

**PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI GENTENG BETON  
DENGAN PENDEKATAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS*, *FAILURE MODE  
AND EFFECT ANALYSIS* UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PRODUK**

**Mahyar<sup>1</sup>, Edy Supryadi<sup>2</sup>**

**Institut Sain Teknologi Nasional<sup>1</sup>,**

**Sekolah Pascasarjana Universitas Pancasila<sup>2</sup>**

**[mahyar347@gmail.com](mailto:mahyar347@gmail.com)**

**ABSTRACT**

*This research was conducted to design a quality control system for concrete tile products. The purpose of this study is to reduce the defect rate of concrete tile products at PT CTC. Defective products that occur tend to increase at 5.49% for one year with a total production of 6,529,735 tiles. Product defects that occur are caused by broken, broken, cracked, porous, curved, dry and faded paint. By looking at the data, the company needs a system that needs to be implemented to reduce the level of product defects that occur by conducting a Fault Tree Analysis (FTA) to find the root causes that cause defects in the product. Next, we call the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) analysis to find the completion steps. The results of the FMEA analysis showed that the most dominant type of defect was due to rupture with a value of RPN = 513 caused by human factors. After the improvement implementation and anova testing were performed, it showed a significant difference before and after the repair with a mean value of 1.6.*

**Key Word: Quality Control, Fault Tree Analysis, Failure Mode and Effect Analysis, Anova.**

**ABSTRAK**

Penelitian ini dilakukan untuk merancang sistem pengendalian kualitas produk genteng beton. Tujuan penelitian ini adalah untuk menurunkan tingkat cacat produk genteng beton di PT CTC. Produk cacat yang terjadi cenderung meningkat yaitu di angka 5.49% selama satu tahun dengan total produksi 6.529.735 buah genteng. Produk cacat yang terjadi disebabkan karena pecah, patah, retak, keropos, melengkung, geripis dan cat luntur. Dengan melihat data tersebut, maka perusahaan memerlukan suatu sistem yang perlu diterapkan untuk menurunkan tingkat cacat produk yang terjadi dengan melakukan analisis *Fault Tree Analysis (FTA)* untuk menemukan akar permasalahan yang menjadi penyebab terjadinya kecacatan pada produk. Selanjutnya dilakukan analisis *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* untuk menemukan langkah-langkah penyelesaian. Hasil analisis FMEA menunjukkan bahwa jenis cacat yang paling dominan karena pecah dengan nilai RPN=513 yang disebabkan oleh faktor manusia. Setelah dilakukan implemementasi perbaikan dan dilakukan pengujian anova menunjukkan perbedaan yang signifikan sebelum dan sesudah perbaikan dengan nilai mean sebesar 1.6.

**Kata Kunci: Pengendalian Kualitas, Fault Tree Analysis, Failure Mode and Effect Analysis, Anova.**

**PENDAHULUAN**

Industri manufaktur beton pracetak merupakan industri yang sedang berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir ini. Hal ini dapat kita lihat semakin banyak jumlah industri beton pracetak baik skala kecil maupun skala besar, berarti dapat disimpulkan bahwa peluang pasar untuk beton pra cetak sangat tinggi.

Seiring dengan makin pesatnya persaingan antar industri yang sejenis, maka perusahaan dituntut untuk meningkatkan daya saing agar dapat memenangkan kompetensi atau paling tidak bertahan didalam

persaingan tersebut. Banyak faktor yang menjadi perhatian utama dalam hal daya saing industri, terutama dalam hal kualitas produk.

Sebagai perusahaan yang sedang berkembang dan masuk kedalam 5 besar perusahaan genteng beton untuk wilayah Jabodetabek, PT Conroofindo Trias Corporation mempunyai misi untuk meningkatkan dan mempertahankan kualitas produk yang ada. Tetapi dibalik usaha meningkatkan kualitas produk, ternyata tingkat cacat produk masih tinggi antara 4-6% dalam setahun. Berikut adalah tabel jumlah cacat dalam 3 tahun terakhir yang terus naik.

**Tabel 1.** Cacat Produk Genteng Tahun 2016-2018

No	Jenis Cacat	2016	2017	2018	Total	%
1	Pecah	59,936	77,521	114,337	251,794	28.4%
2	Patah	35,457	39,984	61,917	137,358	15.5%
3	Retak	19,169	24,662	89,012	132,843	15.0%
4	Keropos	39,749	45,924	31,001	116,674	13.1%
5	Melengkung	31,273	34,182	50,776	116,231	13.1%
6	Geripis	25,812	25,309	22,743	73,864	8.3%
7	Cat Luntur	27,013	20,788	11,589	59,390	6.7%
<b>Total Cacat</b>		<b>238,409</b>	<b>268,370</b>	<b>381,375</b>	<b>888,154</b>	<b>100%</b>

### Pokok Permasalahan

Berdasarkan uraian di atas, maka rumusan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Apakah jenis cacat yang paling dominan terjadi pada produk di PT CTC?
2. Bagaimana penerapan Sistem pengendalian mutu di PT CTC ?
3. Apa saja yang perlu diperbaiki pada sistem pengendalian mutu di PT CTC?

