

ANALISA PENGENDALIAN MUTU PRODUK BOX CULVERT DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA

Saifudin Bahrud

Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: saifudinbahrud@mhs.unesa.ac.id

Mas Suryanto HS

Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: massuryantohs@unesa.ac.id

Abstrak

Pada umumnya box culvert merupakan beton bertulang pra cetak yang berbentuk segi empat mempunyai spigot dan soket. Fungsi dari spigot dan soket agar box culvert kedap air atau eksfiltrasi dan akan tetap menyatu walaupun terjadi pergeseran tanah, karena itulah mutu sangat diperhatikan. Untuk menghasilkan kualitas produk yang maksimal perlu adanya metode pengendalian mutu, guna meningkatkan kualitas produksi. Perbaikan kualitas terhadap produksi harus dilakukan terus menerus agar meminimalisir kecacatan produk. Salah satu metode yang bisa digunakan untuk mengendalikan kualitas serta mengatasi banyak cacat produk yaitu dengan metode six sigma.

Tujuan penelitian ini adalah menjelaskan proses six sigma untuk proses produksi box culvert di PT. Karya Utama Beton sampai pada tahap improve. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Sebuah penelitian yang memberikan pemecahan masalah dengan pengumpulan data dan analisis statistik untuk menentukan sumber-sumber variasi dan cara-cara untuk memecahkan masalah. Ada pun cara yang digunakan adalah dengan memakai cara survey.

Tahap-tahap dalam penelitian ini adalah tahap define, tahap measure, tahap analyze dan tahap improve. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi pengendalian kualitas pada proses produksi box culvert pada tahap Define terdiri dari: retak, gupil, patah, dan keropos. Pada tahap Measure diagram kontrol P-Chart menunjukkan bahwa proporsi kecacatan berada pada batas kendali sedangkan dari perhitungan DPMO senilai 13444, memiliki level sigma sebesar 3,69. Tahap Analyze jika dilihat dari analisis diagram pareto dan diagram fishbone didapatkan bahwa penyebab kecacatan box culvert retak dan patah karena faktor metode, gupil dan keropos karena faktor manusia. Pada tahap Improve usulan yang diberikan adalah melakukan pelatihan untuk tenaga kerja, melakukan pembaruan cetakan dan pemeliharaan mesin secara rutin, melakukan pengawasan yang lebih teliti terhadap kinerja tenaga kerja dan melakukan perbaikan serta melengkapi SOP pada proses produksi.

Kata Kunci: Box Culvert, Metode Six Sigma, Pengendalian Mutu

Abstract

In general box culvert is a rectangular pre-cast concrete that has spigot and socket. The function of the spigot and socket for the box culvert are watertight and maintains the shape despite soil friction, which is why the quality is highly regarded. To produce the maximum product quality need a quality control method, in order to improve the quality of production. Improvement of quality to production must be done continuously for minimize product defect. One of method that can be used to control quality and overcome many product defect is by six sigma method.

The purpose of this research is to explain process of six sigma for process of box culvert production at PT. Karya Utama Beton until the improve phase. This research uses quantitative descriptive method. A study that provides problem solving with data collection and statistical analysis to determine sources of variation and ways to solve problems. It is uses a survey method.

The phases in this research are define phase, measure phase, analyze phase and improve phase. The results showed that the implementation of quality control on the production process box culvert at Define phase consists of cracked, chunk, broken, and porous. At the Measure phase the P-Chart control chart shows that the proportion of disability is at the control limit while the DPMO calculation of 13444 has a sigma level of 3.69. Analyze phase when viewed from analysis of pareto diagram and fishbone diagram it is found that the cause of box culvert defect are cracked and broken due to method factor, chunk and porous due to human factor. At the Improve phase, the proposes are to conduct training for the workforce, do regular updates of mold and machine maintenance, do more rigorous supervision of labor performance and make improvements and complete SOP in the production process.

Keywords: Box Culvert, Six Sigma Method, Quality Control.

PENDAHULUAN

Perkembangan perbaikan infrastruktur dibidang perbaikan saluran atau *drainase* sangat pesat. Oleh karena itu perusahaan bersaing dalam menghasilkan produk yang lebih unggul seperti meningkatkan kualitas

produk. oleh karena itu dilakukan pengendalian kualitas. Untuk menekan angka kecacatan produk.

Six Sigma DMAIC merupakan salah satu metode yang cukup popular untuk prinsip-prinsip pengendalian kualitas. Penggunaan metode ini bertujuan untuk menekan angka kecacatan bahkan menghilangkan angka

kecacatan selama proses produksi. Tahapan metode *six sigma* terdiri dari lima fase meliputi *define, measure, analyze, improve, dan control*.

PT. Karya Utama Beton merupakan industri yang bergerak dalam bidang box culvert dengan berbagai macam ukuran dimensi. Namun pada setiap tahap produksinya tidak lepas dari kemungkinan terjadinya produk rusak atau cacat. Sementara penerapan metode *six sigma* ditargetkan dapat memperbaiki produk cacat hingga mencapai angka kecacatan 0.0003% bahkan 0%. Oleh karena itu, pada PT. Karya Utama Beton perlu dilakukan penelitian dan analisis pengendalian kualitas produk *box culvert* menggunakan metode *Six Sigma*.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan dalam penelitian ini adalah bagaimana implementasi pengendalian kualitas yang dilakukan oleh perusahaan *box culvert* menggunakan metode *six sigma*.

Tujuan dari penelitian ini adalah Sesuai dengan rumusan masalah yang telah dijabarkan diatas, maka tujuan yang ingin dicapai oleh penulis adalah Menjelaskan proses *Six sigma* untuk proses produksi *box culvert* di PT. Karya Utama Beton sampai pada tahap *improve*.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, khususnya untuk perusahaan bagaimana penggunaan metode *six sigma* sampai pada tahap *improve* dari lima tahapan *six sigma* untuk pengendalian mutu produksi *box culvert* di PT. Karya Utama Beton, universitas dengan adanya mahasiswa yang melakukan penelitian, maka akan menambah relasi antar instansi, dan bagi peneliti menambah wawasan dalam menganalisis dan memecahkan suatu masalah khususnya tentang pengendalian kualitas atau mutu.

