

# Upaya Penurunan Produk Cacat Pada Proses Painting Unit CN113R Dengan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

Tubagus Hedi Saepudin <sup>1,\*</sup> Revi Fajar Laksono <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Teknik ; Universitas Bhayangkara Jakarta Raya; Jl Perjuangan Kota Bekasi, telp/fax 021-88955882; e-mail: [tubagus.hedi@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:tubagus.hedi@dsn.ubharajaya.ac.id)

<sup>2</sup> Fakultas Teknik ; Universitas Bhayangkara Jakarta Raya; Jl Perjuangan Kota Bekasi, telp/fax 021-88955882; e-mail: [revi.laksono@gmail.com](mailto:revi.laksono@gmail.com)

\* Korespondensi: e-mail: [tubagus.hedi@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:tubagus.hedi@dsn.ubharajaya.ac.id)

Submitted: 17/02/2023; Revised: 15/03/2023; Accepted: 25/03/2023; Published: 28/03/2023

## Abstract

*PT.SGMW Motor Indonesia is a company which is engaged in the automotive field, especially in cars assembly with Wuling as its brand in Indonesia and the product called CN113R. In an effort to maintain product quality, PT.SGMW seeks to minimize the number of defects in each inspection unit. In order to attract large Indonesian market, the company needs to improve the quality of the product which are produced. From data collection conducted at PT. SGMW at Type Approval phase (TA) from February to March 2017, it was found that Sanding Mark defect is the biggest defect type that happened in PT.SGMW that is equal to 24% and this happened at painting process. Then in the next stage, after brainstorming process with related parties in the Paintshop Department to find out the main cause of Sanding Mark defect which is then shown through a fishbone diagram. To find out the improvement priority or follow-up to the causes described in fishbone diagram, I use 5W + 2 H method. In the next step, an improvement analysis is done using Failure Mode Effect Analysis (FMEA) method. after that, by the RPN result which is obtained, the most potential failure mode as the cause of the defect that must be handled immediately. From the observation results obtained the highest defect value is sanding mark. One of the causes of the highest Risk Priority Number (RPN) value in the Elpo sand section is because of the used of the orbital sander is tilted and angled. After the improvement, it can decrease the defect from 449 findings down to 297 findings, and lower repair cost from Rp. 142,863,718 to Rp 94,500,054.*

**Keywords:** Failure Mode Effect Analysis, Defect, Cost Of Poor Quality

## Abstrak

PT.SGMW Motor Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang otomotif, khususnya dalam perakitan mobil dengan merk Wuling di Indonesia dengan produk yang diberi nama CN113R. Dalam upaya mempertahankan kualitas produk. PT.SGMW berusaha untuk meminimasi jumlah kecacatan dalam setiap unit inspeksinya, agar dapat menarik pasar bangsa Indonesia yang besar perusahaan tersebut perlu meningkatkan kemampuan dari segi kualitas produk yang dihasilkan. Dari pengumpulan data yang dilakukan di PT. SGMW pada fase Type Approval (TA) dari bulan Februari sampai dengan Maret 2017, didapatkan bahwa cacat Sanding Mark merupakan jenis cacat terbesar yang terjadi di PT.SGMW yaitu sebesar 24% dan hal ini terjadi pada proses pengecatan Lalu pada tahap berikutnya setelah dilakukan proses brainstorming dengan pihak terkait di dalam Department Paintshop untuk mencari penyebab utama cacat Sanding Mark yang kemudian hasilnya ditampilkan melalui diagram fishbone. Untuk mengetahui prioritas perbaikan atau tindak lanjut terhadap penyebab ~penyebab yang dipaparkan dalam diagram fishbone maka digunakanlah metode 5W + 2 H. Pada tahap selanjutnya, dilakukan analisis perbaikan dengan menggunakan metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA), setelah itu melalui hasil RPN yang didapatkan, modus kegagalan potensial

yang paling utama sebagai penyebab terjadinya kecacatan yang harus segera ditangani. Dari hasil pengamatan tersebut di peroleh nilai defect tertinggi adalah sanding mark. Salah satu penyebab nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi di bagian Elpo sand adalah karena metode penggunaan orbital sender miring dan menyudut. Setelah dilakukan perbaikan sehingga dapat menurunkan defect dari 449 temuan turun menjadi 297 temuan, dan menurunkan biaya repair dari Rp. 142.863.718 menjadi Rp 94.500.054.