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Sejarah Konsep Mutu

Sebelum membahas sejarah konsep mutu, perlu diketahui arti mutu itu sendiri. Menurut Winston *Dictionary* (1956), mutu diartikan sebagai tingkat kesempurnaan dari penampilan sesuatu yang sedang diamati. Menurut Donabedian (1980), mutu merupakan sifat yang dimiliki oleh suatu program, sedangkan ISO 8402 (1986) mendefinisikan mutu sebagai totalitas dari wujud dan ciri suatu barang maupun jasa yang di dalamnya terkandung rasa aman dan pemenuhan kebutuhan pengguna. Philip B. Crosby (1979) dalam bukunya *Quality is Free* mengungkapkan empat Dalil Mutu seperti berikut ini.

1. Definisi mutu adalah kesesuaian dengan persyaratan.
2. Sistem mutu adalah pencegahan.
3. Standar kerja adalah Tanpa Cacat (*Zero Defect*).
4. Pengukuran mutu adalah biaya mutu.

#### *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah metodologi analisis yang digunakan untuk memastikan bahwa potensi masalah telah dipertimbangkan dan di tangani selama proses pengembangan

produk (*FMEA Fourth Edition 2008*). FMEA merupakan teknik evaluasi tingkat keandalan dari sebuah sistem untuk menentukan efek dari kegagalan dari sistem tersebut. Kegagalan digolongkan berdasarkan dampak yang diberikan terhadap kesuksesan suatu misi dari sebuah sistem.

Secara umum, FMEA (*Failure Modes and Effect Analysis*) didefinisikan sebagai sebuah teknik yang mengidentifikasi tiga hal, yaitu :

1. Penyebab kegagalan yang potensial dari sistem, desain produk, dan proses selama siklus hidupnya,
2. Efek dari kegagalan tersebut,
3. Tingkat kekritisan efek kegagalan terhadap fungsi sistem, desain produk, dan proses.

Tujuan yang dapat dicapai oleh perusahaan dengan penerapan FMEA:

1. Untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan tingkat keparahan efeknya
2. Untuk mengidentifikasi karakteristik kritis dan karakteristik signifikan
3. Untuk mengurutkan pesanan desain potensial dan defisiensi proses
4. Untuk membantu fokus engineer dalam mengurangi perhatian terhadap produk dan proses, dan membantu mencegah timbulnya permasalahan.

Adapun langkah dasar dalam proses FMEA yaitu sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi pada prose-proses produksi.
2. Mengidentifikasi potensi failure mode proses produksi.
3. Mengidentifikasi potensi kegagalan produksi.
4. Mengidentifikasi mode mode deteksi proses dan alur produksi.
5. Mengidentifikasi penyebab-penyebab kegagalan proses dan alur produksi.
6. Menentukan rating terhadap Severity Occurance, Detection dan RPN proses produksi.
7. Usulan perbaikan.

Adapun pengukuran terhadap besarnya *saverity*, *occurance*, *detection*, adalah sebagai berikut:

a. Nilai *Severity*

Adalah langkah pertama untuk menganalisa resiko, yaitu menghitung seberapa besar dampak atau intensitas kejadian mempengaruhi hasil akhir proses. Dampak yang terjadi di buat rating dari 1 sampai 10, dimana 10 merupakan dampak terburuk.

**Tabel 2.** Nilai *Severity*

Nilai	Kriteria
1	<i>Negligible Security</i> (pengaruh buruk yang dapat diabaikan)
2,3	<i>Mild Severity</i> (pengaruh buruk yang ringan), akibat yang ditimbulkan berakibat ringan
4,5,6	<i>Moderate Severity</i> (pengaruh buruk yang moderat), konsumen akan merasakan penurunan kualitas namun masih dalam batas toleransi
7,8	<i>High Severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi), konsumen akan merasakan penurunan kualitas yang berada diluar toleransi
9,10	<i>Potensial Severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi), akibat yang ditimbulkan sangat berpengaruh terhadap kualitas lain dan konsumen tidak akan menerimanya

(Sumber : Gasperz 2002:250)

b. Nilai *Occurance*

Apabila sudah menentukan rating pada severity, maka tahap selanjutnya adalah menentukan rating terhadap nilai *occurance*. *Occurance* merupakan kemungkinan bahwa penyebab kegagalan akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa produksi produk.

**Tabel 3. Nilai Occurance**

<i>Degree</i>	Berdasarkan Frekuensi Kejadian	Rating
<i>Remote</i>	0.01 per 1000 item	1
<i>Low</i>	0.1 per 1000 item	2
	0.5 per 1000 item	3
<i>Moderate</i>	1 per 1000 item	4
	2 per 1000 item	5
	5 per 1000 item	6
<i>High</i>	10 per 1000 item	7
	20 per 1000 item	8
<i>Very High</i>	50 per 1000 item	9
	100 per 1000 item	10

(Sumber : Gasperz 2002)

c. Nilai *Detection*

Setelah diperoleh nilai occurance kemudian menentukan nilai detection yang berfungsi untuk upaya pencegahan terhadap proses produksi dan mengurangi tingkat kegagalan pada proses produksi.