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Produk yang akan diambil sampelnya adalah produk *box culvert* dengan dimensi 80 x 80.
2. Data yang dipergunakan adalah data pada saat penelitian yaitu pada bulan Juli sampai dengan November 2017.
3. Penelitian hanya dilakukan diperusahaan PT. Karya Utama Beton.
4. Penelitian ini hanya dilakukan sampai dengan tahap *improve* karena keterbatasan waktu penelitian.

Menurut Suyadi Prawirosentono (2007:5), pengertian kualitas adalah “keadaan fisik, fungsi, dan sifat suatu produk bersangkutan yang dapat memenuhi selera dan kebutuhan konsumen dengan memuaskan sesuai nilai uang yang telah dikeluarkan”.

Kualitas yang baik menurut produsen adalah produk yang memiliki spesifikasi yang sesuai dengan yang telah ditentukan oleh perusahaan. Untuk itu perusahaan juga harus memperhatikan keinginan konsumen, karena

dengan memperhatikan keinginan konsumen sebuah perusahaan akan dapat bersaing dengan perusahaan yang lain. Dalam ISO 8402, pengertian kualitas adalah keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar. Istilah kebutuhan diartikan sebagai spesifikasi yang tercantum dalam kontrak maupun kriteria-kriteria yang harus didefinisikan terlebih dahulu.

Pengendalian mutu ialah semua fungsi atau kegiatan yang harus dilakukan untuk mencapai sasaran perusahaan dalam hal mutu barang atau jasa yang diproduksi. Pada beberapa perusahaan fungsi ini sangat luas dan sering melibatkan banyak karyawan, sedangkan pada perusahaan lain kadang-kadang hanya terbatas pada kegiatan pemeriksaan.

Six sigma adalah suatu sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, memberi dukungan, dan memaksimalkan proses usaha, yang berfokus pada pemahaman dan kebutuhan pelanggan dengan fakta, data dan analisis statistik serta terus menerus memperhatikan pengaturan, perbaikan dan mengkaji ulang proses usaha (Miranda, 2002).

Tiang pancang adalah jenis pondasi dalam yang merupakan bagian dari struktur bangunan dan dirancang untuk menahan beban struktur. *Precast Prestress concrete Pile* merupakan jenis tiang pancang dari beton prategang yang dilengkapi dengan gaya prategang menggunakan baja peugat dan kabel kawat.

Box culvert merupakan beton bertulang pra cetak yang berbentuk segi empat mempunyai *spigot* dan *socket*. Fungsi dari spigot dan socket adalah dimana *box culvert* kedap terhadap masuknya air tanah atau eksfiltrasi, yang akan tetap menyatu walaupun terjadi pergeseran tanah. Kegunaan *box culvert* pada umumnya digunakan pada saluran *drainase* ukuran besar seperti pada jembatan.

METODE

Jenis penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif sebuah penelitian yang memberikan pemecahan masalah dengan pengumpulan data dan analisis statistik untuk menentukan sumber-sumber variasi dan cara-cara untuk memecahkan masalah. Ada pun cara yang digunakan adalah dengan memakai cara *survey*.

Lokasi Penelitian

Tempat yang diambil sebagai penelitian adalah tempat yang digunakan dalam melakukan penelitian untuk memperoleh data yang diinginkan. Penelitian ini bertempat di PT. KARYA UTAMA BETON Menganti Gresik Jawa Timur.

Populasi dan Sampel

Populasi box culvert dalam penelitian ini yang mengalami rusak/cacat selama bulan Juli sampai november 2017 dengan jumlah rata-rata per hari sebanyak 32 unit. Dalam penelitian ini, pengambilan sampel menggunakan teknik purposive sampling. Purposive sampling merupakan pengambilan sampel secara sengaja sesuai dengan persyaratan sampel yang diperlukan. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah produk box culvert yang mengalami cacat fisik.

Variabel Penelitian dan Definisi Oprasional

1. Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah produksi box culvert yang mengalami cacat fisik meliputi cuil, kropos dan retak.

2. Variabel terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah analisa pengendalian mutu produk *box culvert* menggunakan metode *six sigma*.

Instrumen Penelitian

Instrumen dalam penelitian yang digunakan untuk pengumpulan data ini antara lain:

1. Lembar wawancara

Lembar wawancara ini berupa lembar yang berisi pertanyaan dan jawaban seputar penerapan *six sigma* untuk pengendalian kualitas mutu *box culvert*.

2. Lembar observasi

Lembar observasi mempunyai arti mengumpulkan data secara langsung dilapangan berupa tabel yang berisi mengenai spesifikasi produk.

3. *Check sheet*

Check sheet berupa tabel yang berisi spesifikasi produk, tanggal produksi, tanggal uji kuat tekan silinder, nomor produksi, nilai *slump test*, dan uji kuat tekan silinder.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Wawancara

Metode wawancara ini berisi pertanyaan-pertanyaan dan jawaban untuk mendapatkan informasi dan data dengan bertanya jawab secara langsung pada orang yang mengetahui tentang objek yang diteliti.

2. Observasi

Observasi atau mengumpulan data secara langsung dilapangan yaitu berupa pengamatan cara kerja pegawai yang ada, mengamati proses produksi dari awal sampai akhir.

3. Dokumentasi

Metode dokumentasi yaitu dengan mempelajari dokumen-dokumen perusahaan yang berupa laporan kegiatan produksi, laporan jumlah produksi dan jumlah produk cacat.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan untuk penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. *Define*

Pada tahap *define* hal-hal yang dilakukan adalah mengidentifikasi masalah penyebab pada produk *box culvert*, kemudian mendefinisikan rencana tindakan yang harus dilakukan berdasarkan hasil observasi dan analisis penelitian, dan yang terakhir pada tahap *define* menetapkan sasaran dan tujuan untuk meningkatkan kualitas *six sigma* berdasarkan hasil observasi.