**Kata kunci:** *Failure Mode Effect Analysis, Defect, Cost Of Poor Quality*

## **1. Pendahuluan**

Berkembangnya Industri otomotif di Indonesia membuat semua perusahaan otomotif roda empat berlomba – lomba dalam membuat produk yang berkualitas. Semakin meningkatnya permintaan konsumen akan kendaraan yang berkualitas tinggi dengan harga yang murah menjadi tantangan tersendiri untuk perusahaan otomotif bersaing meraih pangsa pasar dan memenuhi kebutuhan konsumen.

Kualitas merupakan ukuran tingkat kesesuaian barang atau jasa dengan standart yang telah ditentukan (Yamit, Z.2013), sehingga kualitas mempunyai sifat seragam karena sudah ditentukan batas kendali atas dan bawahnya. Garvin (2009) mengemukakan terdapat delapan dimensi kualitas meliputi: performa (Performance), fitur (features), kehandalan (Reliability), kesesuaian (Conformance), daya tahan (durability), kemampuan perbaikan (Serviceability), estetika (aesthetics), dan persepsi kualitas (perceived quality). Masing – masing dimensi berdiri sendiri dan saling berbeda. Akan tetapi, saat ini tidak banyak produk yang diperjualbelikan di pasar mempunyai stándar kualitas yang baik. Banyak produsen hanya sekedar memproduksi dengan jumlah massal tetapi tidak memperhatikan kualitas produk yang dihasilkannya.

Upaya untuk mengurangi produk cacat terdapat beberapa metode pengendalian kualitas yang dapat digunakan. Tujuan dari pengendalian kualitas adalah untuk mengurangi tingkat kegagalan produk yang berkualitas. Salah satu metode pengendalian kualitas yang dapat digunakan adalah Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). FMEA adalah suatu metode yang sistematis dan terstruktur dapat menganalisis dan mengidentifikasi akibat atau konsekuensi dari kegagalan sistem maupun proses, serta mengurangi atau menganalisis peluang terjadinya kegagalan. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber – sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas serta memberi usulan perbaikan yang logis dan dapat diimplementasikan.

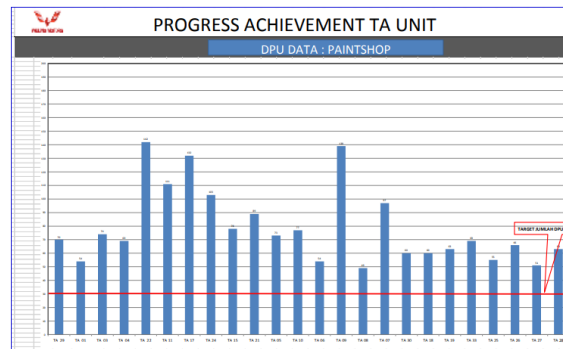
Kegagalan yang dimaksud dalam Failure Mode Effect Analysis adalah suatu hal apa saja yang menyebabkan kecacatan dan kegagalan seperti kecacatan hasil pekerjaan, kecacatan hasil produk maupun kegagalan mesin, sehingga output atau final produk yang dikerjakan tidak sesuai dengan stándar atau spesifikasi yang ditentukan. jadi dapat dikatakan FMEA merupakan salah satu metode yang tepat untuk menganalisis masalah yang telah diuraikan sebelumnya.

PT.SGMW Motor Indonesia sebagai Agen Tunggal Pemegang Merek (ATPM) Wuling di Indonesia dengan produk yang diberi nama CN113R berkomitmen dalam hal peningkatan kepercayaan pelanggan pada unit CN113R melalui kendaraan yang berkualitas tinggi, harga bersaing, dan memenuhi kepuasan pelanggan. Untuk mencapai tujuan tersebut, adalah hal yang tidak mudah karena adanya faktor-faktor yang harus diperhatikan salah satunya adalah masalah kualitas..

