyak sumber daya yang terbuang.

Dalam penelitian ini dilakukan identifikasi penyebab terjadinya cacat produk pada proses produksi dan memberikan rekomendasi perbaikan supaya terjadi penurunan produk cacat. Selanjutnya dilakukan identifikasi pemborosan dengan membuat peta proses operasi dan *value stream mapping* perusahaan PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta, dari peta proses operasi dan *value stream mapping* akan terlihat proses – proses mana yang perlu diperbaiki supaya proses produksi lancar, seimbang, dapat mengurangi *lead time* dan pesanan konsumen/pelanggan terpenuhi tepat pada waktunya. Dalam mengidentifikasi pemborosan pada proses produksi diharapkan bisa menurunkan waktu siklus kerja dan meningkatkan produktivitas kerja sekaligus kualitas produk.

Proses penelitian ini mengikuti langkah – langkah yang ada pada metodologi *Six Sigma* yaitu tahapan *define, measure, analyze, improve* dan *control* (DMAIC). Tahap *control* tidak dilakukan pada penelitian ini. Tempat penelitian dilakukan di PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta. *Input* atau data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini diantaranya jumlah produk cacat, pemetaan proses produksi dan waktu proses kerja yang diperoleh secara langsung dari perusahaan. Wawancara dalam pengumpulan data dilakukan dengan tiga bagian struktur organisasi PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta, yaitu bagian HRD, bagian *quality control* dan bagian proses produksi.

Proses penelitian dimulai pada tahap *define*, dimana tahap *define* merupakan tahap awal dalam metodologi *Six Sigma*. Pada tahap *define* dilakukan proses

penentuan urutan prioritas karakteristik kualitas produk tiang listrik yang diinginkan pelanggan (*voice of customers*) dengan Model Kano, selanjutnya membuat pernyataan masalah yang akan diteliti di perusahaan PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta dan tujuan yang akan dicapai dari hasil penelitian sebagai bentuk rekomendasi ke perusahaan. Masih dalam tahap *define*, dilakukan definisi proses kunci beserta pelanggan dengan menggunakan diagram SIPOC, proses ini untuk menggambarkan hubungan antara *input*, proses dan *output* perusahaan secara jelas.

Proses tahap *define* selesai, dilanjutkan dengan tahap *measure*, yaitu menetapkan karakteristik kualitas (CTQ), proses ini mengidentifikasi karakteristik kualitas yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan dan karakteristik kunci (CTQ) kualitas produk. Kemudian dilakukan pembuatan peta kontrol untuk melihat apakah kondisi proses produksi ada dalam keadaan stabil atau tidak. Jika keadaan sudah stabil, selanjutnya pada tahap ini dilakukan pengukuran *baseline* kinerja *sigma* perusahaan pada saat sekarang, pengukuran kinerja *sigma* dengan mencari nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) yang nantinya dikonversikan ke tabel *sigma* maka akan di dapat nilai *sigma*. Langkah selanjutnya yang akan dilakukan pada tahap *measure* adalah membuat *current state value stream mapping*. APICS dictionary (2005) mendefinisikan *value stream* sebagai proses – proses untuk membuat, memproduksi, dan menyerahkan produk (barang dan/atau jasa) ke pasar. *Current state VSM* merupakan gambaran kondisi operasi yang terjadi pada proses saat ini. *Current state map* menggambarkan seluruh proses produksi dari awal hingga akhir sehingga dapat diketahui permasalahan

yang terjadi dalam proses, serta mengindikasikan adanya pemborosan, yang nantinya akan digunakan sebagai acuan untuk memberikan solusi optimal dari permasalahan yang ada sebagai sumber inisiatif *improvement* untuk membuat *future state map*.

Tahap *analyze* menentukan kemampuan kapabilitas proses dengan mencari nilai *sigma* yang dicapai. Menganalisis peta proses operasi saat ini untuk menyajikan kegiatan – kegiatan yang bernilai tambah (produktif) dengan kegiatan – kegiatan yang tidak bernilai tambah (non produktif). Berikutnya proses mengidentifikasi sumber – sumber dan akar penyebab masalah dengan menggunakan diagram *fish bone*, adapun masalah – masalah yang akan diidentifikasi adalah produk cacat, pemborosan, *review* proses pemetaan pada *current value stream mapping*.

Tahap *improve* dilakukan beberapa proses yaitu *action plan*, *five M*, usulan peta proses operasi, *five S* dan *future value stream mapping*. *Action plan* merupakan tindakan yang akan dilakukan untuk memperbaiki penyebab – penyebab masalah yang sudah ditentukan pada tahap *analyze*. Pada proses *action plan* menggunakan metode 5w-2h (*what, when, where, who, why dan how-much*). *Five M* melakukan analisis penyebab masalah sekaligus solusi yang harus dilakukan untuk pemecahan masalah. *Five M* akronim dari *man, material, manpower, machine dan measurement*. Sedangkan *five S* merupakan akronim dari *seiri* (ringkas), *seiton* (rapi), *seiso* (resik), *seikatsu* (rawat), *shitsuke* (rajin), tujuan dari proses *five S* adalah menyederhanakan proses produksi dan proses kerja

sehingga dapat menurunkan *lead time* dan siklus kerja. Selain itu dibuat *future value stream mapping* untuk mengurangi waktu pemborosan.

Hasil dari penelitian ini adalah mengetahui jumlah produk cacat, mengetahui nilai DPMO dan tingkat sigma sebagai *baseline performance*, mengetahui waktu siklus kerja dan *lead time*. Rencana tindakan untuk mengurangi produk cacat dan pemborosan sehingga proses produksi efisien dan efektif dalam memenuhi pesanan pelanggan.



BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta yang beralamat di Jalan Magelang KM. 15,2 Padukuhan Kemloko, Desa Caturharjo, Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Hasil produksi perusahaan tersebut adalah tiang listrik, tiang pancang dan aneka beton.

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober sampai dengan November 2013.

4.2. Pengumpulan Data

Data merupakan kumpulan dari fakta yang mengandung sejumlah informasi. Data berdasarkan sumbernya di bagi menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari objek yang diteliti. Data ini diperoleh dengan wawancara dan mengadakan pengamatan langsung ke objek penelitian guna memperoleh pengetahuan tentang kegiatan objek penelitian dan kejadian yang sesungguhnya dilapangan. Data primer yang dikumpulkan adalah sebagai berikut :

- a. Kebutuhan dan keinginan pelanggan
- b. Karakteristik kualitas (CTQ) produk tiang listrik

- c. Aktivitas – aktivitas yang terlibat dalam proses pelaksanaan kerja proses produksi tiang listrik
- d. Lay out perusahaan
- e. Jumlah *work in process* (WIP)
- f. Waktu siklus (*cycle time*)
- g. *Quality rate*
- h. Penyebab masalah kualitas

2. Data sekunder

Data sekunder yaitu data yang digunakan dan diperoleh secara tidak langsung dari sumbernya, data ini dapat diambil dari literatur – literatur, majalah, publikasi serta sumber – sumber lain yang berkaitan dengan permasalahan yang sedang di bahas. Data sekunder yang dikumpulkan adalah sebagai berikut:

- a. Gambaran umum perusahaan seperti sejarah singkat, hasil produksi dan pemasaran, ketenagakerjaan, struktur organisasi, waktu kerja dan fasilitas perusahaan.
- b. Jumlah produk dan produk cacat tiang listrik pada tahun 2012
- c. Jumlah operator pada setiap stasiun kerja dalam proses produksi tiang listrik
- d. Proses produksi tiang listrik
- e. Nama *suppliers* dan *customers*
- f. Bahan baku produksi
- g. Tabel *six sigma* Motorola

- h. *Downtime* mesin
- i. Permintaan konsumen
- j. Standar kualitas konstruksi tiang listrik

Dalam proses pengumpulan data penelitian menggunakan beberapa teknik pengumpulan data sebagai berikut:

1. Observasi

Peninjauan dan pengamatan langsung ke lokasi penelitian dan melakukan pengamatan langsung pada proses produksi untuk melihat jalannya proses produksi dan melihat secara *visual waste* pada proses produksi

2. Wawancara

Wawancara merupakan suatu bentuk kegiatan untuk memperoleh keterangan – keterangan dan cara ini sudah dikenal berabad – abad lamanya. Wawancara telah dianggap baik oleh karena sebagian besar keterangan yang dibutuhkan dapat diperoleh secara langsung. Wawancara biasanya berbentuk daftar pertanyaan yang direncanakan untuk mendapatkan jawaban yang cocok dengan maksud dan tujuan penelitian.

3. Kuesioner

Kuesioner merupakan serangkaian pertanyaan yang diserahkan secara langsung kepada responden guna di isi.

4. Studi pustaka

Metode pencarian data dari buku – buku, literatur atau dokumen – dokumen perusahaan yang berhubungan dengan permasalahan dalam penelitian.

4.3. Analisis Data

Proses analisis data yang akan dilakukan selama penelitian dalam memecahkan permasalahan, adalah sebagai berikut:

1. Tahap define

Pada tahap *define* dilakukan tahapan sebagai berikut:

a. *Voice of customers (VOC)*

Proses *voice of customers* untuk meningkatkan kepuasan pelanggan terhadap produk, maka harus ditentukan dulu karakteristik kualitas produk yang diinginkan pelanggan. Dalam penelitian ini proses penentuan urutan prioritas dari setiap karakteristik kualitas produk yang diinginkan pelanggan menggunakan teori dari Model Kano.

b. Deskripsi masalah dan tujuan proyek *six sigma*

Deskripsi masalah yang diteliti di perusahaan seperti masalah cacat produk, aliran proses produksi, dan proses kerja. Setelah permasalahan ditetapkan, selanjutnya ditetapkan tujuan untuk mengatasi masalah tersebut.

c. Mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan dari proyek *six sigma*

Dalam mendefinisikan proses kunci beserta pelanggannya digunakan diagram SIPOC (*Supplier, Inputs, Process, Output, Dan Customers*).

2. Tahap measure

Pada tahapan *measure* dilakukan proses tahapan sebagai berikut :

a. Menetapkan karakteristik kualitas (CTQ) kunci

CTQ adalah karakteristik produk atau jasa bahwa pelanggan menganggap penting, dan mereka terukur karakteristik yang kinerjanya standar atau batas spesifikasi harus dipenuhi untuk memenuhi kebutuhan pelanggan (Yang, K., 2008).

Dalam menetapkan CTQ menggunakan *tools* yang disebut dengan CTQ tree (*critical to quality tree*). Definisi dari CTQ tree adalah sebuah *tools* yang biasa digunakan untuk menguraikan atau mendekomposisi *requirement customer* yang cukup luas menjadi *requirement* yang terkuantifikasi dan lebih mudah memprosesnya (<http://sixsigmaindonesia.com/ctq-tree/>).

b. Peta kontrol (*control chart*)

Peta kontrol digunakan untuk menghilangkan variasi tidak normal melalui pemisahan variasi yang disebabkan oleh penyebab khusus (*special causes variation*) dari variasi yang disebabkan oleh penyebab umum (*common causes variation*).

Peta kontrol data atribut yang dipakai dalam penelitian ini adalah peta kontrol p. Peta kontrol tersebut digunakan untuk mengukur proporsi ketidaksesuaian (penyimpangan atau sering disebut cacat) dari item – item dalam kelompok yang sedang diinspeksi.

c. Pengukuran *baseline* kinerja (*performance baseline*)

Baseline kinerja dalam proyek six sigma biasanya ditetapkan menggunakan satuan pengukuran DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) dan/atau tingkat kapabilitas sigma (*sigma level*).

Pengukuran *baseline* kinerja yang dilakukan adalah pengukuran *baseline* kinerja pada tingkat *output* dan data atribut.

d. *Current state value stream mapping*

Current state VSM merupakan gambaran kondisi operasi yang terjadi pada proses saat ini. *Current state map* menggambarkan seluruh proses produksi dari awal hingga akhir sehingga dapat diketahui permasalahan yang terjadi dalam proses, serta mengindikasikan adanya pemborosan, yang nantinya akan digunakan sebagai acuan untuk memberikan solusi optimal dari permasalahan yang ada sebagai sumber *inisiatif improvement* untuk membuat *future state map*.

3. Tahap *analyze*

Pada tahap *analyze* akan dilakukan proses sebagai berikut :

a. Analisis kualitas produk tiang listrik

Pada tahap ini dilakukan faktor yang mempengaruhi kualitas produk tiang listrik. Faktor inilah yang nantinya akan dilakukan perbaikan pada tahap *improve*.

b. Menentukan stabilitas dan kemampuan (kapabilitas) proses

Process capability merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan.

c. Peta kerja

Peta kerja untuk menganalisa proses kerja dari tahap awal sampai akhir. Peta kerja yang dibuat dalam penelitian ini adalah peta aliran proses. Definisi dari peta aliran proses adalah suatu peta yang menggambarkan semua aktivitas – baik aktivitas produktif – maupun tidak produktif yang terlibat dalam proses pelaksanaan kerja.

d. Analisis *current state value stream mapping*

Melakukan proses analisis pemborosan yang terjadi pada *current state value stream mapping* untuk dilakukan perbaikan sehingga menjadi *future state value stream mapping*.

Identifikasi pemborosan pada proses produksi menggunakan diagram Pareto. Alat tersebut merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan rangking tertinggi hingga terendah.

e. Mengidentifikasi sumber – sumber dan akar penyebab masalah kualitas

Dalam mengidentifikasi penyebab akar masalah menggunakan diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) yang sering disebut diagram

sebab akibat. Diagram tersebut menggambarkan garis dan simbol – simbol yang menunjukkan hubungan antara akibat dan penyebab suatu masalah (Ariani, 2004). Dari akibat tersebut kemudian dicari beberapa kemungkinan penyebabnya. Penyebab masalah ini pun dapat berasal dari berbagai sumber utama, misalnya metode kerja, bahan, pengukuran, karyawan, lingkungan, dan seterusnya. Untuk mencari penyebab tersebut dapat digunakan teknik *brainstorming* dari seluruh personil yang terlibat dalam proses yang sedang dianalisis.

4. Tahap improve

Sedangkan pada tahap *improve* akan dilakukan proses sebagai berikut :

a. *Action plan*

Setelah sumber – sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penetapan rencana tindakan (*action plan*) untuk meningkatkan kualitas *six sigma* (gaspersz, 2002). Analisis menggunakan metode 5W-2H dapat digunakan pada tahap pengembangan rencana tindakan ini.

b. Five M

Five M merupakan akronim dari *man* (operator atau orang), *machine* (mesin), *material* (bahan baku), *methods* (metode), dan *measurement* (pengukuran). Adapun faktor yang ada pada *fishbone diagram* adalah *man*, *material*, *machine*, *methods*, dan lingkungan.

c. Usulan peta proses operasi

Perbaiki peta kerja operasi berdasarkan metode ECRS (*eliminate, combine, rearrange, and simplify*). Perbaiki ini untuk mengurangi pemborosan yang terjadi dalam proses produksi.

d. Kaizen

Implementasi Kaizen dalam perbaikan tempat kerja (*gemba*) untuk menghapus pemborosan (*waste*) menggunakan five S (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, dan shitsuke*) atau 5R (ringkas, rapi, resik, rawat, rajin) yang merupakan lima langkah penataan dan pemeliharaan tempat kerja dikembangkan melalui upaya intensif dalam bidang manufaktur.

e. Future value stream mapping

Future state map merupakan suatu gambaran kondisi ideal yang ingin dicapai oleh sistem dalam melakukan proses produksinya. *Future state map* memfokuskan terhadap permasalahan yang terjadi pada *current state map* untuk dilakukan perbaikan, permasalahan yang menjadi fokus perbaikan biasanya di tandai dengan *kaizen burst*.

4.4. Langkah – Langkah Penelitian

Langkah – langkah penelitian merupakan tahapan – tahapan yang akan dilakukan oleh peneliti selama penelitian untuk menyelesaikan permasalahan yang diteliti. Masing – masing tahapan tersebut memberikan hubungan yang sistematis

terhadap tahapan berikutnya. Langkah - langkah penelitian yang dilakukan sebagai berikut :

1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan untuk mencari masalah – masalah yang terkait di industri atau perusahaan dengan menggali informasi dari literatur – literatur penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya dan langsung melakukan observasi ke lapangan untuk menggali informasi di perusahaan. Dalam tahapan ini dilakukan *survey* ke perusahaan untuk mendapatkan izin mengadakan penelitian dan sekaligus mengetahui kondisi perusahaan secara langsung yang memungkinkan untuk dilakukan penelitian dengan masalah yang akan di teliti.

2. Perumusan masalah

Pada tahap ini peneliti melakukan indentifikasi masalah – masalah yang ada untuk dijadikan permasalahan yang akan diteliti.

3. Penetapan tujuan

Masalah yang di teliti sudah jelas, selanjutnya menetapkan tujuan penelitian agar hasil penelitian yang dilaksanakan dapat terarah sesuai dengan tujuan penelitian dan rumusan masalah yang diteliti. Penentuan tujuan penelitian sebagai dasar dimulainya penelitian, didalamnya terdapat arah penelitian yang akan dilakukan dan indentifikasi faktor – faktor yang termasuk dalam penelitian.

4. Studi pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari buku – buku referensi yang berkaitan dengan pokok permasalahan yang akan dibahas. Tujuannya adalah untuk memperoleh landasan teori yang kuat yang akan digunakan dalam analisis kasus sehingga penelitian yang dilakukan tidak keluar dari kaidah – kaidah yang telah ditetapkan dan agar penelitian lebih terarah dengan adanya referensi yang cukup.

5. Pengumpulan data

Proses pengumpulan data yang diperlukan dari perusahaan PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta.

6. Pengolahan data

Data – data diolah berdasarkan metode yang dipakai untuk menyelesaikan permasalahan yang diteliti.

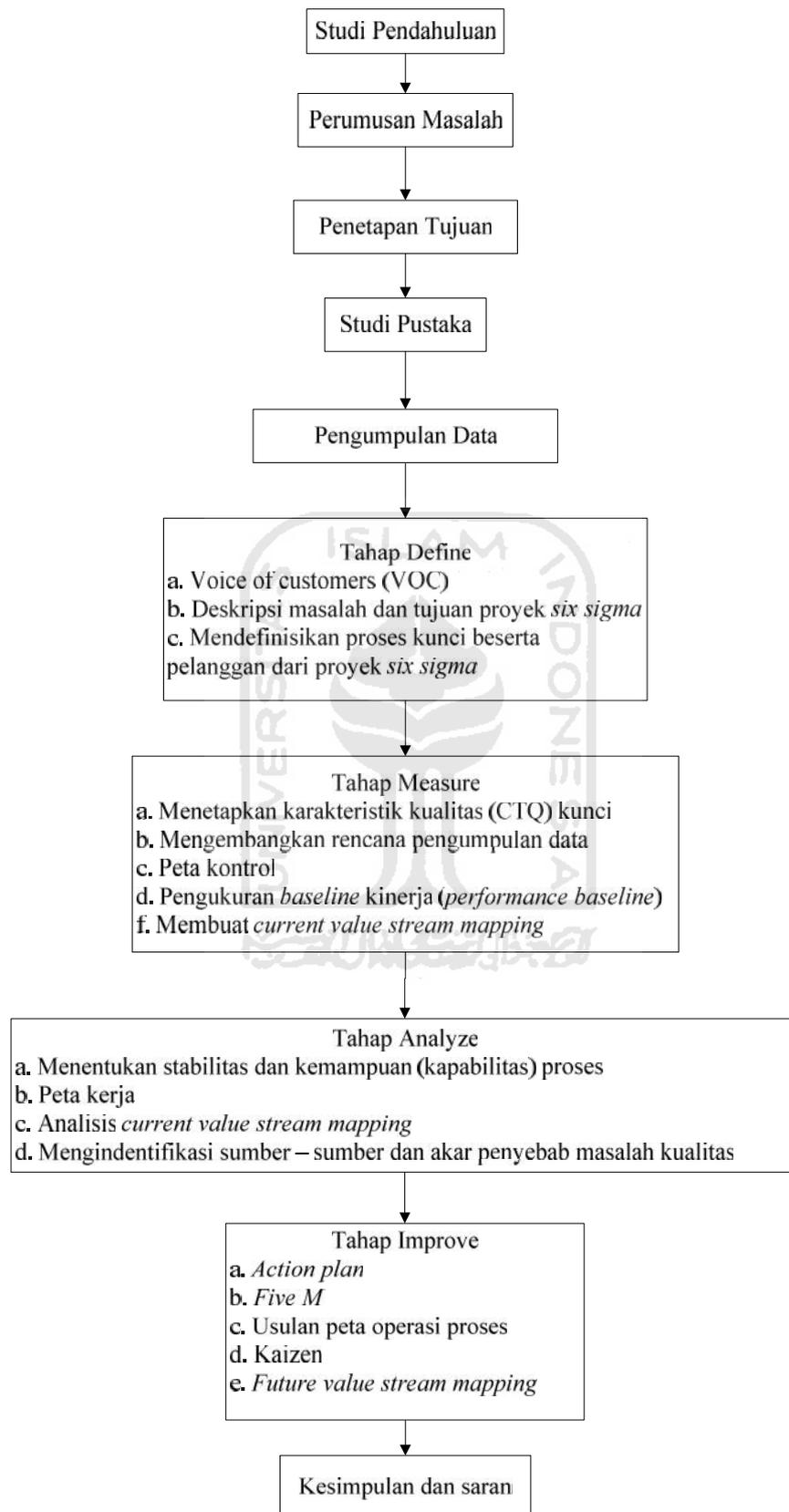
7. Pembahasan

Pada tahap ini melakukan proses pembahasan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelum diambil kesimpulan. Proses pembahasan dilakukan pada tahap *define, measure, analyze, dan improve*.

8. Pengambilan kesimpulan dan saran

Pengambilan kesimpulan dan saran penelitian didasarkan dari hasil pembahasan.

Diagram alir langkah – langkah penelitian di atas disajikan dalam gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram alir langkah – langkah penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN

5.1. Gambaran Umum Perusahaan

5.1.1. Sejarah singkat perusahaan

PT. Tonggak Ampuh didirikan pada tanggal 3 April 1978 yang bertempat di daerah Tendean, Jakarta Selatan dengan akte pendirian No. 432 dan 433 yang dilengkapi dengan Surat Ijin Perdagangan (SIUP), Surat Ijin Tetap Industri, dan Surat Ijin Tempat Usaha (SITU). Pada awal pendiriannya PT. Tonggak Ampuh bergerak di bidang konstruksi beton dalam mendukung pembangunan nasional dibidang pengembangan pembangunan Indonesia, dengan mutu mengacu pada standar SPLN 93:1991, Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI) dan persyaratan yang sesuai dengan tuntutan karakteristik pelanggan khususnya untuk memenuhi permintaan pembangunan nasional di bidang Listrik PLN dan menerima pesanan dalam skala besar untuk keperluan proyek – proyek pembangunan tingkat nasional antara lain : proyek APLN, IBRD (*International Bank for Reconstruction Development*) dan ADB (*Asian Development Bank*).

PT. Tonggak Ampuh adalah perusahaan yang bergerak dibidang industri dengan hasil utama tiang listrik, tiang pancang sistem pratekan pertama di Indonesia dan aneka beton seperti balok jembatan beton bertulang (*ginder*), bantalan kereta api, *panel* beton pracetak untuk dinding lantai dan gedung, lantai *tee beam*, gorong – gorong saluran dan tutup saluran.

PT. Tonggak Ampuh telah mendirikan pabrik di beberapa tempat di Indonesia, diantaranya daerah Jawa Barat (Citeureup), Yogyakarta (Sleman), Jawa

Tengah (Semarang), Jawa Timur (Singosari-Malang), dan Sumatera Selatan (Baturaja). Pabrik – pabrik tersebut didirikan untuk memenuhi kebutuhan permintaan pelanggan di sekitar atau regional area pabrik.

5.1.2. Lokasi perusahaan

PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta berlokasi di Jalan Magelang Km. 15,2 Padukuhan Kemloko Desa Caturharjo Kecamatan Sleman Kabupaten Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

5.1.3. Struktur organisasi

Wewenang dan tanggung jawab pada tiap – tiap bagian dalam struktur organisasi PT. Tonggak Ampuh Unit III adalah sebagai berikut :

1. Kepala pabrik

Bertanggung jawab atas seluruh kegiatan pabrik (produksi, *logistic*, QC, dan distribusi) untuk pencapaian target perusahaan dan bertugas untuk :

- a. Merencanakan implementasi strategi dan operasional pabrik secara tepat sesuai strategi bisnis perusahaan.
- b. Memonitor penyusunan rencana kerja harian pabrik sesuai rencana tahunan dan bulanan.
- c. Memonitor dan menganalisa pencapaian produktivitas pabrik serta rencana operasional harian untuk pemenuhan pencapaian target yang telah ditetapkan.
- d. Mengevaluasi produktivitas serta kapasitas pabrik untuk penentuan pencapaian target serta penentuan target berikutnya.

- e. Mengatasi dan mengarahkan pemecahan masalah strategi pabrik untuk meminimalisir kesalahan serta efisiensi.
- f. Menjalankan tugas-tugas terkait lainnya dalam upaya pencapaian target perusahaan.

2. Wakil Kepala Pabrik

Bertanggung jawab mengawasi seluruh kegiatan bawahan dan bertugas untuk :

- a. Membantu kepala pabrik dalam melaksanakan kebijakan perusahaan.
- b. Memberi pertanggungjawaban terhadap kepala pabrik

3. Kepala Bagian Produksi

Kepala bagian produksi membawahi kasie produksi, bertanggung jawab atas perencanaan produksi dan pelaksanaan kegiatan produksi secara keseluruhan dalam usaha mencapai target produksi baik kuantitas maupun kualitas dengan cara yang efektif dan efisien, dan bertugas untuk :

- a. Memberikan penjelasan kepada para bawahannya mengenai penyusunan laporan tugas masing-masing untuk memenuhi kebutuhan laporan manajemen perusahaan
- b. Mengawasi jalannya kegiatan produksi secara keseluruhan sehingga sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan.
- c. Membina dan menjaga disiplin kerja para bawahannya secara berkala.

d. Memeriksa laporan-laporan yang diterima dari para bawahannya sebelum meneruskannya kepada fungsi-fungsi yang terkait.

4. Kepala Bagian Pengendalian Mutu

Kepala bagian pengendalian mutu membawahi dua kasie yaitu kasie pengendalian mutu dan kasie laboratorium. Bertugas dan bertanggung jawab untuk :

- a. Mengawasi dan mengendalikan pelaksanaan proses produksi dari masuknya bahan baku ke mesin produksi, sampai menghasilkan barang jadi yang siap dijual.
- b. Melakukan pengecekan serta pengawasan atas mutu hasil produksi.
- c. Menyelenggarakan administrasi data-data yang berhubungan dengan kualitas dan kuantitas produksi.

5. Kepala Bagian Perawatan dan Perbaikan

Kepala bagian perawatan dan perbaikan membawahi kasie perawatan dan perbaikan. Adapun tugas dan tanggung jawab kabag perawatan dan perbaikan adalah sebagai berikut :

- a. Melakukan pengontrolan pada alat dibagian produksi
- b. Menentukan penggantian alat-alat bagian produksi.
- c. Melakukan perbaikan dan perawatan pada alat-alat produksi.

6. Kepala Bagian Pembelian

Kepala bagian pembelian memiliki tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

- a. Mengawasi pelaksanaan pembelian bahan baku, mesin-mesin produksi serta aktiva lainnya sesuai dengan perencanaan perusahaan.
- b. Mengusahakan perolehan harga pembelian yang ekonomis.
- c. Menyelenggarakan administrasi penagihan piutang dan pengawasan penagihannya.