**Tabel 4. Tabel Detection**

Rating	Kriteria	Berdasarkan Frekuensi Kejadian
1	Metode pencegahan sangat efektif, tidak ada kesempatan penyebab muncul kembali	0,01 per 1000 item
2	Kemungkinan terjadi sangat rendah	0,1 per 1000 item
3		0,5 per 1000 item
4	Kemungkinan terjadi bersifat moderat, metode pencegahan bisa menimbulkan penyebab masalah terjadi	1 per 1000 item
5		2 per 1000 item
6		5 per 1000 item
7	Kemungkinan terjadi masalah masih tinggi, metode pencegahan kurang efektif	10 per 1000 item
8		20 per 1000 item
9	Kemungkinan terjadi masalah sangat tinggi, metode pencegahan tidak efektif	50 per 1000 item
10		100 per 1000 item

(Sumber : Gasperz 2002)

Setelah nilai Severity, Occurance dan Detection diperoleh maka akan diperoleh nilai RPN dengan cara mengalikan nilai ketiganya ( $RPN = S \times O \times D$ ) kemudian dilakukan pengurutan berdasarkan nilai RPN tertinggi sampai terendah.

**Fault Tree Analysis (FTA)**

Menurut Pandey (2005) Fault Tree Analysis adalah sebuah teknik dimana banyak kejadian berinteraksi untuk menghasilkan aktivitas lainnya dapat terkait dengan hubungan analogis yang sederhana. Metode ini dilakukan dengan pendekatan yang bersifat yang bersifat *top down*, yang diawali dengan asumsi kegagalan atau kerugian dari kejadian puncak (*top event*) kemudian merinci sebab-sebab suatu top event sampai pada suatu kegagalan dasar (*root cause*).

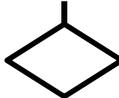
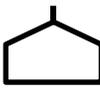
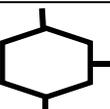
Adapun langkah-langkah pembuatan *Fault Tree Analysis* menurut *Coast Guard Risk-based Decision-*

*making Guidelines*, Vol. 3 dalam Pandey (2005) sebagai berikut :

1. Menentukan sistem yang diminati
2. Mendefinisikan puncak acara (*Top event*) untuk dianalisa
3. Menentukan struktur pada puncak pohon
4. Jelajahi setiap kejadian dengan detail
5. Selesaikan kombinasi fault tree dari hubungan antara acara ke top event
6. Mengidentifikasi potensi kegagalan
7. Melakukan analisis kuantitatif (jika diperlukan)
8. Menggunakan hasil untuk pembuatan keputusan

Untuk membuat value stream mapping harus diperhatikan simbol-simbol yang digunakan, seperti pada tabel 5.

**Tabel 5. Simbol-simbol *Fault Tree Analysis***

<b>Simbol Kejadian</b>		
<b>Simbol</b>	<b>Nama Simbol</b>	<b>Keterangan</b>
	<i>Basic Event</i>	Simbol lingkaran ini digunakan untuk menyatakan basic event atau primary event atau kegagalan mendasar yang tidak perlu dicari penyebabnya. Artinya, simbol lingkaran ini merupakan batas akhir penyebab suatu kejadian
	<i>Intermediate Event</i>	Simbol persegi panjang ini berisi kejadian yang muncul dari kombinasi kejadian-kejadian input gagal yang masuk ke gerbang
	<i>Undeveloped event</i>	Simbol wajik atau diamond ini untuk menyatakan suatu kejadian yang tidak berkembang, yaitu suatu kejadian kegagalan tertentu yang tidak dicari penyebabnya baik karena kejadiannya tidak cukup berhubungan atau karena tidak tersedia informasi yang terkait dengannya
	<i>Conditioning event</i>	Simbol oval ini untuk menyatakan kondisi atau batasan khusus yang diterapkan pada suatu gerbang (biasanya pada gerbang INHIBIT dan PRIORITY AND). Jadi kejadian output terjadi jika kejadian input terjadi dan memenuhi suatu kondisi tertentu
	<i>External event</i>	Simbol rumah ini digunakan untuk menyatakan kejadian yang diharapkan muncul secara normal dan tidak termasuk dalam kejadian gagal
<b>Simbol Gerbang</b>		
	<i>Gerbang OR</i>	Simbol ini digunakan untuk menunjukkan kejadian yang akan muncul terjadi jika satu atau lebih kejadian gagal yang merupakan inputnya terjadi.
	<i>Gerbang AND</i>	Simbol ini digunakan untuk menunjukkan kejadian output muncul hanya jika semua input terjadi
	<i>Gerbang INHIBIT</i>	Simbol ini menunjukkan adanya kasus khusus dari gerbang AND. Output disebabkan oleh satu input, tetapi juga harus memenuhi kondisi tertentu sebelum input dapat menghasilkan output
<b>Simbol Transfer</b>		

	<i>Triangle-in</i>	Titik dimana sub-fault tree bisa dimulai sebagai kelanjutan pada transfer out
	<i>Triangle out</i>	Titik dimana fault tree analysis dipecah menjadi sub-fault tree

Sumber : Pandey, M. 2005 Engineering and Sustainable Development: Fault Tree Analysis. Waterloo: University Waterloo

**Hubungan Antara Fault Tree Analysis (FTA) dengan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

Analisis FTA dilakukan berdasarkan pengolahan data secara kualitatif. Data yang digunakan untuk membuat pohon kegagalan diperoleh berdasarkan studi pendahuluan, terutama wawancara para ahli di lapangan. Analisis FTA bertujuan untuk mendapatkan peristiwa dasar yang menjadi akar dari masalah utama. Berdasarkan alur hubungan FTA dan FMEA hasil akhir yang didapat dari FTA akan menjadi informasi dalam tahapan FMEA pada kolom penyebab kegagalan suatu kejadian. Selanjutnya dari informasi yang didapat dari FTA akan dicari nilai severity (keparahan), occurrence (kejadian), dan detection (deteksi) untuk menghitung RPN (*Risk Priority Number*). Dari nilai RPN tersebut akan diperoleh komponen dengan modulus kegagalan kritis yang akan menjadi prioritas masalah pada lini produksi. Setelah itu, solusi kegiatan disulkan terhadap modulus kegagalan utama sebagai prioritas masalah.