Seperti pada saat ini proses TA (Type Approval) untuk unit CN113R setelah diamati terdapat beberapa jenis defect pada proses painting yang mengakibatkan ketidakmampuan mencapai target output yang diinginkan akibat adanya waktu perbaikan (repair) sehingga menimbulkan bottle neck dan overtime kerja pada lini painting CN113R tersebut. Berikut ini adalah pareto chart jenis defect divisi painting dapat dilihat di gambar 1.1 berikut:

**Upaya Penurunan Produk Cacat Pada Proses Painting Unit CN113R  
Dengan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA)**

Gambar 1.1 Progress Achievement TA Unit



Sumber: Dept Quality PT. SGMW

Untuk target defect Departemen Paintshop adalah 30 defect per unit sementara kondisi actual saat ini Defect per unit Paintshop masih tinggi dikarenakan masih banyak defect yang terdapat di Unit CN113R.

Dalam mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu metode yang tepat untuk mengetahui penyebab defect guna menekan tingkat defect pada unit CN113R. Sehingga perlu adanya pengendalian kualitas untuk menekan defect yang disebabkan proses produksi dan menghasilkan produk yang berkualitas. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada proses TA (Type Approval) yang berlangsung di Departemen Paintshop, proses produksi belum berjalan dengan baik sehingga menyebabkan banyak defect yang timbul setelah proses painting.

## 2. Metode Penelitian

Metode Penelitian Dalam penelitian yang akan dilakukan penulis menggunakan metode penulisan sebagai berikut : 1. Metode Observasi Adalah dengan cara pengamatan dan pencatatan langsung terhadap obyek yang diteliti di PT. SGMW Motor Indonesia Departemen Paintshop. 2. Wawancara (Interview) Adalah proses pengumpulan data melalui hubungan komunikasi atau tanya jawab langsung mengenai obyek yang diteliti dengan orang yang berkompeten atau berwenang. 3. Studi Pustaka Merupakan metode penelitian untuk landasan teori baik yang bersumber dari buku – buku ilmiah ataupun referensi buku dari penulis yang berkaitan dengan penelitian ini. Dan penelusuran data milik perusahaan yang digunakan sebagai dasar penelitian.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Perhitungan Biaya Pada penelitian ini dapat dihitung hasil dari proses yang dilakukan karena adanya defect sanding mark pada produk CN113R yang terjadi pada bagian elpo sand, sehingga harus dilakukan perbaikan atau repair pada produk yang mengalami defect sanding mark. Dalam pengerjaan repair dibutuhkan waktu selama 420 detik, dalam pengerjaan repair dilakukan pada jam lembur dikarenakan operator yang terbatas.

Berikut perhitungan biaya repair sebagai berikut: Cost repair per jam : = Gaji karyawan Jumlah kerja dalam 1 bulan / 8 jam kerja 89 Biaya 1 pcs = Biaya per jam 60 detik X 420 detik Biaya dalam 1 bulan = Biaya 1 pcs X jumlah defect X over time (kali 2) Biaya Repair Sanding Mark bulan April 2017 Perhitungan Biaya Repair dalam sehari: Biaya perjam = Rp.4.000.000 22 hari / 8 jam = Rp. 22.727 Perhitungan biaya repair dalam 1 pcs: Biaya 1 pcs = 22.727 60 detik X 420 detik = Rp. 159.091 Perhitungan biaya repair dalam 1 bulan Biaya 1 bulan = Rp. 159.091 X 449 X 2 = Rp. 142.863.718,- Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka didapat biaya repair berdasarkan defect sanding mark produk CN113R pada bulan April 2017, yaitu sebesar Rp 142.863.718,-

Biaya Repair Poor Repair bulan April 2017 Pada penelitian ini dapat dihitung hasil dari proses yang dilakukan karena adanya defect poor repair pada produk CN113R yang terjadi pada bagian finnese, sehingga harus dilakukan perbaikan atau repair pada produk yang mengalami defect poor repair. Dalam pengerjaan repair dibutuhkan waktu selama 120 detik, dalam pengerjaan repair dilakukan pada jam lembur dikarenakan operator yang terbatas. Berikut perhitungan biaya repair sebagai berikut: Perhitungan Biaya Repair dalam sehari: Biaya

perjam = Rp.4.000.000 22 hari / 8 jam = Rp. 22.727 Perhitungan biaya repair dalam 1 pcs: Biaya 1 pcs = 22.727 60 detik X 120 detik = Rp. 45.454 Perhitungan biaya repair dalam 1 bulan Biaya 1 bulan = Rp. 45.454 X 429 X 2 = Rp. 38.999.532,- 90 Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka didapat biaya repair berdasarkan defect Poor Repair produk CN113R pada bulan April 2017, yaitu sebesar Rp 38.999.532,-

