

## Analisis Pengendalian Kualitas Produk Karet Sintetis dengan Metode Six Sigma

Nugraheni Djamal<sup>1,\*</sup>, Dadi Cahyadi<sup>2</sup>, Al Farizi Ilham Ilahiya<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya, Jl, Raya Cilegon KM 5 Taman Drangong Kec. Taktakan Kota Serang Banten, 42162

\*nugraheni.djamal@gmail.com

### ABSTRAK

Karet sintetis merupakan bahan yang penting untuk berbagai industri sehingga diperlukan pengendalian kualitas yang baik. Penelitian ini mengeksplorasi penerapan metode Six Sigma dalam konteks produksi karet sintetis. Melalui pendekatan penelitian kualitatif dan kuantitatif, dapat diidentifikasi faktor-faktor utama yang mempengaruhi kualitas karet sintetis, menganalisis data produksi untuk menentukan tingkat variabilitas, dan merancang solusi perbaikan yang sesuai dengan metodologi DMAI (Define-Measure-Analyze-Improve). Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi karet sintetis grade SBR2153 pada 2023 dalam satu campaign mencapai persentase produk cacat tertinggi yaitu 6,5%. Dan pada produksi bulan Januari 2024, karet sintetis SBR2153 mencapai produk off spec sebanyak 207.845 kg dari produksi 3.130.725 kg dengan persentase 6,64%. Berdasarkan hasil analisis DMAI didapatkan bahwa cacat produk yang terjadi adalah Off Spec Volatile Matte (sebanyak 38,31%), Work In Process Box (sebanyak 32,84%), Off Spec Other Cause (sebanyak 14,02%), Off Spec Bale Temp (sebanyak 7,68%), dan Wet Spot (sebanyak 7,16%), dengan tingkat sigma sebesar 3,72. Faktor dominan penyebab jenis off spec Volatile Matte adalah mesin, yang disebabkan oleh intensitas mesin yang tinggi dan supply hot air blower tidak maksimal. Sedangkan faktor dominan penyebab jenis off spec Work In process adalah mesin, yang disebabkan oleh karet yang menempel dan kurangnya greasing pada mesin.

**Kata kunci:** karet sintetis, Work In Process Box, Volatile Matte

### ABSTRACT

*Synthetic rubber is an important material for various industries that required good quality control. This research explores the application of the Six Sigma method in the context of synthetic rubber production. Through qualitative and quantitative research approaches, the main factors that influence the quality of synthetic rubber can be identified, analyze production data to determine the level of variability, and design improvement solutions in accordance with the DMAI (Define-Measure-Analyze-Improve) methodology. The research results show that the production of SBR2153 grade synthetic rubber in 2023 in one campaign will reach the highest percentage of defective products, namely 6.5%. And in January 2024 production, SBR2153 synthetic rubber reached 207,845 kg of off spec products from production of 3,130,725 kg with a percentage of 6.64%. Based on the results of the DMAI analysis, it was found that the product defects that occurred were Off Spec Volatile Matte (as much as 38.31%), Work In Process Box (as much as 32.84%), Off Spec Other Cause (as much as 14.02%), Off Spec Bale Temp (as much as 7.68%), and Wet Spot (as much as 7.16%), with a sigma level of 3.72. The dominant factor causing the off spec Volatile Matte type is the engine, which is caused by high engine intensity and not optimal hot air blower supply. Meanwhile, the dominant factor causing the off spec Work In Process type is the machine, which is caused by sticking rubber and lack of greasing on the machine.*

**Keywords:** synthetic rubber, Work In Process Box, Volatile Matte

## 1. PENDAHULUAN

Karet merupakan salah satu jenis polimer yang memiliki ciri khusus, yakni memiliki wilayah elastisitas non linier yang sangat besar (Setiorini, 2018). Terdapat dua jenis karet yang umum dikenal, yaitu karet alam dan karet sintetis. Karet alam dibuat dari getah pohon karet, sedangkan karet sintetis dibuat dari minyak bumi dan memiliki sifat mirip karet alam (Andhari, 2017). Karet sintetis sangat penting bagi kehidupan manusia modern. Karet sintetis biasa digunakan dalam industri otomotif untuk profil ban, pintu atau jendela, selang, sabuk, anyaman, dan lantai.

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri kimia dan produksi karet sintetis. Perusahaan ini memproduksi bahan kimia mentah (Butadiene) menjadi bahan setengah jadi yaitu karet sintetis. Produk bahan setengah jadi ini berupa karet yang dicetak menggunakan alat menjadi bentuk persegi panjang (70 cm x 35 cm x 20 cm) dan memiliki berat 34 kg.