**Jenis-Jenis Cacat Produk**

Dalam proses produksi genteng beton di PT CTC, produk cacat tidak dapat dihindari dan terjadi dilapangan. Adapun untuk jenis-jenis cacat yang terjadi pada produk genteng beton adalah sebagai berikut:

**Tabel 6.** Jenis-Jenis Cacat Produk

No	Jenis Cacat	Definisi
1	Pecah	Produk pada umumnya sudah pecah menjadi beberapa bagian dan tidak dapat digunakan kembali. Biasanya akibat efek benturan pada saat proses produksi.
2	Patah	Cacat patah secara visual adanya bagian yang patah pada produk dan tidak selalu pada satu tempat, bisa berupa gumpil pada sudut bagian tertentu.
3	Retak	Cacat retak secara visual akan tampak retakan yang letaknya tidak menentu
4	Keropos	Cacat keropos secara visual mempunyai tekstur yang kasar dan cenderung porius.
5	Melengkung	Cacat melengkung secara visual genteng akan terlihat melengkung pada beberapa bagian dan mengganggu kerapihan penyusunan genteng dilapangan
6	Geripis	Cacat geripis secara visual genteng yang geripis kondisinya tidak rapi pada sebagian atau semua sisi dan mengganggu proses pemasangan genteng jadi tidak rapat
7	Cat Luntur	Cacat cat luntur secara visual cat genteng akan luntur dengan posisi yang tidak menentu karena masih ada kandungan air didalamnya

**METODE PENELITIAN**

Metode penelitian dimaksudkan untuk menganalisis pemecahan masalah yang telah disampaikan pada bab pertama. Permasalahan yang akan diselesaikan adalah mencari solusi dalam upaya memperbaiki sistem pengendalian kualitas yang lebih baik dari yang sudah ada baik itu proses maupun faktor-faktor lain yang berpengaruh, dikarenakan pengendalian kualitas yang sudah ada dinilai belum optimal dalam pelaksanaannya. Adapun metode analisis yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan metode FMEA dan analisa statistik.

**Pengumpulan Data**

Tahap awal penelitian yang dilakukan adalah studi literatur untuk mendapatkan data empiris. Kemudian berdasarkan data empiris tersebut disusun kuesioner untuk dianalisis lebih lanjut. Pengumpulan data yang akan dilakukan adalah dengan survei.

**Tabel 7. Jenis dan Cara pengambilan Data**

No	Jenis Data	Metode Pengambilan Data	Sumber Data
1	Informasi umum dan katalog	Wawancara	Manager Produksi
2	Proses kegiatan produksi	Wawancara	Manager Produksi & Finishing
3	Data produksi dan jumlah cacat	Eksperimen	Bagian Produksi dan QC

### Pengolahan Data

Pada tahap ini setelah mendapatkan data yang cukup, maka akan dilakukan pengolahan data dengan menggunakan metode sebagai berikut:

1. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*
2. *Fault Tree Analysis (FTA)*
3. *Analysis Of Varian (ANOVA)*

### Identifikasi Penyebab Kegagalan

Untuk memulai penelitian ini, dilakukan identifikasi penyebab- penyebab kegagalan pada setiap departemen. Dari tabel 8 terlihat kegagalan proses tapi tanpa penyebab dari kegagalan tersebut.

Untuk mencari informasi tersebut dilakukan observasi dan wawancara kepada orang-orang yang berkompeten dibidang kualitas yaitu QC pada departemen produksi guna mendalami permasalahan yang ada untuk mencari solusinya. Untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan ini penulis melakukan wawancara seperti di tabel 8 berikut :

**Tabel 8. Identifikasi Penyebab Kegagalan**

No	Item Cacat Proses	Wawancara	Observasi
1	Pecah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Terjadi pada sistem hidrolik (mesin)</li> <li>2. Material pasir dan abu batu terdapat butiran berdiameter diatas 10 mm. (material)</li> <li>3. Pencampuran kurang semen dan tidak sesuai SOP (metode)</li> <li>4. Operator tidak hati-hati dalam memindahkan genteng (manusia)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem hidrolik terdapat kebocoran dan kurang terawatt</li> <li>2. Proses pencampuran semen kurang terawasi oleh SPV karena masih manual pakai karung</li> <li>3. Proses handling genteng masih menggunakan alat sederhana yaitu memakai gerobak dorong (lorry)</li> </ol>
2	Patah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Valve angin untuk blower saat melepaskan genteng dari cetakan tidak berfungsi (mesin)</li> <li>2. Pencampuran kurang semen dan tidak sesuai SOP (metode)</li> <li>3. Operator tidak hati-hati dalam memindahkan genteng (manusia)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pemakaian valve angin kurang perawatan sehingga tidak diketahui masa pakainya</li> <li>2. Proses pencampuran semen kurang terawasi oleh SPV karena masih manual pakai karung</li> <li>3. Proses handling genteng masih menggunakan alat sederhana yaitu memakai gerobak dorong (lorry)</li> </ol>

