

Artikel penelitian

Penerapan *Six Sigma* dan Metode *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC) untuk Analisis *Green Tyre Shortage* di PT Merpati Putih

Jasmina Atria Zulkhulaifah, Fany Apriliani

Sekolah Vokasi, Manajemen Industri, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 23 April 2024
Revisi Akhir: 16 Mei 2024
Diterbitkan Online: 17 Mei 2024

KATA KUNCI

Ban, Cacat, DMAIC, PSDA, *Six Sigma*

KORESPONDENSI

Phone: +62 882-1013-1029
E-mail: atriajasmina@gmail.com

A B S T R A K

Pengawasan kualitas pada ban (*tyre*) penting untuk mempertahankan standar kinerja dan keamanan kendaraan. Penelitian ini menganalisis penemuan cacat dan aplikasi *continuous improvement* melalui penerapan siklus PSDA (*Plan-Do-Study-Act*) untuk meningkatkan kualitas ban, melibatkan proses identifikasi *defect* dan implementasi perbaikan berkelanjutan. Siklus PSDA digunakan sebagai pendekatan yang membantu perencanaan, pelaksanaan, analisis, dan tindakan dalam perbaikan kualitas. Selain itu, metodologi *Six Sigma* diterapkan untuk meningkatkan kontrol kualitas. Data produksi dianalisis melalui fase *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC) untuk mengidentifikasi penyebab *defect* dan menerapkan perbaikan berbasis data. Siklus PSDA dan metode *Six Sigma* yang terintegrasi diharapkan dapat menghasilkan peningkatan kualitas pada ban, meningkatkan efektivitas produksi, dan menurunkan tingkat kegagalan, sehingga memberikan dampak positif terhadap keandalan dan keselamatan kendaraan. Penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan studi mengenai penerapan metode *Six Sigma* di industri ban melalui survei dan wawancara dengan karyawan di beberapa tingkatan untuk jangkauan persepsi yang lebih luas, kemudian sebaiknya dilakukan penerapan metode analisis yang dapat mengidentifikasi pola-pola terkait masalah kualitas serta melakukan pengukuran dampak perbaikan yang diimplementasikan.

PENDAHULUAN

Tujuan utama industri ban adalah meningkatkan kinerja, keamanan, dan kualitas proses produksi. Maka dari itu, untuk menjamin kinerja dan keamanan produk, diperlukan upaya pengembangan berkelanjutan untuk meningkatkan standar kualitas [1]. Cacat diartikan sebagai masalah dengan kinerja, kualitas, dan keamanan. Di sektor ban, barang cacat merupakan ancaman terhadap kinerja, kualitas, dan keamanan produk. Oleh karena itu, pengurangan cacat dilakukan melalui tindakan korektif untuk meningkatkan keberlanjutan industri ban. Dalam industri ban yang sangat kompetitif, mempertahankan dan meningkatkan pangsa pasar membutuhkan tingkat produksi yang lebih tinggi [2]. Peningkatan kapasitas produksi juga dapat menarik jangkauan pasar baru dan mengoptimalkan peluang untuk memperluas pasar [3]. PT Merpati Putih adalah salah satu perusahaan manufaktur ban yang mendukung mobilitas dan transportasi secara umum bertujuan meningkatkan kapasitas produksi dalam memenuhi permintaan. Perusahaan ini telah meningkatkan target produksi sejak Oktober 2023 menjadi 16,000 ban per hari berlaku sampai tahun 2024. Target kualitas dipetakan melalui sasaran proses sebagai tinjauan bulanan untuk memenuhi tujuan perusahaan yaitu peningkatan kapasitas. Hal ini sebaiknya diawali dengan analisis dan tinjauan teknologi untuk menentukan kemampuan perusahaan dalam memenuhi tujuan produksi [3]. Penelitian dilakukan dengan menggunakan siklus *Plan, Do, Study, Act* (PSDA) dalam mengupayakan *continuous improvement* untuk peningkatan kapasitas dan kualitas. Selain itu, pada siklus perbaikan PSDA sebagai upaya mengukur kemampuan perusahaan dilakukan pendekatan *Six Sigma* dengan metode *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC) yang efektif. Dengan demikian, penerapan *continuous improvement* yang terintegrasi dan menyeluruh diharapkan dapat mengurangi masalah agar tidak terulang sehingga perusahaan dapat mengurangi produk cacat dan meningkatkan produktivitas yang seiring dengan peningkatan efektivitas dari tercapainya target kapasitas produksi.

Studi literatur terhadap beberapa jurnal penelitian selama lima tahun terakhir terdapat *gap analysis* bahwa analisis masalah pada industri *tyre* (ban), khususnya *green tyre shortage* perlu dikembangkan pada ban jenis *radial*, permasalahan yang menyeluruh pada proses *curing*, analisis lebih lanjut terhadap kegagalan pencapaian target produksi, serta diperlukan eksplorasi penggunaan *Internet of Things*. Oleh karena itu, transformasi pada penelitian ini berupa penerapan metode *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC) yang fokus dalam menangani permasalahan dengan tepat dan terarah, tindakan perbaikan yang menyeluruh, dan eksplorasi penerapan *Internet of Things* dalam tindakan perbaikan [4].

PT. Merpati Putih telah menetapkan target kualitas untuk tahun 2023 dengan meningkatkan kemampuannya untuk memproduksi 15,000 buah ban per hari. Namun demikian, target produksi ban tidak tercapai selama enam bulan sebelumnya. Hasil produksi yang rata-rata masih di bawah target kapasitas 15,000 ban per hari mengindikasikan bahwa pencapaian kapasitas produksi dibandingkan dengan target yang ditetapkan belum ideal. Hasil pengolahan data menghasilkan bahwa alasan mesin *curing* menganggur atau menunggu perakitan *mold* (cetakan) adalah *Green Tyre Shortage* (GTS) yang menimbulkan kegagalan dalam memenuhi tujuan produksi. Menurut hasil wawancara, *Green Tyre Shortage* (GTS) adalah situasi ketika mesin *curing* telah siap untuk memproses *green tyre* (GT), namun stok material GT tidak tersedia dalam kereta GT dan jumlah GT dari pesanan *curing* tidak terpenuhi. Maka dari itu, diperlukan analisis GTS agar dapat diidentifikasi potensi penyebab GTS yang berdampak pada tidak tercapainya target kapasitas produksi sehingga dapat ditemukan tindakan perbaikan sampai pada tahap pengendalian yang lebih terarah dan menyeluruh pada penyebab timbulnya GTS. Dengan demikian, analisis pada faktor kegagalan pencapaian target kapasitas produksi dapat menjadi pertimbangan dalam menentukan target kapasitas produksi yang ideal.

TINJAUAN PUSTAKA

Tyre (Ban)

Ban merupakan komponen penting kendaraan bermotor yang memberikan stabilitas pergerakan kendaraan serta mengurangi guncangan. Salah satu jenis ban yang memiliki jangkauan pasar terbesar, namun memerlukan penelitian dan pengembangan tingkat tinggi yaitu *Passenger Car Radial* (PCR) [5]. Struktur ban ini bersifat *pneumatik* yang menggunakan udara sebagai media penopang. Ketika melihat ban dari tengah telapak, susunan benang poliester dalam pembuatannya membentuk sudut 90°, atau 90 derajat. Satu ciri khas tambahan dari ban radial jenis ini adalah sabuk baja yang digunakan untuk mengikat poliester. PCR merupakan pilihan terbaik untuk mobil penumpang karena ringan dan memberikan traksi yang unggul di trotoar. Pada cuaca panas, ban radial juga lebih awet, terutama ketika pengemudi melaju dengan kecepatan tinggi. Ban radial menjaga kestabilannya dalam kondisi seperti ini, sehingga memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengemudi dan penumpang.

Tyre melewati berbagai proses produksi hingga menghasilkan *tyre* yang berkualitas, diantaranya proses pencampuran bahan baku berupa *rubber*, *carbon black*, *process oil*, dan *rubber chemical* menjadi *compound* untuk diolah pada masing-masing proses menjadi berbagai jenis *material in process* seperti *tread*, *sidewall*, *inner liner*, *bead apex*, *ply*, *steel belt*. Kemudian *material in process* dirakit secara bertahap pada proses *building* hingga menghasilkan *Green Tyre* (GT). GT akan dicetak melalui proses *curing* pada tekanan dan suhu tinggi 178 °C menggunakan *mold* (cetakan) yang sudah terpasang pada mesin *curing* (vulkanisasi) akan membentuk struktur karet yang kokoh dan elastis berupa *tyre* [6], [7], [8]. Selanjutnya, dilakukan inspeksi *balancing test*, *uniformity test*, dan *grading* sehingga menghasilkan *tyre* berkualitas.