Pada proses produksi karet sintetis, setiap grade memiliki periode produksi yang disebut periode campaign product. Dalam satu periode campaign setiap produk memiliki waktu produksi yang berbeda beda menyesuaikan kebutuhan pasar. Sehingga hasil produksi karet sintetis setiap grade memiliki jumlah total produksi yang beragam.

**Tabel 1.** Total Produksi campaign 2023

Grade	Total Produksi (ton)	Jumlah Cacat (ton)	%
<b>BR44</b>	4.538	205	4,52%
<b>BR63</b>	2.183	98	4,49%
<b>SBR2300</b>	4.522	278	6,15%
<b>SBR2153</b>	3.121	204	6,54%
<b>SBR2353</b>	1.570	79	5,03%

Dari tabel di atas terlihat bahwa produksi karet sintetis grade SBR2153 memiliki persentase cacat terbesar, yaitu 6,54% produk cacat dalam satu periode campaign tahun 2023. Sehingga fokus

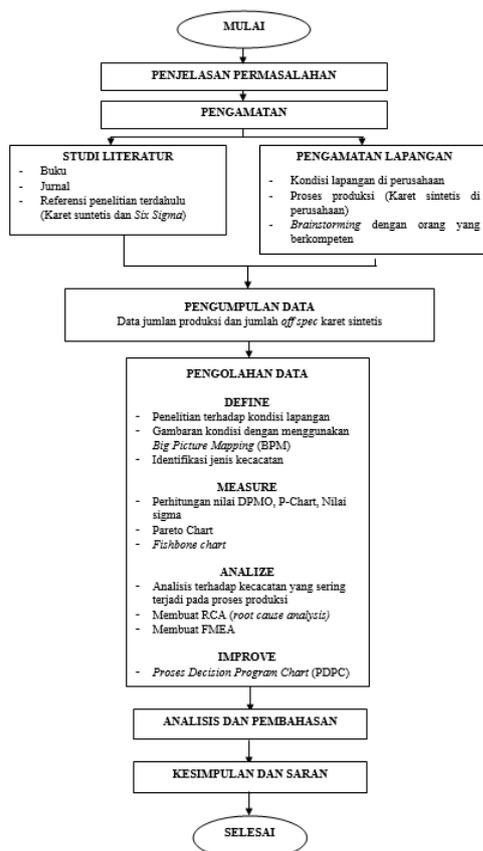
permasalahan pada penelitian ini adalah produk karet grade SBR2153.

SBR2153 mempunyai kelebihan lebih tahan terhadap panas, gesekan dan memiliki ketahanan kikis yang baik. Saat proses produksi, karet sintetis grade SBR2153 ini menghasilkan banyak *off spec* produk. Secara garis besar proses produksi karet sintetis terbagi menjadi dua, yaitu proses *solution* dan proses *finishing*. Produk seringkali tidak memenuhi kriteria kualitas yang diharapkan pada proses finishing.

Berdasarkan pengamatan awal, terdapat jumlah produksi dalam satu campaign SBR2153 sejumlah 3.130.725 Kg, menghasilkan produk *off spec* 207.845 Kg. Rata rata produksi karet *off spec* dalam periode produksi 24 Januari 2024 hingga 13 Februari 2024 sebesar 6,64%. Produk cacat tertinggi pada tanggal 25 Januari 2024, sebesar 7,91%. Tingginya produk *off spec* pada produksi SBR2153 periode ini, seharusnya bisa ditekan. Produk *off spec* terendah terjadi pada tanggal 5 Februari 2024 yaitu sebesar 5,83% dari total produksi harian. Perusahaan seharusnya mampu meningkatkan proses produksi dengan tingkat kecacatan hingga 0% (zero defect).

## 2. METODE PELAKSANAAN

Langkah langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pada diagram alir penelitian di atas terlihat bahwa untuk menyelesaikan permasalahan tingginya persentase kecacatan produk karet sintetis SBR2153 akan digunakan metode Six Sigma DMAI (*Define, Measure, Analyze, dan Improve*).

### 2.1. Define

*Define* adalah menetapkan tujuan dari kegiatan peningkatan kualitas Six Sigma, yang bertujuan untuk menentukan rencana tindakan yang perlu dilakukan untuk meningkatkan setiap tahap proses bisnis kunci (Gasperzs, 2005).

*Tools* yang digunakan pada tahapan ini adalah *Big Picture Mapping* (BPM). Dengan menggunakan BPM, dapat diketahui aliran informasi dan fisik dalam sistem, dan juga waktu yang dibutuhkan untuk setiap proses yang terjadi (Tjie, 2011).