2. *Measure*

Pada tahap *measure* dilakukan pengendalian kualitas secara statistik berdasarkan validitas dan kualifikasi dalam masalah dan peluang hasil observasi. Meliputi mencari nilai *mean*, menentukan nilai LCL (*lower critical limits*) dan UCL (*upper critical limits*), menentukan nilai DPU, menentukan nilai DPMO, dan mengkonversi nilai DPMO kedalam nilai *six sigma*.

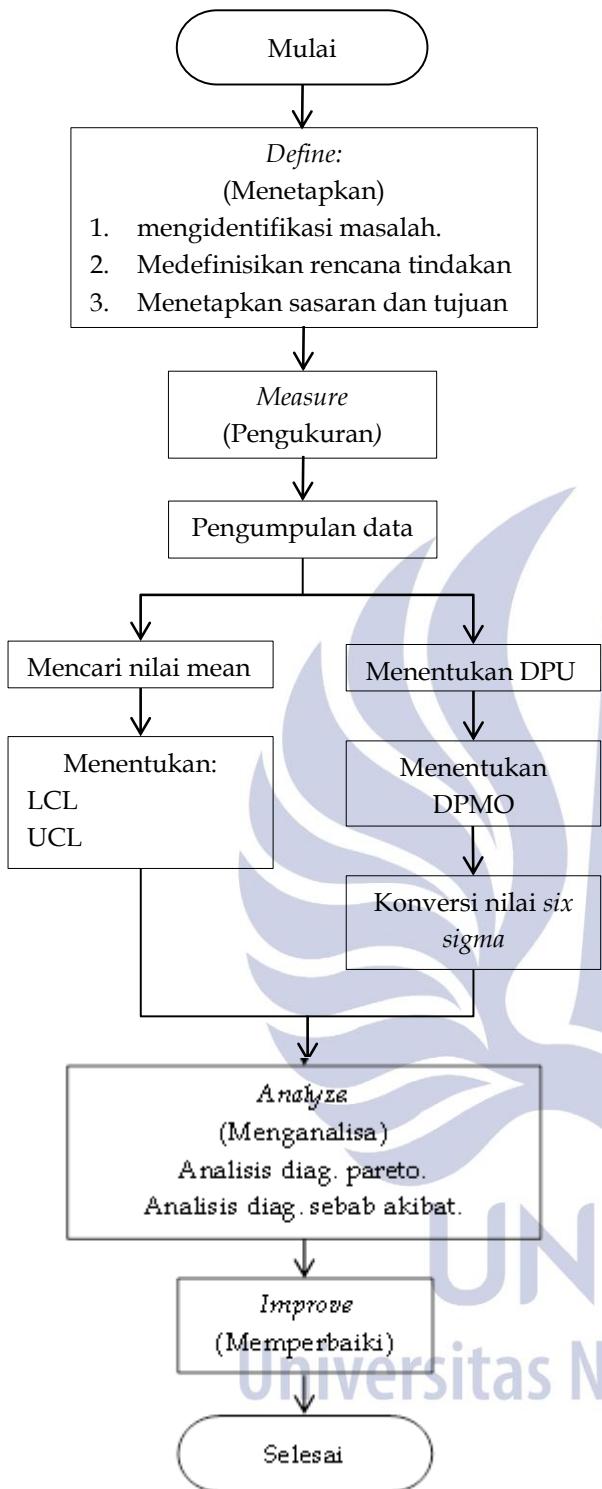
3. *Analyze*

Setelah mendapatkan hasil data diagram P-chart dan nilai konversi *six sigma* lalu dilanjutkan pada tahap *analyze*. Dalam tahap ini meliputi analisis diagram pareto guna pengolahan data untuk mengetahui persentase kerusakan. kemudian dilanjutkan dengan mengidentifikasi diagram sebab akibat untuk mengetahui hubungan antara permasalahan yang ditinjau dan faktor-faktor dari penyebab kerusakan produk pada *box culvert*.

4. *Improve*

Tahap ini menentukan rekomendasi suatu ulasan perbaikan untuk meningkatkan kualitas, kemudian mengimplementasikan tindakan perbaikan untuk menghilangkan akar-akar penyebab masalah dan mencegah agar tidak terulang kembali dimasa mendatang.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar *flow chart* Rancangan Penelitian dibawah ini:



Gambar 1. Bagan rancangan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Definisi Perusahaan

PT. Karya Utama Beton memiliki bahan baku produksi berupa beton ready mix, besi tulangan. Pada proses produksi produk box culvert menggunakan bantuan mesin, seperti vibrator. Serta alat berat untuk pengangkatan produk jadi. Proses produksi box culvert

secara garis besar terdiri dari tahap persiapan bahan baku, tahap pembersihan tempat produksi (cetakan), tahap perakitan tulangan dan penyetelan tempat cetakan, tahap pengecoran, tahap pemasatan dan tahap pengentasan produk jadi box culvert dari cetakan.

Tahap Define

Berdasarkan dari data yang dimiliki oleh perusahaan dan pengamatan yang sudah dilakukan dapat disimpulkan penyebab dari kecacatan suatu produk. Beberapa penyebab seperti retak yang terjadi pada permukaan box culvert tidak boleh lebih dari L (lebar) retak $> 0,25$ mm dan P (panjang) retak > 400 mm. Jika L (lebar) retak $< 0,25$ mm dan P (panjang) retak < 400 mm masih dalam batas ketentuan syarat atau produk cacat bisa direpair. Gupil yang terjadi pada permukaan box culvert tidak boleh melebihi batas toleransi yaitu $2 \text{ mm} < \text{gupil} \leq 30 \text{ mm}$. jika permukaan box culvert gupil $< 2 \text{ mm}$ masih dalam batas toleransi atau produk cacat bisa direpair. Namun jika cacat sampai tulangan produk direject.

Jenis cacat paling fatal dari box culvert adalah saat produk patah. Pada jenis cacat ini, produk box culvert akan langsung direject. Keropos yang terjadi pada box culvert tidak boleh melewati batas toleransi yaitu L (lebar) kropos $> 2 \text{ mm}$ dan/ atau P (panjang) kropos $> 100 \text{ mm}$. jika cacat keropos tidak sampai tulangan maka produk cacat dapat direpair. Namun jika cacat sampai tulangan produk direject.