Manajemen Kualitas

Mempertahankan kualitas barang yang diproduksi sangat penting untuk memastikan pemanfaatan sumber daya perusahaan yang konsisten dan optimal, sehingga memenuhi kepuasan pelanggan dan menumbuhkan loyalitas. Untuk mencapai persyaratan produk berkualitas tinggi, analisis proses yang konstan diperlukan untuk memantau dan meningkatkan proses. Tujuan pengendalian kualitas adalah untuk memastikan bahwa hasil produksi sesuai dengan kriteria kualitas yang telah ditentukan dengan menggunakan metode yang hemat biaya dan efisien. Upaya manajemen kualitas pada industri ban berupa penjaminan produk sesuai dan memenuhi klausa ISO 9001 tentang Sistem Manajemen Mutu dan ISO 17025 tentang Akreditasi Lab Uji yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional. Selain itu, perluasan jangkauan pasar memerlukan sertifikasi yang berlaku untuk distribusi produk di beberapa wilayah beberapa diantaranya, E-Mark, GSO, SNI, CCC, INMETRO, dan SONCAP. Spesifikasi *tyre* berkualitas melalui uji *high speed*, *endurance*, *plunger energy*, *wet grip*, *bead unseating*, *rolling resistance* [9].

Siklus Plan, Do, Study, Act (PDSA)

Siklus *Plan, Do, Study, Act* (PDSA) merupakan pendekatan yang berfokus pada esensi perubahan dari perencanaan sampai terealisasi menjadi tindakan. Siklus PSDA memiliki konsep peninjauan berulang terhadap perubahan yang direncanakan sebagai model perbaikan yang memiliki banyak pendekatan salah satunya *Six Sigma*. Pendekatan metodologi yang komprehensif berpengaruh dalam penerapan siklus PSDA melalui proses analisis dan investigasi permasalahan yang mencakup pemetaan proses, analisis sebab-akibat, wawancara, dan observasi [10]. Langkah pertama dalam mengambil tindakan perbaikan adalah pengumpulan dan analisis data untuk membuat rencana tindakan perbaikan. Hal ini dilakukan untuk mengidentifikasi elemen-elemen kunci dari masalah dan tujuan yang harus dipenuhi untuk membuat strategi penyelesaiannya [11]. Data dan informasi hasil wawancara dan diskusi dengan pihak PT Merpati Putih berupa data jumlah produksi, faktor penyebab GTS, jenis *defect*, dan jumlah *defect* selama enam bulan terakhir, selanjutnya melalui proses analisis untuk penarikan kesimpulan sehingga didapatkan strategi perbaikan.

Langkah kedua dalam siklus PDSA yaitu validasi rencana tindakan perbaikan yang diimplementasikan. Hal ini diawali dengan pencatatan data dan pengamatan yang diperlukan terhadap potensi kegagalan pada material. Pengolahan dan analisis data dilakukan untuk mengidentifikasi kegagalan paling potensial yang menyebabkan GTS. Dengan demikian, diperlukan implementasi lebih lanjut sebagai tindakan korektif ketika proses tidak terkendali. Langkah selanjutnya, membandingkan hasil implementasi dari tindakan korektif yang harus diselidiki lebih lanjut dengan mempertimbangkan temuan implementasi dengan kriteria keberhasilan [12]. Penggunaan alat visualisasi statistik memudahkan pengamatan untuk memahami fluktuasi dalam dinamika sistem dan memastikan stabilitas proses. Hasil implementasi yang sesuai memerlukan tahapan standarisasi sebagai titik referensi pemantauan perbaikan berkelanjutan. Untuk melanjutkan perbaikan terus-menerus, tingkat perbaikan yang lebih tinggi dicapai dengan mengulangi siklus perbaikan berkelanjutan. Penciptaan metode standarisasi baru dilakukan untuk memastikan *continuous improvement* sehingga masalah persentase GTS dapat diminimalkan. Dengan demikian, perubahan yang disarankan dapat menyeluruh dan berhasil mengatasi akar masalah melalui standar kerja baru dan pemantauan pelaksanaan tindakan perbaikan.

Six Sigma

Pendekatan *Six Sigma* bertujuan mengurangi cacat hingga 3,4 *Defect per Million Opportunity* (DPMO) sebagai upaya perbaikan perusahaan untuk mencapai keuntungan tanpa kegagalan. Pada pendekatan *Six Sigma*, metode *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC) merupakan praktik yang efektif untuk meningkatkan kapabilitas proses di industry ban [13]. Metode DMAIC diawali dengan menentukan solusi untuk masalah yang ditemukan, lalu lakukan penilaian status proses yang dijalankan perusahaan, periksa prosedur untuk menganalisis faktor yang mendasari masalah kualitas. Kemudian, prosedur disempurnakan menggunakan data yang telah dianalisis sehingga dapat dilakukan verifikasi dan dokumentasi peningkatan yang dilakukan untuk mempertahankan pengendalian proses. Adapun tiga variabel dalam konsep pengukuran berbasis probabilitas sebagai *baseline* metode *Six Sigma* diantaranya [14]:

- DPO merupakan kegagalan per satu kesempatan. Nilai DPO didapatkan melalui perhitungan berikut:

$$DPO = \frac{\text{banyaknya cacat yang ditemukan}}{(\text{jumlah produk yang diperiksa} \times CTQ)} \tag{1}$$

- DPMO adalah kegagalan dalam satu juta kesempatan yang dapat dihitung dengan rumus di bawah ini:

$$DPMO = DPO \times 1,000,000 \tag{2}$$

- *Sigma Level* yaitu nilai *sigma* yang dihitung untuk proses peningkatan kualitas dengan cara di bawah ini:

$$Sigma\ Level = normsinv \frac{1,000,000 - DPMO}{1,000,000} + 1.5 \tag{3}$$

Adapun interpretasi *Sigma level* dituangkan dalam Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Pencapaian Nilai Sigma

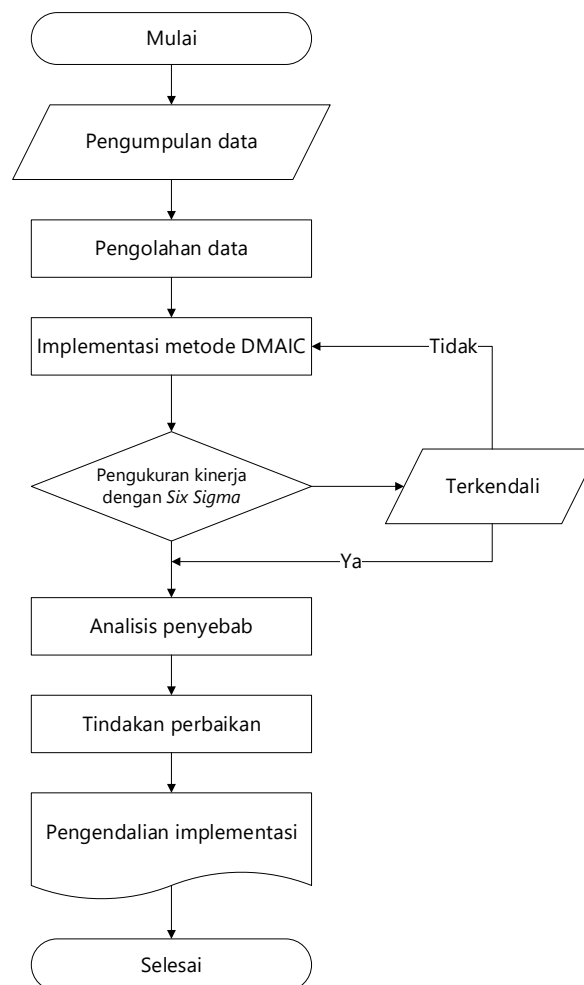
Nilai DPMO	Level Sigma	Keterangan
691,642	1-sigma	Sangat tidak kompetitif
308,538	2-sigma	Rata-rata industri Indonesia
66,807	3-sigma	Rata-rata industri Indonesia
6,210	4-sigma	Rata-rata industri USA
233	5-sigma	Rata-rata industri USA
3,4	6-sigma	Industri kelas dunia

Sumber: Gaspersz, V. 2002

Kemudian, proses analisis dimudahkan dengan visualisasi menggunakan diagram *Supplier, Input, Process, Output, Customer* (SIPOC) untuk mendefinisikan alur proses yang terlibat dan mengidentifikasi kebutuhan material dalam proses berikutnya, *control chart* digunakan agar tingkat stabilitas proses perusahaan dapat dipahami dan *fishbone diagram* untuk memetakan dinamika sistem hubungan sebab-akibat permasalahan yang difokuskan pada empat faktor yaitu *man, machine, method, material* (4M). Dengan demikian, perumusan solusi untuk tindakan perbaikan juga dapat difokuskan pada faktor 4M tersebut agar lebih terarah dan komprehensif. Dengan demikian, pengendalian proses dapat diterapkan dengan pembentukan standar baru yang lebih efektif dan tepat.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan berdasarkan data yang dikumpulkan selama periode bulan April sampai bulan September 2023. Proses implementasi melibatkan beberapa tahapan diantaranya, tahap perencanaan meliputi wawancara dan dokumentasi ke perusahaan, tahap implementasi melibatkan pengolahan data dari perhitungan *Sigma Level* dan metode *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC), tahap pengamatan dengan memvisualisasikan rencana perbaikan yang telah diobservasi, dan tahap standarisasi dengan mensosialisasikan implementasi dan pembuatan instruksi kerja baru. Diagram alir proses implementasi ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Tahap Penelitian

Metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) dilakukan dengan identifikasi dan analisis temuan data yang diadopsi ke dalam tahapan-tahapan strategis untuk mewujudkan *Six Sigma*. Adapun tahapan tersebut diantaranya, tahapan pendefinisian masalah (*define*) melalui penentuan kriteria permasalahan yang penting dan mendesak. Lalu, tahap pengukuran kinerja (*measure*) dengan melakukan perhitungan untuk mengukur kemampuan dan stabilitas perusahaan dalam meningkatkan kualitas dan mengendalikan masalah. Kemudian, dilakukan tahap analisis kinerja (*analyze*) melalui identifikasi akar masalah dengan memahami dinamika sistem hubungan sebab-akibat permasalahan. Dengan demikian, tindakan perbaikan dapat dilakukan melalui tahap perbaikan (*improve*) dengan menganalisis rumusan solusi untuk mengatasi permasalahan secara komprehensif. Upaya mempertahankan *continuous improvement* dilakukan pada tahap pengendalian (*control*) dengan menetapkan standar baru mengenai implementasi tindakan perbaikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

PT Merpati Putih telah menetapkan target produksi 15,000 ban per hari untuk tahun 2023. Namun, selama enam bulan terakhir, target tersebut tidak tercapai. Produksi rata-rata masih di bawah kapasitas 15,000 ban per hari, hal ini menunjukkan pencapaian produksi yang belum ideal. Selain itu, sasaran mutu terkait perpanjangan waktu *loading* mesin *curing* juga tidak tercapai karena kapasitas produksi yang rendah. Dengan demikian, rencana peningkatan kapasitas produksi 16,000 ban per hari pada bulan Oktober memerlukan evaluasi lebih mendalam. Identifikasi awal yang menghambat pencapaian tujuan produksi yaitu mesin *curing* sering menganggur karena kekurangan *Green Tyre* (GT) dan rendahnya ketersediaan *Green Tyre* mempengaruhi perencanaan, konstruksi pesanan, serta kapasitas mesin *curing*. Hal ini mempengaruhi pencapaian target kualitas dan produksi secara keseluruhan, penelusuran lebih lanjut menemukan bahwa *Green Tyre Shortage* (GTS) adalah alasan utama kegagalan produksi *curing* dari bulan April hingga September 2023. Oleh karena itu, upaya *continuous improvement* diperlukan untuk menghindari masalah serupa di masa depan dan meningkatkan efisiensi produksi serta reputasi perusahaan. Dengan demikian, implementasi strategi rencana solusi memerlukan pendekatan metodis. Untuk mencapai *Zero* GTS dan meningkatkan kualitas, diperlukan studi *Green Tyre Shortage* (GTS) melalui rencana perluasan kapasitas produksi yang diimplementasikan secara efektif. Pendekatan *Six Sigma* dapat digunakan untuk menggambarkan penyebaran nilai rata-rata suatu proses dengan menggunakan data statistik. Teknik *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC) adalah strategi yang diaplikasikan dalam *Six Sigma* dan dibagi menjadi beberapa fase implementasi.

Tahap Definisi Masalah

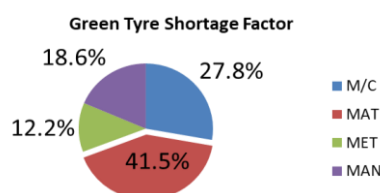
PT Merpati Putih menyediakan data untuk analisis literatur berupa data dan informasi yang dikumpulkan dan dianalisis mengenai masalah-masalah yang muncul melalui diskusi dan wawancara dengan pihak perusahaan. Hal ini diperkuat dengan pengamatan langsung terhadap keadaan, suasana, dan prosedur kerja di dalam perusahaan. Perbandingan terhadap beberapa jurnal dan paper dilakukan sebagai bagian dari proses tinjauan pustaka untuk mencari kesamaan objek, metode, dan pemecahan masalah dalam menentukan apakah penerapan pendekatan *Six Sigma* dan metode *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC) sesuai untuk digunakan dalam penelitian. Rencana tindakan korektif akan diimplementasikan dengan mengumpulkan informasi tentang tingkat produksi, frekuensi insiden *Green Tyre Shortage* (GTS), faktor yang menyebabkan GTS, jenis-jenis cacat yang terjadi, dan jumlah total kesalahan untuk paruh kedua tahun 2023. Strategi yang mengaplikasikan metodologi DMAIC dan *Six Sigma*, dilakukan pengumpulan data untuk menentukan elemen penyebab GTS tertinggi. Sebagai hasilnya, dimungkinkan untuk mengendalikan GTS, memenuhi target produksi, dan memastikan proses produksi yang efisien dan efektif dengan mengetahui jumlah kesalahan dan pemborosan yang dihasilkan dari perbaikan. Tabel 2 di bawah ini merupakan hasil pengumpulan data terkait GTS.

Tabel 2. Faktor Penyebab Masalah *Curing*

Jenis	Jumlah	Persentase
<i>Green Tyre Shortage</i>	119,816	23.27%
<i>Defect</i>	63,467	12.49%
Metode	26,570	9.81%
Ganti <i>Size</i>	24,944	4.59%

Sumber: Data PPC Perusahaan

Tabel 2 menunjukkan GTS sebagai faktor paling tinggi penyebab masalah *curing* dengan kuantitas GTS melebihi target *Zero* GTS setiap tahun sehingga perlu dilakukan peninjauan setiap bulan agar rata-rata GTS bulanan kurang dari 3%. Oleh karena itu, dilakukan analisis akar masalah untuk mengidentifikasi faktor GTS menggunakan variabel penting yaitu *man, method, material, machine* dengan mewawancarai dan mengamati pekerja untuk memahami kondisi kerja dan prosedur kerja. Hasilnya didokumentasikan dalam pie chart untuk menentukan penyebab dasar masalah. Penelitian mendalam melalui wawancara dan observasi dilakukan untuk menyelidiki cacat material. Cacat ini juga menyebabkan tingginya limbah berupa *scrap* yang melebihi target dan penundaan produksi. Gambar 2 merupakan *pie chart* faktor GTS.



Gambar 2 Faktor Penyebab GTS
Sumber: Analisis Data Perusahaan

Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa material menyumbang persentase terbesar dari komponen *Green Tyre Shortage* (GTS) sebanyak 41.5%. Untuk menentukan asal mula faktor GTS dan tingginya proporsi GTS yang disebabkan oleh material, kegiatan wawancara dilakukan guna menyelidiki deteksi cacat dan *adjustment defect*. Pengolahan dan pengumpulan data tentang kuantitas, jenis, dan karakteristik cacat lainnya diperoleh melalui wawancara dan observasi. Hasil analisis data dengan kesimpulan berupa masalah GTS disebabkan oleh cacat yang mengganggu kualitas ban, maka hal ini menjadi lebih penting untuk diselidiki. Analisis lebih mendalam dilakukan menggunakan pendekatan metode strategis melalui *Six Sigma* dan metode *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC). Proses analisis menggunakan metode DMAIC diawali dengan menentukan kriteria masalah. Kriteria yang ditemukan berkaitan dengan *Green Tyre Shortage* (GTS). Tujuan penerapan *Six Sigma* juga ditetapkan pada tahap pendefinisian (*Define*). Penggunaan diagram *supplier, input, process, output, customer* (SIPOC) untuk mengidentifikasi lima aspek sebagai alat pemetaan yang efektif pada langkah pemecahan masalah ini. Tabel 3 di bawah ini menampilkan diagram SIPOC:

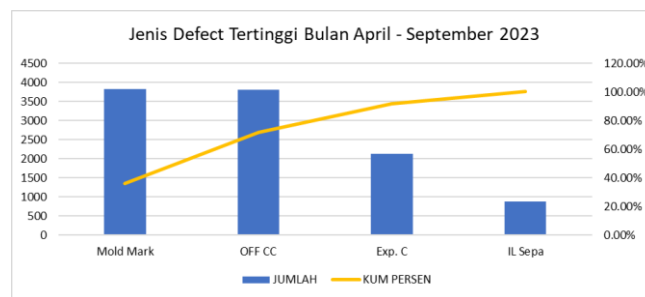
Tabel 3. Diagram SIPOC

<i>Supplier</i>	<i>Input</i>	<i>Process</i>	<i>Output</i>	<i>Customer</i>
<i>Building</i>	<i>Material WIP</i>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <i>Assembly Green Tyre</i> </div>	<i>Green Tyre (GT)</i>	<i>Curing</i>
<i>Curing</i>	<i>Green Tyre (GT)</i>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <i>Cure Green Tyre</i> </div>	<i>Tyre Rank by QC</i>	<i>Finishing</i>

Perakitan *Green Tyre* (GT) yang menggunakan material dari bagian *work-in-process* ditetapkan sebagai sumber dari alur proses produksi ban yang teridentifikasi pada Tabel 3. Setelah itu, GT dicetak untuk membuat ban di bagian *curing*. Kemudian Divisi *Quality Control* akan menilai hasil produksi berupa ban, sesuai dengan kualitasnya. Untuk mengidentifikasi masalah ban sesegera mungkin, prosedur penilaian juga berfungsi sebagai pemeriksaan kualitas ban. Kesalahan yang berkaitan dengan *adjustment defect* sering ditemukan selama proses ini sehingga memerlukan investigasi tambahan terhadap masalah *adjustment* yang sebenarnya. Hal ini menyebabkan proses produksi terhenti dan waktu yang terbuang, yang berdampak pada *Green Tyre Shortage* (GTS). Dengan demikian, melalui pemilihan atribut cacat, kriteria masalah yang berkaitan dengan deteksi cacat dan analisis cacat yang berdampak pada GTS dapat dinilai.