Biaya Repair Dirt bulan April 2017 Pada penelitian ini dapat dihitung hasil dari proses yang dilakukan karena adanya defect dirt pada produk CN113R yang terjadi pada bagian pre traetment, sehingga harus dilakukan perbaikan atau repair pada produk yang mengalami defect dirt. Dalam pengerjaan repair dibutuhkan waktu selama 30 detik, dalam pengerjaan repair dilakukan pada jam lembur dikarenakan operator yang terbatas. Berikut perhitungan biaya repair sebagai berikut: Perhitungan Biaya Repair dalam sehari: Biaya perjam = Rp.4.000.000 22 hari / 8 jam = Rp. 22.727 Perhitungan biaya repair dalam 1 pcs: Biaya 1 pcs = 22.727 60 detik X 30 detik = Rp. 11.363 Perhitungan biaya repair dalam 1 bulan Biaya 1 bulan = Rp 11.364 X 259 X 2 = Rp. 5.886.552,- Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka didapat biaya repair berdasarkan defect Dirt produk CN113R pada bulan April 2017, yaitu sebesar Rp 5.886.552,-

Biaya Repair Dent bulan April 2017 Pada penelitian ini dapat dihitung hasil dari proses yang dilakukan karena adanya defect dent pada produk CN113R yang terjadi pada bagian press shop, sehingga harus dilakukan perbaikan atau repair pada produk yang mengalami defect dent. Dalam pengerjaan repair dibutuhkan waktu selama 120 detik, dalam pengerjaan repair dilakukan pada jam lembur dikarenakan operator yang terbatas. Berikut perhitungan biaya repair sebagai berikut: 91 Perhitungan Biaya Repair dalam sehari: Biaya perjam = Rp.4.000.000 22 hari / 8 jam = Rp. 22.727 Perhitungan biaya repair dalam 1 pcs: Biaya 1 pcs = 22.727 60 detik X 120 detik = Rp. 45.454 Perhitungan biaya repair dalam 1 bulan Biaya 1 bulan = Rp. 45.454 X 192 X 2 = Rp. 17.4554.336,- Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka didapat biaya repair berdasarkan defect Dent produk CN113R pada bulan April 2017, yaitu sebesar Rp 17.454.336,-

Biaya Repair Sagging bulan April 2017 Pada penelitian ini dapat dihitung hasil dari proses yang dilakukan karena adanya defect sagging pada produk CN113R yang terjadi pada bagian sray boath, sehingga harus dilakukan perbaikan atau repair pada produk yang mengalami defect sagging. Dalam pengerjaan repair dibutuhkan waktu selama 60 detik, dalam pengerjaan repair dilakukan pada jam lembur dikarenakan operator yang terbatas. Berikut perhitungan biaya repair sebagai berikut: Perhitungan Biaya Repair dalam sehari: Biaya perjam = Rp.4.000.000 22 hari / 8 jam = Rp. 22.727 Perhitungan biaya repair dalam 1 pcs: Biaya 1 pcs = 22.727 60 detik X 60 detik = Rp. 22.727 Perhitungan biaya repair dalam 1 bulan Biaya 1 bulan = Rp. 22.727 X 142 X 2 = Rp. 6.454.468,- Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka didapat biaya repair berdasarkan defect Sagging produk CN113R pada bulan April 2017, yaitu sebesar Rp 6.454.468,- 92

Biaya Repair Ding bulan April 2017 Pada penelitian ini dapat dihitung hasil dari proses yang dilakukan karena adanya defect ding pada produk CN113R yang terjadi pada bagian presh shop, sehingga harus dilakukan perbaikan atau repair pada produk yang mengalami defect ding. Dalam pengerjaan repair dibutuhkan waktu selama 90 detik, dalam pengerjaan repair dilakukan pada jam lembur dikarenakan operator yang terbatas. Berikut perhitungan biaya repair sebagai berikut: Perhitungan Biaya Repair dalam sehari: Biaya perjam = Rp.4.000.000 22 hari / 8 jam = Rp. 22.727 Perhitungan biaya repair dalam 1 pcs: Biaya 1 pcs = 22.727 60 detik X 90 detik = Rp. 34.090 Perhitungan biaya repair dalam 1 bulan Biaya 1 bulan = Rp. 34.090 X 60 X 2 = Rp. 4.090.800,- Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka didapat biaya repair berdasarkan defect Ding produk CN113R pada bulan April 2017, yaitu sebesar Rp 4.090.800,-