3	Retak	1. Plat tatakan untuk genteng sudah tidak rata/kotor (mesin)	1. Plat tatakan yang digunakan kondisinya ada sudah kotor dan ada tonjolan di beberapa bagian
4	Keropos	1. Kekuatan pompa hidrolik sudah lemah (mesin) 2. Kualitas material yang digunakan terlalu kasar (material) 3. Pencampuran material adonan beton tidak merata (metode)	1. Pompa hidrolik yang digunakan rata-rata berkisar antara 60-100 kg/cm <sup>2</sup> 2. Kualitas material tidak sesuai kiriman dan ketersediaan dari supplier 3. Proses pencampuran tidak ada waktu baku yang digunakan untuk memastikan hasil adonan beton sudah merata atau belum
5	Melengkung	1. Posisi genteng pada saat cetak tidak presisi dengan plat tatakan (mesin) 2. Kondisi plat tatakan kotor (manusia)	1. Tempat tatakan genteng sangat dipengaruhi oleh gerakan meja press yang kadang-kadang tidak presisi 2. Plat tatakan banyak yang dalam kondisi kotor karena sisa adonan beton yang menempel
6	Geripis	1. Cetakan sudah aus (mesin) 2. Adukan terlalu encer (metode) 3. Adukan tidak posisi tengah cetakan (manusia)	1. Cetakan sudah aus karena telat dalam perbaikan 2. Operator tidak mengikuti SOP sehingga adukan menjadi terlalu encer 3. Posisi pelet takar tidak pas posisi tengah dengan moulding
7	Cat Luntur	1. Kualitas cat terlalu encer (material) 2. Kondisi genteng masih lembab (manusia)	1. Kondisi genteng masih lembab dan cenderung basah 2. Kondisi permukaan genteng kotor dan berlumpur

### Identifikasi Efek Kegagalan

Dari tabel 8 mengenai hasil wawancara terhadap narasumber, dapat diketahui efek-efek dari kegagalan proses yang ada yakni :

**Tabel 9.** Identifikasi Efek Kegagalan

No	Efek Cacat Proses	Wawancara	Observasi
1	Pecah	Produk pada umumnya sudah pecah berkeping-keping dan tidak dapat digunakan kembali	Penyebab paling utama adalah proses handling produk yang masih manual dan ada beberapa tahap dalam prosesnya
2	Patah	Posisi patah pada produk tidak selalu pada satu tempat, bisa berupa gumpil pada sudut bagian tertentu.	Patah terjadi pada proses handling, baik dalam proses pengentepan genteng maupun pengambilan dari entepan genteng.
3	Retak	Secara visual akan tampak retakan yang letaknya tidak menentu, biasanya karena ada ganjalan pada bagian bawah genteng	Retakan terjadi pada bagian badan genteng, dan yang paling parah bisa sampai tembus

4	Keropos	Secara visual genteng keropos mempunyai tekstur yang kasar dan cenderung porius	Genteng yang keropos mengakibatkan motif genteng jadi tidak terlihat
5	Melengkung	Secara visual genteng akan terlihat melengkung pada beberapa bagian dan mengganggu kerapihan penyusunan genteng dilapangan	Genteng yang melengkung biasanya terjadi pada bagian kepala maupun buntut
6	Geripis	Secara visual genteng yang geripis kondisinya tidak rapi pada semua sisi dan mengganggu proses pemasangan genteng jadi tidak rapat	Geripis berupa beton yang menempel padan bagian sisi genteng yang ketebalannya 1-3 mm
7	Cat Luntur	Secara visual genteng akan luntur pada bagian tengah karena masih ada kandungan air didalamnya	Genteng yang cat nya luntur akan belang dan permukaan beton terlihat jelas

**Fault Tree Analysis (FTA)**

**Cacat Pecah**

Berikut ini adalah analisis *Fault Tree Analysis* (FTA) dari produk cacat pecah yang dapat dilihat pada tabel 10.

**Tabel 10.** Keterangan Diagram FTA Cacat Pecah

Event atau Gate	Pecah
<b>G1</b>	Terjadi kebocoran pada sistem hidrolik
<b>G2</b>	pasir atau abu batu terdapat butiran diatas 10 mm
<b>G3</b>	Pencampuran material kurang semen dan tidak sesuai SOP
<b>G4</b>	Operator tidak hati-hati dalam memindahkan genteng
<b>P1</b>	Oil seal aus
<b>P2</b>	Material tidak diayak
<b>P3</b>	Operator kurang teliti
<b>P4</b>	Faktor Kelelahan operator

Produk cacat pecah berdasarkan diagram diatas disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

1. Terjadi kebocoran pada sistem hidrolik yang disebabkan oleh seal oli aus
2. Terdapat butiran diatas 10 mm pada material pasir/abu batu yang disebabkan karena material tersebut tidak diayak
3. Pencampuran material kurang semen dan tidak sesuai SOP, disebabkan karena operator tidak teliti saat pencampuran material.
4. Operator tidak hati-hati dalam memindahkan genteng yang disebabkan karena faktor kelelahan.