Tahap Pengukuran Kriteria

Pengukuran kinerja diawali dengan mengidentifikasi kriteria masalah dengan memilih atribut kualitas yang berhubungan dengan *customer* yang penting pada Tabel 3 yaitu bagian *finishing*. Oleh karena itu, *Critical to Quality* (CTQ) atau karakteristik kualitas yang penting dipilih berdasarkan pada kemungkinan ketidakpuasan bagian *finishing* terhadap hasil proses *curing* sebagai akibat dari cacat *tyre* selama proses *curing*. Berdasarkan data temuan cacat selama enam bulan terakhir, dari bulan April hingga September 2023, jenis-jenis cacat yang secara signifikan mempengaruhi tingkat kepuasan departemen *finishing* telah diidentifikasi. Hasil kumulatif dari kategori cacat ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Defect Tertinggi Bulan April-September 2023
Sumber: Analisis Data QC

Proporsi terbesar dari jenis cacat selama enam bulan terakhir terlihat pada Gambar 3, dengan 36.01% berasal dari *mold mark*, 35.77% dari *off center curing* (OFF CC), 20.05% dari *exposed cord* (Exp. C), dan 8.17% dari *inner liner separation* (IL Sepa). Oleh karena itu, karakteristik terhadap kualitas (CTQ) terdiri dari empat kategori cacat ini. Aplikasi Teknik *Six Sigma* dilakukan dengan menghitung *Defect per Opportunity* (DPO) dan *Defect per Million Opportunity* (DPMO) sebagai dasar kinerja. Oleh karena itu, diperlukan identifikasi CTQ untuk ditindaklanjuti dengan menentukan nilai *Sigma* perusahaan dan membuat rencana tindakan untuk peningkatannya. Perolehan *Defect per Million Opportunity* (DPMO) dan *Level Sigma* ditunjukkan pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Nilai DPMO dan Nilai Sigma

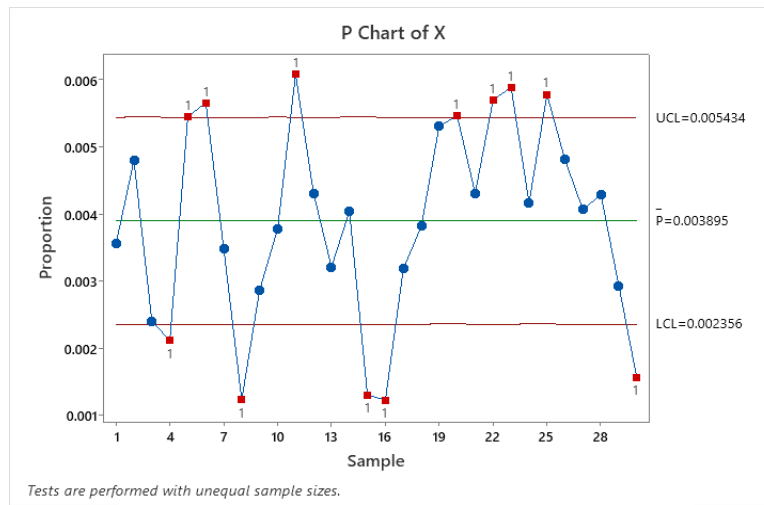
2023	Produksi	GTS	CTQ	DPO	DPMO	Sigma Value
Apr	13,793	2,150	4	0.03897	38,969	3.26
May	13,798	1,936	4	0.03508	35,078	3.31
Jun	14,555	1,825	4	0.03135	31,347	3.36
Jul	14,750	1,483	4	0.02514	25,136	3.46
Aug	15,018	1,513	4	0.02519	25,186	3.46
Sep	14,693	1,717	4	0.02921	29,215	3.39
AVG	14,435	1,771	4	0.03	30,822	3.37

Kemungkinan terjadinya kegagalan produksi ban selama enam bulan sebelumnya, terutama di *Plant 3* ditunjukkan oleh konversi nilai DPMO sebesar 30,822 menjadi 3.37 pada nilai *Sigma* di Tabel 4. Dengan demikian, berdasarkan Tabel 1 bahwa perusahaan berada pada nilai *sigma* rata-rata industri di Indonesia Oleh karena itu, salah satu strategi pemantauan untuk menjaga agar cacat tetap terkendali dilakukan melalui tindakan perbaikan berkelanjutan. Memanfaatkan metode statistik dan *control chart* untuk mengkuantifikasi cacat yang ditemukan selama proses pengamatan selama satu bulan sehingga memungkinkan untuk menilai stabilitas dan kapasitas proses manufaktur. penilaian pengendalian cacat pada proses produksi melalui penggunaan peta kendali. Visualisasi peta kendali berdasarkan data temuan cacat bulan September digunakan sebagai panduan untuk menetapkan diagram kendali P pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Temuan Defect Bulan September 2023

Tanggal Pengamatan	Jumlah Diamati	Jumlah CTQ				Jumlah
		Mold Mark	Off Center Curing	Exposed Cord	Inner Liner Separation	
01/09/2023	14,635	26	26	0	0	52
02/09/2023	14,587	43	27	0	0	70
03/09/2023	14,598	18	12	5	0	35
04/09/2023	14,656	14	17	0	0	31
05/09/2023	14,681	23	51	0	6	80
06/09/2023	14,677	16	66	0	1	83
07/09/2023	14,650	1	30	0	20	51
08/09/2023	14,634	18	0	0	0	18
09/09/2023	14,650	22	20	0	0	42
10/09/2023	14,562	46	0	4	5	55
11/09/2023	14,641	28	0	4	57	89
12/09/2023	14,631	19	7	0	37	63
13/09/2023	14,642	1	30	0	16	47
14/09/2023	14,591	30	28	0	1	59
15/09/2023	14,560	10	0	0	9	19
16/09/2023	14,672	11	3	0	4	18
17/09/2023	14,776	27	10	0	10	47
18/09/2023	14,675	28	2	14	12	56
19/09/2023	14,871	8	43	26	2	79
20/09/2023	14,842	19	35	27	0	81
21/09/2023	14,623	18	17	2	26	63
22/09/2023	14,743	40	0	3	41	84
23/09/2023	14,786	31	24	0	32	87
24/09/2023	14,887	20	0	27	15	62
25/09/2023	14,879	16	25	17	28	86
26/09/2023	14,772	22	12	7	30	71
27/09/2023	14,768	16	7	12	25	60
28/09/2023	14,690	40	2	9	12	63
29/09/2023	14,680	37	6	0	0	43
30/09/2023	14,741	16	0	7	0	23
Total	440,800	664	500	164	389	1717
Average	14,693	22	17	5	13	57.23

Berdasarkan rata-rata produksi 14,693 ban per hari, hasil pengamatan selama 30 hari pada Tabel 5 menghasilkan total kerusakan selama satu bulan sebesar 1,717. Fraksi kegagalan dan garis tengah kemudian dihitung untuk mengubah data menjadi *control chart* yang menunjukkan peluang cacat yang mungkin pada sampel yang terlihat. Setelah itu, stabilitas proses diperiksa dengan menghitung batas kontrol atas dan bawah. Gambar 4 menampilkan peta kendali sebagai berikut:



Gambar 4 Peta Kendali P Bulan September 2023

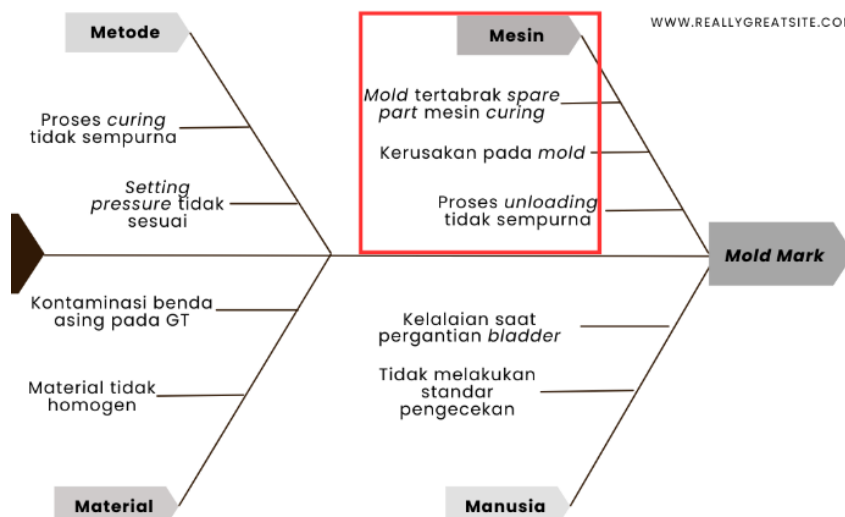
Dua belas dari tiga puluh sampel terlihat berada di luar batas kendali pada Gambar 4 yaitu peta kendali P. Dapat disimpulkan bahwa variasi yang tidak diantisipasi dan tidak diinginkan dalam proses manufaktur adalah alasan mengapa proporsi kesalahan pada bulan September tidak terkendali secara statistik. Kejadian semacam ini mungkin muncul dari ketidakmampuan untuk menentukan sumber masalah secara tepat dan keterlambatan tindakan perbaikan yang diperlukan. Analisis lebih lanjut diperlukan untuk memfokuskan upaya peningkatan proses dan kualitas di dalam sistem manajemen kualitas yang lengkap sehingga dapat ditentukan penyebab utama dari masalah ini.

Tahap Analisis Kinerja

Mold mark, off center curing, exposed cord, dan inner liner separation adalah empat kriteria kualitas yang dipetakan dinamika sistem hubungan sebab-akibatnya. Analisis dimulai dengan menentukan faktor yang mendasari setiap kegagalan tersebut. *Fishbone diagram* adalah jenis visualisasi yang dapat digunakan untuk menginterpretasikan akar penyebab utama masalah *defect*. Penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi faktor 4M-manusia, mesin, material, dan metode yang menyebabkan kegagalan pada masing-masing *defect*.

Mold mark

Cacat ban yang dikenal sebagai *mold mark* muncul sebagai tanda cetakan yang tercetak tanpa direncanakan pada ban. Gambaran *fishbone diagram* dari cacat *mold mark* ditunjukkan pada Gambar 5 di bawah ini:

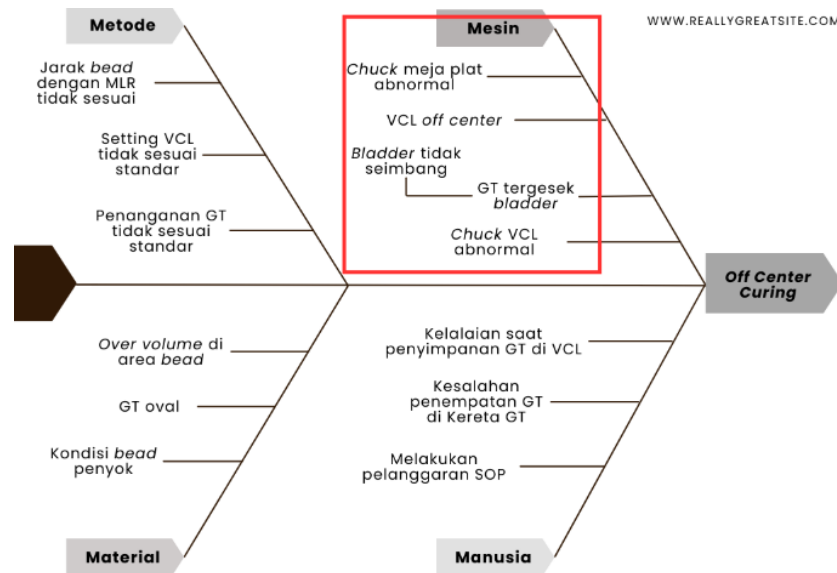


Gambar 5 Fishbone Diagram Mold Mark

Penyebab utama *mold mark* pada Gambar 5 terkait dengan mesin, termasuk kerusakan pada cetakan, teknik pembongkaran yang tidak tepat, dan benturan dari komponen pengganti untuk mesin *curing*. Jenis alasan lainnya termasuk proses manufaktur yang tidak dioperasikan dengan benar, kontaminasi benda asing pada material, dan kecerobohan *operator* ketika mengganti komponen mesin.

Off center curing

Salah satu jenis cacat dimensi pada ban yang disebabkan oleh ketebalan ban yang tidak merata pada permukaan ban disebut dengan *off center curing*. Hal ini berpotensi pada risiko yang berbahaya untuk kinerja dan keselamatan penggunaan *tyre* seperti risiko kehilangan traksi, pecah ban, kerusakan struktural, dan ketidakstabilan akibat getaran. Pada Gambar 6, sumber *off center curing* diidentifikasi dengan menggunakan *fishbone diagram*.

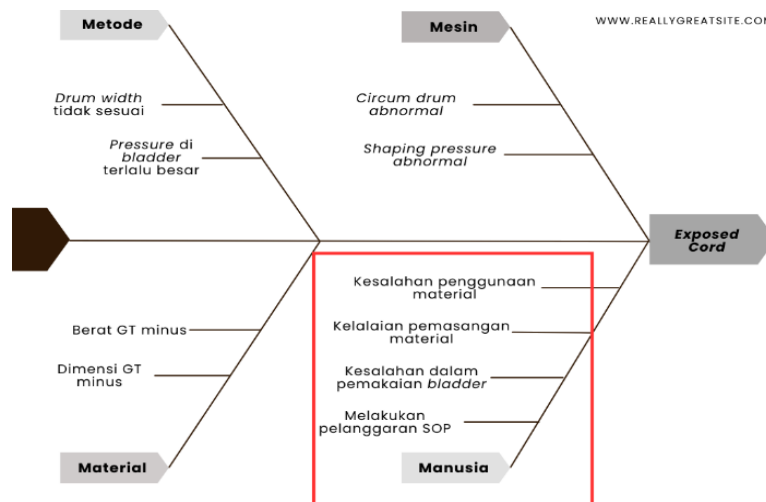


Gambar 6 Fishbone Diagram Off Center Curing

Empat elemen yang menimbulkan kegagalan meliputi kesalahan *operator* dalam menjalankan metode, kondisi material *green tyre* yang tidak tepat, dan ketidaksesuaian antara standar dan kondisi nyata, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6, yang menggambarkan hubungan sebab-akibat dari *off center curing*. Penyebab utamanya adalah *chuck* meja pelat yang tidak tepat, garis *curing* vertikal yang tidak *center*, *bladder* yang tidak seimbang, dan *chuck* VCL yang tidak normal.

Exposed cord

Berkurangnya performa ban diakibatkan oleh kerusakan berupa serat kawat (*cord*) pada lapisan ban yang terlihat dan terekspos dari permukaan ban dikenal sebagai *exposed cord*. Penyebab kawat terbuka terlihat pada Gambar 7 sebagai alat visualisasi yang menginterpretasikan hubungan sebab-akibat masalah *exposed cord* dalam *fishbone diagram*.

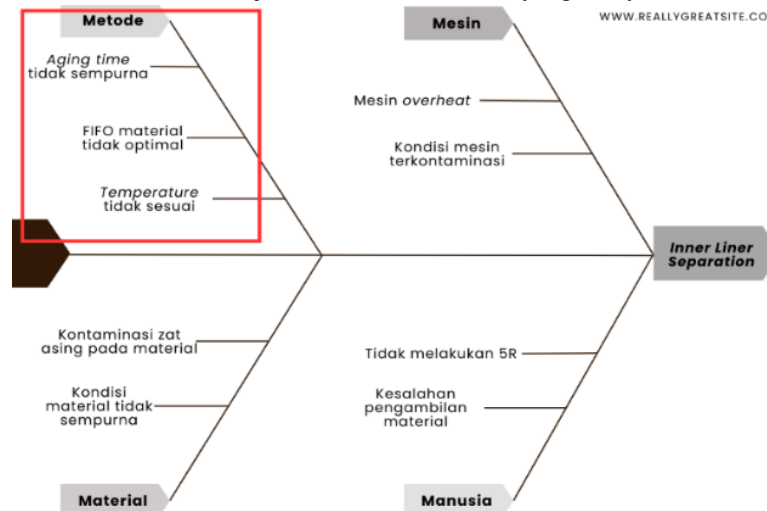


Gambar 7 Fishbone Diagram Exposed Cord

Hubungan sebab-akibat pada Gambar 7 menunjukkan bahwa faktor manusia, seperti penggunaan material yang tidak tepat, pemasangan material yang tidak tepat, pemasangan *bladder* yang tidak tepat, dan pelanggaran proses, merupakan sumber utama *exposed cord*. Proporsi material *green tyre* yang tidak akurat, prosedur produksi yang tidak konvensional, dan kondisi mesin yang tidak biasa adalah penyebab lainnya.

