

PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK PIPA DI PT.CITRA TUBINDO TBK

Gilang Abdiansyah Putra ¹, Nofriani Fajrah ²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam

² Dosen Program studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam

e-mail: pb180410117@upbatam.ac.id

ABSTRACT

Improving product quality is mandatory in every company to maintain customer satisfaction. This research aims to analyze the types of defects that occur in products, identify factors that cause defects in products using Cause and Effect Diagrams and identify suggestions for quality improvement actions that can reduce defects in the product. In the production area there are many types of defects but there are 3 biggest types of defects (Black Crest, Chatter and Chip) which are analyzed to reduce to keep product quality improving. This study uses a tool from FMEA (Failure Mode Effect and Analyze) to summarize rejected items into priority and Squareness, Histogram, Pareto as quality tools to count and determine all rejected items. The level and value of the results of the RPN study decreased from Low to Very Low starting from the risks: Black Crest defect for the risk of excessive ovality pipe dimensions from RPN 135 with a low level to RPN 27 with a very low level, for the risk of Squareness at the end of the oblique pipe from RPN 135 with a low level becomes RPN 81 with a very low level, for the risk of swaging results on imperfect pipe from RPN 243 with low level to RPN 81 with very low level. Chatter's defect is for the risk of the blunt insertion of RPN 243 with a low level to RPN 27 with a very low level, for the risk of corrugated pipe during processing from RPN 243 with a low level to RPN 81 with a very low level, for the risk of material being difficult to roll from RPN 405 with a low level to RPN 45 with a very low level. Chip defects for risk The machining program is not designed to cut Chips from RPN 243 with a low level to RPN 81 with a very low level, for the risk of glass on the machine that is not clear when the screwing process of RPN 243 with a low level becomes RPN 81 with a very low level, for the risk that the operator does not withdraw the Chip during the rolling process from RPN 243 with a low level to RPN 45 with a very low level

Keywords; Failure Mode Effect and Analyze (FMEA), Quality Control, Fishbone Diagram

PENDAHULUAN

Pada industri manufaktur jika suatu produk yang mengalami kerusakan atau cacat (*defect*) merupakan sumber dari pemborosan. Banyak sekali perusahaan yang menghadapi masalah besar dikarenakan produk yang dihasilkan mengalami kerusakan atau cacat sehingga hal tersebut menimbulkan

komplain atau keluhan konsumen yang menerima produk tersebut. Apabila produk yang mengalami kerusakan atau cacat sudah melewati proses produksi dan pengecekan dan telah tiba dilokasi konsumen dan konsumen melakukan komplain, maka hal tersebut akan menimbulkan kerugian. Kerugian yang dialami adalah jaminan dari perusahaan

produsen untuk memperbaiki atau mengganti kerugian yang dialami konsumen sesuai dengan kesepakatan pembelian produk. Hal tersebut akan menimbulkan dampak negatif yang mengakibatkan menurunnya reputasi perusahaan dan tingkat kepercayaan konsumen akan menurun untuk menggunakan produk perusahaan. Jika situasi seperti ini tidak diatasi segera, hal tersebut akan mengakibatkan perusahaan kehilangan konsumen - konsumen potensialnya.