### 2.2. Measure

Tahap *measure* merupakan Tindakan logis terhadap tahap *define* dan menjadi penghubung ke tahap berikutnya. Terdapat tiga hal penting harus dilakukan, yaitu

menentukan *Critical to Quality* (CTQ), mengembangkan rencana pengumpulan data, dan mengukur kinerja dasar pada tingkat output (Gaspersz, 2005).

### 2.3. Analyze

Tahap ini merupakan tahapan analisis. Langkah ini digunakan untuk mencari dan menemukan akar penyebab suatu masalah (Rossihanida, dkk., 2018). *Tools* yang digunakan pada tahap ini adalah Diagram Pareto, Diagram *Fishbone*, dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

### 2.4. Improve

Tahap *improve* digunakan untuk membuat rencana tindakan dalam meningkatkan kualitas Six sigma, yang menjelaskan tentang bagaimana sumber daya akan dialokasikan dan prioritas atau alternatif yang akan diambil (Rossihanida, dkk, 2018). Pada tahapan ini, *tools* yang digunakan adalah *Process Decision Program Chart*.

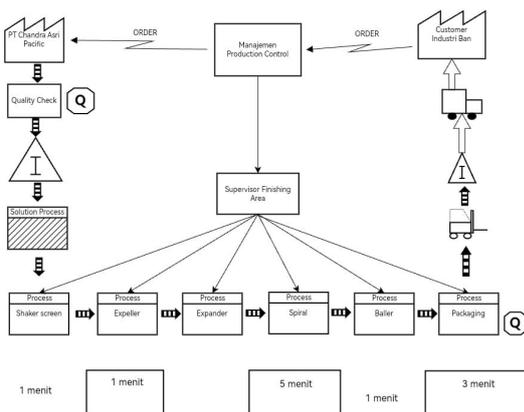
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penelitian yang telah dikumpulkan sebelumnya kemudian diolah dengan menggunakan metode six sigma. Metode ini digunakan untuk mencegah kesalahan atau defect dengan langkah-langkah yang terukur dan terstruktur, sehingga berdasarkan data yang ada, *continuous improvement* dapat dilakukan (Pande dan Holpp, 2005).

Data yang diambil berupa data dokumen resmi yaitu dari departemen quality control PT. XYZ, yang telah diolah kembali. Data yang digunakan adalah hasil produksi karet sintetis grade SBR2153 dalam satu periode campaign, yaitu pada tanggal 24 Januari 2024 sampai 13 Februari 2024.

### 3.1. Define

Pada tahap *define*, akan digunakan *tools* BPM.



**Gambar 2.** Big Picture Mapping

Gambar di atas menunjukkan proses aliran material dari *supplier* hingga *customer*, dengan penjelasan sebagai berikut :

1. *Supplier*

Bahan baku Butadiene didapatkan dari pihak ketiga dan dikirimkan melalui pipa menuju penyimpanan PT. XYZ.

2. *Quality Check*

Sebelum bahan baku mulai digunakan untuk produksi, bahan baku harus diperiksa kualitasnya. Bahan baku yang kualitasnya tidak memenuhi syarat kualitas, diperlukan proses tambahan sebelum diolah menjadi karet sintetis.

3. *Tangki Penyimpanan*

Bahan baku akan ditampung dan dikontrol level tangkinya sebelum dipompa ke proses pembuatan karet sintetis

4. *Proses solution*

Pada proses ini, bahan baku dari tangki penyimpanan akan diolah dalam reaktor dan dicampur dengan bahan bahan lain. Setelah proses pada reaktor selesai, karet sintetis akan dimurnikan melalui proses *concentration*. Setelah dimurnikan, karet sintetis dibentuk dengan cara diberi uap panas dan selanjutnya dikirim menuju proses *finishing*.

5. *Shaker Screen*

Proses ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan air dengan cara diayak menggunakan saringan. Air akan turun ke bawah dan karet sintetis akan bergerak menuju proses berikutnya.

6. *Expeller*

Proses *Expeller* adalah proses pengeringan. Pada proses ini, karet akan diperas menggunakan alat *screw* dengan motor sebagai penggerak. Air akan keluar melalui celah yang terdapat pada badan *expeller*.

7. *Expander*

*Expander* merupakan langkah terakhir dalam proses pengeringan karet sintetis. Proses ini menggunakan panas akibat kenaikan suhu pada badan *expander*. Kenaikan temperatur ini yang akan mengakibatkan kandungan air di dalam karet sintetis akan menguap, sehingga kandungan air dalam karet sintetis menjadi kurang dari 0.1%.

