

Tugas Akhir

**USULAN PERBAIKAN KUALITAS PROSES PRODUKSI BETON TIANG
PANCANG MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA* DAN *FAILURE
MODE EFFECT ANALYSIS***

(Studi Kasus pada PT. Wijaya Karya Beton Makassar)



ABD. FATIR KASIM

D22114007

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2021

**USULAN PERBAIKAN KUALITAS PROSES PRODUKSI BETON TIANG
PANCANG MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA* DAN *FAILURE
MODE EFFECT ANALYSIS***

(Studi Kasus pada PT. Wijaya Karya Beton Makassar)

OLEH:

ABD. FATIR KASIM

D221 14 007

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat ujian
guna memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



**DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir:

**USULAN PERBAIKAN KUALITAS PROSES PRODUKSI BETON TIANG
PANCANG MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA* DAN *FAILURE
MODE EFFECT ANALYSIS***

(Studi Kasus pada PT. Wijaya Karya Beton Makassar)

Disusun oleh:

ABD. FATIR KASIM

D221 14 007

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. H. Syamsul Bahri, M.Si, IPU
NIP. 196111113 198702 1 003

Dosen Pembimbing 2



Kifayah Amar, ST., M.Sc., Ph.D
NIP. 19740621 200604 2 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Dr. Ir. Saiful, S.T., M.T., IPM.
NIP. 19810606 200604 1 004

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ABD. FATIR KASIM

NIM : D22114007

Judul Skripsi : “USULAN PERBAIKAN KUALITAS PROSES
PRODUKSI BETON TIANG PANCANG
MENGUNAKAN METODE *SIX SIGMA* DAN *FAILURE
MODE EFFECT ANALYSIS*”

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Hasanuddin.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Makassar, 25 Februari 2021
Yang membuat pernyataan,



ABD. FATIR KASIM
NIM. D22114007

ABSTRAK

PT. Wijaya Karya Beton merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang memproduksi berbagai macam produk beton pracetak, salah satunya beton tiang pancang. Selama beberapa tahun, tercatat masih ditemukan produk yang tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan. Agar perusahaan dapat tetap bersaing dan memuaskan kebutuhan pelanggan, perlu dilakukan analisis kualitas produk beton tiang pancang agar dapat meningkatkan mutu produk serta meminimalisir jumlah produk cacat.

Salah satu metode yang digunakan dalam meningkatkan mutu dari suatu produk adalah metode Six Sigma untuk mengurangi cacat yang memiliki kemungkinan 3,4 kegagalan per satu juta kesempatan atau Defect Per Million Opportunities (DPMO). Selain menggunakan metode tersebut, akan digunakan pula metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) untuk memberikan usulan perbaikan.

Berdasarkan penggunaan metode Six Sigma, diperoleh persentase kecacatan tertinggi pada jenis cacat lebar sirip sebesar 21,1%; serta nilai sigma 5,87 dengan nilai kemungkinan cacat sebesar 6 buah per satu juta produksi. Dengan menggunakan metode FMEA, diberikan usulan perbaikan pada faktor manusia yaitu meningkatkan pengawasan dan pengecekan ulang terhadap kinerja karyawan, serta memberikan peringatan dan sanksi terhadap pekerja yang memiliki kinerja yang tidak maksimal; usulan perbaikan pada faktor mesin yaitu melakukan perawatan mesin secara rutin; dan usulan perbaikan pada faktor material yaitu meningkatkan pengawasan terhadap bahan baku yang diterima dari pemasok.

Kata kunci: Six Sigma, Failure Mode Effect Analysis, Pengendalian Kualitas, Beton Tiang Pancang

ABSTRACT

PT. Wijaya Karya Beton is a manufacturing company that produces various kinds of precast concrete products, one of them is pile concrete. For several years operated, there were still products that did not meet the standard. In order for the company to remain competitive and satisfy customer needs, it is necessary to analyze the quality of pile concrete products in order to improve product quality and minimize the number of defects.

One of the methods used in improving the quality of a product is Six Sigma, to reduce defects which have a probability of 3,4 failures per one million opportunities or Defect Per Million Opportunities (DPMO). The Failure Mode Effect Analysis (FMEA) method will also be used as one of the DMAIC stages.

Based on Six Sigma method, the highest defect percentage was 21.1%; and sigma value of 5.87 with a possible defect value of 6 defects per one million production. By using FMEA, proposed improvements with regards to human factor are to increase control process and re-check the performance of employee, as well as providing warning and punishment against workers who have underperformed; proposed improvements to machine factor is to perform regular maintenance; and proposed improvements to material factor is increase the supervision of raw materials received from suppliers.

Kata kunci: *Six Sigma, Failure Mode Effect Analysis, Quality Control, Pile Concrete*

KATA PENGANTAR

Tiada kata yang patut kita ucapkan selain bersyukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan ruang dan waktu dalam menjalankan aktivitas sebagai makhluk sosial dimuka bumi ini. Shalawat serta salam tak lupa kita kirimkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, sebagai makhluk yang diutus ke permukaan bumi ini untuk memberikan contoh suri tauladan bagi kita umat manusia.

Tak dapat dipungkiri, Penulis dengan sadar bahwa dalam menyelesaikan tugas akhir ini tidak terlepas dari partisipasi dari berbagai pihak. Baik partisipasi secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah hadir dan membantu dalam setiap permasalahan yang menghampiri, antara lain:

1. Allah SWT, sang khalik yang senantiasa memberi kesehatan dan kesempatan yang tak terhingga.
2. Bapak Drs. Muh. Kasim dan Ibu Hj. St. Harlina selaku orangtua Penulis yang telah memberikan kepercayaan, dukungan dan senantiasa sabar dalam menantikan raihan gelar sarjana Penulis.
3. Komjen Pol. (Purn) Dr. (HC) Syafruddin, M.Si. selaku Ketua Majelis Wali Amanat Universitas Hasanuddin beserta jajaran yang telah memberikan kesempatan dalam menyampaikan aspirasi mahasiswa Universitas Hasanuddin.
4. Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, MA, selaku Rektor Universitas Hasanuddin yang tabah dan sabar dalam menghadapi berbagai kritikan dan masukan dari Penulis dalam menyikapi aspirasi mahasiswa dan permasalahan

kampus.

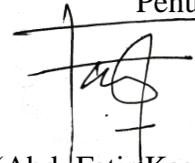
5. Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes, selaku Wakil Rektor III Bidang Kemahasiswaan dan Alumni sekaligus orangtua serta partner diskusi kelembagaan tingkat universitas yang senantiasa konsisten dan menaruh kepercayaan lebih kepada Penulis selama mengurus Organisasi Kemahasiswaan tingkat universitas (BEM-UH).
6. Prof. Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
7. Ir. Mukti Ali, S.T., M.T., Ph.D, selaku Wakil Dekan III Bidang Kemahasiswaan, Alumni dan Kemitraan yang sekaligus partner diskusi dalam mengurus organisasi kemahasiswaan tingkat fakultas (OKFT-UH).
8. Dr. Ir. Saiful, S.T., M.T., IPM., selaku Ketua Departemen Teknik Industri FT-UH sekaligus Sekretaris Kemahasiswaan dimasanya yang telah menjadi partner diskusi dalam urusan kelembagaan mahasiswa tingkat departemen (HMTI FT-UH).
9. Prof Dr. Ir. H. Syamsul Bahri, M.Si., IPU, selaku dosen pembimbing I Penulis yang senantiasa aktif dalam membina baik dalam urusan tugas akhir maupun dalam urusan organisasi kemahasiswaan.
10. Kifayah Amar, ST., M.Sc., Ph.D, selaku dosen pembimbing II Penulis yang senantiasa sabar dalam mengawal penyelesaian tugas akhir Penulis.
11. Pihak perusahaan PT Wijaya Karya Beton, Makassar yang telah memberikan data yang dibutuhkan Penulis untuk diolah dan diberikan solusi.
12. Seluruh dosen Departemen Teknik Industri, bapak dan ibu yang telah bersedia

selama bertahun-tahun dalam meneruskan ilmu pengetahuan yang dimiliki kepada Penulis.

13. Seluruh staf administrasi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Universitas Hasanuddin, bapak dan ibu yang telah bersedia mengurus segala urusan administrasi Penulis mulai dari mahasiswa baru hingga proses penyelesaian tugas akhir.
14. Seluruh jajaran pengurus Kabinet Perubahan Badan Eksekutif Mahasiswa Universitas Hasanuddin (BEM-UH) Periode 2019/2020 yang telah konsisten, kooperatif dalam bekerjasama serta menaruh kepercayaan lebih dalam menahkodai organisasi kemahasiswaan di tingkat universitas yang kembali terbentuk setelah 13 tahun vakum (kosong).
15. Seluruh jajaran pengurus Kabinet Berkarya Senat Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (SMFT-UH) Periode 2018/2019 yang telah kuat dalam setiap kritikan yang hadir demi keberlangsungan organisasi.
16. Seluruh jajaran pengurus Badan Eksekutif Himpunan Mahasiswa Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (HMTI FT-UH) Periode 2017 yang antusias dalam menjalankan program-program kerja inovatif.
17. Seluruh jajaran Anggota Badan Musyawarah IPPM Pangkep Universitas Hasanuddin (BM IPPMP-UH) Periode 2016/2017 yang aktif membantu dalam mengawasi segala aktivitas eksekutif organisasi.
18. Angkatan RAD1ATOR, TEKNIK INDUSTRI 2014, LOG1STIC, ZIGMA yang telah aktif dalam berkomunikasi, baik dalam urusan organisasi maupun emosional.

Gowa, Februari 2021

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Abd. Fatir Kasim', written over a horizontal line.