Perhitungan Biaya Setelah Perbaikan Setelah dilakukan aktifitas perbaikan dengan menerapkan usulan 5w+2h terjadi penurunan defect Department Paintshop pada bulan Mei 2017, diikuti terjadinya penurunan cost akibat kualitas yang rendah. Berikut data hasil inspeksi pada bulan Mei 2017 Untuk mengetahui harga dari jumlah defect yang dialami produk dalam satu bulan yaitu: 1. Biaya Repair Sanding Mark bulan Mei 2017 Perhitungan Biaya Repair dalam sehari: Biaya perjam = Rp.4.000.000 22 hari / 8 jam = Rp. 22.727 Perhitungan biaya repair dalam 1 pcs: Biaya 1 pcs = 22.727 60 detik X 420 detik = Rp. 159.091 93 Perhitungan biaya repair dalam 1 bulan Biaya 1 bulan = Rp. 159.091 X 297 X 2 = Rp 94.500.054 Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka didapat biaya repair berdasarkan defect sanding mark produk CN113R pada bulan Mei 2017, yaitu sebesar Rp 94.500.054 2. Biaya Repair Poor

**Upaya Penurunan Produk Cacat Pada Proses Painting Unit CN113R  
Dengan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA)**

Repair bulan Mei 2017 Perhitungan Biaya Repair dalam sehari: Biaya perjam = Rp.4.000.000  
22 hari / 8 jam = Rp. 22.727 Perhitungan biaya repair dalam 1 pcs: Biaya 1 pcs = 22.727 60  
detik X 120 detik = Rp. 45.454 Perhitungan biaya repair dalam 1 bulan Biaya 1 bulan = Rp.  
45.454 X 131 X 2 = Rp 11.908.948

Biaya Repair sagging bulan Mei 2017 Perhitungan Biaya Repair dalam sehari: Biaya  
perjam = Rp.4.000.000 22 hari / 8 jam = Rp. 22.727 Perhitungan biaya repair dalam 1 pcs:  
Biaya 1 pcs = 22.727 60 detik X 60 detik = Rp. 22.727 Perhitungan biaya repair dalam 1 bulan  
Biaya 1 bulan = Rp. 22.727 X 54 X 2 = Rp 2.454.516 Berdasarkan hasil perhitungan diatas  
maka didapat biaya repair berdasarkan defect sagging produk CN113R pada bulan Mei 2017,  
yaitu sebesar Rp.2.454.516 6. Biaya Repair ding bulan Mei 2017 Perhitungan Biaya Repair  
dalam sehari: Biaya perjam = Rp.4.000.000 22 hari / 8 jam = Rp. 22.727 Perhitungan biaya  
repair dalam 1 pcs: Biaya 1 pcs = 22.727 60 detik X 90 detik = Rp. 34.090 Perhitungan biaya  
repair dalam 1 bulan Biaya 1 bulan = Rp. 34.090 X 29 X 2 = Rp. 1.977.220 Berdasarkan hasil  
perhitungan diatas maka didapat biaya repair berdasarkan defect ding produk CN113R pada  
bulan Mei 2017, yaitu sebesar Rp.1.977.220.

