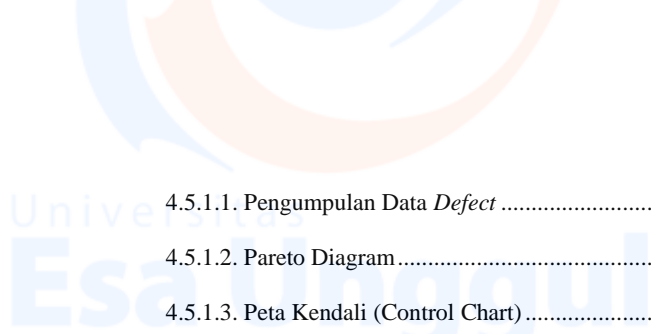


DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Perumusan Masalah.....	I-2
1.3. Tujuan Penelitian	I-3
1.4. Batasan Masalah.....	I-3
1.5. Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Definisi Kualitas.....	II-1
2.2. Pengendalian Kualitas	II-2
2.3. Pendekatan Pengendalian Kualitas.....	II-2
2.3.1. Pendekatan Bahan Baku	
2.3.2. Pendekatan Proses Produksi	
2.3.3. Pendekatan Produk Akhir	
2.4. Six Sigma	II-5
2.4.1. Pengerian Six Sigma.....	
2.5. Siklus Six Sigma	II-9
2.5.1. Define	
2.5.2. Measure	
2.5.2.1. Peta Kendali	II-122
2.5.2.2. Penentuan Kapabilitas Proses	II-144
2.5.2.3. Pareto Diagram.....	-18

2.5.2.4. Perhitungan Nilai DPMO dan Level Sigma.....	II-19
2.5.3. Analyze.....	.....
2.5.3.1. Diagram Tulang Ikan (<i>Fish Bone Diagram</i>).....	II-20
2.5.3.2. <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	II-20
2.5.4. Improve .....	.....
2.5.5. Control.....	.....
2.5.6. Model Pengukuran dengan Objektives Matrix.....	.....
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	.....
3.1. Alur Proses Penelitian	III-1
3.2. Keterangan Diagram Alir	III-5
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	.....
4.1. Pengumpulan Data	IV-1
4.1.1. Gambaran Umum Perusahaan.....	.....
4.1.2. Kebijakan Perusahaan.....	.....
4.1.3. Visi Perusahaan .....	.....
4.1.4. Misi Perusahaan.....	.....
4.1.5. Flow Proses Produksi .....	.....
4.2. Supplier Input Process Output Customer Diagram (SIPOC)	IV-4
4.3. Critical To Quality (CTQ).....	IV-7
4.4. Tahap Define.....	IV-12
4.5. Pengolahan Data.....	IV-14
4.5.1. Tahap Measure .....	.....



4.5.1.1. Pengumpulan Data <i>Defect</i>	IV-15
4.5.1.2. Pareto Diagram	IV-17
4.5.1.3. Peta Kendali (Control Chart)	IV-18
4.5.1.4. Nilai DPMO dan Level Sigma	IV-22
4.5.2. Tahap Analyze	
4.5.2.1. Membuat Diagram Sebab Akibat (<i>Fishbone</i> Diagram)	IV-25
4.5.2.2. Membuat Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	IV-29
4.5.3. Tahap Improve	
4.5.3.1. Penggantian Material Seal	IV-32
4.5.3.2. Penggantian Material Pin Piston	IV-38
4.5.3.3. Perubahan Sistem Silinder Top Ring	IV-41
4.5.4. Tahap Control	
4.5.4.1. Pengumpulan Data <i>Defect</i> Setelah Improvement	IV-45
4.5.4.2. Pembuatan Peta Kendali Setelah Perbaikan	IV-46
4.5.5. Perhitungan nilai DPMO dan Level Sigma Setelah Improvement	
4.5.6. Perbandingan Nilai DPMO dan Level Sigma Sebelum dan Setelah Improvement	
4.6. Penentuan Produktivitas dengan Menggunakan Metode Objectives Matrix (Omax)	IV-52
4.6.1. Penentuan Rasio	

4.6.2. Kuesioner Tahap Pertama.....	
4.6.3. Hasil dan Pembahasan Kuesioner Tahap Pertama	
4.6.4. Kuesioner Tahap Kedua.....	
4.6.5. Hasil dan Pembahasan Kuesioner Tahap Kedua.....	
4.6.6. Kuesioner Tahap Ketiga	
4.6.7. Hasil dan Pembahasan Kuesioner Tahap Ketiga.....	
4.6.8. Penentuan Bobot Rasio Produktivitas.....	
4.7. Pengumpulan Data Pengukuran Produktivitas	IV-64
4.8. Perhitungan Rasio Produktivitas / Kinerja Perusahaan .	IV-65
4.9. Perhitungan Target Peningkatan Produktivitas.....	IV-66
4.10. Pembuatan dan Perhitungan Tabel Objective Matrix	IV-68
4.11. Perhitungan Tabel Objective Matrix	IV-69
4.12. Analisis Indeks Produktivitas	IV-77
4.13. Analisa Masing-masing Rasio.....	IV-77
4.13.1. Analisa Rasio 1	
4.13.2. Analisa Rasio 2.....	
4.13.3. Analisa Rasio 3.....	
4.13.4. Analisa Rasio 4.....	
BAB V KESIMPULAN	
5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran	V-3
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN.....	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Contoh SIPOC Diagram	II-11
Gambar 2.2	Control Chart Decision Tree	II-14
Gambar 2.3	Diagram Sebab Akibat.....	II-20
Gambar 3.1	Alur Penelitian.....	III-2
Gambar 3.2	Alur Penelitian (Lanjutan)	III-3
Gambar 3.3	Diagram alir proses omax	III-4
Gambar 4.1	Gambaran Umum Proses Produksi Ban Motor	IV-2
Gambar 4.2	Mesin Curing Tire	IV-4
Gambar 4.3	SIPOC Diagram Proses Pembuatan Ban.....	IV-5
Gambar 4.4	SIPOC Diagram Proses Curing Tire	IV-5
Gambar 4.5	Blown Tread	IV-8
Gambar 4.6	<i>Under cure</i>	IV-9
Gambar 4.7	Blown Sidewall.....	IV-10
Gambar 4.8	Crease Sidewall	IV-11
Gambar 4.9	Foreign Material	IV-11
Gambar 4.10	Posisi Mesin Curing Per Lini Produksi.....	IV-13
Gambar 4.11	Diagram pareto <i>defect</i> ban sepeda motor	IV-18
Gambar 4.12	Peta Kendali U Sebelum Perbaikan	IV-22
Gambar 4.13	<i>Fishbone</i> diagram <i>defect under cure</i>	IV-26
Gambar 4.14	Seal NBR kering dan putus.....	IV-27
Gambar 4.15	Pin Piston korosi	IV-28
Gambar 4.16	Cara Kerja Silinder Double Acting	IV-29
Gambar 4.17	Piston dan Seal NBR	IV-33
Gambar 4.18	Ilustrasi Sistem Silinder	IV-34
Gambar 4.19	Air masuk kedalam blader	IV-35
Gambar 4.20	Seal PTFE Bronze wear	IV-36
Gambar 4.21	Piston dengan seal PTFE	IV-37
Gambar 4.22	Pin Piston Korosi	IV-38

Gambar 4.23	Dinding silinder cacat	IV-39
Gambar 4.24	Pen piston berbahan stainless	IV-40
Gambar 4.25	Piston rod dengan sistem ulir	IV-41
Gambar 4.26	Skema silinder double acting	IV-42
Gambar 4.27	Ilustrasi kebocoran pada hub ring	IV-43
Gambar 4.28	Skema sistem silinder single acting	IV-44
Gambar 4.29	Peta Kontrol U setelah perbaikan	IV-48
Gambar 4.30	Grafik Skor Rasio 1	IV-78
Gambar 4.31	Grafik perolehan skor rasio 2.....	IV-79
Gambar 4.32	Grafik Perolehan skor rasio 3	IV-80
Gambar 4.33	Grafik Perolehan skor rasio 4	IV-81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan nilai Cp dengan Level Sigma.....	II-17
Tabel 4.1 Hubungan CTQ dengan jenis cacat	IV-12
Tabel 4.2 <i>Defect</i> Per Lini Produksi Bulan Agustus 2016	IV-14
Tabel 4.3 Data <i>Defect</i> Sebelum Perbaikan	IV-16
Tabel 4.4 Data pareto diagram	IV-17
Tabel 4.5 Data Penyusun Peta Kendali U.....	IV-20
Tabel 4.6 Nilai DPMO dan Level sigma	IV-24
Tabel 4.7 Data FMEA	IV-31
Tabel 4.8 Rekapitulasi FMEA dan RPN	IV-32
Tabel 4.9 Perbandingan antara seal NBR dan seal PTFE.....	IV-36
Tabel 4.10 Data <i>defect</i> setelah improvement.....	IV-45
Tabel 4.11 Data Penyusun Peta Kontrol U (After improvement)....	IV-47
Tabel 4.12 Data DPMO dan Level Sigma setelah improvement	IV-49
Tabel 4.13 Perbandingan nilai DPMO dan level sigma sebelum dan setelah improvement	IV-51
Tabel 4.14 Tingkat Kepentingan	IV-54
Tabel 4.15 Kuesioner tahap pertama	IV-55
Tabel 4.16 Hasil rekapitulasi kuesioner tahap pertama	IV-56
Tabel 4.17 Skala Perbandingan Pair wise	IV-57
Tabel 4.18 Kuesioner tahap kedua	IV-57
Tabel 4.19 Perbandingan Rasio Dua dengan Rasio yang lain	IV-58
Tabel 4.20 Perbandingan Rasio Satu dengan Rasio yang lain.....	IV-58
Tabel 4.21 Perbandingan Rasio Empat dengan Rasio yang lain.....	IV-58
Tabel 4.22 Kuesioner tahap ketiga	IV-59
Tabel 4.23 Pembulatan nilai intensitas rasio dua.....	IV-60
Tabel 4.24 Pembulatan nilai intensitas rasio satu.....	IV-60
Tabel 4.25 Pembulatan nilai intensitas rasio empat.....	IV-60
Tabel 4.26 Matrik perbandingan pairwise	IV-62

Tabel 4.27 Pecahan desimal matrik pairwise	IV-62
Tabel 4.28 Perkalian matrik	IV-62
Tabel 4.29 Pembobotan Rasio	IV-63
Tabel 4.30 Hasil Pembobotan rasio produktivitas	IV-64
Tabel 4.31 Data untuk perhitungan produktivitas	IV-65
Tabel 4.32 Data rasio aktual	IV-66
Tabel 4.33 Nilai Tertinggi dan Terendah Pengamatan	IV-67
Tabel 4.34 Nilai awal dan nilai target	IV-68
Tabel 4.35 Objective Matrix Standar	IV-71
Tabel 4.36 Objectives Matrix Bulan Agustus 2016.....	IV-72
Tabel 4.37 Objective Matrix Bulan September 2016	IV-73
Tabel 4.38 Objective Matrix Bulan Oktober 2016	IV-74
Tabel 4.39 Objective Matrix Bulan November	IV-75
Tabel 4.40 Objectives Matrix Bulan Desember 2016.....	IV-76
Tabel 4.41 Perubahan Indeks Produktivitas	IV-77

LAMPIRAN

Lampiran Kuesioner Produktivitas.....

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pesatnya perkembangan teknologi dan informasi membawa dampak terhadap tatanan kehidupan dunia. Perubahan yang tepat dan mendasar terjadi dalam kehidupan di segala bidang yang menuntut kebebasan interaksi antar kehidupan yang ada di dunia tanpa mengenal batas negara termasuk juga dalam kegiatan perdagangan dan bisnis. Salah satu konsekuensi logis dari perubahan dunia kearah globalisasi adalah adanya pergeseran cara pandang dalam pelaksanaan perdagangan internasional yang mengarah kepada perdagangan global. Hal ini mengakibatkan munculnya pasar bebas dunia yang pada gilirannya akan mengakibatkan meningkatnya persaingan di pasar internasional dan kaitannya dalam dunia bisnis maka masalah yang dihadapi perusahaan adalah semakin ketatnya persaingan, oleh karena itu perusahaan harus dapat menjalankan strategi bisnisnya yang tepat agar mampu bertahan dalam menghadapi persaingan yang terjadi.

Salah satu tujuan perusahaan adalah meningkatkan laba terutama dari kegiatan operasinya. Oleh karena itu, manajer perusahaan dalam mengambil keputusan-keputusannya ditujukan untuk meningkatkan laba. Strategi bisnis untuk meningkatkan keunggulan bersaing dapat dilakukan melalui usaha peningkatan kualitas.

Perusahaan yang menjadikan kualitas sebagai alat strategi akan mempunyai keunggulan bersaing terhadap kompetitornya dalam menguasai pasar karena tidak semua perusahaan mampu mencapai superioritas kualitas. Dalam hal ini perusahaan dituntut untuk menghasilkan produk dengan kualitas tinggi, harga rendah dan pengiriman tepat waktu.

Proses produksi yang memperhatikan kualitas akan menghasilkan produk

yang bebas dari kerusakan. Hal ini dapat menghindarkan adanya pemborosan dan inefisiensi sehingga biaya produksi per unit dapat ditekan dan harga produk dapat menjadi lebih kompetitif.

Penelitian dilakukan pada perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan ban luar dan ban dalam sepeda motor. Produk yang dihasilkan berupa berbagai macam ban yang dipasarkan baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Jenis-jenis ban yang dihasilkan itu diantaranya adalah ban scooter, ban motor bebek, ban motor sport maupun ban-ban penggunaan khusus. Ban sepeda motor terdiri dari berbagai material yang disatukan pada sebuah mesin yang disebut mesin building, kemudian di vulkanisasi pada mesin curing dengan menggunakan cetakan khusus yang dipanaskan dengan *steam*. Pengendalian kualitas yang dilakukan belum dijalankan dengan maksimal terbukti dengan ditemukannya produk cacat pada *finish product*.

Defect yang terjadi pada ban sepeda motor di antaranya adalah *blown tread*, *blown sidewall*, *foreign material*, *crease sidewall* dan *under cure*. Jenis *defect* tersebut mengakibatkan penurunan produktivitas divisi tire curing.

Alat pengendalian kualitas yang dapat digunakan untuk mengetahui *performance* proses dari perusahaan salah satunya adalah metode *six sigma*. Dengan menggunakan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) diharapkan dapat membantu untuk mengurangi *defect* yang terjadi sedangkan produktivitas divisi tire curing dilakukan pengukuran dengan menggunakan metode objective matrix.

1.2. Perumusan Masalah

Dari beberapa masalah yang melatarbelakangi penelitian ini, maka dapat dirumuskan permasalahan ;

1. Berapa nilai sigma divisi tire curing sebelum dan sesudah perbaikan ?
2. Apa jenis cacat yang terjadi ?
3. Bagaimana cara mengurangi produk cacat ?

4. Berapa nilai *Capability Process* divisi tire curing ?
5. Berapa nilai indeks produktivitas tire curing ?

1.3. Tujuan Penelitian

Sesuai dari perumusan masalah diatas, tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk ;

1. Mengetahui nilai sigma divisi tire curing sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan
2. Mengetahui jenis cacat yang terjadi
3. Melakukan perbaikan untuk mengurangi produk cacat
4. Menghitung nilai *Capability Process* divisi tire curing
5. Menghitung nilai indeks produktivitas

1.4. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat keterbatasan sehingga dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut ;

1. Tempat penelitian adalah departemen Produksi ban luar sepeda motor.
2. Produk yang dibahas dalam penelitian ini adalah ban luar sepeda motor.
3. Penelitian hanya dilakukan pada mesin *curing tire production*.
4. Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) dan pengukuran produktivitas menggunakan Objective Matrix.
5. Data *Defect* yang digunakan untuk analisa sebelum perbaikan adalah pada bulan Agustus 2016.

1.5. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan tentang latar belakang, pokok permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, pengumpulan data, asumsi - asumsi serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menggunakan teori-teori mengenai kualitas, *Six Sigma*, Cacat, *tools DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control)* dan objectives matrix (Omax).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan diperoleh dari hasil pengolahan data dan pembahasannya, serta saran-saran yang diharapkan akan ditindak lanjuti untuk melakukan perbaikan dimasa yang akan datang.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Definisi Kualitas

Kualitas atau yang sering kali disebut juga dengan mutu sebenarnya merupakan derajat atau tingkat kepuasan atau kesempurnaan. Kesempurnaan dalam hal ini adalah adanya kesesuaian dengan tujuan penggunaannya. Kualitas merupakan sebuah jembatan komunikasi antara konsumen dengan produsen. Sasaran dari kualitas adalah mampu memberikan suatu jaminan kepuasan kepada pelanggan karena satu saja produk cacat yang dihasilkan oleh perusahaan akan diterima oleh konsumen akan mengubah 100% pola pikir dan keinginan konsumen untuk mendapatkan produk tersebut di kemudian hari.

Kualitas pertama kali dimulai dari diri sendiri. Melalui pengembangan keseimbangan dalam kesehatan, sikap, pembelajaran, keinginan, dan imajinasi, suatu landasan kualitas pribadi dibangun. Dari sumber ini, kemudian kehidupan akan berjalan lebih baik, karena dampak positif melalui komunikasi pribadi, tindakan, dan kepemimpinan.

Beberapa sumber mendefinisikan mutu atau kualitas sebagai berikut :

- Menurut Philip B. Crosby, kualitas berarti kesesuaian terhadap persyaratan (*to requirement*). Crosby menggunakan pendekatan *top down*.
- Menurut W. Edward Deming, kualitas berarti suatu pemecahan masalah untuk mencapai penyempurnaan terus-menerus seperti penerapan Kaizen. Deming menggunakan pendekatan *bottom up*. Menurut Deming juga, kualitas memiliki berbagai kriteria, dan kriteria ini terus-menerus berubah. Hal ini menjadi semakin rumit dengan adanya penilaian setiap orang yang berbeda terhadap kriteria-kriteria tersebut. Oleh sebab itu,

amatlah penting untuk mengukur keinginan konsumen secara terus-menerus.

2.2. Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas produk merupakan suatu sistem pengendalian yang dilakukan dari tahap awal suatu proses sampai produk jadi, dan bahkan sampai pada pendistribusian kepada konsumen. Penggunaan definisi pengendalian kualitas adalah tentang bagaimana hal yang harus dilakukan untuk mengurangi variabilitas (keragaman) dari produk hasil produksi. Sehingga, segala sesuatu metode yang digunakan untuk meningkatkan kualitas produk adalah dengan mengurangi variabilitas produk tersebut. Bagi industri, variabilitas produk dapat menghasilkan masalah-masalah yang dapat memperbesar *cost*, salah satu contohnya adalah *waste* (Susetyo, 2011).

2.3. Pendekatan Pengendalian Kualitas

Untuk melaksanakan pengendalian didalam suatu perusahaan maka manajemen perusahaan perlu menerapkan melalui apa pengendalian kualitas tersebut akan dilakukan. Hal ini disebabkan oleh faktor yang menentukan atau berpengaruh terhadap baik dan tidaknya kualitas produk perusahaan akan terdiri dari beberapa macam misal bahan bakunya, tenaga kerja, mesin dan peralatan produksi yang digunakan, dimana faktor tersebut akan mempunyai pengaruh yang berbeda, baik dalam jenis pengaruh yang ditimbulkan maupun besarnya pengaruh yang ditimbulkan. Dengan demikian agar pengendalian kualitas yang dilaksanakan dalam perusahaan tepat mengenai sasarannya serta meminimalkan biaya pengendalian kualitas, perlu dipilih pendekatan yang tepat bagi perusahaan. (Ahyari, 1990:225-325)

2.3.1. Pendekatan Bahan Baku

Didalam perusahaan umumnya baik dan buruknya kualitas bahan baku

mempunyai pengaruh cukup besar terhadap kualitas produk akhir, bahkan beberapa jenis perusahaan pengaruh kualitas bahan baku yang digunakan untuk melaksanakan proses produksi sedemikian besar sehingga kualitas produk akhir hampir seluruhnya ditentukan oleh bahan baku yang digunakan. Bagi beberapa perusahaan yang memproduksi suatu produk dimana karakteristik bahan baku akan menjadi sangat penting di dalam perusahaan tersebut. Dalam pendekatan bahan baku, ada beberapa hal yang sebaiknya dikerjakan manajemen perusahaan agar bahan baku yang diterima dapat dijaga kualitasnya :

a) Seleksi Sumber Bahan Baku (Pemasok)

Untuk pengadaan bahan baku umumnya perusahaan melakukan pemesanan kepada perusahaan lain (sebagai perusahaan pemasok). Pelaksanakan seleksi sumber bahan baku dapat dilakukan dengan cara melihat pengalaman hubungan perusahaan pada waktu yang lalu atau mengadakan evaluasi pada perusahaan pemasok bahan dengan menggunakan daftar pertanyaan atau dapat lebih diteliti dengan melakukan penelitian kualitas perusahaan pemasok.

b) Pemeriksaan dokumen pembelian.

Setelah menentukan perusahaan pemasok, hal berikutnya yang perlu dilaksanakan adalah pemeriksaan dokumen pembelian yang ada. Oleh karena itu dokumen pembelian nantinya menjadi referensi dari pembelian yang dilaksanakan tersebut, maka dalam penyusunan dokumen pembelian perlu dilakukan dengan teliti. Beberapa hal yang diperiksa meliputi tingkat harga bahan baku, tingkat kualitas bahan, waktu pengiriman bahan, pemenuhan spesifikasi bahan.

c) Pemeriksaan Penerimaan Bahan

Apabila dokumen pembelian yang disusun cukup lengkap maka pemeriksaan penerimaan bahan dapat didasarkan pada dokumen

pembelian tersebut. Beberapa permasalahan yang perlu diketahui dalam hubungannya dengan kegiatan pemeriksaan bahan baku didalam gudang perusahaan antara lain rencana pemeriksaan, pemeriksaan dasar, pemeriksaan contoh bahan, catatan pemeriksaan dan penjagaan gudang.

2.3.2. Pendekatan Proses Produksi

Pada beberapa perusahaan proses produksi akan lebih banyak menentukan kualitas produk akhir. Artinya di dalam perusahaan ini meskipun bahan baku yang digunakan untuk keperluan proses produksi bukan bahan baku dengan kualitas prima, namun apabila proses produksi diselenggarakan dengan sebaik baiknya maka dapat diperoleh produk dengan kualitas yang baik pula. Pengendalian kualitas produk yang dihasilkan perusahaan tersebut lebih baik bila dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan proses produksi yang disesuaikan dengan pelaksanaan proses produksi di dalam perusahaan. Pada umumnya pelaksanaan pengendalian kualitas proses produksi di dalam perusahaan dipisahkan menjadi 3 tahap :

a) Tahap Persiapan.