(Abd. Fatir Kasim)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pengertian Kualitas	6
2.2 Dimensi Kualitas	7
2.3 Faktor – Faktor Mendasar yang Mempengaruhi Kualitas	8
2.4 Pendekatan Pengendalian Kualitas	11
2.5 Strategi Peningkatan Kualitas Produk	14
2.6 Teknik Perbaikan Kualitas	15
2.6.1 <i>Check Sheet</i>	15
2.6.2 Diagram Pareto (<i>Pareto chart</i>)	15
2.6.3 Histogram	16
2.6.4 <i>Fishbone Diagram</i> (Diagram sebab-akibat)	17
2.6.5 Diagram Kendali (<i>control chart</i>)	18

2.6.6 Diagram Alir (<i>Flow chart</i>)	20
2.6.7 Diagram Pencar (<i>Scatter Diagram</i>)	23
2.7 Pengertian Six Sigma	23
2.8 Tahapan Implementasi Pengendalian Kualitas dengan Six Sigma	25
2.9 <i>Failure Mode Effect Analysis</i> (FMEA)	31
2.10 Penelitian Terdahulu	34
BAB III METODE PENELITIAN	38
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	38
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	38
3.3 Sumber Data.....	38
3.4 Jenis Data.....	39
3.5 Metode Analisis	39
3.6 <i>Flow Chart</i> Penelitian	41
3.7 Kerangka Pikir	42
BAB IV PENGOLAHAN DATA	44
4.1 Pengolahan Data	44
4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan	44
4.1.2 Data Produksi dan Produk Cacat.....	44
4.1.3 Pengendalian kualitas dengan menggunakan metode Six Sigma.....	47
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	76
5.1 Tahap <i>Define</i>	76
5.2 Tahap <i>Measure</i>	76
5.3 Tahap <i>Analyze</i>	77
5.4 Tahap <i>Improvement</i>	78
5.4.1 FMEA Berdasarkan <i>Modes of Failure</i> dan Usulan Perbaikan ...	78
5.4.2 Usulan Perbaikan	79
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	82
6.1 Kesimpulan	82
6.2 Saran	83

DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN.....	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh <i>check sheet</i>	15
Gambar 2.2 Contoh Diagram Pareto	16
Gambar 2.3 Contoh Diagram Histogram	17
Gambar 2.4 Contoh Diagram sebab-akibat (<i>fishbone diagram</i>)	18
Gambar 2.5 Contoh Diagram kendali (<i>control chart</i>)	20
Gambar 2.6 Contoh <i>flow chart</i>	22
Gambar 2.7 Contoh Diagram Pencar (<i>scatter diagram</i>)	23
Gambar 2.8 Tahapan DMAIC	25
Gambar 2.9 Diagram SIPOC	26
Gambar 2.10 Contoh Peta Kendali P	28
Gambar 3.1 <i>Flow Chart</i> Penelitian	41
Gambar 3.2 Kerangka Pikir	42
Gambar 4.1 Produk Cacat Kelurusan Tiang (klt)	47
Gambar 4.2 Produk Cacat Lebar Sirip (lsr)	48
Gambar 4.3 Produk Cacat Lengket Kulit (lku)	49
Gambar 4.4 Produk Cacat Gompal (gpl)	50
Gambar 4.5 Produk Cacat Retak (rtk)	50
Gambar 4.6 Produk Cacat Tanda (tnd)	51
Gambar 4.7 Produk Cacat Posisi Plat Sambung (pps)	51
Gambar 4.8 Produk Cacat Penyok (pno)	52
Gambar 4.9 Produk Cacat Posisi Sepatu Pancang (psp)	52
Gambar 4.10 Diagram Pareto Cacat Produk Tiang Pancang Januari 2014 – Desember 2019	53
Gambar 4.11 <i>Control Chart</i> Cacat	57
Gambar 4.12 <i>Control chart</i> Cacat Revisi	62
Gambar 4.13 <i>Fishbone Diagram</i> Untuk Jenis Kecacatan Lebar Sirip, Retak dan Gompal	67

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 1 Menghitung nilai proporsi kerusakan atau cacat	27
Persamaan 2 Menghitung Garis Pusat (<i>central line</i>)	27
Persamaan 3 Menghitung Batas Kendali Atas (<i>upper central line</i>)	27
Persamaan 4 Menghitung Batas Kendali Bawah (<i>lower central line</i>)	28
Persamaan 5 Menghitung DPU (<i>Defect Per Unit</i>).....	29
Persamaan 6 Menghitung DPO (<i>Defect Per Opportunity</i>)	29
Persamaan 7 Menghitung Nilai DPMO (<i>Defects Per Million Opportunities</i>)	29
Persamaan 8 Menghitung Angka Prioritas Resiko (<i>RPN= Risk Priority Number</i>)	34

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beberapa simbol dalam <i>flow chart</i>	20
Tabel 2.2 Tingkat Pencapaian Sigma	30
Tabel 2.3 <i>Rating Severity</i>	32
Tabel 2.4 <i>Rating Occurance</i>	32
Tabel 2.5 <i>Rating Detection</i>	33
Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu	34
Tabel 2.7 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Sekarang	37
Tabel 4.1 Jumlah Produksi dan Jumlah <i>Defect</i> Tahun 2014-2019	45
Tabel 4.2 Penetapan Urutan <i>Critical To Quality</i> Tahun 2014-2019	53
Tabel 4.3 Hasil Rekapitulasi Data Proporsi, CL, LCL dan UCL	55
Tabel 4.4 Hasil Rekapitulasi Data Proporsi, CL, LCL dan UCL Revisi	60
Tabel 4.5 Pengukuran Tingkat <i>Sigma</i>	63
Tabel 4.6 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> Cacat Lebar Sirip	72
Tabel 4.7 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> Cacat Retak	73
Tabel 4.8 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> Cacat Gompal	74
Tabel 4.9 Peringkat RPN Berdasarkan Faktor Manusia, Mesin,dan Material	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel konversi DPMO ke <i>Sigma</i>	86
--	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tujuan suatu industri manufaktur secara umum adalah untuk memproduksi barang agar dapat memperoleh keuntungan serta dapat menyerahkan produk dengan tepat waktu. Selain itu industri manufaktur juga memikirkan bagaimana proses produksi dapat berkembang dan terus berlanjut agar kelangsungan hidup perusahaan tetap terjamin. Saat sekarang ini perusahaan dituntut untuk lebih kompetitif sehingga tetap *survive* dan mampu bersaing merebut pasar yang ada. Oleh karena itu perusahaan harus dapat merencanakan, merumuskan dan menjalankan strategi bisnisnya yang tepat agar mampu konsisten dan bertahan dalam menghadapi persaingan nasional maupun internasional.

Perkembangan zaman yang semakin pesat dengan adanya sektor-sektor industri yang tumbuh dan berkembang di Indonesia yang menawarkan produk untuk menarik minat konsumen. Perkembangan tersebut telah merubah cara pandang konsumen untuk memilih sebuah produk dan jasa. Suatu perusahaan apabila mampu meningkatkan daya saing tinggi tentunya dapat bertahan dengan mengedepankan aspek peningkatan mutu. Menurut Montgomery (1985), kualitas menjadi faktor dasar keputusan konsumen dalam menentukan produk barang dan jasa. Program jaminan kualitas produk yang efektif dapat menghasilkan kenaikan penetrasi pasar dengan produktivitas lebih tinggi.

Menurut Wilfred Singkali, Ketua Umum Asosiasi Perusahaan Pracetak dan Prategang Indonesia (AP3I), mengemukakan bahwa pembangunan infrastruktur sedang gencar-gencarnya dalam beberapa tahun belakangan. Hal ini membuat permintaan terhadap material konstruksi terus bertumbuh. Tak terkecuali yang dialami oleh perusahaan yang bergerak di bidang beton pracetak atau precast. Total kapasitas produksi dari 76 pabrik baru mencapai 34 juta ton. Angka ini naik sekitar 9,7 persen dari tahun 2019 yang ditargetkan mencapai 37 juta ton (akurat.co, 2019). Sehingga, dengan meningkatnya angka

permintaan membuat perusahaan harus tetap menjaga dan meningkatkan kualitas produk yang dimilikinya agar dapat memuaskan kebutuhan pelanggan.

PT Wijaya Karya Beton merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi berbagai macam produk beton pracetak. Perusahaan yang berlokasi di kawasan Industri Makassar (KIMA) ini memiliki visi untuk menjadi perusahaan terkemuka di Indonesia pracetak produk beton. Melihat pangsa pasar dari PT Wijaya Karya Beton ini sudah mencakup wilayah di Asia Tenggara dan mengharuskan perusahaan tetap bisa menjaga kualitas produknya. Akan tetapi, dari banyaknya hasil produksi beton tiang pancang selama beberapa tahun, tercatat masih ditemukan produk yang tidak memenuhi standar yang ditetapkan. Seharusnya sebuah perusahaan yang sudah mencapai pasar Internasional bisa konsisten menjaga kualitas dari produknya. Bahkan masih ditemui produk beton tiang pancang pracetak yang di produksi mengalami kecacatan/kegagalan seperti cacat kelurusan tiang atau cacat lebar sirip. Agar kualitas suatu produk tetap terjaga dengan cara meminimalisir tingkat kecacatan produksi, bisa membuat konsumen merasa puas dan menaruh kepercayaan jangka pendek maupun jangka panjang terhadap produk yang dibeli dan bisa menarik minat dari konsumen baru.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka salah satu metode yang dapat digunakan agar cacat produk di PT Wijaya Karya Beton Makassar dapat dikurangi yaitu dengan metode Six Sigma dengan menggunakan tahapan DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*), dimana pada tahap *define* permasalahan yang terjadi akan diidentifikasi, lalu kinerja prosesnya akan diukur pada tahap *measure*, setelah itu penyebab cacat akan diidentifikasi di tahap *analyze*, lalu usulan perbaikan akan diberikan pada tahap *improve* dan selanjutnya akan dikontrol perkembangannya pada tahap *control* (Gaspersz, 2002). Selain metode Six Sigma, akan digunakan metode Failure Mode Effect Analysis dalam memberikan usulan perbaikan atas penyebab terjadinya kecacatan.

Berdasarkan hal di atas, penelitian ini dilakukan dengan mengambil judul “Usulan Perbaikan Kualitas Proses Produksi Beton Tiang Pancang

Menggunakan Metode *Six Sigma* dan *Failure Mode Effect Analysis*".

1.2 Rumusan Masalah

1. Apa saja jenis cacat yang terjadi pada saat proses produksi beton pracetak tiang pancang di PT Wijaya Karya Beton Makassar?
2. Apakah kualitas produk beton pracetak tiang pancang di PT Wijaya Karya Beton sesuai standar kualitas?
3. Faktor apa saja yang mempengaruhi terjadinya kecacatan?
4. Bagaimana usulan perbaikan proses produksi beton pracetak tiang pancang di PT Wijaya Karya Beton Makassar?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian ini adalah:

1. Untuk mengidentifikasi jenis cacat produk beton pracetak tiang pancang di PT Wijaya Karya Beton Makassar.
2. Untuk mengetahui tingkat kualitas produk beton pracetak tiang pancang berdasarkan level sigma.
3. Untuk mengevaluasi faktor yang mempengaruhi terjadinya kecacatan.
4. Untuk memberikan usulan perbaikan proses produksi beton pracetak tiang pancang di PT Wijaya Karya Beton Makassar.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi, antara lain:

1. Pihak Perusahaan
 - a. Dengan adanya penelitian ini dapat memberikan informasi dan pengetahuan tentang bagaimana Six Sigma memberi manfaat untuk mengendalikan tingkat kerusakan/cacat pada produk yang terjadi pada perusahaan.
 - b. Penelitian ini dapat dijadikan referensi bagi perusahaan untuk mengantisipasi dan mengatasi permasalahan dalam peningkatan kualitas produk.