PT. Citra Tubindo Tbk merupakan salah satu perusahaan minyak dan gas di bidang *OCTG (Oil Country Tubular Goods)* yang berdiri sejak tahun 1983 di Kawasan Industri Terpadu Kabil, Batam, Indonesia. Permasalahan yang dihadapi perusahaan ini adalah produk *threading pipe premium connection* yang masih mengalami cacat pada proses produksi sebesar 2,5% dari total produksi sebanyak 50.000 joints pada Januari 2019 – Agustus 2019. Hal ini menjadi permasalahan perusahaan yang mempunyai target *rejection rate* sebesar 2% dan untuk keluhan pelanggan yang di terima dalam 1 tahun ini sudah mencapai 2 keluhan. Diharapkan dengan penelitian dapat membantu perusahaan meningkatkan kualitas produk agar mampu mencapai target yang diberikan perusahaan. Selain itu agar perusahaan dapat bertahan dalam persaingan yang ketat dengan perusahaan *OCTG* lainnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengontrolan kualitas (*Quality Control*) dapat dilihat sebagai tes diagnostik yang digunakan untuk menentukan apakah pengujian dalam kontrol statistik. Menggunakan kerangka kerja ini, kinerja QC dapat dievaluasi menggunakan metrik yang dikenal terkait dengan tes diagnostik. Parameter rencana *Quality Control* dapat disesuaikan untuk mengoptimalkan metrik kinerja (Schmidt & Pearson, 2019). Teknik dan alat pengendalian kualitas total terbagi menjadi dua kelompok besar yaitu pendekatan secara kualitatif dan

pendekatan secara kuantitatif. Pendekatan secara kuantitatif terdiri dari sebagai berikut:

Statistical Process Control (SPC), *Diagram Pareto*, Diagram Sebab Akibat, Lembar Periksa, Diagram Aliran Proses, Diagram Pencar, Histogram, Peta Kontrol (Fajrah & Putri, 2017).

Teknik pengendalian kualitas sering digunakan dalam praktiknya, dan hampir oleh semua jenis industri untuk mengembangkan diagram kontrol untuk produk dan proses dan kemudian memantau stabilitas produk dan proses tersebut (Joghee, 2017).

Pendekatan *FMEA* diterapkan pada proses produksi yang ada untuk memprioritaskan operasi pemeliharaan, data set historis memberikan angka deterministik dari kegagalan yang terjadi daripada kemungkinan terjadinya subyektif. Jadi, untuk menetapkan skor 1-10 untuk faktor kejadian (seperti dalam formulasi standar) untuk perhitungan RPN, diperlukan pendekatan yang kuat pada faktor kejadian (Lolli et al., 2016).

Fishbone Diagram memberikan informasi lengkap tentang semua penyebab potensial untuk mengenali akar penyebab masalah. Keuntungan utama dari teknik ini adalah bahwa pemahaman yang jelas tentang masalah penyebabnya dan seberapa besar masalah tersebut mempengaruhi hasil akhir. Ini juga memberikan solusi yang mungkin untuk menghilangkan akar penyebab sampai batas tertentu dan diagram *Fishbone* memiliki banyak fungsi yang dapat diterapkan di bidang manufaktur, proses penjualan, dan aspek pemasaran. Setiap kategori memiliki karakteristik berbeda (Raman & Basavaraj, 2019).

Fishbone Diagram merupakan teknik grafis untuk menunjukkan beberapa penyebab peristiwa atau fenomena tertentu. Secara khusus, diagram tulang ikan merupakan alat umum yang digunakan untuk analisis sebab dan akibat untuk mengidentifikasi interaksi saling sebab yang kompleks untuk masalah atau peristiwa tertentu. Diagram

kausal ini dibuat oleh Ishikawa (1990) di bidang penelitian manajemen. Faktanya, Analisis Sebab dan Akibat ini pada awalnya dikembangkan sebagai alat kontrol kualitas, seperti desain produk dan pencegahan cacat kualitas, untuk mengidentifikasi faktor-faktor potensial yang menyebabkan efek keseluruhan. Setiap penyebab adalah sumber variasi dari fenomena pengganti. Penyebab biasanya dikelompokkan ke dalam kategori utama untuk mengidentifikasi sumber variasi keseluruhan yang mengarah pada efek utama. Secara umum, diagram *Fishbone* dapat digunakan sebagai representasi visual yang sesuai dari fenomena yang melibatkan penyelidikan beberapa faktor sebab dan akibat dan bagaimana mereka saling berhubungan