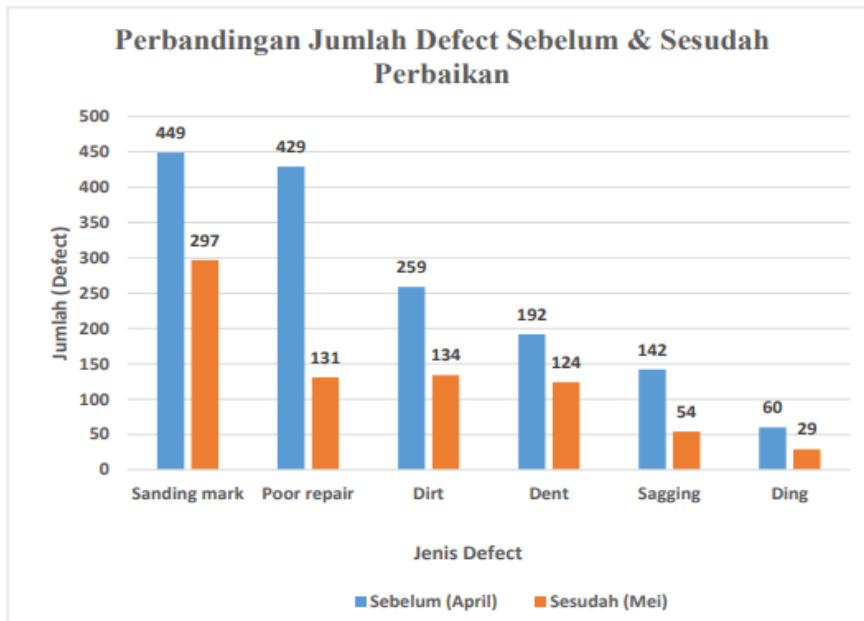
Analisa Hasil Perbaikan Setelah dilakukan pengolahan data, kemudian dilakukan  
analisis terhadap hasil yang telah didapatkan. Berikut ini adalah kesimpulan hasil dari perbaikan  
defect pada Departemen Paintshop dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 4.11 Perbandingan Hasil Perbaikan**

| No | Jenis Defect | Sebelum (April) |                | Sesudah (Mei)   |                |
|----|--------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
|    |              | Jumlah (defect) | Biaya (Rupiah) | Jumlah (defect) | Biaya (Rupiah) |
| 1  | Sanding mark | 449             | Rp142.863.718  | 297             | Rp.94.500.054  |
| 2  | Poor repair  | 429             | Rp38.999.532   | 131             | Rp.11.908.948  |
| 3  | dirt         | 259             | Rp5.886.552    | 134             | Rp.3.045.284   |
| 4  | dent         | 192             | Rp17.454.336   | 124             | Rp.11.272.592  |
| 5  | sagging      | 142             | Rp6.454.468    | 54              | Rp.2.454.516   |
| 6  | ding         | 60              | Rp4.090.800    | 29              | Rp.1.977.220   |

Sumber: Pengolahan Data

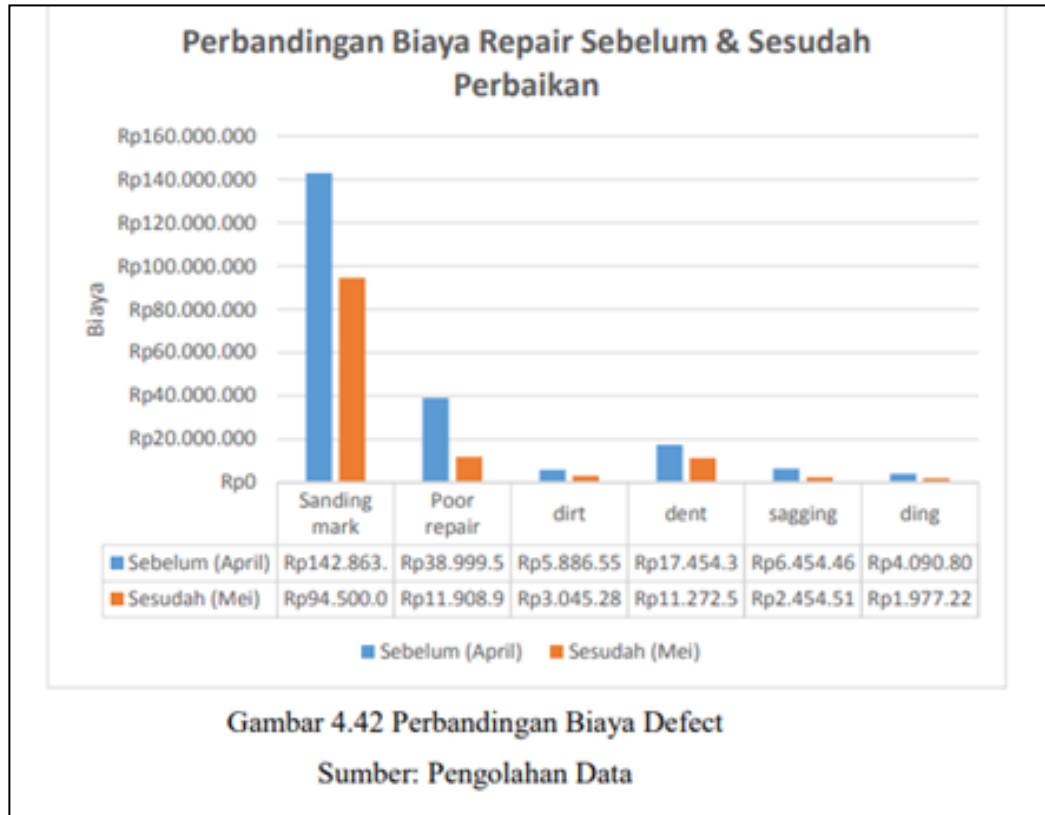
Berikut ini adalah grafik perbandingan jumlah defect sebelum dan sesudah  
dilakukan perbaikan dengan metode FMEA.