2. Pihak Akademik
 - a. Sebagai bahan masukan dalam rangka pengembangan wawasan sumber daya manusia untuk bidang ilmu keteknikan khususnya Teknik Industri.
 - b. Penelitian ini dapat menambah referensi tertulis mengenai peningkatan kualitas dengan metode DMAIC.
3. Pihak Penulis
 - a. Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan menambah pengetahuan penulis dalam memahami konsep Six Sigma dan mengidentifikasi akibat yang ditimbulkan di perusahaan.
 - b. Membandingkan teori yang diperoleh di bangku kuliah dengan realita langsung pada saat penelitian diperusahaan.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk memperoleh gambaran yang jelas mengenai penulisan skripsi ini, maka skripsi ini dibagi menjadi enam bab dalam penulisannya, antara lain:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan. Dalam bab ini dibahas tentang masalah yang dihadapi dan tujuan diadakannya penelitian ini.

BAB II TINJUAN PUSTAKA

Berisikan tentang landasan teori berhubungan dengan penelitian ini serta hasil penelitian terdahulu tentang pengendalian kualitas.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan metode-metode penelitian yang berisi tempat dan waktu pengumpulan data, metode pengumpulan data, sumber data, jenis data, diagram alur penelitian, dan kerangka pikir.

BAB IV PENGOLAHAN DATA

Bab ini menampilkan gambaran atau deskripsi objek dari penelitian, analisis data yang diperoleh dan pembahasan tentang hasil analisis.

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan mengenai analisis data serta pembahasan yang teoritis.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Kualitas

Dunia industri tidak lepas dari mutu atau kualitas barang yang menjadi faktor utama bagi konsumen dalam pengambilan keputusan untuk mengonsumsi produk atau jasa. Sebagaimana dijelaskan oleh *American Society for Quality* adalah “keseluruhan fitur dan karakteristik produk atau jasa yang mampu memuaskan kebutuhan yang tampak atau samar”. Oleh karenanya perusahaan selalu berusaha menjaga kualitas produknya agar selalu menghasilkan produk yang baik sehingga dapat menjaga kepuasan konsumen (Heizer & Render, 2011).

Kualitas pada industri manufaktur selain menekankan pada produk yang dihasilkan, juga perlu diperhatikan kualitas pada proses produksi (Ariani, 2003). Bahkan, yang terbaik adalah apabila perhatian pada kualitas bukan pada produk akhir, melainkan proses produksinya atau produk yang masih ada dalam proses (*work in process*), sehingga apabila diketahui ada cacat atau kesalahan masih dapat diperbaiki. Dengan demikian, produk akhir yang dihasilkan adalah produk yang bebas cacat dan tidak ada lagi pemborosan yang harus dibayar mahal karena produk tersebut harus dibuang atau dilakukan pengerjaan ulang. Untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang baik maka kecacatan yang terjadi harus diperkecil. Untuk dapat menyelesaikan masalah cacat produk, tidak semua penyebab dapat di atasi sekaligus, perusahaan harus mampu mengidentifikasi masalah-masalah apa yang perlu diprioritaskan terlebih dahulu. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Menurut Tannady (2015), kualitas dapat diartikan sebagai upaya dari produsen untuk memenuhi kepuasan pelanggan dengan memberikan apa yang menjadi kebutuhan, ekspektasi, dan bahkan harapan dari pelanggan, dimana upaya tersebut terlihat dan terukur dari hasil produk yang dihasilkan.

Sementara itu, menurut Assauri (1998), pengendalian dan pengawasan

adalah kegiatan yang dilakukan untuk menjamin agar kegiatan produksi dan operasi yang dilaksanakan sesuai dengan apa yang direncanakan dan apabila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut dapat dikoreksi sehingga apa yang diharapkan dapat tercapai.

Oleh karena itu, menurut Nur & Suyuti (2017), Pengendalian Kualitas adalah kegiatan untuk memastikan apakah kebijaksanaan dalam hal mutu (standar) dapat tercermin dalam hasil akhir. Dengan perkataan lain pengendalian kualitas merupakan usaha untuk mempertahankan mutu/kualitas dari barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan. Dalam pengendalian kualitas ini semua prestasi barang dicek menurut standar, dan semua penyimpangan-penyimpangan dari standar dicatat serta dianalisa dan semua penemuan-penemuan dalam hal ini dipergunakan sebagai umpan balik (*feedback*) untuk para pelaksana sehingga mereka dapat melakukan tindakan-tindakan perbaikan untuk produksi pada masa-masa yang akan datang. (Eunike, et al., 2017).

Adapun tujuan dari pengendalian kualitas menurut Assauri (1998) adalah:

1. Agar barang hasil produksi dapat mencapai standar kualitas yang telah ditetapkan.
2. Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat menjadi sekecil mungkin.
3. Mengusahakan agar biaya desain dari produk dan proses dengan menggunakan kualitas produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin.
4. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.

Tujuan utama pengendalian kualitas adalah untuk mendapatkan jaminan bahwa kualitas produk atau jasa yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan dengan mengeluarkan biaya yang ekonomis atau serendah mungkin (Assauri, 1998).

2.2 Dimensi Kualitas

Dimensi kualitas sangat mempengaruhi baik atau buruknya sebuah produk. Oleh karena itu, menurut Tannady (2015), dimensi kualitas yaitu:

1. *Performance*

Performa merupakan hal dasar yang dinilai oleh konsumen dalam menggunakan sebuah produk, performa terkait dengan bagaimana produk tersebut mampu berfungsi sesuai dengan desain awalnya.

2. *Reliability*

Realibilitas berkaitan dengan seberapa seringkah produk tersebut mengalami kegagalan dalam menjalankan performa.

3. *Conformance*

Konformansi merupakan seakurat apa atau sekecil apa *gap* antar kesesuaian antara spesifikasi yang ditentukan dengan hasil akhir produk yang dihasilkan. Produk akhir dikatakan semakin baik dimensi konformansi nya apabila semakin sama dengan spesifikasi yang ditentukan awal.

4. *Features*

Features merupakan ukuran kapasitas kemampuan yang dapat dilakukan oleh sebuah produk, misalnya pada sebuah produk memiliki dua fungsi.

5. *Serviceability*

Dalam hal ini, pelayanan yang diberikan produsen kepada konsumen sangat mempengaruhi kualitas sebuah produk.

6. *Durability*

Merupakan ketahanan sebuah produk yang dihasilkan. Bagaimana performa produk tersebut saat mencapai usia yang sudah lama.

7. *Aesthetics*

Estetika merupakan dimensi yang berorientasi visual, yaitu tampilan dari produk. Diantaranya seperti kemasan, warna, bentuk, *style*.

2.3 Faktor-Faktor Mendasar yang Mempengaruhi Kualitas

Pada masa sekarang ini industri disetiap bidang bergantung pada sejumlah besar kondisi yang membebani produksi melalui suatu cara yang tidak pernah dialami dalam periode sebelumnya (Feigenbaum, 1996). Kualitas produk

secara langsung dipengaruhi oleh 9 faktor mendasar. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi, yakni:

1. *Market* (Pasar)

Jumlah produk baru dan baik yang ditawarkan di pasar terus bertumbuh pada laju yang eksplosif. Konsumen diarahkan untuk mempercayai bahwa ada sebuah produk yang dapat memenuhi hampir setiap kebutuhan. Pada masa sekarang konsumen meminta dan memperoleh produk yang lebih baik memenuhi ini. Pasar menjadi lebih besar ruang lingkupnya dan secara fungsional lebih terspesialisasi di dalam barang yang ditawarkan. Dengan bertambahnya perusahaan, pasar menjadi bersifat internasional dan mendunia. Akhirnya bisnis harus lebih fleksibel dan mampu berubah arah dengan cepat.

2. *Money* (Uang)

Meningkatnya persaingan dalam banyak bidang bersamaan dengan fluktuasi ekonomi dunia telah menurunkan batas (marjin) laba. Pada waktu yang bersamaan, kebutuhan akan otomasi dan pemekanisan mendorong pengeluaran mendorong pengeluaran biaya yang besar untuk proses dan perlengkapan yang baru. Penambahan investasi pabrik, harus dibayar melalui naiknya produktivitas, menimbulkan kerugian yang besar dalam memproduksi disebabkan oleh barang afrikan dan pengulangkerjaan yang sangat serius. Kenyataan ini memfokuskan perhatian pada manajer pada bidang biaya kualitas sebagai salah satu dari “titik lunak” tempat biaya operasi dan kerugian dapat diturunkan untuk memperbaiki laba.

3. *Management* (Manajemen)

Tanggung jawab kualitas telah didistribusikan antara beberapa kelompok khusus. Sekarang bagian pemasaran melalui fungsi perencanaan produknya, harus membuat persyaratan produk. Bagian perancangan bertanggung jawab merancang produk yang akan memenuhi persyaratan itu. Bagian produksi mengembangkan dan memperbaiki kembali proses untuk memberikan kemampuan yang cukup dalam membuat produk sesuai dengan spesifikasi rancangan. Bagian pengendalian kualitas

merencanakan pengukuran kualitas pada seluruh aliran proses yang menjamin bahwa hasil akhir memenuhi persyaratan kualitas dan kualitas pelayanan, setelah produk sampai pada konsumen menjadi bagian yang penting dari paket produk total. Hal ini telah menambah beban manajemen puncak, khususnya bertambahnya kesulitan dalam mengalokasikan tanggung jawab yang tepat untuk mengoreksi penyimpangan dari standar kualitas.

4. *Man* (Manusia)

Pertumbuhan yang cepat dalam pengetahuan teknis dan penciptaan seluruh bidang baru seperti elektronika komputer menciptakan suatu permintaan yang besar akan pekerja dengan pengetahuan khusus. Pada waktu yang sama situasi ini menciptakan permintaan akan ahli teknik sistem yang akan mengajak semua bidang spesialisasi untuk bersama merencanakan dan mengoperasikan berbagai sistem yang menjamin sesuatu yang diinginkan.

5. *Motivation* (Motivasi)

Penelitian tentang motivasi manusia menunjukkan bahwa sebagai hadiah tambahan uang, para pekerja masa kini memerlukan sesuatu yang memperkuat rasa keberhasilan di dalam pekerjaan mereka dan pengakuan bahwa mereka secara pribadi memerlukan sumbangan atas tercapainya sumbangan atas tercapainya tujuan perusahaan. Hal ini membimbing ke arah kebutuhan yang tidak ada sebelumnya yaitu pendidikan kualitas dan komunikasi yang lebih baik tentang kesadaran kualitas.

6. *Material* (Bahan)

Disebabkan oleh biaya produksi dan persyaratan kualitas, para ahli teknik memilih bahan dengan batasan yang lebih ketat dari pada sebelumnya. Akibatnya spesifikasi bahan menjadi lebih ketat dan keanekaragaman bahan menjadi lebih besar.