Pada tahap ini akan dipersiapkan segala sesuatu yang berhubungan dengan pelaksanaan pengendalian proses tersebut. Kapan pemeriksaan dilaksanakan, berapa kali pemeriksaan proses produksi dilakukan pada umumnya akan ditentukan pada tahap ini.

b) Tahap Pengendalian Proses.

Dalam tahap ini, upaya yang dilakukan adalah mencegah agar jangan sampai terjadi kesalahan proses yang mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas produk. Apabila terjadi kesalahan proses produksi maka secepat mungkin kesalahan tersebut diperbaiki sehingga tidak mengakibatkan kerugian yang lebih besar atau barang dalam proses tersebut dikeluarkan dari proses produksi dan diperlukan sebagai produk yang gagal.

c) Tahap Pemeriksaan Akhir.

Pada tahap ini merupakan pemeriksaan yang terakhir dari produk yang ada dalam proses produksi sebelum dimasukkan ke gudang barang jadi atau dilempar ke pasar melalui distributor produk perusahaan.

2.3.3. Pendekatan Produk Akhir

Pendekatan produk akhir merupakan upaya perusahaan untuk mempertahankan kualitas produk yang dihasilkannya dengan melihat produk akhir yang menjadi hasil dari perusahaan tersebut. Dalam pendekatan ini perlu dibicarakan langkah yang diambil untuk dapat mempertahankan produk sesuai dengan standar kualitas yang berlaku. Pelaksanaan pengendalian kualitas dengan pendekatan produk akhir dapat dilakukan dengan cara memeriksa seluruh produk akhir yang akan dikirimkan kepada para distributor atau toko pengecer. Dengan demikian apabila ada produk yang cacat atau mempunyai kualitas dibawah standar yang ditetapkan maka perusahaan dapat memisahkan produk ini dan tidak ikut dikirimkan kepada para konsumen.

Untuk masalah kerusakan produk perusahaan harus mengambil tindakan yang tepat bagi peningkatan kualitas produk akhir serta kelangsungan hidup perusahaan tersebut. Oleh sebab itu perusahaan harus mengumpulkan informasi tentang berbagai macam keluhan konsumen. Kemudian diadakan analisa tentang berbagai kelemahan dan kekurangan produk perusahaan sehingga untuk proses berikutnya kualitas produk dapat lebih dipertanggungjawabkan.

2.4. Six Sigma

Six sigma disebut sistem *komprehensive* - maksudnya adalah strategi, disiplin ilmu, dan alat - untuk mencapai dan mendukung kesuksesan bisnis. *Six*

Sigma disebut strategi karena terfokus pada peningkatan kepuasan pelanggan, disebut disiplin ilmu karena mengikuti model formal, yaitu DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) dan alat karena digunakan bersamaan dengan yang lainnya, seperti Diagram Pareto (*Pareto Chart*) dan Histogram. Kesuksesan peningkatan kualitas dan kinerja bisnis, tergantung dari kemampuan untuk mengidentifikasi dan memecahkan masalah. Kemampuan ini adalah hal fundamental dalam filosofi *six sigma*.

2.4.1. Pengerian Six Sigma

Six Sigma merupakan suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas. Metode ini pertama kali diterapkan oleh perusahaan Motorola sejak tahun 1986, yang merupakan terobosan baru sejak dalam bidang manajemen kualitas. Six Sigma juga dapat diartikan sebagai suatu pendekatan yang menyeluruh untuk menyelesaikan masalah dan peningkatan proses melalui lima buah fase, yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve, and Control* (DMAIC).

Six Sigma diartikan berbeda menurut beberapa ahli, berikut ini merupakan pengertian *Six Sigma* dari berbagai sumber:

- a. *Six Sigma* merupakan suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dramatik yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas (Gaspersz, 2002).
- b. *Six Sigma* adalah sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, mempertahankan, dan memaksimalkan sukses bisnis. Six Sigma secara unik dikendalikan oleh pemahaman yang kuat terhadap fakta, data, dan analisis statistik, serta perhatian yang cermat untuk mengelola, memperbaiki, dan menanamkan proses bisnis (Pande, 2002).
- c. *Six Sigma* sebagai sebuah visi, dalam hal ini *Six Sigma* mengharapkan tidak terjadi *defect* dalam sebuah proses yang juga diharapkan oleh semua

organisasi (Welch, 2000).

- d. *Six Sigma* adalah sebuah pengukuran, dimana dilakukan penghitungan *defect-defect* yang terjadi di dalam sebuah proses dan hasilnya ditampilkan dalam bentuk angka atau grafik yang akan mendorong kita melakukan perbaikan (Welch, 2000).

Terdapat beberapa penjelasan yang perlu diperhatikan dalam metode *Six Sigma*, berikut ini merupakan terminologi dalam konsep *Six Sigma*(Gaspersz, 2002):

1. *Critical to Quality (CTQ)*.

CTQ adalah atribut-atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Merupakan elemen dari suatu produk, proses atau praktek-praktek yang berdampak langsung pada kepuasan pelanggan.

2. *Defects Per Opportunity (DPO)*.

DPO adalah suatu ukuran kegagalan yang dihitung dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma* yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per satu kesempatan.

3. *Defects Per Million Opportunities (DPMO)*.

Pada metode peningkatan kualitas *Six Sigma*, ukuran kegagalan sebesar 3,4 DPMO yang dimaksudkan adalah terjadinya 3,4 unit kesempatan kegagalan dari sejuta kali kesempatan pada suatu karakteristik CTQ.

4. *Process Capability (Cp)*.

Kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan output sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan. *Process capability* merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan oleh manajemen

berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan.

5. *Variation.*

Merupakan apa yang pelanggan lihat dan rasakan dalam proses transaksi antara pemasok dan pelanggan itu. Semakin kecil variation akan semakin disukai, karena menunjukkan konsistensi dalam kualitas. Variasi mengukur suatu perubahan dalam proses atau praktek-praktek bisnis yang mungkin mempengaruhi hasil yang diharapkan.

6. *Stable Operation.*

Jaminan konsistensi, proses-proses yang dapat diperkirakan dan dikendalikan guna meningkatkan apa yang pelanggan lihat dan rasakan-meningkatkan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan.

Terdapat enam aspek kunci yang perlu diperhatikan dalam aplikasi konsep *Six Sigma* apabila akan diterapkan dalam bidang manufaktur, yaitu: (Gaspersz, 2002)

1. Identifikasi karakteristik produk yang akan memuaskan pelanggan anda (sesuai kebutuhan dan ekspektasi pelanggan).
2. Mengklasifikasikan semua karakteristik kualitas itu sebagai CTQ (*critical to quality*) individual.
3. Menentukan apakah setiap CTQ itu dapat dikendalikan melalui pengendalian material, mesin, proses-proses, kerja, dll.
4. Menentukan batas maksimum toleransi untuk setiap CTQ sesuai yang diinginkan pelanggan (menentukan USL dan LSL dari setiap CTQ).
5. Menentukan maksimum variasi proses untuk setiap CTQ (menentukan nilai maksimum standar deviasi untuk setiap CTQ).

6. Mengubah desain produk dan/atau proses sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target *Six Sigma*

2.5. Siklus Six Sigma

2.5.1. Define

Tahap *Define* merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini akan dilakukan pendefinisian beberapa hal, yaitu mendefinisikan aliran proses produksi yang dilakukan oleh perusahaan, membuat diagram SIPOC (*Supplier, Inputs, Processes, Outputs, Customers*), dan mendefinisikan spesifikasi penting dari customer (*Critical to Quality*).

SIPOC Diagram

Sebelum mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan dalam proyek Six Sigma, perlu dibuat suatu model proses SIPOC (*Suppliers-Inputs-Processes-Outputs-Customers*). SIPOC merupakan suatu alat yang berguna dan paling banyak dipergunakan dalam manajemen peningkatan proses. Nama SIPOC merupakan akronim dari lima elemen utama dalam sistem kualitas, yaitu (Gaspersz, 2002):

1. Suppliers

Merupakan orang atau kelompok orang yang memberikan informasi kunci, material, atau sumber daya lain kepada proses. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub-proses, maka sub-proses sebelumnya dapat dianggap sebagai pemasok internal (*internal suppliers*).

2. Inputs

Adalah segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok (*suppliers*) kepada proses.

3. *Processes*

Merupakan sekumpulan langkah yang mentransformasi dan secara ideal, menambah nilai kepada inputs (proses transformasi nilai tambah kepada inputs). Suatu proses biasanya terdiri dari beberapa sub-proses.

4. *Outputs*

Merupakan produk (barang dan/atau jasa) dari suatu proses. Dalam industri manufaktur outputs dapat berupa barang setengah jadi maupun barang jadi (final product). Termasuk ke dalam outputs adalah informasi-informasi kunci dari proses.

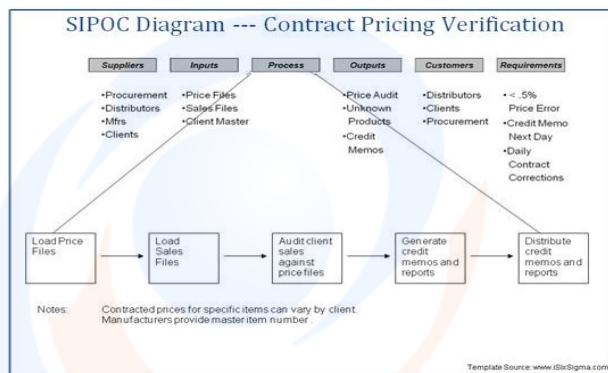
5. *Customers*

Merupakan orang atau kelompok orang, atau sub-proses yang menerima outputs. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub-proses, maka sub-proses sesudahnya dapat dianggap sebagai pelanggan internal (*internal customers*). Proses berikut merupakan pelanggan anda (*the next process is your customers*).

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam menyusun diagram SIPOC:

1. Buat sebuah area di mana dapat dibuat penambahan pada SIPOC diagram. Hal ini dapat berbentuk sebuah transparansi (untuk ditambahkan selanjutnya) yang dibuat dari template yang telah disediakan, *flip chart* dengan judul (S-I-P-O-C) yang telah ditulis pada setiap template atau judul yang telah ditulis pada catatan post-it yang ditempel di dinding. Mulai dengan proses. Petakan menjadi 4 sampai 5 tingkatan langkah.
2. Identifikasi output dari proses.
3. Identifikasi *customers* yang akan menerima output dari proses.

4. Identifikasi input yang diperlukan untuk proses agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya.
5. Identifikasi *suppliers* dari inputs yang diperlukan oleh proses.
6. Opsional: Identifikasi kebutuhan utama dari *customers*. Hal ini dapat diverifikasi pada langkah berikutnya dari *fase measurement*.
7. Diskusikan dengan semua orang yang terlibat untuk verifikasi.



Gambar 2.1 Contoh SIPOC Diagram

2.5.2. Measure

Fase *measure* adalah fase dimana dilakukan suatu perhitungan dengan menggunakan peta kendali dan juga perhitungan statistic *Six Sigma*. Pada tahap *measure*, terdapat tiga tingkat pengukuran yang harus dilakukan, yaitu pengukuran pada tingkat proses, tingkat output dan tingkat *outcome* (Gaspersz, 2002).

- a. Pengukuran pada tingkat proses adalah mengukur setiap langkah atau aktivitas dalam proses dan karakteristik kualitas input yang diserahkan oleh pemasok yang mengendalikan dan mempengaruhi karakteristik kualitas output yang diinginkan. Tujuan dari pengukuran pada tingkat ini adalah

mengidentifikasi perilaku yang mengatur setiap langkah dalam proses, dan menggunakan ukuran-ukuran ini untuk mengendalikan dan meningkatkan proses operasional serta memperkirakan output yang akan dihasilkan sebelum output itu diproduksi atau diserahkan kepada pelanggan. Beberapa contoh pengukuran pada tingkat proses yang mendeskripsikan kinerja kualitas adalah: lama waktu menjawab panggilan telepon, banyaknya panggilan telepon yang tidak dikembalikan ke pelanggan, konfirmasi terhadap waktu penyerahan yang dijanjikan, *cycle time*, lama waktu belajar mahasiswa untuk persiapan menghadapi suatu ujian, dan lain-lain.

- b. Pengukuran pada tingkat output adalah mengukur karakteristik kualitas output yang dihasilkan dari suatu proses dibandingkan terhadap spesifikasi karakteristik kualitas yang diinginkan oleh pelanggan. Beberapa contoh pengukuran pada tingkat output adalah banyaknya unit produk yang tidak memenuhi spesifikasi tertentu yang ditetapkan (banyak produk cacat), diameter dari produk yang dihasilkan, nilai mahasiswa ketika menempuh suatu ujian, dan lain-lain.
- c. Pengukuran pada tingkat outcome adalah mengukur bagaimana baiknya suatu produk (barang dan/atau jasa) itu memenuhi kebutuhan spesifik dan ekspektasi rasional dari pelanggan, jadi mengukur tingkat kepuasan pelanggan dalam menggunakan produk (barang dan/atau jasa) yang diserahkan. Pengukuran pada tingkat outcome merupakan tingkat tertinggi dalam pengukuran kinerja kualitas. Beberapa contoh pengukuran pada tingkat *outcome* adalah: banyaknya keluhan pelanggan yang diterima, banyaknya produk yang dikembalikan oleh pelanggan, tingkat kepuasan pelanggan dan lain-lain.

2.5.2.1. Peta Kendali

Peta kendali adalah sebuah alat grafis untuk mengawasi aktivitas pada sebuah proses yang sedang berjalan (Mitra,1998). Peta kendali dapat

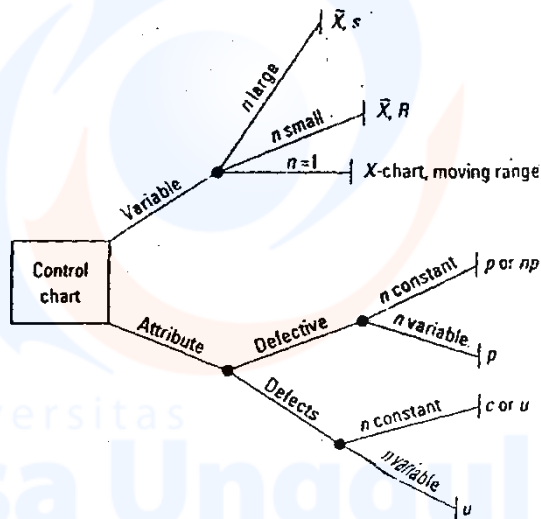
digunakan sebagai salah satu alat untuk membantu dalam studi kapabilitas proses. Tiga garis berguna untuk mengindikasikan pada peta kendali. Center line, yang biasanya merepresentasikan suatu nilai rata-rata dari karakteristik yang digambarkan. Dua batas, *upper control limit* dan *lower control limit* digunakan untuk membuat keputusan sehubungan dengan proses. Jika titik-titik yang diplot berada dalam batas kendali dan tidak memperlihatkan pola apapun yang dapat teridentifikasi, maka proses dapat dikatakan berada dalam *statistical control*. Beberapa keuntungan yang dapat disadari dengan menggunakan peta kendali. Peta kendali tersebut dapat menunjukkan beberapa hal seperti: (Mitra, 1998).

Dalam menentukan peta kendali apa yang akan digunakan, maka peneliti harus menentukan terlebih dahulu tipe dari data yang dikumpulkan: data variabel (karakteristik kualitas yang dapat diukur) atau data atribut (karakteristik kualitas yang tidak dapat diukur namun dapat dihitung). Jika data variabel yang digunakan, dua peta kendali digunakan untuk memantau rata-rata proses adalah peta kendali \bar{x} . peta kendali digunakan untuk variasi proses ditentukan oleh ukuran sampel. Ketika ukuran sampel kecil, peta kendali R (*range*) lebih sering digunakan dibandingkan dengan peta kendali s (standar deviasi sampel) karena ada perbedaan kecil dalam efisiensi antara dua peta kendali dan peta Kendali R lebih sederhana untuk digunakan. Ketika besar sampel meningkat, efisiensi dari peta kendali R dibandingkan dengan peta kendali s menurun. Jadi, jika ukuran sampel besar, peta kendali s sebaiknya digunakan daripada peta kendali R.

Jika data atribut yang dikumpulkan, hanya dibutuhkan satu peta kendali untuk hampir semua kasus. Hal ini harus diputuskan apakah jumlah *defective* unit atau jumlah *defect* yang dihitung. Jika proses tersebut dipantau melalui kumpulan data atas produk *nonconforming (defective)*, pertanyaannya adalah apakah ukuran sampel konstan. Jika konstan, maka peta kendali p yang digunakan dan batas kendali (*control limit*) yang

bervariasi sesuai dengan ukuran sampel.

Jika data atribut yang diperhatikan melalui pengumpulan data atas jumlah *defect* (*nonconformities*), kondisi dari ukuran sampel akan kembali menentukan tipe dari peta kendali. Jika besar sampel konstan, peta kendali *c* (jumlah dari *defect* per sampel) atau peta kendali *u* (jumlah *defect* per unit) dapat digunakan, namun jika besar sampel bervariasi, peta kendali *u* yang dapat diterima. *Decision tree* yang dapat digunakan untuk menemukan peta kendali mana yang paling tepat untuk digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Control Chart Decision Tree

(sumber: Mitra, 1998 h.256)

2.5.2.2. Penentuan Kapabilitas Proses

Keberhasilan implementasi program peningkatan kualitas *Six*

Sigma ditunjukkan melalui peningkatan kapabilitas proses dalam menghasilkan produk menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*). Oleh karena itu, konsep perhitungan kapabilitas proses menjadi sangat penting untuk dipahami dalam implementasi program Six Sigma. Uraian berikut akan membahas tentang teknik penentuan kapabilitas proses yang berhubungan dengan CTQ untuk data variabel dan data atribut. Data adalah catatan tentang sesuatu, baik yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif yang dipergunakan sebagai petunjuk untuk bertindak. Berdasarkan data kita mempelajari fakta-fakta yang ada dan kemudian mengambil tindakan yang tepat berdasarkan fakta itu. Dalam konteks pengendalian proses statistikal dikenal dua jenis data, yaitu: (Gaspersz, 2002)

1. Data atribut (*Attributes Data*) merupakan data kualitatif yang dihitung menggunakan daftar pencacahan atau *tally* untuk keperluan pencatatan dan analisis. Data atribut bersifat diskrit. Jika suatu catatan hanya merupakan suatu ringkasan atau klasifikasi yang berkaitan dengan sekumpulan persyaratan yang telah ditetapkan, maka catatan itu disebut sebagai atribut. Contoh data atribut karakteristik kualitas adalah: ketiadaan label pada kemasan produk, kesalahan proses administrasi buku tabungan nasabah, banyaknya jenis cacat pada produk, banyaknya produk kayu lapis yang cacat karena corelap, dan lain-lain. Data atribut biasanya diperoleh dalam bentuk unit-unit nonkonformans/ketidaksesuaian atau cacat/kegagalan terhadap spesifikasi kualitas yang ditetapkan.
2. Data Variabel (*Variables Data*) merupakan data kuantitatif yang diukur menggunakan alat pengukuran tertentu untuk keperluan pencatatan dan analisis. Data variabel bersifat kontinyu. Jika suatu catatan dibuat berdasarkan keadaan aktual, diukur secara langsung, maka karakteristik kualitas yang diukur itu disebut sebagai variabel. Contoh data variabel karakteristik kualitas adalah: diameter pipa, ketebalan produk kayu lapis, berat semen dalam kantong, konsentrasi elektrolit dalam persen, dll.

Ukuran-ukuran berat, panjang, lebar, tinggi, diameter, volume merupakan data variabel.

3. Kemampuan proses membandingkan output *in-control process* dengan batas spesifikasi menggunakan *capability indeks*. Nilainya dihitung berdasarkan formula :

$$C_p = \frac{\text{Spesification Width}}{\text{Process Width}}$$

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

$$\text{Dimana, } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Dimana :

σ = Nilai dari *standard deviasi*.

n = Jumlah sampel.

X_i = Total dari nilai data ukur.

\bar{X} = Nilai rata – rata dari data ukur.

USL (Upper Spesification Limit) merupakan batas atas dari sebuah standard dan LSL (*Lower Spesification Limit*) yang merupakan batas bawah dari standard yang ditetapkan CTQ (*Critical To Quality*) yang ingin dikendalikan. Sedangkan nilai σ merupakan nilai standard deviasi dari CTQ yang ingin dikendalikan. Persyaratan asumsi dari penggunaan formula ini adalah bahwa distribusi dari proses harus berdistribusi normal dan nilai rata-rata proses (*X-bar*) harus tepat sama dengan nilai target (T), yang berarti nilai *X-bar* dari proses harus tepat berada di tengah dari interval nilai USL dan LSL.

Jika persyaratan asumsi ini dapat dipenuhi, maka kita boleh menggunakan Tabel dibawah ini sebagai nilai referensi untuk menentukan kapabilitas proses yang sedang dikendalikan itu.

Tabel 2.1 Perbandingan nilai Cp dengan Level Sigma

Cp	Kapabilitas Process
0.33	1.0 Sigma
0.50	1.5 Sigma
0.67	2.0 Sigma
0.83	2.5 Sigma
1.00	3.0 Sigma
1.17	3.5 Sigma
1.33	4.0 Sigma
1.50	4.5 Sigma
1.67	5.0 Sigma
1.83	5.5 Sigma
2.00	6.0 Sigma

Sumber : *Six Sigma For Quality And Productivity Promotion.*

Untuk rasio nilai Cp terhadap kemampuan proses dapat didefinisikan sebagai berikut :

- proses masih baik ($Cp > 1$),
- proses tidak baik ($Cp < 1$)
- proses sama dengan spesifikasi konsumen ($Cp = 1$).

Sedangkan, menurut Tham(1997) rasio nilai Cp didefinisikan sebagai berikut.

- $Cp < 1$: proses tidak memuaskan.
- $1 < Cp < 1,6$: proses relative sama atau berada di tengah kemampuan.

- $C_p > 1,6$: kemampuan proses tinggi.

2.5.2.3. Pareto Diagram

Diagram pareto adalah sebuah alat yang dapat membantu dalam mengenali sumber dari masalah kronis/penyebab umum dalam proses manufaktur (Breyfogle, 1999). Prinsip pareto pada dasarnya menyatakan bahwa sebagian kecil proses manufaktur yang vital menyebabkan hampir semua dari masalah kualitas pada alur produksi, ketika banyak hal-hal yang sepele dari karakteristik proses manufaktur menyebabkan sebagian kecil masalah kualitas.