(Coccia & National, 2017) Melakukan penelitian mengenai Pengendalian kualitas produk baja menggunakan tools SQC (*Statistic Quality Control*) dan FMEA (*Failure Mode Effect and Analysis*). Hasil penelitian menjelaskan bahwa penyebab cacat utama adalah cacat fisik yaitu dikarenakan mesin rolling mill tidak bekerja optimal dan penyebab cacat gepeng adalah banyaknya jenis bahan baku berkarbon tinggi. Dan tindakan perbaikan yang dilakukan untuk cacat fisik adalah melakukan pemeriksaan mesin sebelang

(Andri, 2018) Melakukan penelitian Analisis penyebab kecacatan dengan menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analyssis*) dan FTA (*Fault Tree Analysis*) di PT. Alam Daya Sakti Semarang. Penelitian menggunakan tool FMEA dan FTA untuk melihat akar permasalahan dari kegagalannya dan dilakukan proses perbaikan untuk mengurangi kecacatan pada produk.

(Renu et al., 2016), melakukan penelitian tentang *A Knowledge Based FMEA to Support Identification and Management of Vehicle Flexible Component Issues*. Penelitian ini bertujuan mengembangkan FMEA (*Failure Mode*

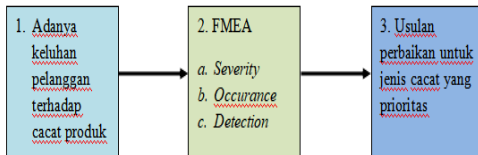
and Effect Analyssis) pada flexible komponen kendaraan. memberikan keputusan dukungan kepada para insinyur saat mereka melakukan FMEA pada komponen kendaraan yang fleksibel. Langkah pertama adalah tempat FMEA tradisional dilakukan komponen fleksibel. Pada langkah kedua,

(Doshi & Desai, 2017), melakukan penelitian tentang *Application of Failure Mode & Effect Analysis (FMEA) for Continous Quality Improvement - Multiple Case Studies In Automobile SMES*. Penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan kontribusi FMEA mencapai peningkatan kualitas Berkelanjutan *Continuous Quality Improvement (CQI)* (Hąbek & Molenda, 2017), melakukan penelitian tentang *Using the FMEA Method as a Support for Improving the Social Responsibility of a Company*. Konsep *Corporate Social Responsibility (CSR)*. Tujuan penelitian ini adalah untuk menilai risiko potensi kegagalan yang mungkin terjadi dalam proses perusahaan, dengan memperhatikan subjek tanggung jawab sosial. Hasil penelitian menyajikan contoh penggunaan metode FMEA yang dimodifikasi yang diharapkan di satu sisi dapat memberikan inspirasi untuk pengembangan lebih lanjut perangkat yang didedikasikan untuk implementasi CSR di tingkat operasional, dan di sisi lain menawarkan bantuan kepada perusahaan yang ingin mengintegrasikan CSR ke dalam proses perusahaan.

(Kania et al., 2018), melakukan penelitian tentang *Application of FMEA method for an analysis of selected production process*. Tujuan penelitian ini adalah untuk menyajikan penerapan metode FMEA dalam proses produksi sistem cerobong asap. Analisis memungkinkan untuk mengurangi cacat potensial dan pengaruhnya dalam proses yang dianalisis. pencegahan untuk mengurangi sejumlah cacat pada produk akhir.

(Chong et al., 2016), melakukan penelitian tentang *Improving Overall Equipment Effectiveness (OEE) Through*

Integration of Maintenance Failure Mode and Effect Analysis (Maintenance-FMEA) in a Semiconductor Manufacturer: A Case Study. Penelitian ini menggunakan *tools Toyota Production System (TPS), Total Productive Maintenance (TPM), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Lean Manufacturing.* FMEA dilakukan dengan pendekatan lima langkah pada proses bottleneck. (Beyene et al., 2018), melakukan penelitian tentang *Application of Failure Mode Effect Analysis (FMEA) to Reduce Downtime in a Textile Share Company.* Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi waktu henti yang tinggi melalui penerapan Analisis Efek Mode Kegagalan (FMEA) sebagai alat peningkatan produktivitas utama.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, data kuantitatif dengan langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut :

- 1) Pengumpulan Data
Pengumpulan data *rejection rate* dari lapangan yang di kumpulkan dengan metode kuantitatif.
- 2) Identifikasi Prioritas Perbaikan Kualitas
Proses penjabaran data prioritas penelitian dilakukan dengan cara menjadikan data *rejection rate* dalam bentuk pareto chart untuk memilih prioritas *rejection* yang ada dilakukan penelitian. (top 3)
- 3) Pengolahan Data Perbaikan Kualitas
Pengolahan data pada cacat produk dengan metode *FMEA* tahap 1 (discuss top 3). Dari data cacat produk yang diambil dilakukan pengolahan data dengan metode *FMEA* untuk mengetahui potensial kegagalan kualitas produk dari proses produksi.

- 4) Rekomendasi Perbaikan Kualitas Dilakukan dengan menggunakan metode Five M Checklist.
- 5) Evaluasi Tingkat Kualitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

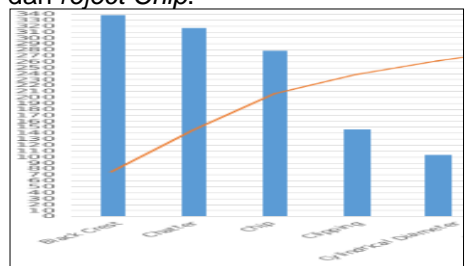
Data *rejection rate* dari lapangan yang di kumpulkan berdasarkan laporan dari bulan Januari – Desember 2019 untuk premium connection casing size :

Tabel 1. Jumlah jenis cacat pada premium connection pada tahun 2019

Reject	Jumlah Order	Jumlah Cacat	Percentage
Clipping	16711	146	0.9%
Black Crest	27376	338	1.2%
Cylindrical Diameter	19080	104	0.5%
Seal Ring Groove Dimension	2091	10	0.5%
Thread Profile	211	2	0.9%
Seal Profile	5238	14	0.3%
Chip	30100	278	0.9%
Damage	13145	84	0.6%
Shoulder Length	1457	3	0.2%
Pitting	1063	16	1.5%
Inside Diameter	5542	57	1.0%
Thread Step	762	1	0.1%
Fire Mark	15369	81	0.5%
Thread Standoff/Diameter	540	3	0.6%
Outside Diameter	5804	26	0.4%
Seal Standoff/Diameter	1970	5	0.3%
Taper	1053	2	0.2%
Thread Length	110	1	0.9%
Mill Grinding	7937	29	0.4%
Ovallity	4083	24	0.6%
Chatter	31015	317	1.0%
TOTAL REJECT 2019	190657	1541	14%

Sumber : Data *rejection* PT Citra Tubindo Tbk

Dilanjutkan dengan penentuan data prioritas penelitian dengan data pareto chart dari jumlah total *reject* pada premium connection pada tahun 2019 dan menunjukkan 3 *reject* tertinggi adalah *reject Black Crest, reject Chatter dan reject Chip.*



Gambar 2. Pareto Diagram rejection rate

Kemudian di lanjutkan pengolahan data pada cacat produk dengan metode *FMEA* tahap 1 dimana data tabel *FMEA* berikut ini menunjukkan perhitungan nilai *RPN (Risk Priority Number)* .

Table 2. FMEA Tahap 1 Black Crest

No	Risk Identification		Risk Assessment					
	Nama Resiko	Q Or D Penyebab Resiko	Biaya	Kejadian	Deteksi	Delivery	RPN (CaOxDS)	Ungkat Resiko
1	Program <i>machining</i> tidak di design untuk memotong chip	Q Keterbatasan pergerakan pemakan turret mesin saat proses	3	3	9	3	243	L
2	Kaca pada mesin yang kurang jelas saat proses ulir	Q <i>Lifetime kaca mesin</i> yang rendah saat terkena coolant saat proses	3	3	9	3	243	L
3	Operator tidak melakukan penarikan chip saat proses penguliran	Q Kelalaian operator saat mengoperasi proses penguliran	3	3	9	3	243	L

Setelah analisis pertama dilakukan penilaian *RPN (risk priority number)* oleh personel yang berpengalaman data masing-masing dari 3 data cacat tertinggi dilakukan rekomendasi perbaikan kualitas.