7. *Machine and Mechanization* (Mesin dan Mekanise)

Permintaan perusahaan untuk mencapai penurunan biaya dan volume produksi untuk memuaskan pelanggan telah terdorong penggunaan

perlengkapan pabrik yang menjadi lebih rumit dan tergantung pada kualitas bahan yang dimasukkan ke dalam mesin tersebut. Kualitas yang baik menjadi faktor yang kritis dalam memelihara waktu kerja mesin agar fasilitasnya dapat digunakan sepenuhnya.

8. *Modern Information Method* (Metode Informasi Modern)

Evolusi teknologi komputer membuka kemungkinan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengambil kembali, memanipulasi informasi pada skala yang tidak terbayangkan sebelumnya. Teknologi informasi yang baru ini menyediakan cara untuk mengendalikan mesin dan proses selama proses produksi dan mengendalikan produk bahkan setelah produk sampai ke konsumen. Metode pemrosesan data yang baru dan konstan memberikan kemampuan untuk mengatur informasi yang bermanfaat, akurat, tepat waktu dan bersifat ramalan mendasari keputusan yang membimbing masa depan bisnis.

9. *Mounting Product Requirement* (Persyaratan Proses Produksi)

Kemajuan yang pesat dalam perancangan produk, memerlukan pengendalian yang lebih ketat pada seluruh proses pembuatan produk. Meningkatnya persyaratan prestasi yang lebih tinggi bagi produk menekankan pentingnya keamanan dan keterandalan produk.

2.4 Pendekatan Pengendalian Kualitas

Untuk melaksanakan pengendalian didalam suatu perusahaan maka manajemen perusahaan perlu menerapkan melalui apa pengendalian kualitas tersebut akan dilakukan. Hal ini disebabkan oleh faktor yang menentukan atau berpengaruh terhadap baik dan tidaknya kualitas produk perusahaan akan terdiri dari beberapa macam seperti bahan baku, tenaga kerja, mesin dan peralatan produksi lainnya yang digunakan, dimana faktor tersebut akan mempunyai pengaruh yang berbeda, baik dalam jenis pengaruh yang ditimbulkan maupun besarnya pengaruh yang ditimbulkan (Ahyari, 1985). Dengan demikian agar pengendalian kualitas yang dilaksanakan dalam perusahaan tepat mengenai sasarannya serta meminimalkan biaya

pengendalian kualitas, perlu dipilih pendekatan yang tepat bagi perusahaan, diantaranya:

1. Pendekatan Bahan Baku

Di dalam perusahaan umumnya baik dan buruknya kualitas bahan baku mempunyai pengaruh cukup besar terhadap kualitas produk akhir, bahkan beberapa jenis perusahaan pengaruh kualitas bahan baku yang digunakan untuk melaksanakan proses produksi sedemikian besar sehingga kualitas produk akhir hampir seluruhnya ditentukan oleh bahan baku yang digunakan. Bagi beberapa perusahaan yang memproduksi suatu produk dimana karakteristik bahan baku akan menjadi sangat penting di dalam perusahaan tersebut. Dalam pendekatan bahan baku, ada beberapa hal yang sebaiknya dikerjakan manajemen perusahaan agar bahan baku yang diterima dapat dijaga kualitasnya:

a. Seleksi Sumber Bahan Baku (Pemasok)

Untuk pengadaan bahan baku umumnya perusahaan melakukan pemesanan kepada perusahaan lain (sebagai perusahaan pemasok). Pelaksanaan seleksi sumber bahan baku dapat dilakukan dengan cara melihat pengalaman hubungan perusahaan pada waktu yang lalu atau mengadakan evaluasi pada perusahaan pemasok bahan dengan menggunakan daftar pertanyaan atau dapat lebih diteliti dengan melakukan penelitian kualitas perusahaan pemasok.

b. Pemeriksaan Dokumen Pembelian.

Setelah menentukan perusahaan pemasok, hal berikutnya yang perlu dilaksanakan adalah pemeriksaan dokumen pembelian yang ada. Oleh karena itu dokumen pembelian nantinya menjadi referensi dari pembelian yang dilaksanakan tersebut, maka dalam penyusunan dokumen pembelian perlu dilakukan dengan teliti. Beberapa hal yang diperiksa meliputi tingkat harga bahan baku, tingkat kualitas bahan, waktu pengiriman bahan, pemenuhan spesifikasi bahan.

c. Pemeriksaan Penerimaan Bahan

Apabila dokumen pembelian yang disusun cukup lengkap maka

pemeriksaan penerimaan bahan dapat didasarkan pada dokumen pembelian tersebut. Beberapa permasalahan yang perlu diketahui dalam hubungannya dengan kegiatan pemeriksaan bahan baku didalam gudang perusahaan antara lain rencana pemeriksaan, pemeriksaan dasar, pemeriksaan contoh bahan, catatan pemeriksaan dan penjagaan gudang.

2. Pendekatan Proses Produksi

Pada umumnya pelaksanaan pengendalian kualitas proses produksi di dalam perusahaan dipisahkan menjadi 3 tahap:

a. Tahap Persiapan

Pada tahap ini akan dipersiapkan segala sesuatu yang berhubungan dengan pelaksanaan pengendalian proses tersebut. Kapan pemeriksaan dilaksanakan, berapa kali pemeriksaan proses produksi dilakukan pada umumnya akan ditentukan pada tahap ini.

b. Tahap Pengendalian Proses

Dalam tahap ini, upaya yang dilakukan adalah mencegah agar jangan sampai terjadi kesalahan proses yang mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas produk. Apabila terjadi kesalahan proses produksi maka secepat mungkin kesalahan tersebut diperbaiki sehingga tidak mengakibatkan kerugian yang lebih besar atau barang dalam proses tersebut dikeluarkan dari proses produksi dan diperlukan sebagai produk yang gagal.

c. Tahap Pemeriksaan Akhir

Pada tahap ini merupakan pemeriksaan yang terakhir dari produk yang ada dalam proses produksi sebelum dimasukkan ke gudang barang jadi atau dilempar ke pasar melalui distributor produk perusahaan.

3. Pendekatan Produk Akhir

Pendekatan produk akhir merupakan upaya perusahaan untuk mempertahankan kualitas produk yang dihasilkannya dengan melihat produk akhir yang menjadi hasil dari perusahaan tersebut. Pelaksanaan

pengendalian kualitas dengan pendekatan produk akhir dapat dilakukan dengan cara memeriksa seluruh produk akhir yang akan dikirimkan kepada para distributor atau toko pengecer. Dengan demikian apabila ada produk yang cacat atau mempunyai kualitas dibawah standar yang ditetapkan maka perusahaan dapat memisahkan produk ini dan tidak ikut dikirimkan kepada para konsumen.

Untuk masalah kerusakan produk perusahaan harus mengambil tindakan yang tepat bagi peningkatan kualitas produk akhir serta kelangsungan hidup perusahaan tersebut. Oleh sebab itu perusahaan harus mengumpulkan informasi tentang berbagai macam keluhan konsumen. Kemudian diadakan analisa tentang berbagai kelemahan dan kekurangan produk perusahaan sehingga untuk proses berikutnya kualitas produk dapat lebih dipertanggungjawabkan.

2.5 Strategi Peningkatan Kualitas Produk

Menurut Irwan & Haryono (2015), dalam *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Teoritis dan Aplikatif)* bahwa peningkatan kualitas produk dengan statistika dilaksanakan dengan menggunakan strategi 3 elemen dasar, yang semuanya berfokus pada proses organisasi, yaitu:

1. Perbaikan proses

Strategi ini bertujuan untuk menemukan solusi dengan menghilangkan akar penyebab masalah kinerja usaha dalam mencapai target.

2. Desain ulang proses

Strategi ini bertujuan untuk membangun bisnis yang lebih baik, dengan cara menempatkan suatu proses pada proses yang baru. Strategi ini juga disebut dengan desain statistika, yaitu prinsip statistika digunakan untuk membuat produk atau jasa baru yang berhubungan erat dengan kebutuhan pelanggan, dan divalidasikan dengan data serta pengujian

3. Manajemen proses

Pada strategi manajemen proses, kebijakan organisasi dan

pelaksanaan statistika menjadi bagian yang menyatu dalam menjalankan program peningkatan kualitas produk, yaitu antara lain dengan melakukan perbaikan proses dan desain ulang proses yang dilaksanakan bersamaan dengan alat-alat peningkatan atau perbaikan dengan statistika secara terus-menerus untuk meningkatkan kinerja, daya saing dan probabilitas perusahaan.

2.6 Teknik Perbaikan Kualitas

2.6.1 *Check sheet*

Check sheet adalah alat yang memungkinkan pengumpulan data sebuah proses yang mudah, sistematis, dan teratur. Alat ini berupa lembar kerja yang telah dicetak sedemikian rupa sebagai data dapat dikumpulkan dengan mudah dan singkat (Nurcahyo & MZ, 2013). Menurut Sikumbang & Nasution (2015), dalam menyusun *check sheet* harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- Bentuk lajur-lajur untuk mencatat data dan harus jelas
- Data yang hendak dikumpulkan dan dicatat harus jelas tujuannya
- Kapan data dikumpulkan harus dicantumkan
- Data dikumpulkan secara jujur.

Gambar 2.1 di bawah ini menunjukkan contoh *check sheet* yang digunakan untuk mengumpulkan data cacat per jam.