**Cacat Patah**

Berikut ini adalah analisis *Fault Tree Analysis* (FTA) dari produk cacat patah yang dapat dilihat pada tabel 11.

**Tabel 11.** Keterangan Diagram FTA Cacat Patah

Event atau Gate	Patah
<b>G1</b>	Blower untuk melepaskan genteng tidak berfungsi
<b>G2</b>	Pencampuran material kurang semen dan tidak sesuai SOP
<b>G3</b>	Operator tidak hati-hati dalam memindahkan genteng
<b>P1</b>	Valve angin mati
<b>P2</b>	Operator tidak teliti
<b>P3</b>	Faktor Kelelahan operator

Produk cacat patah berdasarkan diagram diatas disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

1. Blower untuk melepaskan genteng dari cetakan tidak berfungsi disebabkan karena valve angin mati.
2. Pencampuran material kurang semen dan tidak sesuai SOP, disebabkan karena operator tidak teliti saat pencampuran material.
3. Operator tidak hati-hati dalam memindahkan genteng yang disebabkan karena faktor kelelahan..

**Cacat Retak**

Berikut ini adalah analisis *Fault Tree Analysis* (FTA) dari produk cacat retak yang dapat dilihat pada tabel 12.

**Tabel 12.** Keterangan Diagram FTA Cacat Retak

Event atau Gate	Retak
<b>G1</b>	plat tatakan yang digunakan sudah tidak rata/kotor
<b>P1</b>	Operator lalai dalam membersihkan plat tatakan

Produk cacat retak berdasarkan diagram diatas dikarenakan flat tatakan yang digunakan tidak rata dan kotor, hal ini disebabkan karena operator lalai dalam membersihkan plat tatakan.

**Cacat Keropos**

Berikut ini adalah analisis *Fault Tree Analysis* (FTA) dari produk cacat keropos yang dapat dilihat pada tabel 13.

**Tabel 13** Keterangan Diagram FTA Cacat Keropos

Event atau Gate	Keropos
<b>G1</b>	kekuatan pompa hidrolik sudah lemah
<b>G2</b>	kualitas material yang digunakan terlalu kasar
<b>G3</b>	pencampuran adonan beton tidak merata
<b>P1</b>	Pompa drop
<b>P2</b>	Ketersediaan material tidak menentu
<b>P3</b>	Operator tidak taat pada SOP

Produk cacat keropos berdasarkan diagram diatas disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

1. kekuatan pompa hidrolik sudah lemah disebabkan oleh pompa sudah drop dan masa pakainya sudah lama.
2. Kualitas material terlalu kasar disebabkan oleh ketersediaan material tidak menentu.
3. Proses pencampuran adonan beton tidak merata disebabkan karena operator tidak taat pada SOP.

### Cacat Melengkung

Berikut ini adalah analisis *Fault Tree Analysis* (FTA) dari produk cacat melengkung yang dapat dilihat pada tabel 14.

**Tabel 14.** Keterangan Diagram FTA Cacat Melengkung

Event atau Gate	Melengkung
<b>G1</b>	posisi genteng beton tidak simetris dengan plat tatakan sehingga terganjal
<b>G2</b>	plat tatakan yang digunakan tidak dibersihkan oleh operator
<b>P1</b>	Meja mesin sudah tidak presisi
<b>P2</b>	Operator tidak teliti

Produk cacat melengkung berdasarkan diagram diatas disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

1. Posisi genteng beton tidak simetris dengan plat tatakan sehingga terganjal disebabkan karena meja mesin tidak presisi.
2. Plat tatakan yang digunakan tidak dibersihkan oleh operator disebabkan karena operator tidak teliti.

### Cacat Geripis

Berikut ini adalah analisis *Fault Tree Analysis* (FTA) dari produk cacat geripis yang dapat dilihat pada tabel 15.

**Tabel 15.** Keterangan Diagram FTA Cacat Geripis

Event atau Gate	Geripis
<b>G1</b>	cetakan genteng sudah aus
<b>G2</b>	adonan beton terlalu encer
<b>G3</b>	operator teledor dan tidak mengikuti SOP
<b>P1</b>	Waktu servis cetakan terlewat
<b>P2</b>	Operator lalai dan tidak mengikuti SOP
<b>P3</b>	Operator malas

Produk cacat geripis berdasarkan diagram diatas disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

1. Cetakan genteng sudah aus disebabkan waktu servis terlewat
2. Adonan beton terlalu encer disebabkan operator lalai dan tidak mengikuti SOP
3. Operator teledor dan tidak mengikuti SOP disebabkan karena operator malas.

**Cacat Luntur**

Berikut ini adalah analisis *Fault Tree Analysis* (FTA) dari produk cacat cat luntur yang dapat dilihat pada tabel 16.