7. Kepala Bagian Personalia dan Umum

Kepala bagian personalia dan umum membawahi kasie umum, memiliki tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

- a. Mengawasi dan mengendalikan pelaksanaan, pencarian, penyeleksian, penempatan dan pemberhentian karyawan.
- b. Memonitor hubungan yang terjalin antara perusahaan, relasi bisnis, ataupun anggota masyarakat lainnya.
- c. Mengawasi semua penerimaan, penyimpanan, pendistribusian, serta pengiriman surat dan dokumen perusahaan baik mengenai lingkungan internal ataupun eksternal.

8. Kepala Bagian Gudang

Kepala bagian gudang membawahi dua kasie yaitu kasie gudang dan kasie gudang alat, memiliki tugas dan tanggung jawab sebagai berikut ;

- a. Menjamin keamanan persediaan bahan baku, barang jadi dan hal lainnya milik perusahaan yang berada dalam gudang penyimpanan.
- b. Melaksanakan penerimaan dan pengiriman barang sesuai dengan peraturan perusahaan.

- c. Membantu kabag produksi merumuskan kebijaksanaan mengenai peningkatan kualitas hasil produksi.

9. Kepala Bagian Pengiriman

Kepala Bagian Pengiriman memiliki tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

- a. Mengawasi jalannya pengiriman barang kepada konsumen.
- b. Menyelenggaran administrasi data-data yang berhubungan dengan pengiriman barang.
- c. Melakukan pengecekan sebelum dan sesudah pengiriman barang.

10. Kepala Bagian Keuangan

Kepala bagian keuangan memiliki tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

- a. Merumuskan kebijaksanaan perusahaan dibidang keuangan.
- b. Mengawasi penerimaan, penyimpanan, dan pengeluaran uang tunai maupun cek.
- c. Menyelenggarakan administrasi keuangan dan kegiatan kegiatan yang berkaitan dengan perbankan, perpajakan, maupun asuransi.

Diagram struktur organisasi PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta pada gambar 5.1 (Lampiran 2).

5.1.4. Ketenagakerjaan

PT. Tonggak Ampuh Unit III mempunyai tenaga kerja sebanyak 119 orang yang ditempatkan di berbagai departemen, seksi dan operator. Tenaga kerja sebagian besar berasal dari masyarakat sekitar, untuk menunjang kesejahteraan

karyawan diberikan beberapa tunjangan seperti tunjangan kesehatan, jamsostek, THR, dan bonus. Lebih rinci tentang tenaga kerja bisa dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Jumlah Tenaga Kerja dan Jam Kerja

No	Jenis Pekerjaan	Jumlah	Jam kerja	Keterangan
1.	Kabag + Kasie	22	08.00 – 15.00	1 jam istirahat
2.	Operator produksi + Umum	88	08.00 – 15.00	1 jam istirahat
3.	Satpam + Sopir	9	06.00 – 06.00	Terbagi dalam 3 shift

5.1.5. Fasilitas Kerja

Fasilitas – fasilitas yang ada di PT. Tonggak Ampuh Unit III untuk mendukung jalannya proses produksi perusahaan disajikan pada tabel 5.2.

Tabel 5.2 Rincian Fasilitas Kerja

No	Nama Mesin/Peralatan	Fungsi	Jumlah	Merk	Negara Asal
1.	Mesin gerinda duduk	Memotong PC wire dan pralon	2		Cina
2.	Dudukan rangkaian	Membuat rangkaian	4		Indonesia
3.	Cincin kawat spiral	Membuat kerangka rangkaian	2		Indonesia
4.	Mesin mixer/molen (pembuat campuran beton)	Mencampur adukan semen+pasir+split+air+obat beton	2	Messersi	Italia + Jerman
5.	Mesin konveyor	Menuang adukan ke dalam cetakan tiang	2		Indonesia
6.	Mesin boiler	Steam tiang listrik	1	Huita	Taiwan
7.	Mesin las	Mengelas	7	Panasonic, British nasional, Nantong	Jepang, RRC, Indonesia, Inggris
8.	Mesin hoist	Mengangkat cetakan + barang ½ jadi+barang jadi	8	Rope, Nippon, Futuba	RRC, Jepang
9.	Mesin test kubus	Test kubus	1	NYL	RRC
10.	Mesin stressing jack	Tarik PC Wire	2	Paul	Jerman
11.	Mesin treller	Memadatkan adukan	2		Indonesia
12.	Mesin spinning	Memutar adukan yang sudah ada dalam cetakan	2	Sancha, sianfeng	RRC
13.	Cetakan tiang listrik	Mencetak tiang listrik	70		RRC

Sumber : PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta

5.1.6. Proses Produksi

Produksi yang dihasilkan oleh PT. Tonggak Ampuh adalah Tiang Listrik Beton, proses produksi pembuatan Tiang Listrik Beton adalah sebagai berikut:

1. Proses kawat spiral

Proses pembuatan kawat spiral (kawat gulungan) dengan mesin spiral.

2. Proses pembuatan arde/ground

Pada proses pembuatan arde dua proses yaitu :

- a. Proses pemotongan besi beton

Pemotongan besi beton sesuai dengan panjang tiang listrik dengan menggunakan mesin gerinda duduk.

- b. Pengelasan

Pengelasan komponen di bagian bawah dan atas untuk memperkuat letak besi arde pada tiang listrik.

3. Pemotongan PC wire

Pemotongan PC wire dengan menggunakan gerinda duduk dan proses pemotongan disesuaikan dengan panjang tiang listrik.

4. Rangkaian rangka tiang listrik

Proses rangkaian rangka tiang listrik merupakan proses perakitan antara kawat spiral, PC Wire, kawat bendrat, dan ring.

5. Pemasangan rangka tiang listrik

Proses pemasangan rangka tiang listrik dan arde/ground pada cetakan tiang listrik, sebelumnya pemasangan tersebut dilakukan proses pembersihan

dan pelumasan dengan oli bekas cetakan tiang listrik supaya pada saat pengecoran, adukan cor masuk sampai ke dalam cetakan dan tidak kasar.

6. Proses adukan cor

Proses pencampuran antara pasir, batu, split, krikil, semen, obat pengeras dan air dengan menggunakan mesin molen.

7. Pengecoran

Proses pengecoran merupakan proses memasukkan adukan cor ke dalam cetakan. Dalam proses pemasukan adukan cor menggunakan *conveyor*. Pemasukan adukan dimulai dari ujung pangkal bagian atas sampai ke ujung bagian bawah dengan cara ditusuk – tusuk menggunakan kayu supaya adukan rata isinya dan masuk dalam coran sebelum padat atau kering.

8. Press atau stressing

Setelah proses pengecoran, cetakan tiang listrik di bawa dengan menggunakan mesin hoist ke proses press atau stressing. Dipasang cones pada setiap ujung pangkal atas dan bawah, setelah itu ditarik PC Wire menggunakan mesin stressing dengan kekuatan tarik 100 psi.

9. Spinning

Spinning merupakan proses pemadatan adukan cor dengan cara diputar menggunakan mesin spinning. Putaran standar pada mesin spinning adalah 600 rpm selama 2 menit, 900 rpm selama 3 menit, dan 1200 rpm selama 7 menit. Total proses putaran spinning adalah 12 menit.

10. Steam

Proses steam merupakan proses pemanasan tiang listrik setelah proses spinning. Pada proses ini menggunakan mesin boiler.

11. Pendinginan

Proses pendinginan cetakan sebelum di buka cetakannya. Proses ini dilakukan di dalam kotak steam setelah proses steam selesai.

12. Finishing

Pada proses *finishing* dilakukan proses pemotongan ujung PC wire dengan mesin las dan selanjutnya cetakan dibuka. Setelah cetakan di buka, kemudian dilakukan inspeksi visual tiang listrik dan yang tidak cacat dilakukan proses stempel tonggak ampuh, stempel tanda batas tanam dan cap tanggal pembuatan. Untuk produk cacat dilakukan perbaiki jika produk bisa di kerjakan pengerjaan ulang (*rework*) dan jika tidak bisa diperbaiki, langsung di bawa ke gudang produk gagal.

5.1.7. Hasil produksi dan daerah pemasaran

PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta merupakan suatu perusahaan yang khusus memproduksi Tiang Listrik beton (TL) berkerangka baja. Hasil produksi yang lain di PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta adalah Tiang pancang (TP) dan Aneka beton. Produksi terbanyak di PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta adalah tiang listrik sekitar 75% dari produksi, setiap hari produk tiang listrik beton selalu diproduksi.

Daerah pemasaran produksi PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta adalah kota – kota di provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah. Sedangkan

untuk produksi tiang listrik pelanggannya adalah PLN di kota – kota provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah.

5.2. Pengumpulan dan Pengolahan Data

5.2.1. Tahap *define*

Tahap *define* merupakan tahap pertama dalam pengumpulan dan pengolahan data, proses – proses yang dilakukan pada tahap *define* adalah sebagai berikut:

1. *Voice of customers* (VOC)

Produk PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta terdiri dari tiang pancang, tiang listrik, dan aneka beton, dari ketiga produk tersebut yang setiap hari diproduksi adalah tiang listrik. Oleh karena itu, penelitian dilakukan pada produk tiang listrik beton.

Pelanggan PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta untuk produk tiang listrik beton adalah PT. PLN (persero) regional Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta, perusahaan tersebut sebagai pemasok tunggal produk tiang listrik beton dalam mendukung pembangunan jaringan listrik yang dilakukan PT. PLN (persero) regional Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta.

Dalam pembuatan produk tiang listrik beton yang berkualitas dan sesuai dengan keinginan pelanggan, maka ditentukan karakteristik kualitas produk tiang listrik berdasarkan buku Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN) (Lampiran 16) dan Dokumen Mutu PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta sebagai berikut :

- a. Performansi, atribut yang masuk karakteristik performansi adalah kekuatan tiang.
- b. *Features*, atribut yang masuk karakteristik *features* adalah sebagai berikut:
- *Arde/ground* (anti petir)
 - Terdapat lubang pipa pada bagian ujung atas tiang listrik
- c. Keandalan, atribut yang masuk karakteristik keandalan adalah sebagai berikut:
- Tahan terhadap tekanan angin dalam batas yang normal
 - Tahan korosi, dan kedap air
- d. Konformansi, atribut yang masuk karakteristik konformansi adalah sebagai berikut:
- Tinggi titik tumpu / batas tanam 1,5 meter
 - Kekuatan tarik (*working load*) 160 daN, 200 daN, 350 daN, 500 daN, 800 daN dan 1200 daN
 - Diameter tiang listrik 19 Cm
 - Panjang tiang listrik 9 m
- e. *Durability*, atribut yang masuk karakteristik *durability* adalah sebagai berikut:
- Masa pakai ≥ 3 tahun
- f. Kemampuan pelayanan, atribut yang masuk kemampuan pelayanan adalah sebagai berikut:
- Gunakan *truck/trailer* pada saat angkut tiang

- Gunakan *lifter* tiang pada saat pendirian tiang
 - Tepat waktu dalam pengiriman tiang
- g. Estetika, atribut yang masuk estetika adalah sebagai berikut:
- Stempel batas tanam jelas
 - Stempel tanggal dan tahun pembuatan
 - Badan tiang halus dan tidak licin

Setelah penentuan karakteristik kualitas tiang listrik beton, langkah selanjutnya pembuatan kuesioner fungsional dan disfungsional berdasarkan karakteristik kualitas tiang listrik beton (Lampiran 3) dan dilakukan penyebaran kuesioner ke kantor pelayanan listrik Daerah Istimewa Yogyakarta dengan mengambil sampel pada bagian jaringan meliputi Kantor APJ Yogyakarta, UPJ Sleman, UPJ Bantul, UPJ Kalasan, UPJ Sedayu, UPJ Wates dan UPJ Wonosari. Jumlah koresponden sebanyak 60 orang yang terdiri dari 11 orang UPJ Sleman, 6 orang UPJ Bantul, 5 orang UPJ Wates, 8 orang UPJ Kalasan, 7 orang UPJ Wonosari, 8 orang UPJ Sedayu dan 15 orang APJ Yogyakarta. Setelah kuesioner dibagikan selanjutnya dilakukan rekapitulasi hasil kuesioner dan uji validitas untuk semua item pertanyaan kuesioner fungsional dan disfungsional (Lampiran 4 dan 5).

Semua item pertanyaan pada kuesioner fungsional dan disfungsional adalah valid. Dari hasil kuesioner, selanjutnya membuat kategori setiap karakteristik tiang listrik dengan menggunakan tabel evaluasi Kano, hasil rekapitulasi tabel evaluasi Kano (Lampiran 6). Berdasarkan pada tabel

tersbebut (lampiran 6) karakteristik kualitas yang termasuk kategori *must be* adalah tiang listrik harus kuat dan kokoh yang mampu menahan beban tarik kabel dan tekanan angin, beban kerja 500 (daN), diameter tiang listrik 19 Cm, panjang tiang listrik 9 m, pemakaian normal mampu bertahan ≥ 3 tahun, pengiriman menggunakan *truck* khusus pengangkut tiang listrik, pemasangan dengan menggunakan *lifter* tiang beton, waktu pengiriman tepat waktu, stempel batas tanam jelas, stempel tanggal pembuatan dan tahun, tiang listrik halus dan tidak licin. Sedangkan yang termasuk kategori *one dimensional* adalah pemasangan *arde/ground* pada tiang listrik, pemasangan lubang dengan pipa – pipa pada bagian ujung atas tiang listrik, tahan terhadap tekanan angin dalam batas normal, tahan korosi dan kedap air dan tinggi titik tumpu/batas tanam 1,5 meter. Dalam menentukan karakteristik dari kategori *must be* tersebut dilakukan *brainstorming* dengan pihak kepala kualitas di PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta. Hasil dari *brainstorming* menentukan bahwa karakteristik kualitas dari produk tiang listrik yang diinginkan pelanggan adalah tiang listrik harus kuat dan kokoh yang mampu menahan beban tarik kabel dan tekanan angin. Kekuatan tiang listrik yang sesuai standarisasi yaitu 160 daN, 200 daN, 350 daN, 500 daN, dan 800 daN. Untuk panjang 9 m, 11 m, 12 m, 13 m, 14 m, dan 15 m baik tiang besi atau tiang beton (SPLN buku 1, 2010).

2. Deskripsi masalah dan tujuan proyek *six sigma*

PT. Tonggak Ampuh Unit III dalam proses produksi masih terdapat produk cacat yang menimbulkan pengerjaan ulang (*rework*) dan tidak bisa diperbaiki ulang. Produk cacat untuk tiang listrik terdiri dari 4 jenis yaitu:

a. Bengkok

Bengkok merupakan jenis cacat pada tiang listrik dengan karakteristik cacat yaitu produk tiang listrik bengkok dengan ukuran lebih dari 5 mill/panjangnya.

Jenis cacat ini akan mengakibatkan kekuatan tiang dan kekuatan tarik tiang tidak sesuai spesifikasi.

Produk tiang listrik mengalami bengkok antara 0,0 – 5 mill/panjangnya merupakan produk yang tidak cacat dan masih bisa digunakan, tetapi jika produk mengalami bengkok lebih dari 5 mill/panjangnya merupakan produk cacat dan tidak bisa diperbaiki.

b. Keropos

Keropos merupakan jenis cacat pada tiang listrik dengan karakteristik cacat yaitu pada bagian luar produk tiang listrik terdapat rongga – rongga dengan ukuran kedalaman lebih dari 5 cm sehingga bagian luar tiang listrik kasar/tidak rata. Jenis cacat ini akan mengakibatkan kekuatan tiang tidak sesuai standar, tidak tahan korosi, dan badan tiang tidak halus/kasar.

Rongga – rongga pada badan tiang listrik dengan kedalaman antara 0,0 – 5,0 cm merupakan produk tiang listrik yang bisa diperbaiki ulang dengan cara memasukan adukan kedalam rongga tersebut. Sedangkan rongga – rongga pada badan tiang listrik dengan kedalaman lebih dari 5 cm merupakan produk cacat dan tidak bisa diperbaiki ulang.

c. Keriput

Keriput merupakan jenis cacat pada tiang listrik dengan karakteristik cacat yaitu bagian luar tiang listrik tidak halus/kasar dan ukuran diameter tidak sesuai spesifikasi. Jenis cacat ini akan mengakibatkan kekuatan tarik tiang listrik tidak sesuai standar, ukuran diameter tiang listrik tidak sesuai spesifikasi dan badan tiang listrik tidak halus/kasar.

Spesifikasi diameter tiang listrik untuk tiang listrik yang panjangnya 9 m adalah 15,7 cm (100 daN & 200 daN), 19 cm (350 daN & 500 daN), 22 cm (800 daN & 1200 daN). Toleransi yang memenuhi spesifikasi diameter tiang listrik adalah ± 1 cm. Jika ukuran diameter produk tiang listrik masih dalam batas – batas toleransi yang diberikan merupakan produk yang bagus atau baik. Sedangkan ukuran diameter produk tiang listrik diluar batas toleransi yang ditetapkan merupakan produk cacat dan tidak bisa diperbaiki ulang.

d. Retak

Retak merupakan jenis cacat pada tiang listrik dengan karakteristik cacat yaitu pada bagian luar produk tiang listrik terdapat garis retakan dengan panjang lebih dari 5 cm sehingga bagian dalam (rangka beton) terlihat. Cacat retak dapat mengakibatkan kekuatan tiang tidak sesuai standar, tidak tahan korosi, dan badan tiang tidak halus/kasar.

Tiang listrik yang retak dengan panjang 0,0 – 5,0 cm merupakan produk tiang listrik yang bisa diperbaiki dan digunakan. Sedangkan untuk retak yang lebih dari 5 cm merupakan produk cacat dan tidak bisa diperbaiki.

Jumlah produk cacat dari hasil produksi tiang listrik beton tahun 2012 disajikan pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 Jumlah produksi dan total cacat produk tiang listrik pada tahun 2012

Bulan	Jumlah Produksi (batang)	Jenis cacat				Total Cacat
		Bengkok	Keropos	Keriput	Retak	
Januari	2087	4	11	3	8	26
Februari	2304	4	6	2	4	16
Maret	1758	3	3	3	8	17
April	1035	1	0	0	1	2
Mei	1181	0	1	1	2	4
Juni	1085	2	1	2	4	9
Juli	1233	11	10	5	18	44
Agustus	722	4	3	6	8	21
September	2970	1	1	1	13	16
Oktober	692	0	1	1	2	4
November	1432	6	5	4	13	28
Desember	2015	5	5	5	8	23
Total	18514	41	47	33	89	210

Sumber : PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta

Selain sering terjadinya produk cacat, dalam proses produksi PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta banyak terjadi *work in process* (WIP) pada setiap stasiun kerja. WIP (*work in process*) akan mengakibatkan waktu proses produksi semakin lama karena *lead time* produk yang panjang dan WIP (*work in process*) juga termasuk persediaan berlebih (*excess inventory*) yang merupakan kegiatan tidak bernilai tambah dalam proses produksi (pemborosan). Data WIP dalam setiap stasiun kerja selama penelitian dilakukan disajikan pada tabel 5.4.

Tabel 5.4 Data waktu siklus dan work in process (WIP)

No	Proses	Waktu siklus (CT) (jam)	Work In Process (unit)
1.	Pemotongan PC wire	0.03	47
2.	Proses kawat spiral	0.12	40
3.	Rangkaian rangka	0.13	32
4.	Pembuatan arde/ground	0.07	50
5.	Pelumasan dan pemasangan rangka	0.12	30
6.	Adukan cor	0.17	0
7.	Pengecoran	0.13	0
8.	Proses press/stressing	0.07	0
9.	Spinning	0.25	25
10.	Steam	2	25
11.	Pendinginan	1.5	25
12.	Finishing	0.12	25
Total		4.71	299

Pemborosan yang terjadi pada proses produksi PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta adalah transportasi dan waktu menunggu material produk antar stasiun kerja, dimana jarak antar stasiun kerja dengan stasiun kerja lainnya berjauhan (jarak ukuran pada lampiran 7) dan dibawa secara manual (panggul) sehingga mengakibatkan banyaknya waktu yang terbuang (pemborosan) akibat proses pemindahan *material* dan *cycle time* yang berbeda antar stasiun kerja. Hal ini dapat dilihat dari diagram

peta proses operasi produksi tiang listrik beton pada gambar 5.2 (Lampiran 7).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi jenis cacat yang sering terjadi dalam proses produksi kemudian di analisis penyebabnya dan dilakukan perbaikan untuk mencegah terjadinya produk cacat dan pengurangan pemborosan dalam proses produksi menggunakan metode *Lean* dengan *tools* yang digunakan yaitu *value stream mapping* (VSM) dan peta proses operasi. Selain itu untuk perbaikan tempat kerja (*gemba*) atau pemborosan di tempat kerja digunakan metode *Kaizen* dengan *tools* yang digunakan adalah *five S* (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*). Pengurangan aktivitas pemborosan pada proses produksi dan tempat kerja dapat mencegah terjadinya produk cacat.

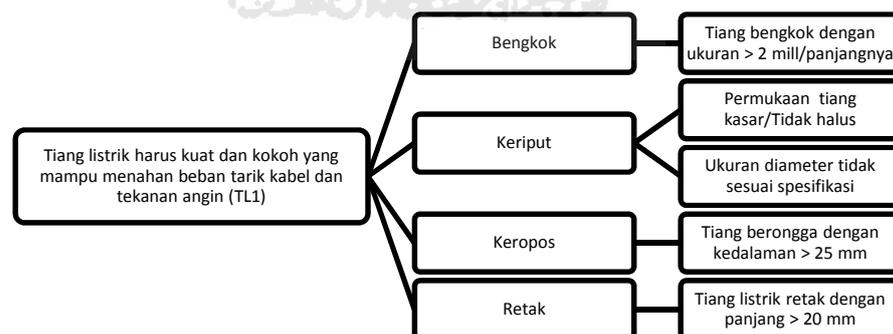
3. Mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan dari proyek *six sigma*
Dalam proses produksi tiang listrik beton, PT. Tonggak Ampuh Unit III didukung oleh beberapa *supplier* bahan baku yang berasal dari luar dan dalam daerah DIY. Untuk lebih jelasnya proses kunci beserta pelanggan PT. Tonggak Ampuh digambarkan dalam diagram SIPOC pada gambar 5.3 (Lampiran 8).

5.2.2. Tahap *Measure*

Dalam tahap *measure* yang merupakan tahap ke dua dalam metodologi *six sigma* dilakukan proses sebagai berikut :

1. Menetapkan karakteristik kualitas (CTQ) kunci

Pada tahap *define* sebelumnya ditentukan urutan prioritas dari karakteristik kualitas yang diinginkan pelanggan dengan metode Model Kano. Hasil dari metode Model Kano dipilih karakteristik kualitas produk tiang listrik yang diinginkan pelanggan adalah Tiang listrik harus kuat dan kokoh yang mampu menahan beban tarik kabel dan tekanan angin (TL1). Proses selanjutnya adalah mengkonversikan dari keinginan pelanggan menjadi kebutuhan teknik dalam pembuatan tiang listrik. Untuk memproduksi tiang listrik yang kuat dan kokoh yang mampu menahan beban tarik kabel dan tekanan angin adalah dalam proses produksinya tiang listrik tidak boleh memiliki cacat bengkok, keriput, keropos, dan retak. Tiang listrik yang memiliki cacat tersebut akan rapuh sehingga gampang patah dan pecah. Untuk lebih jelasnya *Critical to Quality* digambarkan dalam bentuk *CTQ tree* pada gambar 5.4.



Gambar 5.4 CTQ Tree produk tiang listrik
(sumber : PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta)

2. Peta kontrol (*control chart*)

Peta kontrol yang dilakukan dalam penelitian ini adalah peta kontrol p, data untuk membuat peta kontrol disajikan pada tabel 5.5.

Tabel 5.5 Proporsi cacat produk tiang listrik

Bulan	Jumlah Produksi (batang)	Total Cacat	Proporsi kesalahan (P)	Proporsi kesalahan (p,%)
Januari	2087	26	0.012	1.246
Februari	2304	16	0.007	0.694
Maret	1758	17	0.010	0.967
April	1035	2	0.002	0.193
Mei	1181	4	0.003	0.339
Juni	1085	9	0.008	0.829
Juli	1233	44	0.036	3.569
Agustus	722	21	0.029	2.909
September	2970	16	0.005	0.539
Oktober	692	4	0.006	0.578
November	1432	28	0.020	1.955
Desember	2015	23	0.011	1.141
Total	18514	210	0.011	1.134
Rata – rata	1542,83	17.5	0.011	1.134

Langkah – langkah dalam membuat peta kontrol adalah sebagai berikut :

- a. Hitung rata – rata dan proporsi cacat (garis pusat)

$$\bar{p} = \frac{210}{18514} = 0,011$$

- b. Hitung batas – batas kontrol 3 sigma

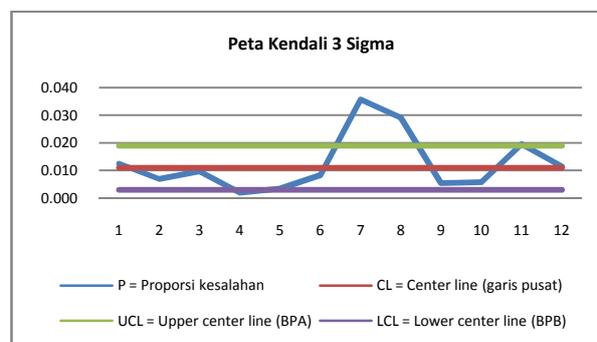
$$CL = 0,011$$

$$UCL = 0,011 + 3 \sqrt{\frac{0,011(1 - 0,011)}{1542,83}} = 0,019$$

$$LCL = 0,011 - 3 \sqrt{\frac{0,011(1 - 0,011)}{1542,83}} = 0,003$$

- c. Plot dan tebarkan proporsi cacat dan lakukan pengamatan apakah data

itu ada dalam pengendalian statistikal



Gambar 5.5 Grafik peta kendali 3 Sigma

Melihat gambar 5.5 di atas, masih ada data yang berada diluar batas pengendali, yaitu data bulan 4, 7, 8 dan bulan 11, maka perlu dilakukan revisi. Hasil revisi adalah sebagai berikut :

- a. Rata – rata dan proporsi cacat (garis pusat)

$$\bar{p} = \frac{210 - 2 - 44 - 21 - 28}{18514 - 1035 - 1233 - 722 - 1432} = 0,008$$

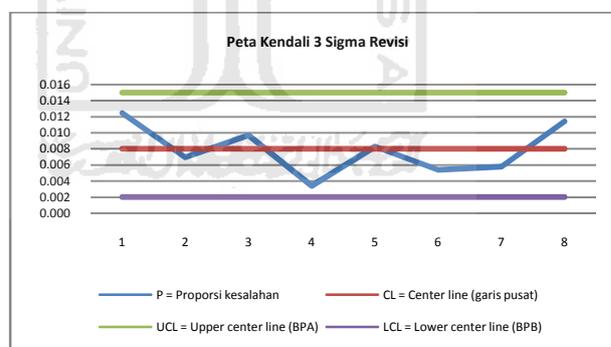
- b. Batas kontrol 3 sigma

$$CL = 0,008$$

$$UCL = 0,008 + 3 \sqrt{\frac{0,008(1-0,008)}{17615,5}} = 0,015$$

$$LCL = 0,008 - 3 \sqrt{\frac{0,008(1-0,008)}{17615,5}} = 0,002$$

- c. Plot dan tebarkan proporsi cacat dan lakukan pengamatan apakah data itu ada dalam pengendalian statistikal



Gambar 5.6 Grafik peta kendali 3 sigma revisi

Peta kendali 3 sigma revisi tampak bahwa seluruh data telah berada batas – batas pengendalian statistikal. Data yang berada dalam batas – batas pengendalian statistikal adalah disajikan pada tabel 5.6.