8. *Spiral*

Proses ini merupakan proses pendinginan sebelum karet sintetis dicetak menggunakan *baller*. Karet yang panas setelah proses pengeringan, perlu didinginkan supaya karet tidak mudah menempel satu sama lain atau menempel pada alat.

9. *Baller*

Proses ini merupakan proses pencetakan karet sintetis menjadi berbentuk balok (*bale*) dengan dimensi 70x35x20 cm dengan berat 34Kg.

10. *Packaging*

*Packaging* merupakan proses membungkus bale dan memasukkan pada metal box dengan menggunakan robot. Bale akan dibungkus menggunakan plastik agar tidak menempel satu sama lain atau menempel dengan metal box. Bale yang sudah dibungkus menggunakan plastik akan disusun ke dalam metal box menggunakan robot. Bale akan disusun sebanyak 36 bale dalam satu *metal box*. *Metal box* yang sudah berisi dengan karet sintetis, akan dilakukan pemeriksaan kualitas sebelum dikirim ke gudang dan customer.

11. Gudang penyimpanan produk

Tempat ini digunakan untuk menampung produk produk karet sintetis yang sudah dimasukkan kedalam *metal box*. Produk akan dikirim ke *customer* pabrik pembuatan ban di Indonesia atau akan diekspor ke Thailand , Perancis atau Amerika.

### 3.2. Measure

CTQ adalah sebuah karakteristik dari sebuah produk atau jasa yang memenuhi kriteria yang ditetapkan, internal ataupun eksternal (Dwiputranti dan Melati, 2021). Berikut adalah gambaran karet sintesis yang memenuhi kriteria atau *on spec*:

**Tabel 2.** Jenis-jenis *Off Spec*.

No	CTQ	Deskripsi
1	<i>Work in process (WIP)</i>	WIP adalah reject bale hasil dari start up, cleaning dan trouble machine
2	<i>Wet Spot</i>	Spot yang basah pada bale
3	<i>Off Spec VM</i>	VM ( <i>Volatile Matte</i> ) menghitung % kadar air yang terkandung dalam bale
4	<i>Off Spec Bale Temperature</i>	Mengukur tingkat kepanasan pada bale
5	<i>Off Spec Other Cause</i>	<i>Off spec</i> karena berbagai hal lainnya



**Gambar 3.** Jenis *Off Spec WIP Box*.



**Gambar 4.** Jenis *Off Spec Wet Spot*

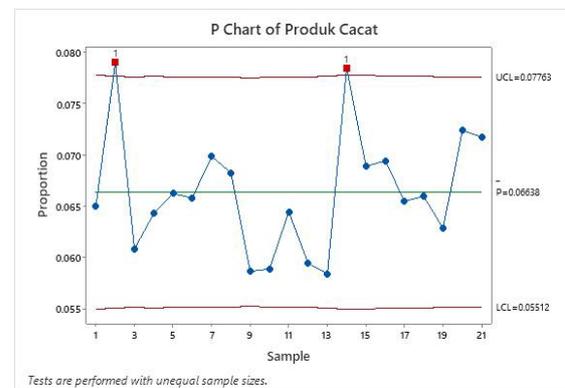


**Gambar 5.** Jenis *Off Spec VM*



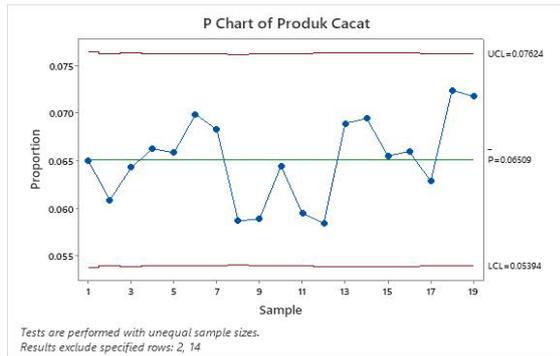
**Gambar 6.** Jenis *Off Spec other Cause*

Sedangkan hasil dari plotting peta kendali didapat :



**Gambar 7.** Peta Kendali

Berdasarkan gambar peta kendali di atas untuk produksi bale terdapat 2 titik yang berada di luar batas kendali. Pada tanggal 25 Januari merupakan hari yang memiliki produk cacat paling banyak sebesar 7,91% dari total produksi harian. Sedangkan pada tanggal 6 Februari juga menghasilkan jumlah cacat yang tinggi, sebanyak 7,86% dari total produksi harian. Peta kendali perlu direvisi agar data berada di dalam batas kendali, dengan cara menghilangkan data yang berada diluar batas kendali.



**Gambar 8.** Peta Kendali (Perbaikan)

Kemudian berdasarkan pengolahan data yang sudah dilakukan, didapat bahwa nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) adalah sebesar 13.277,75 dan nilai Sigma sebesar 3,72.