Sebuah prosedur untuk menyusun sebuah diagram pareto adalah sebagai berikut: (Breyfogle, 1999)

1. Tentukan masalah dan karakteristik proses yang digunakan pada diagram.
2. Tentukan periode waktu untuk diagram, misalnya mingguan, harian, atau setiap shift. Peningkatan kualitas sepanjang waktu dapat kemudian dapat dibuat dari informasi yang ditentukan pada langkah ini.
3. Jumlahkan angka dari kejadian untuk setiap karakteristik yang terjadi.
4. Urutkan karakteristik tersebut menurut jumlah dari langkah ke tiga.
5. Plot jumlah dari kejadian dari setiap karakteristik dalam urutan menurun dalam sebuah grafik batang beserta dengan plot kumulatif dari besarnya batang tersebut. kadang-kadang, bagaimanapun, diagram pareto tidak memiliki lapisan persentasi kumulatif.
6. Kolom *trivial* dapat ditumpuk pada satu desain kolom; namun, perhatian harus dijalankan tidak melupakan sebuah hal yang kecil namun penting.

2.5.2.4. Perhitungan Nilai DPMO dan Level Sigma

Defect Per Million Opportunities (DPMO) adalah ukuran kegagalan dalam program peningkatan kualitas Six Sigma yang menunjukkan kegagalan per sejuta kali kesempatan. target DPMO pada proyek Six Sigma sendiri adalah sebesar 3,4 DPMO, artinya untuk setiap unit produk yang dihasilkan, hanya terdapat rata-rata sebesar 3,4 kesempatan pada suatu karakteristik kualitas (CTQ) yang telah ditentukan. Berikut ini merupakan persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung nilai DPMO (Welch, 2000):

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Jumlah Cacat}}{(\text{Jumlah item yang diperiksa} \times \text{CTQ})} 1000000$$

Level sigma merupakan suatu ukuran untuk menentukan jumlah cacat per satu juta peluang, semakin besar ukuran level sigma suatu proses, maka proses tersebut dapat dinyatakan semakin baik.

$$\text{Nilai Level Sigma} = 0,8406 \sqrt{29,36 - 2,221 \times \ln(\text{DPMO})}$$

Nilai level sigma juga dapat dihitung menggunakan software Microsoft excel dengan rumus:

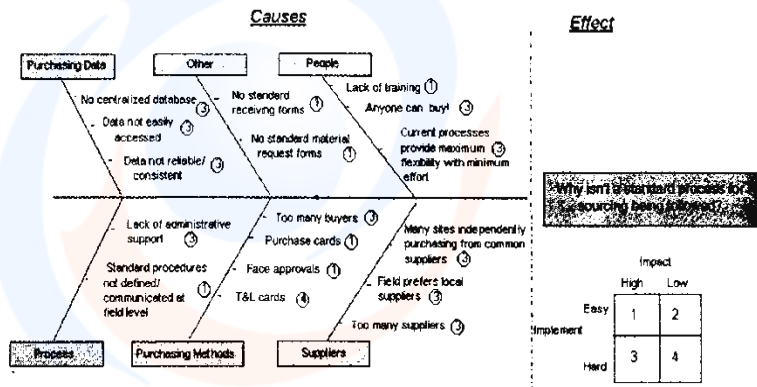
$$\text{Nilai Level Sigma} = \text{normsinv} \left(1 - \frac{\text{DPMO}}{1000000} \right) + 1,5$$

2.5.3. Analyze

Tahap *analyze* merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini akan dilakukan pengidentifikasian penyebab terjadinya *defect* pada produk serta mencari akar permasalahannya sehingga dapat dilakukan perbaikan. Beberapa alat yang digunakan untuk menganalisis adalah Diagram Pareto, Cause & Effect Diagram (*Fishbone Diagram*), dan FMEA (*Failure Modes and Effects Analysis*).

2.5.3.1. Diagram Tulang Ikan (Fish Bone Diagram)

Dalam menyusun diagram sebab akibat, seringkali dibutuhkan untuk mempertimbangkan enam area dari sebab yang dapat berkontribusi pada respon karakteristik atau pengaruh material, mesin, metode, personil, pengukuran dan lingkungan. (Breyfogle, 1999). Setiap karakteristik ini kemudian ditelusuri pada akar penyebab. Akar penyebab adalah hal spesifik atau kesulitan yang diidentifikasi sebagai penyebab nyata atau penyebab potensial. Gambar 2.3. menunjukkan diagram sebab akibat yang lengkap.



Gambar 2.3 Diagram Sebab Akibat

2.5.3.2. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Untuk tetap dapat bersaing, sebuah organisasi harus terus menerus melakukan perbaikan. Potential Failure Mode and effect Analysis (FMEA) adalah sebuah metode yang memfasilitasi peningkatan proses (Breyfogle, 1999). Dengan menggunakan FMEA, prganisasi dapat mengidentifikasi dan menyingkirkan pertimbangan pada awal dalam pengembangan dari proses atau desain dan menyediakan sebuah bentuk

dari pekerjaan organisasi dengan pemasoknya untuk mengimplementasi FMEA dalam kepuasan pelanggan. Keuntungan dari penggunaan FMEA meliputi: (Breyfogle, 1999)

- a. Peningkatan fungsi produk dan kekuatannya.
- b. Mengurangi biaya garansi.
- c. Mengurangi masalah keseharian.
- d. Meningkatkan keamanan produk dan proses-proses implementasi.
- e. Mengurangi masalah proses bisnis.

FMEA juga dipandang sebagai sebuah teknik yang efektif dalam mencegah terjadinya kegagalan. FMEA adalah sebuah pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi cara sebuah produk, bagian, proses atau jasa dapat gagal dan akibat dari kegagalan itu sendiri (Summer, 2007). Setelah diidentifikasi, mode kegagalan potensial kemudian diurutkan berdasarkan tingkat keparahan yang ditimbulkan dari akibat tersebut dan peluang terjadinya cacat yang terjadi. Ada tiga buah tipe FMEA yang ada, yaitu FMEA sistem, proses dan desain. FMEA sistem berfokus pada gambaran besar untuk mengoptimasi desain sistem, baik untuk industri jasa maupun manufaktur, menentukan cara-cara sebuah sistem dapat terjadi kegagalan. FMEA sistem mempelajari fungsi dari sebuah sistem dan memperlihatkan ada tidaknya kekurangan dalam desain. FMEA sistem juga mempelajari interaksi dari sebuah sistem dengan sistem lainnya dan bagaimana subsistem dalam pendukung sistem berinteraksi satu sama lain.

FMEA proses membantu dalam mendesain atau mendesain ulang sebuah proses manufaktur, *assembly*, atau jasa. FMEA proses mengidentifikasi berbagai cara sebuah proses dapat gagal dan akibat dari kegagalan tersebut. dengan informasi ini, proses-proses dapat dirubah,

pengendalian dapat dikembangkan atau metode deteksi dapat diterapkan yang akan menghilangkan kemungkinan kegagalan proses. Karena berfokus kepada potensi kegagalan proses, kebanyakan praktisi *Six Sigma* sering menggunakan FMEA proses untuk mengidentifikasi dan mengurutkan kesempatan perbaikan proses. FMEA desain berfokus kepada produk. Digunakan pada tahap pengembangan produk, FMEA desain mencari untuk mengidentifikasi mode kegagalan potensial dari produk dan kemungkinan dari kegagalan tersebut terjadi. FMEA desain berguna dalam mengevaluasi kebutuhan desain produk dan alternatifnya.

2.5.4. Improve

Setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penetapan rencana tindakan (*action plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada dasarnya rencana-rencana tindakan akan mendeskripsikan tentang alokasi sumber-sumber daya serta prioritas dan/atau alternatif yang dilakukan dalam implementasi dari rencana itu. Bentuk-bentuk pengawasan dan usaha-usaha untuk mempelajari melalui pengumpulandata dan analisis ketika implementasi dari suatu rencana juga harus direncanakan pada tahap ini. Pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, yang berarti bahwa dalam tahap ini, harus ditetapkan apa yang harus dicapai berkaitan dengan target yang ditetapkan, alasan kegunaan rencana tindakan perbaikan itu harus dilakukan, bagaimana melaksanakan rencana tindakan itu, bagaimana melaksanakan rencana tindakan itu, berapa besar biaya untuk melaksanakan rencana tindakan itu serta manfaat positif yang diterima dari implementasi rencana tindakan itu.

2.5.5. Control

Tahap kontrol merupakan tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktek-praktek terbaik yang sukses dalam meningkatkan proses distandarisasikan dan disebarluaskan, prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar, seta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer dari tim *Six Sigma* kepada pemilik atau penanggung jawab proses, yang berarti proyek *Six Sigma* berakhir pada tahap ini. (Gaspersz, 2002)

Untuk mengetahui perbaikan yang diterapkan pada perusahaan memberikan dampak yang signifikan atau tidak, maka berikut ini adalah langkah-langkah yang akan dilakukan pada tahap kontrol:

- a. Perhitungan nilai DPMO dan level sigma Setelah Perbaikan

Perubahan nilai DPMO pada proyek *Six Sigma* biasanya merupakan perubahan yang mengikuti kurva geometris. Dimana perubahan nilai tersebut merupakan perubahan yang lebih drastis pada nilai yang lebih tinggi dan semakin menurun ketika nilai DPMO mendekati nilai nol. Perubahan Nilai DPMO akan dilihat berdasarkan nilai DPMO awal yang telah dihitung pada tahap *measure*.

- b. Pembuatan *Check Sheet*

Checksheets sangat dibutuhkan sebagai sarana untuk mencatat kondisi aktual dari parameter proses. Dengan kata lain, *checksheets* juga merupakan alat bantu untuk proses pengontrolan.

- c. Pengujian Selisih Proporsi Cacat Sebelum dan Setelah Perbaikan

Proporsi yang dimaksud adalah persentase jumlah produk cacat. Uji

proporsi dibagi menjadi dua, yaitu uji proporsi untuk satu sampel dan uji proporsi untuk dua sampel (Blank, 1982).

2.5.6. Model Pengukuran dengan Objectives Matrix

Objective Matrix (Omax) adalah suatu sistem pengukuran produktivitas parsial yang dikembangkan untuk memantau produktivitas disuatu perusahaan atau di tiap bagian saja dengan rasio produktivitas yang sesuai dengan keberadaan bagian tersebut. Dalam omax diharapkan aktivitas seluruh personil perusahaan untuk turut menilai, memperbaiki dan mempertahankan, karena sistem ini merupakan sistem pengukuran yang diserahkan langsung ke bagian-bagian unit proses produksi.

Model ini diciptakan oleh Prof. James L. Riggs, seorang ahli produktivitas dari Amerika Serikat. Matrik ini berasal dari usaha-usaha beliau untuk mengkuantifikasikan perawatan yang dilandasi kasih sayang (*tender loving care*). Dalam studi produktivitas ruamah sakit pada tahun 1975. Walau tidak sepenuhnya memuaskan perawat, suatu skema multidimensional untuk menyertakan *tender loving care* dalam pengukuran unjuk kerja yang telah dirancang.

Setiap kriteria produktivitas memiliki sebelas level, yaitu level 0 sampai level 10. Level 0 adalah kondisi terburuk yang pernah ada, level 3 adalah kondisi normal, dan level 10 adalah kondisi terbaik yang dapat di capai (ideal).

Untuk menentukan sel-sel dari setiap skor maka berikut ini rumus untuk mencari sel-sel dari kondisi normal sampai kondisi terbaik.

$$S_j = N_n + \frac{(N_t - N_n)}{7}$$

Dimana :

S_j = Nilai pada sel ke-j di atas kondisi normal (j: 1,2,3, ..., 7)

N_n = Nilai pada kondisi normal

N_t = Nilai pada kondisi terbaik

Sedangkan rumus untuk mencari skala antara kondisi terburuk sampai kondisi normal adalah :

$$S_i = N_n + K_i \frac{(N_n - N_p)}{3}$$

Dimana :

S_i = Nilai pada sel ke- i dibawah nilai normal (i : 1,2, dan 3)

N_n = Nilai pada kondisi normal

K_i = Nilai kelipatan pada sel ke- i dibawah kondisi/nilai normal

N_p = Nilai pada kondisi terburuk

Dengan menggunakan kedua persamaan diatas maka dapat diketahui nilai yang berada di antara nilai rata-rata dengan nilai target yang akan dicapai maupun nilai yang berada di antara nilai rata-rata dengan nilai terkecil dari hasil observasi yang telah dilakukan.

Data yang didapatkan akan dimasukkan kedalam tabel objective matrix sesuai dengan *score* yang telah disediakan di dalam tabel, *score* yang didapat akan menjadi faktor pengali yang akan dikalikan dengan bobot dari masing-masing rasio produktivitas.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah sekumpulan peraturan, kegiatan, dan prosedur yang digunakan oleh pelaku suatu disiplin ilmu. Metodologi juga merupakan analisis teoritis mengenai suatu cara atau metode. Penelitian merupakan suatu penyelidikan yang sistematis untuk meningkatkan sejumlah pengetahuan, juga merupakan suatu usaha yang sistematis dan terorganisasi untuk menyelidiki masalah tertentu yang memerlukan jawaban.

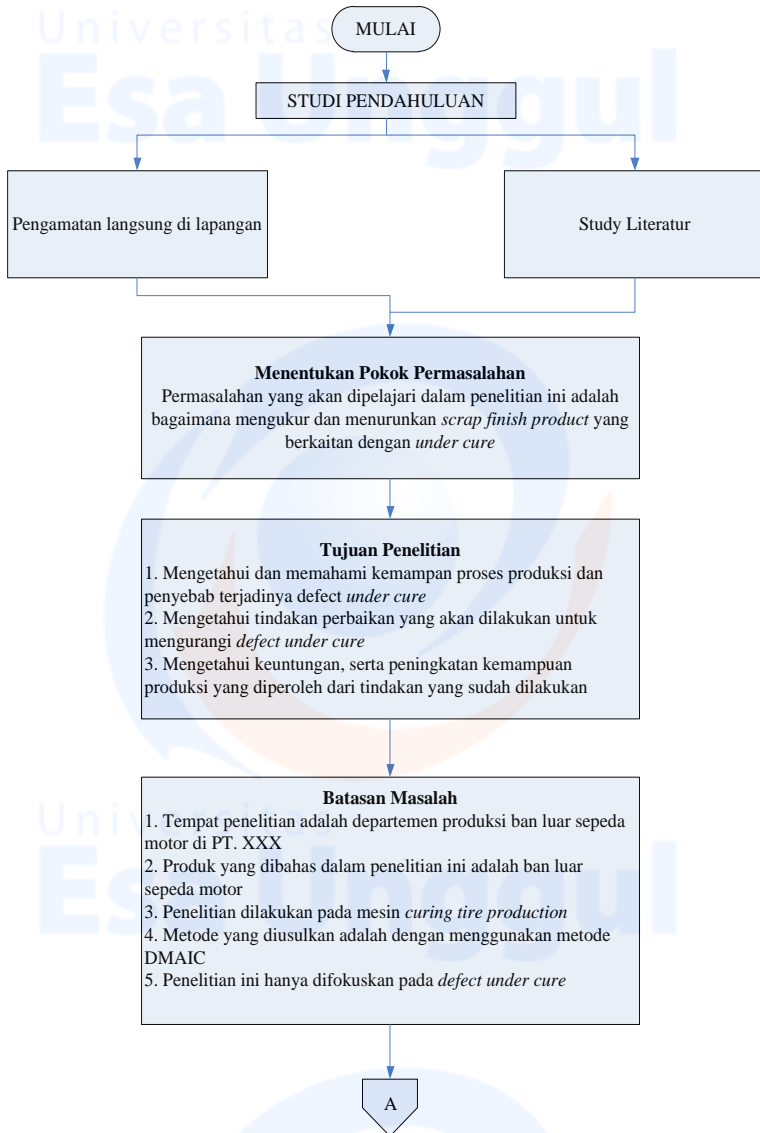
Hakekat penelitian dapat dipahami dengan mempelajari berbagai aspek yang mendorong penelitian untuk melakukan penelitian. Setiap orang mempunyai motivasi yang berbeda, di antaranya dipengaruhi oleh tujuan dan profesi masing-masing. Motivasi dan tujuan penelitian secara umum pada dasarnya adalah sama, yaitu bahwa penelitian merupakan refleksi dari keinginan manusia yang selalu berusaha untuk mengetahui sesuatu.

Metodologi penelitian juga merupakan landasan atau acuan agar proses penelitian berjalan secara sistematis, terstruktur, dan terarah. Metodologi penelitian merupakan tahapan-tahapan proses penelitian atau urutan langkah-langkah yang harus dilakukan oleh peneliti dalam melakukan penelitian.

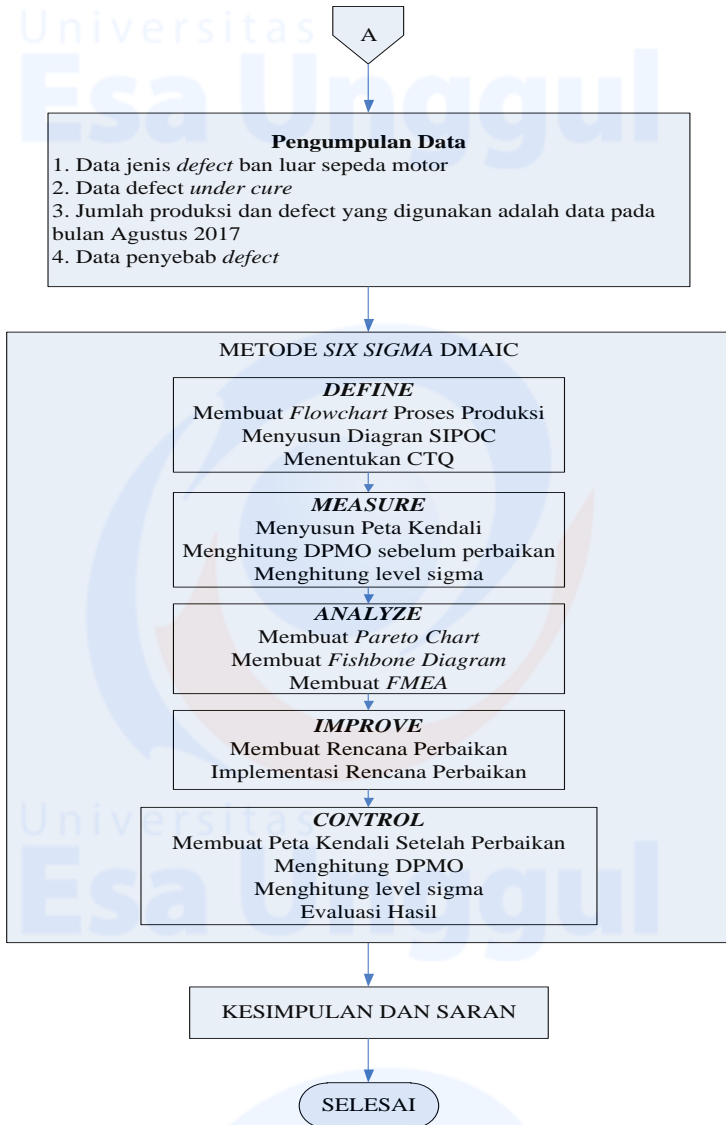
Bab ini akan membahas tahapan atau langkah-langkah yang akan ditempuh untuk mendapatkan hasil yang diharapkan dalam penelitian ini, dengan adanya metodologi penelitian alur penelitian akan mudah terarah sehingga penelitian bisa terfokus terhadap tujuan dari penelitian. Penelitian ini memiliki tahap-tahap sebagai berikut:

3.1. Alur Proses Penelitian

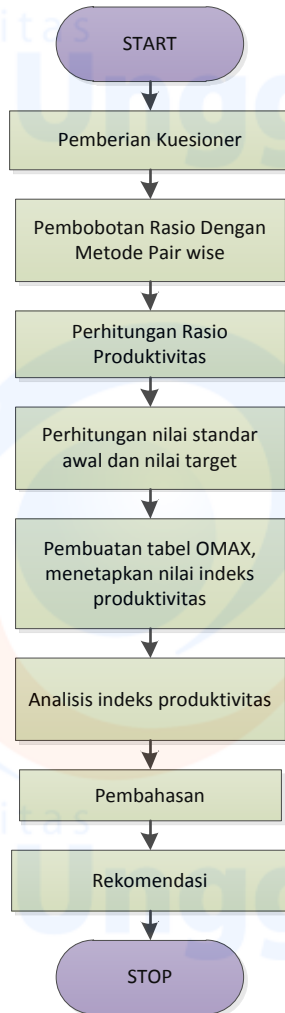
Berikut adalah gambar alur proses dari penelitian yang akan dilakukan ;



Gambar 3.1 Alur Penelitian



Gambar 3.2 Alur Penelitian (Lanjutan)



Gambar 3.3 Diagram alir proses omax

3.2. Keterangan Diagram Alir

1. Mulai

Merupakan langkah awal dalam penelitian Tugas Akhir.

2. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan untuk mengetahui dengan pasti apa yang akan diteliti, mengetahui dimana dan kepada siapa informasi dapat diperoleh, mengetahui bagaimana cara memperoleh data dan informasi, dapat menentukan cara yang tepat untuk menganalisis data, serta mengetahui bagaimana harus mengambil kesimpulan serta memanfaatkan hasil. Studi pendahuluan ini juga digunakan penulis untuk memilih tema/judul penelitian.

3. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk mengetahui informasi-informasi yang terperinci dan berhubungan dengan masalah yang akan dianalisa. Untuk mendapatkan informasi-informasi yang dibutuhkan maka dilakukan pengambilan data dan diarahkan untuk melihat masalah apa yang terjadi ataupun yang terdapat dilapangan. Hal ini dilakukan sebagai bahan pertimbangan dalam memilih masalah apa yang akan diselesaikan.

4. Studi Pustaka

Pada tahapan studi pustaka diarahkan untuk tinjauan secara teoritis terhadap konsep penelitian dan teori-teori yang berkaitan erat dengan tujuan penelitian. menemukan teori, referensi dan literatur yang berhubungan dengan kegiatan penelitian. Studi pustaka dilakukan untuk dijadikan landasan berpikir dalam melakukan penelitian untuk menyelesaikan permasalahan yang telah diidentifikasi disertai dengan

landasan teori kuat yang didukung oleh referensi dan literatur untuk mendapatkan solusi yang terbaik bagi perusahaan.