Tabel 5.6 Data hasil revisi peta kontrol p

Bulan	Jumlah Produksi (batang)	Total Cacat	Proporsi Kesalahan (P)
Januari	2087	26	0.012
Februari	2304	16	0.007
Maret	1758	17	0.010
Mei	1181	4	0.003
Juni	1085	9	0.008
September	2970	16	0.005
Oktober	692	4	0.006
Desember	2015	23	0.011
Total	14092	115	0.063
Rata – rata	1761.50	14.38	0.01

3. Pengukuran baseline kinerja (*performance baseline*)

Pengukuran baseline kinerja saat ini dihitung dengan menggunakan satuan DPMO yang kemudian dikonversikan ke dalam tingkat sigma. Pengukuran baseline kinerja ini menggunakan data atribut pada tingkat output. Data yang di ukur adalah data hasil revisi pada peta kendali 3 sigma. Langkah – langkah pengukuran baseline kinerja disajikan pada tabel 5.7.

Tabel 5.7 Langkah – langkah menghitung baseline kinerja untuk bulan Januari pada Tahun 2012

Banyak unit yang diperiksa (n):	2087
Banyaknya unit yang cacat/gagal (x)	26
$DPO = x / (n \times CTQ\text{-potensial})$	$26 / (2087 \times 5) = 0.002492$
$DPMO = DPO \times 1000000$	$0.002492 \times 1000000 = 2492$
Kapabilitas sigma	4,31 sigma

Sumber : pengolahan data

Untuk menentukan nilai kapabilitas sigma menggunakan tabel konversi dari DPMO ke nilai sigma (Lampiran 15). Nilai DPMO 2492 berada diantara nilai DPMO 2555 (4,30 sigma) dan DPMO 2186 (4,35 sigma).

Mencari DPMO 2492 digunakan rumus interpolasi, yaitu:

4,30	2555
	2492
4,35	2186

$$? = 4,30 + \left\{ \left(\frac{2492 - 2555}{2186 - 2555} \right) \times (4.35 - 4.30) \right\}$$

$$? = 4,31$$

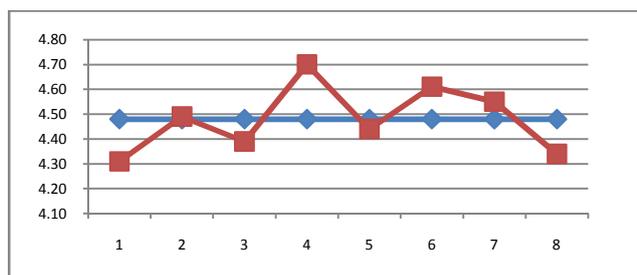
Maka nilai DPMO 1038 adalah sigma 4,31.

Dilakukan dengan langkah – langkah yang sama sesuai tabel 5.7 di atas, maka di peroleh hasil perhitungan pada tabel 5.8.

Tabel 5.8 Perhitungan baseline kinerja

Bulan	Jumlah produksi	Jumlah produk cacat	CTQ	DPMO	Sigma
Januari	2087	26	5	2492	4,31
Februari	2304	16	5	1389	4,49
Maret	1758	17	5	1934	4,39
Mei	1181	4	5	677	4,7
Juni	1085	9	5	1659	4,44
September	2970	16	5	1077	4,61
Oktober	692	4	5	1156	4,55
Desember	2015	23	5	2283	4,34
Rata - rata	1761,5	14,375	5,00	1583,41	4,48

Baseline kinerja saat ini bisa dilihat dari nilai rata – rata sigma yang dihasilkan. Tingkat sigma yang diperoleh saat ini pada PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta sebesar 4,48 sigma. Perbandingan hasil sigma setiap periode dengan nilai rata – rata sigma disajikan pada gambar 5.7.



Gambar 5.7 Grafik nilai sigma dan rata – rata

4. Current state value stream mapping

Value stream mapping merupakan tools yang digunakan dalam metode *Lean* untuk mengidentifikasi pemborosan dalam proses produksi. *Value*

stream mapping dibuat dalam dua tahap yaitu *current state value stream mapping* dan *future state value stream mapping*. *Current state value stream mapping* adalah suatu keadaan aktual proses produksi perusahaan PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta. Langkah-langkah dalam membuat *current state value stream* adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan produk yang menjadi model *line*

Produk yang menjadi model *line* di PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta adalah produk tiang listrik beton.

- b. Menentukan *value stream manager*

Selama penelitian berlangsung di bagian proses produksi tiang listrik dalam observasi dan wawancara dibantu oleh kepala produksi.

- c. Aliran informasi

Informasi diawali dari pelanggan PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta yaitu PT. PLN (persero) regional Jateng dan DIY melakukan pesanan lewat telepon dan juga lewat surat elektronik ke bagian pemasaran yang ada di Semarang. Kemudian bagian pemasaran mengeluarkan surat P3 dikirim kepada kepala pabrik. Aliran informasi selanjutnya kepala pabrik mengeluarkan surat perintah kerja (SPK) dan rencana kerja (RK) kepada kepala produksi, kemudian kepala produksi mengeluarkan perintah kerja (PK) dan perencanaan produksi kepada pengawas lapangan. Kepala produksi juga melakukan komunikasi dengan gudang bahan baku untuk informasi persediaan bahan baku. Pengawas lapangan

menginformasikan jenis tiang listrik yang akan dibuat, jumlah produksi, waktu mulai produksi, batas akhir produksi dan waktu pengiriman ke pelanggan kepada operator proses produksi pemotongan PC Wire, kawat spiral, rangkaian rangka, pembuatan arde/ground, dan pelumasan & pemasangan rangka. Masing – masing operator produksi tersebut memproduksi sesuai informasi dari pengawas lapangan tanpa melihat proses yang terjadi pada proses berikutnya, sehingga banyak penyimpanan barang setengah jadi di daerah sekitar tempat kerja (*work in processes*), data work in processes disajikan pada tabel 5.4 dalam tahap *define*.

d. Aliran *material*

Material yang datang dari *supplier* diterima oleh bagian QC (*quality control*) untuk dilakukan pemeriksaan *sampel* di laboratorium, jika *material* memenuhi standar perusahaan yang telah ditetapkan, maka *material* di bawa langsung ke gudang penyimpanan bahan baku (*material warehouse*), PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta memiliki dua gudang bahan baku yaitu gudang *material* untuk pengecoran yang terdiri dari *material* pasir, semen, dan split dan gudang bahan baku besi beton. Proses pengambilan *material* besi beton, kawat spiral, PC wire dilakukan oleh karyawan dengan cara manual (ditarik, dipanggul) pada proses kawat spiral, rangkaian rangka, dan proses arde. Sedangkan pengambilan material untuk pengecoran menggunakan *conveyor*. *Material – material* yang

tersedia di gudang tersebut siap untuk digunakan dalam proses produksi.

Proses produksi dimulai dari pembuatan kawat spiral, kemudian kawat spiral dirakit dengan PC wire pada bagian rangkaian rangka. Selanjutnya hasil dari proses rangkaian rangka di bawa ke proses pemasangan rangka dan arde (anti petir), pada proses ini dilakukan pemasangan rangkaian rangka dan arde (anti petir) dengan cetakan tiang listrik, langkah berikutnya cetakan di bawa ke bagian pengecoran untuk di isi adukan cor dan pemasangan cetakan. Selanjutnya cetakan tersebut di bawa ke bagian press dan stressing untuk dikencangkan baut – baut cetakan dan uji stressing (tarik PC wire) sampai batas 100psi. Setelah rakitan cetakan selanjutnya dilakukan tahap spinning dengan memutar tiang listrik dengan kecepatan 600rpm, 900rpm dan 1200 rpm menggunakan mesin spinning. Setelah proses spinning, langkah berikutnya cetakan dimasukan ke dalam kolam pemanasan dan dilakukan pemanasan dengan mesin boiler. Langkah berikutnya, proses pendinginan dan pembukaan cetakan serta finishing.

f. Data proses produksi

Pada proses produksi di PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta tidak ada waktu *changeover* karena produk yang diproduksi prosesnya sama meskipun spesifikasi tiang listrik berbeda – beda. Data proses produksi terdiri dari waktu siklus dan *work in process*

(WIP). Data proses produksi disajikan pada tabel 5.4 di tahap *define*.

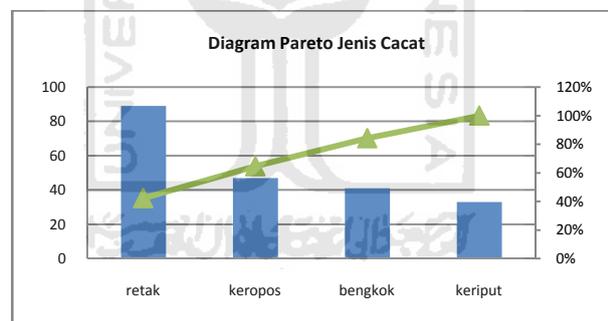
Berdasarkan data proses produksi maka *current state value stream mapping* disajikan pada gambar 5.8 (lampiran 9).

5.2.3. Tahap *Analyze*

Proses yang dilakukan pada tahap *analyze* adalah sebagai berikut :

1. Analisis kualitas produk tiang listrik

Cacat pada produk tiang listrik terdiri dari cacat keriput, keropos, retak, dan bengkok. Berdasarkan hasil dari proses produksi tahun 2012 didapatkan jumlah cacat terbesar adalah cacat retak sebanyak 89 unit. Untuk lebih jelasnya urutan jumlah cacat dari yang terkecil sampai terbesar disajikan dalam diagram Pareto pada gambar 5.9.



Gambar 5.9 Diagram pareto jenis cacat produk tiang listrik

Dengan melihat diagram pareto di atas, untuk menjadi prioritas perbaikan adalah jenis cacat retak.

2. Menentukan stabilitas dan kemampuan (kapabilitas) proses

Suatu kondisi proses dimana jika suatu proses berada dalam pengendalian statistik maka proses tersebut dikatakan stabil. Penentuan stabilitas menggunakan metode *statistical process control* dengan membuat peta

kontrol P. Dari proses peta kontrol P didapatkan data proses dalam kondisi stabil disajikan pada tabel 5.9.

Tabel 5.9 Data jumlah produksi dalam kondisi stabil

Bulan	Jumlah Produksi (batang)	Total Cacat	Proporsi Kesalahan (P)
Januari	2087	26	0.012
Februari	2304	16	0.007
Maret	1758	17	0.010
Mei	1181	4	0.003
Juni	1085	9	0.008
September	2970	16	0.005
Oktober	692	4	0.006
Desember	2015	23	0.011
Total	14092	115	0.063
Rata – rata	1761.50	14.38	0.01

Process capability merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan. *Process capability* dalam proses produksi tiang listrik pada PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta disajikan pada tabel 5.10.

Tabel 5.10 Hasil *process capability*

Bulan	Jumlah produksi	Jumlah produk cacat	CTQ	DPMO	Sigma
Januari	2087	26	5	2492	4,31
Februari	2304	16	5	1389	4,49
Maret	1758	17	5	1934	4,39
Mei	1181	4	5	677	4,7
Juni	1085	9	5	1659	4,44
September	2970	16	5	1077	4,61
Oktober	692	4	5	1156	4,55
Desember	2015	23	5	2283	4,34
Rata - rata	1761,5	14,375	5,00	1583,41	4,48

3. Peta kerja

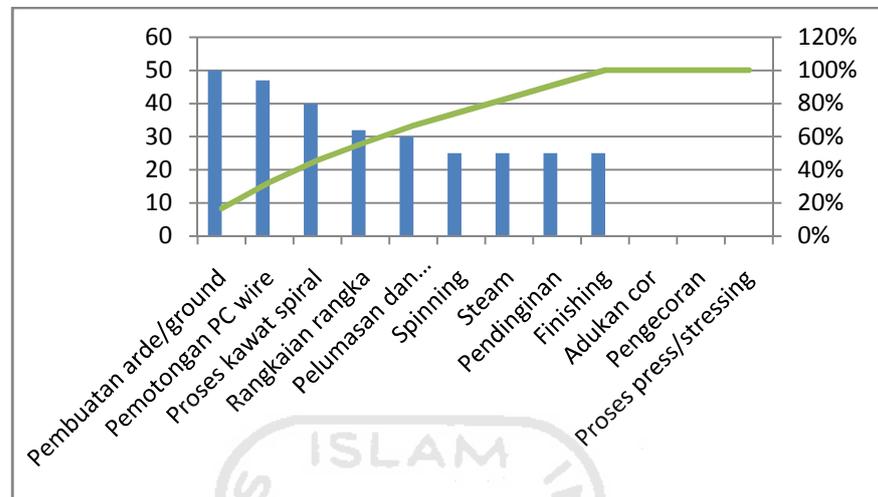
Peta kerja dibuat untuk melihat proses pelaksanaan aktivitas – aktivitas dalam proses produksi baik yang bernilai tambah ataupun yang tidak

bernilai tambah. Dalam penelitian ini dibuat peta kerja secara keseluruhan yang digambarkan dalam peta proses operasi pada gambar 5.2 (Lampiran 7). Pada peta proses operasi kondisi saat ini jumlah transportasi antar stasiun kerja sebanyak 16 kali dengan total waktu 37,5 menit dan jarak 60 meter. Selain itu banyaknya operasi menunggu (*delay*) antar stasiun sebesar 13 kali dengan total waktu 305 menit. Transportasi dan *delay* merupakan bentuk pemborosan dalam proses produksi yang harus dikurangi atau diminimalkan.

4. Analisis *current value stream mapping*

Dalam sistem produksinya PT. Tonggak Ampuh Unit III saat ini menggunakan sistem dorong (*push system*), sistem tersebut bekerja berdasarkan jadwal pada proses produksi masing – masing. Sistem dorong adalah *schedule based systems* (sistem yang berdasarkan pada jadwal), dimana nama ini digunakan dikarenakan dalam sistem dorong mengandung tujuan bahwa *schedule* (jadwal) merupakan titik awal (mendorong untuk) dilakukannya proses produksi (Ristono, 2009). Dalam sistem dorong WIP dibuat antara yang satu proses dengan proses berikutnya. Hal ini akan membuat lebih panjang lagi waktu tunggu proses manufaktur (*manufacturing lead time*) atau waktu siklus manufaktur (*manufacturing cycle time*). Akibatnya banyak persediaan barang setengah jadi (WIP) yang menunggu dan menumpuk di dalam proses produksi. Data WIP disajikan pada tabel 5.4 dalam tahap *define*. Data

WIP pada tabel tersebut disajikan dalam gambar diagram Pareto pada gambar 5.10.



Gambar 5.10 Diagram pareto Work In Process

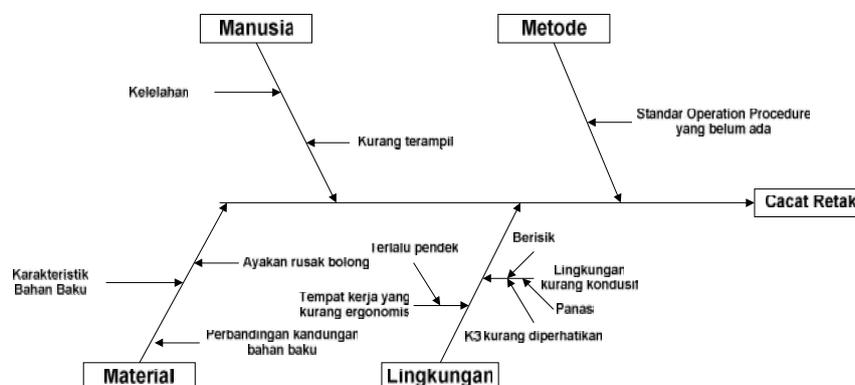
Ohno menganggap pemborosan yang paling mendasar adalah produksi berlebih, karena hal itu menyebabkan pemborosan yang lain. Memproduksi lebih awal atau lebih banyak daripada diinginkan pelanggan dalam operasi manapun pada proses manufaktur akhirnya akan menyebabkan bertumpuknya persediaan di salah satu proses hilir. Material hanya diam menunggu untuk diproses oleh operasi selanjutnya (Liker dan Meirer, 2007). Pada diagram Pareto di atas WIP terbesar terletak pada proses pembuatan arde (*ground*). Proses pembuatan arde (*ground*) proses dibuat mengalir atau proses *continuous* dengan proses spiral dan proses pemasangan rangka. Proses tersebut untuk mengurangi WIP pada proses arde (*ground*). Rencana yang akan dilakukan untuk pengurangan pemborosan dalam proses produksi adalah sebagai berikut :

- a. Proses saling terhubung dengan aliran yang *continous* dan tarikan material pada proses Pemotongan PC Wire, Kawat Spiral, Pembuatan

Arde dan Ground, rangkaian rangka dan pelumasan dan pemasangan rangka. Proses – proses tersebut akan digabungkan menjadi satu area kerja, yang sebelumnya area kerjanya terpisah – pisah dan jauh (lampiran 17).

- b. Setiap *value stream* dan putaran aliran dalam *value stream* akan memiliki proses “penentu kecepatan” yang menentukan kecepatan untuk semua operasi lainnya. Pengontrolan dan penjadwalan produksi dilakukan pada proses rangkaian rangka dan pemasangan rangka.
 - c. Menurunkan waktu *cycle time* dan *lead time*
 - d. Jadwal mingguan dirubah menjadi jadwal harian yang merata.
5. Mengidentifikasi sumber – sumber dan akar penyebab masalah kualitas Berdasarkan data jenis cacat, bahwa yang menjadi prioritas dalam perbaikan adalah cacat retak.

Proses produksi yang menjadi penyebab terjadinya cacat retak adalah bagian pemasangan rangka tiang listrik, bagian pengecoran, dan bagian press/stressing. Analisis penyebab terjadinya tiang listrik cacat retak disajikan dalam *fishbone diagram* pada gambar 5.11.



Gambar 5.11 Fishbone diagram cacat retak

5.2.4. Tahap *Improve*

Tahap *improve* merupakan tahap rekomendasi untuk dilakukan perbaikan dari masalah – masalah yang ditemukan selama penelitian. Ada beberapa masalah yang menjadi fokus perbaikan yaitu cacat produk, pemborosan pada proses produksi, dan tempat kerja (*gemba*) pada proses produksi. Proses yang dilakukan pada tahap *improve* adalah sebagai berikut:

1. *Action plan* untuk melaksanakan peningkatan kualitas *six sigma*

Analisis *action plan* menggunakan metode 5W+1H yaitu *what* (apa), *why* (mengapa), *where* (dimana), *when* (bilamana), *who* (siapa), *how* (bagaimana), dan *how much* (berapa). Usulan perbaikan cacat retak tiang listrik beton dengan metode 5W-1H disajikan pada tabel 5.11. (Lampiran 10)

2. Five M

Five M ini merupakan analisis proses perbaikan masalah yang ada pada fishbone diagram. Five M merupakan akronim dari *man* (operator atau orang), *machine* (mesin), *material* (bahan baku), *methods* (metode), dan *measurement* (pengukuran). Adapun faktor yang ada pada *fishbone diagram* adalah *man*, *material*, *methods*, dan lingkungan. Usulan perbaikan dengan metode ini disajikan pada tabel 5.12 (Lampiran 11)

3. Usulan peta operasi proses

Perbaikan atau usulan dalam proses produksi untuk mengurangi aktivitas transportasi dan menunggu, dimana keduanya itu merupakan pemborosan yang terjadi dalam proses produksi. Dengan membuat peta proses saat ini

pada tahap *analyze* (analisis), banyak terjadi proses transportasi dan proses menunggu barang baik itu sebelum diproses maupun sesudah diproses. Banyaknya waktu menunggu barang menyebabkan produk cacat dan menimbulkan penumpukan barang setengah jadi pada proses produksi. Perbaikan peta kerja operasi berdasarkan metode ECRS (*Eliminate, Combine, Rearrange, and Simplify*). Peta proses operasi usulan untuk mengurangi proses transportasi dan proses menunggu disajikan pada gambar 5.12 (Lampiran 12).

Pada peta kerja usulan terjadi penurunan aktivitas transportasi dari 16 kali menjadi 8 kali dan aktivitas menunggu (*delay*) juga terjadi penurunan dari 13 kali menjadi 4 kali.

4. Kaizen

Perbaikan tempat kerja (*gemba*) dari pemborosan (*waste*) dengan *Kaizen* menggunakan five S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*) atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin) yang akan menghasilkan tempat kerja yang bersih, rapi, nyaman, teratur dan memiliki produktivitas yang tinggi dalam bekerja sehingga aktivitas pemborosan seperti gerakan berlebihan atau mencari – cari peralatan, kerusakan mesin, dan kesalahan prosedur bisa dikurangi. Berdasarkan hasil analisis lapangan, usulan untuk perbaikan secara terus menerus dengan five S adalah sebagai berikut:

a. Seiri (ringkas)

- Sebelum mulai pekerjaan, identifikasi barang atau alat yang akan digunakan di tempat kerja.
- Peralatan dan *material* yang digunakan disusun dan dikelompokkan berdasarkan kebutuhannya seperti setiap jam, setiap hari, dan setiap minggu. Semakin sering dibutuhkan, harus semakin dekat dengan operator.
- Operator harus menjalankan tugas sesuai dengan tugasnya masing – masing.
- Buang barang atau alat yang tidak digunakan (rusak).
- Bersihkan alat atau barang jika sudah dipakai

b. Seiton (rapi)

- Alat dikelompokkan berdasarkan fungsi, jenis, dan ukurannya di sebuah tempat khusus atau kotak alat.
- Susun peralatan berdasarkan sering atau jarang nya pemakaian. Jika pemakaiannya sering, disimpan di dekat operator.
- Produk jadi dengan produk setengah jadi (WIP) harus dipisahkan.
- Bereskan dengan baik produk setengah jadi, utamakan penyimpanan produk WIP di tempat aman dan jangan ditumpuk.

c. Seiso (resik)

- Sebelum dan sesudah pekerjaan, tempat kerja harus dibersihkan. Operator memberesihkan setiap area yang menjadi tanggung jawabnya.

- Melakukan pemeliharaan dan perawatan tempat kerja, dimulai dari tempat kerja, rantai produksi dan material lainnya.
 - Membuat aturan jadwal piket
- d. Seiso (rawat)
- Menempel label pada peralatan sesuai dengan fungsi, jenis, dan ukurannya
 - Membuat standar operational procedur untuk operator
 - Membuat tanda atau petunjuk pada tempat penyimpanan alat, material, dan barang yang sedang maupun sudah diproses
 - Menyediakan tempat bak sampah di dekat pengerjaan operator
 - Membuat buku evaluasi *checklist* yang ditempel dekat alat, pintu, atau objek yang tampak kelihatan secara langsung oleh operator
- e. Shitsuke (rajin)
- Biasakan lakukan seiri, seiton, seiso dalam waktu sebelum bekerja dan sesudah bekerja.
 - Tidak membiarkan peralatan, sisa material dan barang yang sudah digunakan dan diproses berserakan di lantai.
 - Rajin melakukan penyimpanan alat ditempat yang telah ditentukan.
 - Rajin melakukan penggunaan alat yang hanya jika alat itu betul – betul akan digunakan.
 - Rajin untuk selalu membersihkan dan membereskan tempat kerja sebelum dan setelah bekerja.

5. Future state value stream mapping

Tujuan *value stream mapping* adalah untuk menyoroti sumber limbah (*waste*) dan menghilangkannya dengan penerapan *future value stream mapping*. Dalam *future value stream mapping*, sebuah rantai produksi dimana proses individu terkait dengan pelanggannya baik dengan aliran *continuous flow* atau *pull* (tarik), dan setiap proses akan mendapatkan sedekat mungkin untuk memproduksi hanya apa yang pelanggan butuhkan saat mereka membutuhkannya. Pada current state value stream mapping ditemukan proses pembuatan arde (*ground*) yang mempunyai nilai WIP terbesar. Proses tersebut menjadi prioritas untuk diperbaiki dalam meminimalkan WIP.

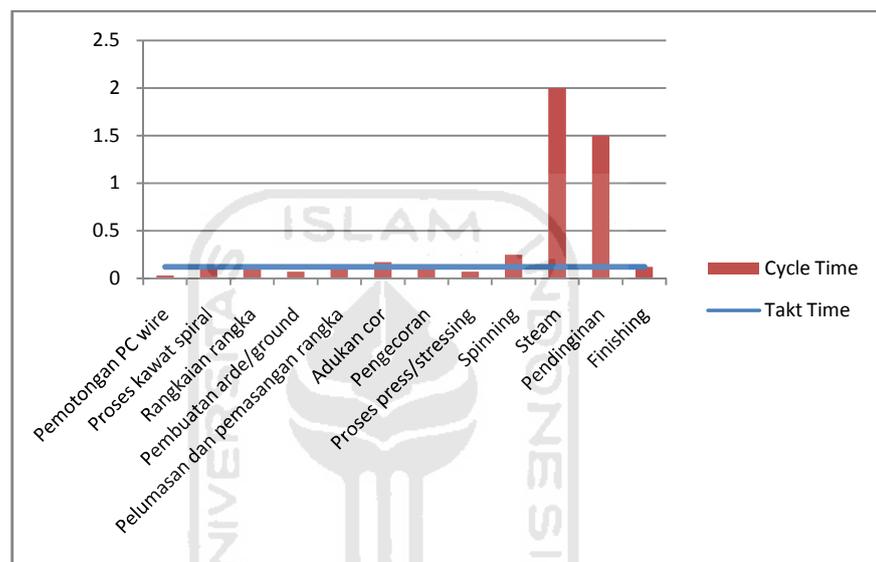
Pada *future value stream mapping*, proses produksi dibuat lebih sederhana dan fleksibel untuk mengurangi kegiatan – kegiatan yang tidak bernilai tambah atau *not value added* sehingga akan menurunkan waktu tenggang (*lead time*). Selain itu, dalam *future value stream mapping* aliran material dan informasi pada proses produksi harus lancar. Untuk melancarkan aliran informasi dan material pada proses produksi sering digunakan sistem kanban dan *pull system*.

a. Menentukan takt time

Berdasarkan data jumlah produksi tahun 2012, rata – rata produksi satu bulan sebesar 1543 unit, maka produksi dalam satu hari sebesar 62 unit/hari (1 bulan = 25 hari kerja). Menentukan *Takt time* proses produksi tiang listrik dengan rumus:

$$\text{takt time (TT)} = \frac{7 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}}{62} = \frac{25200}{62} = 406,45 \text{ detik/unit}$$

Takt time proses produksi tiang listrik beton untuk memenuhi target produksi adalah 406,45 detik/unit atau 6,8 menit atau sekitar 7 menit (0,12 jam). Perbandingan antara *cycle time* dengan *takt time* disajikan pada gambar 5.13.