Tahap Measure

A. Analisis diagram control P-Chart

Tabel 1. Data jumlah sampel dan produk cacat.

Tanggal	Jumlah Produksi	Jumlah Produk Cacat
31 JULI 2017	32	2
1 AGUST 2017	32	2
2 AGUST 2017	32	2
3 AGUST 2017	32	2
4 AGUST 2017	32	2
5 AGUST 2017	32	2
4 SEPT 2017	35	2
5 SEPT 2017	35	2
6 SEPT 2017	35	1
7 SEPT 2017	35	2
9 SEPT 2017	35	2
10 SEPT 2017	35	2
9 OKT 2017	40	2
10 OKT 2017	40	2
11 OKT 2017	40	3
12 OKT 2017	40	2
13 OKT 2017	40	2
20 NOV 2017	32	2
21 NOV 2017	32	1
22 NOV 2017	32	1
23 NOV 2017	32	1
24 NOV 2017	32	2
Jumlah	762	41

1. Menghitung *mean* (CL).

$$CL = P = \frac{\sum np}{\sum n}$$

$$CL = \frac{41}{762} = 0.054$$

2. Menghitung proporsi cacat produk (p).

$$p = \frac{np}{n}$$

Proporsi kecacatan dihitung per tanggal pengambilan sampel produksi sebagai berikut:

Proporsi I, tanggal 31 Juli 2017

$$p = \frac{2}{32} = 0.063$$

3. Menentukan batas kendali atas (UCL).

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

$$= 0.063 + 3 \sqrt{\frac{0.063(1-0.063)}{32}} = 0.078327$$

Batas kendali atas dihitung per tanggal pengambilan sampel produksi.

4. Menentukan batas kendali bawah (LCL).

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

$$= 0.063 - 3 \sqrt{\frac{0.063(1-0.063)}{32}} = -0.029284$$

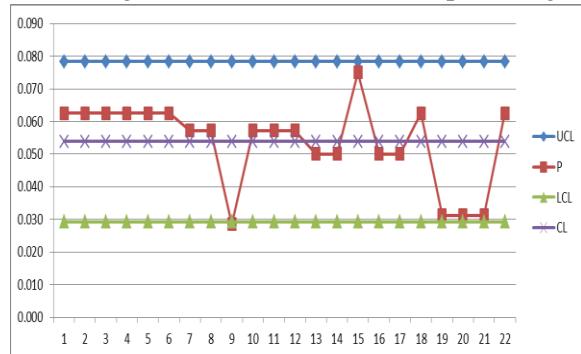
Batas kendali bawah dihitung per tanggal pengambilan sampel produksi.

Batas kendali bawah dihitung per set pengambilan sampel produksi.

Tabel 2. Tabel Hasil Perhitungan p, UCL, CL, dan LCL.

No Produksi	Tanggal	Jumlah Produk yang Diteliti	Jumlah Produk Cacat	Mean	Upper Control Limit (UCL)	Lower Control Limit (LCL)	Control Limit
		(n)	(np)	(P)			
1	31 JULI 2017	32	2	0.063	0.078	0.029	0.054
2	1 AGUST 2017	32	2	0.063	0.078	0.029	0.054
3	2 AGUST 2017	32	2	0.063	0.078	0.029	0.054
4	3 AGUST 2017	32	2	0.063	0.078	0.029	0.054
5	4 AGUST 2017	32	2	0.063	0.078	0.029	0.054
6	5 AGUST 2017	32	2	0.063	0.078	0.029	0.054
7	4 SEPT 2017	35	2	0.057	0.078	0.029	0.054
8	5 SEPT 2017	35	2	0.057	0.078	0.029	0.054
9	6 SEPT 2017	35	1	0.029	0.078	0.029	0.054
10	7 SEPT 2017	35	2	0.057	0.078	0.029	0.054
11	9 SEPT 2017	35	2	0.057	0.078	0.029	0.054
12	10 SEPT 2017	35	2	0.057	0.078	0.029	0.054
13	9 OKT 2017	40	2	0.050	0.078	0.029	0.054
14	10 OKT 2017	40	2	0.050	0.078	0.029	0.054
15	11 OKT 2017	40	3	0.075	0.078	0.029	0.054
16	12 OKT 2017	40	2	0.050	0.078	0.029	0.054
17	13 OKT 2017	40	2	0.050	0.078	0.029	0.054
18	20 NOV 2017	32	2	0.063	0.078	0.029	0.054
19	21 NOV 2017	32	1	0.031	0.078	0.029	0.054
20	22 NOV 2017	32	1	0.031	0.078	0.029	0.054
21	23 NOV 2017	32	1	0.031	0.078	0.029	0.054
22	24 NOV 2017	32	2	0.063	0.078	0.029	0.054
JUMLAH		762	41	0.054			

Berikut diagram *control P-Chart* hasil perhitungan:



Gambar 4.3 Diagram control P-chart.

Dari **gambar 4.3** diagram kontrol *P-chart* di atas dapat dilihat bahwa data yang diperoleh keseluruhan berada dalam batas kendali yang telah ditetapkan. Dari data tersebut menunjukkan pengendalian dari kecacatan masih dalam keadaan stabil sehingga proses pengendalian produksi atau perbaikan produk cacat dapat dilakukan dengan hanya mengurangi variasi penyebab cacat *box culvert*.

B. Pengukuran DPMO dan Level *sigma*

- Perhitungan *Defect per Unit* (DPU).

$$DPU = \frac{\text{Jumlah produk cacat}}{\text{Jumlah produk yang diteliti}}$$

$$DPU = \frac{2}{32} = 0.0625$$

Nilai DPU dihitung per nomor produksi.

- Perhitungan *Defect per Opportunity* (DPO).

$$DPO = \frac{DPU}{CTQ}$$

$$DPO = \frac{0.0625}{4} = 0.0156$$

Nilai DPO dihitung per nomor produksi.