1. Perbaikan kualitas yang dilakukan pada resiko *Black Crest* adalah :
 Pada manusia dengan dilakukan perbaikan dengan cara pembuatan prosedur untuk pengecekan awal pada setiap dimensi pipa sebelum dilakukan proses penguliran.
 Pada material dilakukan perbaikan dengan cara melakukan pengukuran *Squareness* pada ujung pipa sebelum dilakukan proses penguliran.
2. Perbaikan kualitas yang dilakukan pada resiko *Chatter* adalah :
 Pada metode dilakukan perbaikan dengan cara membuat laporan penggantian insert penguliran,
 Pada bahan dilakukan perbaikan dengan cara melakukan perubahan pada program saat proses penguliran agar pemakan pada pipa tidak terlalu banyak
3. Perbaikan kualitas yang dilakukan pada resiko *Chip* adalah Pada

manusia dilakukan perbaikan dengan cara pelatihan kembali kepada operator terkait proses penarikan *Chip* saat proses penguliran. Pada metode dilakukan perbaikan dengan cara melakukan modifikasi program penguliran untuk mengurangi *Chip* menggulung saat proses penguliran pipa. Pada mesin dilakukan perbaikan dengan cara melakukan pembersihan kaca setiap awal dan akhir shift lewat form online *CCL (Clean, Check & Lubricant)*.

Table 3. FMEA Tahap 2 Black Crest

No	Identifikasi Resiko		Penilaian Resiko					
	Nama Resiko	Q Or D Penyebab Resiko	Biaya	Kejadian	Deteksi	Delivery	RPN (CaOxDS)	Ungkat Resiko
1	Dimensi <i>ovality</i> pada pipa yang berlebihan	Q Dimensi <i>ovality</i> pipa tidak sesuai dengan spesifikasi	1	3	3	3	27	VL
2	<i>Squareness</i> pada ujung pipa miring	Q Kecepatan proses pemotongan pipa terlalu cepat	3	3	3	3	81	VL
3	Hasil <i>swaging</i> pada pipa tidak sempurna	Q <i>Dies clamp</i> pada mesin <i>swaging</i> sudah aus	3	3	3	3	81	VL

Hasil analisa *FMEA* tahap 1 di dapatkan nilai *RPN* dari ketiga cacat tertinggi yaitu *Black Crest, Chatter & Chip* dengan cacat tertinggi pertama yaitu *Black Crest* di dapatkan 3 resiko utama yaitu :
 Cacat tertinggi pertama yaitu *Black Crest* pada resiko dimensi *ovality* pada pipa yang berlebihan disebabkan dimensi *ovality* pipa tidak sesuai dengan spesifikasi dengan total *RPN* 135 tingkat resiko *Low*, resiko *Squareness* pada ujung pipa miring disebabkan kecepatan proses pemotongan pipa terlalu cepat dengan total *RPN* 135 tingkat resiko *Low*, resiko hasil *swaging* pada pipa tidak sempurna disebabkan *dies clamp* pada mesin *swaging* sudah aus dengan total *RPN* 243 tingkat resiko *Low*.
 Cacat tertinggi kedua yaitu *Chatter* pada resiko *insert* penguliran yang sudah tumpul disebabkan ketahanan insert tidak sesuai dengan material dengan total *RPN* 243 tingkat resiko *Low*, resiko

pipa bergelombang saat proses disebabkan kelurusan pipa tidak sesuai spesifikasi API dengan total RPN 243 tingkat resiko *Low*, resiko material sulit di lakukan penguliran disebabkan material yang di lakukan penguliran termasuk katategori keras dengan total RPN 405 tingkat resiko *Low*.