Gambar 5.13 Grafik perbandingan *takt time* dengan *cycle time*

Melihat grafik di atas, ada beberapa stasiun kerja dalam proses produksi yang masih jauh di bawah takt time pemotongan PC wire, pembuatan arde/ground, dan proses pres/stressing. Untuk stasiun kerja tersebut dilakukan penggabungan stasiun kerja dengan stasiun kerja yang memiliki *cycle time* sama atau mendekati *takt time* yaitu stasiun kerja kawat spiral. Maka, stasiun kerja pemotongan PC wire, pembuatan arde/ground, dan stasiun kawat spiral dijadikan satu stasiun kerja dengan aliran produksi yang mengalir dan terhubung (*continous flow*). Kemudian stasiun rangkaian rangka dan pemasangan

rangka digabungkan menjadi satu area stasiun kerja. Penggabungan stasiun – stasiun tersebut untuk menciptakan atau membuat aliran bahan baku dan produk yang *continuous*.

b. Penentuan proses utama (*pacesetter*)

Proses utama yang melakukan pengontrolan dan penjadwalan produksi adalah proses rangkaian rangka dan pemasangan rangka.

c. Kartu kanban

Dalam *future value stream* pada sistem produksinya menggunakan *system pull* (tarik) dengan penggunaan kartu kanban sebagai informasi dalam proses produksinya. Dalam penggunaan kartu kanban, setiap perintah produksi dan proses mengambil produk yang sudah diproduksi dikendalikan dengan kartu kanban. Proses sebelumnya memproduksi produk sesuai permintaan proses selanjutnya yang ada pada kartu kanban dan waktu produksi ditetapkan sesuai yang ada pada kartu kanban. Sehingga proses selanjutnya mengambil produk pada proses sebelumnya, produk sudah jadi semua. Proses tersebut bertujuan untuk mengendalikan *work in process* (WIP) antara proses sebelumnya dengan proses selanjutnya.

Dalam sistem kanban, perintah untuk memproduksi dimulai dari proses akhir. Penentuan kanban produksi untuk perintah memproduksi produk tiang listrik dimulai pada rangkaian rangka dan pemasangan rangka untuk proses sebelumnya yaitu kawat spiral, pemotongan PC wire dan pembuatan arde/ground. Produk hasil proses pemasangan

rangka dikirim dengan didorong ke proses selanjutnya yaitu proses adukan dan pengecoran, proses stressing dan spinning, setelah proses spinning produk dikumpulkan pada kolam pemanasan (*steam*) sampai mencapai penuh atau sekitar 25 unit untuk satu kolam. Setelah pada proses steam, produk didinginkan dan selanjutnya dilakukan pembongkaran cetakan. Banyaknya kartu kanban dengan menggunakan rumus yaitu : (Gasperz, 2005)

$$\text{Banyaknya Kanban} = \frac{\text{permintaan harian} \times \text{waktu tunggu} \times \text{faktor pengaman}}{\text{ukuran lot}}$$

$$\text{Banyaknya Kanban} = \frac{62 \text{ unit} \times 7 \text{ Jam} \times 1,5}{5 \text{ unit}} = \frac{651}{5} = 130,2 \text{ Kanban}$$

Jumlah kartu kanban yang dibutuhkan untuk memproduksi 62 unit selama 7 jam dengan jumlah lot produksi 5 unit dan safety factor (faktor pengaman sebesar 1,5) adalah 130 kanban. Safety factor di buat lebih besar sekitar 50% dari permintaan harian yaitu 31 unit karena diasumsikan bahwa proses produksi belum stabil untuk menerapkan kartu kanban. Untuk lebih jelasnya gambar usulan *future value stream mapping* disajikan pada gambar 5.14 (Lampiran 13).

Future value stream yang dihasilkan menggunakan sistem produksi gabungan antara sistem tarik (kartu kanban) dan sistem dorong. Sistem tarik digunakan pada proses awal yang banyak mengalami WIP, sedangkan sistem dorong digunakan pada proses *press/stressing* sampai proses *finishing*.

BAB VI PEMBAHASAN

6.1. Tahap Define

Tahap *define* merupakan tahap pertama dalam metodologi *Six Sigma* untuk peningkatan kualitas dengan *Six Sigma*, pada tahap ini dilakukan beberapa proses yaitu *voice of customers* (VOC), deskripsi masalah dan tujuan proyek *Six Sigma*, dan mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan dari proyek *Six Sigma*.

Voice of customers (VOC) yang disebut juga suara pelanggan merupakan suatu proses dalam mengidentifikasi kebutuhan, keinginan, ekspektasi dan tingkat kepuasan pelanggan. Pelanggan PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta adalah PT. PLN (persero) regional Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah. Dalam menentukan kebutuhan dan keinginan pelanggan pada sebuah produk, tahap pertama menentukan karakteristik kualitas dari sebuah produk, kemudian dilanjutkan dengan pembagian kuesioner kepada bagian Jaringan PT. PLN (persero) Regional Daerah Istimewa Yogyakarta yang terdiri dari UPJ Sleman, UPJ Bantul, UPJ Wates, UPJ Sedayu, UPJ Kalasan dan UPJ Wonosari. Setelah pembagian kuesioner dilakukan evaluasi kuesioner untuk menentukan prioritas karakteristik kualitas yang diinginkan pelanggan dengan metode Model Kano. Bahwa kualitas selalu berfokus pada pelanggan (*customer focused quality*). Dengan demikian produk – produk didesain, serta pelayanan diberikan untuk memenuhi keinginan pelanggan (Gaspersz, 2003).

Karakteristik kualitas di buat menjadi 16 atribut kualitas dari tiang listrik beton. Hasil analisa dengan Metode Kano, yang termasuk kategori *must be* adalah

tiang listrik harus kuat dan kokoh yang mampu menahan beban tarik kabel dan tekanan angin, beban kerja 500 (daN), diameter tiang listrik 19 Cm, panjang tiang listrik 9 m, pemakaian normal mampu bertahan ≥ 3 tahun, pengiriman menggunakan *truck* khusus pengangkut tiang listrik, pemasangan dengan menggunakan *lifter* tiang beton, waktu pengiriman tepat waktu, stempel batas tanam jelas, stempel tanggal pembuatan dan tahun, tiang listrik halus dan tidak licin. Kategori *must be* merupakan atribut yang harus dipenuhi, apabila atribut ini tidak ada/tidak dipenuhi maka pelanggan akan menjadi sangat tidak puas. Namun jika atribut ini memiliki kinerja yang tinggi, kepuasan pelanggan tidak akan meningkat.

Karakteristik kualitas yang termasuk kategori *one dimensional* adalah pemasangan *arde/ground* pada tiang listrik, pemasangan lubang dengan pipa – pipa pada bagian ujung atas tiang listrik, tahan terhadap tekanan angin dalam batas normal, tahan korosi, kedap air dan tahan terhadap gangguan makhluk tanah dan tinggi titik tumpu/batas tanam 1,5 meter. Kategori *one dimensional* merupakan atribut secara proporsional berpengaruh pada level kepuasan pelanggan, sehingga kinerja atribut yang tinggi akan mengakibatkan tingginya kepuasan pelanggan.

Dalam menentukan karakteristik dari kategori *must be* tersebut dilakukan *brainstorming* dengan pihak kepala kualitas di PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta. Hasil dari *brainstorming* menentukan bahwa karakteristik kualitas dari produk tiang listrik yang diinginkan pelanggan adalah tiang listrik harus kuat

dan kokoh yang mampu menahan beban tarik kabel dan tekanan angin. Standar kekuatan tiang listrik yaitu 160 daN, 200 daN, 350 daN, 500 daN, dan 800 daN.

Masalah yang dihadapi PT. Tonggak Ampuh Unit III dalam proses produksinya yaitu banyaknya produk cacat yang menyebabkan adanya *rework* (pengerjaan ulang) dan produk gagal (tidak bisa dikerjakan ulang), produksi selama tahun 2012 sebanyak 210 unit produk tiang listrik cacat, jumlah cacat terbesar terjadi pada bulan Juli, November, dan Februari. Banyaknya produk cacat akan mengakibatkan pelanggan tidak puas, oleh karena itu PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta perlu melakukan perbaikan kualitas proses secara terus-menerus (*continous improvement*) menuju tingkat kecacatan/kegagalan nol (*zero defect*) untuk memuaskan pelanggan dan meningkatkan kemampuan (kapabilitas) proses produksi.

Pada PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta, ditemukan juga terjadinya *work in process* (WIP) di stasiun kerja, jumlah *work in process* sebanyak 299 unit. *Work in process* (WIP) merupakan jenis pemborosan produksi berlebih, menurut Ohno yang dikutip dari Liker (2006) pemborosan yang paling mendasar adalah produksi berlebih, karena hal tersebut menyebabkan pemborosan yang lain. Pengendalian dalam WIP perlu dilakukan untuk mengurangi pemborosan, seperti yang dikatakan Ristono (2009) pengendalian terhadap WIP mengakibatkan pembasmian segala pemborosan yang pada akhirnya segala job dapat dikerjakan tepat pada waktunya. Pengendalian tersebut dengan menggunakan kartu kanban pada lantai produksi.

Pada proses produksi tiang listrik juga ditemukan banyaknya waktu tunggu produk (*delay*) dan transportasi produk antar stasiun, hal ini mengakibatkan panjangnya *lead time* produksi yang menimbulkan ketidakefisienan proses produksi. Berdasarkan hasil analisis dengan peta proses operasi, kegiatan transportasi kondisi saat ini sebesar 16 kali transportasi perpindahan produk dengan total waktu 37,5 menit dan total jarak mencapai 60 meter. Sedangkan untuk aktivitas *delay* total waktu sebesar 305 menit dan jumlah aktivitas 13 kali. Untuk mengurangi pemborosan dalam proses produksi menggunakan *one piece flow* (aliran kontinu), produk yang bergerak secara kontinu melalui langkah – langkah pemerosesan dengan waktu tunggu minimal diantara langkah – langkah proses tersebut dan dengan jarak tempuh terpendek, akan diproduksi dengan efisiensi tertinggi. Proses mengalir mengurangi waktu proses, yang mempersingkat siklus perputaran uang dan dapat berdampak pada peningkatan kualitas (Liker, 2006).

Dalam melihat hubungan proses kunci dengan pelanggan dibuat diagram SIPOC PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta. *Supplier* bahan baku berasal dari daerah Surabaya, Jakarta, Magelang dan Kulonprogo. PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta memproduksi tiang listrik beton untuk memenuhi kebutuhan PT. PLN (persero) regional Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah. Proses produksi PT. Tonggak Ampuh terdiri dari 12 proses produksi diantaranya kawat spiral, pemotongan PC wire, pembuatan arde/ground, rangkaian rangka tiang listrik, pemasangan rangka tiang listrik, adukan, pengecoran, press/stressing, spinning, steam, pendinginan dan finishing.

6.2. Tahap Measure

Tahap *measure* merupakan tahap kedua dalam metodologi *Six Sigma* dalam peningkatan kualitas produk tiang listrik di PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta. Pada tahap ini dilakukan beberapa proses yaitu menetapkan karakteristik kualitas (CTQ) kunci, peta kontrol (*control chart*), pengukuran baseline kinerja (*performance baseline*), dan *current state value stream mapping*.

CTQ adalah karakteristik produk atau jasa bahwa pelanggan menganggap penting, dan mereka terukur karakteristik yang kinerjanya standar atau batas spesifikasi harus dipenuhi untuk memenuhi kebutuhan pelanggan (Yang, K., 2008). CTQ disesuaikan dengan faktor keinginan pelanggan terhadap karakteristik kualitas produk tiang listrik, pada tahap *define* dengan proses metode Model Kano ditemukan bahwa pelanggan menginginkan dan membutuhkan produk tiang listrik harus kuat dan kokoh yang mampu menahan beban tarik kabel dan tekanan angin. Untuk memenuhi keinginan pelanggan tersebut, produk tiang listrik selama proses produksi tidak boleh mengalami cacat keropos, keriput, bengkok, dan retak. Hasil identifikasi dan wawancara dengan kepala *quality* bahwa ada 5 karakteristik kualitas (CTQ) kunci yaitu satu CTQ pada cacat bengkok (tiang bengkok dengan ukuran > 5 mill/panjangnya), dua CTQ pada cacat keriput (permukaan tiang kasar/tidak halus, ukuran diameter tidak sesuai spesifikasi), satu CTQ pada cacat keropos (tiang berongga dengan kedalaman > 5 cm) dan satu CTQ pada cacat retak (tiang listrik retak dengan panjang > 5 cm). CTQ tersebut berdampak langsung pada kepuasan pelanggan, sehingga dalam

proses produksi pembuatan tiang listrik perlu diperhatikan dan diperbaiki untuk mengurangi terjadinya cacat produk tiang listrik beton.

Peta kontrol digunakan untuk memantau proses produksi secara terus – menerus agar proses tetap stabil secara *statistical* dan hanya mengandung variasi penyebab umum. Selain itu peta kontrol juga digunakan untuk menentukan kapabilitas proses, setelah proses berada dalam pengendalian *statistical*. Hasil dari proses peta kontrol untuk proses yang berada dalam pengendalian *statistical* dengan *center line* (garis pusat) sebesar 0,008, batas bawah (LCL) sebesar 0,002 dan batas atas (UCL) sebesar 0,15.

Proses produksi dalam keadaan stabil, selanjutnya dilakukan pengukuran kinerja sigma yang dihasilkan selama proses produksi tahun 2012. Kinerja sigma dihitung dengan mengkonversikan nilai DPMO ke dalam tingkat sigma dengan menggunakan tabel konversi DPMO ke sigma. Tingkat sigma proses produksi PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta selama proses produksi tahun 2012 dengan rata – rata sebesar 4,48 sigma. PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta perlu melakukan perbaikan – perbaikan proses dalam proses produksinya untuk meningkatkan kualitas produk menuju tingkat enam sigma. Perbaikan proses (*improvement process*) merujuk kepada sebuah strategi membangun sebuah solusi-solusi terfokus untuk mengeliminasi akar penyebab dari masalah kinerja bisnis.

Dalam proses produksi banyak kegiatan – kegiatan yang tidak bernilai tambah bagi pelanggan. Kegiatan – kegiatan tersebut merupakan pemborosan yang harus dihilangkan. Untuk melihat keadaan proses produksi perusahaan bisa

dilakukan dengan membuat *current state value stream mapping*. Menurut Hines dan Rich (1999) *value stream mapping* merupakan suatu alat perbaikan (*tool*) yang digunakan untuk membantu memvisualisasikan proses produksi secara menyeluruh, yang merepresentasikan baik aliran *material* juga aliran informasi. Sistem produksi PT. Tonggak Ampuh saat ini menggunakan sistem *push* (sistem dorong), proses produksi dengan sistem ini dapat menimbulkan pengendalian *inventory* yang buruk dan mengakibatkan banyaknya waktu tunggu baik itu waktu tunggu produk untuk diproses atau waktu tunggu operator untuk mengerjakan produk. *Current state value stream mapping* dalam pembuatan produk tiang listrik menghasilkan total waktu siklus sebesar 4,71 jam, sedangkan untuk *production lead time* sebesar 38,86 jam. Hal ini membuktikan bahwa dalam proses produksi produk tiang listrik masih banyak pemborosan yaitu adanya *work in process*.

Ketika anda memetakan keadaan saat ini, adalah penting untuk mengevaluasi proses dengan membayangkan keadaan dimasa depan dalam pikiran anda (Liker dan Meirer, 2006). Berikut ini beberapa sasaran tingkat tinggi, yang merupakan karakteristik umum dari sebuah *lean value stream*, sebagai berikut:

1. Proses yang fleksibel dalam merespon dengan cepat permintaan pelanggan yang berubah – ubah, terutama bila menyangkut bertambahnya keanekaragaman produk.
2. *Lead time* yang singkat, dari mulai saat pelanggan memesan hingga penyelesaian dan pengiriman produk.
3. Proses yang saling terhubung dengan aliran yang kontinu dan tarikan material

4. Setiap *value stream* mungkin memiliki sejumlah “putaran aliran” yang terpisah di dalam *value stream* yang diidentifikasi oleh titik – titik dimana tidak mungkin terjadinya aliran. Hal ini ditunjukkan oleh keterbatasan proses saat ini.
5. Aliran informasi yang disederhanakan dalam *value stream* yang datang dari pelanggan internal (proses berikutnya).
6. Suatu pemahaman yang jelas akan kebutuhan pelanggan (“suara pelanggan”). Dalam suatu lingkungan sistem tarik, pelanggan (operasi selanjutnya) menentukan apa yang dilakukan dan kapan. Suara pelanggan harus memenuhi:
 - a. Kecepatan yang dibutuhkan (takt time)
 - b. Volume yang dibutuhkan (kuantitas)
 - c. Bauran model yang dibutuhkan
 - d. Urutan produksi yang dibutuhkan
7. Setiap *value stream* dan putaran aliran dalam *value stream* akan memiliki proses “penentu kecepatan” yang akan menentukan kecepatan (melalui takt time) untuk semua operasi lainnya.

6.3. Tahap Analyze

Tahap *analyze* merupakan tahap ketiga dalam metodologi *Six Sigma* untuk meningkatkan kualitas produk tiang listrik di PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta. Pada tahap ini dilakukan proses analisis kualitas produk tiang listrik, menentukan stabilitas dan kemampuan (kapabilitas) proses, analisis *current value*

stream mapping, peta kerja, dan mengidentifikasi sumber – sumber dan penyebab masalah kualitas.

Pelanggan menginginkan produk tiang listrik harus kuat dan kokoh yang mampu menahan beban tarik kabel dan tekanan angin. Untuk memenuhi keinginan tersebut, dalam proses produksi tiang listrik tidak boleh terjadi cacat keropos, keriput, bengkok, dan retak. Pada proses produksi selama tahun 2012 jenis cacat terbesar terjadi pada cacat retak yaitu sebesar 89 unit. Jenis cacat retak menjadi prioritas untuk diusulkan melakukan perbaikan proses produksi.

Stabilitas merupakan suatu kondisi dalam proses produksi yang ada dalam batas – batas pengendalian statistik dan hanya mengandung penyebab variasi umum. Data yang prosesnya stabil hanya terjadi pada bulan Januari, Februari, Maret, Mei, Juni, September, Oktober, dan Desember dengan total produksi sebanyak 14092 unit. *Process capability* merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan, proses *capability* yang diperoleh proses produksi tiang listrik PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta sebesar 4,48 sigma. Untuk meningkatkan kualitas menuju enam sigma, PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta harus melakukan perbaikan – perbaikan proses. Prioritas perbaikan dilakukan pada CTQ yang lebih tinggi kejadiannya. CTQ tersebut adalah tiang retak dengan panjang \geq 5 cm.

Pada peta proses operasi kondisi saat ini jumlah transportasi antar stasiun kerja sebanyak 16 kali dengan total waktu 37,5 menit dan jarak 60 meter. Selain

itu banyaknya operasi menunggu (*delay*) antar stasiun sebesar 13 kali dengan total waktu 305 menit. Transportasi dan *delay* merupakan bentuk pemborosan dalam proses produksi yang harus dikurangi atau diminimalkan. Perbaikan dengan menggunakan metode ECRS (*Eliminate, Combine, Rearrange, dan Simplify*).

Aliran informasi dan aliran material dalam perusahaan digambarkan ke dalam *value stream mapping*. Pada *current state value stream mapping* menyajikan kegiatan – kegiatan dalam proses produksi secara lebih luas. Dalam *current state value stream mapping* didapatkan bahwa pemborosan jenis WIP merupakan pemborosan yang ada pada proses produksi. Jumlah WIP yang masih dalam proses produksi sebanyak 299 unit. Nilai terbesar WIP ada pada proses pembuatan *arde/ground*. Dalam mengurangi WIP pada proses produksi dengan membuat aliran yang terhubung (kontinu) pada proses – proses di awal produksi dan menggunakan sistem gabungan antara sistem *pull* (kartu kanban) dan sistem *push*. Ketika material dan informasi mengalir secara kontinu, pemborosan dalam operasi makin sedikit (Liker dan Meirer, 2006).

Berdasarkan data jenis cacat, bahwa yang menjadi prioritas dalam perbaikan adalah jenis cacat retak. Terjadinya cacat tersebut pada proses produksi di tempat kerja bagian pemasangan rangka tiang listrik, bagian pengecoran, dan bagian press/stressing. Dalam menganalisis sebab dan akibat dari permasalahan tiang cacat retak diagram *Fishbone* yang terdiri dari sumber penyebabnya adalah sebagai berikut :

1. Metode

Pada setiap stasiun kerja (tempat kerja) dalam proses produksi tiang listrik beton di PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta tidak tersedia *standar procedure operation* (kerja terstandar dalam *Toyota production system*) sehingga tidak ada urutan kerja dalam pekerjaan dan tugas masing – masing operator tidak jelas pembagiannya. Hal ini menyebabkan tanggung jawab operator terhadap tugas jadi menurun. Kerja terstandar dan langkah kaizen penting untuk memperbaiki standarisasi, kualitas dan produktivitas (Kato, et. al., 2013). Kerja terstandar secara khusus dilaksanakan untuk memanfaatkan tenaga kerja dan peralatan dengan cara yang paling efektif, terutama di area tempat ada kemungkinan kombinasi manusia mesin. *Standar operation procedur* untuk proses press/stressing, pengecoran, dan spinning adalah sebagai berikut:

- a. Proses pemasangan rangka tiang listrik
 - Cetakan tiang listrik dibersihkan dari sisa – sisa material yang menempel dengan sapu lidi atau sapu injuk.
 - Cetakan tiang listrik di lumasi olie bekas
 - Cetakan tiang listrik di cek kerusakannya yaitu kelurusan tiang listrik dan keberesihannya
 - Memasang pita karet/benang pada bagian pinggiran cetakan tiang listrik
 - Masukkan rangka tiang listrik ke cetakan
 - Masukkan arde/ground ke dalam cetakan dan kuatkan

- Cetakan yang sudah dipasang langsung di bawa ke bagian pengecoran dengan mesin *hoist*

b. Proses pengecoran

- Periksa kerapian dan kelurusan rangka dengan cetakan
- Melakukan pengisian adukan pada cetakan dengan dilakukan tiga operator secara bertahap yaitu satu operator mengalirkan adukan ke cetakan, satu operator merapihkan atau meratakan adukan pada cetakan dan satu operator menusuk – nusuk adukan sampai masuk kedalam rangka dan cetakan menggunakan kayu. Langkah ini dilakukan secara berulang – ulang sampai cetakan terisi penuh adukan dari bagian atas ke bagian bawah
- Cetakan sudah terisi penuh harus langsung di bawa ke bagian proses press/stressing

c. Proses press/stressing

- Memasang cetakan penutup
- Memeriksa lubang pipa bagian atas tiang listrik untuk membuang adukan yang masuk ke dalam pipa pada saat proses pengecoran
- Mengencangkan baut – baut cetakan, pada proses ini setiap operator bertugas mengencangkan baut – baut dengan di bagi menjadi tiga bagian yaitu bagian atas, bagian tengah, dan bagian bawah. Hal ini untuk mencegah baut yang tertinggal untuk dikencangkan.

- Memeriksa bagian dalam konis dan memasang konis pada ujung atas dan ujung bawah PC wire
- Melakukan penarikan PC wire dengan mesin stressing sebesar 100psi.
- Tiang listrik yang sudah selesai, langsung di bawa ke bagian proses spinning

d. Proses spinning

- Letakkan cetakan pada roda mesin spinning dengan posisi yang lurus dan rata.
- Putar mesin spinning dengan putaran 600rpm selama dua menit
- Putar mesin spinning dengan putaran 900rpm selama tiga menit
- Putar mesin spinning dengan putaran 1200rpm selama tujuh menit
- Angkat cetakan dan langsung di bawa ke kolam steam.

2. Manusia

Sistem kerja yang kontrak, membuat operator produksi sering berganti – ganti dan tidak ada pelatihan yang memadai tentang proses produksi dan penting kualitas produk dalam proses produksi menyebabkan operator kurang terampil dalam bekerja dan menyelesaikan permasalahan di tempat kerja.

Memberdayakan karyawan berarti memungkinkan karyawan untuk mencapai kemampuan prestasi tertinggi. Proses pemberdayaan karyawan dilakukan melalui memberikan kewenangan kepada karyawan untuk

membuat lebih banyak keputusan yang berkaitan dengan tugas dan tanggung jawab.

Pendidikan dan pelatihan merupakan elemen penting untuk pengembangan manajemen kualitas. Pada dasarnya pendidikan bertujuan mendidik seluruh anggota organisasi tentang mengapa sesuatu aktivitas dilakukan (alasan – alasan melakukan suatu aktivitas), sedangkan pelatihan bertujuan melatih seluruh anggota organisasi tentang bagaimana melakukan aktivitas itu.

Operator pada setiap stasiun produksi bekerja dengan posisi berdiri tegak dengan posisi tempat kerja lebih pendek pada stasiun kerja mesin spiral, pres/stressing, pengecoran, dan pemasangan rangka. Pada stasiun kerja tersebut pekerja sering bekerja dengan posisi membungkuk. Tempat kerja lebih tinggi ada pada stasiun kerja rangkaian rangka. Sedangkan pada stasiun kerja rangkaian rangka, operator bekerja dengan posisi lengan tidak menyiku 90° C.

Operator bekerja dalam suhu yang panas yaitu antara 31° C – 35° C dan *lay out* kerja yang kurang baik (jarak antar stasiun kerja yang jauh, lampiran 7 dan 17). Operator kelelahan karena sering mondar – mandir mengambil dan memindahkan material dengan cara di panggul (manual) antar stasiun. Selain itu tempat kerja yang panas dan bising dengan kebisingan antara 85dB – 100dB membuat operator juga cepat lelah. Keadaan pekerja yang monoton (tidak adanya rotasi tugas) menyebabkan

operator juga cepat lelah dan bosan. Operator disini mengalami kelelahan fisik (otot).

Operator seharusnya bekerja dalam posisi berdiri tegak, dengan lengan atas dalam posisi santai dan dalam posisi vertikal dekat dengan meja, dan dengan lengan bawah iklisasi (dimiringkan sedikit) dari kedudukan horizontal.

Dalam mengurangi dan mencegah kelelahan kerja perlu dilakukan dengan memberikan waktu istirahat kecil sekitar 10 menit setelah bekerja 2 jam lebih, menggabungkan stasiun kerja yang saling bergantung, bebas dari kebisingan (gunakan APD), memberikan variasi kerja atau pengayaan pekerjaan dengan operator lain agar tidak membebani otot atau bagian tubuh tertentu secara terus menerus, menghindari pekerjaan yang berulang – ulang dalam waktu yang lama, dan memastikan kondisi fit dan sehat untuk bekerja.

3. Mesin

Mesin yang digunakan adalah mesin stressing dan mesin spinning. Mesin stressing digunakan untuk menarik PC wire dengan kekuatan tarik 100psi. Mesin spinning digunakan untuk memutar cetakan supaya terjadi pemadatan adukan dengan rangka pada cetakan dengan putaran yang sudah di tentukan yaitu 600rpm, 900rpm, dan 1200rpm. Masalah yang terjadi pada mesin yaitu menurunnya kinerja mesin karena kurangnya perawatan dan dipake dalam waktu yang lama tanpa adanya penggantian komponen. Mesin stressing mengalami penurunan kinerja sampa 65psi

atau bisa di bawahnya (50 psi). Untuk mesin spinning biasanya terjadi penurunan kinerja saat dinaikan putarannya menjadi 1200rpm, namun putaran tersebut yang tercapai hanya 1000rpm. Jika sudah mengalami penurunan kinerja, baru melakukan perbaikan mesin.

Mesin spinning dan mesin stressing harus dilakukan perawatan secara terjadwal seperti memberi pelumasan, pembersihan mesin dan penggantian antar komponen yang rusak.

4. Material

Material yang digunakan untuk pengecoran adalah semen, pasir, koral/split, dan air. Kandungan material tersebut semen 100kg, pasir 200kg, split 300kg, air 60 liter untuk pasir dan split basah dan 400 liter obat pengeras. Kandungan material seperti akan mengakibatkan coran basah (kebanyakan air).