Hal tersebut menunjukkan bahwa untuk setiap 1.000.000 produksi kemungkinan terjadinya produk *off spec* sebanyak 13.277,75 bale. Sedangkan nilai sigma yang diperoleh perusahaan adalah 3,72  $\sigma$ , di mana dapat dikatakan bahwa kemampuan perusahaan dalam memenuhi spesifikasi proses produksi sudah melebihi nilai 3.4  $\sigma$ .

Namun berdasarkan peta kendali di atas menunjukkan pola DPMO dari produk *off spec* dan pencapaian sigma yang belum konsisten, sehingga memerlukan proses pengendalian untuk mengetahui penyebabnya.

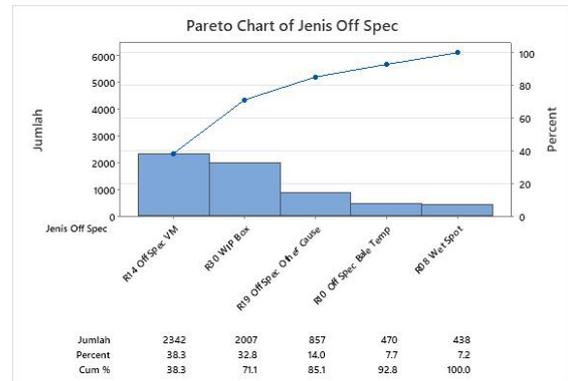
### 3.3. Analyze

Dari data yang diperoleh, dapat dihitung persentase tingkat kecacatan setiap jenis *off spec*.

**Tabel 3.** Persentase jenis Off Spec

Jenis Off Spec	Jumlah	% Kecacatan
Off Spec Volatile Matte	2.342	38,31%
Work In Process Box	2.007	32,84%
Off Spec Other Cause	857	14,02%
Off Spec Bale Temp	470	7,68%
Wet Spot	438	7,16%

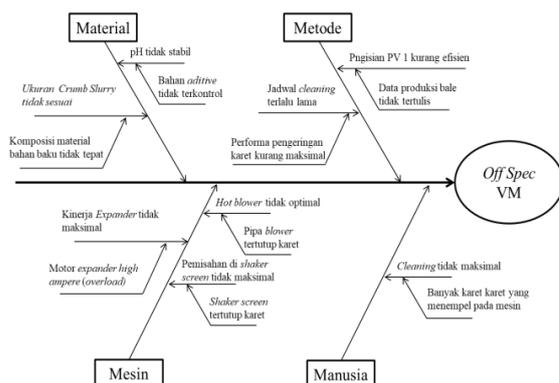
Kemudian dibuat diagram pareto berdasarkan Tabel 3.



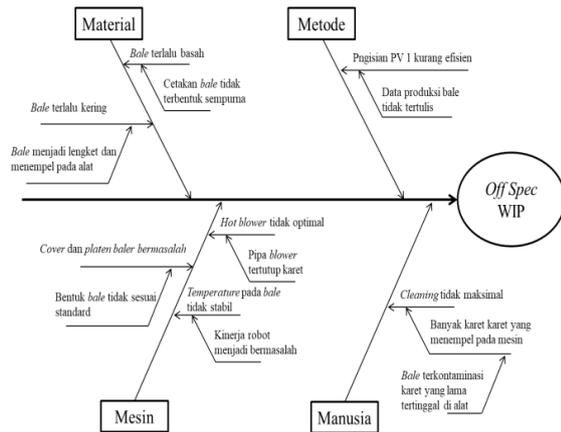
**Gambar 9.** Diagram Pareto

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa penyebab produk *off spec* atau cacat paling banyak dari jenis cacat Volatile Matte (VM). Jenis *off spec* VM memiliki persentasi 38,31% dari total kecacatan produksi karet sintetis SBR 2153. Jenis produksi karet cacat yang kedua paling banyak adalah Off Spec WIP box *product in bale form* sebanyak 32,84%.

Diagram sebab-akibat menunjukkan perbandingan antara masalah yang dihadapi dengan kemungkinan penyebab masalah. Kemungkinan masalah yaitu penyebab atau faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya masalah. Berikut adalah diagram sebab-akibat produksi karet sintetis *Off spec VM* dan WIP:



**Gambar 10.** Diagram *Fisbone* untuk jenis *Off Spec VM*



**Gambar 11.** Diagram *Fisbone* untuk jenis *Off Spec IP*

Setelah itu, masing-masing fishbone akan dianalisis menggunakan tabel FMEA, untuk menentukan prioritas perbaikan proses.