5. Latar Belakang Masalah

Pada tahap ini penulis dapat mengetahui apa yang melatar belakangi penulis untuk meneliti, sehingga timbul masalah – masalah yang paling dominan untuk dijadikan sebagai suatu penelitian, yang nantinya masalah tersebut dapat dipecahkan dan mendapatkan solusi yang terbaik bagi perusahaan.

6. Pokok Permasalahan

Pada tahap ini penulis mencoba untuk meneliti dan melakukan identifikasi mengenai hal – hal yang menyebabkan *Performance* proses produksi kurang optimal yang dikarenakan adanya *defect repair*, dengan demikian dapat menemukan masalah yang dihadapi oleh perusahaan, dan memecahkan permasalahan yang sedang dihadapi oleh perusahaan.

7. Tujuan Penelitian

Dalam penelitian tugas akhir dilakukan untuk menganalisa masalah, membuat rencana penanggulangan, mengaplikasikan rencana penanggulangan tersebut, dan melakukan evaluasi hasil dengan membandingkan nilai sigma sebelum dan sesudah perbaikan.

8. Pengumpulan Data

Pada tahap selanjutnya adalah melakukan pengumpulan data yang menyangkut dengan penelitian yang akan dibahas. Data-data yang diambil adalah sebagai berikut :

1. Data jenis *defect* ban motor

2. Data jumlah produksi dan *defect* (data per hari) dimulai dari bulan Agustus 2016 sampai Desember 2016

3. Data faktor penyebab terjadinya *defect*

Data diperoleh langsung baik melalui pengamatan langsung maupun data *record* yang dimiliki oleh *QC Department*, sehingga diperoleh data-data nyata yang sedang berjalan mengenai pencapaian produksi dan *defect* harian.

9. Metode *Six Sigma*

Berdasarkan penjelasan yang ada pada dasar teori mengenai *six sigma*, dimana untuk melakukan perbaikan digunakan *tools* DMAIC. Lima tahapan dari *tools* tersebut adalah

1. *Define*: Tahapan yang dilakukan untuk mendefinisikan aliran proses produksi yang dilakukan oleh perusahaan.
 2. *Measure* : Tahapan ini dilakukan untuk mengolah data yang telah diambil dan digunakan untuk mengetahui level sigma sebelum ada tindakan perbaikan.
 3. *Analyze* : Berisikan tentang tahapan analisa terhadap hasil pengolahan data. Dimana output dari tahapan ini akan digunakan untuk menentukan prioritas item perbaikan yang akan dilakukan.
 4. *Improve* : Berisi tentang *activity* perbaikan yang berdampak paling besar terhadap perbaikan pada proses produksi.
 5. *Control*: Berisi tentang verifikasi seberapa besar dampak perbaikan yang dihasilkan dari penerapan item *improve*. Dan bagaimana menjaga variasi proses produksi, sehingga *defect* tersebut tidak terjadi lagi.
10. Metode Omax : pembuatan kuesioner, pengambilan data responden, rekapitulasi data, penentuan bobot, dan penyusunan tabel objective matrix

11. Kesimpulan & saran

Pada tahapan kesimpulan, diambil suatu kesimpulan yang berisi rangkuman dari hasil pengolahan data, analisa, dan usulan guna memudahkan pemahaman terhadap pemecahaan permasalahan yang ada. Serta saran-saran yang ditujukan untuk perusahaan yang berhubungan dengan analisa penelitian yang dilakukan guna perbaikan ke arah yang lebih baik di masa yang akan datang.

12. Selesai

Setelah semua langkah tersebut diatas selesai dilakukan, maka selesai sudah langkah – langkah dalam penyusunan laporan penelitian ini.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengumpulan Data

4.1.1. Gambaran Umum Perusahaan

Tempat penelitian perusahaan multinasional dengan lebih dari 80 anak perusahaan yang mengkonsentrasikan bisnisnya pada lima sektor bisnis utama, yaitu manufacturing, jasa (perbankan dan telekomunikasi), properti, retail, dan trading serta sumber daya alam yang berupa karet alam yang digunakan untuk bahan baku pembuatan ban.

4.1.2. Kebijakan Perusahaan

Sebagai produsen ban terkemuka berkomitmen menjadi perusahaan yang sehat melalui perbaikan berkesinambungan dalam meningkatkan kinerja manajemen, kompetensi sumber daya manusia, inovasi produk serta memberikan pelayanan yang prima untuk memenuhi kepuasan pelanggan, taat terhadap peraturan perundangan & persyaratan yang berlaku, dan selalu berupaya mencegah kecelakaan kerja dan pencemaran lingkungan.

4.1.3. Visi Perusahaan

Menjadi *Good Corporate Citizen* dengan posisi keuangan yang kuat, pemimpin pasar di Indonesia, dan menjadi perusahaan produsen ban yang berkualitas dengan reputasi global.

4.1.4. Misi Perusahaan

Menjadi produsen yang memimpin dan terpercaya sebuah portfolio produk ban yang optimal, dengan harga yang kompetitif dan kualitas yang unggul di saat yang sama terus meningkatkan ekuitas merek produk kami, melaksanakan tanggung jawab sosial kami, dan memberikan profitabilitas atau

hasil investasi kepada para pemegang saham serta nilai tambah untuk semua *stake holder* perusahaan.

4.1.5. Flow Proses Produksi

Berikut adalah gambaran umum proses pembuatan ban luar sepeda motor :



Gambar 4.1 Gambaran Umum Proses Produksi Ban Motor

Dalam proses produksinya, departemen produksi tire terbagi dalam beberapa divisi sebagai berikut:

- Divisi *Topping Calender*
- Divisi *Tread Extruder*
- Divisi *Bead Grommet*
- Divisi *Bias Cutting*
- Divisi *Tire Building*
- Divisi *TireCuring*

- g) 1st Final Inspection
- h) Divisi *Wobbling* dan *Balancing*
- i) 2nd Final Inspection

Pembahasan akan di fokuskan pada divisi Divisi *Tire Curing*. Adapun penjelasan mengenai *tire curing* adalah sebagai berikut:

- **Divisi *Tire Curing***

Proses *curing* sendiri merupakan pemasakan atau vulkanisasi yaitu penyatuan polimer (rubber) dengan carbon black dan sulphur dengan dibantu oleh persenyawaan bahan kimia untuk mendapatkan beberapa karakteristik compound yang diperlukan dari bagian-bagian ban.

Proses curing (pemasakan) ini membutuhkan suhu panas dan sejumlah tekanan steam yang sangat tinggi, *green tire* akan ditempatkan pada cetakan (mold) dengan temperatur sesuai dengan yang diinginkan untuk produksi. Setelah cetakan tertutup, *green tire* akan melebur ke dalam cetakan tread dan side wall. Cetakan tersebut tidak dapat dibuka sampai proses curing selesai secara keseluruhan.

Setelah proses pemasakan selesai, mold akan terbuka secara otomatis. Ban yang sudah jadi akan jatuh dan masuk ke dalam conveyer untuk kemudian sampai di bagian Pemeriksaan (Finishing).

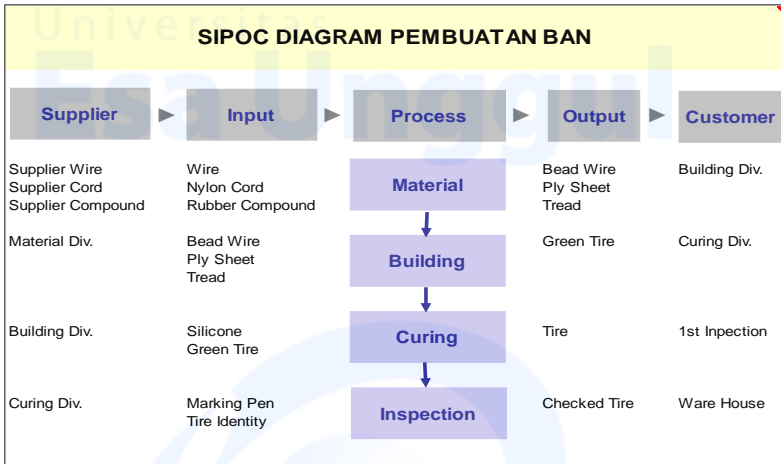
Secara umum proses *Tire Curing* adalah proses *vulkanising* atau pemasakan ban mentah menjadi ban jadi dengan bantuan *steam*, dan angin (dari *Compressor*). Output dari proses *tire curing* ini adalah *tire* (ban sepeda motor). Berikut gambar dari mesin curing :



Gambar 4.2 Mesin Curing Tire

4.2. Supplier Input Process Output Customer Diagram (SIPOC)

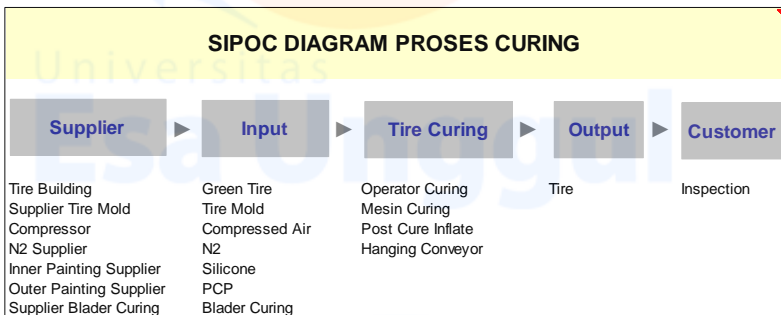
Diagram SIPOC pada penelitian ini dibuat untuk menggambarkan secara umum rangkaian proses pembuatan ban sepeda motor secara lengkap. Selain itu, terdapat pula diagram SIPOC yang menggambarkan proses pada masing-masing divisi. Hal ini juga bertujuan untuk memperlihatkan siapa saja yang terlibat dalam sebuah proses yang dapat merubah *input* menjadi *output*.



Gambar 4.3 SIPOC Diagram Proses Pembuatan Ban

Untuk memperinci pembahasan pada proses produksi ban sepeda motor khususnya pada divisi *tire curing*, maka akan dibuat SIPOC Diagram dan penjelasannya untuk untuk divisi tersebut sebagai berikut.

- **SIPOC Diagram Proses Curing**



Gambar 4.4 SIPOC Diagram Proses Curing Tire

Berikut ini merupakan penjelasan mengenai diagram SIPOC untuk proses *Curing* :

- a. *Suppliers* adalah pemasok material yang akan digunakan dalam proses *Curing*. *Suppliers* yang dimaksud pada Divisi *Tire Curing* antara lain: Pemasok *mold*, *Steam and Water*, *Air Compressed*, *N2*, *Silicon*, dan *PCP*.
- b. *Inputs* berupa material yang dibutuhkan dalam proses *Curing*, yakni *Green Tire*, *Mold*, *Steam and Water*, *Air Compressed*, *N2*, *Silicon* dan *PCP*.
- c. *Processes (Tire Curing)* adalah proses yang bertujuan untuk memasak *Green Tire* menjadi *Finish Product* (Ban Sepeda Motor). Proses ini dilakukan pada mesin *Curing* dengan bantuan operator, dan *tools* tambahan seperti *PCI Machine*, *Tire Mold*, dan *Hanging Conveyor*.
- d. *Outputs* dari proses *Tire Curing* adalah ban sepeda motor (*Motorcycle Tire*). Ban sepeda motor yang dihasilkan dari proses *curing* akan diletakan pada mesin *PCI (Post Curing Inflation)*, untuk membentuk *profile* ban sesuai dengan standar.
- e. *Customers* dari proses *Tire Curing* adalah bagian *Inspection*. Ban sepeda motor yang sudah melalui proses *Tire Curing*, akan diletakan pada *hanging conveyor* dan dikirim ke proses *Inspection*.

Parameter yang perlu diperhatikan dalam proses ini yaitu, *Platen and Mold Temperature*, *Shapping Pressure*, *Bladder Temperature*, *Height, and Appearance*, *Curing Time*, *High and Low internal Pressure*, *Drain and Vacuum Process* dan kondisi *tooling* yang akan digunakan pada proses tersebut. Seperti kondisi *mold*, *clip ring bladder*, dan *bladder* yang akan digunakan. Sehingga, dapat dihasilkan ban sepeda motor dengan kualitas dan *appearance* yang sesuai dengan standar dan spesifikasi.

4.3. Critical To Quality (CTQ)

Critical To Quality (CTQ) adalah sebuah karakteristik dari sebuah produk untuk memenuhi kebutuhan konsumen baik internal maupun eksternal yang sangat erat kaitannya dengan spesifikasi dari produk yang diinginkan oleh pelanggan. CTQ yang dibahas adalah hal yang menyebabkan *tire defect/tire scrap*. Bagian *Inspection* ban sepeda motor, memiliki beberapa CTQ sebagai standar bahwa ban memiliki kualitas baik. CTQ yang ada merupakan standar checking dari bagian final inspection. Adapun CTQ yang dimaksud adalah sebagai berikut :

1. *Blown Tread*

Tread adalah bagian ban yang berfungsi sebagai telapak ban yang langsung bergesekan dengan permukaan jalan. *Blown tread* adalah adanya udara terjebak diantara tread dengan lapisan ply dan udara yang terjebak akan memuai dan membuat rongga udara semakin membesar dan ban menjadi berbahaya untuk digunakan. Jenis cacat yang apabila CTQ ini tidak terpenuhi adalah cacat *Blown Tread*.

Jenis defect ini akan berbahaya apabila lolos dalam inspeksi, karena udara yang terjebak di antara lapisan ply dan tread akan terus membesar apabila ban terus digunakan dalam sehari-hari.

Pembesaran rongga udara antara lapisan tread akan membahayakan apabila digunakan karena ban dapat pecah tiba-tiba ketika sedang digunakan sehingga berbahaya untuk pengendara maupun orang yang berada di sekitar pengendara tersebut.



Gambar 4.5 Blown Tread

2. *Under cure*

Under cure adalah jenis cacat yang terjadi apabila temperatur dan *curing time* proses pemasakan ban kurang dari standar yang telah ditentukan melalui riset yang telah dilakukan oleh departemen *Research and Development* sehingga ban terasa lembek dan tidak bisa untuk digunakan. Apabila CTQ ini tidak terpenuhi, maka akan terjadi cacat *Under cure*.

Defect under cure akan sangat berbahaya apabila jenis *defect* ini lolos inspeksi yang dilakukan oleh bagian *final inspection* karena pada lapisan karet terdapat *porosity* (rongga udara kecil) yang akan membesar ketika ban tersebut mengalami pemanasan akibat penggunaan, dengan membesarnya rongga udara antara lapisan tread akan membahayakan apabila digunakan karena ban dapat pecah tiba-tiba ketika sedang digunakan.



Gambar 4.6 *Under cure*

3. *Blown Sidewall*

Sidewall adalah bagian sisi ban berfungsi sebagai penahan beban dan tempat berdefleksi untuk meredam gaya dari variasi dipermukaan jalan. Blown Sidewall adalah adanya udara terjebak diantara tread dengan lapisan ply yang berada di area sidewall dan ban menjadi berbahaya untuk digunakan. Jenis cacat yang apabila CTQ ini tidak terpenuhi adalah cacat *Blown Sidewall*.

Jenis defect ini akan berbahaya apabila lolos dalam inspeksi, karena udara yang terjebak di antara lapisan ply dan tread akan terus membesar apabila ban terus digunakan dalam sehari-hari.

Pembesaran rongga udara antara lapisan tread akan membahayakan apabila digunakan karena ban dapat pecah tiba-tiba ketika sedang digunakan sehingga berbahaya untuk pengendara maupun orang yang berada di sekitar pengendara tersebut.



Gambar 4.7 Blown Sidewall

4. Crease Sidewall

Setelah melewati proses *tire curing*, *appearance* dari ban harus tetap baik. Namun dapat ditemukan adanya garis lipatan *compound* pada ban. Hal ini sering terjadi pada area *side wall* atau area dinding ban. Jenis cacat yang terjadi jika CTQ ini tidak terpenuhi adalah cacat *crease sidewall*.

Crease sidewall yang terjadi dapat di klasifikasikan menjadi dua kategori yaitu scrap dan repair hal ini tergantung dari jumlah *crease sidewall* yang terjadi pada satu produk ban maupun dari panjang dan kedalaman *crease sidewall* yang terjadi.

Penelitian ini hanya akan membahas defect *crease sidewall* yang memiliki kategori scrap, data dari defect jenis ini didapatkan dari bagian *final inspection* untuk produk cacat.



Gambar 4.8 Crease Sidewall

5. Foreign Material

Adanya material asing yang menyebabkan tire tidak sempurna sehingga tidak dapat memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan. Apabila CTQ ini tidak terpenuhi, maka cacat yang akan terjadi adalah *Foreign Material*.



Gambar 4.9 Foreign Material

CTQ dari bagian *Final Inspection* yang telah disebutkan memiliki hubungan dengan cacat yang terjadi. Hubungan CTQ dengan jenis cacat yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hubungan CTQ dengan jenis cacat

No	CTQ	Jenis Cacat
1	Tidak terdapat udara terjebak di antara tread dan ply	<i>Blown Tread</i>
2	Temperatur sesuai dengan standar	<i>Under cure</i>
3	Tidak terdapat udara terjebak anantara <i>sidewall</i> dan ply	<i>Blown Sidewall</i>
4	Tidak terdapat retakan di area <i>sidewall</i>	<i>Crease Sidewall</i>
5	Tidak terdapat material asing	<i>Foreign Material</i>

4.4. Tahap Define

Mesin curing yang memproduksi tire setiap hari selama 24 jam / 3 shift secara *continue* adalah 197 mesin yang terbagi menjadi 11 line, dengan daftar mesin produksi yang dapat dilihat pada gambar 4.10. di bawah ini.

POSISI MESIN CURING PLANT MOTORCYCLE

LINE 1	LINE 3	LINE 3	LINE 4	LINE 5	LINE 6	LINE 7	LINE 8	LINE 9	LINE 10	LINE 11
TC 01.01	TC 02.01	TC 03.01	TC 04.01	TC 05.01	TC 06.01	TC 07.01	TC 08.01	TC 09.01	TC 10.01	TC 11.01
TC 01.02	TC 02.02	TC 03.02	TC 04.02	TC 05.02	TC 06.02	TC 07.02	TC 08.02	TC 09.02	TC 10.02	TC 11.02
TC 01.03	TC 02.03	TC 03.03	TC 04.03	TC 05.03	TC 06.03	TC 07.03	TC 08.03	TC 09.03	TC 10.03	TC 11.03
TC 01.04	TC 02.04	TC 03.04	TC 04.04	TC 05.04	TC 06.04	TC 07.04	TC 08.04	TC 09.04	TC 10.04	TC 11.04
TC 01.05	TC 02.05	TC 03.05	TC 04.05	TC 05.05	TC 06.05	TC 07.05	TC 08.05	TC 09.05	TC 10.05	TC 11.05
TC 01.06	TC 02.06	TC 03.06	TC 04.06	TC 05.06	TC 06.06	TC 07.06	TC 08.06	TC 09.06	TC 10.06	TC 11.06
TC 01.07	TC 02.07	TC 03.07	TC 04.07	TC 05.07	TC 06.07	TC 07.07	TC 08.07	TC 09.07	TC 10.07	TC 11.07
TC 01.08	TC 02.08	TC 03.08	TC 04.08	TC 05.08	TC 06.08	TC 07.08	TC 08.08	TC 09.08	TC 10.08	TC 11.08
TC 01.09	TC 02.09	TC 03.09	TC 04.09	TC 05.09	TC 06.09	TC 07.09	TC 08.09	TC 09.09	TC 10.09	TC 11.09
TC 01.10	TC 02.10	TC 03.10	TC 04.10	TC 05.10	TC 06.10	TC 07.10	TC 08.10	TC 09.10	TC 10.10	TC 11.10
		TC 03.11	TC 04.11	TC 05.11	TC 06.11	TC 07.11	TC 08.11	TC 09.11	TC 10.11	TC 11.11
		TC 03.12	TC 04.12	TC 05.12	TC 06.12	TC 07.12	TC 08.12	TC 09.12	TC 10.12	TC 11.12
		TC 03.13	TC 04.13	TC 05.13	TC 06.13	TC 07.13	TC 08.13	TC 09.13	TC 10.13	TC 11.13
		TC 03.14	TC 04.14	TC 05.14	TC 06.14	TC 07.14	TC 08.14	TC 09.14	TC 10.14	TC 11.14
		TC 03.15	TC 04.15	TC 05.15	TC 06.15	TC 07.15	TC 08.15	TC 09.15	TC 10.15	TC 11.15
		TC 03.16	TC 04.16	TC 05.16	TC 06.16	TC 07.16	TC 08.16	TC 09.16	TC 10.16	TC 11.16
		TC 03.17	TC 04.17	TC 05.17	TC 06.17	TC 07.17	TC 08.17	TC 09.17	TC 10.17	TC 11.17
		TC 03.18	TC 04.18	TC 05.18	TC 06.18	TC 07.18	TC 08.18	TC 09.18	TC 10.18	TC 11.18
		TC 03.19	TC 04.19	TC 05.19	TC 06.19	TC 07.19	TC 08.19	TC 09.19	TC 10.19	TC 11.19
					TC 06.20	TC 07.20	TC 08.20	TC 09.20	TC 10.20	TC 11.20

Note : TC 01.02

TC = Tire Curing

01 = Line 1

02 = Mesin No ke-2

Total Mesin = 197 Mesin

Sumber : Data Perusahaan

Gambar 4.10 Posisi Mesin Curing Per Lini Produksi

Dari total mesin yang beroperasi terdapat *defect* yang terjadi pada finish product yang mengakibatkan tidak terpenuhinya spesifikasi produk yang diinginkan oleh customer, berikut adalah data *defect* tire/ lini produksi.

Tabel 4.2 Defect Per Lini Produksi Bulan Agustus 2016

DEFECT VS HASIL PRODUKSI BULAN AGUSTUS 2016											
	LINI PRODUKSI										
	Line 1	Line 2	Line 3	Line 4	Line 5	Line 6	Line 7	Line 8	Line 9	Line 10	Line 11
∑ Produksi	45477	46128	86955	87699	91326	90954	91698	90396	91233	91884	91977
∑ Defect	678	1345	1890	1645	1432	3467	1457	1765	1890	1546	2765
Pesentase	1,49%	2,92%	2,17%	1,88%	1,57%	3,81%	1,59%	1,95%	2,07%	1,68%	3,01%

Sumber : Data Perusahaan

Dari tabel diatas diketahui bahwa lini produksi yang mempunyai banyak kecacatan adalah lini produksi nomor 6 yaitu sebesar 3,81 % produk cacat dari total produksi, oleh karena itu penelitian ini akan difokuskan pada lini produksi nomor 6.