Defect	Hour								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
A									23
B									19
C									24
D									2
E									9
Total	8	15	10	15	5	9	7	8	77

Gambar 2.1 Contoh *check sheet*

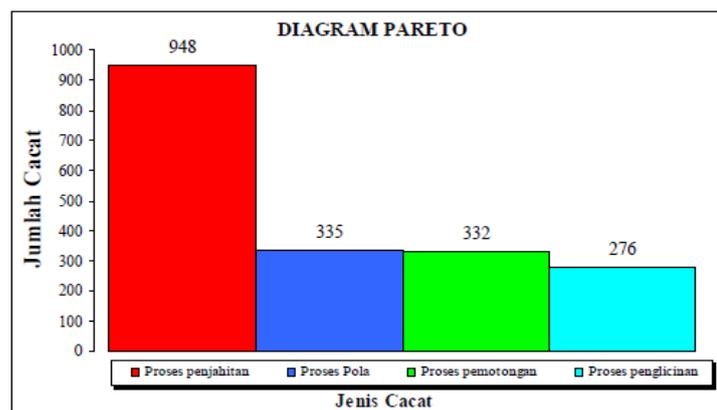
2.6.2 Diagram Pareto (*Pareto chart*)

Diagram Pareto adalah grafik yang digunakan untuk melihat penyebab terbesar suatu masalah. Grafik ini menampilkan distribusi variabel data-data, seperti permasalahan, komplain, penyebab, tipe- tipe

non-conformities. Cara pembuatan diagram Pareto ini adalah dengan menyusun data frekuensi terbanyak hingga data dengan frekuensi terkecil. Biasanya diagram Pareto digunakan sebagai identitas masalah yang paling penting. Dalam diagram Pareto, berlaku aturan 80/20. Artinya, 20% jenis kecacatan dapat menyebabkan 80% kegagalan proses (Nurchahyo & MZ, 2013). Adapun kegunaan diagram Pareto antara lain:

- a. Menunjukkan masalah utama dengan menunjukkan urutan prioritas dari beberapa masalah.
- b. Menyatakan perbandingan masing-masing masalah terhadap keseluruhan.
- c. Menunjukkan tingkat perbaikan setelah tindakan perbaikan pada daerah terbatas
- d. Menunjukkan perbandingan masing-masing masalah sebelum dan sesudah perbaikan

Berikut contoh suatu diagram Pareto pada pemeriksaan Produk celana panjang:



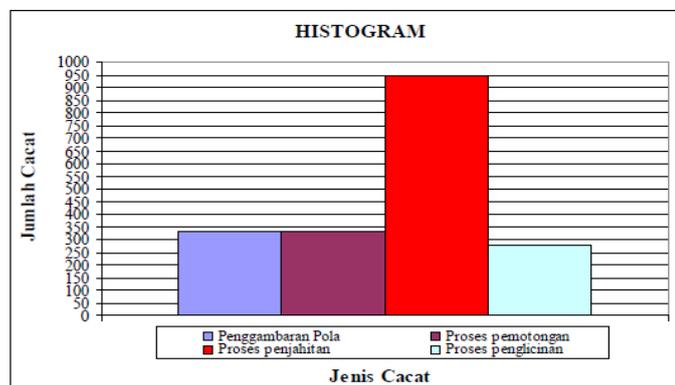
Gambar 2.2 Contoh Diagram Pareto

2.6.3 Histogram

Histogram adalah alat bantu statistik yang memberikan gambaran tentang suatu proses operasi pada satu waktu. Tujuan histogram adalah menentukan penyebaran atau variasi suatu himpunan titik data dalam bentuk grafis. Histogram secara grafik juga memperkirakan kapasitas

suatu proses, beserta hubungannya terhadap spesifikasi dan target. *Tools* ini juga mengindikasikan bentuk populasi dan dapat melihat *gap* antar data. Melalui gambar histogram yang ditampilkan, akan dapat diprediksi hal-hal sebagai berikut (Nurchahyo & MZ, 2013):

- Bila bentuk histogram pada sisi kiri dan kanan dari kelas yang tertinggi berbentuk simetri, maka dapat diprediksi bahwa proses berjalan konsisten. Artinya seluruh faktor pada proses itu memenuhi syarat-syarat yang ditentukan.
- Bila histogram berbentuk sisir, kemungkinan yang terjadi adalah ketidaktepatan pengukuran atau pembulatan nilai data, sehingga berpengaruh pada penetapan batas-batas kelas.
- Bila sebaran data melampaui batas-batas spesifikasi, maka dapat dikatakan bahwa ada bagian dari produk yang tidak memenuhi spesifikasi mutu. Tetapi sebaliknya, bila sebaran data ternyata berada, didalam batas - batas spesifikasi, maka hasil produk sudah memenuhi spesifikasi mutu yang ditetapkan. Berikut ini contoh diagram histogram pada jumlah kecacatan proses pembuatan celana panjang:



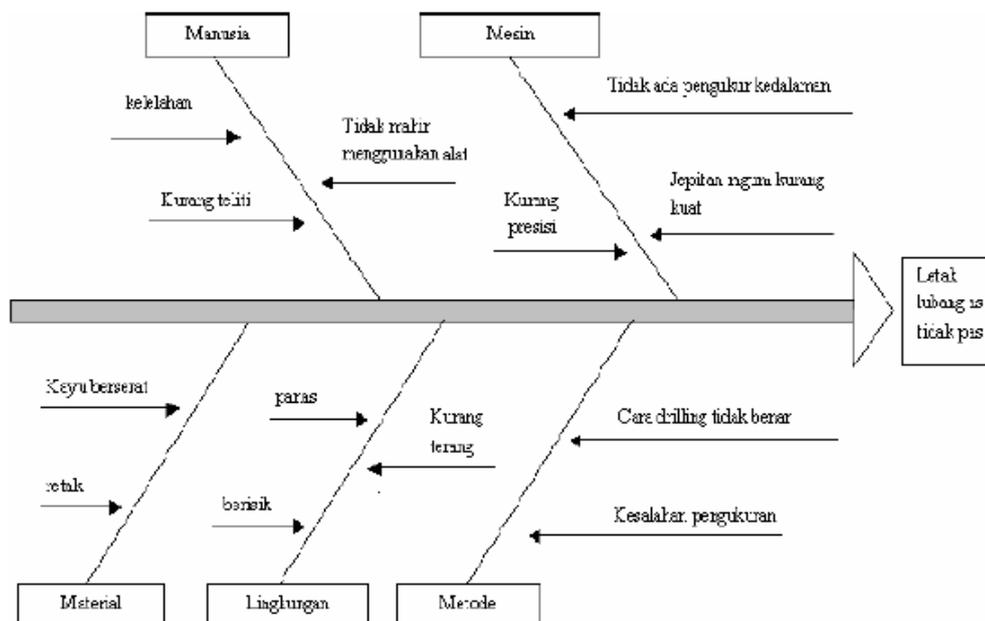
Gambar 2.3 Contoh Diagram Histogram

2.6.4 Fishbone Diagram (Diagram sebab-akibat)

Diagram sebab-akibat (*cause and effect diagram*) atau sering disebut juga sebagai “diagram tulang ikan” (*fishbone diagram*) atau diagram *ishikawa* (*ishikawa diagram*), sesuai dengan nama Prof. Kaoru Ishikawa

dari Jepang yang memperkenalkan diagram ini. Diagram sebab-akibat adalah suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan dilakukan suatu analisis lebih terperinci dalam menemukan penyebab-penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian, dan kesenjangan yang terjadi (Sikumbang & Nasution, 2015).

Diagram sebab-akibat terdiri dari dua sisi. Pada sisi kanan, efek samping, daftar masalah, atau kekhawatiran akan kualitas dipertanyakan. Sementara pada sisi kiri adalah daftar penyebab utama masalah itu. Sisi kanan juga dapat mencakup efek yang diinginkan pengguna untuk dicapai. Yang penting dilakukan adalah penyebab terus-menerus mendefinisikan dan berhubungan satu sama lain (Sikumbang & Nasution, 2015).



Gambar 2.4 Contoh Diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*)

2.6.5 Diagram Kendali (*control chart*)

Peta kontrol pertama kali diperkenalkan oleh DR. Walter Andrew Shewhart dari *Bell Telephone Laboratories*, Amerika pada tahun 1924 dengan maksud untuk menghilangkan variasi tidak normal melalui

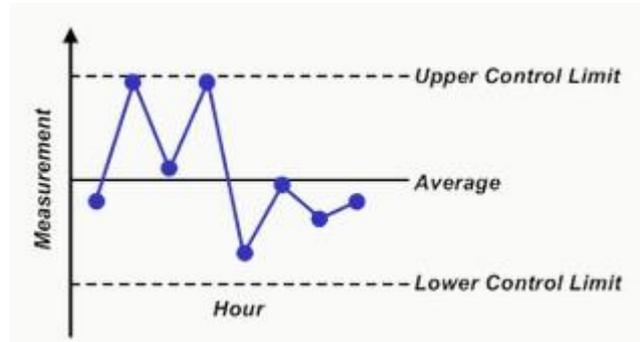
pemisahan variasi yang disebabkan oleh faktor khusus dari variasi yang disebabkan oleh penyebab umum. Pada dasarnya peta kontrol dipergunakan untuk:

- a. Menentukan apakah suatu proses berada dalam pengendalian *statistical*.
- b. Memantau proses secara terus menerus sepanjang waktu agar proses tetap stabil secara *statistical* dan hanya mengandung variasi penyebab umum.
- c. Menentukan kemampuan proses (proses *capability*).

Control chart selalu terdiri dari tiga garis horisontal, yaitu:

- a. *Center Line* (CL), garis yang menunjukkan nilai tengah (*mean*) atau nilai rata-rata dari karakteristik kualitas yang di-plot-kan pada peta kendali.
- b. *Upper Control Limit* (UCL), garis di atas garis pusat yang menunjukkan batas kendali atas.
- c. *Lower control limit* (LCL), garis di bawah garis pusat yang menunjukkan batas kendali bawah. Garis-garis tersebut ditentukan dari data historis, terkadang besarnya UCL dan LCL ditentukan oleh *confidence interval* dari kurva normal.
- d. Tebaran nilai-nilai karakteristik kualitas yang menggambarkan keadaan dari proses. Jika semua nilai-nilai yang ditebarkan (diplot) pada peta itu berada didalam batas-batas kontrol tanpa memperlihatkan kecenderungan tertentu, maka proses berlangsung dianggap sebagai keadaan terkontrol.

Gambar 2.5 di bawah ini menunjukkan contoh diagram kendali (*control chart*).



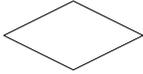
Gambar 2.5 Contoh Diagram kendali (*control chart*)

2.6.6 Diagram Alir (*Flow chart*)

Flow Chart merupakan penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan prosedur suatu program (Sutedja, 2015). Setiap orang yang bertanggung jawab untuk memperbaiki suatu proses haruslah mengetahui seluruh langkah dalam proses tersebut.