- Perhitungan *Defect per Million Opportunity* (DPMO).

$$DPMO = DPO \times 1000000$$

$$DPMO = 0.0156 \times 1000000 = 15625$$

Nilai DPMO dihitung per nomor produksi.

- Konversi DPMO ke level *Sigma*.

Dari perhitungan DPMO didapat hasil bahwa nilai DPMO nomor produksi 1 sebesar 15625 dan berada pada level *sigma* 3,65.

Level *sigma* ini diperoleh dengan interpolasi berdasarkan tabel konversi *sigma* antara DPMO 12200 dengan level *sigma* 3,75 dan DPMO 16800 dengan level *sigma* 3,625.

Level *sigma* ditentukan per nomor produksi.

Berikut adalah tabel konversi DPMO menjadi *Sigma* untuk nomor produksi 1:

Tabel 4.4 Tabel Hasil Perhitungan Perhitungan DPU, DPO, DPMO, dan Konversi *sigma*

Nomor	Jumlah Produk Cacat	Jumlah Produk yang Diteliti	DPU	DPO	DPMO	SIX SIGMA
1	2	32	0.0625	0.0156	15625	3.65
2	2	32	0.0625	0.0156	15625	3.65
3	2	32	0.0625	0.0156	15625	3.65
4	2	32	0.0625	0.0156	15625	3.65
5	2	32	0.0625	0.0156	15625	3.65
6	2	32	0.0625	0.0156	15625	3.65
7	2	35	0.0571	0.0143	14286	3.69
8	2	35	0.0571	0.0143	14286	3.69
9	1	35	0.0286	0.0071	7143	3.95
10	2	35	0.0571	0.0143	14286	3.69
11	2	35	0.0571	0.0143	14286	3.69
12	2	35	0.0571	0.0143	14286	3.69
13	2	40	0.0500	0.0125	12500	3.74
14	2	40	0.0500	0.0125	12500	3.74
15	3	40	0.0750	0.0188	18750	3.58
16	2	40	0.0500	0.0125	12500	3.74
17	2	40	0.0500	0.0125	12500	3.74
18	2	32	0.0625	0.0156	15625	3.65
19	1	32	0.0313	0.0078	7813	3.91
20	1	32	0.0313	0.0078	7813	3.91
21	1	32	0.0313	0.0078	7813	3.91
22	2	32	0.0625	0.0156	15625	3.65
jumlah	41	762				
rata-rata			0.0538	0.0134	13444	3.69

Tahap Analyze

Tahap ini menggunakan bantuan alat ukur berupa diagram *pareto* dan diagram *fishbone*.

1. Diagram *pareto*

Dalam penyusunan diagram *pareto*, penyebab kecacatan produk dihitung persentasenya. Lalu diurutkan dari persentase terbesar hingga terkecil dalam bentuk histogram/grafik. Sehingga kita dapat melihat dengan mudah urutan tingkat proporsi kecacatan produk *box culvert*.

Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase kecacatan sebagai berikut:

$$\text{Perhitungan} = \frac{\text{Jumlah produk cacat}}{\text{Jumlah keseluruhan produk cacat}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan persentase seluruh angka kecacatan sebagai berikut:

a. Perhitungan cacat gupil

$$\text{Perhitungan} = \frac{19}{41} \times 100\% = 46.34\%$$

b. Perhitungan cacat retak

$$\text{Perhitungan} = \frac{12}{41} \times 100\% = 29.27\%$$

c. Perhitungan cacat keropos

$$\text{Perhitungan} = \frac{6}{41} \times 100\% = 14.63\%$$

d. Perhitungan cacat patah

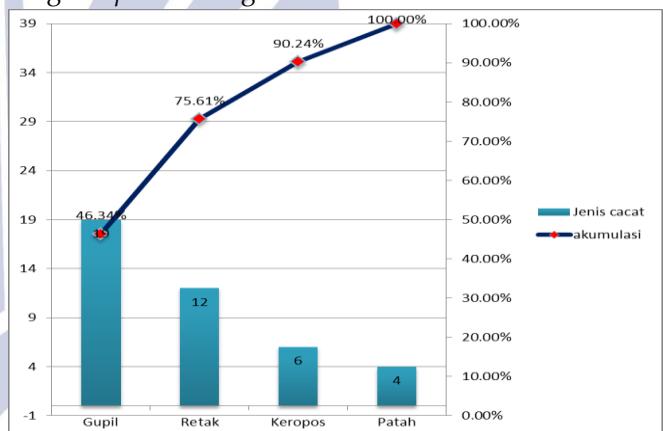
$$\text{Perhitungan} = \frac{4}{41} \times 100\% = 9.76\%$$

Hasil perhitungan digambarkan ke dalam tabel sebagai berikut:

No	Jenis Cacat	Jumlah	Persentase	Persentase Kumulatif
1	Gupil	19	46.34%	46.34%
2	Retak	12	29.27%	75.61%
3	Keropos	6	14.63%	90.24%
4	Patah	4	9.76%	100.00%
	jumlah	41	100.00%	

Tabel 4.4 Persentase Kecacatan dan Persentase Kumulatif.

Hasil perhitungan digambarkan ke dalam diagram *pareto* sebagai berikut:



Gambar 4.4 Diagram Pareto Hasil Perhitungan

2. Diagram *fishbone*

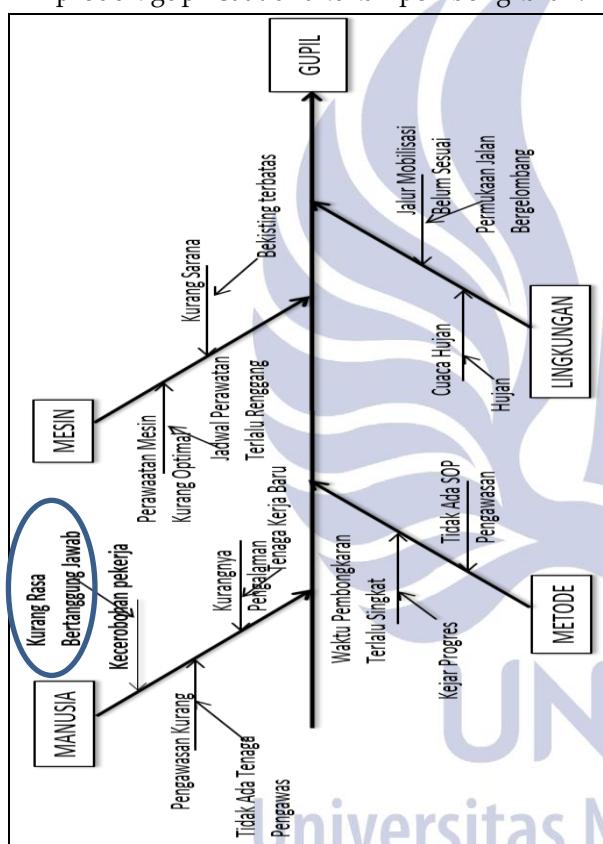
Penyusunan diagram *fishbone* atau diagram tulang ikan berfungsi untuk menjelaskan secara rinci penyebab kecacatan produk *box culvert*. Pada diagram ini akan diuraikan faktor utama penyebab angka kecacatan produk baik dari segi manusia (tenaga kerja), bahan baku, mesin, metode (prosedur kerja), maupun lingkungan.

Faktor penyebab kecacatan yang akan diuraikan adalah terkait penyebab kecacatan yang paling besar persentasenya. Yaitu pada jenis cacat karena gupil, keropos, patah, retak dan kesesuaian ukuran.

a. Gupil

Ketidak sempurnaan permukaan pada beton akan mengakibatkan penetrasi air yang menembus tebalnya beton sehingga dapat mengurangi daya tahan beton dan laju air terhadap saluran. Hal yang paling berpengaruh dari faktor mesin, yaitu

- 1) Jadwal perawatan/*maintenance* pada mesin/cetakan produksi yang terlalu lama/renggang membuat proses perawatan mesin/cetakan kurang optimal. Hal ini dapat mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan.
- 2) Bekisting yang terbatas membuat proses pembongkaran terkendala dilakukan terlalu cepat. Umur beton yang kurang membuat produk gupil saat dilakukan pembongkaran.



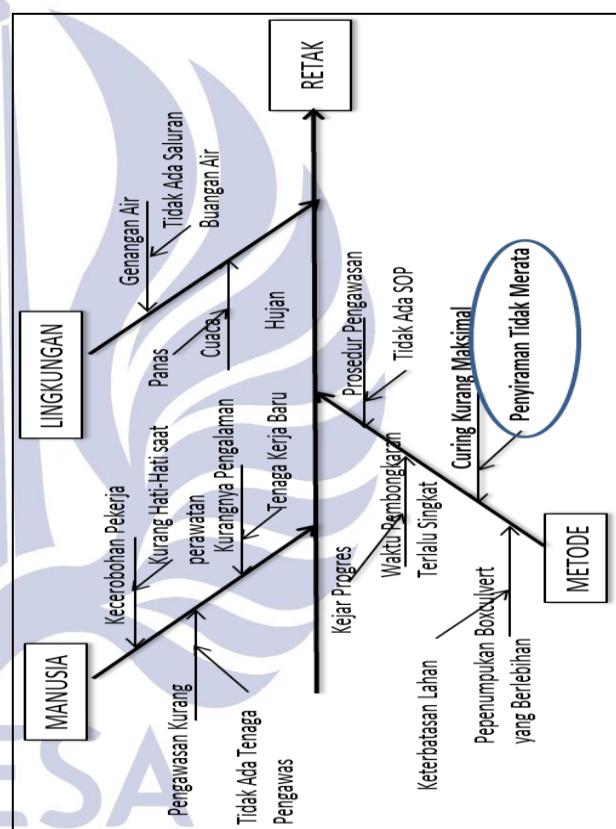
Gambar 4.5 Diagram Fishbone Gupil

b. Retak

Setiap beton bertulang yang diaplikasikan seringkali terjadi retakan. Hal yang paling berpengaruh dari faktor Metode, yaitu

- 1) Tidak adanya pelaksanaan SOP pengawasan produk sesuai peraturan membuat proses produksi berjalan kurang maksimal yang berimbas pada kualitas produk yang dihasilkan. Salah satunya terjadi cacat retak.

- 2) Waktu pembongkaran bekisting dan pengangkatan *box culvert* yang Terlalu cepat akan mengakibatkan produk mudah mengalami retak karena umur beton masih belum mencukupi.
- 3) Penumpukan/penyusunan *box culvert* yang berlebihan dapat mengakibatkan kelebihan beban konstruksi, sehingga beton sering kali mengalami keretakan.
- 4) Perawatan/curng yang tidak maksimal karena perawatan yang tidak merata/ menjangkau ke seluruh bagian membuat produk mudah retak.



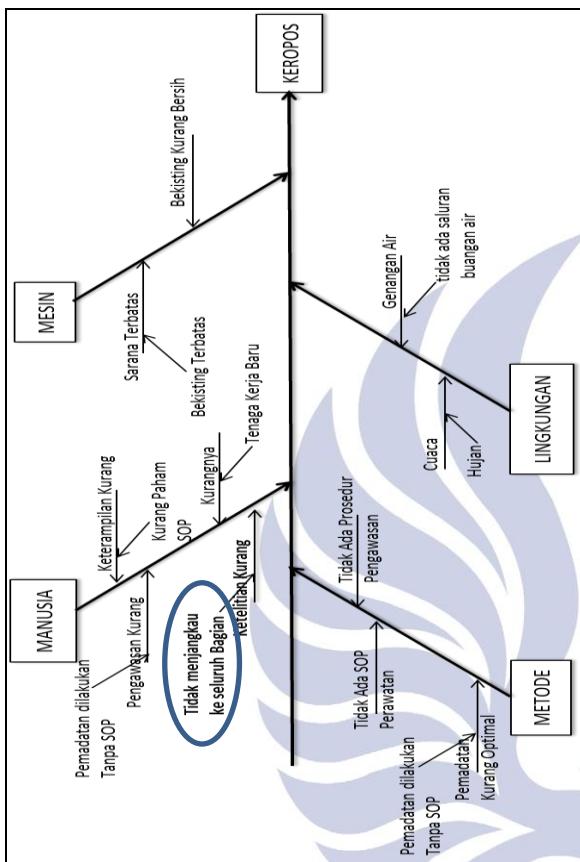
Gambar 4.6 Diagram Fishbone Retak

c. Keropos

Ketidak sempurnaan pemasangan pada pengecoran akan mengakibatkan keropos pada beton sehingga dapat mengurangi daya tahan beton terhadap beban. Terlebih, keropos pada beton biasanya akan terus terjadi dan merambat ke bagian lain. Hal yang paling berpengaruh dari faktor Metode, yaitu

- 1) Tidak adanya pelaksanaan SOP perawatan produk sesuai peraturan membuat kualitas produk yang dihasilkan kurang maksimal sehingga terjadi cacat keropos.