Kandungan material seharusnya yang memenuhi standar adalah semen 160 kg, pasir 240 kg, split 360 kg, air 30 liter apabila kondisi pasir dan split basah, apabila kondisi kering 70 liter dan obat pengeras beton 600 liter.

Pada saat melakukan ayakan split/koral terjadi bolong pada ayakan. Sehingga ukuran – ukuran split/koral tidak sama 1 cm, ukuran standar coral/split adalah 1cm. Bolong pada ayakan disebabkan karena pemakaian yang terlalu sering namun tidak ada perawatan ayakan.

5. Lingkungan

Suhu dan temperatur udara Lingkung kerja PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta pada jam sibuk bekerja 10.00 – 14.00 adalah sebagai berikut:

Suhu	Kelembaban Udara
32.2 °C	48.1 % Rh
32.6 °C	44.1 % Rh
33.3 °C	44.6 % Rh
35.0 °C	46.1 % Rh
32.0 °C	46.1 % Rh
31.4 °C	48.4 % Rh

Batasan suhu yang nyaman untuk orang Indonesia terdapat pada rentang 22,8⁰C – 25,8⁰C dengan kelembaban 70%.

Suhu yang tinggi dilingkungan kerja akan mengakibatkan heat exhaustion (penat panas) dengan gejala lelah, lemah, pusing, pingsan, mual, sakit kepala, dan nadi berdenyut cepat.

Kebisingan di lingkungan kerja PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta sekitar 85 – 100 dB. Sumber kebisingan adalah dari mesin spinning yang berputar secara terus menerus selama waktu kerja. Kebisingan yang tinggi mengakibatkan konsentrasi bekerja berkurang, menimbulkan kesalahan kerja dan kecelakaan kerja. Batas standar kebisingan di tempat kerja adalah lebih besar dari 85 dB selama lebih dari 8 jam.

Untuk mengurangi dampak kebisingan di tempat kerja gunakan alat pelindung diri (APD) yaitu *ear plug* dalam bekerja.

Operator produksi di PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta pada waktu proses kerja sering membungkuk dengan membentuk sudut $\geq 30^0$ bahkan sampai membungkuk 90^0 dengan garis vertikal, posisi tersebut dilakukan secara berulang – ulang sambil berjalan memberesihkan cetakan, pasang baut, dan memasukan coran ke dalam cetakan dalam

waktu ≥ 10 detik dan dengan frekuensi gerakan kerja ≥ 2 kali per menit. Postur kerja seperti ini sangat janggal dan akan mengakibatkan cepat lelah serta sakit punggung bagian belakang.

Membungkuk adalah posisi badan ke arah depan sehingga antara sumbu badan bagian atas akan membentuk sudut 20° dengan garis vertikal.

Postur janggal ini dipertahankan dalam waktu 10 detik dan dilakukan sebanyak 2 kali per menit (Humantech, 1995)

6.4. Tahap Improve

Tahap *improve* merupakan tahap rekomendasi untuk melakukan perbaikan dalam peningkatan kualitas dan penurunan *lead time*. Tahap *improve* merupakan tahap ke empat dalam metodologi six sigma untuk meningkatkan kualitas produk tiang listrik, pada tahap ini dilakukan proses *action plan* untuk melaksanakan peningkatan kualitas six sigma, five M, usulan peta operasi proses, five S, *future state values stream mapping*.

Pada proses *action plan* dengan menggunakan metode 5W-1H untuk melaksanakan peningkatan kualitas, pembahasan usulan perbaikan untuk menghindari terjadinya cacat retak pada produk tiang listrik disajikan pada tabel 6.1. (Lampiran 18)

Five M merupakan analisis perbaikan masalah yang ada pada *fishbone diagram*. Adapun hasil dari pengamatan dan wawancara mengenai masalah dan solusi perbaikan faktor *man, methods, material* dan lingkungan disajikan pada tabel 6.2. (Lampiran 19)

Perbaiki peta kerja dengan menggunakan ECRS (*eliminate, combine, rearrange, and simplify*). Perbaikan ini untuk menghilangkan kegiatan – kegiatan yang tidak bernilai tambah pada proses produksi, menggabungkan proses – proses yang saling berdekatan dan mempunyai hubungan yang saling terkait dan sering terjadi transportasi material produk. Penggabungan ini untuk mengurangi transportasi material produk dan waktu tunggu (*wait time*). Dari hasil perbaikan ini didapatkan waktu proses sebesar 270 menit dari sebelumnya 317 menit, waktu transportasi sebesar 12 menit dari sebelumnya 37,5 menit dan waktu *delay* (menunggu) sebesar 109,2 menit dari sebelumnya 305 menit. Dibandingkan dengan peta operasi saat ini (pada waktu penelitian), terjadi penurunan waktu operasi, waktu transportasi, dan waktu menunggu. Peta operasi yang diusulkan lebih sederhana dan perpindahan material produk lebih efisien. Untuk peta operasi yang diusulkan sistem produksi dengan menggunakan sistem *push* dan sistem kartu kanban dalam pengendalian *work in process* (WIP)

Perbaikan Five S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*) dilakukan di tempat kerja untuk setiap stasiun kerja dalam produksi. Perbaikan ini menghasilkan tempat kerja yang nyaman, aman, bersih dan teratur sehingga dapat mengurangi waktu siklus kerja dan meningkatkan produktivitas kerja. Perbaikan dengan implementasi five adalah sebagai berikut:

1. *Seiri* (ringkas)

Tempat kerja pada proses produksi PT. Tonggak Ampu Unit III masih banyaknya alat – alat, dan material yang disimpan sembarang sehingga ketika alat – alat tersebut akan digunakan, ada aktivitas pencarian alat dan

pengambilan alat. Material disimpan dengan cara di tumpuk di sekitar tempat kerja. Dokumentasi hasil pengumpulan data bisa dilihat di lampiran 16.

Mengharuskan operator Sebelum mulai pekerjaan, identifikasi barang atau alat yang akan digunakan di tempat kerja, Peralatan dan *material* yang digunakan disusun dan dikelompokkan berdasarkan kebutuhannya seperti setiap jam, setiap hari, dan setiap minggu. Semakin sering dibutuhkan, harus semakin dekat dengan operator, Operator harus menjalankan tugas sesuai dengan tugasnya masing – masing, Buang barang atau alat yang tidak digunakan (rusak), Bersihkan alat atau barang jika sudah dipakai

2. *Seiton* (rapi)

Tempat kerja alat – alat yang digunakan dalam proses produksi disimpan disembarang tempat karena tidak ada tempat menyimpan alat, bahkan alat – alat yang digunakan terus di bawa – bawa operator meskipun alat tersebut tidak digunakan atau lagi istirahat menunggu produk datang. Selain itu belum adanya tempat – tempat khusus untuk menyimpan material setengah jadi, material setengah jadi disimpan di sekitar tempat kerja dengan cara ditumpuk dan bisa mengakibatkan kecelakaan kerja.

Mengharuskan operator untuk bisa Alat dikelompokkan berdasarkan fungsi, jenis, dan ukurannya di sebuah tempat khusus atau kotak alat, susun peralatan berdasarkan sering atau jarang nya pemakaian. Jika pemakaiannya sering, disimpan di dekat operator, produk jadi dengan produk setengah jadi (WIP) harus dipisahkan dan bereskan dengan baik produk setengah jadi, utamakan penyimpanan produk WIP di tempat aman dan jangan ditumpuk.

3. *Seiso* (resik)

Mengharuskan operator sebelum dan sesudah pekerjaan, tempat kerja harus dibersihkan. Operator memberesihkan setiap area yang menjadi tanggung jawabnya, melakukan pemeliharaan dan perawatan tempat kerja, dimulai dari tempat kerja, rantai produksi dan material lainnya, Membuat aturan jadwal piket

4. *Seiso* (rawat)

Mengharuskan operator untuk menempel label pada peralatan sesuai dengan fungsi, jenis, dan ukurannya, membuat standar operational procedur untuk operator, membuat tanda atau petunjuk pada tempat penyimpanan alat, material, dan barang yang sedang maupun sudah diproses, menyediakan tempat bak sampah di dekat pengerjaan operator, membuat buku evaluasi *checklist* yang ditempel dekat alat, pintu, atau objek yang tampak kelihatan secara langsung oleh operator

5. *Shitsuke* (rajin)

Mengharuskan operator untuk dibiasakan lakukan *seiri*, *seiton*, *seiso* dalam waktu sebelum bekerja dan sesudah bekerja, tidak membiarkan peralatan, sisa material dan barang yang sudah digunakan dan diproses berserakan di lantai, rajin melakukan penyimpanan alat ditempat yang telah ditentukan, rajin melakukan penggunaan alat yang hanya jika alat itu betul – betul akan digunakan, rajin untuk selalu memberesihkan dan membereskan tempat kerja sebelum dan setelah bekerja. membiasakan melakukan *five S* dan rajin memberesihkan dan membereskan tempat kerja sebelum dan sesudah bekerja.

Pada *future value stream mapping*, proses produksi dibuat lebih sederhana dan fleksibel untuk mengurangi kegiatan – kegiatan yang tidak bernilai tambah atau *not value added* sehingga akan menurunkan waktu tenggang (*lead time*). Selain itu, dalam *future value stream mapping* aliran material dan informasi pada proses produksi harus lancar. Untuk melancarkan aliran informasi dan material pada proses produksi sering digunakan sistem kanban (*pull system*). Proses pada *future value stream mapping* permintaan produksi dimulai dari proses rangkaian rangka dan pemasangan rangka, dimana bagian kepala produksi memberikan informasi kepada bagian rangkaian rangka dan pemasangan rangka untuk memproduksi produk. Setelah itu, proses rangkaian rangka dan pemasangan rangkai menerbitkan kartu kanban produksi untuk diberikan kepada proses kawat spiral, pemotongan PC wire dan pembuatan arde, jika proses tersebut sudah selesai sesuai permintaan proses selanjutnya (rangkai rangka dan pemasangan rangka), tenaga kerja pada proses rangkaian rangka dan pemasangan rangka mengambil produk ke bagian kawat spiral, pemotongan PC Wire dan pembuatan arde. Pada proses rangkaian rangka dan pemasangan rangka ke proses selanjutnya proses adukan, proses pengecoran, proses pressing/stressing, proses spinning, proses steam, proses pendinginan dan finishing menggunakan sistem dorong. Pada proses steam, proses pendinginan dan finishing mampu memproduksi dalam jumlah banyak untuk satu siklus produksi dan waktunya sudah di tetapkan manajemen pabrik. Di PT Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta perpindahan produk menggunakan alat yaitu *Hoist*, karena beban tiang listrik berat sekali.

Total waktu siklus dalam *future state value stream mapping* adalah 4,49 jam dan total *lead time* 23,37 jam.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Tingkat kinerja *sigma* PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta selama proses produksi tahun 2012 dengan rata – rata sebesar 4,48 *sigma* atau nilai DPMO sebesar 1583,41.
2. Faktor – faktor yang perlu diperbaiki adalah *standar operation procedure* (SOP), tempat kerja, proses pengolahan *material* adukan coran, dan operator proses produksi.
3. Waktu siklus pada *current value stream mapping* sebesar 4,71 jam dan *lead time* sebesar 38,86 jam dengan total *work in process* (WIP) sebesar 299 unit. Sedangkan pada *future value stream mapping* waktu siklus di dapatkan sebesar 4,49 jam dan *lead time* 23,37 jam dengan total *work in process* (WIP) sebesar 198 unit. Pada peta proses operasi saat ini ditemukan jumlah waktu transportasi sebesar 37,5 menit dengan jarak 60 meter dan waktu *delay* sebanyak 305 menit. Sedangkan pada peta proses operasi usulan ditemukan waktu transportasi sebesar 12 menit dan waktu *delay* 109,2 menit.

6.2. Saran

Saran peneliti untuk pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang lay out perusahaan dan sistem kartu kanban serta just in time karena penelitian tersebut belum dilakukan dalam penelitian ini.
2. Perlu juga dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan metodologi kaizen (PDCA) untuk meningkatkan kualitas produk.
3. Perusahaan PT. Tonggak Ampuh perlu melakukan perbaikan secara terus – menerus terutama tempat kerja dan lingkungan kerja harus dibuat lebih nyaman, aman, dan teratur.



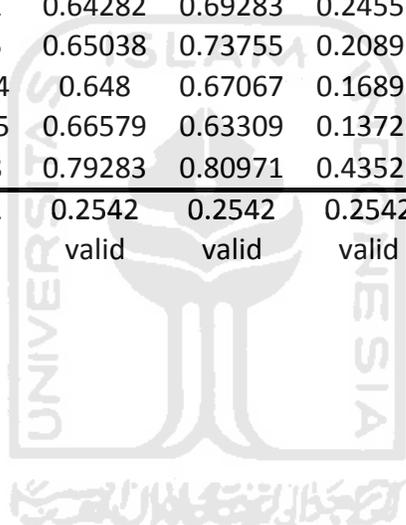
DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, F 2003, *Lean manufacturing tools and techniques in the process industry with a focus on steel*, Dissertation School Of Engineering, University of Pittsburgh, Amerika.
- Andersson, R., Henrik E. and Hakan, T., 2006, Similarities and differences between six sigma, TQM and Lean, *The TQM Magazine* Vol. 18 Iss 3 pp. 282-296.
- Ariani, D.W., 2004, Pengendalian Kualitas Statistik Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Berger, C., et al., Fall 1993, Kano's Methods for Understanding Customer Defined Quality, *Center For Quality of Management Journal*, Cambridge, Massachusetts, Amerika.
- Basu, R, 2009, *Implementing Six Sigma and Lean a Practical Guide to Tools and Techniques*, Elsevier, Ltd., Oxford, UK.
- Chinvigai, Ch., EL-M Dafaoui and A. El Mhamedi, 2007, An Approach for Enhancing Process and Process Interaction Capability. *19th International Conference on Production Research*, Valparaiso, Chile.
- Fauzy, A., 2008, Statistik Industri, PT. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Febianto, G., 2013, Identifikasi Atribut – atribut Kebutuhan Layanan Produk Terhadap Tingkat Kepuasan Pelanggan dengan Pendekatan Metode Servqual dan Kano (Studi Kasus di PT. Teammates Indonesia), Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Ford, R., 2006, *A Study of Using the Principles of Lean, Kaizen, and Six Sigma at The Ocala Police Department to Improve Customer Service to the Community*, Diakses 03 April 2013 <http://www.fdle.state.fl.usContent/getdoc8c7bf0c0-4241-4001-9cf7-36fa2de93696Ford-robin-paper-pdf.aspx>.
- Gaspersz, V., 2007, Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries Strategik Dramatik Reduksi Cacat/Kesalahan, Biaya, Inventori, dan Lead Time dalam Waktu Kurang dari 6 Bulan, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gaspersz, V., 2003, Total Quality Management, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gaspersz, V., 2002, Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA dan HACCP, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gaspersz, V., 2005, Production Planning and Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufaktur 21, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Goh, T.N. and Xie, M., 2004, Improving On The Six Sigma Paradigm. *The TQM Magazine* 16:No. 4. 235-240.
- Gibbons, P.M. and Stuart C. B., 2010, Introducing OEE as a Measure Of Lean Six Sigma Capability, *International Journal Of Lean Six Sigma* Vol. 1 No. 2 pp. 134-156.

- Humantech, 1995, *Humantech Applied Ergonomic Training Manual*, 2nd. Ed., Berkeley, Australia,
- Henderson, K.M. dan Evans J.R., 2006, Successful Implementation of Six Sigma: Benchmarking General Electric Company, *Benchmarking, An International Journal* Vol. 43 No. 2 Pp. 173-83.
- Hines P., and Rich N.E., 1999, Value Stream Mapping. *International Journal Operation Productivity Management*, Vol. 6 No. 1 pp. 60-77.
- Hines, P., and Taylor D., 2000, *Going Lean A Guide to Implementation*, Lean Enterprise Research Center.
- Imai, M., 1997, *Gemba Kaizen : Pendekatan Akal Sehat, Berbiaya Rendah pada Manajemen*, Penerjemah Kristianto J., Yayasan Toyota Astra dan Divisi Penerbitan Lembaga PPM.
- Kano, N., Seraku, N., Takahashi, F., & Tsuji, S., 1984, Attractive and Must Be Quality, *The Journal of Japanese Society for Quality Control*, 39-48 (14), 39-48.
- Kato, I., and Art S., 2013, *Toyota Kaizen Methods 6 Langkah Perbaikan*, Gradien Mediatama, Yogyakarta.
- Kelompok Kerja Standar Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik dan Pusat Penelitian Sains Universitas Indonesia, 2010, *Buku 1 Kriteria Disain Enjineriing Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*, PT. PLN (Persero), Jakarta.
- Kelompok Kerja Standar Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Dan Pusat Penelitian Sains Universitas Indonesia, 2010, *Buku 2 Standar Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik* PT. PLN (Persero), Jakarta.
- Kelompok Kerja Standar Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Dan Pusat Penelitian Sains Universitas Indonesia, 2010, *Buku 3 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga Listrik* PT. PLN (Persero), Jakarta.
- Kelompok Kerja Standar Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Dan Pusat Penelitian Sains Universitas Indonesia, 2010, *Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik* PT. PLN (Persero), Jakarta.
- Kelompok Kerja Standar Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik dan Pusat Penelitian Sains Universitas Indonesia, 2010, *Buku 5 Standar konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik* PT. PLN (Persero), Jakarta.
- Liker, J. K., 2004, *The Toyota Way*, McGraw-Hill.
- Liker, J. K., dan Meier, D., 2006, *The Toyota Way Fieldbook A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps*, McGraw-Hill Companies.
- Noufal, F., Hanoum, S., dan Moses, L.S., 2010, Penerapan Metode Importance-Level Of Effort Diagram, Kano, dan Servqual Untuk Perbaikan Layanan Pada Poli Umum Balai Pengobatan Jamsostek Gresik Kota Baru, Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.
- Ortiz, C. A., 2006, *Kaizen Assembly Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line*, CRC Taylor & Francis Group, LLC, Boca Raton London New York.
- Osada, T., 2000, *Sikap Kerja 5S*, PPM.

UJI VALIDITAS KUESI

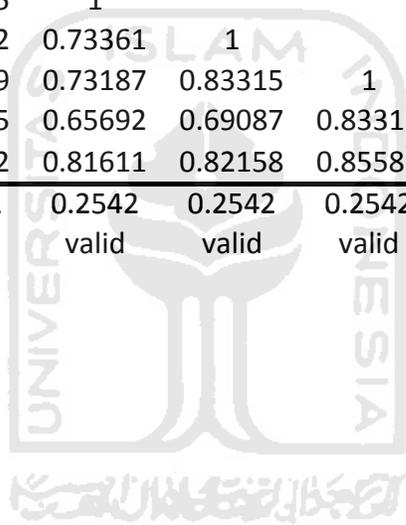
	2	1	1	1	1	4	4	5
2	1							
1	0.81615	1						
1	0.50899	0.58451	1					
1	0.80589	0.82745	0.52903	1				
1	0.80595	0.79586	0.54292	0.81787	1			
4	0.241	0.24948	0.12927	0.18939	0.21405	1		
4	0.42817	0.45252	0.22672	0.34321	0.41816	0.41004	1	
5	0.35455	0.20295	0.05411	0.20467	0.19898	0.40351	0.55048	1
4	0.2963	0.26577	0.21906	0.23817	0.23539	0.52964	0.5081	0.64205
1	0.42136	0.53983	0.6261	0.51841	0.46515	0.15554	0.22246	0.13482
1	0.66862	0.778	0.56912	0.63271	0.71509	0.26377	0.40909	0.23755
1	0.53555	0.63376	0.59653	0.56565	0.52165	0.29279	0.44051	0.2661
1	0.71009	0.7236	0.6341	0.64282	0.69283	0.24552	0.45035	0.23445
1	0.72665	0.6996	0.5585	0.65038	0.73755	0.20892	0.48942	0.2322
1	0.66862	0.74653	0.64664	0.648	0.67067	0.16895	0.49798	0.19685
1	0.69398	0.74717	0.45435	0.66579	0.63309	0.13726	0.45956	0.27322
30	0.82727	0.86093	0.6828	0.79283	0.80971	0.43522	0.63226	0.45579
R TABEL	0.2542	0.2542	0.2542	0.2542	0.2542	0.2542	0.2542	0.2542
	valid							



IONER FUNGSIONAL

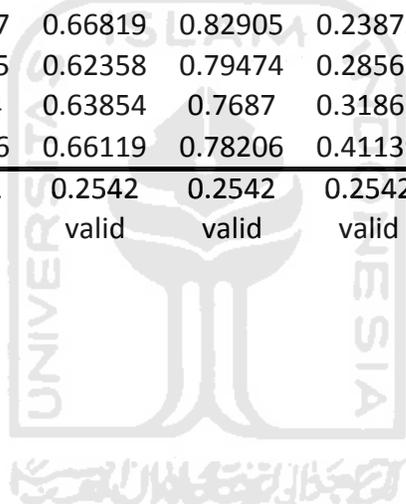
4	1	1	1	1	1	1	1	30
---	---	---	---	---	---	---	---	----

1								
0.21882	1							
0.41423	0.5456	1						
0.30236	0.45615	0.60609	1					
0.20686	0.65013	0.62532	0.53645	1				
0.16513	0.55554	0.70168	0.58892	0.73361	1			
0.28664	0.58293	0.78256	0.67519	0.73187	0.83315	1		
0.42226	0.53046	0.77472	0.64115	0.65692	0.69087	0.83315	1	
0.52562	0.66606	0.83694	0.74182	0.81611	0.82158	0.85582	0.82284	1
0.2542	0.2542	0.2542	0.2542	0.2542	0.2542	0.2542	0.2542	0.2542
valid	valid							



UJI VALIDITAS KUESIO

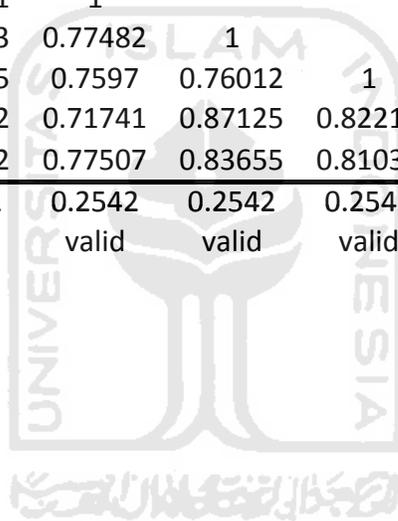
	5	1	1	1	1	4	4	5
5	1							
1	0.60805	1						
1	0.53594	0.877	1					
1	0.58279	0.7411	0.73117	1				
1	0.58661	0.87243	0.86102	0.70969	1			
4	0.20225	0.27799	0.33022	0.32902	0.25518	1		
4	0.42647	0.28897	0.36411	0.23346	0.28897	0.4317	1	
5	0.31578	0.35206	0.49309	0.20479	0.31287	0.46563	0.463	1
4	0.42208	0.39197	0.45411	0.31272	0.39197	0.63817	0.56884	0.65937
1	0.55126	0.77044	0.70541	0.55613	0.75396	0.35992	0.29441	0.33767
1	0.50624	0.68333	0.68234	0.59639	0.71812	0.3437	0.43807	0.17172
1	0.43173	0.64208	0.67552	0.46511	0.59271	0.46365	0.42921	0.53061
1	0.48695	0.70647	0.68588	0.51306	0.74196	0.28826	0.28859	0.24837
1	0.60043	0.81306	0.77567	0.66819	0.82905	0.23875	0.32084	0.39488
1	0.56559	0.81022	0.79115	0.62358	0.79474	0.28563	0.36504	0.37564
1	0.63792	0.78507	0.7564	0.63854	0.7687	0.31867	0.43101	0.3525
33	0.61799	0.7925	0.79076	0.66119	0.78206	0.41139	0.50388	0.5066
R Tabel	0.2542 valid							



INNER DISFUNGSIONAL

4	1	1	1	1	1	1	1	33
---	---	---	---	---	---	---	---	----

1								
0.38172	1							
0.36731	0.77699	1						
0.57473	0.72536	0.69973	1					
0.3145	0.83837	0.77779	0.62821	1				
0.36817	0.78799	0.76952	0.64253	0.77482	1			
0.4299	0.73926	0.58525	0.58515	0.7597	0.76012	1		
0.44073	0.72171	0.73255	0.56142	0.71741	0.87125	0.82219	1	
0.58909	0.76047	0.77699	0.69042	0.77507	0.83655	0.81031	0.82368	1
0.2542	0.2542	0.2542	0.2542	0.2542	0.2542	0.2542	0.2542	0.2542
valid	valid							



TABEL EVALUASI KATEGORI KANO

No	Responden	No. Kuesioner	TL1	TL2	TL3	TL4	TL5	TL6	TL7	TL8	TL9	TL10	TL11	TL12
1	S l e m a n	55	M	Q	Q	Q	Q	I	I	Q	I	Q	Q	Q
2		51	O	O	R	O	I	I	I	I	I	R	R	I
3		52	O	O	A	O	O	R	I	I	I	M	O	I
4		53	O	O	A	O	O	R	I	I	I	M	O	I
5		54	O	O	A	O	O	R	I	I	I	M	O	I
6		59	M	O	O	O	M	Q	I	Q	I	A	I	O
7		58	M	O	O	M	O	O	I	M	M	O	O	O
8		57	O	O	O	M	O	O	I	M	M	O	O	O
9		56	O	O	O	O	O	M	I	Q	M	O	I	A
10		60	M	Q	Q	Q	Q	I	I	Q	I	Q	Q	Q
11		50	R	R	R	R	R	M	I	I	I	R	R	I
12	B a n t u l	9	O	A	I	O	M	I	I	I	I	M	I	I
13		8	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
14		36	M	M	M	O	O	A	I	I	I	A	M	M
15		5	M	O	O	O	I	I	I	I	I	O	M	I
16		6	A	O	O	O	O	M	O	I	M	A	O	A
17		7	M	M	M	O	M	R	I	I	I	O	O	M
18	W a t e s	35	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
19		34	M	O	O	O	O	I	M	Q	M	M	I	I
20		31	O	O	O	O	O	Q	M	O	M	O	O	O
21		33	M	M	Q	M	M	M	M	M	I	M	I	I
22		30	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
23	K a l a s a n	11	O	O	O	O	O	M	M	M	M	M	M	M
24		13	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
25		12	M	O	O	O	O	M	M	M	M	M	M	M
26		3	O	O	O	O	O	M	M	M	M	M	M	M
27		2	O	O	M	O	O	M	O	M	M	M	M	O
28		14	M	M	M	M	M	M	M	O	M	O	O	O
29		1	O	O	M	O	O	M	O	M	M	M	M	O
30		4	O	O	O	O	O	M	M	M	M	M	M	M
31	W o n o s a r	48	M	M	I	O	A	M	A	A	O	M	I	O
32		25	M	O	M	M	M	M	M	M	M	M	O	O
33		47	M	O	M	M	M	I	M	M	M	M	M	M
34		29	O	M	I	M	I	M	M	M	M	I	I	M
35		28	M	I	I	A	M	A	M	I	I	I	I	I
36		27	M	M	M	I	I	A	I	I	M	I	I	I
37		26	M	M	M	M	I	M	M	M	I	M	M	M
38	S e d	40	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
39		42	I	I	Q	I	I	I	I	Q	Q	Q	I	I
40		37	O	O	Q	O	O	I	I	M	I	R	A	A
41		43	M	I	I	M	I	Q	M	I	Q	I	I	I