Tabel 2.1 Beberapa simbol dalam *flow chart*

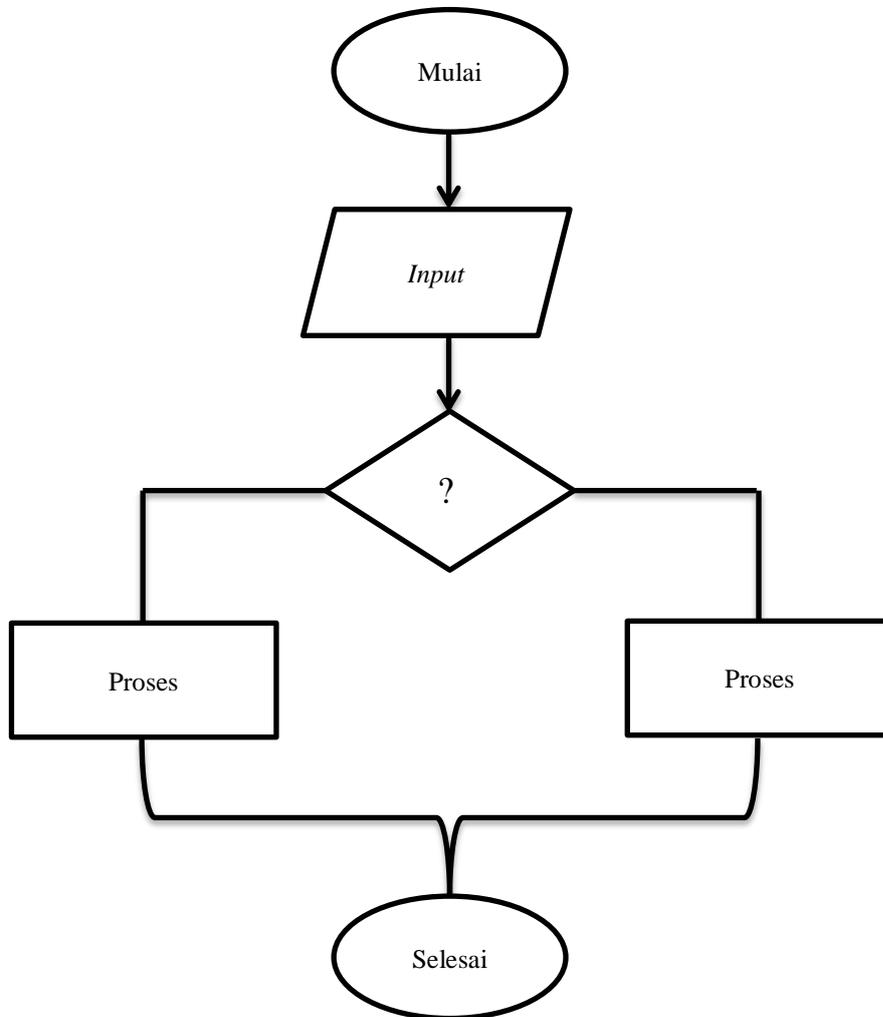
Simbol	Nama Simbol	Fungsi
	Terminator	Simbol untuk menunjukkan awal atau akhir dari aliran proses. Umumnya, diberi kata-kata 'Start', 'End', 'Mulai', atau 'Selesai'
	<i>Process</i>	Simbol untuk menunjukkan sebuah langkah proses atau operasi. Umumnya, menggunakan kata kerja dalam deskripsi yang singkat dan jelas

	<p><i>Connector</i></p>	<p>Tanda panah yang menunjukkan arah aliran dari satu proses ke proses yang lain</p>
	<p><i>Decision</i></p>	<p>Simbol untuk menunjukkan sebuah langkah pengambilan keputusan. Umumnya, menggunakan bentuk pertanyaan, dan biasanya jawabannya terdiri dari 'yes' dan 'no' atau 'ya' dan 'tidak' yang menentukan bagaimana alur dalam <i>flowchart</i> berjalan selanjutnya berdasarkan kriteria atau pertanyaan tersebut</p>
	<p><i>Document</i></p>	<p>Simbol untuk menunjukkan proses atau keberadaan dokumen</p>
	<p><i>Sub-process</i></p>	<p>simbol untuk menunjukkan bahwa dalam langkah yang dimaksud terdapat <i>flowchart</i> lain yang menggambarkan langkah tersebut lebih rinci</p>
	<p><i>Input/output</i></p>	<p>simbol untuk menunjukkan data yang menjadi <i>input</i> atau <i>output</i> proses</p>
	<p><i>Connector (on- page)</i></p>	<p>simbol untuk menunjukkan hubungan simbol dalam <i>flowchart</i> sebagai pengganti garis untuk menyederhanakan bentuk saat simbol yang akan dihubungkan jaraknya berjauhan dan rumit jika dihubungkan dengan garis.</p>

	<p><i>Off-page connector</i></p>	<p>Fungsinya sama dengan <i>Connector</i>, akan tetapi digunakan untuk menghubungkan simbol - simbol yang berada pada halaman yang berbeda. Label untuk <i>Connector</i> dapat menggunakan huruf dan <i>Off - page Connector</i> menggunakan angka</p>
---	----------------------------------	--

Sumber: Sutedja, 2015

Berikut adalah contoh diagram alir (*flow chart*).

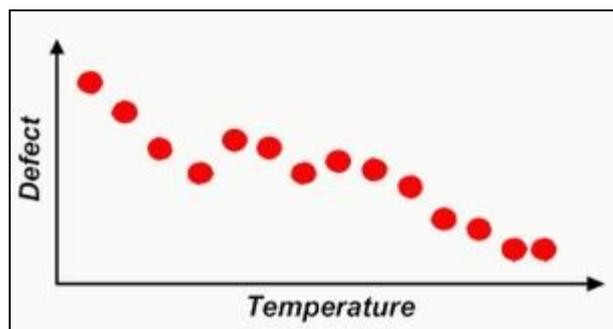


Gambar 2.6 Contoh *flow chart*

2.6.7 Diagram Pencar (*Scatter Diagram*)

Scatter diagram ini adalah gambaran yang menunjukkan kemungkinan hubungan (korelasi) antara pasangan dua macam variabel. Walaupun terdapat hubungan, namun tidak berarti bahwa satu variabel menyebabkan timbulnya variabel yang lain. *Scatter diagram* biasanya menjelaskan adanya hubungan anatara dua variabel dan menunjukkan keeratan hubungan tersebut yang diwujudkan sebagai koefisien korelasi (Juran & Gryna, 1993).

Melalui penggambaran data ke diagram pencar, dapat dilakukan analisis lebih lanjut, sejauh mana antara faktor X dan Y memiliki korelasi, yang dalam hal ini direpresentasikan sebagai nilai r (*rho*), yaitu nilai yang menunjukkan tingkat keeratan hubungan antar faktor tersebut. Dikatakan kedua faktor itu berhubungan sangat erat bila nilai *rho* mendekati angka +1. Disamping itu, juga akan dapat disimpulkan kecenderungan arah korelasi tersebut (positif atau negatif). (Nurchahyo & MZ, 2013).



Gambar 2.7 Contoh Diagram Pencar (*scatter diagram*)

2.7 Pengertian Six Sigma

Menurut Irwan & Haryono (2015), dalam *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Teoritis dan Aplikatif)*, Six Sigma adalah suatu alat manajemen baru yang berfokus terhadap pengendalian kualitas dengan mendalami sistem produksi perusahaan secara keseluruhan. Memiliki tujuan untuk menghilangkan cacat produksi, memangkas waktu pembuatan produk, dan menghilangkan biaya.

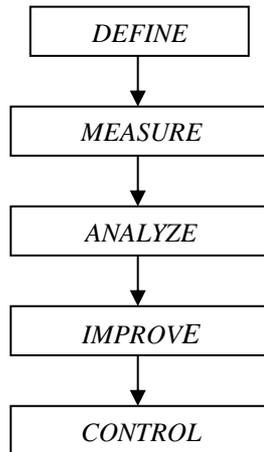
Six Sigma juga disebut sistem komprehensif, yaitu sistem strategis, disiplin ilmu, dan alat untuk mencapai dan mendukung kesuksesan bisnis. Six Sigma disebut strategi karena berfokus pada peningkatan kepuasan pelanggan, disebut disiplin ilmu karena mengikuti model formal yaitu DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) dan alat karena digunakan bersamaan dengan yang lainnya seperti diagram Pareto dan histogram. Kesuksesan peningkatan kualitas dan kinerja bisnis, tergantung dari kemampuan untuk mengidentifikasi dan memecahkan masalah. Kemampuan ini adalah hal fundamental dalam filosofi Six Sigma (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2002).

Six Sigma dalam pelaksanaannya menunjukkan hal-hal yang penting yang perlu diperhatikan dalam mengontrol kinerja proses, yaitu:

- a. Menggunakan isu biaya, *cycle time* dan isu bisnis lainnya sebagai bagian yang harus diperbaiki.
- b. Six Sigma berfokus pada penggunaan alat untuk mencapai hasil yang terukur.
- c. Six Sigma memadukan semua tujuan organisasi dalam satu kesatuan. Kualitas hanyalah salah satu tujuan, dan tidak berdiri sendiri atau lepas dari tujuan bisnis lainnya.
- d. Six Sigma menciptakan agen perubahan (*change agent*) yang bukan bekerja di Departemen Kualitas. *Green belt* adalah para operator yang bekerja pada proyek *Six Sigma* sambil mengerjakan tugasnya.

Akhirnya Six Sigma berperan penting dalam proses pengendalian kualitas dan berfokus pada penggunaan alat khususnya peta kendali untuk mengukur kinerja proses dalam mencapai hasil atau *output* yang terukur (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2002).

2.8 Tahapan Implementasi Pengendalian Kualitas dengan Six Sigma



Gambar 2.8 Tahapan DMAIC

Tahapan yang paling penting di *Six Sigma* yaitu DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, and Control*):

1. *Define*

Menurut Sikumbang & Nasution (2015) tujuan *define* adalah untuk mengidentifikasi produk atau proses yang akan diperbaiki dan menentukan sumber-sumber apa yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek. Sebelum menentukan dan melangkah ke proses *define*, terlebih dahulu menentukan *potential project* yang layak dilakukan. Adapun tahapan dalam *define*:

a. Membuat diagram alir dari proses

b. Membangun *team charter*

Identifikasi masalah, tujuan *project*, pembatasan *project*, pengembangan *project*

c. Proses *mapping*

Membuat gambaran proses dan fungsi yang terkait dengan *project*. Tools yang biasa digunakan adalah diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) yang digunakan untuk menunjukkan aktivitas mayor, atau sub-proses dalam sebuah proses bisnis, bersama-sama dengan kerangka kerja proses, yang disajikan dalam *Supplier, Input, Process, Output, Customer*.

1) *Suppliers*

Merupakan orang atau kelompok orang yang memberikan informasi kunci, material, atau sumber daya lain kepada proses. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub-proses, maka sub-proses sebelumnya dapat dianggap sebagai pemasok internal.

2) *Input*

Merupakan segala sesuatu yang diberikan dari *supplier* seperti material yang selanjutnya akan diproses.

3) *Process*

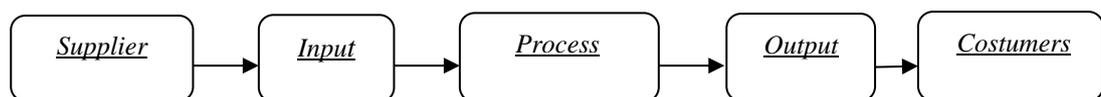
Merupakan serangkaian kegiatan untuk mengolah *input* yang memiliki suatu nilai tambah yang selanjutnya bisa disebut dengan hasil atau *output*.

4) *Output*

Merupakan hasil dari sebuah proses baik berupa barang atau jasa bisa berupa barang jadi (*final product*) atau barang setengah jadi.

5) *Costumer*

Merupakan orang, kelompok, atau sub-proses yang menerima *output*. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub-proses, maka sub-proses sesudahnya dapat dianggap sebagai internal (*internal costumers*).