4.5. Pengolahan Data

4.5.1. Tahap Measure

Tahap kedua dari metode *Six Sigma – DMAIC* adalah tahap *Measure*. Dimana pada tahap ini, akan dilakukan pengukuran awal untuk mengetahui kondisi sebelum dilakukan perbaikan. Tahap *Measure* dilakukan melalui langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data *Defect* berdasarkan CTQ.
2. Pembuatan Peta Kendali (*Control Chart*).
3. Menyusun DPMO dan level sigma sebelum perbaikan.
4. Menghitung Level Sigma, dan Cp.

4.5.1.1. Pengumpulan Data *Defect*

Untuk mengetahui sebuah proses produksi sudah dalam kendali atau belum, maka dibutuhkan data jumlah produksi dan jumlah produk cacat (*defect*). Data produk cacat akan digunakan untuk membuat peta kendali. Pengambilan data dilakukan selama 31 hari ($n=31$) dari tanggal 1 Agustus 2016 sampai dengan 31 Agustus 2016 dengan jumlah 20 mesin curing yang ada di line 6.

Data diperoleh dari data historis departemen Inspeksi yang merupakan data *defect* scrap, data dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.3 Data *Defect* Sebelum Perbaikan

Tanggal	Jumlah Produksi	Repair	Jumlah pada masing-masing <i>Defect</i>						Total <i>Defect</i>
			Blown Tread	Under Cure	Blown Side wall	Crease Side wall	FM	Others	
1-Aug-16	2956	287	12	42	8	23	19	4	108
2-Aug-16	2936	302	17	42	10	27	18	6	120
3-Aug-16	2932	334	14	32	7	20	17	4	94
4-Aug-16	2942	303	11	42	7	23	18	3	104
5-Aug-16	2951	380	10	46	11	15	21	5	108
6-Aug-16	2944	376	11	49	6	23	25	9	123
7-Aug-16	2893	391	13	47	10	25	26	4	125
8-Aug-16	2937	311	11	45	12	28	23	8	127
9-Aug-16	2948	361	11	48	10	30	24	8	131
10-Aug-16	2891	312	10	42	8	25	18	7	110
11-Aug-16	2968	359	13	45	7	27	17	6	115
12-Aug-16	2911	316	10	42	8	27	23	8	118
13-Aug-16	2893	324	11	39	6	31	17	9	113
14-Aug-16	2965	339	10	31	6	18	13	5	83
15-Aug-16	2956	329	11	38	11	28	18	10	116
16-Aug-16	2908	408	8	44	9	27	19	7	114
17-Aug-16	2927	329	10	52	13	12	28	10	125
18-Aug-16	2951	296	12	45	7	31	21	7	123
19-Aug-16	2909	379	13	61	5	29	20	8	136
20-Aug-16	2908	295	14	38	9	25	22	6	114
21-Aug-16	2926	348	9	46	7	27	19	14	122
22-Aug-16	2923	300	10	38	8	25	16	5	102
23-Aug-16	2944	291	12	35	8	9	19	4	87
24-Aug-16	2941	358	10	41	7	28	23	7	116
25-Aug-16	2930	392	14	31	5	24	20	4	98
26-Aug-16	2978	366	8	53	5	20	16	4	106
27-Aug-16	2936	300	9	34	7	25	19	16	110
28-Aug-16	2923	392	10	43	7	22	12	3	97
29-Aug-16	2927	371	15	46	8	16	16	8	109
30-Aug-16	2957	339	12	42	9	26	9	7	105
31-Aug-16	2941	318	9	43	12	12	20	12	108
Total:	90952	10502	350	1322	253	728	596	218	3467
Persentase Repair		11,55%							
Persentase Defect		3,81%							
Persentase <i>defect</i> terhadap total <i>defect</i>			10,10%	38,13%	7,30%	21,00%	17,19%	6,29%	

Sumber : Laporan Bulanan QC Departement

4.5.1.2. Pareto Diagram

Tahapan perbaikan memerlukan langkah-langkah yang fokus terhadap masalah yang paling sering terjadi. Hal ini dilakukan agar tindakan perbaikan dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap penurunan produk cacat yang dihasilkan. Dalam menentukan skala prioritas, diperlukan diagram *pareto* sebagai *tools* dalam proyek *six sigma* ini. Diagram *pareto* merupakan diagram batang dan garis yang berfungsi sebagai alat yang menunjukkan faktor-faktor yang paling dominan terhadap seluruh kejadian cacat.

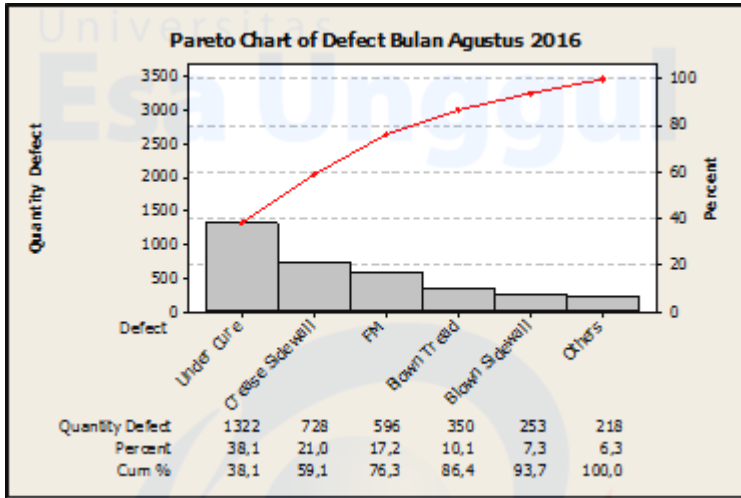
Jenis *defect* yang dominan nantinya akan diidentifikasi akar penyebabnya. Penyusunan diagram *pareto* dimulai dengan membuat tabel yang terdiri atas jenis *defect*, jumlah *defect*, persentase *defect* dan persentase kumulatif. Tabel ini telah diurutkan berdasarkan jumlah *defect* dari yang paling besar sampai yang paling kecil.

Tabel 4.4 Data *pareto* diagram

No	Jenis <i>Defect</i>	Jumlah <i>Defect</i>	Persentase <i>Defect</i>	Persentase Kumulatif (%)
1	Under Cure	1322	38,13%	38,13
2	Crease Sidewall	728	21,00%	59,13
3	FM	596	17,19%	76,32
4	Blown Tread	350	10,10%	86,42
5	Blown Sidewall	253	7,30%	93,72
6	Others	218	6,29%	100,0
Total		3467	100%	

Sumber : Laporan Bulanan QC Departement

Dengan menggunakan data pada tabel di atas dapat digunakan untuk membuat diagram *pareto* sebagai terlihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.11 Diagram pareto *defect* ban sepeda motor

Berdasarkan Diagram *Pareto*, dapat diketahui bahwa jumlah *defect* kumulatif *under cure* menunjukkan angka sebesar 38,1 % dari total kejadian *defect* yang ada. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar kejadian cacat disebabkan oleh *defect under cure*. Identifikasi masalah untuk *defect* tersebut harus dilakukan. Sehingga penelitian ini akan difokuskan untuk menangani *defect tire under cure*.

4.5.1.3. Peta Kendali (Control Chart)

Setelah proses pengumpulan data *defect* seluruh data produksi dan jumlah cacat yang dihasilkan digunakan untuk membuat peta kendali (*control chart*). *Control chart* atau peta kendali digunakan untuk melihat bagaimana suatu proses yang sedang berjalan, apakah proses masih dalam keadaan *in control* ataupun *out control*. Selanjutnya, peta kendali u akan digunakan untuk mengetahui variasi *defective* yang ada pada proses produksi, menghitung nilai DPMO (*defect per million unit*) dan level sigma.

Peta kendali yang akan digunakan adalah peta kendali atribut *u-chart*. Peta kendali *u* adalah peta kendali yang menggambarkan proporsi cacat/kecacatan (*defective*) atau *nonconformity*. Pada kedua peta kendali yang dibuat, terdapat batas atas (*Upper Control Limit*) dan batas bawah (*Lower Control Limit*) dan batas tengah (*Center Line*). Masing-masing nilai akan dicari menggunakan rumus pada peta kendali tersebut. Nilai ini menjadi acuan atau batasan dari proporsi cacat yang boleh terjadi pada suatu proses.

- **Peta Kendali U (U Chart)**

Peta kendali *u* digunakan untuk mengukur *nonconformities* pada kejadian cacat pada produk ban sepeda motor tersebut. Dengan mengendalikan jumlah *nonconformities*, diharapkan jumlah *nonconforming item* dapat berkurang.

Peta kendali *u* relatif sama dengan peta kendali *c*. Perbedaannya adalah pada peta kendali *u*, spesifikasi tempat dan waktu yang digunakan tidak harus selalu sama. Peta kendali *c* digunakan ketika besar *sample* konstan. Jika area proporsi cacat (*defect*) terus berubah dari satu *sample* ke *sample* yang lainnya, maka nilai *center line* dan *control limits* dari peta kendali *c* akan berubah juga. Untuk situasi dalam penelitian ini, peta kendali *u* dapat digunakan. Karena selain peta kendali ini digunakan untuk perusahaan yang melakukan inspeksi 100%, jumlah *sample* juga bervariasi. Karena terjadinya fluktuasi dalam jumlah produksi.

Tahap penyusunan peta kendali *u* juga dilakukan dengan menghitung batas-batas berupa *center line*, dan *control limits* atas dan bawah. Data pengamatan yang akan digunakan untuk menyusun peta kendali *u*.

Tabel 4.5 Data Penyusun Peta Kendali U

No	Jumlah Produk i (ni)	Jumlah Defect (ci)	J D U
1	2.956	108	
2	2.936	120	
3	2.932	94	
4	2.942	104	
5	2.951	108	
6	2.944	123	
7	2.893	125	
8	2.937	127	
9	2.948	131	
10	2.891	110	
11	2.968	115	
12	2.911	118	
13	2.893	113	
14	2.965	83	
15	2.956	116	
16	2.908	114	
17	2.927	125	
18	2.951	123	
19	2.909	136	
20	2.908	114	
21	2.926	122	
22	2.923	102	
23	2.944	87	
24	2.941	116	
25	2.930	98	
26	2.978	106	
27	2.936	110	
28	2.923	97	
29	2.927	109	
30	2.957	105	
31	2.941	108	
Total	90.952	3.467	

:

Sumber : Hasil olahan

Berikut ini merupakan tahap penyusunan peta kendali u:

1. Menghitung nilai jumlah *defect per unit* (u_i). Nilai ini diperoleh dari membagi jumlah *defect* yang ada dengan jumlah unit yang diproduksi pada hari pengamatan. Rumus dan contoh perhitungan untuk data ke-1 adalah sebagai berikut:

dimana:

u_1 = Jumlah *defect per unit* pada sampel ke-1

c_1 = Jumlah *defect* pada pada sampel ke-1 (108 pcs)

n_1 = Jumlah unit yang diperiksa pada sampel ke-1 (2.956 pcs)

$$u_1 = \frac{c_1}{n_1} = \frac{108}{2.956} = 0.0365$$

2. Menghitung nilai *Center Line* (CL). Nilai ini akan selalu konstan. Rumus dan perhitungannya adalah sebagai berikut:

dimana:

CL = *Center Line*

$\sum c_1$ = Total *defect* pada pengamatan

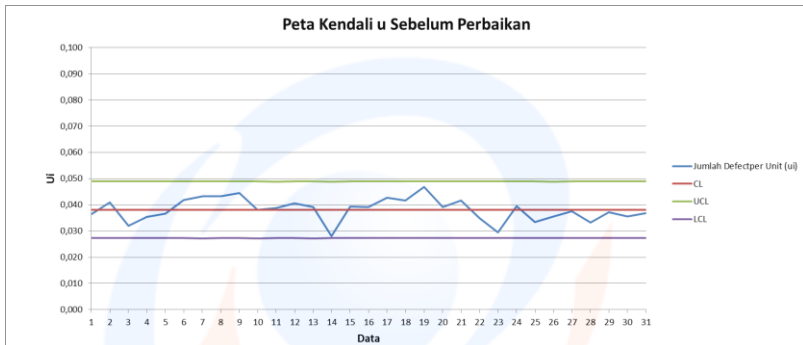
$\sum n_1$ = Total produk yang diamati

$$CL = \frac{\sum c_1}{\sum n_1} = \frac{3.467}{90.952} = 0.0381$$

3. Menghitung batas berupa nilai UCL dan LCL. Batas ini memiliki rentang sebesar 3 sigma. Rumus dan contoh perhitungan untuk data ke-1 adalah sebagai berikut:

$$UCL = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{nI}} = 0.0381 + 3\sqrt{\frac{0.0381}{2.956}} = 0.049$$

$$LCL = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{nI}} = 0.0381 - 3\sqrt{\frac{0.0381}{2.956}} = 0.027$$



Gambar 4.12 Peta Kendali U Sebelum Perbaikan

4.5.1.4. Nilai DPMO dan Level Sigma

Nilai DPMO (*Defect per Million Opportunities*) menggambarkan banyaknya *defect* yang terjadi pada sejuta kali kesempatan. Semakin kecil nilai DPMO, maka akan semakin baik kinerja dari proses tersebut. Sedangkan nilai level sigma, menunjukkan kemampuan dari suatu proses. Nilai Sigma berbanding terbalik dengan nilai DPMO. Semakin besar nilai sigma, maka semakin baik proses dan semakin sedikit *defect* atau cacat yang terjadi.

Data jumlah produksi, item *CTQ*, dan jumlah *defect* yang terjadi, sangat dibutuhkan untuk menentukan nilai DPMO. Perhitungan nilai sigma dilakukan dengan menggunakan fungsi *NORMSINV* pada program *Microsoft Excel*. Fungsi ini akan mengolah data DPMO yang sudah didapat.

Sebagai contoh perhitungan dijelaskan diperhitungan DPMO dan level sigma di bawah ini:

Diketahui :

Data *defect* ke-1 = 108 Pcs

Jumlah unit diperiksa = 2.956 Pcs

Maka;

$$DPMO_1 = \frac{Data_Defect_ke-1}{Data_Jumlah_Unit_Diperiksa_ke-1 * Jumlah_CTQ} * 10^6$$

$$DPMO_1 = \frac{108}{2956 * 5} * 10^6 = 7307,2$$

$$SigmaLevel = NORMSINV\left(1 - \frac{DPMO}{10^6}\right) + 1,5$$

$$SigmaLevel = NORMSINV\left(1 - \frac{7307,3}{10^6}\right) + 1,5 = 3,94$$

Sedangkan untuk nilai Cp, diperoleh dengan mengkonversi nilai level sigma Dengan perhitungan sebagai berikut.

$$Cp_i = \frac{Level\ Sigma_1}{3}$$

$$Cp_1 = \frac{Level\ Sigma_1}{3} = \frac{3,94}{3} = 1,31$$

Setelah dilakukan perhitungan level sigma pada setiap data, maka nilai sigma dimasukan dalam sebuah tabel sebagai berikut:

Tabel 4.6 Nilai DPMO dan Level sigma

Data No	Jumlah Produksi	Jumlah Defect	CTQ	DPMO	Level Sigma	Nilai CP
1	2.956	108	5	7.307,2	3,94	1,31
2	2.936	120	5	8.174,4	3,90	1,30
3	2.932	94	5	6.412,0	3,99	1,33
4	2.942	104	5	7.070,0	3,95	1,32
5	2.951	108	5	7.319,6	3,94	1,31
6	2.944	123	5	8.356,0	3,89	1,30
7	2.893	125	5	8.641,5	3,88	1,29
8	2.937	127	5	8.648,3	3,88	1,29
9	2.948	131	5	8.887,4	3,87	1,29
10	2.891	110	5	7.609,8	3,93	1,31
11	2.968	115	5	7.749,3	3,92	1,31
12	2.911	118	5	8.107,2	3,90	1,30
13	2.893	113	5	7.812,0	3,92	1,31
14	2.965	83	5	5.598,7	4,04	1,35
15	2.956	116	5	7.848,4	3,92	1,31
16	2.908	114	5	7.840,4	3,92	1,31
17	2.927	125	5	8.541,2	3,88	1,29
18	2.951	123	5	8.336,2	3,89	1,30
19	2.909	136	5	9.350,3	3,85	1,28
20	2.908	114	5	7.840,4	3,92	1,31
21	2.926	122	5	8.339,0	3,89	1,30
22	2.923	102	5	6.979,1	3,96	1,32
23	2.944	87	5	5.910,3	4,02	1,34
24	2.941	116	5	7.888,5	3,91	1,30
25	2.930	98	5	6.689,4	3,97	1,32
26	2.978	106	5	7.118,9	3,95	1,32
27	2.936	110	5	7.493,2	3,93	1,31
28	2.923	97	5	6.637,0	3,98	1,33
29	2.927	109	5	7.447,9	3,93	1,31
30	2.957	105	5	7.101,8	3,95	1,32
31	2.941	108	5	7.344,4	3,94	1,31
Total	90.952	3.467	Rata-rata	7.625,8	3,93	1,31

Sumber : Data olahan

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa rata-rata nilai DPMO yang saat ini dapat dicapai hasil produk tire yang telah di inspeksi adalah 7.307. Artinya berarti terdapat jumlah *defect* sebesar 7.307 dalam satu juta kesempatan. Dengan nilai DPMO tersebut, maka di konversi dengan nilai sigma sebesar 3,91. Tindakan perbaikan diperlukan untuk menurunkan nilai DPMO dan meningkatkan nilai sigma tersebut.

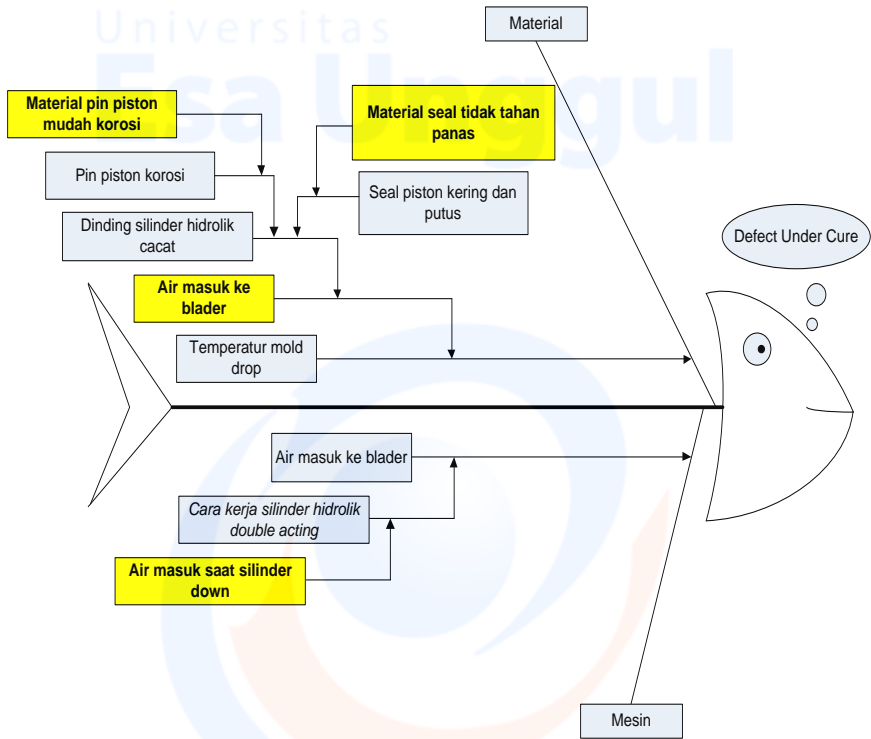
4.5.2. Tahap Analyze

Tahap ketiga dari metode *Six Sigma – DMAIC* adalah tahap *Analyze*. Dimana pada tahap ini, akan dilakukan analisa masalah dengan mencari akar penyebabnya. Analisa yang dilakukan akan menggunakan *Pareto Diagram*, *Fishbone analysis*, dan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Tahap *Analyze* akan dilakukan melalui langkah-langkah sebagai berikut.

1. Membuat *Fishbone analysis*
2. Membuat FMEA (*Failure Mode and effect analysis*)

4.5.2.1. Membuat Diagram Sebab Akibat (*Fishbone Diagram*)

Berdasarkan *Pareto* diagram, dapat dilihat bahwa kejadian terbesar untuk ban sepeda motor adalah *under cure* sebesar 38,1 %. Pada proses pembuatan diagram sebab akibat ini, jenis *defect* yang akan diidentifikasi ditulis pada bagian sebelah kanan. Kemudian dilanjutkan dengan membuat identifikasi pada tulang-tulang utama dengan menggunakan analisa 4M (*Man, Material, Machine, Method*). Tulang utama tersebut merupakan faktor utama penyebab masalah. Setelah dibentuk tulang utama, dibentuklah tulang-tulang kecil, yang menunjukkan faktor penyebab masalah yang lebih detail. Setelah diketahui akar masalah, maka akan dibuat daftar untuk mengatasi masalah tersebut.



Gambar 4.13 Fishbone diagram *defect under cure*

Berdasarkan diagram sebab akibat yang telah dibuat, dapat disimpulkan bahwa *Problem* terbesar terjadi dari faktor Mesin dan Material. Dimana pada faktor mesin, yang menyebabkan air masuk ke dalam blader sehingga menurunkan temperatur blader adalah cara kerja silinder top ring down yang membuat air masuk kedalam blader. Adapaun faktor-faktor yang menyebabkan temperatur mold drop yaitu:

1. Material seal yang di gunakan adalah jenis NBR yang temperatur kerja maksimum adalah 110°C sedangkan suhu kerja mesin di

atas 170°C sehingga material seal mudah kering dan putus yang menyebabkan air masuk ke dalam blader.



Gambar 4.14 Seal NBR kering dan putus

2. Jenis material pin yang digunakan untuk mengikat piston rod dengan piston adalah S45C yang mudah korosi yang akan menyebabkan dinding silinder menjadi cacat sehingga air akan masuk ke dalam blader walaupun seal yang digunakan dalam kondisi baru.

Pin piston dengan bahan yang mudah korosi mengakibatkan cacatnya dinding silinder, kecacatan yang terjadi pada dinding silinder akan sulit untuk direpair sehingga silinder yang cacat akan di scrap tentu hal tersebut menjadi kerugian yang cukup besar mengingat jumlah silinder yang digunakan adalah sebanyak 2 silinder dalam 1 mesin.