Inner liner separation

Inner liner separation adalah keadaan ketika udara bocor akibat komponen lapisan dalam yang terpisah dari lapisan lainnya pada struktur ban. Gambar 8 menunjukkan variabel-variabel yang menyebabkan terlepasnya lapisan dalam.



Gambar 8. Fishbone Diagram Inner Liner Separation

Elemen-elemen yang berkontribusi terhadap *inner liner separation* digambarkan pada Gambar 8, yang mana dapat disimpulkan bahwa kontaminasi material asing pada material, faktor mesin yang terkontaminasi, dan kelalaian *operator* dalam menerapkan 5R-ringkas, rapi, resik, rawat, dan rajin-merupakan penyebab terjadinya cacat ini. Penyebab utamanya adalah metode kerja, yaitu periode usia di bawah standar, pendekatan FIFO (*First In-First Out*) yang tidak sesuai standar, dan suhu pada proses *curing* di bawah standar.

Tahap Perbaikan

Tindakan korektif harus dilakukan untuk mengatasi penyebab utama dari masalah teridentifikasi yang difokuskan pada peningkatan kualitas secara keseluruhan. Pendekatan 4M (*Man, Machine, Method, Material*) Checklist dapat digunakan untuk melakukan upaya efisiensi kapasitas produksi dengan tindakan perbaikan yang komprehensif tetap diperlukan. 4M Checklist ditampilkan pada Tabel 6 untuk meningkatkan kualitas:

Tabel 6. Metode 4M Checklist Peningkatan Kualitas

Faktor	Masalah	Pemecahan Masalah
Material	⇒ Masalah kualitas pada <i>tyre</i> yang dimanifestasikan sebagai <i>defect</i> seperti <i>off center curing, mold mark, inner separation, dan exposed cord</i>	• Modifikasi spesifikasi dalam upaya <i>quality improvement</i>
	⇒ Tidak adanya identitas material	• Instruksi, sosialisasi, dan pelatihan mengenai standar proses produksi
	⇒ Material tidak sesuai standar spesifikasi	• Sosialisasi mengenai pedoman <i>age limit</i> dan penanganan material
Mesin	⇒ Masalah yang berkaitan dengan <i>hydraulic power unit</i>	• Penjadwalan <i>preventive maintenance</i> dan inspeksi
	⇒ Kurangnya pengetahuan tentang pemeliharaan dan perawatan rutin	• Pengisian <i>checksheet</i> kondisi mesin setiap pergantian <i>size</i>
	⇒ Kondisi mesin <i>curing abnormal</i>	• <i>Operator curing</i> melakukan perbaikan awal (<i>autonomous maintenance</i>) sesuai standar
Manusia	⇒ Kesalahan analisis sumber masalah <i>defect</i>	• Mengajukan <i>maintenance work order</i> secepatnya
	⇒ Tidak melakukan 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin)	• Sosialisasi pelaksanaan 5R
	⇒ Ketidaksihonestan implementasi SOP	• Sosialisasi sistem analisis <i>defect</i>
		• Sosialisasi dan pelatihan SOP

Tabel 6. Metode 4M Checklist Peningkatan Kualitas (Lanjutan)

Faktor	Masalah	Pemecahan Masalah
Metode	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Metode kerja tidak efektif ⇒ Pendistribusian <i>process card</i> lambat ⇒ Revisi <i>process card</i> tidak jelas 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengajuan metode kerja baru untuk distandarisasi dan disosialisasikan • Pengawasan terhadap pelaksanaan instruksi kerja terkait <i>process card</i> • Sistem komputerisasi yang terintegrasi dengan <i>process center</i>

Kesalahan *adjustment defect* yang seringkali merupakan hasil dari kesalahan analisis dapat diselesaikan dengan menggunakan teknik-teknik perbaikan di Tabel 6 yang berpusat pada menetapkan kriteria yang akurat dan dapat diukur. Oleh karena itu, *operator* akan merasa lebih mudah untuk memeriksa cacat pada ban jika ada standar cacat penyesuaian yang jelas dan memungkinkan pengolahan dan perbaikan cacat yang lebih ditargetkan dan terkonsentrasi. Hasil wawancara mengungkapkan bahwa pengaturan intuitif petugas inspeksi dari *adjustment* pertama adalah salah satu sumber kesalahan *adjustment*. Hal ini dikarenakan *parameter* untuk setiap jenis cacat disimpan dalam arsip dokumen yang tidak efisien, yang berulang kali dibuka pada waktu yang berbeda. Upaya yang dapat dilakukan untuk memudahkan staf internal perusahaan untuk memperbaiki cacat yang dapat diakses kapanpun dan dimanapun melalui visualisasi mengenai *parameter defect*. Tabel 7 di bawah ini berisikan *parameter* dan penanganan untuk masing-masing *defect*.

Tabel 7. Parameter dan Penanganan Defect

Jenis Defect	Parameter Defect	Penanganan Defect
<i>Mold Mark</i>	Ketidaktepurnaan pada cetakan ban selama proses <i>curing</i> . <i>Mark</i> pada bagian permukaan maksimal setinggi 0.5 mm – 1.00 mm dengan diameter 7 mm - 10 mm. Kondisi <i>defect</i> pada permukaan <i>tyre</i> melebihi <i>blok tread</i> akan memerlukan perbaikan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ketika ditemukan <i>defect mold mark</i>, <i>operator curing</i> segera mengkonfirmasi untuk penurunan <i>mold</i> dari mesin dan membuat <i>maintenance work order</i> untuk perbaikan <i>mold</i>. 2. Kondisi <i>tyre defect</i> yang masih dapat diperbaiki dilakukan dengan proses penambalan dan <i>buffing</i> pada bagian <i>mold mark</i> 3. Setelah <i>mold</i> selesai diperbaiki, lalu dilakukan <i>assembly mold</i> dengan pengawasan QC (<i>Quality Control</i>) untuk memantau hasil perbaikan. Lalu dilakukan <i>tyre testing</i> untuk memastikan keamanan <i>tyre</i> setelah diperbaiki
<i>Off Center Curing (OFF CC)</i>	Kecenderungan menyilang pada <i>tread marking</i> . Secara visual dapat terlihat <i>tread marking</i> berada 1 mm - 3 mm dari <i>center mold</i> , kondisi <i>bead</i> tumpul, penebalan 1 mm <i>bead</i> pada satu posisi (<i>pinched bead</i>), dan kondisi <i>bead</i> seperti paruh burung berukuran lebih dari 1/2 lingkaran.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kondisi <i>long toe</i> (ketidakseimbangan dimensi) dipotong tanpa memutuskan <i>ply cord</i>, hasil potongan disamarkan menggunakan lilin hitam. 2. <i>Operator curing</i> dapat meninjau kondisi mesin dan melakukan perbaikan dengan menyetel ulang beberapa komponen mesin seperti VCL, tinggi <i>bladder</i>, <i>vacuum</i>, pemolesan <i>bladder</i>. 3. Apabila setelah perbaikan oleh <i>operator</i> masih ditemukan <i>defect</i>, maka <i>operator curing</i> membuat <i>maintenance work order</i> (MWO) ke bagian <i>engineer</i>.
<i>Exposed Cord</i>	Serat kawat di bagian dalam ban terbuka dan terlihat dari luar permukaan ban. Maksimum <i>diameter defect</i> sejumlah 1/4 lingkaran dan 50% <i>cord</i> terlihat pada permukaan namun masih terlapsi oleh <i>inner liner</i> sehingga tidak terjadi <i>crack</i> , pada kondisi terparah memungkinkan adanya <i>crack</i> karena celah antara <i>cord</i> atau <i>ply</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Operator curing</i> segera melakukan pengecekan SOP yang meliputi pengecekan <i>green tyre weight</i>, posisi <i>press shaping</i> tidak boleh >3mm dari MLR, posisi <i>bladder</i>, kemungkinan kebocoran pada <i>O-ring fixing cap</i>, <i>check closing delay</i> tidak lebih dari 5 detik, dan ketebalan <i>inner paint green tyre</i>. 2. Penyetelan ulang <i>shaping spec</i> dan <i>chuck close delay spec</i>. Lalu penambahan <i>drum width</i>, <i>circum DNT</i>, dimensi material, dan penambalan <i>green tyre</i> dengan <i>sheet gum X924</i>

Tabel 7. Parameter dan Penanganan Defect (Lanjutan)

Jenis Defect	Parameter Defect	Penanganan Defect
Inner Liner Separation (IL Sepa)	Kebocoran udara dan kehilangan tekanan udara sehingga terdapat kantung udara yang terperangkap di antara lapisan permukaan tyre (<i>blister</i>). Diameter blister ≥ 100 mm.	<ol style="list-style-type: none"> Ketika ditemukan defect IL Sepa dilakukan pemisahan tyre oleh QC (<i>Quality Control</i>) kemudian dilakukan percobaan oleh operator curing dengan penyetelan ulang temperature. Stop mesin dilakukan ketika masih ditemukan defect setelah penyetelan ulang. Maka, diperlukan analisa dari TS department. Hasil analisa TS menetapkan penurunan temperature atau timer dilakukan percobaan serta high speed test.