Gambar 2.9 Diagram SIPOC

2. *Measure* (Pengukuran)

Measure merupakan tindak lanjut dari langkah *define* dan merupakan sebuah jembatan untuk langkah selanjutnya. Menurut Ekoanindiyo (2014), langkah *measure* memiliki dua sasaran utama, yaitu:

- a. Mendapatkan data untuk memvalidasi dan mengkuantifikasi masalah
- b. Mulai menyentuh fakta dan angka-angka yang memberikan petunjuk

tentang akar masalah.

Tahap ini bertujuan mengukur kinerja proses yang ada dan membandingkannya dengan target melalui cara memvalidasi permasalahan, mengukur/menganalisis permasalahan terkait data yang ada. Dalam *measure* ada beberapa tahapan yaitu:

- a. Menentukan karakteristik kualitas, merupakan kategori cacat yang berpotensi untuk menyebabkan produk yang dihasilkan akan cacat.
- b. Membuat sebuah peta kendali untuk mengetahui seberapa stabil/terkendali proses produksi dalam menjaga kualitasnya atau seberapa terkendali/stabil dalam memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan perusahaan.

Adapun tahapannya yaitu:

- 1) Menghitung nilai proporsi kerusakan atau cacat

$$p = \frac{np}{n} \quad (1)$$

Dimana,

p = Proporsi

np = Jumlah cacat

n = Jumlah produksi

- 2) Menghitung Garis Pusat (*central line*)

$$CL = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (2)$$

Dimana,

CL = *Central Line*

$\sum np$ = Total Jumlah Cacat

$\sum n$ = Total Jumlah Produksi

- 3) Menghitung Batas Kendali Atas (*upper central line*)

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

Dimana,

\bar{p} = CL

n = Jumlah Produksi

4) Menghitung Batas Kendali Bawah (*lower central line*)

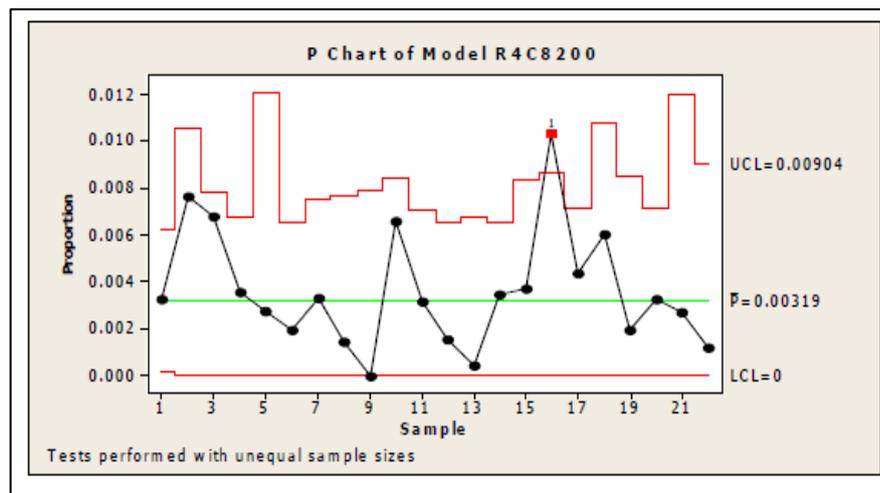
$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} \quad (4)$$

Dimana,

\bar{p} = CL

n = Jumlah Produksi

Adapun contoh penggunaan peta kendali seperti pada **Gambar 2.10** berikut:



Gambar 2.10 Contoh Peta Kendali P

c. Pengukuran Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses merupakan suatu analisis variabilitas relatif terhadap persyaratan atau spesifikasi produk serta untuk membantu pengembangan produksi dalam menghilangkan atau mengurangi banyak variabilitas yang terjadi. Kapabilitas proses ini merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang diterapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan (Gaspersz, 2002).

Suatu proses dikatakan memiliki kemampuan yang baik jika penyebaran variasi alami sesuai dengan penyebaran batas yang

ditentukan. Jadi, bila rasio kisaran yang ditentukan dengan batas kontrol lebih besar dari satu. Dengan kata lain, rasio berikut harus lebih besar dari 1:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{UCL - LCL} = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

Dimana:

USL : *Upper Specification Limit*

LCL : *Lower Spesification Limit*

S : Standar deviasi proses = R / d2

Pengukuran kapabilitas proses dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran tingkat Six Sigma, seperti pada persamaan berikut:

- 1) Menghitung DPU (*Defect Per Unit*), jumlah *defect* per unit.

$$\frac{\text{Total Cacat}}{\text{Total Produksi}} \quad (5)$$

- 2) Menghitung DPO (*Defect Per Opportunity*), jumlah cacat yang disesuaikan dengan kesempatan cacat per unit.

$$\frac{\text{DPU}}{\text{Kemungkinan banyaknya jenis cacat}} \quad (6)$$

- 3) Menghitung Nilai DPMO (*Defects Per Million Opportunities*),

$$\text{DPO} \times 1.000.000 \quad (7)$$

- 4) Mengkonversikan hasil perhitungan DPMO untuk mendapatkan nilai *sigma*

Dalam Six Sigma dikenal kata DPMO yaitu peluang cacat per satu juta produk (Pyzdek & Keller, 2003). Sebuah peluang cacat itu sendiri mempunyai tiga variabel penting yaitu:

- a) Suatu bagian dari suku cadang yang diproduksi terdapat perbedaan dengan spesifikasi (produk cacat)
- b) Jumlah tempat pada suku cadang yang mungkin dapat menimbulkan

cacat

- c) Dan setiap langkah produksi yang dapat menyebabkan satu atau lebih cacat pada suku cadang yang diproduksi.

Dalam Gaspersz (2007), dikatakan pencapaian tingkat sigma sebagai berikut:

Tabel 2.2 Tingkat Pencapaian Sigma

Tingkat Pencapaian Sigma	DPMO (<i>Defect Per Million Uppertunities</i>)
1-sigma	690.000 (sangat tidak kompetitif)
2-sigma	308.537 (rata-rata industri di Indonesia)
3-sigma	66.807 (rata-rata industri di Indonesia)
4-sigma	6.210 (rata-rata industri USA)
5-sigma	233 (rata-rata Industri Jepang)
6-sigma	3.4 (industri kelas dunia)

Sumber : (Gaspersz V. , 2007)

3. *Analyze*

Analyze (analisa) merupakan langkah ketiga dalam program peningkatan kualitas Six Sigma, pada tahapan ini dilakukan beberapa hal (Susetyo, Winarni, & Hartanto, 2011):

- a. Menentukan stabilitas dan kemampuan dari proses
- b. Menentukan target-target kinerja dari karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan dalam proyek Six Sigma
- c. Mengidentifikasi sumber-sumber akar penyebab kecacatan atau kegagalan.

4. *Improve*

Tahap improve atau tahap perbaikan berkaitan dengan penentuan dan implementasi solusi-solusi berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan sebelumnya pada tahap *analyze* (Gaspersz, 2002).

5. *Control*

Control merupakan tahapan terakhir dalam proyek peningkatan kualitas Six Sigma. Tim Six Sigma kepada pemilik atau penanggung jawab proses, yang berarti proyek Six Sigma berakhir pada tahapan ini. Selanjutnya, proyek-proyek Six Sigma pada area lain dalam proses atau organisasi bisnis

ditetapkan sebagai proyek-proyek baru yang harus mengikuti siklus DMAIC (Gaspersz, 2002).

2.9 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah teknik rekayasa yang digunakan untuk mendefinisikan, mengidentifikasi masalah, kesalahan, dan sebagainya dari sistem, desain, proses, dan/atau jasa sebelum suatu produk atau jasa diterima oleh konsumen (Adianto, Yuniati, & Mayangsari, 2015). FMEA digolongkan menjadi dua jenis yaitu:

- a. Desain FMEA yaitu alat yang digunakan untuk memastikan bahwa *potential failure modes*, sebab dan akibatnya telah diperhatikan terkait dengan karakteristik desain, digunakan oleh *Desaign Responsible Engineer/Team*.
- b. *Process* FMEA yaitu alat yang digunakan untuk memastikan bahwa *potential failure modes*, sebab dan akibatnya telah diperhatikan terkait dengan karakteristik prosesnya, digunakan oleh *Manufacturing Engineer/Team*.

Menurut Gaspersz (2002), berikut ini adalah langkah dalam membuat FMEA:

- 1) Mengidentifikasi proses produk
- 2) Mendaftarkan masalah-masalah potensial yang dapat muncul
- 3) Menilai masalah untuk *Severity* (kerumitan), *Occurance* (probabilitas kejadian) dan *Detection* (detektabilitas) berdasarkan pengamatan atau dengan metode *Brainstorming* sehingga penilaian bersifat kualitatif.
- 4) Menghitung *Risk Priority Number* (RPN) dan tindakan-tindakan prioritas
- 5) Melakukan tindakan-tindakan untuk mengurangi resiko

FMEA digunakan untuk mengidentifikasi mode kegagalan, mode kegagalan termasuk dalam kecacatan atau kegagalan (*defect*) dalam desain, kondisi di luar batas spesifikasi, atau perubahan dalam produk yang mengganggu fungsi produk. Faktor-faktor didefinisikan sebagai berikut:

- a. Pengaruh buruk (*Severity*): estimasi atau perkiraan subyektif tentang bagaimana buruknya pengguna akhir akan merasakan akibat dari kegagalan. *Rating* keparahan diberi nilai pada skala 1 hingga 10, dengan 10 dinyatakan sebagai tingkat yang paling parah, dan 1 menyatakan efek yang paling minimal. *Rating severity* dapat dilihat pada **Tabel 2.3** berikut:

Tabel 2.3 Rating Severity

Ranking	Kriteria
1	Pengaruh buruk dapat diabaikan tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kinerja produk. Pengguna akhir mungkin tidak akan memerhatikan kecacatan atau kegagalan ini.
2 3	Pengaruh buruk yang ringan atau sedikit. Akibat yang ditimbulkan hanya bersifat ringan. Pengguna akhir tidak akan merasakan perubahan kinerja. Perbaikan dapat dikerjakan pada saat pemeliharaan reguler.
4 5 6	Pengaruh buruk yang moderat. Pengguna akhir merasakan penurunan kinerja atau penampilan, namun masih berada dalam batas toleransi. Perbaikan yang dilakukan tidak akan mahal, jika terjadi <i>downtime</i> hanya dalam waktu singkat.
7 8	Pengaruh buruk yang tinggi. Pengguna akhir akan merasakan akibat buruk yang tidak akan diterima, berada diluar batas toleransi. Akibat akan terjadi tanpa pemberitahuan atau peringatan terlebih dahulu, <i>downtime</i> akan berakibat biaya yang sangat mahal. Penurunan kinerja dalam area yang berkaitan dengan peraturan pemerintah, namun tidak berkaitan dengan keamanan dan keselamatan.
9 10	Masalah keselamatan keamanan potensial. Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya yang dapat terjadi tanpa pemberitahuan atau peringatan terlebih dahulu. Bertentangan dengan hukum.