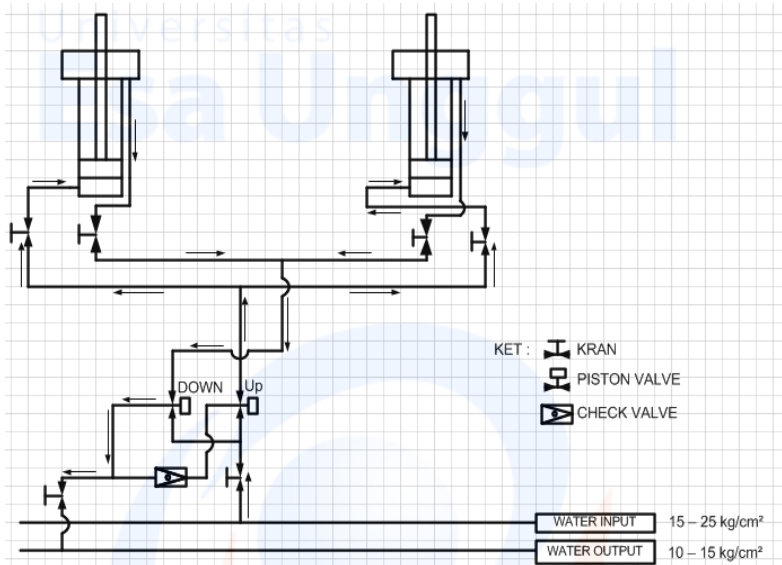


Gambar 4.15 Pin Piston korosi

3. Cara kerja silinder top ring secara *double acting* memungkinkan terjadinya air masuk kedalam blader yang akan menurunkan temperatur blader sehingga menyebabkan terjadinya *defect under cure* pada *finish product*.

Cara kerja silinder double acting apabila terjadi kegagalan proses *sealing* antara seal dan dinding silinder maka fluida yang digunakan akan memasuki ruang yang ada didalam blader.

Silinder yang mengalami kebocoran proses sealing dapat berdampak buruk bagi produk yang sedang di proses, karena temperatur proses pemasakan ban menjadi tidak sesuai dengan spesifikasi proses curing sehingga produk yang dihasilkan akan berpotensi menjadi tire *under cure*.



Gambar 4.16 Cara Kerja Silinder Double Acting

4.5.2.2. Membuat Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis atau FMEA adalah salah satu metode analisa *failure*/potensi kegagalan yang diterapkan dalam pengembangan produk, *system engineering* dan manajemen operasional. FMEA dilakukan untuk menganalisa potensi kesalahan atau kegagalan dalam sistem atau proses, dan potensi yang teridentifikasi akan diklasifikasikan menurut besarnya potensi kegagalan dan efeknya terhadap proses.

Nilai RPN yang diperoleh dari skala perkalian nilai *occurrence*, *severity* dan *detection* pada action results diisi ketika *recommended action(s)* sudah dilakukan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah tindakan yang sudah dilakukan dapat berdampak terhadap penurunan nilai RPN tersebut.

Sedangkan nilai *occurance* yaitu skala yang dinilai berdasarkan seberapa sering kejadian itu dapat terjadi. Semakin tinggi nilai pada skala *occurance*, maka peluang kejadian terjadi akan semakin besar. *Severity* adalah skala yang dinilai berdasarkan seberapa parah dampak yang ditimbulkan apabila kejadian itu terjadi. Semakin tinggi nilai. Sedangkan skala *detection* adalah skala yang dinilai berdasarkan besar peluang dimana sebuah kejadian tidak terdeteksi sebelum seorang sadar akan hal itu.

Penilaian ketiga skala ini dilakukan secara subjektif, yaitu dengan cara diskusi dengan anggota tim. Dimana anggota tim tersebut terdiri dari kepala produksi, supervisor *Final Inspection*, supervisor Engineering dan Technical member.

Diskusi ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan nilai aktual dari masing-masing *potensial failure* sehingga dapat dilakukan penanganan yang tepat sasaran agar masalah yang terjadi tidak kembali muncul dikemudian hari.

Langkah-langkah tindakan yang akan dilakukan berdasarkan hasil dari nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang terbesar karena nilai tersebut menunjukkan bahwa *potensial failure* memiliki peluang kegagalan yang lebih besar jika dibandingkan dengan yang lainnya.

Tabel Fmea berikut adalah hasil diskusi dengan departemen terkait mengenai potensi kegagalan air masuk ke dalam blader sehingga menurunkan temperatur dari blader *curing*.

Tabel 4.7 Data FMEA

PT. XXX		POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (PROCESS FMEA)										Prepared by			
Part Name		Production Tire		Team leader:		Team Member:						Checked by			
Proc. Responsibility		Tire Curing				Production (Curing Division), Engineering, QC Dept.									
Doc. No.		P/TC-01		Rev. 00											
FMEA Date		2 September 2016				Description of Change:						Approved by			
Valid Date															
F o w	Process Function	Requirement	Potential Failure Mode	Potential Effects of Failure	S e v e r i t y	C o n s e q u e n c e	Potential Cause(s) / Mechanism(s) of Failure	O c c u r r e n c e	C u r r e n t P r e v e n t i o n	C u r r e n t P r o c e s C o n t r o l D e t e c t i o n	D e t e r m i n e d	R e c o m m e n d e d A c t i o n (s)	Responsibility & Target Completion Date	Action Results	
														Actions Taken	S o l u t i o n
1	Proses <i>shaping</i> <i>bladder curing</i>	- tidak ada kebocoran	- Air masuk ke dalam bladder	- Tire Under-Cure - Bladder melekuk	9	1	- Seal piston putus sehingga air masuk ke dalam bladder	6	- Pengesakan temperatur mold dan temperatur bladder cukup	- Pengesakan kondisi ban sehabis proses <i>curing</i>	6	324 - Penggantian material seal dengan material yang lebih tahan panas			
				-Dinding silinder cacat	7	1	-Dinding silinder top ring cacat tergores oleh pin piston yang korosi	5	- Pengesakan temperatur mold dan temperatur bladder cukup	- Pengesakan kondisi ban sehabis proses <i>curing</i>	5	175 - Penggantian material pin piston dengan material tahanan korosi			
2	Silinder top ring down	- tidak ada kebocoran	- Air masuk ke dalam bladder	- Tire Under-Care	7	1	- Air masuk ke bladder saat silinder top ring down	6	- Pengesakan temperatur mold dan temperatur bladder cukup	- Pengesakan kondisi ban sehabis proses <i>curing</i>	6	252 - Modifikasi cam kerja silinder top ring down			

Tabel 4.7 Rekapitulasi FMEA dan RPN

No	Penyebab Mode Kegagalan Potensial	Efek Kegagalan	Risk Priority Number (RPN)	Usulan Tindakan Perbaikan
1	- Seal piston putus sehingga air masuk ke dalam blader	- Tire Under Cure - Blader meledak	324	- Penggantian material seal yang lebih tahan panas
	- Dinding silinder top ring cacat	- Tire Under Cure		175	- Penggantian material pin piston dengan stainless steel
3	- Cara kerja silinder top ring double acting menyebabkan air masuk blader	- Tire Under Cure	252	- Perubahan cara kerja silinder top ring menjadi single acting

Tindakan perbaikan yang dilakukan akan dimulai dari penyebab kegagalan yang mempunyai nilai RPN yang paling besar sampai ke yang terkecil.

4.5.3. Tahap Improve

Tahapan *Improve* adalah tahap ke empat dalam siklus *Six Sigma* – DMAIC. Tahap *improve* akan membahas mengenai penerapan usulan tindakan perbaikan berdasarkan masalah yang telah diidentifikasi pada tahap *analyze*. Berdasarkan usulan tindakan perbaikan yang terdapat pada tabel rekapitulasi mode kegagalan, maka terdapat lima usulan perbaikan yang akan dilakukan. Kelima item perbaikan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Penggantian material seal yang lebih tahan panas.
2. Penggantian material pin piston dengan stainless steel.
3. Perubahan cara kerja silinder top ring menjadi single acting.

4.5.3.1. Penggantian Material Seal

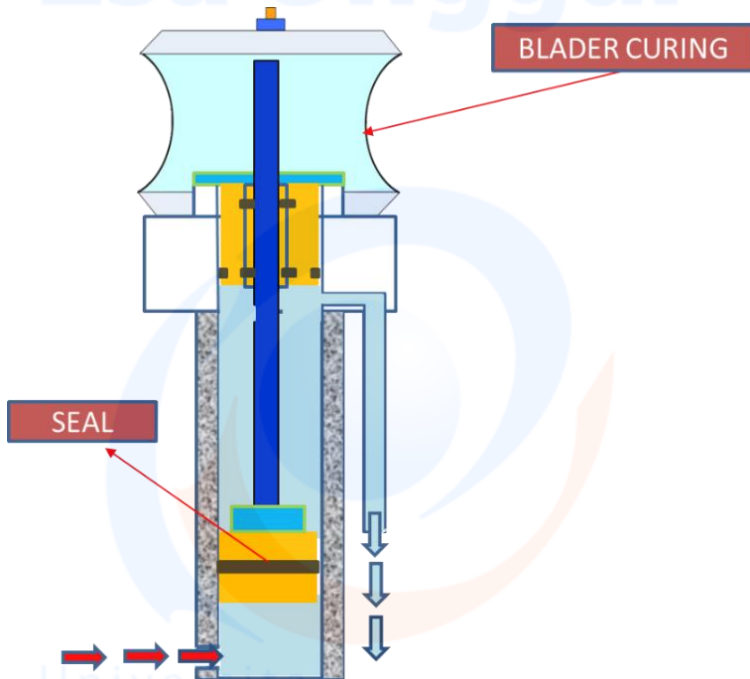
Seal terletak pada piston berfungsi untuk menutup ruang antara piston dengan dinding silinder mencegah fluida kerja berpindah dari sisi satu ke yang lainnya, sehingga dapat mengganggu kerja silinder hidrolis dan menyebabkan air masuk ke dalam blader curing.

Material seal yang saat ini digunakan adalah material Victor NBR yang mempunyai suhu kerja maksimal adalah 110°C yang tidak mampu menahan panas kerja yang ada pada mesin curing yang mencapai temperatur 176°C.



Gambar 4.17 Piston dan Seal NBR

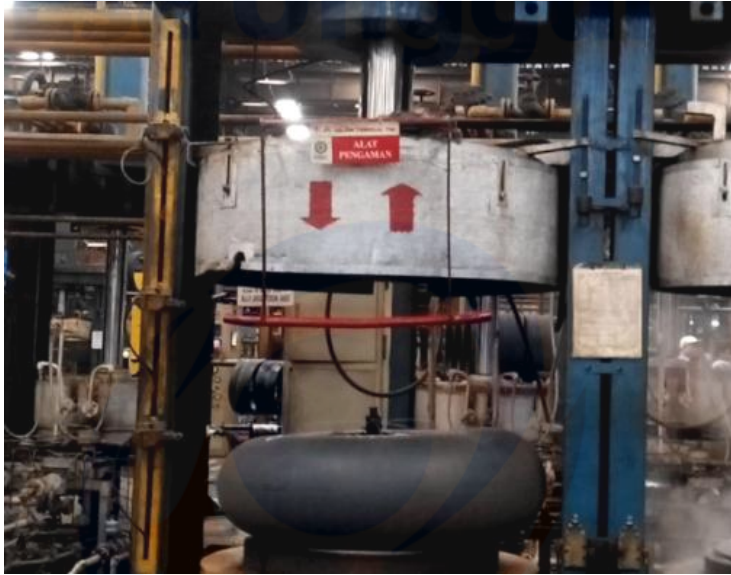
Silinder top ring digunakan untuk naik turun blader curing guna membantu proses curing tire. Ilustrasi sistem top ring dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.18 Ilustrasi Sistem Silinder

Kegagalan fungsi seal akan membuat air masuk kedalam blader yang menyebabkan temperatur blader menurun sehingga tidak dapat memenuhi temperatur standar proses curing tire akibatnya tire yang sedang dimasak akan tidak matang (*under cure*). Selain itu kebocoran yang terjadi menyebabkan blader akan terisi penuh dengan air bertekanan sehingga blader yang harusnya terisi dengan uap panas (*steam*) akan terisi oleh air sehingga blader akan mengembang yang akhirnya membuat blader meledak. Blader yang berisi air panas meledak sehingga membahayakan operator maupun orang yang berada di

sekitar mesin tersebut, gambar air masuk kedalam blader dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.19 Air masuk kedalam blader

Material seal diganti dengan menggunakan material seal PTFE Bronze Wear dengan spesifikasi temperatur maksimal yang mampu ditahan oleh seal jenis ini adalah 230°C, karena suhu dari mesin curing adalah 176°C maka seal ini mampu bertahan dengan kondisi kerja yang ada. Berikut ini adalah gambar seal PTFE bronze wear seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.20 Seal PTFE Bronze wear

Pada gambar di atas menunjukkan seal PTFE untuk digunakan pada piston dan hub ring pada mesin curing untuk mencegah kebocoran yang terjadi berikut ini adalah perbandingan antara seal NBR dan seal PTFE dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.8 Perbandingan antara seal NBR dan seal PTFE

No.	Item	NBR	PTFE
1	Usia pakai	9 Hari	> 90 hari
2	Temperatur kerja	0 - 110°C	-24 ~ 230 °C

Sumber : Katalog SKF

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa usia pakai dari seal PTFE lebih awet lebih dari 10 kali lipat dari seal NBR. Penggantian rutin seal NBR dilakukan sekali dalam 9 hari, penggantian ini belum termasuk kerusakan/kebocoran yang terjadi yang diakibatkan seal yang rusak sehingga membuat mesin tidak dapat beroperasi selama ± 120 menit untuk perbaikan penggantian seal yang baru.

Dengan melakukan penggantian seal dengan material PTFE dapat mengurangi kerusakan/kebocoran yang diakibatkan seal yang putus pada proses curing tire sehingga produktivitas mesin curing akan meningkat berikut ini adalah piston yang telah menggunakan seal PTFE dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.21 Piston dengan seal PTFE

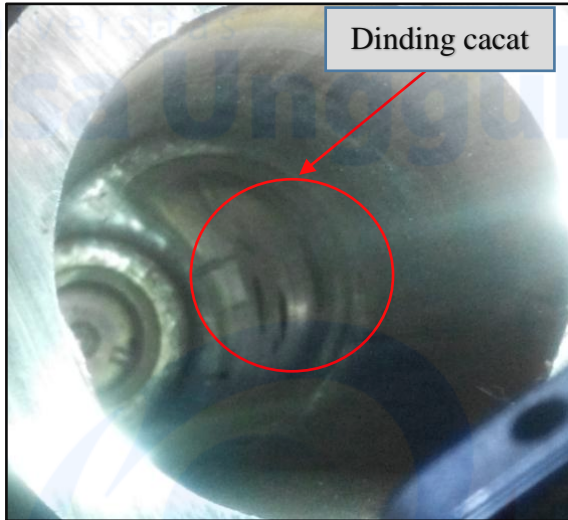
4.5.3.2. Penggantian Material Seal

Material piston terbuat dari kuningan sedangkan material pin yang digunakan adalah material S45C yang mudah korosi, fluida yang digunakan untuk kerja silinder top ring adalah air sehingga membuat pin akan lebih cepat korosi, pin yang korosi dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.22 Pin Piston Korosi

Pen piston yang korosi akan menggores dinding silinder yang akan mengakibatkan dinding silinder menjadi cacat, cacat yang terjadi pada dinding silinder akan mengurangi fungsi *sealing* dari seal pada piston sehingga kebocoran akan tetap terjadi meskipun seal yang digunakan adalah seal PTFE yang baru, kebocoran yang terjadi adalah karena adanya celah antara seal dan dinding silinder yang diakibatkan oleh goresan material pin pada dinding silinder. Berikut ini adalah gambar silinder cacat tergores yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.23 Dinding silinder cacat

Untuk menghindari terjadinya cacat pada dinding silinder maka diperlukan penggantian pin dengan material yang tahan terhadap korosi seperti stainless steel.

Material stainless steel digunakan karena material ini tahan terhadap korosi dan tersedia banyak di *ware house* material sehingga ketersediaan materialnya mencukupi untuk memodifikasi pin piston tanpa harus order terlebih dahulu. Pin piston stainless steel dibentuk menjadi baut tanam yang dapat dikencangkan dengan kunci L untuk memudahkan proses *assembly* antara piston rod dan piston silinder, berikut ini adalah gambar pin piston yang sudah dimodifikasi dengan menggunakan stainless steel seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.24 Pen piston berbahan stainless

Selain material pin piston yang diganti metode penyambungan antara piston dan piton rod sebelumnya adalah dengan sistem pin tembus dengan material S45C.

Sistem pen yang diganti dengan menggunakan ulir maka untuk menambah kekuatan sambungan antara piston dan piston rod maka cara sambungannya akan diganti dengan menggunakan sistem ulir agar piston tidak mudah lepas dan sambungan menjadi lebih kokoh.

Berikut adalah gambar piton rod yang telah dimodifikasi menjadi sistem ulir yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

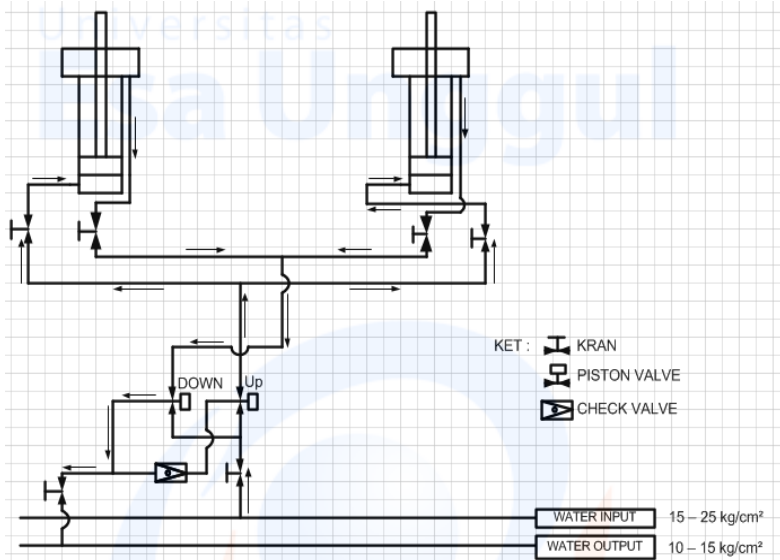


Gambar 4.25 Piston rod dengan sistem ulir

4.5.3.3. Perubahan Sistem Silinder Top Ring

Silinder top ring mempunyai fungsi untuk menaik turunkan blader curing guna membantu proses curing tire. Cara kerja silinder top ring adalah double acting silinder yang artinya, naik dan turunnya silinder dibantu dengan fluida penggerak berupa air melalui kedua port yang ada pada bagian atas dan bawah silinder.

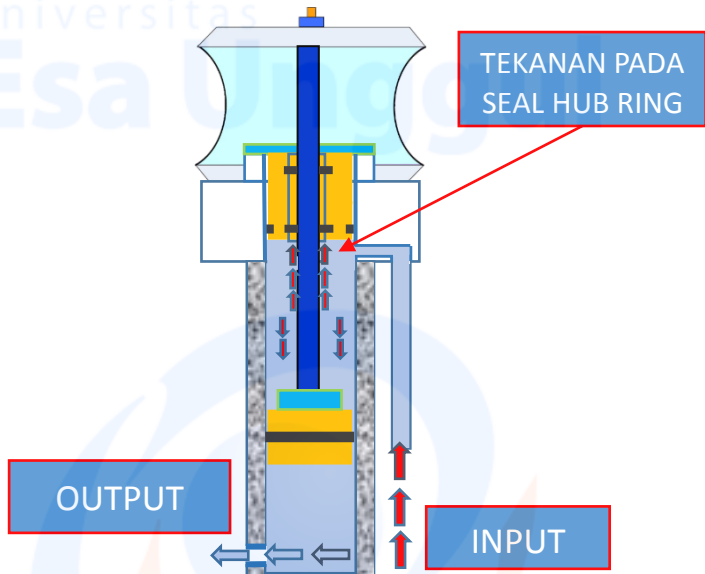
Kebocoran yang terjadi pada top ring unit terjadi pada saat fungsi silinder top ring down/ pada saat proses curing telah selesai untuk menurunkan blader curing untuk membantu melepaskan tire, berikut ini adalah skema cara kerja silinder top ring double acting dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.26 Skema silinder double acting

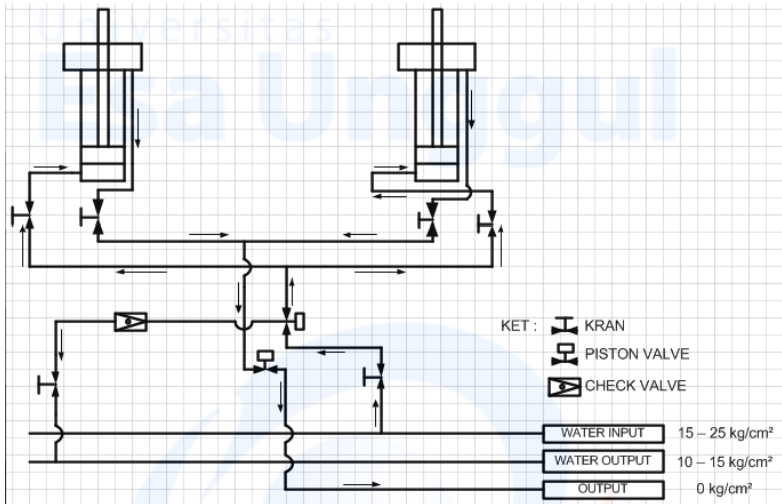
Dari skema diatas dapat diketahui bahwa cara kerja silinder up dan down secara bersamaan dan menggunakan mediana adalah air bertekanan dengan tekanan 15 ~ 20 Kg/cm².

Tekanan tersebut membuat seal yang terdapat pada hub ring mudah rusak dan terjadi kebocoran. Berikut adalah ilustrasi kebocoran yang terjadi pada silinder top ring akibat cara kerja double acting silinder.



Gambar 4.27 Ilustrasi kebocoran pada hub ring

Dari ilustrasi di atas dapat kita ketahui bahwa untuk menghindari tekanan yang terjadi pada seal hub ring adalah dengan cara mengubah cara kerja silinder dari double acting menjadi single acting dan untuk fungsi silinder down menggunakan gaya gravitasi yang dibantu oleh berat dari blader tersebut, dengan diubahnya cara kerja silinder maka kebocoran yang terjadi dapat dihilangkan, berikut adalah skema silinder single acting seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.28 Skema sistem silinder single acting

4.5.4. Tahap Control

Tahap terakhir dari metode *Six Sigma – DMAIC* adalah tahap *Control*. Dimana pada tahap ini, akan dilakukan pengukuran setelah proses *Improve* dan pengendalian produk cacat setelah proses perbaikan. Tahapan ini relatif sama dengan tahap *Measure* yakni melakukan Pengumpulan data *Defect* dan Menyusun Peta Kendali u serta menghitung DPMO dan level sigma setelah perbaikan.