Cacat tertinggi ketiga yaitu *Chip* pada resiko program machining tidak di design untuk memotong *Chip* disebabkan keterbatasan pergerakan pemakan turret mesin saat proses dengan nilai total RPN 243 tingkat resiko *Low*, resiko kaca pada mesin yang kurang jelas saat proses ulir disebabkan lifetime kaca mesin yang rendah saat terkena coolant saat proses dengan nilai total RPN 243 tingkat resiko *Low*, resiko operator tidak melakukan penarikan *Chip* saat proses penguliran disebabkan kelalaian operator saat mengoperasi proses penguliran engan nilai total RPN 243 tingkat resiko *Low*.

Dan pada hasil analisa *FMEA* tahap 2 di dapatkan penurunan nilai RPN menjadi Very Low setelah pada analisis *FMEA* tahap 1 dan perhitungan RPN dari Low di presentasikan dalam bentuk Fishbone Diagram dan dilakukan perbaikan kualitas terhadap semua resiko yang ada dari cacat *Black Crest*, *Chatter* dan *Chip*. Pada cacat tertinggi pertama yaitu *Black Crest* pada bagian manusia dilakukan rekomendasi perbaikan pembuatan prosedur untuk pengecekan awal pada setiap dimensi pipa sebelum dilakukan proses penguliran, pada bagian metode dilakukan rekomendasi perbaikan membuat prosedur kerja untuk proses pemasangan/ set up pipa pada mesin threading karena dengan operator sebelumnya melakukan pemasangan/ set up berdasarkan kebiasaan kerja yang dilakukan setiap hari, pada bagian material dilakukan rekomendasi perbaikan melakukan seleksi material sebelum di proses, dimana material yang tidak sesuai spesifikasi akan dipisahkan dari material yang sesuai spesifikasi, pada bagian material dilakukan rekomendasi perbaikan melakukan pengukuran *Squareness* pada ujung pipa

sebelum dilakukan proses penguliran dan terakhir pada bagian machine dilakukan rekomendasi perbaikan membuat prosedur pengecekan hasil swaging pada hasil produk pertama sebagai sampel dan melakukan pemeliharaan mesin setiap bulan .

Pada cacat tertinggi kedua yaitu *Chatter* pada bagian metode dilakukan perbaikan membuat laporan penggantian insert penguliran, sehingga setiap operator akan melakukan pergantian insert saat proses produksi di laporkan pada laporan tersebut untuk memantau ketahanan penggunaan inser, pada bagian bahan dilakukan perbaikan melakukan perubahan pada program saat proses penguliran agar pemakan pada pipa tidak terlalu banyak saat proses penguliran, pada bagian bahan dilakukan perbaikan melakukan pengganjalan pada pipa untuk mengurangi ketidakstabilan putaran pipa saat proses penguliran, pada bagian mesin dilakukan perbaikan pembuatan form untuk melakukan pengecekan posisi chuck setiap awal shift pekerjaan yang dilakukan oleh operator mesin.

Pada cacat tertinggi ketiga yaitu *Chip* pada bagian manusia dilakukan perbaikan pelatihan kembali kepada operator terkait proses penarikan *Chip* saat proses penguliran, pada bagian metode dilakukan perbaikan melakukan modifikasi program penguliran untuk mengurangi *Chip* menggulung saat proses penguliran pipa, pada bagian mesin dilakukan perbaikan melakukan pembersihan kaca setiap awal dan akhir shift lewat form online CCL (Clean, Check & Lubricant).

SIMPULAN

Pada penelitian ini di dapatkan 3 jenis-jenis cacat tertinggi pada produk yaitu : cacat *Black Crest*, *Chatter* dan *Chip*.