Penyusunan parameter defect dibentuk berdasarkan kriteria permasalahan (CTQ) berupa empat jenis defect yang tertera pada Tabel 7. Penanganan defect ditentukan berdasarkan hasil wawancara, observasi, dan analisis data yang berkaitan dengan masing-masing defect. Dengan demikian, analisis penyebab dan tindakan perbaikan defect yang tepat dapat membantu penanganan defect agar lebih terarah dan fokus terhadap permasalahan. Adapun pencatatan data mengenai penemuan defect diperlukan dalam bentuk sistem komputerisasi agar informasi temuan defect dapat dilihat lebih up to date dan secara real time. Gambar 9 menunjukkan sistem pencatatan temuan defect pada komputer.

DATA TEMUAN DEFECT HARIAN						
TANGGAL : dd/mm/yyyy						
SHIFT : 1						
NO	MC	SIZE	STOP DEFECT	JAM	MINUS TYRE	KETERANGAN
1	A01	5MIQWE	M.Mark	22:15-22:35	2	
2	A03	6MABC	OFF CC	22:00-07:00	2	
3	B07	4MRTY	IL Sepa	01:30-07:00	3	
SHIFT : 2						
NO	MC	SIZE	STOP DEFECT	JAM	MINUS TYRE	KETERANGAN
1	B09	4MGHI	Exp. Cord	02:00-02:20	2	

Gambar 9. Dokumentasi Temuan Defect

Dengan demikian, melalui pencatatan penemuan defect yang dapat diakses melalui sistem komputerisasi yang terintegrasi akan memudahkan perhitungan defect secara real time dan terkini sehingga penanganan defect dapat dilakukan dengan cepat setelah ditemukan perolehan defect sudah mencapai batas maksimal toleransi temuan defect yaitu 2 pcs defect tyre. Hal ini juga akan memudahkan analisis data dan investigasi untuk melacak penemuan defect sehingga dapat mencegah terjadinya stop mesin serta meminimalisir lost time akibat menunggu analisis adjustment defect.

Tahap Pengendalian

Upaya untuk memantau penerapan kontrol adjustment defect dilakukan dengan memperbarui standar kerja dan menyediakan instruksi kerja yang fokus untuk meningkatkan kualitas dan kapasitas. Hal ini digunakan sebagai ukuran dokumentasi dan sebagai bagian dari upaya untuk menyebarkan implementasi dalam mengelola masalah. Setelah proses implementasi diserahkan ke bagian Quality Assurance, penciptaan instruksi kerja berfungsi sebagai seperangkat pedoman untuk tugas yang ada. Sosialisasi kemudian dilakukan sebagai bagian dari proses pelatihan untuk operator dan petugas inspeksi di bagian curing. Proses sosialisasi melibatkan operator dan petugas curing dengan mengisi formulir sosialisasi

sebagai konfirmasi bahwa pekerja telah memahami metode kerja baru dan berkomitmen untuk menerapkannya secara konsisten. Gambar 10 merupakan *draft* instruksi kerja proses implementasi.

PT. MERPATI PUTIH			
INSTRUKSI KERJA	CARA AKSES PARAMETER DAN PENANGANAN DEFECT	No Dokumen	IK - XX - 29
		No Revisi	0
		Tgl Efektif	xx - xx -xxxx
		Halaman	1 Dari 4

TUJUAN

- Memudahkan *adjustment defect*
- Memudahkan penanganan awal *defect*
- Tindakan perbaikan tepat sasaran

FLOW CHART

```

graph TD
    Start([Mulai]) --> Step1[Petugas Curing  
1. Akses Parameter dan Penanganan Defect]
    Step1 --> Step2[Petugas Curing  
2. Analisa Defect]
    Step2 --> Step3[Petugas Curing  
3. Tindakan Perbaikan]
    Step3 --> End([Selesai])
                    
```

URAIAN

A. CARA AKSES PARAMETER DAN PENANGANAN DEFECT

1. Akses Website Implementasi
 - a. Scan barcode pada bagian belakang tag proses curing
 - b. Pilih navigasi menu mengenai informasi yang dibutuhkan
2. Analisa Defect
 - a. Klik menu "Tindakan" untuk mengidentifikasi jenis defect
 - b. Identifikasi jenis defect berdasarkan temuan defect
 - c. Klik pada defect tertentu untuk informasi tindakan perbaikan yang tepat
 - d. Klik menu "FAQ" untuk informasi penyebab defect
3. Tindakan Perbaikan
 - a. Tindakan perbaikan berdasarkan Standard Action Defect (STDR-IE-22)
 - b. Lakukan tindakan perbaikan yang tepat sesuai jenis defect

PT. MERPATI PUTIH			
INSTRUKSI KERJA	CARA AKSES PARAMETER DAN PENANGANAN DEFECT	No Dokumen	IK - XX - 29
		No Revisi	0
		Tgl Efektif	xx - xx -xxxx
		Halaman	2 Dari 4

TUJUAN

- Memudahkan *adjustment defect*
- Memudahkan penanganan awal *defect*
- Tindakan perbaikan tepat sasaran

FLOW CHART

```

graph TD
    Start([Mulai]) --> Step1[Petugas Curing  
1. Akses Parameter dan Penanganan Defect]
    Step1 --> Step2[Petugas Curing  
2. Akses Dokumen Data Temuan Defect]
    Step2 --> Step3[Petugas Curing  
3. Pengisian Dokumen Data Temuan Defect]
    Step3 --> End([Selesai])
                    
```

URAIAN

B. PENCATATAN PENEMUAN DEFECT

1. Akses Website Implementasi
 - a. Scan barcode pada bagian belakang tag proses curing
 - b. Pilih navigasi menu mengenai informasi yang dibutuhkan
2. Akses Dokumen Data Temuan Defect
 - a. Pada menu "Beranda" gulir layar ke bawah
 - b. Klik pada opsi "Klik untuk mencatat temuan defect"
 - c. Dokumen akan terbuka pada page baru
3. Pengisian Dokumen Data Temuan Defect
 - a. Login menggunakan akun Google
 - b. Isi informasi mengenai defect berupa tanggal, nama mesin, waktu, dan identifikasi defect
 - c. Pastikan terhubung dengan internet agar data otomatis tersimpan

Gambar 10. *Draft* Instruksi Kerja

PT. MERPATI PUTIH			
INSTRUKSI KERJA	CARA AKSES PARAMETER DAN PENANGANAN DEFECT	No Dokumen	IK - XX - 29
		No Revisi	0
		Tgl Efektif	xx - xx -xxxx
		Halaman	3 Dari 4

TUJUAN

- Memudahkan *adjustment defect*
- Memudahkan penanganan awal *defect*
- Tindakan perbaikan tepat sasaran

FLOW CHART

```

graph TD
    Start([Mulai]) --> Step1[Petugas Curing  
1. Akses Parameter dan Penanganan Defect]
    Step1 --> Step2[Petugas Curing  
2. Akses Form Pengaduan Pelanggaran Operator]
    Step2 --> Step3[Petugas Curing  
3. Pengisian Form Pengaduan Pelanggaran Operator]
    Step3 --> End([Selesai])
                    
```

URAIAN

C. EVALUASI TINDAKAN PELANGGARAN SOP

1. Akses Website Implementasi
 - a. Scan barcode pada bagian belakang tag proses curing
 - b. Pilih navigasi menu mengenai informasi yang dibutuhkan
2. Akses Form Pengaduan Pelanggaran Operator
 - a. Pada website, pilih menu "FAQ" lain gulirkan layar ke bawah
 - b. Klik "Form Pengaduan Pelanggaran Operator"
3. Pengisian Form Pengaduan Pelanggaran Operator
 - a. Login menggunakan akun Google
 - b. Masukkan identitas
 - c. Isi bagian "Jenis Pelanggaran" dan deskripsi pelanggaran, sertakan dokumentasi jika ada
 - d. Klik "Submit" untuk mengirimkan tanggapan

PT. MERPATI PUTIH			
INSTRUKSI KERJA	CARA AKSES PARAMETER DAN PENANGANAN DEFECT	No Dokumen	IK - XX - 29
		No Revisi	0
		Tgl Efektif	xx - xx -xxxx
		Halaman	4 Dari 4

DOKUMEN TERKAIT:

- Standard Defect Factor (STDR-D01-29)
- Standard Action Defect (STDR-IE-22)
- Process Card Curing
- Data Temuan Defect

SEJARAH PERUBAHAN

No Revisi	Perubahan
0	New
1	
2	

ASPEK BAHAYA & ASPEK DAMPAK LINGKUNGAN
Tidak Ada

Originator	Checked By	Approved By
TS	MR	PGM

Gambar 10. *Draft* Instruksi Kerja (Lanjutan)

Bagian *Technical Services* mengisi formulir permohonan instruksi kerja yang akan ditandatangani oleh manajer dan otoritas lainnya, dan meminta bagian *Quality Assurance* untuk menyederhanakan implementasi yang telah disosialisasi. Setelah sosialisasi yang sukses telah dilakukan secara konsisten. *Draft* instruksi kerja akan ditandatangani setelah divisi *Quality Assurance* telah mendaftarkan ulang dan menetapkan nomor. Kemudian standar yang diperbarui akan diposting ke sistem sesuai dengan bagian produksi yang diinginkan *originator*. Dengan demikian, akan lebih mudah untuk menemukan *adjustment defect* dan menangani *defect* dengan lebih komprehensif sehingga memungkinkan implementasi yang menyeluruh untuk mempertahankan *continuous improvement*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dibuat berdasarkan analisis masalah yang berpengaruh pada kapasitas dan kualitas ban yang diproduksi setiap bulan selama enam bulan terakhir, yaitu karena target saat ini 15,000 unit ban per hari belum terpenuhi selama enam bulan terakhir, rencana untuk meningkatkan kapasitas produksi 16,000 unit ban per hari dianggap tidak ideal. *Green Tyre Shortage* (GTS) adalah penyebabnya, hal ini terbukti bahwa GTS 41.5% disebabkan oleh variabel material yang tidak memenuhi spesifikasi standar, seperti identifikasi, koreksi cacat, dan adjustment defect yang ditentukan secara subjektif oleh petugas pemeriksaan. Empat kategori masalah yang sangat penting untuk kualitas dan memiliki kemampuan untuk mengganggu produksi serta mengakibatkan *Green Tyre Shortage* (GTS) telah ditemukan melalui penelitian GTS. *Mold mark* 36.01%, *off center curing* 35,77%, *exposed cord* sekitar 20.05%, dan *inner liner separation* 8.17% adalah beberapa jenis cacat kategori *Critical to Quality* (CTQ). Setelah temuan CTQ, proses analisis hubungan sebab-akibat dilakukan pada setiap cacat untuk menentukan empat faktor utama yang berkontribusi pada terjadinya cacat: kondisi mesin *abnormal*, kelalaian *operator* dalam prosedur kerja, kondisi bahan yang terkontaminasi, dan metode kerja non-standar. Pengolahan data menggunakan metodologi *Six Sigma* dan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) menghasilkan instruksi kerja visual dan saran perbaikan dengan metode *4M Checklist*. Hal itu mencakup perbaikan kualitas secara menyeluruh seperti pengawasan pelaksanaan instruksi kerja, integrasi sistem komputerisasi dengan pusat, jadwal *preventive maintenance*, standar perbaikan awal yang dapat dilakukan oleh *operator*, *parameter* cacat yang dapat diukur dan transparan, serta sosialisasi implementasi prosedur kerja. Mengacu pada proses implementasi PT Merpati Putih selama program magang lima bulan, penulis menyarankan perusahaan harus menggunakan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) dan *Six Sigma* untuk mengukur stabilitas dan kemampuan untuk mengendalikan cacat produk dan meningkatkan kualitas. akan membantu perusahaan dalam upaya peningkatan kapasitas yang lebih optimal dan *continuous*. Lalu, untuk menghindari gangguan produksi, sumber cacat harus dipastikan tepat, dan setiap cacat yang berpotensi mempengaruhi kualitas harus menerima perhatian dan perawatan segera. Kebutuhan untuk memperluas kapasitas memerlukan pertimbangan terhadap sejumlah faktor, termasuk penggunaan grafik kontrol untuk memantau kontrol kualitas produksi dan perbaikan yang telah dilakukan. Keterbatasan pada penelitian saat ini adalah pendekatan *Six Sigma* yang belum diterapkan di perusahaan dan kurangnya penggunaan metode statistik seperti *control chart* untuk mengukur kemampuan perusahaan dalam menangani masalah kualitas, serta belum menerapkan sistem komputerisasi yang terintegrasi dengan *process center* karena masih terpaku pada penggunaan kertas untuk dokumentasi. Oleh karena itu, diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penelitian mengenai masalah kualitas pada industri ban. Selain itu, penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan studi komprehensif tentang penerapan metode *Six Sigma* di industri ban menggunakan metode-metode *Six Sigma* lainnya dan diharapkan dapat melakukan survei dan wawancara dengan karyawan di beberapa tingkatan untuk jangkauan persepsi yang lebih luas, dan sebaiknya dilakukan penerapan metode analisis yang dapat mengidentifikasi pola-pola terkait masalah kualitas pada *tyre* serta melakukan pengukuran dampak dan evaluasi dari perbaikan yang diimplementasikan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Campbell-Johnston, M. Calisto Friant, K. Thapa, D. Lakerveld, and W. J. V. Vermeulen, "How circular is your tyre: Experiences with extended producer responsibility from a circular economy perspective," *J Clean Prod*, vol. 270, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.122042.
- [2] T. P. Matondang and M. M. Ulkhaq, "Aplikasi Seven Tools untuk Mengurangi Cacat Produk White Body pada Mesin Roller," *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*, vol. 2, no. 2, p. 59, Dec. 2018, doi: 10.30656/jsmi.v2i2.681.
- [3] Wahyuni, R. M. S. Hsb, Sakina, M. L. Fatih, and Suhairi, "Analisis Studi Kelayakan Bisnis Dalam Aspek Produksi," *VISA: Journal of Visions and Ideas*, vol. 2, no. 2, pp. 126–134, 2022.
- [4] A. R. Putra, S. Sudarto, and A. T. Pratama, "Improving Material Efficiency on Calendering Process by Using Six Sigma and Define Measure Analyze Improve Control (DMAIC) Methods in Indonesian Leading Truck Bus Bias Tire Manufacturer," *Conference on Management and Engineering in Industry*, vol. 3, no. 2, 2021, [Online]. Available: www.trademap.org,
- [5] Neil Mullineux, *Light Vehicle Tyres*. Shrewsbury: Rapra Technology, 2004.
- [6] A. Alshammari, S. Redha, S. Hussain, T. Nazzal, Z. Kamal, and W. Smew, "Quality Improvement in Plastic Injection Molding Industry: Applying Lean Six Sigma to SME in Kuwait," 2018.

- [7] J. Hardono, H. Pratama, and A. Friyatna, "Analisis Cacat Produk Green Tyre dengan Pendekatan Seven Tools," *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, vol. 5, no. 1, p. 1, Jul. 2019, doi: 10.30656/intech.v5i1.1462.
- [8] N. M. Vasani, B. D. Patel, and B. J. Stanford, "Lean Six Sigma Methodologies to Reduce the Cardiac Troponin Turnaround Time in the Core Laboratory," *Lab Med*, vol. 54, no. 2, pp. e49–e53, Mar. 2023, doi: 10.1093/labmed/lmac088.
- [9] S. P. Prayogi, *Pemeliharaan Sasis dan Pindah Tenaga Kendaraan Ringan SMK/MAK Kelas XI*. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia, 2021.
- [10] S. V. Knudsen, H. V. B. Laursen, S. P. Johnsen, P. D. Bartels, L. H. Ehlers, and J. Mainz, "Can quality improvement improve the quality of care? A systematic review of reported effects and methodological rigor in plan-do-study-act projects," *BMC Health Serv Res*, vol. 19, no. 683, pp. 2–10, Oct. 2019, doi: 10.1186/s12913-019-4482-6.
- [11] S. Isniah, H. Hardi Purba, and F. Debora, "Plan do check action (PDCA) method: literature review and research issues," *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*, vol. 4, no. 1, pp. 72–81, Jul. 2020, doi: 10.30656/jsmi.v4i1.2186.
- [12] L. Farokah, "Quality Assurance Implementation Strategy with PDSA Approach at the Health Center in Situbondo District," 2022. [Online]. Available: www.ijisrt.com928
- [13] V. Gaspersz, *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP*. Bogor: Gramedia, 2002.
- [14] Silmiati, Y. Asdi, and Maiyastri, "Penerapan Metode Six Sigma Pada PT. Amanah Insanillahia Untuk Mengurangi Jumlah Produk Cacat Air Mineral Dalam Kemasan," *Matematika UNAND*, vol. VII, pp. 50–60, Dec. 2018.

NOMENKLATUR

normsinv fungsi matematika yang mengembalikan inversi dari distribusi kumulatif normal standar