Setelah proses pengukuran dilakukan, maka akan dibuat perbandingan dengan data sebelum proses *Improve*. Jika tindakan perbaikan memiliki dampak yang besar terhadap penurunan *defect*, maka tindakan tersebut akan di *impact* dan terus dilakukan dalam proses produksi.

4.5.4.1. Pengumpulan Data *Defect* Setelah Improvement

Data *defect* yang diambil adalah data *defect* dari departemen *final inspection* selama 31 hari dari tanggal 1 Oktober 2016 sampai dengan 31 Oktober 2016.

Tabel 4.9 Data *defect* setelah improvement

Tanggal	Jumlah Produksi	Repair	Jumlah pada masing-masing <i>Defect</i>						Total <i>Defect</i>
			Blown Tread	Under Cure	Blown Sidewall	Crease Sidewall	FM	Others	
1-Oct-16	2.989	191	14	0	19	21	18	6	78
2-Oct-16	2.912	303	3	2	21	18	9	4	57
3-Oct-16	2.961	287	8	0	16	45	12	11	92
4-Oct-16	2.800	246	10	0	11	23	29	7	80
5-Oct-16	2.947	195	10	4	10	24	20	1	69
6-Oct-16	2.808	278	3	0	16	9	17	6	51
7-Oct-16	2.849	271	10	0	15	29	29	10	93
8-Oct-16	2.942	224	11	0	20	42	8	10	91
9-Oct-16	2.845	248	10	2	13	30	16	6	77
10-Oct-16	2.879	181	15	2	20	20	21	1	79
11-Oct-16	2.972	291	9	4	22	29	28	1	93
12-Oct-16	2.938	347	13	2	8	24	27	9	83
13-Oct-16	2.987	182	7	2	22	24	14	2	71
14-Oct-16	2.911	320	4	0	14	25	21	9	73
15-Oct-16	2.949	215	13	2	18	27	27	4	91
16-Oct-16	2.943	288	6	0	16	34	19	5	80
17-Oct-16	2.822	262	4	0	11	18	8	7	48
18-Oct-16	2.887	292	5	6	16	23	24	11	85
19-Oct-16	2.890	243	7	0	10	15	15	7	54
20-Oct-16	2.921	330	8	8	18	28	9	8	79
21-Oct-16	2.953	307	7	0	12	23	20	9	71
22-Oct-16	2.986	242	9	0	15	44	22	9	99
23-Oct-16	2.893	318	15	0	22	15	27	6	85
24-Oct-16	2.890	234	15	2	9	25	32	11	94
25-Oct-16	2.914	326	4	0	20	18	24	10	76
26-Oct-16	2.852	302	14	4	18	23	27	1	87
27-Oct-16	2.926	284	4	0	11	24	21	7	67
28-Oct-16	2.887	292	3	6	20	30	15	6	80
29-Oct-16	2.958	305	9	0	20	24	9	11	73
30-Oct-16	2.979	197	5	0	17	51	6	8	87
31-Oct-16	2.969	229	4	0	15	23	12	6	60
Total:	90.359	8.230	255	46	480	785	574	203	2.403
Persentase Repair		9,11%							
Persentase Defect		2,66%							
Persentase defect terhadap total defect			10,61%	1,91%	19,98%	32,67%	23,89%	8,45%	

Sumber : Laporan Bulanan QC Departement

Dari data pada proses measure dapat kita ketahui *defect under cure* dengan persentase sebesar 38,1 % saat sebelum dilakukan *improvement* setelah dilakukan proses *improvement* persentase *defect* menjadi 1,91 % atau turun 36,19 %. Dari data di atas maka dapat disimpulkan bahwa *improvement* yang dilakukan cukup efektif untuk mengurangi *defect under cure* yang terjadi, akan tetapi *defect under cure* masih tetap ada dengan persentase 1,91 % dari total *defect* itu artinya masih ada penyebab lain yang belum ditemukan solusinya sehingga *defect* masih muncul.

4.5.4.2. Pembuatan Peta Kendali Setelah Perbaikan

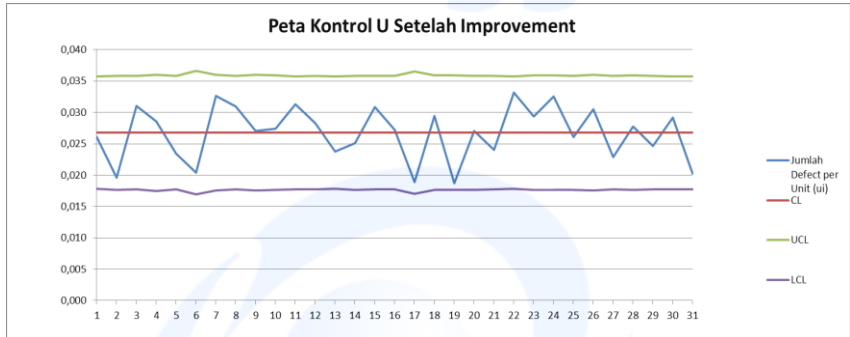
Dengan menggunakan langkah dan rumus perhitungan yang sama dengan item 4.5.1.3. untuk pembuatan peta kontrol (*Control Chart*). Dan masih peta kendali u yang digunakan untuk melihat proses yang sedang berjalan setelah tahapan *improve*. Maka diperoleh data seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.10 Data Penyusun Peta Kontrol U (After improvement)

No	Jumlah Produksi (ni)	Jumlah Defect (ci)	Jumlah Defect per Unit (ui)	CL	UCL	LCL
1	2.989	78	0,026	0,027	0,036	0,018
2	2.912	57	0,020	0,027	0,036	0,018
3	2.961	92	0,031	0,027	0,036	0,018
4	2.800	80	0,029	0,027	0,036	0,017
5	2.947	69	0,023	0,027	0,036	0,018
6	2.500	51	0,020	0,027	0,037	0,017
7	2.849	93	0,033	0,027	0,036	0,018
8	2.942	91	0,031	0,027	0,036	0,018
9	2.845	77	0,027	0,027	0,036	0,018
10	2.879	79	0,027	0,027	0,036	0,018
11	2.972	93	0,031	0,027	0,036	0,018
12	2.938	83	0,028	0,027	0,036	0,018
13	2.987	71	0,024	0,027	0,036	0,018
14	2.911	73	0,025	0,027	0,036	0,018
15	2.949	91	0,031	0,027	0,036	0,018
16	2.943	80	0,027	0,027	0,036	0,018
17	2.545	48	0,019	0,027	0,036	0,017
18	2.887	85	0,029	0,027	0,036	0,018
19	2.890	54	0,019	0,027	0,036	0,018
20	2.921	79	0,027	0,027	0,036	0,018
21	2.953	71	0,024	0,027	0,036	0,018
22	2.986	99	0,033	0,027	0,036	0,018
23	2.893	85	0,029	0,027	0,036	0,018
24	2.890	94	0,033	0,027	0,036	0,018
25	2.914	76	0,026	0,027	0,036	0,018
26	2.852	87	0,031	0,027	0,036	0,018
27	2.926	67	0,023	0,027	0,036	0,018
28	2.887	80	0,028	0,027	0,036	0,018
29	2.958	73	0,025	0,027	0,036	0,018
30	2.979	87	0,029	0,027	0,036	0,018
31	2.969	60	0,020	0,027	0,036	0,018
Total	89.774	2.403	0,027			

Sumber : Data Olahan

Berdasarkan Tabel 4.11 maka peta kendali u setelah tahapan perbaikan dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 4.29 Peta Kontrol U setelah perbaikan

4.5.5. Perhitungan nilai DPMO dan Level Sigma Setelah Improvement

Langkah selanjutnya dari penelitian ini adalah perhitungan DPMO dan Level sigma kembali. Dengan tahap perhitungan dan rumus yang sama dengan pembuatan tabel DPMO dan Level Sigma sebelum perbaikan. Tabel 6. menunjukkan nilai DPMO, Level Sigma, dan Nilai Cp setelah tahap perbaikan.

Nilai perhitungan nilai DPMO dan level sigma selanjutnya akan dibandingkan antara nilai sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan untuk mengetahui perubahan nilai sigma. Nilai setelah perbaikan yang didapatkan menjadi parameter apakah tindakan perbaikan yang telah dilakukan sudah efektif atau belum. Berikut adalah nilai DPMO dan level sigma setelah dilakukan perbaikan.

Tabel 4.11 Data DPMO dan Level Sigma setelah improvement

Data No	Jumlah Produksi	Jumlah Defect	CTQ	DPMO	Level Sigma	Nilai CP
1	2.989	78	5	5.219,1	4,06	1,35
2	2.912	57	5	3.914,8	4,16	1,39
3	2.961	92	5	6.214,1	4,00	1,33
4	2.800	80	5	5.714,3	4,03	1,34
5	2.947	69	5	4.682,7	4,10	1,37
6	2.808	51	5	3.632,5	4,18	1,39
7	2.849	93	5	6.528,6	3,98	1,33
8	2.942	91	5	6.186,3	4,00	1,33
9	2.845	77	5	5.413,0	4,05	1,35
10	2.879	79	5	5.488,0	4,04	1,35
11	2.972	93	5	6.258,4	4,00	1,33
12	2.938	83	5	5.650,1	4,03	1,34
13	2.987	71	5	4.753,9	4,09	1,36
14	2.911	73	5	5.015,5	4,07	1,36
15	2.949	91	5	6.171,6	4,00	1,33
16	2.943	80	5	5.436,6	4,05	1,35
17	2.822	48	5	3.401,8	4,21	1,40
18	2.887	85	5	5.888,5	4,02	1,34
19	2.890	54	5	3.737,0	4,17	1,39
20	2.921	79	5	5.409,1	4,05	1,35
21	2.953	71	5	4.808,7	4,09	1,36
22	2.986	99	5	6.630,9	3,98	1,33
23	2.893	85	5	5.876,3	4,02	1,34
24	2.890	94	5	6.505,2	3,98	1,33
25	2.914	76	5	5.216,2	4,06	1,35
26	2.852	87	5	6.101,0	4,01	1,34
27	2.926	67	5	4.579,6	4,11	1,37
28	2.887	80	5	5.542,1	4,04	1,35
29	2.958	73	5	4.935,8	4,08	1,36
30	2.979	87	5	5.840,9	4,02	1,34
31	2.969	60	5	4.041,8	4,15	1,38
Total	90.359	2.403	Rata-rata	5.315,9	4,06	1,35

Sumber : Data Olahan

Dari data di atas dapat diketahui terjadi penurunan nilai DPMO dan peningkatan nilai level sigma serta peningkatan nilai Cpk. Nilai DPMO rata-rata sebelumnya 7.625,8 menjadi 5.315,9 dan nilai level sigma rata-rata dari sebelumnya 3,93 menjadi 4,06 setelah perbaikan sedangkan nilai Cpk dari sebelumnya 1,31 menjadi 1,35.

4.5.6. Perbandingan Nilai DPMO dan Level Sigma Sebelum dan Setelah Improvement

Untuk mengetahui nilai DPMO dan *Level Sigma* setelah perbaikan mengalami perubahan, maka perlu dibandingkan dengan nilai DPMO dan *Level Sigma* sebelum perbaikan. Nilai DPMO akan semakin baik apabila nilainya semakin kecil, yaitu mendekati 3.4 DPMO sebagai target Metode Peningkatan Kualitas Six Sigma DMAIC. Sedangkan untuk nilai level sigma, semakin mendekati nilai 6-Sigma maka proses tersebut akan semakin baik. Perbandingan nilai DPMO dan level sigma tersebut dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Perbandingan nilai sigma dan DPMO berikut menunjukkan adanya peningkatan antara nilai sebelum dan setelah perbaikan, hal ini menunjukkan bahwa tindakan perbaikan yang dilakukan memberikan dampak positif terhadap nilai DPMO dan sigma level.

Berikut adalah perbandingan antara nilai DPMO dan sigma level sebelum dan setelah dilakukan perbaikan :

Tabel 4.12 Perbandingan nilai DPMO dan level sigma sebelum dan setelah improvement

Data No.	DPMO Sebelum Perbaikan	DPMO Setelah Perbaikan	Selisih Nilai DPMO	Level Sigma Sebelum Perbaikan	Level Sigma Setelah Perbaikan	Selisih Nilai Level Sigma
1	7.307,2	5.219,1	2.088,0	3,94	4,06	0,12
2	8.174,4	3.914,8	4.259,6	3,90	4,16	0,26
3	6.412,0	6.214,1	197,9	3,99	4,00	0,01
4	7.070,0	5.714,3	1.355,7	3,95	4,03	0,08
5	7.319,6	4.682,7	2.636,8	3,94	4,10	0,16
6	8.356,0	3.632,5	4.723,5	3,89	4,18	0,29
7	8.641,5	6.528,6	2.112,9	3,88	3,98	0,10
8	8.648,3	6.186,3	2.462,0	3,88	4,00	0,12
9	8.887,4	5.413,0	3.474,4	3,87	4,05	0,18
10	7.609,8	5.488,0	2.121,8	3,93	4,04	0,12
11	7.749,3	6.258,4	1.490,9	3,92	4,00	0,08
12	8.107,2	5.650,1	2.457,1	3,90	4,03	0,13
13	7.812,0	4.753,9	3.058,0	3,92	4,09	0,18
14	5.598,7	5.015,5	583,2	4,04	4,07	0,04
15	7.848,4	6.171,6	1.676,9	3,92	4,00	0,09
16	7.840,4	5.436,6	2.403,8	3,92	4,05	0,13
17	8.541,2	3.401,8	5.139,3	3,88	4,21	0,32
18	8.336,2	5.888,5	2.447,7	3,89	4,02	0,12
19	9.350,3	3.737,0	5.613,3	3,85	4,17	0,32
20	7.840,4	5.409,1	2.431,3	3,92	4,05	0,13
21	8.339,0	4.808,7	3.530,4	3,89	4,09	0,20
22	6.979,1	6.630,9	348,2	3,96	3,98	0,02
23	5.910,3	5.876,3	34,1	4,02	4,02	0,00
24	7.888,5	6.505,2	1.383,3	3,91	3,98	0,07
25	6.689,4	5.216,2	1.473,2	3,97	4,06	0,09
26	7.118,9	6.101,0	1.017,9	3,95	4,01	0,06
27	7.493,2	4.579,6	2.913,6	3,93	4,11	0,17
28	6.637,0	5.542,1	1.094,9	3,98	4,04	0,06
29	7.447,9	4.935,8	2.512,1	3,93	4,08	0,15
30	7.101,8	5.840,9	1.260,9	3,95	4,02	0,07
31	7.344,4	4.041,8	3.302,7	3,94	4,15	0,21
Rata-rata	7.625,8	5.315,9	2.276,8	3,93	4,06	0,13

Sumber : Data olahan

Setelah dilakukan perbaikan dan memperoleh nilai sigma setelah dilakukan perbaikan langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan objective matrix untuk mengetahui apakah perbaikan yang telah dilakukan berpengaruh terhadap nilai indeks produktivitas divisi curing.

4.6. Penentuan Produktivitas dengan Menggunakan Metode Objectives

Matrix (Omax)

4.6.1. Penentuan Rasio

Penentuan rasio yang akan digunakan dalam pengukuran produktivitas perusahaan ini berdasarkan visi dan misi dari perusahaan dimana akan membentuk suatu potensial objective pengukuran yang dapat mempengaruhi pengukuran produktivitas tersebut. Potensial Objective dari pengukuran tersebut adalah :

- Menghasilkan produk yang baik dengan kualitas yang memenuhi standar
- Mengurangi produk akhir yang cacat
- Penggunaan sumber daya yang efektif dan efisien

Setelah menentukan potensial objective, maka langkah selanjutnya adalah mengembangkan potensial objective tersebut menjadi kriteria-kriteria yang dapat dijadikan alat pengukuran produktivitas. Kriteria-kriteria tersebut adalah :

1. Kriteria Efisiensi

Menunjukkan bagaimana penggunaan sumber daya perusahaan seperti tenaga kerja, energi, material serta modal yang sehemat mungkin.

Rasio-rasio yang digunakan pada kriteria ini adalah :

$$\text{Rasio 1} = \frac{\text{Total Produk yang Dihasilkan (pcs)/bulan}}{\text{Jam Kerja yang Terpakai (jam)/bulan}}$$

Penjelasan :

Rasio ini menunjukkan banyaknya total produk yang dihasilkan dibandingkan dengan jumlah jam kerja dalam rentang waktu bulan. Angka ini semakin baik apabila menunjukkan nilai yang semakin besar. Untuk perhitungan ini digunakan data total produk yang dihasilkan dan jam kerja yang terpakai.

$$\text{Rasio 2} = \frac{\text{Jumlah Produk yang Dihasilkan (pcs)/bulan}}{\text{Jumlah tenaga kerja (orang)/bulan}}$$

Penjelasan :

Rasio ini menunjukkan banyaknya jumlah produk yang dihasilkan dalam rentang dibandingkan dengan jumlah tenaga kerja yang digunakan. Angka ini semakin baik apabila menunjukkan nilai yang semakin besar. Untuk perhitungan ini data jumlah produk yang dihasilkan dan jumlah tenaga kerja.

2. Kriteria Efektivitas

Menunjukkan bagaimana perusahaan mencapai hasil bila dilihat dari sudut akurasi dan kualitasnya. Rasio yang digunakan dalam kriteria ini adalah :

$$\text{Rasio 3} = \frac{\text{Jumlah Produk yang Cacat (pcs)/bulan}}{\text{Jumlah Produk yang Dihasilkan (pcs)/bulan}} \times 100 \%$$

Penjelasan :

Rasio ini merupakan perbandingan antara total produk yang diperbaiki dengan Total produk yang dihasilkan dalam tiap bulannya. Angka ini semakin baik apabila menunjukkan nilai yang semakin kecil.

$$\text{Rasio 4} = \frac{\text{Jumlah Produk yang Cacat (pcs)/bulan}}{\text{Jumlah Produk yang baik (pcs)/bulan}} \times 100 \%$$

Penjelasan :

Rasio ini merupakan perbandingan antara total produk yang diperbaiki dengan total produk yang baik dalam tiap bulannya. Angka ini semakin baik apabila menunjukkan nilai yang semakin kecil.

4.6.2. Kuesioner Tahap Pertama

Kuesioner tahap pertama ini digunakan untuk mengetahui intensitas kepentingan rasio produktivitas. Pada kuesioner ini, para responden diminta untuk memberikan skor pada empat rasio produktivitas yang dipergunakan. Pengisian skor adalah dengan memberikan skor tanda (√) pada kolom yang disediakan.

Hasil dari kuesioner tahap pertama, selanjutnya akan dievaluasi untuk mendapatkan rasio produktivitas yang memiliki nilai rata – rata yang berpengaruh terhadap pengukuran produktivitas perusahaan. Tingkat kepentingan dapat dilihat seperti tabel yang di bawah ini :

Tabel 4.13 Tingkat Kepentingan

Tingkat Kepentingan	Skor
Tidak Penting	1
Kurang Penting	2
Cukup Penting	3
Penting	4
Sangat Penting	5

Kriteria pemilihan responden didasari oleh beberapa pertimbangan sebagai berikut :

1. Responden memiliki keterikatan baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap produktivitas perusahaan.
2. Responden mempunyai kompetensi dan kewenangan dalam pembuatan keputusan yang menyangkut proses produksi.
3. Responden adalah orang yang mengerti mengenai arti dari rasio yang dipergunakan untuk pengukuran produktivitas perusahaan.

Berdasarkan tingkat kompetensi di atas, kuesioner ini diberikan kepada empat responden yaitu : Manajer Technical, Manajer Quality Control (QC), Manajer Plan Production Control (PPC) dan Manajer Produksi. Berikut adalah bentuk kuesioner tahap pertama seperti tabel berikut:

Tabel 4.14 Kuesioner tahap pertama

No	Rasio Produktivitas	Deskripsi	Penilaian				
			Tidak Penting	Kurang penting	Cukup Penting	Penting	Sangat Penting
1	$\frac{\text{Total Produk yang Dihilkan (pcs)/bulan}}{\text{Jam Kerja yang terpakai (Jam)/bulan}}$	Rasio ini menunjukkan banyaknya total produk yang dihasilkan dibandingkan dengan jumlah jam kerja					
2	$\frac{\text{Total Produk yang Diperbaiki (pcs)/bulan}}{\text{Total Produk yang Dihilkan (pcs)/bulan}}$	Rasio ini menunjukkan banyaknya total produk yang diperbaiki (<i>repair</i>) dibandingkan dengan jumlah produk yang dihasilkan					
3	$\frac{\text{Total Produk yang Dihilkan (pcs)/bulan}}{\text{Jumlah Tenaga Kerja (Orang)/bulan}}$	Rasio ini menunjukkan banyaknya total produk yang dihasilkan dibandingkan dengan jumlah tenaga kerja					
4	$\frac{\text{Total Produk yang Diperbaiki (pcs)/bulan}}{\text{Jumlah Produk yang Baik (Pcs)/bulan}}$	Rasio ini menunjukkan banyaknya total produk yang diperbaiki (<i>repair</i>) dibandingkan dengan jumlah produk yang baik					

4.6.3. Hasil dan Pembahasan Kuesioner Tahap Pertama

Setelah memberikan kuesioner tahap pertama kepada para responden, maka hasilnya dirata-ratakan dan kemudian dibagi dengan jumlah responden. Setelah itu dilakukan pemberian rangking terhadap skor tersebut. Hasil kuesioner tahap pertama ini dapat dilihat seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.15 Hasil rekapitulasi kuesioner tahap pertama

No	Rasio Produktivitas	Responden				Total	Rata-rata	Rangking
		1	2	3	4			
1	$\frac{\text{Total Produk yang Dihasilkan (pcs)/bulan}}{\text{Jam Kerja yang terpakai (Jam)/bulan}}$	5	3	2	4	14	3,5	2
2	$\frac{\text{Total Produk yang Cacat (pcs)/bulan}}{\text{Total Produk yang Dihasilkan (pcs)/bulan}}$	4	4	5	5	18	4,5	1
3	$\frac{\text{Total Produk yang Dihasilkan (pcs)/bulan}}{\text{Jumlah Tenaga Kerja (Orang)/bulan}}$	3	2	3	1	9	2,25	4
4	$\frac{\text{Total Produk yang Cacat (pcs)/bulan}}{\text{Jumlah Produk yang Baik (Pcs)/bulan}}$	2	5	2	4	13	3,25	3

Dari hasil kalkulasi, dapat dilihat pada tabel diatas bahwa rata – rata penilaian rasio produktivitas dari yang sangat penting sampai yang tidak penting terhadap produktivitas perusahaan adalah rasio 2 (4,5), rasio 2 (3,5), rasio 4 (3,25), rasio 3 (2,25).