Pada hasil identifikasi faktor yang menjadi penyebab timbulnya kecatatan pada cacat *Black Crest* berdasarkan *Squareness* yaitu pada bagian manusia, metode, material dan mesin. Untuk cacat *Chatter* berdasarkan *Squareness* yaitu

pada bagian metode, material dan mesin. Untuk cacat *Chip* berdasarkan *Squareness* yaitu pada bagian manusia, metode dan mesin.

Untuk identifikasi tindakan perbaikan kualitas yang dilakukan pada cacat *Black Crest* adalah pembuatan prosedur untuk pengecekan awal pada setiap dimensi pipa sebelum dilakukan proses penguliran, Untuk identifikasi tindakan perbaikan kualitas yang dilakukan pada cacat *Chatter* adalah membuat laporan penggantian insert penguliran, melakukan perubahan pada program saat proses penguliran agar pemakan pada pipa tidak terlalu banyak saat proses penguliran, melakukan pengganjalan pada pipa untuk mengurangi ketidakstabilan putaran pipa saat proses penguliran, pembuatan form untuk melakukan pengecekan posisi chuck setiap awal shift pekerjaan yang dilakukan oleh operator mesin.

Untuk identifikasi tindakan perbaikan kualitas yang dilakukan pada cacat *Chip* adalah pelatihan kembali kepada operator terkait proses penarikan *Chip* saat proses penguliran, melakukan modifikasi program penguliran untuk mengurangi *Chip* menggulung saat proses penguliran pipa, melakukan pembersihan kaca setiap awal dan akhir shift lewat form online *CCL (Clean, Check & Lubricant)*.

SARAN

Adapun saran untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pada pengambilan data penelitian yang lebih beragam seperti produk API & koneksi produk pipa lainnya.
2. Pada data yang digunakan agar kedepannya mengambil data jumlah produksi dan jumlah produk cacat pada tahun yang lebih beragam seperti tahun 2018, 2019 dan 2020 agar mendapatkan data yang lebih bervariasi.

3. Pada pengolahan data agar menggunakan metode lain seperti *RCA (Root Cause Analysis)*, *Six Sigma*, dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

1. Analysis, F. T., Mode, F., Analysis, E., Analysis, F. T., Mode, F., & Number, R. P. (N.D.). *Perusahaan, Dan Kepuasan Konsumen. Semakin Banyak Produk Cacat Yang Dihilangkan Maka Semakin Besar Pula Biaya Kualitas Yang Dikeluarkan Untuk Tindakan Inspeksi*.
2. Andri, N. (2018). *Pengendalian Kualitas Produk Baja Menggunakan Metode Statistical Quality Control (Sqc) Dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Di Pt Xyz*.
3. Bakhtiar, A., Sembiring, J. I., & Suliantoro, H. (2018). *Analisis Penyebab Kecacatan Dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dan Metode Fault Tree Analysis (Fta) Di Pt . Alam Daya Sakti Semarang*. 17(1), 15–22.
4. Beyene, T. D., Gebeyehu, S. G., & Mengistu, A. T. (2018). Application Of Failure Mode Effect Analysis (FMEA) To Reduce Downtime In A Textile Share Company. *Journal Of Engineering, Project, And Production Management*, 8(1), 40–46. <https://doi.org/10.32738/Jeppm.201801.0005>
5. Chong, K. E., Ng, K. C., & Goh, G. G. (2016). Improving Overall Equipment Effectiveness (Oee) Through Integration Of Maintenance Failure Mode And Effect Analysis (Maintenance-FMEA) In A Semiconductor Manufacturer: A Case Study. *Ieee International Conference On Industrial Engineering And*

Engineering Management, 2016-
Janua(August 2016), 1427–1431.
<https://doi.org/10.1109/leem.2015.7385883>

	<p>Biodata penulis pertama, Gilang Putra, merupakan mahasiswa Prodi Teknik Industri Universitas Putera Batam</p>
	<p>Biodata Penulis kedua, Nofriani Fajrah, S.T.,M.T. merupakan Dosen Prodi Teknik Industri Universitas Putera Batam. Penulis banyak berkecimpung di pengendalian kualitas.</p>