**Tabel 16.** Keterangan Diagram FTA Cat Luntur

Event atau Gate	Cat Luntur
G1	kualitas cat yang digunakan kualitasnya kurang baik dan encer
G2	operator mengecat genteng beton yang belum kering sempurna dan dalam kondisi lembab
P1	Kualitas cat masih rendah dan tidak stabil
P2	Operator kurang berpengalaman dan tidak teliti

Produk cacat cat luntur berdasarkan diagram diatas disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

1. Kualitas cat yang digunakan kualitasnya kurang baik dan encer disebabkan karena kualitas cat masih rendah dan tidak stabil
2. Operator mengecat genteng beton yang belum kering sempurna dan dalam kondisi lembab disebabkan karena operator kurang berpengalaman dan tidak teliti

**Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

Berdasarkan *Fault Tree Analysis* (FTA) yang telah dibuat,selanjutnya yang dilakukan adalah membuat table FMEA yang berfungsi untuk memberikan pembobotan pada nilai *Severity*, *Occurance* dan *Derection* berdasarkan potensi efek kegagalan, penyebab kegagalan dan proses control saat ini untuk menghasilkan nilai *Risk Priority Number* (RPN).

**Tabel 17.** Data FMEA Berdasarkan Narasumber

No	Mode Kegagalan	Potensi Efek Kegagalan	SEV					OCC					DET					RPN
			1	2	3	4	Rata-Rata	1	2	3	4	Rata-Rata	1	2	3	3	Rata-Rata	
1	Pecah	Mesin	8	8	7	8	7.8	8	8	8	8	8.0	6	5	5	6	5.5	341.0
		Material	8	7	7	8	7.5	8	7	8	8	7.8	2	2	3	2	2.3	130.8
		Metode	8	7	7	7	7.3	8	8	7	8	7.8	4	3	3	4	3.5	196.7
		Manusia	10	9	9	10	9.5	8	8	8	8	8.0	7	7	6	7	6.8	513.0
2	Patah	Mesin	5	6	5	5	5.3	7	7	8	7	7.3	4	4	5	4	4.3	161.8
		Metode	5	6	6	5	5.5	7	8	7	8	7.5	5	4	4	5	4.5	185.6
		Manusia	5	6	4	5	5.0	7	7	7	8	7.3	6	5	7	6	6.0	217.5
3	Retak	Mesin	5	5	4	4	4.5	6	7	6	6	6.3	5	5	6	6	5.5	154.7
4	Keropos	Mesin	7	7	7	6	6.8	6	6	7	7	6.5	3	4	4	4	3.8	164.5
		Material	7	6	6	7	6.5	6	6	6	6	6.0	6	6	6	6	6.0	234.0
		Metode	7	6	6	7	6.5	6	7	6	6	6.3	7	6	8	6	6.8	274.2
5	Melengkung	Mesin	4	5	4	4	4.3	6	6	6	7	6.3	7	7	6	6	6.5	172.7
		Manusia	4	4	4	4	4.0	6	5	6	6	5.8	3	3	4	4	3.5	80.5
6	Geripis	Mesin	5	5	6	5	5.3	6	5	7	6	6.0	3	3	3	4	3.3	102.4
		Metode	6	7	5	6	6.0	6	6	7	6	6.3	2	2	3	3	2.5	93.8
		Manusia	6	5	6	6	5.8	6	6	7	7	6.5	1	2	2	1	1.5	56.1
7	Cat Luntur	Material	5	6	6	5	5.5	6	7	7	6	6.5	6	6	7	6	6.3	223.4
		Manusia	5	5	6	6	5.5	7	6	7	6	6.5	7	7	7	7	7.0	250.3

Ket: SEV=Severity, OCC=Occurance, DET=Detection, RPN=Risk Priority Number

**Uji Two Way Anova Pengujian Sebelum dan Sesudah Perbaikan**

Untuk hasil uji *two way anova* pada penelitian yang dilakukan dilapangan dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 18.** Uji *Two Way Anova*

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	313.371 <sup>a</sup>	13	24.105	58.186	.000
Intercept	241.429	1	241.429	582.759	.000
Jenis_percob	120.914	1	120.914	291.862	.000
Jenis_cacat	149.771	6	24.962	60.253	.000
Jenis_percob * Jenis_cacat	42.686	6	7.114	17.172	.000
Error	23.200	56	.414		
Total	578.000	70			
Corrected Total	336.571	69			

Berdasarkan tabel 4.40, dapat dijelaskan untuk hasil penelitian yang dilakukan secara umum mempunyai nilai p-value  $0.000 < 0.05$ , yang menunjukkan bahwa ada perbedaan atau pengaruh yang signifikan antara sebelum dan sesudah perbaikan. Dapat disimpulkan bahwa semua perbaikan yang dilakukan berpengaruh terhadap hasil cacat dan bisa diterapkan dilapangan.

Untuk mengetahui tingkat pengaruh perbaikan yang dilakukan terhadap tiap jenis cacat yang terjadi, dapat kdilihat pada tabel berikut:

**Tabel 19.** Uji *Duncan*

No	Jenis_cacat	Subset			
		1	2	3	4
1	cat luntur	.50			
2	geripis	.60			
3	melengkung	.70			
4	keropos	1.00			
5	retak		2.20		
6	patah			3.70	
7	pecah				4.30
	Sig.	.118	1.000	1.000	1.000

Dari tabel 19 pada hasil uji duncan menunjukkan 4 kelompok sampel berada pada kolom subset yang berbeda kelompok:

1. Kelompok 1 terdiri atas empat jenis cacat dengan nilai mean  $\leq 1$  yaitu cacat produk yang disebabkan oleh cat luntur, geripis, melengkung dan keropos.
2. Kelompok 2 terdiri atas 1 jenis cacat dengan nilai mean 2.2 yaitu cacat produk yang disebabkan karena retak dan menempati posisi ketiga yang paling dominan terjadi dilapangan.
3. Kelompok 3 terdiri atas 1 jenis cacat dengan nilai mean 3.7 yaitu cacat yang disebabkan karena patah dan menempati posisi kedua yang paling dominan terjadi dilapangan.
4. Kelompok 4 terdiri atas 1 jenis cacat dengan nilai mean 4.3 yaitu cacat yang disebabkan karena pecah dan paling dominan terjadi dilapangan.