42	a y u	46	M	O	M	O	O	M	I	I	I	M	I	M
43		49	O	O	M	O	O	M	I	I	I	M	I	M
44		44	A	O	O	O	M	O	I	I	O	O	O	A
45		39	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
46		A r e a Y o g y a k a r t a	10	M	A	A	I	O	M	O	I	M	M	M
47	38		A	A	M	O	O	O	O	A	A	I	M	I
48	41		M	M	A	I	M	I	M	A	O	M	M	M
49	32		O	O	O	M	O	O	O	M	M	Q	O	M
50	24		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
51	23		A	I	M	O	A	M	M	M	I	I	M	I
52	22		A	M	A	I	O	M	I	I	M	O	M	M
53	21		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
54	20		M	A	I	A	I	I	O	A	A	A	O	M
55	19		M	M	A	M	M	I	I	I	I	I	I	I
56	18		M	A	I	A	A	I	M	I	I	O	I	I
57	17		O	O	Q	I	M	M	M	M	M	M	M	M
58	16		M	A	A	O	M	I	I	M	O	I	A	O
59	15		M	A	I	O	I	M	I	I	I	I	M	O
60	45		M	M	I	M	M	I	M	M	M	M	M	A



TL13	TL14	TL15	TL16
Q	Q	Q	Q
R	R	R	R
M	O	O	O
M	O	O	O
M	O	O	O
O	O	O	O
O	O	O	O
O	O	O	O
O	O	O	O
Q	Q	Q	Q
R	R	R	R
O	I	I	I
M	M	M	M
I	M	M	M
O	O	I	I
A	A	A	A
O	M	O	O
O	O	O	O
I	M	M	M
O	O	O	O
I	I	M	M
O	O	O	O
M	M	M	M
O	O	O	O
M	M	M	M
M	M	M	M
M	M	M	M
O	O	O	O
M	M	M	M
M	M	M	M
M	M	M	A
M	O	O	M
A	M	M	M
I	I	M	I
M	I	M	I
M	I	M	I
M	I	I	I
Q	Q	Q	Q
I	I	Q	I
I	M	M	O
I	I	I	I



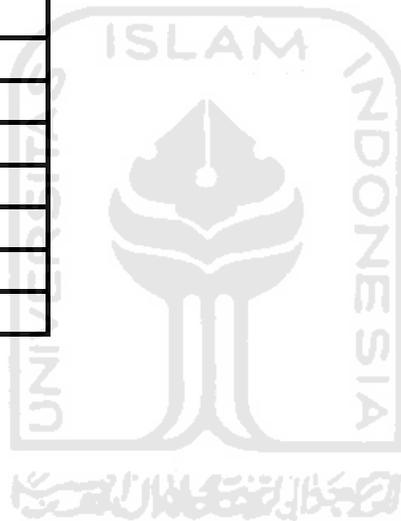
I	I	I	I
I	I	I	I
O	M	M	M
O	O	O	O
M	I	M	M
M	O	M	I
A	M	A	A
M	O	O	M
O	O	O	O
A	A	I	I
A	I	M	I
M	M	M	M
M	A	A	A
A	A	A	I
M	M	M	M
M	M	M	O
I	I	I	A
A	M	I	A
M	M	I	I



HASIL KUESIONER METODE KANO

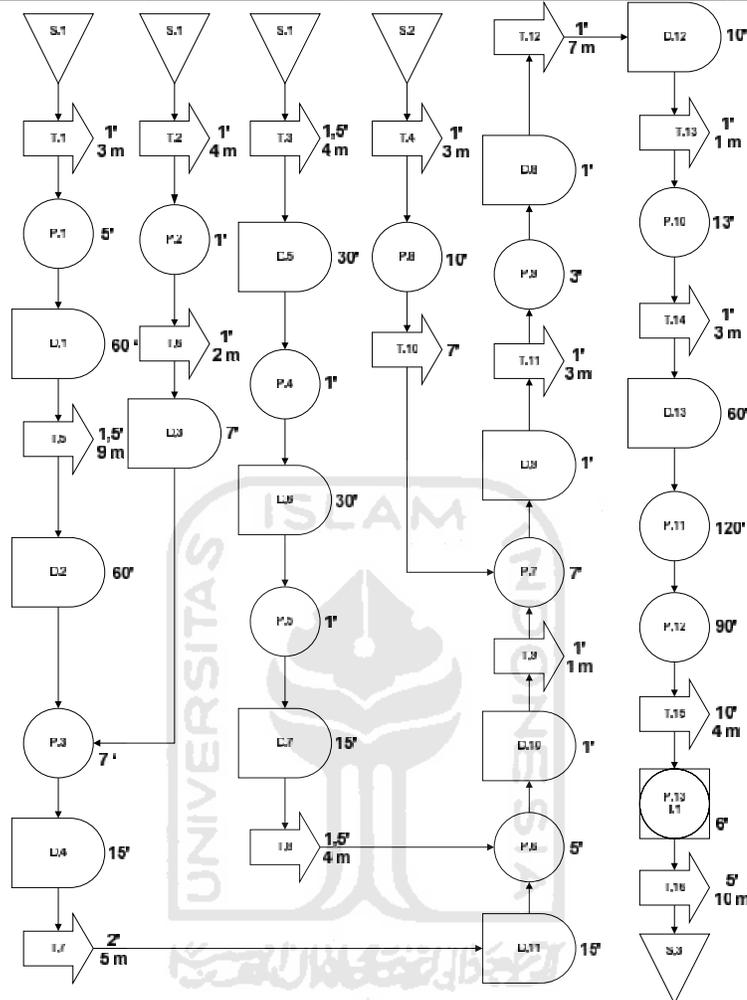
No	Karakteristik kualitas	Kategori Kano			
		Q	R	A	I
TL1	Tiang listrik harus kuat dan kokoh yang mampu menahan beban tarik kabel dan tekanan angin	1	1	5	1
TL2	Pemasangan arde/ground pada tiang listrik	3	1	7	4
TL3	Pemasangan lubang dengan pipa – pipa pada bagian ujung atas tiang listrik	7	2	8	9
TL4	Tahan terhadap tekanan angin dalam batas yang normal	3	1	3	6
TL5	Tahan korosi, kedap air dan tahan terhadap gangguan makhluk tanah	3	1	3	9
TL6	Tinggi titik tumpu / batas tanam 1,5 meter	4	4	3	15
TL7	Beban kerja 500 (daN)	1	0	1	25
TL8	Diameter tiang listrik 19 Cm	7	0	4	21
TL9	Panjang tiang listrik 9 m	3	0	2	22
TL10	Pemakaian normal mampu bertahan ≥ 3 tahun	5	3	4	9
TL11	Pengiriman menggunakan truck khusus pengangkut tiang listrik	3	2	2	15
TL12	Pemasangan dengan menggunakan lifter tiang beton	3	0	5	18
TL13	Waktu pengiriman tepat waktu	3	2	7	10
TL14	Stempel batas tanam jelas	3	2	4	13
TL15	Stempel tanggal pembuatan dan tahun	4	2	4	10
TL16	Tiang listrik halus dan tidak licin	3	2	6	15

O	M	JUMLAH	KESIMPULAN KATEGORI
23	29	60	Must Be
31	14	60	One Dimensional
19	15	60	One Dimensional
33	14	60	One Dimensional
28	16	60	One Dimensional
24	10	60	One Dimensional
12	21	60	Must Be
7	21	60	Must Be
9	24	60	Must Be
15	24	60	Must Be
18	20	60	Must Be
16	18	60	Must Be
15	23	60	Must Be
18	20	60	Must Be
17	23	60	Must Be
17	17	60	Must Be



PETA PROSES OPERASI (OPERATION PROCESS CHART)

Nama objek	: Tiang Listrik	Keterangan : KONDISI SAAT INI
Perusahaan	: PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta	
Tanggal dipetakan	: 26/11/2013	
Satuan	: waktu (menit), jarak (meter)	



Keterangan :

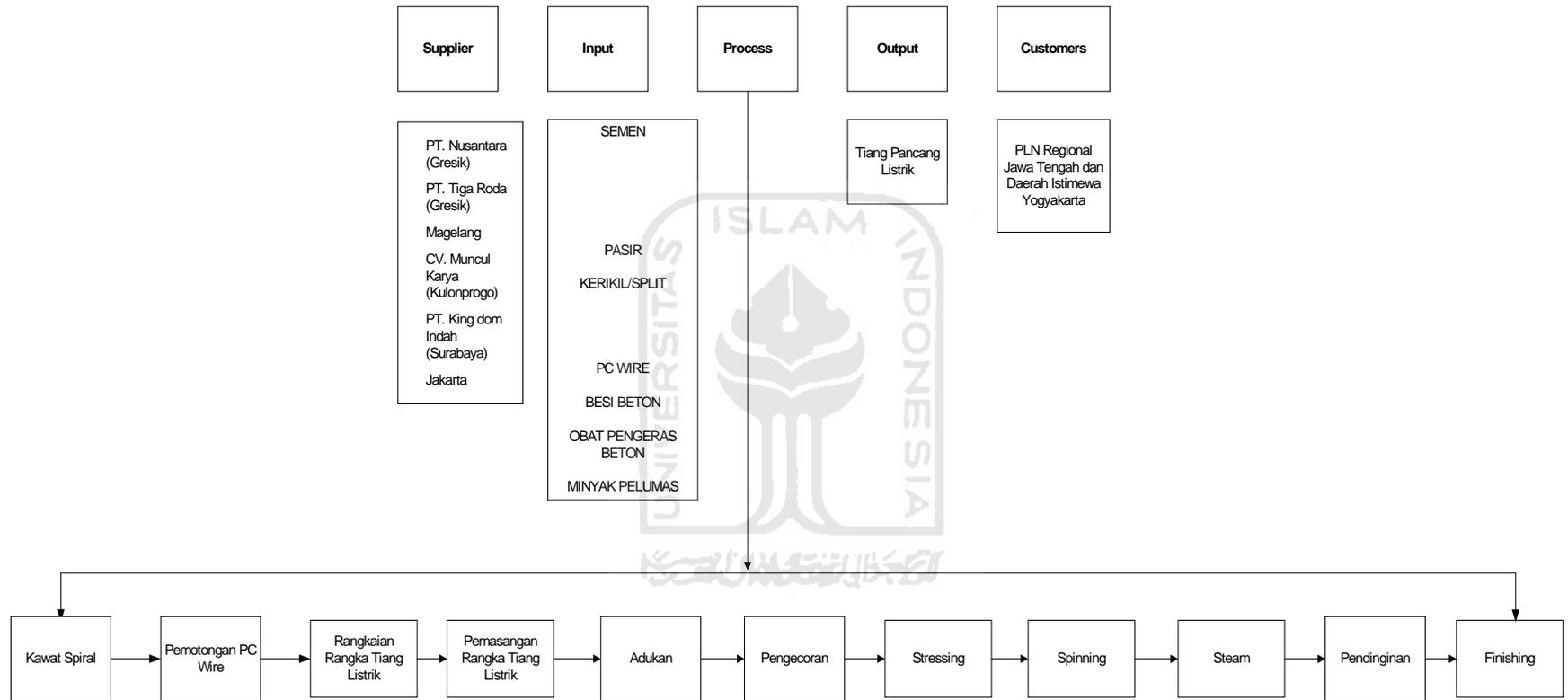
S.1 : Gudang bahan baku besi beton, PC Wire
 S.2 : Gudang bahan baku pasir, split, kerikil
 S.3 : Gudang produk jadi
 P.1 : Pemotongan PC Wire
 P.2 : Pembuatan Spiral
 P.3 : Rangkaian rangka tiang listrik
 P.4 : Pemotongan besi arde/ground
 P.5 : Pengelasan besi arde/ground

P.6 : Pemasangan rangka tiang listrik
 P.7 : Pengecoran
 P.8 : Adukan cor
 P.9 : Press/stressing
 P.10 : Spinning
 P.11 : Steam
 P.12 : Pendinginan

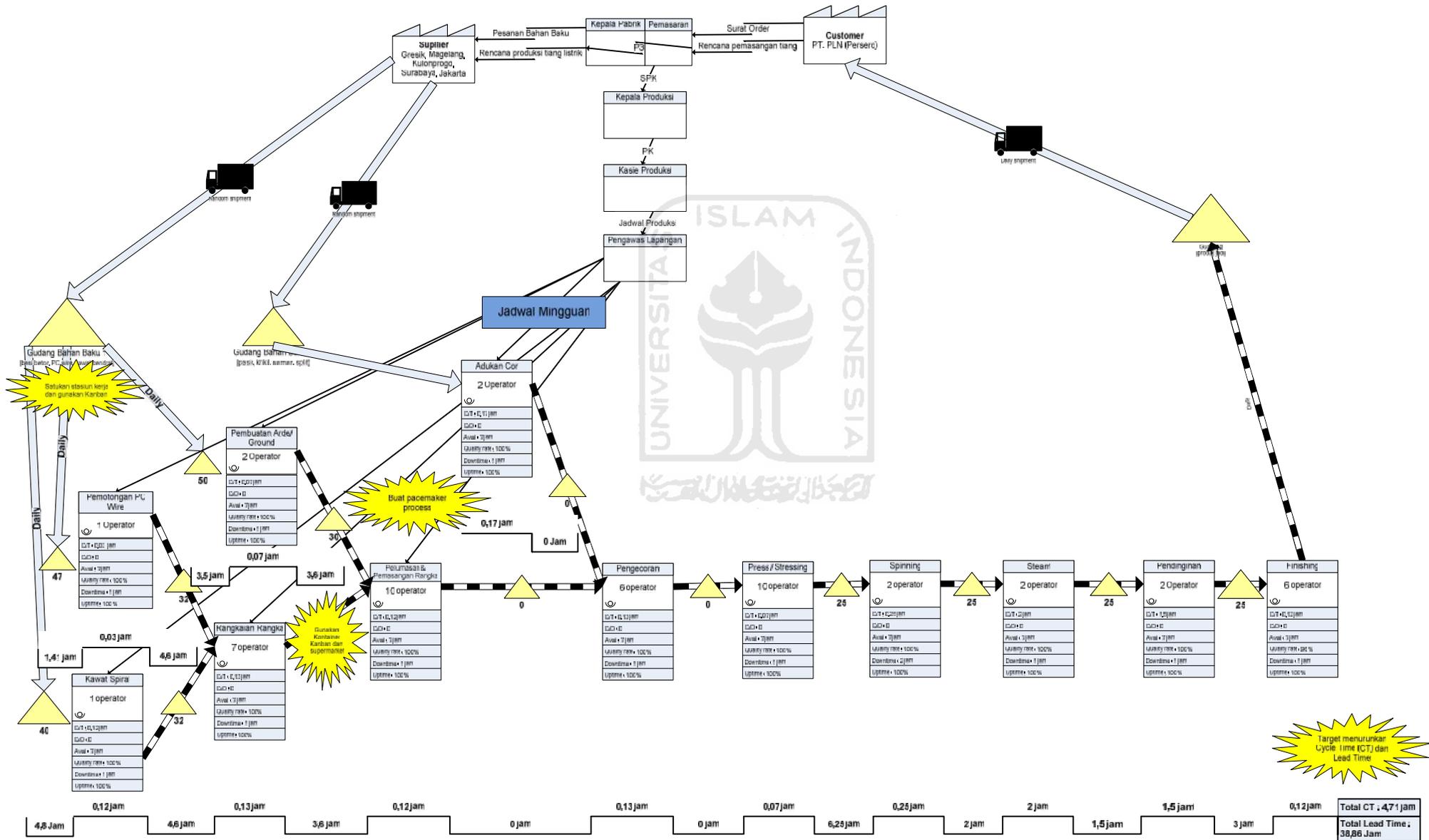
P.13 : Inspeksi dan Finishing
 T : Transportasi
 D : Delay

No	Aktivitas	Simbol	Jumlah	Waktu	Jarak
1	Operasi (operation)	○	13	317	-
2	Pemeriksaan (inspection)	□	1	6	-
3	Penyimpanan (storage)	▽	3	-	-
4	Transportasi (transportation)	➔	16	37,5	60
5	Menunggu (delay)	D	13	305	-





Gambar 5.2 Diagram SIPOC PT. Tonggak Ampuh Unit III



Target menurunkan Cycle Time (CT) dan Lead Time

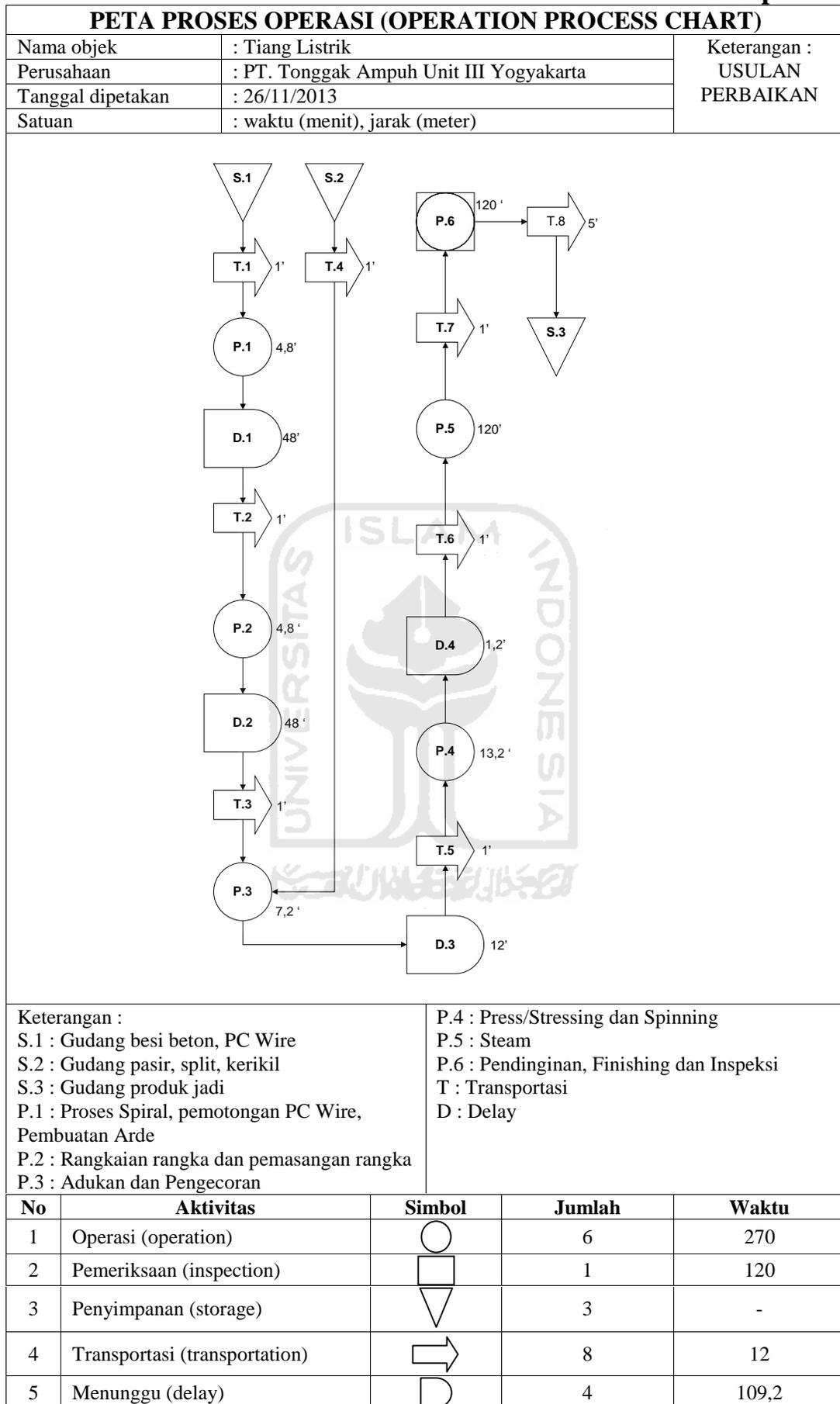
Gambar Current State Value Stream Mapping

Tabel 5.12 Usulan perbaikan cacat retak pada tiang listrik beton

5W-1H	Deskripsi
What (apa)	Tiang listrik beton retak dengan panjang ≥ 5 cm
Why (mengapa)	<ol style="list-style-type: none"> 1. SOP belum ada 2. Cara kerja kurang ergonomis 3. Kurang terampil 4. Kelelahan 5. Baut kurang kencang 6. Lingkungan kurang kondusif 7. Tempat kerja yang kurang ergonomis 8. Perbandingan kandungan bahan baku 9. Cetakan tidak bersih 10. PC wire tidak terbungkus adukan dengan sempurna 11. Karakteristik bahan baku 12. Isi coran tidak maksimal atau merata
Where (dimana)	<ol style="list-style-type: none"> a. Pemasangan rangka tiang listrik (1,2,3,4,6,7,9) b. Proses pengecoran (1,2,3,4,6,7,8,10,11,12) c. Proses press/stressing (1,2,3,4,5,6,7)
When (kapan)	<ol style="list-style-type: none"> a. Sebelum proses produksi (8) b. Pada saat proses produksi berlangsung (1,2,4,5,6,7,9,10,11,12) c. Penggunaan alat (3)
Who (siapa)	<ol style="list-style-type: none"> a. Kepala proses produksi (1,2,6,7,8) b. Operator produksi (3,4,5,9,10,11,12)
How (bagaimana)	<ol style="list-style-type: none"> a. Kepala produksi membuat SOP proses kerja dan diletakan di dekat operasi press/stressing, pengecoran dan proses spinning (1) b. Desain tempat kerja (2) c. Lakukan perekrutan karyawan dengan sistem karyawan tetap dan lakukan pelatihan kerja kepada pegawai kontrak (3) d. Lakukan pelatihan standar operations procedur kepada para pekerja/operator (3) e. Aktivitas kerja jangan sering membungkuk, lakukan istirahat disaat pekerjaan senggang (4) f. Pada saat mengencangkan baut, lakukan dengan putaran alat yang maksimal dan ganti baut yang alurnya sudah habis atau longgar (5) g. Operator Stressing menangani 2-3 pengencangan baut sekaligus dengan posisi kerja yang tetap (5) h. Implementasi 5S (6,7) i. Perencanaan bahan baku sebelum jadwal produksi di buat (8) j. Penggunaan bahan baku untuk tiap supplier dibedakan atau bahan baku tidak boleh dicampur dengan supplier yang lain (8) k. Lakukan pembersihan cetakan dari atas ke bawah dan sebaliknya dari bawah ke atas sebanyak dua kali dan kemudian dilumasi cetakan dengan minyak olie bekas (9) l. Ketebalan adukan terhadap PC wire sekitar 1,5 cm dengan adukan yang rata dari atas sampai bawah (10) m. Adukan harus masuk ke dalam lubang – lubang PC wire dalam cetakan (10,12) n. Proses menusuk – nusuk isi coran kedalam cetakan harus bersamaan dengan memasukkan adukan coran ke dalam cetakan (10,12) o. Bahan baku harus ditimbang sebelum diproses ke dalam mesin molen (11) p. Ayakan pasir dan split harus dicek kerapatannya (11)

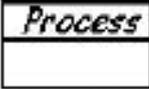
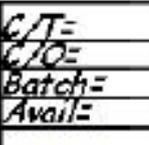
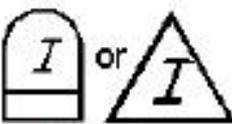
Tabel 5.13 Usulan perbaikan dengan Five M

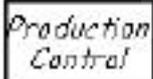
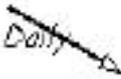
No	Faktor	Masalah	Pemecahan masalah
1.	Man	a. Dalam bekerja karyawan banyak kegiatan yang membungkuk, hal dapat menimbulkan kecelakaan kerja dan kelelahan dalam waktu pendek b. Perekrutan dengan sistem kontrak yang akhirnya karyawan kurang terampil dan tidak mempunyai tanggung jawab atau memiliki untuk memajukan perusahaan	a. Perusahaan perlu mengevaluasi proses kerja dan tempat kerja karyawan yang ergonomis dan nyaman b. Perlu adanya pengarahan dan pengawasan kepada karyawan dan memberikan istirahat dengan waktu yang cukup ditambah minuman secukupnya c. Perusahaan perlu melakukan pengarahan, pengawasan, dan pelatihan kepada karyawan tentang bekerja dengan baik, bermutu, dan produktif
2.	Material	a. Karakteristik kualitas bahan baku pada setiap supplier berbeda-beda yang menimbulkan penanganan yang berbeda. b. Bahan yang digunakan ada yang sudah cacat c. Pada saat proses produksi berjalan, bahan baku yang diproses kandungannya tidak konsisten	a. Perlu adanya jadwal dalam pemakaian bahan baku tipe tertentu, perusahaan perlu melakukan kerjasama jangka panjang dengan satu supplier bahan baku. b. Karyawan perlu merawat bahan baku selama proses produksi berlangsung dan menyimpan bahan baku dengan baik. Serta lakukan proses urutan FIFO (yang pertama di buat harus diproses pertama juga) c. Sebelum melakukan proses produksi lakukan perawatan mesin dan set up mesin dengan benar. Bahan baku untuk proses produksi persediaannya mencukupi. d. Ganti penyaring ayakan jika sudah bolong atau kerapatan ayakan sudah berubah
3.	Metode	SOP tidak ada	SOP penting sebagai prosedur kerja yang baik dan benar. Perusahaan perlu melakukan dokumentasi SOP proses kerja dan memasang spanduk/famplet SOP di setiap stasiun proses produksi
4.	Lingkungan	a. Lingkungan kerja yang panas b. Lingkungan kerja kurang kondusif	a. Perusahaan perlu melakukan perbaikan dalam lingkungan kerja yang menjadi bekerja bisa nyaman dan aman. Lakukan penghijauan di sekitar perusahaan. b. Lingkungan kerja yang bising bisa menimbulkan kurang konsentrasi. Perusahaan perlu menyediakan alat – alat K3 dan melakukan pengarahan tentang pentingnya alat K3 dalam bekerja.