**Tabel 4.** FMEA *Off Spec VM*

Mode Kegagalan Potensial	Efek Kegagalan potensial	Penyebab Potensial	Pengecekan Saat ini	S	O	D	RPN	Rekomendasi Tindakan
Mesin	Motor <i>expander high ampere (overload)</i> , kinerja <i>expander</i> tidak maksimal, karet masih mengandung banyak air	Intensitas mesin yang tinggi dan <i>Supply hot air blower</i> tidak maksimal	Melakukan pengecekan suara, panas, vibrasi	7	6	7	294	<ol style="list-style-type: none"> <li>Melakukan preventive maintenance dengan mengecek <i>ampere expander</i> secara berkala</li> <li>Melakukan pengecekan oli dalam <i>gear box</i></li> <li>Saat <i>cleaning line blower</i> di cek agar tidak ada karet yang menempel</li> </ol>
Material	Komposisi bahan baku tidak sesuai sehingga kinerja pemisahan air tidak maksimal	<i>Crumb slurry</i> tidak sesuai ukuran dan terlalu banyak zat aditif	Memantau bahan baku yang digunakan	8	6	6	288	<ol style="list-style-type: none"> <li>Membuat parameter tentang ukuran <i>crumb slurry</i></li> <li>Mengecek sampel <i>crumb slurry</i> setiap awal shift</li> </ol>
Manusia	Banyak karet yang tertinggal pada mesin produksi	<i>Cleaning</i> tidak maksimal	Waktu <i>Cleaning</i> ditambah	5	3	3	45	<ol style="list-style-type: none"> <li>Waktu <i>cleaning</i> ditambah 15-30 menit agar mesin benar-benar bersih dari fines rubber</li> <li>Alat untuk <i>cleaning</i> diperbaiki dan diganti sesuai dengan mesin yang dibersihkan</li> </ol>
Metode	Kesalahan dalam mengisi <i>check list</i> dan tidak tercatat dengan baik	<i>check list</i> terlalu banyak dan tidak efisien	memantau pengisian <i>check list</i> secara berkala	3	3	3	9	<ol style="list-style-type: none"> <li><i>check list</i> dibuat lebih efisien dengandigitalisasi program</li> <li>Jadwal <i>cleaning</i> menjadi per 12 jam</li> </ol>

**Tabel 5.** FMEA *Off Spec WIP Box*

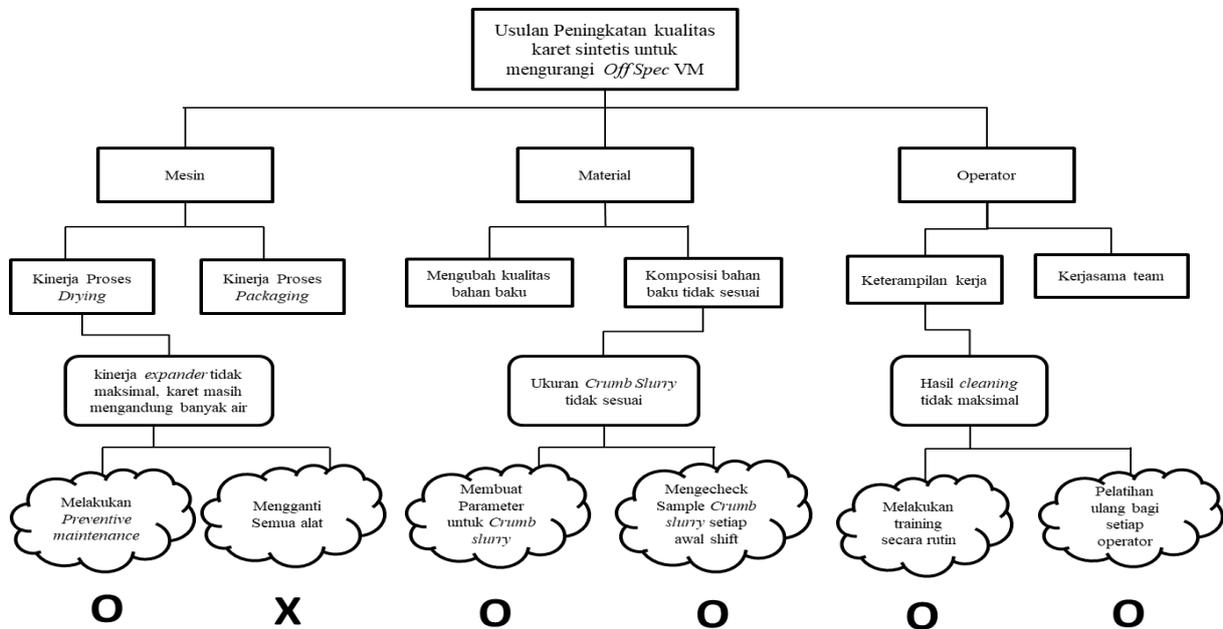
Mode Kegagalan Potensial	Efek Kegagalan potensial	Penyebab Potensial	Pengecekan Saat ini	S	O	D	RPN	Rekomendasi Tindakan
Mesin	Bentuk <i>bale</i> tidak standard	Karet yang menempel dan kurangnya <i>greasing</i> pada mesin	Melakukan pemantauan dan <i>greasing</i> secara berkala	7	6	5	210	<ol style="list-style-type: none"> <li>Melakukan preventive maintenance dengan memberi <i>baler</i> pelumas / <i>grease</i> pada mesin</li> <li>selalu membersihkan area <i>baler</i> pada saat <i>cleaning</i></li> </ol>
Material	Karet lengket pada mesin, cetakan <i>bale</i> tidak maksimal	<i>Temperature bale</i> tidak stabil dan bentuk tidak sesuai	Mengukur <i>temperature</i> pada bale dan melihat secara visual	6	6	5	180	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mengecek <i>temperature</i> bale setiap 1 jam sekali</li> <li>Mengatur <i>temperature bale</i> sebelum masuk area packaging</li> </ol>
Manusia	Banyak <i>bale</i> yang <i>reject</i>	<i>Cleaning</i> tidak maksimal	Waktu <i>Cleaning</i> ditambah	5	5	3	75	<ol style="list-style-type: none"> <li>Waktu <i>cleaning</i> ditambah 15-30 menit agar mesin benar-benar bersih dari fines rubber</li> <li>Alat untuk <i>cleaning</i> diperbaiki dan diganti sesuai dengan mesin yang</li> </ol>