- 2) Pemadatan kurang sempurna saat pengecoran, hal ini dikarenakan tidak adanya SOP sehingga pekerja kurang memahami SOP pemadatan dan berimbas pada kualitas produk.
- 3) Tidak adanya prosedur pengawasan membuat pekerja bekerja kurang serius dan produk yang dihasilkan tidak sesuai standar kualitas.

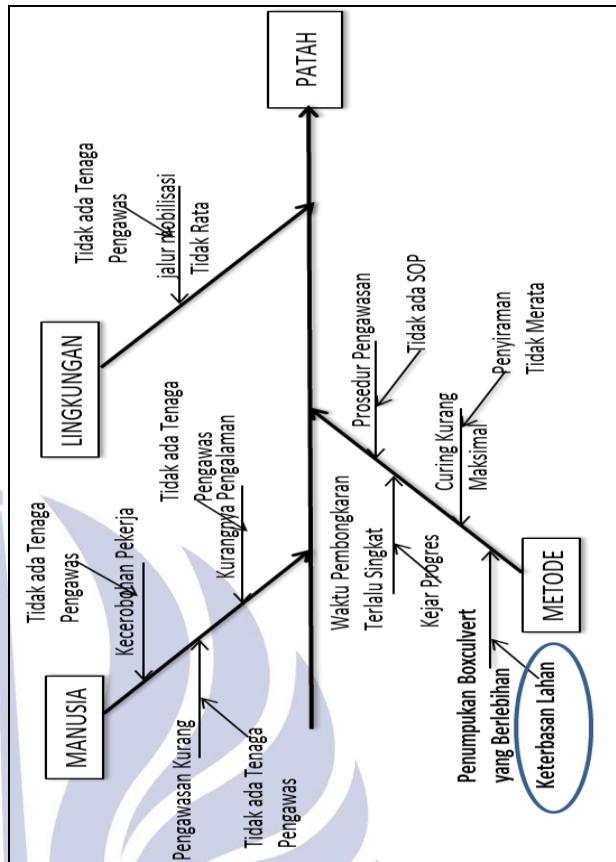


Gambar 4.7 Diagram Fishbone Keropos

d. Patah

Kelebihan beban pada saat penyusunan/penumpukan akan mengakibatkan beton mengalami patah. Terlebih, umur beton yang masih dini. Hal yang paling berpengaruh dari faktor Metode, yaitu

- 1) Tidak adanya pelaksanaan SOP pengawasan produk sesuai peraturan membuat pekerja bekerja kurang serius dan dapat mengakibatkan produk cacat.
- 2) Waktu pembongkaran bekisting dan pengangkatan *box culvert* yang terlalu cepat.
- 3) Metode Penumpukan/penyusunan yang berlebihan karena keterbatasan lahan dapat mengakibatkan kelebihan beban konstruksi



Gambar 4.9 Diagram Fishbone Patah

Tahap Improve

Berdasarkan penyebab masalah yang diuraikan pada analisis diagram *fishbone* pada tahap *analyze* maka usulan perbaikan yang harus dilakukan untuk mengurangi penyebab kecacatan produk pada proses produksi sebagai berikut:

- Ide perbaikan untuk mengurangi produk cacat yang diakibatkan cacat gupil sebagai berikut:
- a. Pengadaan tenaga pengawas agar kinerja pekerja pada tahap pembongkaran dan pengangkatan lebih maksimal dan hati-hati.
 - b. Jadwal perawatan/*maintenance* pada mesin/cetakan harus dijadwalkan secara rutin agar mesin atau cetakan dapat beroperasi secara maksimal sesuai fungsinya.
 - c. Penambahan bekisting perlu dilakukan agar tidak mempengaruhi waktu pengeringan beton hingga umur beton mencukupi.
 - d. Pengadaan SOP pengawasan produk sesuai peraturan untuk proses produksi perlu dilakukan agar proses produksi berjalan maksimal dan kualitas produk yang dihasilkan dapat dipantau.

- e. Jadwal pembongkaran produk harus dilakukan jika umur beton sudah mencukupi atau sesuai dengan perencanaan sesuai peraturan yang berlaku.
- f. Perbaikan lantai kerja dan jalan serta memperkirakan cuaca yang tepat untuk proses pengecoran perlu dilakukan agar pengecoran berjalan sebagaimana mestinya tanpa terkontaminasi air hujan.
- g. Perbaikan/perataan jalur mobilisasi perlu dilakukan agar proses produksi khususnya pada tahap pengangkatan produk dapat berjalan lancar dan maksimal.

Ide perbaikan untuk mengurangi produk cacat yang diakibatkan cacat retak sebagai berikut:

- a. Pengadaan tenaga pengawas agar kinerja pekerja pada tahap pengecoran dan perawatan lebih maksimal dan hati-hati. Sehingga kualitas produk dapat terjaga.
- b. Pengawasan secara maksimal perlu dilakukan untuk memantau kinerja pekerja agar tidak ceroboh dan tidak hati-hati.
- c. Pengadaan SOP pengawasan produk sesuai peraturan untuk proses produksi perlu dilakukan agar proses produksi berjalan maksimal dan kualitas produk yang dihasilkan dapat terjaga.
- d. Jadwal pembongkaran dan pengangkatan produk harus dilakukan jika umur beton sudah mencukupi.
- e. Penumpukan/penyusunan *box culvert* yang harus sesuai prosedur/tata cara penumpukan produk.
- f. Perawatan/*curing* pada produk *box culvert* harus dilakukan secara merata dan menjangkau ke seluruh bagian.