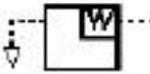
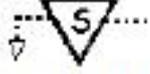
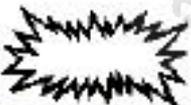
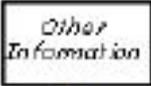
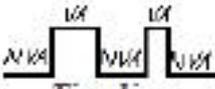


Gambar 5.12 Usulan perbaikan proses produksi dengan peta operasi proses

Simbol – simbol VSM

Simbol	Keterangan
 Customer/Supplier	Representasi dari pemasok dan konsumen
 Dedicated Process	Proses, operasi, mesin atau departemen dimana material mengalir.
 Shared Process	Proses, operasi, mesin atau departemen dimana saling berbagi dengan <i>value stream</i> yang lain.
 Data Box	Tempat untuk menuliskan informasi.
 Workcell	Indikasi dari multi operasi yang terintegrasi dalam <i>workcell</i> .
 Inventory	Menunjukkan persediaan diantara 2 proses. Juga untuk <i>raw material</i> dan barang jadi
 Shipments	Menunjukkan pergerakan dari <i>raw material</i> dari pemasok dan dari tempat pengiriman ke konsumen.
 Push Arrow	Menunjukkan aliran <i>push</i>

Simbol	Keterangan
 <i>Supermarket</i>	<p>Persediaan yang sedikit tersedia dan operasi-operasi dibawahnya kan datang untuk mengambil sesuai dengan yang dibutuhkan.</p>
 <i>Material Pull</i>	<p>Supermarket terhubung ke operasi dibawahnya dengan aliran <i>pull</i></p>
 <i>FIFO Lane</i>	<p><i>First-In-First-Out inventory</i> dengan maksimum persediaan</p>
 <i>Safety Stock</i>	<p>Digunakan untuk persediaan yang berfungsi sebagai penahan terhadap masalah sehingga tidak terjadi kekurangan stok.</p>
 <i>External Shipment</i>	<p>Pengiriman dari pemasok ke konsumen dengan transportasi luar.</p>
 <i>Production Control</i>	<p>Pusat penjadwalan dan control.</p>
 <i>Manual Info</i>	<p>Aliran informasi secara manual dapat berupa memo, laporan, percakapan.</p>
 <i>Electronic Info</i>	<p>Aliran informasi secara elektronik.</p>
 <i>Production Kanban</i>	<p>Sinyal untuk proses sebelumnya untuk menyediakan lebih lagi ke proses dibawahnya.</p>

Simbol	Keterangan
 <i>Withdrawal Kanban</i>	Menginstruksikan operator untuk pergi ke supermarket dan mengambil barang yang dibutuhkan.
 <i>Signal Kanban</i>	Digunakan ketika level persediaan antara 2 proses telah mencapai titik minimum.
 <i>Kanban Post</i>	Lokasi dimana sinyal <i>kanban</i> diletakkan.
 <i>MRP/ERP</i>	Penjadwalan dengan sistem
 <i>Go See</i>	Mengumpulkan informasi dengan melihat langsung.
 <i>Verbal Information</i>	Aliran informasi verbal
 <i>Kaizen Burst</i>	Menandakan perbaikan dan rencana untuk mencapai <i>future state</i> .
 <i>Operator</i>	Menandakan pekerja.
 <i>Other</i>	Informasi lainnya yang mungkin berguna.
 <i>Timeline</i>	Menunjukkan waktu siklus dan waktu menunggu.

Sumber : Rother dan Shook, 1999

Tabel Konversi DPMO ke nilai sigma

Tabel IX.4. Konversi DPMO ke Nilai Sigma (Lanjutan)

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
2,50	158.655	3,75	12.225	5,00	233
2,55	146.859	3,80	10.724	5,05	193
2,60	135.666	3,85	9.387	5,10	159
2,65	125.072	3,90	8.198	5,15	131
2,70	115.070	3,95	7.143	5,20	108
2,75	105.650	4,00	6.210	5,25	89
2,80	96.800	4,05	5.386	5,30	72
2,85	88.508	4,10	4.661	5,35	59
2,90	80.757	4,15	4.024	5,40	48
2,95	73.529	4,20	3.467	5,45	39
3,00	66.807	4,25	2.980	5,50	32
3,05	60.571	4,30	2.555	5,55	26
3,10	54.799	4,35	2.186	5,60	21
3,15	49.471	4,40	1.866	5,65	17
3,20	44.565	4,45	1.589	5,70	13
3,25	40.059	4,50	1.350	5,75	11
3,30	35.930	4,55	1.144	5,80	9
3,35	32.157	4,60	968	5,85	7
3,40	28.717	4,65	816	5,90	5
3,45	25.588	4,70	687	5,95	4
3,50	22.750	4,75	577	6,00	3
3,55	20.182	4,80	483	Catatan: Tabel ini mencakup Pergeseran 1,5-sigma untuk Semua nilai Z.	
3,60	17.865	4,85	404		
3,65	15.778	4,90	337		
3,70	13.904	4,95	280		

Catatan : DPMO = *defects per million opportunities*

Sumber : Mikel Harry and Richard Schroeder, 2000. Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporation. Random House, Inc., New York.

A. Spesifikasi Tiang Beton Bulat

Tabel 3.2. Spesifikasi Tiang Beton Bulat untuk SUTM

Panjang (m)	Tinggi titik Tumpu/batas tanam (m)	Diameter (cm)	Beban Kerja (daN)	Panjang (m)	Tinggi titik Tumpu/batas tanam (m)	Diameter (cm)	Beban Kerja (daN)
9	1,5	15,7	100	13	2,2	19	200
		15,7	200			19	350
		19	350			19	500
		19	500			22	800
		22	800			22	1200
		22	1200				
11	1,9	19	200	14	2,4	19	200
		19	350			19	350
		19	500			19	500
		22	800			22	800
		22	1200			22	1200
12	2,0	19	200				
		19	350				
		19	500				
		22	800				
		22	1200				

B. Kekuatan tarik tiang

Tabel 3.6 Kekuatan tarik Tiang Awal/Ujung (working load) JTR.

No	Penghantar Twisted Cable	Kekuatan tiang 9 m [daN]					Alternatif pilihan
		200	350	500	800	1200	
1.	3x35+N mm ²	X					200 daN + GW 200 daN +GW untuk tiang ujung
2.	3x50+N mm ²		X				
3.	3x70+N mm ²			X			

GW = Guy Wire. Kekuatan angin 40 daN/m² jarak gawang 45 meter, t = 20°C, dengan panjang tiang 9 meter. Sag = 0 meter

Tabel 3.7 Kekuatan Tarik Tiang Awal/Ujung (working load) JTM.

No	Penghantar	Kekuatan tiang [daN]					Alternatif Pilihan
		200	350	500	800	1200	
1.	AAAC 3x35 mm ²	x					+ GW
2.	AAAC 3x50 mm ²	x					200 daN+GW
3.	AAAC 3x70 mm ²		x				200 daN+GW
4.	AAAC 3x150 mm ²			x			350 daN+GW
5.	AAAC 3x240 mm ²		2x				350 daN+GW
6.	AAAC 2x(3x150)mm ²		2x				350 daN+GW
7.	AAAC 2x(3x240)mm ²		2x				350 daN+GW
8.	AAAC 3x150mm ² + LVTC 3x70+N mm ²			2x			350 daN+GW
9.	AAAC 3x240 mm ² + LVTC 3x70+N mm ²				2x		350 daN+GW

Lampiran 16

Kekuatan angin 40 daN/ m² jarak gawang 45 meter, t = 20⁰C, panjang tiang 11, 12, 13, dan 14 meter, sag 0 meter

Tabel 3.8 Kekuatan Tiang Sudut (*working load*) saluran fasa-3 konstruksi underbuilt JTM/JTR.

No.	Jarak Gawang	Penghantar	Sudut Deviasi	Kekuatan tiang [daN]					Alternatif pilihan
				200	350	500	800	1200	
1.	50 meter	AAAC.35 mm ² +LVTC 3x70/N mm ²	0 ⁰ - 15 ⁰ 15 ⁰ - 30 ⁰ 30 - 60 ⁰ 60 ⁰ - 90 ⁰	X	X	X			200daN + GW 200daN + GW 200daN + GW 200daN + GW
2.	50 meter	AAAC.70 mm ² +LVTC 3x70/N mm ²	0 ⁰ - 15 ⁰ 15 ⁰ - 30 ⁰ 30 - 60 ⁰ 60 ⁰ - 90 ⁰	X	X 2X 2X				+ GW 200daN + GW 200daN + GW 200daN + GW
3.	50 meter	AAAC.150 mm ² +LVTC 3x70/N mm ²	0 ⁰ - 15 ⁰ 15 ⁰ - 30 ⁰ 30 - 60 ⁰ 60 ⁰ - 90 ⁰		X X 2X	X			+ GW + GW 350daN + GW 350daN + GW
4.	50 meter	AAAC.240 mm ² +LVTC 3x70/Nmm ²	0 ⁰ - 15 ⁰ 15 ⁰ - 30 ⁰ 30 - 60 ⁰ 60 ⁰ - 90 ⁰		X X 2X 2X				+ GW + GW 350daN + GW 350daN + GW
5.	50 meter	AAAC.150 mm ² GANDA	0 ⁰ - 15 ⁰ 15 ⁰ - 30 ⁰ 30 - 60 ⁰ 60 ⁰ - 90 ⁰		X 2X	2X 2X			+ GW + GW 350daN + GW 350daN + GW
6.	50 meter	AAAC.240 mm ² GANDA	0 ⁰ - 15 ⁰ 15 ⁰ - 30 ⁰ 30 - 60 ⁰ 60 ⁰ - 90 ⁰		X X	2X 2X			+ GW + GW 350daN + GW 350daN + GW
7.	90 meter	AAAC.240 mm ²	0 ⁰ - 15 ⁰ 15 ⁰ - 30 ⁰ 30 - 60 ⁰ 60 ⁰ - 90 ⁰		X 2X	2X 2X			+ GW 350daN + GW 350daN + GW 350daN + GW
8.	90 meter	AAAC.150 mm ² GANDA	0 ⁰ - 15 ⁰ 15 ⁰ - 30 ⁰ 30 - 60 ⁰ 60 ⁰ - 90 ⁰		X X 2X	2X			+ GW 350daN + GW 350daN + GW 350daN + GW
9.	90 meter	AAAC.240 mm ²	0 ⁰ - 15 ⁰ 15 ⁰ - 30 ⁰ 30 - 60 ⁰ 60 ⁰ - 90 ⁰		X X 2X	2X			+ GW 350daN + GW 350daN + GW 350daN + GW
10.	90 meter	AAAC.240 mm ² GANDA	0 ⁰ - 15 ⁰ 15 ⁰ - 30 ⁰ 30 - 60 ⁰ 60 ⁰ - 90 ⁰		X X	2X 2X			+ GW 350daN + GW 350daN + GW 350daN + GW

GW = Guy Wire ; 2x = tiang ganda. Tiang besi/beton panjang 11, 12, 13, dan 14 meter, tiupan angin 40 daN/m² t : 20⁰C, sag = 0 meter

Catatan : Apabila menggunakan AAAC berisolasi maka berat

penghantar akan bertambah 35 %, sehingga kekuatan Tiang Sudut harus ditambah dengan pemasangan *guy wire*.

C. Batas Tanam Tiang

Penggunaan tiang disesuaikan dengan fungsi tiang (tiang awal/akhir, tiang sudut, tiang penyanggah, tiang peregang, tiang seksi). Tiang ditanam 1/6 kali panjang tiang, dengan sudut kemiringan tidak melebihi 5°. Fondasi tiang dipakai untuk tiang awal, tiang akhir, Gardu Portal/Cantol, tiang sudut. Ukuran fondasi disesuaikan dengan besar/ kuat tarik tiang (daN) dan daya dukung jenis tanah.

D. Konstruksi Proteksi Petir

Pada beberapa konstruksi saluran udara terdapat pemasangan penangkal petir pada tiang dan gardu pasangan luar. Demikian pula pemasangan lightning arrester pada tiap-tiap isolator tumpu SUTM. Pengkajian ulang diperlukan atas kebutuhan pemakaian penangkal petir dan lightning arrester jenis tersebut. Khususnya yang berhubungan dengan tingkat IKL dan kepadatan petir suatu daerah. Sudut perlindungan elektroda penangkap petir adalah sebesar 30°.

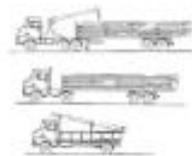
E. Transportasi dan Penempatan Tiang

Pengangkatan, penurunan tiang dari kendaraan pengangkut harus dilakukan dengan alat pengangkat (*HOIST*). Tiang ditumpuk sebanyak-banyaknya 3 lapis tiang dan harus diberi penghalang agar tidak bergerak. Tumpukan tiang berbentuk *trapezium*. Pemindahan tiang dari tempat penumpukan dilakukan dengan trailer.

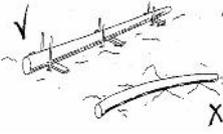
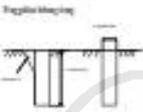
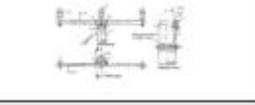
F. Pendirian Tiang

Sebelum pendirian tiang dilaksanakan, harus dilakukan pengamanan lingkungan. Pendirian dilakukan dengan mobil kran atau menggunakan konstruksi kaki tiga dengan minimal 3 petugas. Mendirikan tiang dilakukan dengan cara :

- 1) Memakai mobil kran
- 2) Cara manual

NO	Gambar	Uraian
1.		Gunakan truck/trailer sesuai beban tiang yang akan di pindahkan ke lokasi pendirian tiang bersangkutan

Lampiran 16

NO	Gambar	Uraian
2		Dilarang menurunkan tiang dengan cara mendorong sehingga berisiko kerusakan pada struktur tiang bersangkutan
3		Upayakan pemberian bantalan pada tiang
4		Sebelum tiang didirikan, periksa ulang kedalaman lubang tiang minimal 1/6 panjang tiang serta persiapan pondasi yang diperlukan
5		Upayakan pendirian tiang langsung dengan menggunakan lifter tiang beton Bila menggunakan tenaga manusia, perhatikan persiapan penopang pengaman dan tenaga minimal (3 orang) yang diperlukan. Dilarang mendirikan tiang dengan menggunakan tripod
6		Setelah tiang berdiri; segera diperkuat/pasang pondasi sesuai ketentuan konstruksi. Perhatikan bila tiang tersebut merupakan tiang sudut
7		Instalasi cross arm/isolator yang sesuai dengan rancangan konstruksi SUTM pada tiang bersangkutan. Perhatikan kekencangan baut pengikat cross arm pada tiang

G. Pemasangan Konstruksi Atas Tiang

Pemasangan konstruksi *Fixed Dead End (FDE)*, *Adjustable Dead End (ADE)* dan *Suspension (SS)* tidak kurang 10 cm dari ujung atas tiang. Konstruksi 2 jalur saluran udara dapat dilakukan secara bersisian. Jarak antara 2 (dua) pole bracket tidak kurang dari 30 cm.



Tabel 6.1 Pembahasan usulan perbaikan cacat retak

5W-1H	Deskripsi
What (apa)	Cacat retak
Why (mengapa)	<ol style="list-style-type: none"> 1. SOP belum ada Disetiap stasiun kerja tidak terdapat SOP kerja, operator produksi bekerja tidak jelas tanggung jawabnya. 2. Cara kerja kurang ergonomis Postur kerja waktu bekerja terlalu membungkuk dengan membentuk sudut $\geq 30^0$ dari garis vertical. 3. Kurang terampil Tenaga kerja sistem kontrak dan pelatihan kerja tidak dilaksanakan dengan baik. 4. Kelelahan Suhu lingkungan yang tinggi sekitar $31^0\text{ C} - 35^0\text{ C}$ dan kebisingan di atas 85 db dalam waktu kerja 8 jam. Serta kurangnya waktu istirahat dan pemberian air minum. 5. Baut cetakan kurang kencang Faktor kelelahan waktu bekerja dan faktor tidak adanya SOP membuat proses kerja kurang maksimal dan baut yang sudah aus 6. Lingkungan kurang kondusif Kebisingan di atas 85 db dalam waktu kerja 8 jam 7. Tempat kerja yang kurang ergonomis Postur kerja yang membungkuk dan pekerja cepat lelah serta kurang konsentrasi 8. Perbandingan kandungan bahan baku Kandungan material tersebut semen 100kg, pasir 200kg, split 300kg, air 60 liter untuk pasir dan split basah dan 400 liter obat pengeras. Kandungan material seperti akan mengakibatkan coran basah (kebanyakan air) 9. Cetakan tidak bersih Pada bagian cetakan masih terdapat sisa – sisa material dan banyaknya debu – debu yang menempel. 10. PC wire tidak terbungkus adukan dengan sempurna Jarak ketebalan adukan dengan PC wire kurang dari 15 mm 11. Karakteristik bahan baku Supplier yang berbeda – beda untuk setiap bahan baku. 12. Isi coran tidak maksimal atau merata Alat yang digunakan untuk memasukan coran ke dalam cetakan tidak tumpul dan coran yang splitnya kasar (besar) karena ayakan rusak. 13. Putaran mesin tidak sesuai standar Standar putaran mesin spinning adalah 600rpm, 900rpm, dan 1200rpm 14. Kerusakan mesin Belt yang putus, pelumas yang kurang, dan komponen yang rusak
Where (dimana)	<ol style="list-style-type: none"> a. Pemasangan rangka tiang listrik (1,2,3,4,6,7,9) b. Proses press/stressing (1,2,3,4,5,6,7) c. Proses pengecoran (1,2,3,4,6,7,8,9,10) d. Proses spinning (1,3,6,11,12)
When (kapan)	<ol style="list-style-type: none"> a. Sebelum proses produksi (8,9)

5W-1H	Deskripsi
	<ul style="list-style-type: none"> b. Pada saat proses produksi berlangsung (1,2,4,5,6,7,10,11,12) c. Penggunaan alat (3)
Who (siapa)	<ul style="list-style-type: none"> a. Kepala proses produksi (1,2,6,7,8) b. Operator produksi (3,4,5,9,10,11,12)
How (bagaimana)	<ul style="list-style-type: none"> a. Kepala produksi membuat SOP proses kerja dan diletakan di dekat operasi press/stressing, pengecoran dan proses spinning (1) b. Desain tempat kerja yang sesuai dengan antropometri operator produksi (2) c. Lakukan perekrutan karyawan dengan sistem karyawan tetap dan lakukan pelatihan kerja kepada pegawai kontrak (3) d. Aktivitas kerja jangan sering membungkuk, lakukan istirahatn kecil disaat pekerjaan senggang selama 10 menit (4) e. Pada saat mengencangkan baut, lakukan dengan putaran alat yang maksimal dan ganti baut yang alurnya sudah habis atau longgar (5) f. Operator Stressing menangani 2-3 pengencangan baut sekaligus dengan posisi kerja yang tetap (5) g. Implementasi 5S (6,7) h. Perencanaan bahan baku sebelum jadwal produksi di buat (8,9) i. Penggunaan bahan baku untuk tiap supplier dibedakan atau bahan baku tidak boleh dicampur dengan supplier yang lain (9) j. Proses menusuk – nusuk isi coran kedalam cetakan harus bersamaan dengan memasukkan adukan coran ke dalam cetakan (10) k. Lakukan pembersihan cetakan dari atas ke bawah dan sebaliknya dari atas ke bawah sebanyak dua kali kemudian di lumasi dengan minyak olie bekas (9) l. Ketebalan adukan terhadap PC wire sekitar 15mm dengan adukan yang rata dari atas sampai bawah (10) m. Adukan harus masuk kedalam lubang – lubang PC wire dalam cetakan (10,12) n. Proses menusuk – nusuk isi coran ke dalam cetakan harus bersamaan dengan memasukan adukan coran ke dalam cetakan (11) o. Bahan baku di timbang sebelum diproses ke dalam mesin molen (11) p. Ayakan pasir dan split harus dicek kerapatannya (11) q. Lakukan pengecekan putaran mesin setelah mesin digunakan atau sebelum digunakan (11) r. Perawatan mesin stressing dan mesin spinning dilakukan secara terjadwal dan sebelum dimulai pekerjaan (12)

Tabel 6.2 Pembahasan masalah dan pemecahan masalah faktor Five M

No	Faktor	Masalah	Pemecahan masalah
1.	Man	<p>a. Dalam bekerja karyawan banyak kegiatan yang membungkuk, hal dapat menimbulkan kecelakaan kerja dan kelelahan dalam waktu pendek</p> <p>b. Perekrutan dengan sistem kontrak yang akhirnya karyawan kurang terampil dan tidak mempunyai tanggung jawab atau memiliki untuk memajukan perusahaan</p>	<p>a. Perusahaan perlu mengevaluasi proses kerja dan tempat kerja karyawan yang lebih ergonomis dan nyaman</p> <p>b. Perlu adanya pengarahan dan pengawasan kepada karyawan dan memberikan istirahat dengan waktu yang cukup ditambah minuman secukupnya</p> <p>c. Perusahaan perlu melakukan pengarahan, pengawasan, dan pelatihan kepada karyawan tentang bekerja dengan baik, bermutu, dan produktif</p>
2.	Material	<p>a. Karakteristik kualitas bahan baku pada setiap supplier berbeda-beda yang menimbulkan penanganan yang berbeda.</p> <p>b. Bahan yang digunakan ada yang sudah cacat atau bahkan tidak bisa digunakan</p> <p>c. Pada saat proses produksi berjalan, bahan baku yang diproses kandungannya tidak konsisten Kandungan material tersebut semen 100kg, pasir 200kg, split 300kg, air 60 liter untuk pasir dan split basah dan 400 liter obat pengeras. Kandungan material seperti akan mengakibatkan coran basah (kebanyakan air) Standar kandungan bahan baku adalah semen 160 kg, pasir 240 kg, split 360 kg, air 30 liter apabila kondisi pasir dan split basah, apabila kondisi kering 70 liter dan obat pengeras beton 600 liter.</p>	<p>a. Perlu adanya jadwal dalam pemakaian bahan baku tipe tertentu, perusahaan perlu melakukan kerjasama jangka panjang dengan satu supplier bahan baku.</p> <p>b. Karyawan perlu merawat bahan baku selama proses produksi berlangsung dan menyimpan bahan baku dengan baik. Serta lakukan proses urutan FIFO (yang pertama di buat harus diproses pertama juga)</p> <p>c. Sebelum melakukan proses produksi lakukan perawatan mesin dan set up mesin dengan benar. Bahan baku untuk proses produksi persediaannya mencukupi.</p>
3.	Machine	<p>a. Pada saat proses produksi berlangsung mesin tidak bekerja sesuai standar Kekuatan tarik untuk mesin stressing 100psi Putaran standar untuk mesin spinning 600rpm, 900rpm, dan 1200rpm.</p> <p>b. Mesin downtime selama proses produksi berlangsung Kerusakan belt, kurang pelumasan dan kerusakan</p>	<p>a. Cek kondisi mesin dan lakukan set up ulang mesin jika mesin mengalami perubahan standar</p> <p>b. Lakukan perencanaan perawatan preventif dan korektif untuk mencegah downtime mesin</p>

No	Faktor	Masalah	Pemecahan masalah
4.	Metode	<p data-bbox="579 344 699 376">komponen</p> <p data-bbox="531 376 946 461">a. SOP tidak ada Tidak ada poster atau alat peraga pada stasiun kerja</p> <p data-bbox="531 461 946 613">b. Karyawan dalam bekerja kurang memperhatikan K3 Tidak menggunakan helm, sepatu boots, ear plug, dan merokok sambil bekerja</p>	<p data-bbox="970 376 1394 577">a. SOP penting sebagai prosedur kerja yang baik dan benar. Perusahaan perlu melakukan dokumentasi SOP proses kerja dan memasang spanduk/famplet SOP di setiap stasiun proses produksi</p> <p data-bbox="970 577 1394 701">b. Perusahaan harus melakukan pengawasan dan pengarahan kepada karyawan tentang pentingnya K3 dalam bekerja.</p>
5.	Lingkungan	<p data-bbox="531 707 946 768">a. Lingkungan kerja yang panas suhu antara $31^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$</p> <p data-bbox="531 768 946 891">b. Lingkungan kerja kurang kondusif Kebisingan di tempat kerja diatas 85 dB dalam waktu 8 jam.</p>	<p data-bbox="970 707 1394 860">a. Perusahaan perlu melakukan perbaikan dalam lingkungan kerja yang menjadi bekerja bisa nyaman dan aman. Lakukan penghijauan di sekitar perusahaan.</p> <p data-bbox="970 860 1394 1039">b. Lingkungan kerja yang bising bisa menimbulkan kurang konsentrasi. Perusahaan perlu menyediakan alat – alat K3 dan melakukan pengarahan tentang pentingnya alat K3 dalam bekerja.</p>

Lingkungan Kerja Proses Kawat Spiral



UNIVERSITAS INDONESIA

Lingkungan Kerja Proses Arde/Ground



Lingkungan Kerja Pemotongan PC Wire



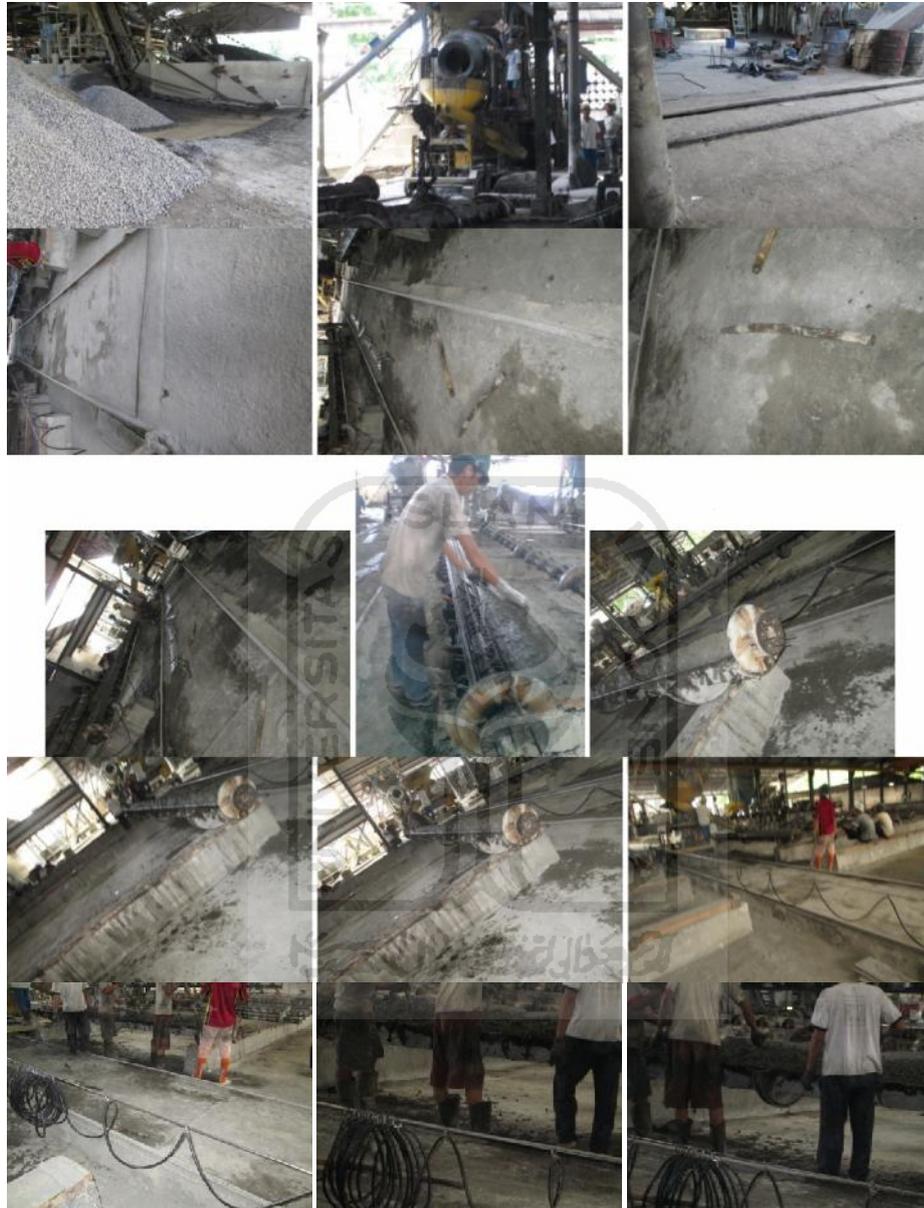
Lingkungan Kerja Pembuatan Rangka



Lingkungan kerja Pemasangan Rangka



Lingkungan Kerja Adukan dan Pengecoran



Lingkungan Kerja Press/stressing



Lingkungan Kerja Spinning



Lingkungan kerja Steam



Produk Jadi Tiang Listrik Beton





TONGGAK AMPUH P.T. UNIT III JOGJAKARTA

JL. MAGELANG KM.15,2 Telp. (0274) 868684 Fax. (026754) 867884
e-mail : tajogja@idola.net.id
Sleman, Jogjakarta



Certificate No. : QSC 00717

SURAT KETERANGAN

No : 012/TAYG/SDM/XI/2013

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Soewito Rahardjo
Alamat : Jl. Pakuningratan No 60, Yogyakarta
Pekerjaan : Kepala Pabrik
Perusahaan : PT. Tonggak Ampuh
Alamat Perusahaan : Jl. Magelang KM 15,2 Sleman, Yogyakarta

Menerangkan bahwa Mahasiswa yang tersebut dibawah ini :

Nama : ARI ZAQI AL-FARITSY
NIM : 11916239
Jurusan : Magister Teknik Industri
Fakultas : Teknologi Industri
Universitas : Universitas Islam Indonesia

Benar - benar telah melaksanakan Tugas akhir / Kerja Praktek di PT. Tonggak Ampuh
Jl. Magelang KM 15,2 Kemloko, Caturharjo, Sleman, Yogyakarta mulai Tanggal
07 Oktober 2013 sampai dengan Tanggal 30 November 2013.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat supaya dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Sleman, 30 November 2013

PT. TONGGAK AMPUH

(Soewito Rahardjo)

Kepala Pabrik



PT PLN (Persero)
DISTRIBUSI JAWA TENGAH DAN D.I. YOGYAKARTA
AREA YOGYAKARTA

Jalan : Gedongkuning No.3 Banguntapan Yogyakarta
Telepon : (0274) 452200 hunting 6 sambungan pesawat
Kotak Pos : 55198

Facsimile : (0274) 452452
E-mail : plnjogja@telkom.net Website : www.plndiy.co.id

Nomor : **0026** /310/AREA YGK/2013
Surat Sdr. No. :
Lampiran : 2 (Dua) lembar
Sifat : Biasa
Perihal : Permohonan Ijin Penelitian.