								dibersihkan
Metode	Kesalahan dalam mengisi <i>check list</i> dan tidak tercatat dengan baik	<i>check list</i> terlalu banyak dan tidak efisien	memantau pengisian <i>check list</i> secara berkala	3	3	3	9	<ol style="list-style-type: none"> <li><i>check list</i> dibuat lebih efisien dengandigitalisasi program</li> <li>Jadwal cleaning menjadi per 12 jam</li> </ol>

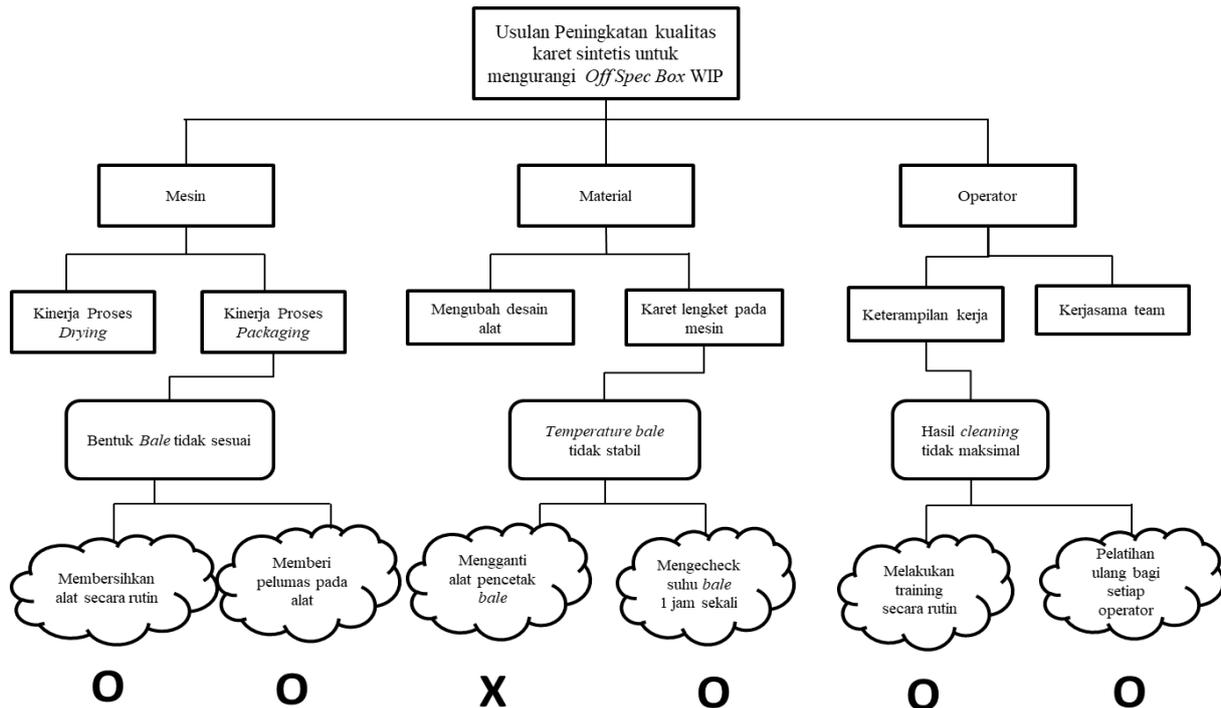
**3.4.Improve**

Pada langkah ini diterapkan suatu rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas six sigma dengan menggunakan PDPC, dari masing-masing penyebab kecacatan didapatkan nilai RPN tertinggi untuk mengurangi off spec