Sumber: (Gaspersz, 2002)

- b. *Occurance*: kesempatan atau peluang bahwa salah satu penyebab spesifik atau mekanisme menghasilkan mode kegagalan. Pengurangan atau penghapusan pada terjadinya peringkat tidak harus datang dari alasan apapun kecuali perubahan langsung dalam desain. *Rating occurence* diberi nilai pada skala 1 hingga 10, dengan 10 dinyatakan sebagai penyebab kegagalan yang paling sering terjadi, dan 1 menyatakan situasi yang jarang atau tidak pernah terjadi. *Rating occurence* dapat dilihat pada **Tabel 2.4** berikut:

Tabel 2.4 Rating Occurance

Ranking	Kriteria	Tingkat Kegagalan
1	Tidak mungkin bahwa penyebab ini yang mengakibatkan mode kegagalan	1 dalam 1.000.000

Ranking	Kriteria	Tingkat Kegagalan
2 3	Kegagalan akan terjadi	1 dalam 20.000 1 dalam 4.000
4 5 6	Kegagalan agak mungkin terjadi	1 dalam 1.000 1 dalam 400 1 dalam 80
7 8	Kegagalan sangat mungkin terjadi	1 dalam 40 1 dalam 20
9 10	Hampir dapat dipastikan kegagalan akan terjadi	1 dalam 8 1 dalam 2

Sumber: (Gaspersz, 2002)

- c. *Detection* : ukuran relatif dari penilaian kemampuan desain kontrol untuk mendeteksi potensi penyebab atau modus kegagalan selama sistem operasi. *Rating detection* diberi nilai pada skala 1 hingga 10, dengan 10 mengimplikasikan sebagai metode pencegahan tidak efektif, dan 1 menyatakan bahwa metode pencegahan sudah efektif. *Rating* efektivitas dapat dilihat pada **Tabel 2.5** berikut:

Tabel 2.5 Rating Detection

Ranking	Kriteria	Tingkat Kejadian
1	Metode pencegahan sangat efektif	1 dalam 1.000.000
2 3	Kemungkinan bahwa penyebab terjadi adalah rendah	1 dalam 20.000 1 dalam 4.000
4 5 6	Kemungkinan penyebab terjadi bersifat moderat. Metode pencegahan atau deteksi masih memungkinkan kadang-kadang penyebab itu terjadi	1 dalam 1.000 1 dalam 400 1 dalam 80
7 8	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi sangat tinggi. Metode pencegahan atau deteksi kurang efektif karena penyebab masih berulang kembali	1 dalam 40 1 dalam 20

Ranking	Kriteria	Tingkat Kejadian
9 10	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi sangat tinggi. Metode pencegahan atau deteksi tidak efektif. Penyebab akan selalu terjadi kembali	1 dalam 8 1 dalam 2

Sumber: (Gaspersz, 2002)

- d. Angka Prioritas Resiko (RPN= *Risk Priority Number*): hasil perkiraan antara ranking pengaruh buruk (*severity*), rangking kemungkinan dan ranking efektifitas. Namun, untuk mendapatkan *risk priority number* (RPN), *severity* (S), *occurence* (O), dan *detection* (D) harus dikalikan yang ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$RPN = S \times O \times D \quad (8)$$

Kemudian, nilai RPN untuk setiap mode kegagalan adalah peringkat untuk mengetahui kegagalan dengan risiko yang lebih tinggi. Angka ini digunakan untuk mengidentifikasi risiko yang serius, sebagai petunjuk ke arah perbaikan.

2.10 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan Penulis dalam melakukan penelitian sehingga Penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Dari penelitian terdahulu, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian penulis. Namun penulis mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penerima penulis. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan penulis:

Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti / Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Diniaty (2016)	Analisis Kecacatan Produk Tiang Listrik Beton Menggunakan Metode <i>Seven Tools</i> dan <i>New Seven Tools</i> (Studi Kasus: PT. Kunango Jantan)	Permasalahan pada perusahaan ini yaitu masih banyak terdapat jumlah produk cacat dan gagal (<i>reject</i>) ketika dalam proses produksinya. Berdasarkan pengolahan data diperoleh bahwa perbaikan produk <i>reject/gagal</i> yang diprioritaskan untuk perbaiki adalah kategori pecah dengan

			persentasi sebanyak 35,97 %, kategori keropos/bolong sebesar 35,25 % dan kategori tipis sebelah sebesar 12,95 %. Adapun solusi yang diusulkan kepada pihak manajemen perusahaan adalah dengan memeriksa dan merawat mesin atau <i>tools</i> yang digunakan secara berkala, meningkatkan kualitas bahan baku, memperbaiki lingkungan kerja, meningkatkan sumber daya manusia (SDM) dengan melakukan pelatihan dan membuat SOP pada setiap stasiun serta unit kegiatan kerja.
2.	Fansuri (2018)	Analisis produk cacat beton tiang listrik dengan menggunakan metode <i>Six Sigma</i> dan metode kaizen	Penelitian ini mengkaji <i>quality control</i> dari perusahaan terkhusus pada produk beton pracetak tiang listrik. Pada tahapan <i>measure</i> berdasarkan diagram Pareto kecacatan yang memiliki persentase dominan selama 7 tahun terakhir adalah cacat retak, lebar sirip dan lengket kulit. Hasil perhitungan DPMO sebesar 24,3 yang level sigma berada di 5,88. Pada tahapan <i>analyze</i> diketahui faktor penyebabnya berasal dari kurang pengawasan, perawatan yang kurang terhadap mesin dan peralatan yang sudah tua, serta bahan baku yang kurang terkontrol. Kemudian pada tahap <i>improve</i> diberikan sebuah usulan perbaikan dengan metode kaizen 5w+1h.
3.	Indriyawati dan Adistana (2018)	Analisis pengendalian kualitas produk tiang pancang menggunakan metode <i>Six Sigma</i>	Hasil penelitian menunjukkan level <i>sigma</i> pengendalian kualitas tiang pancang pada proses produksi di PT. Varia Usaha Beton mencapai nilai 3.74 sigma. Jenis cacat terbesar berupa gupil (47.06%), keropos (31.37%), patah (9.8%), retak (5.88%), dan ukuran (5.88%). Faktor penyebab cacat produk meliputi: faktor tenaga kerja, bahan baku, mesin, metode, dan lingkungan. Upaya perbaikan yang harus dilakukan meliputi: seleksi dan pelatihan tenaga kerja, serta peningkatan pengawasan kinerja tenaga kerja. Melakukan pengawasan dan pengecekan lebih optimal terhadap mutu bahan baku, tempat penyimpanan, dan prosedur penyimpanan. Inovasi teknologi cetakan dan mesin produksi, serta memperhatikan kebersihannya. Perbaikan sop/standar operational prosedur dan <i>checklist</i> , serta perbaikan tempat produksi.
4.	Thariq (2020)	Analisis Penyebab Terjadinya Produk Gagal pada <i>Spunpile</i> di PT XYZ Menggunakan Metode FMEA dan FTA	Metode FMEA ini digunakan untuk mengetahui faktor penyebab mana yang memiliki resiko terbesar yang menyebabkan produk gagal. Faktor yang memiliki resiko lebih besar dicari akar permasalahannya sehingga nantinya perusahaan dapat meminimalisir terjadinya produk gagal. <i>Risk</i>

			<p><i>Priority Number (RPN)</i> merupakan angka yang menunjukkan bahwa resiko dari suatu penyebab berdasarkan <i>severity</i>, <i>occurance</i>, dan <i>detection</i> dari tiap-tiap faktor penyebab yang ada. Pada tabel berikut ini disajikan perhitungan <i>Risk Priority Number (RPN)</i> pada FMEA. Berdasarkan nilai RPN pada tabel, didapatkan bahwa nilai tertinggi ada pada faktor cuaca mengubah sifat material. Faktor inilah yang akan dicari akar permasalahannya menggunakan metode <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>.</p>
--	--	--	---

Pada penelitian yang berjudul “*Analisis Kualitas Produk Beton Tiang Pancang Menggunakan Metode Six Sigma dan Failure Mode Effect Analysis*” yang berlokasi di PT WIKA Beton, Makassar bertujuan untuk mengetahui jenis cacat, mengidentifikasi tingkat kualitas produk serta mengevaluasi faktor yang mempengaruhi kecacatan pada produk tiang pancang. Permasalahan pada perusahaan ini masih ditemui produk cacat/gagal pada saat proses produksi. Tercatat produksi tiang pancang memiliki rata-rata nilai *sigma* 5,87 dengan nilai rata-rata DPMO sebesar 6 (*defects per million opportunity*) dengan persentase kecacatan tertinggi merujuk dari nilai *Critical to Quality* adalah jenis cacat lebar sirip 21,1 %. Pengaruh ini muncul bersumber dari 3 faktor yaitu faktor manusia, mesin dan material. Sebelumnya dilokasi yang sama Peneliti Ilham Fansuri ditahun 2018 telah melakukan penelitian khusus produk pracetak tiang listrik dengan menggunakan metode Six Sigma dan FTA. Kemudian tahun 2020 Peneliti Abd. Fatir Kasim fokus meneliti produk lain di PT Wijaya Karya Beton yaitu produk beton pracetak tiang pancang dengan menggunakan metode Six Sigma dan FMEA. Hal ini tentu memberikan keuntungan kepada pihak perusahaan dalam upaya melakukan perbaikan, meningkatkan kualitas serta mengurangi jumlah cacat berbagai jenis produk beton pracetak.

Perbedaan antara penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang, dapat dilihat pada **Tabel 2.7** dibawah ini:

Tabel 2.7 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Sekarang

Peneliti (Terdahulu)		Peneliti (Sekarang)	
Diniaty (2016)	<ul style="list-style-type: none"> - Produk beton tiang listrik, - Metode <i>Seven Tools</i> dan <i>New Seven Tools</i>, - Berlokasi di PT. Kunango Jantan. 	Kasim (2021)	<ul style="list-style-type: none"> - Produk beton tiang pancang, - Metode <i>Six Sigma</i> dan FMEA - Berlokasi di PT WIKA Beton, Makassar
Fansuri (2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Produk beton tiang listrik, - Metode <i>Six Sigma</i> dan FTA, - Berlokasi di PT WIKA Beton Makassar 		
Indriyawati dan Adistana (2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Produk beton tiang pancang, - Metode <i>Six Sigma</i>, - Berlokasi di PT Varia Usaha Beton 		
Thariq (2020)	<ul style="list-style-type: none"> - Produk <i>Spunpile</i> / tiang pancang bulat, - Metode FMEA dan FTA 		