**Gambar 4.41 Perbandingan Jumlah Defect**

Sumber: Pengolahan Data

Berikut ini adalah perbandingan biaya sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan dapat dilihat gambar dibawah ini:



#### 4. Kesimpulan

Analisa yang telah dilakukan dengan tahapan FMEA berdasarkan hasil dari penelitian, diperoleh hasil penilaian severity, occurrence dan detection. Didapat hasil penyebab potensial defect sanding mark yaitu penggunaan orbital sander yang miring atau menyudut dengan nilai severity 3, nilai occurrence 6 dan nilai detection 6. Diperoleh nilai RPN yaitu 108. Untuk defect Poor repair adalah proses polishing terlalu cepat dengan nilai severity 3, nilai occurrence 4 dan nilai detection 7. Untuk defect Dirt adalah permukaan unit dari Bodyshop kotor dengan nilai severity 3, nilai occurrence 5 dan nilai detection 7. Untuk defect Dent adalah proses pemasangan prod aid yang tidak kuat dengan nilai severity 3, nilai occurrence 4 dan nilai detection 6. Untuk defect Sagging adalah jarak spray gun terlalu dekat dengan permukaan unit dengan nilai severity 3, nilai occurrence 5 dan nilai detection 7. Untuk defect Ding adalah lower dies kotor dengan nilai severity 3, nilai occurrence 4 dan nilai detection 7. Berdasarkan perbaikan untuk mengurangi tingkat defect pada unit CN113R dengan menggunakan metode FMEA terbukti dapat menurunkan jumlah defect dan jumlah biaya yang dikeluarkan untuk repair defect yang terjadi pada Department Paintshop.

**Upaya Penurunan Produk Cacat Pada Proses Painting Unit CN113R  
Dengan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA)**

**Daftar Pustaka**

- Ansori, N., & Mustajib, M. I. (2013). *Sistem Perawatan Terpadu (IMS)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Abdul Aziz, Uzer (2017). *Analisis Defect Burry Pada Produk Part Holder Wire Dengan Metode Failure Mode Effect Analisis (FMEA) Di PT.PSC*. Universitas Bhasysangkara Jakarta, Jakarta.
- Fahmi, I. (2014). *MANajemen Produksi dan Operasi*. Bandung: Alfabeta.
- Gasperz, V. (2012). *All-In-One Management Tool Book*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gasperz, V (2014). *Pedoman Implementasi Program SIX SIGMA Terintegrasi Dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP*. Jakarta. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Ginting, Rosnani (2007). *Sistem Produksi, Edisi Pertama*, Graha ilmu Yogyakarta
- Indri Parwati, Cyrilla (2016). *Analisis Pengendalian Kualitas produk STEEL Pipes Dan Tubulars dengan Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analisis (FMEA) Di PT.Dwi Sumber Arca Waja Batam.. Jurusan Teknik Industri Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta*.
- Jaifandra Maradika, Yogi (2016). *Analisis Kegagalan Proses produksi Pipe Collar dengan Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analisis (FMEA) Di PT.Bannex Indonesia*. Universitas Bhasysangkara Jakarta, Jakarta.
- Kurniawan, F. (2013). *Teknik dan Aplikasi Manajemen Perawatan Industri*. Yogyakarta. PT. Graha Ilmu.
- Yamit, Z. (2013). *Manajemen Kualitas Produk dan Jasa*. Yogyakarta. Ekonisia