produk SBR 2153, untuk kecacatan OS VM yaitu *Motor expander high ampere (overload)*, kinerja expander tidak maksimal, dengan nilai RPN 294 sedangkan untuk OS WIP yaitu getaran mesin dengan nilai RPN 210. Berikut ini adalah analisis PDPC :



**Gambar 12.** PDPC *Off Spec VM*



Gambar 13. PDPC Off Spec WIP Box

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data pengendalian kualitas dengan metode Six Sigma, diperoleh nilai DPMO perusahaan sebesar 13.277,75 menunjukkan bahwa untuk setiap 1.000.000 kali produksi bale kemungkinan terjadinya kecacatan adalah 13.277,75 kali produksi bale cacat.

dominan pada karet sintetis grade SBR2153, antara lain: *Work in process (WIP)*, *Off Spec Wet Spot*, *Off Spec VM*, *Off Spec Bale Temperature*, *Off Spec Other Cause*. Jenis produk yang cacat pada pembuatan karet sintetis, paling banyak adalah jenis cacat Off spec VM (terlalu banyak kandungan air dalam produk karet sintetis) 38,31% dan *off spec WIP Box product in bale form* (karet karet yang reject pada proses packaging) 32,84%.

Sedangkan usulan perbaikan bagi perusahaan untuk mengurangi *Off Spec VM* antara lain: Melakukan *preventive maintenance* dengan mengecek ampere *expander* secara berkala, Melakukan pengecekan oli dalam gear box, memeriksa *Line Blower* setiap waktu *cleaning*. Sedangkan usulan perbaikan bagi perusahaan untuk mengurangi *Off Spec Box WIP* antara lain: Melakukan *preventive maintenance* dengan memberi

Sedangkan nilai kapabilitas sigma perusahaan sebesar 3,72σ, di mana dapat dikatakan bahwa kemampuan perusahaan dalam memenuhi batas spesifikasi proses produksi yang ditentukan untuk menghasilkan produk sudah baik dan memenuhi target dari batas minimum nilai sigma yaitu sebesar 3,4σ. Terdapat beberapa jenis jenis *Off Spec* paling baller pelumas / *grease* pada mesin, selalu membersihkan area baller pada saat *cleaning*.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Artikel jurnal ini ditulis oleh Nugraheni Djamal, Dadi Cahyadi, dan Al Farizi Ilham Ilahiya berdasarkan hasil penelitian **Analisis Pengendalian Kualitas Produk karet Sintetis dengan Metode Six Sigma** yang dibiayai oleh Universitas Serang Raya melalui Program Hibah Penelitian Skim Gaji tahun 2024. Isi sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

#### DAFTAR PUSTAKA

Andhari, Maria Mutiara (2017). *Model Konstitutif Finite Element Analysis untuk Material Eva Rubber Foam*. (Unpublished under graduated

- Thesis) Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Dwiputranti, Made Irma dan Yasinta Melati (2021). Upaya Pengurangan Kecacatan Produk pertanian di Agro Industri Berbasiskan Metode DMAIC (Studi Kasus PT. Bimandiri Agro Sedaya). *Jurnal Logistik Bisnis*, Vol. 11 No. 01. Juni 2021.
- Gasperzs, Vincent (2005). *Total Quality Management*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Pande, P., & Holpp, L. (2005). *What is Six Sigma: Berpikir Cepat Six Sigma*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Rosihanida, Neoninsa Risma (2018). Analisa Pengendalian Kualitas Proses Produksi Botol pada Departemen Blow Molding di Industri Packaging. *Proceedings Conference on Design Manufacture Engineering and its Application*
- Setiorini, Indah Agus (2018). Karakteristik Termoplastik Elastomer Dari Karet Alam Dan Polipropilena Dengan Penambahan Carbon Black Filler. *Jurnal Patra Akademika*, Vol. 10, No. 2.
- Tjie, Tjong Yao (2011). *Big Picture Mapping*. Jakarta : Elex Media Komputindo