Ide perbaikan untuk mengurangi produk cacat yang diakibatkan cacat keropos sebagai berikut:

- a. Pengadaan tenaga pengawas pada proses produksi agar kinerja pekerja pada proses produksi, khusunya tahap pemanasan lebih maksimal dan hati-hati. Sehingga kualitas produk dapat terjaga.
- b. Memberikan *briefing* dan pelatihan/*training* pada pekerja tentang cara mengoperasikan

alat pemanasan/ vibrator sehingga pemanasan yang dilakukan lebih optimal.

- c. Melakukan pengawasan terhadap kinerja pekerja dalam melakukan pemanasan menggunakan mesin vibrator.
- d. Penambahan bekisting perlu dilakukan agar tidak mempengaruhi waktu pengeringan beton hingga umur beton mencukupi.
- e. Kebersihan bekisting dan alat cetakan yang lain perlu diperhatikan agar tidak mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan karena sisa material yang masih menempel.
- f. Penyusunan SOP perawatan produk sesuai peraturan dan melaksanakannya.

Ide perbaikan untuk mengurangi produk cacat yang diakibatkan cacat patah sebagai berikut:

- a. Pengadaan tenaga pengawas pada proses produksi agar kinerja pekerja pada proses produksi.
- b. Melakukan pengawasan terhadap kinerja pekerja dalam melakukan pembongkaran dan pengangkatan beton agar lebih hati-hati.
- c. Memberikan *training/pelatihan* pada pekerja baru/ lama yang masih kurang berpengalaman.
- d. Penyusunan SOP perawatan produk sesuai peraturan dan melaksanakannya.
- e. Jadwal pembongkaran bekisting dan pengangkatan produk jadi harus dilakukan jika umur beton sudah mencukupi atau sesuai dengan perencanaan sesuai peraturan yang berlaku
- f. Metode penumpukan/penyusunan produk jadi harus sesuai metode/tata cara/ SOP yang berlaku. Ketersediaan lahan penumpukan produk jadi juga harus diperhitungkan kebutuhan luasnya agar penumpukan produk jadi tidak melebihi batas.
- g. Pekerja harus memastikan bahwa penyiraman air pada tahap perawatan/*curing* sudah merata dan menjangkau ke seluruh bagian produk.
- h. Perbaikan/perataan jalur mobilisasi perlu dilakukan agar proses produksi khususnya pada tahap pengangkatan produk dapat berjalan lancar dan maksimal.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang diuraikan pada bab sebelumnya maka disimpulkan bahwa tahap implementasi pengendalian kualitas pada proses produksi *box culvert* di PT. Karya Utama Beton sebagai berikut:

a. Tahap *Define*

CTQ (*critical to quality*) pengendalian kualitas produk *box culvert* pada PT. Karya Utama Beton terdiri dari: retak, gupil, patah, dan keropos.

b. Tahap *Measure*

c. Diagram kontrol *P-Chart* pengendalian kualitas produk *box culvert* pada menunjukkan bahwa proporsi kecacatan berada pada batas kendali. sehingga proses pengendalian produksi atau perbaikan produk cacat dapat dilakukan dengan hanya mengurangi variasi penyebab cacat *box culvert*.

d. Dari perhitungan DPMO senilai 13444, dapat diketahui bahwa level *sigma* pengendalian kualitas *box culvert* PT. Karya Utama Beton berada pada nilai 3,69. Sedangkan *six sigma* menargetkan bahwa dalam satu juta produksi, produk cacat yang diizinkan berjumlah 3,4. Sementara dari hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah cacat produk yang dihasilkan dalam satu juta produksi sebanyak 13444 buah.

e. Tahap *Analyze*

Dari analisis diagram pareto dan diagram *fishbone*, maka didapatkan bahwa penyebab kecacatan *box culvert* karena faktor berikut:

f. Gupil karena faktor Kurangnya rasa tanggungjawab dan disiplin saat bekerja membuat pekerja menjadi ceroboh.

g. Retak karena faktor Tidak adanya pelaksanaan SOP pengawasan produk sesuai peraturan membuat proses produksi berjalan kurang maksimal

h. Keropos karena faktor Beberapa pekerja masih kurang terampil dalam mengoperasikan alat pemadat/vibrator.

i. Patah karena faktor Metode Penumpukan/penyusunan yang ber-lebihan karena keterbatasan lahan.

j. Tahap *Improve*

Usulan perbaikan untuk menekan angka kecacatan *box culvert* sebagai berikut:

1. Melakukan pengawasan yang lebih teliti terhadap kinerja tenaga kerja selama proses produksi

2. Melakukan pelatihan/*training* untuk peningkatan ketampilan tenaga kerja.

3. Melakukan perbaikan dan melengkapi SOP pada proses produksi *box culvert* agar lebih jelas dan terarah

Melakukan pembaruan cetakan dan pemeliharaan mesin secara rutin.

DAFTAR PUSTAKA

Armstrong, Gary and Kotler, Philip. 2008. *Prinsip-Prinsip Pemasaran*. Jilid 1. Edisi Keduabelas. Terjemahan Bob Sabran. Jakarta: Erlangga.

Gaspersz, Vincent. 2003. *Metode Analisis untuk Peningkatan Kualitas, ISO 9001: 2000 Clause 8: Measurement, Analysis, and Improvement*. Jakarta: Gramedia.

Lusiana, Ama. 2007. *Analisis Pengendalian Kualitas Produk dengan Menggunakan Metode Six Sigma pada PT. Sandang Nusantara Unit Patal Secang*. Skripsi tidak diterbitkan. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Stevenson, William J. 2002. *Operations Management*. Seventh Edition. New York: Mc Graw-Hill.

UNESA. 2000. *Pedoman Penulisan Artikel Jurnal*, Surabaya: Lembaga Penelitian Universitas Negeri Surabaya.