## KESIMPULAN

Penelitian inibertujuan untuk mengetahui jenis cacat yang paling dominan terjadi dan cara penerapan sistem pengendalian mutu serta untuk mengetahui cara yang perlu dilakukan untuk memperbaiki sistem pengendalian mutu di PT CTC saat ini. Berdasarkan hasil penelitian, maka kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut:

1. Jenis cacat yang paling dominan terjadi pada produk genteng beton adalah cacat yang disebabkan oleh pecah dan patah.
2. Untuk meningkatkan mutu produk yang pertama kali menjadi prioritas adalah perbaikan alat dan mesin yang digunakan.
3. Untuk memperbaiki mutu produk genteng beton perlu dilakukan perbaikan pada alat dan mesin yang digunakan, yaitu:
  - a. Cacat pecah dengan melakukan perbaikan pada alat angkut (lorry) yang berbahan dasar besi dilapisi oleh karet dengan ketebalan 5 cm untuk mengurangi efek benturan.
  - b. Cacat patah dengan melakukan perbaikan pada alat angkut (lorry) yang berbahan dasar besi dilapisi oleh karet dengan ketebalan 5 cm untuk mengurangi efek benturan.
  - c. Cacat retak, melakukan perbaikan dengan cara membersihkan plat tatakan genteng setiap 1 minggu sekali dan diolesi oli untuk mencegah adonan beton menempel pada plat.
  - d. Cacat keropos, melakukan perbaikan dengan cara memasang pengatur waktu otomatis pada mesin molen aduk sehingga hasil adonan beton lebih merata.
  - e. Cacat melengkung, melakukan perbaikan dengan cara mengecek posisi genteng dengan plat tatakan setiap 2 kali dalam sehari untuk mencegah terjadinya pergeseran plat tatakan.
  - f. Cacat geripis, melakukan perbaikan dengan cara mengganti cetakan genteng betonn secara teratur setiap 1 bulan sekali untuk menghindari keausan cetakan.
  - g. Cacat cat luntur, melakukan perbaikan dengan cara pemberian label informasi pada setiap tumpukan genteng berdasarkan tipe dan umur genteng, untuk menghindari kesalahan dalam pengambilan genteng yang umurnya masih muda dan belum kering sempurna.

## **SARAN**

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk memberikan masukan untuk perbaikan kualitas perusahaan dan bagi pelaksanaan penelitian selanjutnya. Berikut ini adalah beberapa saran yang dapat diberikan :

1. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat dijadikan standar bagi perusahaan dan dijalankan dengan baik dan pelaksanaanya membutuhkan pengawasan dari manajerial dan tim kualitas.
2. Setiap perusahaan sebaiknya membuat tim pengawasan atau tim kualitas untuk memastikan setiap SOP pekerjaan dilakukan dengan baik dan benar sehingga kualitas produk tetap terjaga.
3. Setiap perusahaan atau peneliti dapat menggunakan metode penelitian ini untuk menemukan akar masalah dari setiap cacat yang terjadi secara jelas dan menyeluruh sehingga dapat mengambil keputusan yang tepat dalam menangani masalah cacat produk yang terjadi dilapangan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Dearbon. Grace. (1994). *Quality Management*. Maylands Avenue Hemel Hempstead. USA.

- Dennis, G, Beecroft. Grace, L, Duffy. John, W, Moran. (2003). *The Executive Guide to Improvement and Change*. ASQ Quality Press Milwake. Wisconsin.
- Ford Motor Company. (2014). FMEA Handbook Version 4.1
- Feigenbaum, AV. (1992). *Kendali Mutu Terpadu*. Erlangga. Jakarta
- Gasperz, Vincent. (2002). *Pedoman Implementasi Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000. MBNQA dan HCCP*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Gasperz, Vincent. (2003). *ISO 9001:2000 and Continual Quality Improvement*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Gasperz, Vincent. (2005). *Manajemen Kualitas*. PT Gramedia Pustaka Umum. Jakarta
- Gasperz, Vincent. (2005). *Total Quality Management*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Juran, M, Joseph. (2014). *Process Management. Juran's Quality Handbook, 5e*.
- Mark, A, Morris. (2011). *Failure Mode and Effects Analysis based on FMEA 4th Edition*. ASQ Automotive Division Webinar.
- Dennis, G, Beecroft. Grace, L, Duffy. John, W, Moran. (2003). *The Executive Guide to Improvement and Change*. ASQ Quality Press Milwake. Wisconsin.
- Supriyadi, E. (2014). *Statistical Data Analisis*, In Media.
- Stamatis, D. (2003). *Failure Mode and Effect Analysis : FMEA from theory to Execution. Milwaukee: ASQ Quality Press*.