19 Desember 2013

Kepada :
Yth. Direktur Pps-FTI
Program Pascasarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Jl.Kaliurang Km.14,5 Sleman, Yogyakarta
di
YOGYAKARTA.

Sehubungan dengan surat Saudara :

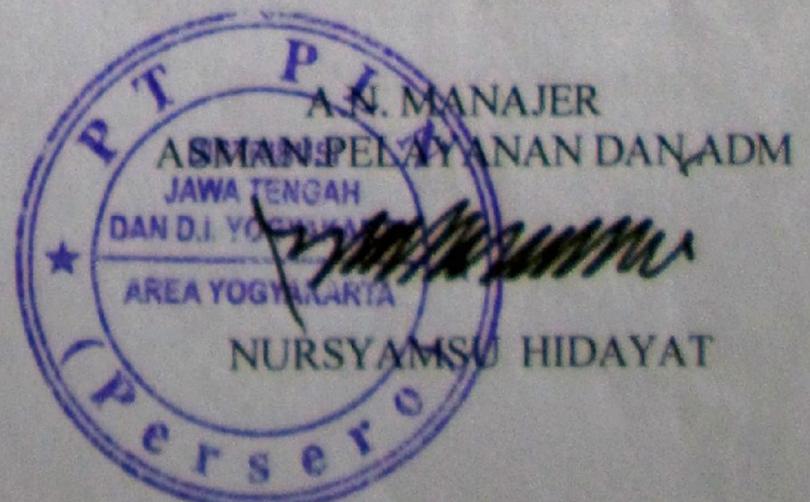
Nomor : 242/Dir/20/Pps.FTI/XI/2013
Tanggal : 22-11-2013
Perihal : Permohonan Ijin Penelitian
Nama : ARI ZAQI AL-FARITSY
Mahasiswa/Siswa : Program Pascasarjana F. Teknologi Industri UII.

Sesuai Surat Edaran PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Tengah No. 006.E/7425/PD.II/1994 tanggal 05 Agustus 1994, diberitahukan bahwa permohonan ijin Penelitian di PT. PLN (Persero) Area Yogyakarta mulai bulan Desember 2013 dapat **disetujui** dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Yang bersangkutan membuat/mengisi Surat Pernyataan dalam rangkap 2 (dua).
2. **Semua data/informasi yang diperoleh selama Penelitian hanya dipergunakan untuk kepentingan sekolah/Akademis.**
3. Pengaturan waktu dan tempat melaksanakan Penelitian ditentukan bersama sehingga tidak mengganggu kelancaran pekerjaan di PT. PLN (Persero) Area Yogyakarta.
4. Setelah berakhirnya periode Penelitian dimohon dapat menyampaikan laporan serta presentasi hasil pelaksanaan kegiatan dimaksud.
5. Sebelum pelaksanaan, diharap yang bersangkutan lebih dulu menghubungi Bagian Pelayanan Dan Adm. PT PLN (Persero) Area Yogyakarta dengan membawa Surat Pernyataan seperti tersebut diatas.

Demikian harap menjadi maklum.

Tembusan :
- Bagian Jaringan
- Manajer Area.
- Semua Manajer Rayon.



SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ARI ZAQI AL FARITSY
Alamat : TRINI, TRIHANGGO, GAMPING, SLEMAN
Tempat, Tanggal Lahir : Majalengka, 22 Agustus 1983
Sekolah/Fakultas/Universitas : Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Akademi : -
Kelas/Tingkat/Semester : IV (Empat)
Bagian/Jurusan : Magister Teknik Industri

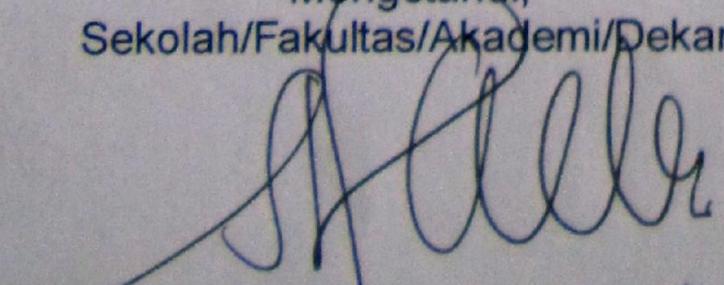
dengan ini menyatakan bahwa kami mentaati ketentuan-ketentuan dan syarat-syarat dibawah ini yang dikeluarkan oleh PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Tengah dan D.I. Yogyakarta Area Yogyakarta sebagai berikut

1. Pelaksanakan Penelitian/Kerja Praktek sesuai dengan tanggal yang telah ditentukan.
2. Kerja Praktek maksimum 3 (tiga) bulan yang tidak terputus-putus.
3. PT. PLN (Persero) tidak menyediakan transportasi/penginapan.
4. PT. PLN (Persero) tidak menyediakan honorarium dalam bentuk apapun.
5. Menepati jam kerja yang berlaku, yaitu:
Hari Senin s/d Kamis : 07.30 – 16.30
Hari Jumat : 07.30 – 15.00
6. Bersedia menanggung segala akibat dari tindakan-tindakan yang kami lakukan berupa kecelakaan-kecelakaan yang menimpa diri kami ataupun pihak lain atau kerusakan alat-alat PT. PLN (Persero).
7. Bersedia melakukan semua perintah dan petunjuk Pegawai PT. PLN (Persero) Area Yogyakarta yang ditugaskan untuk membimbing.
8. Telah memahami ketentuan-ketentuan bekerja dalam ruangan tegangan tinggi maupun pada instalasi listrik.
9. Telah mengetahui bahaya-bahaya bekerja dalam ruangan dan/atau instalasi mesin.
10. Membuat laporan harian dalam buku tulis yang ditandatangani oleh atasan/pejabat pembimbing setempat yang kemudian diserahkan kepada PT. PLN (Persero) Area Yogyakarta sebulan sekali untuk ditandatangani.
11. Membuat laporan akhir bulan dalam rangkap 3 (tiga) tentang hal-hal yang telah dikerjakan pada hari-hari lalu, yang ditandatangani oleh atasan/pejabat pembimbing setempat. Laporan tersebut kemudian diteruskan kepada PT. PLN (Persero) Area Yogyakarta untuk disetujui.
12. Data-data/informasi yang diperoleh hanya dipergunakan untuk kepentingan di lingkungan sekolah/akademi/universitas.
13. Memberikan 1 (satu) buku hasil riset kepada PT. PLN (Persero) Area Yogyakarta.

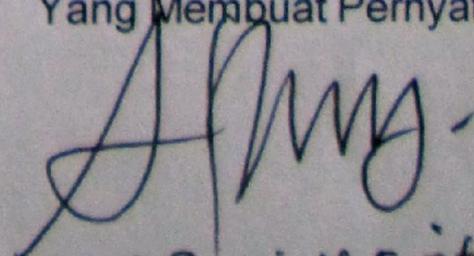
Apabila ternyata dikemudian hari kami tidak memenuhi ketentuan-ketentuan tersebut diatas, kami bersedia untuk diambil tindakan, yang berakibat juga terhadap Sekolah/Fakultas/Universitas/Akademi.

Yogyakarta, 18 Desember 2013

Mengetahui,
Sekolah/Fakultas/Akademi/Dekan


Dr. Sri Kusuma Dewi, S.Si.MT

Yang Membuat Pernyataan,


(Ari Zaqi Al-Faritsy)



Tabel r (Koefisien Korelasi Sederhana)

$$df = 1 - 200$$

Diproduksi oleh: Junaidi
<http://junaidichaniago.wordpress.com>



Tabel r untuk df = 1 - 50

df = (N-2)	Tingkat signifikansi untuk uji satu arah				
	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0005
	Tingkat signifikansi untuk uji dua arah				
	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.9877	0.9969	0.9995	0.9999	1.0000
2	0.9000	0.9500	0.9800	0.9900	0.9990
3	0.8054	0.8783	0.9343	0.9587	0.9911
4	0.7293	0.8114	0.8822	0.9172	0.9741
5	0.6694	0.7545	0.8329	0.8745	0.9509
6	0.6215	0.7067	0.7887	0.8343	0.9249
7	0.5822	0.6664	0.7498	0.7977	0.8983
8	0.5494	0.6319	0.7155	0.7646	0.8721
9	0.5214	0.6021	0.6851	0.7348	0.8470
10	0.4973	0.5760	0.6581	0.7079	0.8233
11	0.4762	0.5529	0.6339	0.6835	0.8010
12	0.4575	0.5324	0.6120	0.6614	0.7800
13	0.4409	0.5140	0.5923	0.6411	0.7604
14	0.4259	0.4973	0.5742	0.6226	0.7419
15	0.4124	0.4821	0.5577	0.6055	0.7247
16	0.4000	0.4683	0.5425	0.5897	0.7084
17	0.3887	0.4555	0.5285	0.5751	0.6932
18	0.3783	0.4438	0.5155	0.5614	0.6788
19	0.3687	0.4329	0.5034	0.5487	0.6652
20	0.3598	0.4227	0.4921	0.5368	0.6524
21	0.3515	0.4132	0.4815	0.5256	0.6402
22	0.3438	0.4044	0.4716	0.5151	0.6287
23	0.3365	0.3961	0.4622	0.5052	0.6178
24	0.3297	0.3882	0.4534	0.4958	0.6074
25	0.3233	0.3809	0.4451	0.4869	0.5974
26	0.3172	0.3739	0.4372	0.4785	0.5880
27	0.3115	0.3673	0.4297	0.4705	0.5790
28	0.3061	0.3610	0.4226	0.4629	0.5703
29	0.3009	0.3550	0.4158	0.4556	0.5620
30	0.2960	0.3494	0.4093	0.4487	0.5541
31	0.2913	0.3440	0.4032	0.4421	0.5465
32	0.2869	0.3388	0.3972	0.4357	0.5392
33	0.2826	0.3338	0.3916	0.4296	0.5322
34	0.2785	0.3291	0.3862	0.4238	0.5254
35	0.2746	0.3246	0.3810	0.4182	0.5189
36	0.2709	0.3202	0.3760	0.4128	0.5126
37	0.2673	0.3160	0.3712	0.4076	0.5066
38	0.2638	0.3120	0.3665	0.4026	0.5007
39	0.2605	0.3081	0.3621	0.3978	0.4950
40	0.2573	0.3044	0.3578	0.3932	0.4896
41	0.2542	0.3008	0.3536	0.3887	0.4843
42	0.2512	0.2973	0.3496	0.3843	0.4791
43	0.2483	0.2940	0.3457	0.3801	0.4742
44	0.2455	0.2907	0.3420	0.3761	0.4694
45	0.2429	0.2876	0.3384	0.3721	0.4647
46	0.2403	0.2845	0.3348	0.3683	0.4601
47	0.2377	0.2816	0.3314	0.3646	0.4557
48	0.2353	0.2787	0.3281	0.3610	0.4514
49	0.2329	0.2759	0.3249	0.3575	0.4473
50	0.2306	0.2732	0.3218	0.3542	0.4432

Tabel r untuk df = 51 - 100

df = (N-2)	Tingkat signifikansi untuk uji satu arah				
	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0005
	Tingkat signifikansi untuk uji dua arah				
	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
51	0.2284	0.2706	0.3188	0.3509	0.4393
52	0.2262	0.2681	0.3158	0.3477	0.4354
53	0.2241	0.2656	0.3129	0.3445	0.4317
54	0.2221	0.2632	0.3102	0.3415	0.4280
55	0.2201	0.2609	0.3074	0.3385	0.4244
56	0.2181	0.2586	0.3048	0.3357	0.4210
57	0.2162	0.2564	0.3022	0.3328	0.4176
58	0.2144	0.2542	0.2997	0.3301	0.4143
59	0.2126	0.2521	0.2972	0.3274	0.4110
60	0.2108	0.2500	0.2948	0.3248	0.4079
61	0.2091	0.2480	0.2925	0.3223	0.4048
62	0.2075	0.2461	0.2902	0.3198	0.4018
63	0.2058	0.2441	0.2880	0.3173	0.3988
64	0.2042	0.2423	0.2858	0.3150	0.3959
65	0.2027	0.2404	0.2837	0.3126	0.3931
66	0.2012	0.2387	0.2816	0.3104	0.3903
67	0.1997	0.2369	0.2796	0.3081	0.3876
68	0.1982	0.2352	0.2776	0.3060	0.3850
69	0.1968	0.2335	0.2756	0.3038	0.3823
70	0.1954	0.2319	0.2737	0.3017	0.3798
71	0.1940	0.2303	0.2718	0.2997	0.3773
72	0.1927	0.2287	0.2700	0.2977	0.3748
73	0.1914	0.2272	0.2682	0.2957	0.3724
74	0.1901	0.2257	0.2664	0.2938	0.3701
75	0.1888	0.2242	0.2647	0.2919	0.3678
76	0.1876	0.2227	0.2630	0.2900	0.3655
77	0.1864	0.2213	0.2613	0.2882	0.3633
78	0.1852	0.2199	0.2597	0.2864	0.3611
79	0.1841	0.2185	0.2581	0.2847	0.3589
80	0.1829	0.2172	0.2565	0.2830	0.3568
81	0.1818	0.2159	0.2550	0.2813	0.3547
82	0.1807	0.2146	0.2535	0.2796	0.3527
83	0.1796	0.2133	0.2520	0.2780	0.3507
84	0.1786	0.2120	0.2505	0.2764	0.3487
85	0.1775	0.2108	0.2491	0.2748	0.3468
86	0.1765	0.2096	0.2477	0.2732	0.3449
87	0.1755	0.2084	0.2463	0.2717	0.3430
88	0.1745	0.2072	0.2449	0.2702	0.3412
89	0.1735	0.2061	0.2435	0.2687	0.3393
90	0.1726	0.2050	0.2422	0.2673	0.3375
91	0.1716	0.2039	0.2409	0.2659	0.3358
92	0.1707	0.2028	0.2396	0.2645	0.3341
93	0.1698	0.2017	0.2384	0.2631	0.3323
94	0.1689	0.2006	0.2371	0.2617	0.3307
95	0.1680	0.1996	0.2359	0.2604	0.3290
96	0.1671	0.1986	0.2347	0.2591	0.3274
97	0.1663	0.1975	0.2335	0.2578	0.3258
98	0.1654	0.1966	0.2324	0.2565	0.3242
99	0.1646	0.1956	0.2312	0.2552	0.3226
100	0.1638	0.1946	0.2301	0.2540	0.3211

Tabel r untuk df = 101 - 150

df = (N-2)	Tingkat signifikansi untuk uji satu arah				
	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0005
	Tingkat signifikansi untuk uji dua arah				
	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
101	0.1630	0.1937	0.2290	0.2528	0.3196
102	0.1622	0.1927	0.2279	0.2515	0.3181
103	0.1614	0.1918	0.2268	0.2504	0.3166
104	0.1606	0.1909	0.2257	0.2492	0.3152
105	0.1599	0.1900	0.2247	0.2480	0.3137
106	0.1591	0.1891	0.2236	0.2469	0.3123
107	0.1584	0.1882	0.2226	0.2458	0.3109
108	0.1576	0.1874	0.2216	0.2446	0.3095
109	0.1569	0.1865	0.2206	0.2436	0.3082
110	0.1562	0.1857	0.2196	0.2425	0.3068
111	0.1555	0.1848	0.2186	0.2414	0.3055
112	0.1548	0.1840	0.2177	0.2403	0.3042
113	0.1541	0.1832	0.2167	0.2393	0.3029
114	0.1535	0.1824	0.2158	0.2383	0.3016
115	0.1528	0.1816	0.2149	0.2373	0.3004
116	0.1522	0.1809	0.2139	0.2363	0.2991
117	0.1515	0.1801	0.2131	0.2353	0.2979
118	0.1509	0.1793	0.2122	0.2343	0.2967
119	0.1502	0.1786	0.2113	0.2333	0.2955
120	0.1496	0.1779	0.2104	0.2324	0.2943
121	0.1490	0.1771	0.2096	0.2315	0.2931
122	0.1484	0.1764	0.2087	0.2305	0.2920
123	0.1478	0.1757	0.2079	0.2296	0.2908
124	0.1472	0.1750	0.2071	0.2287	0.2897
125	0.1466	0.1743	0.2062	0.2278	0.2886
126	0.1460	0.1736	0.2054	0.2269	0.2875
127	0.1455	0.1729	0.2046	0.2260	0.2864
128	0.1449	0.1723	0.2039	0.2252	0.2853
129	0.1443	0.1716	0.2031	0.2243	0.2843
130	0.1438	0.1710	0.2023	0.2235	0.2832
131	0.1432	0.1703	0.2015	0.2226	0.2822
132	0.1427	0.1697	0.2008	0.2218	0.2811
133	0.1422	0.1690	0.2001	0.2210	0.2801
134	0.1416	0.1684	0.1993	0.2202	0.2791
135	0.1411	0.1678	0.1986	0.2194	0.2781
136	0.1406	0.1672	0.1979	0.2186	0.2771
137	0.1401	0.1666	0.1972	0.2178	0.2761
138	0.1396	0.1660	0.1965	0.2170	0.2752
139	0.1391	0.1654	0.1958	0.2163	0.2742
140	0.1386	0.1648	0.1951	0.2155	0.2733
141	0.1381	0.1642	0.1944	0.2148	0.2723
142	0.1376	0.1637	0.1937	0.2140	0.2714
143	0.1371	0.1631	0.1930	0.2133	0.2705
144	0.1367	0.1625	0.1924	0.2126	0.2696
145	0.1362	0.1620	0.1917	0.2118	0.2687
146	0.1357	0.1614	0.1911	0.2111	0.2678
147	0.1353	0.1609	0.1904	0.2104	0.2669
148	0.1348	0.1603	0.1898	0.2097	0.2660
149	0.1344	0.1598	0.1892	0.2090	0.2652
150	0.1339	0.1593	0.1886	0.2083	0.2643

Tabel r untuk df = 151 - 200

df = (N-2)	Tingkat signifikansi untuk uji satu arah				
	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0005
	Tingkat signifikansi untuk uji dua arah				
	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
151	0.1335	0.1587	0.1879	0.2077	0.2635
152	0.1330	0.1582	0.1873	0.2070	0.2626
153	0.1326	0.1577	0.1867	0.2063	0.2618
154	0.1322	0.1572	0.1861	0.2057	0.2610
155	0.1318	0.1567	0.1855	0.2050	0.2602
156	0.1313	0.1562	0.1849	0.2044	0.2593
157	0.1309	0.1557	0.1844	0.2037	0.2585
158	0.1305	0.1552	0.1838	0.2031	0.2578
159	0.1301	0.1547	0.1832	0.2025	0.2570
160	0.1297	0.1543	0.1826	0.2019	0.2562
161	0.1293	0.1538	0.1821	0.2012	0.2554
162	0.1289	0.1533	0.1815	0.2006	0.2546
163	0.1285	0.1528	0.1810	0.2000	0.2539
164	0.1281	0.1524	0.1804	0.1994	0.2531
165	0.1277	0.1519	0.1799	0.1988	0.2524
166	0.1273	0.1515	0.1794	0.1982	0.2517
167	0.1270	0.1510	0.1788	0.1976	0.2509
168	0.1266	0.1506	0.1783	0.1971	0.2502
169	0.1262	0.1501	0.1778	0.1965	0.2495
170	0.1258	0.1497	0.1773	0.1959	0.2488
171	0.1255	0.1493	0.1768	0.1954	0.2481
172	0.1251	0.1488	0.1762	0.1948	0.2473
173	0.1247	0.1484	0.1757	0.1942	0.2467
174	0.1244	0.1480	0.1752	0.1937	0.2460
175	0.1240	0.1476	0.1747	0.1932	0.2453
176	0.1237	0.1471	0.1743	0.1926	0.2446
177	0.1233	0.1467	0.1738	0.1921	0.2439
178	0.1230	0.1463	0.1733	0.1915	0.2433
179	0.1226	0.1459	0.1728	0.1910	0.2426
180	0.1223	0.1455	0.1723	0.1905	0.2419
181	0.1220	0.1451	0.1719	0.1900	0.2413
182	0.1216	0.1447	0.1714	0.1895	0.2406
183	0.1213	0.1443	0.1709	0.1890	0.2400
184	0.1210	0.1439	0.1705	0.1884	0.2394
185	0.1207	0.1435	0.1700	0.1879	0.2387
186	0.1203	0.1432	0.1696	0.1874	0.2381
187	0.1200	0.1428	0.1691	0.1869	0.2375
188	0.1197	0.1424	0.1687	0.1865	0.2369
189	0.1194	0.1420	0.1682	0.1860	0.2363
190	0.1191	0.1417	0.1678	0.1855	0.2357
191	0.1188	0.1413	0.1674	0.1850	0.2351
192	0.1184	0.1409	0.1669	0.1845	0.2345
193	0.1181	0.1406	0.1665	0.1841	0.2339
194	0.1178	0.1402	0.1661	0.1836	0.2333
195	0.1175	0.1398	0.1657	0.1831	0.2327
196	0.1172	0.1395	0.1652	0.1827	0.2321
197	0.1169	0.1391	0.1648	0.1822	0.2315
198	0.1166	0.1388	0.1644	0.1818	0.2310
199	0.1164	0.1384	0.1640	0.1813	0.2304
200	0.1161	0.1381	0.1636	0.1809	0.2298

- Pande, S. P., Robert P. N., dan Roland R. C., 2003, *The Six Sigma Way*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Park, S.H., 2002, Six Sigma for Productivity Improvement Korean Business Corporation, *Productivity Journal* Vol. 43 NO. 2 Pp. 173-83.
- Putra, B. I., 2010, Penerapan Metode Six Sigma untuk Menurunkan Kecacatan Produk Frypan di CV. Corning Sidoarjo, *Jurnal Teknik Industri* Vol. 11 No.2.
- Pyzdek, T., 2002, *Six Sigma Handbook Panduan Lengkap untuk Greenbelts, Blackbelts, dan Manajer pada semua tingkat*, alih bahasa Lusy Widjaja. Salemba Empat, Jakarta.
- Pyzdek, T., 2001, *Six Sigma Handbook*. Salemba Empat, Jakarta.
- Ramamoorthy, S., 2007, *Lean Six Sigma Applications In Aircraft Assembly*, Thesis Industrial & Manufacturing Engineering, Wichita State University.
- Ristono, A., 2010, *Sistem Produksi Tepat Waktu*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Roth, N., dan Matthew F., 2010, Process Improvement for Printing Operations Through The DMAIC Lean Six Sigma Approach A Case Study From Northwest Ohio, USA., *International Journal Of Lean Six Sigma* Vol. 1 No. 2 pp. 119-133.
- Rother, M., dan John S., 1999, *Learning to See Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*, The Lean Enterprise Institute, Brookline, Massachusetts, USA, www.lean.org.
- Saleh, C., 2010, Model Penggabungan Sistem Manufaktur Tekan dan Tarik untuk Meningkatkan Efisiensi Perusahaan, Pidato Ilmiah Guru Besar Universitas Islam Indonesia.
- Sauerwein, E., et al., 1996, The Kano Model: How to Delight Yours Customers, *Preprints Volume I of the IX. International Working Seminar on Production Economics*, Innsbruck/Igls/Austria, February 19-23, pp. 313-327.
- Schneider Electric Production System, 2007, *Value Stream Mapping*, France: George Consulting, L.P.
- Snee, R. D., 2010, Lean Six Sigma – Getting Better All The Time, *International Journal Of Lean Six Sigma* Vol. 1 No. 2 pp. 9-29.
- Susetyo, J., Winarni, dan Catur H., 2011, Aplikasi Six Sigma DMAIC dan Kaizen Sebagai Metode Pengendalian dan Perbaikan Kualitas Produk. *Jurnal Teknologi*, Volume 4 Nomor 1 Juni 2011.
- Sulistiyowati, W., Hari S., dan Mokh. S., 2010, Integrasi Metode ServQual, Lean dan Six Sigma Implementasi: PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur, APJ Surabaya Selatan – UPJ Ngagel, Jurusan Teknik Industri, ITS, Surabaya, diakses 03 April 2013, <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Master-3148-2506201005-makalah.pdf>.
- Suwandi, 2012, CTQ Tree, diakses 29 November 2013, <http://sixsigmaindonesia.com/ctq-tree/>.
- Talarosha, B., 2005, Menciptakan Kenyamanan Thermal dalam Bangunan, *Jurnal Sistem Teknik Industri* Vol. 6 No. 3 Juli 2005.
- Taghizadegan, S., 2006, *Essentials of Lean Six Sigma*, Elsevier Inc. Oxford, UK.
- Walden, D., 1993, A Special Issue on Kano's Methods for Understanding Customer Defined Quality, *The Center for Quality of Management Journal*, 2 (4), 3-35.

- Wicaksono, A., 2012, Analisis Perbaikan Lantai Produksi Menggunakan VSM dan PDCA Berdasarkan Pendekatan Lean Manufacturing (studi kasus di PT. Pratama Abadi Industri), Skripsi Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
- Widyarto, W. O., 2009, Identifikasi Pemborosan dan Analisis Efektivitas Mesin Produksi dengan Kombinasi Metode Six Sigma, Tesis MTI, Program Pascasarjana Magister Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Wijaya, T., 2011, Manajemen Kualitas Jasa Desain ServQual, QFD, dan Kano disertai Contoh Aplikasi dalam Kasus Penelitian, PT. Indeks, Jakarta.
- Wignjosoebroto, S., 2005, Ergonomi Studi Gerak dan Waktu Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja, PT. Guna Widya, Jakarta.
- Woo, D. dan Holly W., 2007, An Application of Lean Six Sigma To Improve The Assembly Operations At a Wireless Mobile Manufacturing Company. Thesis Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto.
- Yang, K., 2008, *Voice of Customer : Capture and Analysis*, The McGraw-Hill Companies, USA.
- Zainuddin, Sri M. R., 2012, Pendekatan Lean Sigma Untuk Peningkatan Produktivitas Process Butt Weld Orbital. *Jurnal Sains dan Seni ITS* Vol. 1 No. 1 September 2012.