4.6.4. Kuesioner Tahap Kedua

Pada kuesioner tahap kedua, ke-empat responden diminta untuk membandingkan tingkat intensitas kepentingan antara satu rasio dengan rasio lainnya berdasarkan rangking yang diperoleh dengan menggunakan skala perbandingan Pairwise (Pairwise Comparison Scale). Skala tersebut dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.16 Skala Perbandingan Pair wise

Intensitas Kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	sama pentingnya	2 rasio mempunyai kontribusi yang sama
3	sedikit lebih penting	1 rasio sedikit lebih penting dibandingkan dengan rasio lainnya
5	lebih penting	1 rasio lebih penting dibandingkan dengan rasio lainnya
7	sangat lebih penting	1 rasio sangat lebih penting dibandingkan dengan rasio lainnya
9	mutlak lebih penting	1 rasio mutlak lebih penting dibandingkan dengan rasio lainnya
2,4,6,8	nilai diantaranya	mewakili nilai diantaranya

Pada kuesioner terdapat tiga tabel yang masing-masing berisi perbandingan antara satu rasio dengan rasio lainnya. Berikut adalah format kuesioner tahap kedua.

Tabel 4.17 Kuesioner tahap kedua

Perbandingan Rasio	Rasio yang lebih penting	Responden				Rata-rata
		1	2	3	4	
Rasio 2 vs rasio 2	Equal					
Rasio 2 vs rasio 1	rasio 2					
Rasio 2 vs rasio 4	rasio 2					
Rasio 2 vs rasio 3	rasio 2					

4.6.5. Hasil dan Pembahasan Kuesioner Tahap Kedua

Setelah kuesioner dari masing-masing responden diisi, maka dilakukan perhitungan untuk mendapatkan hasil rata-rata dari kuesioner tersebut. Hasil kuesioner tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.18 Perbandingan Rasio Dua dengan Rasio yang lain

Perbandingan Rasio	Rasio yang lebih penting	Rata-rata
Rasio 2 vs rasio 2	Equal	1
Rasio 2 vs rasio 1	rasio 2	2,25
Rasio 2 vs rasio 4	rasio 2	5
Rasio 2 vs rasio 3	rasio 2	4,5

Tabel 4.19 Perbandingan Rasio Satu dengan Rasio yang lain

Perbandingan Rasio	Rasio yang lebih penting	Rata-rata
Rasio 1 vs rasio 1	Equal	1
Rasio 1 vs rasio 3	rasio 1	4,75
Rasio 1 vs rasio 4	rasio 1	3,5

Tabel 4.20 Perbandingan Rasio Empat dengan Rasio yang lain

Perbandingan Rasio	Rasio yang lebih penting	Rata-rata
Rasio 4 vs rasio 4	Equal	1
Rasio 4 vs rasio 3	rasio 4	2,75

Dapat terlihat pada ketiga tabel diatas bahwa nilai rata-rata intensitas kepentingan hasil perbandingan rasio adalah bukan angka yang bulat. Proses

pembobotan dengan *Pair wise* nilai yang bulat. Oleh karena itu hasil pada kuesioner tahap kedua ini akan dibulatkan pada kuesioner tahap ketiga

4.6.6. Kuesioner Tahap Ketiga

Pada kuesioner tahap ketiga, hanya akan mempunyai satu responden yang dianggap paling kompeten dalam pengambilan keputusan di perusahaan.

Responden tersebut adalah manager produksi dari perusahaan. Pada kuesioner ini responden diminta untuk membulatkan angka hasil dari kuesioner tahap kedua dengan tetap melihat skala perbandingan Pairwise (Pairwise Comparison Scale). Bentuk kuisisioner tahap ketiga dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.21 Kuesioner tahap ketiga

Perbandingan Rasio	Nilai Intensitas Kepentingan	Nilai Pembulatan
Rasio 2 vs rasio 2	1	1
Rasio 2 vs rasio 1	2,25	
Rasio 2 vs rasio 4	5	
Rasio 2 vs rasio 3	4,5	

4.6.7. Hasil dan Pembahasan Kuesioner Tahap Ketiga

Dari kuesioner tahap ke 3 didapatkan nilai intensitas kepentingan dari perbandingan rasio yang telah dibulatkan. Hasil pembulatan nilai intensitas kepentingan tersebut dapat dilihat pada lima tabel dibawah ini.

Tabel 4.22 Pembulatan nilai intensitas rasio dua

Perbandingan Rasio	Nilai Intensitas Kepentingan	Nilai Pembulatan
Rasio 2 vs rasio 2	1	1
Rasio 2 vs rasio 1	2,25	2
Rasio 2 vs rasio 4	5	5
Rasio 2 vs rasio 3	4,5	4

Tabel 4.23 Pembulatan nilai intensitas rasio satu

Perbandingan Rasio	Nilai Intensitas Kepentingan	Nilai Pembulatan
Rasio 1 vs rasio 1	1	1
Rasio 1 vs rasio 3	4,75	5
Rasio 1 vs rasio 4	3,5	5

Tabel 4.24 Pembulatan nilai intensitas rasio empat

Perbandingan Rasio	Nilai Intensitas Kepentingan	Nilai Pembulatan
Rasio 4 vs rasio 4	1	1
Rasio 4 vs rasio 3	2,75	3

Dengan nilai intensitas kepentingan yang bulat seperti terlihat pada tabel-tabel diatas maka proses penentuan bobot dari keenam rasio produktivitas yang digunakan dengan menggunakan pair wise yang akan dilakukan selanjutnya dengan menggunakan nilai yang sudah bulat tersebut.

4.6.8. Penentuan Bobot Rasio Produktivitas

Penentuan bobot dari setiap rasio produktivitas akan dilakukan dengan Pair wise. Tahapan dari proses pembobotan rasio produktivitas ini adalah :

1. Membuat Matriks Perbandingan Pairwise.
2. Merubah matriks dalam bentuk decimal dengan 4 angka dibelakang koma.
3. Melakukan perkalian matriks.
4. Menjumlahkan hasil perkalian menurut baris, dinormalisasi dengan membagi hasil jumlah baris dengan jumlah total baris. Hasil tersebut merupakan bobot dan kemudian nilai bobot dikali 100 untuk mendapatkan bobot dalam skala 100.
5. Mendapatkan nilai eigenvector (bobot rasio) yang sesuai dengan ranking rasio yang didapat pada kuesioner tahap pertama.

Detail tahapan proses pembobotan dengan metode *pair wise* ini dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini

1. Buatlah tabel perbandingan antar rasio yang telah diketahui nilainya yang didapat dari rekapitulasi hasil kuesioner tahap ketiga seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 25 Matrik perbandingan pairwise

	Rasio 1	Rasio 2	Rasio 3	Rasio 4
Rasio 1	1	1/2	5	5
Rasio 2	2	1	4	5
Rasio 3	1/5	1/4	1	1/3
Rasio 4	1/5	1/5	3	1

2. Hasil dari matrik perbandingan pairwise diubah kedalam bentuk desimal dengan 4 angka di belakang koma, seperti ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 26 Pecahan desimal matrik pairwise

	Rasio 1	Rasio 2	Rasio 3	Rasio 4
Rasio 1	1	0.5000	5.0000	5.0000
Rasio 2	2.0000	1	4.0000	5.0000
Rasio 3	0.2000	0.2500	1	0.3333
Rasio 4	0.2000	0.2500	3.0000	1

3. Matrik yang telah diubah kedalam bentuk pecahan desimal dikalikan.

Tabel 27 Perkalian matrik

1,0000	0,5000	5,0000	5,0000	x	1,0000	0,5000	5,0000	5,0000	=	4,00	3,50	27,00	14,17
2,0000	1,0000	4,0000	5,0000		2,0000	1,0000	4,0000	5,0000		5,80	4,25	33,00	21,33
0,2000	0,2500	1,0000	0,3333		0,2000	0,2500	1,0000	0,3333		0,97	0,68	4,00	2,92
0,2000	0,2500	3,0000	1,0000		0,2000	0,2500	3,0000	1,0000		1,50	1,35	8,00	4,25

4. Menjumlahkan hasil perkalian menurut baris, dinormalisasi dengan membagi hasil jumlah baris dengan jumlah total baris. Hasil tersebut merupakan bobot dan kemudian nilai bobot dikali 100 untuk mendapatkan bobot dalam skala 100.

Tabel 28 Pembobotan Rasio

	Rasio 1	Rasio 2	Rasio 3	Rasio 4	Jumlah	Bobot	Bobot*100
Rasio 1	4	3,5	27	14,1665	48,6665	0,355968	35,596762
Rasio 2	5,8	4,25	33	21,3332	64,3832	0,470926	47,09263
Rasio 3	0,96666	0,683325	3,9999	2,9166	8,566485	0,062659	6,265894
Rasio 4	1,5	1,35	8	4,2499	15,0999	0,110447	11,044714
				Total	136,71609	1	100

Adapun hasil dari pembobotan setiap rasio produktivitas dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.29 Hasil Pembobotan rasio produktivitas

Ranking	Rasio Produktivitas	Rata-rata	Bobot
1	$\frac{\text{Total Produk yang Cacat (pcs)/bulan}}{\text{Total Produk yang Dihasilkan (pcs)/bulan}}$	4,5	47,09
2	$\frac{\text{Total Produk yang Dihasilkan (pcs)/bulan}}{\text{Jam Kerja yang terpakai (Jam)/bulan}}$	3,5	35,6
3	$\frac{\text{Total Produk yang Cacat (pcs)/bulan}}{\text{Jumlah Produk yang Baik (Pcs)/bulan}}$	3,25	11,04
4	$\frac{\text{Total Produk yang Dihasilkan (pcs)/bulan}}{\text{Jumlah Tenaga Kerja (Orang)/bulan}}$	2,25	6,27

Dari proses pembobotan menggunakan metode *pair wise*, didapatkan nilai bobot untuk setiap rasio produktivitas. Diurutkan berdasarkan ranking nilai bobot tersebut adalah rasio 2 (47,09), rasio 1 (35,6), rasio 4 (11,04), rasio 3 (6,27). Setelah diketahui nilai pembobotan maka nilai di atas akan digunakan untuk perhitungan Objectives Matrix.

4.7. Pengumpulan Data Pengukuran Produktivitas

Dalam penulisan ini data didapatkan dari Departemen Produksi. Data yang diambil adalah data-data yang mempunyai relevansi dengan proses pengukuran produktivitas dengan menggunakan metode OMAX (Objectives Matrix). Adapun data-data yang berhasil dikumpulkan adalah :

- Data total produk yang dihasilkan
- Data produk yang cacat
- Data jumlah jam kerja perbulan
- Data jumlah tenaga kerja perbulan

- Jumlah produk yang baik
- Jumlah produk yang diperbaiki

Tabel 4.30 Data untuk perhitungan produktivitas

Periode	Produk yang dihasilkan (unit)	Produk yang cacat (unit)	Jumlah Produk Repair (unit)	Jumlah jam kerja (Jam)	Jumlah tenaga kerja (Orang)	Jumlah Produk yang baik (unit)
Agustus 2016	90952	3467	10502	728,5	465	87485
September 2016	91051	3061	9815	728,5	465	87990
Oktober 2016	90359	2403	8230	728,5	465	87956
November 2016	91210	2344	8336	728,5	465	88866
Desember 2016	91578	2311	8198	728,5	465	89267

4.8. Perhitungan Rasio Produktivitas / Kinerja Perusahaan

Setelah data data produktivitas didapatkan, proses selanjutnya adalah melakukan perhitungan Rasio Produktivitas dan kemudian memasukan hasil pengamatan ke dalam tabel perhitungan rasio sesuai dengan waktu atau periode pengamatannya. Hasil dari perhitungan rasio ini menunjukkan nilai produktivitas perusahaan dari setiap rasio yang dipergunakan. Nilai produktivitas setiap rasio ini akan digunakan dalam langkah-langkah pembuatan tabel OMAX (Objectives Matrix).

Tabel 4.31 Data rasio aktual

Periode	Rasio 1 (unit)	Rasio 2 (%)	Rasio 3 (jam)	Rasio 4 (%)
Agustus 2016	124,85	3,8%	195,60	4,0%
September 2016	124,98	3,4%	195,81	3,5%
Oktober 2016	124,03	2,7%	194,32	2,7%
November 2016	125,20	2,6%	196,15	2,6%
Desember 2016	125,71	2,5%	196,94	2,6%
Rata-rata	125,0	3%	195,8	3,1%

Sumber : data olahan

Untuk selanjutnya nilai rata-rata masing-masing rasio dijadikan nilai awal pada skor 3 ditabel perhitungan Objective Matrix.

4.9. Perhitungan Target Peningkatan Produktivitas

Target produktivitas perusahaan ini adalah nilai yang ingin dicapai oleh perusahaan dan akan ditempatkan pada skor 10 pada tabel perhitungan OMAX. Berdasarkan ketetapan dari perusahaan, sasaran akhir atau target yang ingin dicapai adalah target peningkatan produktivitas sebesar 50% Berikut ini adalah cara perhitungan dari target:

1. Pertama-tama menentukan nilai tertinggi dan terendah selama periode pengamatan.

Tabel 4.32 Nilai Tertinggi dan Terendah Pengamatan

Rasio	Tertinggi	Terendah
1	3,80%	2,50%
2	125,7	124
3	4%	2,60%
4	196,9	194,3

2. Selanjutnya dilakukan perhitungan target dengan menggunakan nilai tertinggi dari setiap rasio selama periode pengamatan. Adapun perhitungannya adalah seperti dibawah ini :

$$\text{Target Rasio 2 : } 3,8 - (3,8 \times 0.50) = 1,9$$

$$\text{Target Rasio 1 : } (125,7 \times 0.50) + 125,7 = 188,55$$

$$\text{Target Rasio 4 : } 4 - (4 \times 0.50) = 2$$

$$\text{Target Rasio 3 : } (196,9 \times 0.50) + 196,9 = 295,35$$

Dari hasil perhitungan target diatas dapat terlihat bahwa pada rasio 1 dan 3 mempunyai cara perhitungan yang berbeda dengan rasio 2 dan 4. Hal tersebut dikarenakan pada rasio 1 dan 3 nilai targetnya berbanding terbalik yaitu semakin kecil nilai semakin baik.. Pada rasio 2 dan 4 nilai targetnya berbanding lurus yaitu semakin besar berarti semakin baik.

Tabel 4.33 Nilai awal dan nilai target

Rasio	Nilai Standar (rata-rata nilai)	Nilai Target
1	125	189
2	3%	1,90%
3	195,8	295
4	3%	2,00%

Selanjutnya nilai-nilai yang diperoleh yaitu nilai standar awal, nilai target, dan nilai terendah selama periode pengamatan akan digunakan dalam pembuatan tabel OMAX (Objectives Matrix).

4.10. Pembuatan dan Perhitungan Tabel Objective Matrix

Pada tahap ini dilakukan pengukuran produktivitas dengan menggunakan metode OMAX (Objectives Matrix) dalam rentang waktu antara bulan Agustus 2016 sampai bulan Desember 2016. Langkah-langkah dalam pembuatan tabel OMAX adalah :

1. Memasukkan nilai standar awal ke baris score 3
2. Memasukkan nilai target ke baris score 10
3. Memasukkan nilai terendah pada periode pengamatan ke baris score 0
4. Dengan menggunakan format skala linier atau non-linier, tentukan nilai-nilai yang tersisa ke dalam matriks. Nilai-nilai ini akan masuk ke baris 1,2,4,5, 6, 7, 8, dan 9.
5. Masukkan nilai aktual untuk setiap rasio pada satu periode (misal : Agustus 2006) ke dalam baris nilai aktual pada tabel Objectives Matrix.
6. Tentukan skor aktual pada tabel matrix dengan cara menentukan nilai yang terdekat antara baris nilai aktual setiap rasio dengan kolom score.

7. Memasukkan nilai bobot untuk setiap rasio yang didapat dari kuesioner ke dalam baris bobot dalam tabel Objectives Matrix.
8. Melakukan perkalian antara skor aktual dengan bobot untuk mendapat nilai produktivitas Penjelasan langkah ke enam adalah sebagai berikut :

- Bila nilai kinerja sama dengan nilai pencapaian pada baris skor tertentu, maka skor yang dicapai adalah skor tersebut.

Contoh : Kinerja yang dicapai pada rasio 1 adalah 2,7.

Nilai ini sama dengan nilai pada baris skor 5, maka skor pada rasio 1 pada bulan Oktober 2016 adalah 5.

- Bila nilai kinerja berada diantara 2 skor, maka dilakukan perhitungan secara manual untuk melihat dimana letak dari nilai aktual tersebut.

Contoh : Kinerja pada rasio 3 pada bulan Oktober 2016 adalah 2,7. Nilai ini terletak diantara diantara 2,69 pada baris skor 6 dan 2,80 pada baris skor 5 , maka perhitungannya adalah:

$$\square 2,7 - 2,69 = 0,01 \text{ lalu}$$

$$\square 2,80 - 2,7 = 0,1$$

Nilai 0,01 lebih kecil dari 0,1 dan menunjukkan bahwa nilai 2,7 lebih dekat ke nilai 2,69. Karena nilai 2,69 berada pada skor 6, maka skor aktual 2,7 adalah 6.

4.11. Perhitungan Tabel Objective Matrix

Setelah melakukan delapan langkah dalam pembuatan tabel Objectives Matrix seperti yang telah disebutkan diatas, maka didapatkan nilai indeks produktivitas perusahaan per bulan selama periode pengamatan. Nilai indeks produktivitas tersebut merupakan penjumlahan dari nilai produktivitas semua

rasio yang dipergunakan dan jika keempat rasio yang dipergunakan memperoleh skor 10 maka total nilai indeks produktivitas akan menjadi 1000. Tabel di bawah ini menunjukkan nilai indeks produktivitas pada bulan Agustus 2016 sampai dengan Desember 2016.

Untuk menentukan sel-sel dari setiap skor maka berikut ini rumus untuk mencari sel-sel dari kondisi normal sampai kondisi terbaik.

S4 = Nilai pada sel ke-4 di atas kondisi normal

Nn = Nilai pada kondisi normal bulan agustus rasio 1 (125)

Nt = Nilai pada kondisi terget bulan agustus (188,55)

$$S4 = Nn + \frac{(Nt - Nn)}{7}$$

$$S4 = 125 + \frac{(188,85 - 125)}{7}$$

$$S4 = 134,99$$

Sedangkan rumus untuk mencari skala antara kondisi terburuk sampai kondisi normal adalah :

S2 = Nilai pada sel ke-2 dibawah nilai normal

Nn = Nilai pada kondisi normal pada rasio 1 bulan agustus (125)

Np = Nilai pada kondisi terburuk pada rasio 1 bulan agustus 2016 (124)

$$S2 = Nn + \frac{(Nn - Np)}{3}$$

$$S2 = 125 + \frac{(125 - 124)}{3}$$

$$S2 = 124,67$$

Tabel 4.34 Objective Matrix Standar

Kriteria	Efektivitas		Efisiensi		Score
	Rasio 1 (unit)	Rasio 2 (%)	Rasio 3 (jam)	Rasio 4 (%)	
Nilai Aktual	125	3,0	195,7	3,1	
Target	188,55	1,9	295,35	2	10
	163,35	2,336	255,87	2,436	9
	159,15	2,409	249,29	2,509	8
	154,25	2,494	241,62	2,594	7
	148,53	2,593	232,66	2,693	6
	141,86	2,708	222,21	2,808	5
	134,08	2,843	210,02	2,943	4
	125	3,0	195,8	3,1	3
	124,67	3,27	195,30	3,40	2
	124,33	3,53	194,80	3,70	1
	124	3,8	194,3	4	0
Skor Aktual	3	3	3	3	
Bobot	35,6	47,09	6,27	11,04	
Nilai Produktivitas	106,8	141,27	18,81	33,12	

NILAI INDEKS PRODUKTIVITAS	300
-----------------------------------	------------

Data pada tabel di atas adalah nilai rata-rata dari setiap rasio produktivitas nilai ini merupakan parameter yang akan digunakan untuk nilai indeks produktivitas pada setiap bulannya.

Tabel 4.35 Objectives Matrix Bulan Agustus 2016

Kriteria	Efektivitas		Efisiensi		Score
	Rasio 1 (unit)	Rasio 2 (%)	Rasio 3 (jam)	Rasio 4 (%)	
Nilai Aktual	124,85	3,8	195,6	4	
Target	188,55	1,9	295,35	2	10
	163,35	2,336	255,87	2,436	9
	159,15	2,409	249,29	2,509	8
	154,25	2,494	241,62	2,594	7
	148,53	2,593	232,66	2,693	6
	141,86	2,708	222,21	2,808	5
	134,08	2,843	210,02	2,943	4
	125	3,0	195,8	3,1	3
	124,67	3,27	195,30	3,40	2
	124,33	3,53	194,80	3,70	1
	124	3,8	194,3	4	0
Skor Aktual	3	0	3	0	
Bobot	35,6	47,09	6,27	11,04	
Nilai Produktivitas	106,8	0	18,81	0	

NILAI INDEKS PRODUKTIVITAS	125,61
----------------------------	--------

Data pada tabel di atas adalah nilai yang didapat pada periode bulan Agustus 2016. Pada tabel di atas menunjukkan bahwa rasio 2 dan rasio 4 memiliki nilai skor 0, nilai tersebut berarti bahwa rasio tersebut belum efektif.

Rasio 1 dan rasio 3 pada bulan Agustus 2016 mendapatkan skor masing-masing 3, nilai tersebut berarti bahwa rasio 1 dan rasio 3 memiliki rasio skor aktual yang sama dengan nilai rata-rata rasio.

Tabel 4.36 Objective Matrix Bulan September 2016

Kriteria	Efektivitas		Efisiensi		Score
	Rasio 1 (unit)	Rasio 2 (%)	Rasio 3 (jam)	Rasio 4 (%)	
Nilai Aktual	124,98	3,4	195,81	3,5	
Target	188,55	1,9	295,35	2	10
	163,35	2,336	255,87	2,436	9
	159,15	2,409	249,29	2,509	8
	154,25	2,494	241,62	2,594	7
	148,53	2,593	232,66	2,693	6
	141,86	2,708	222,21	2,808	5
	134,08	2,843	210,02	2,943	4
	125	3,0	195,8	3,1	3
	124,67	3,27	195,30	3,40	2
	124,33	3,53	194,80	3,70	1
	124	3,8	194,3	4	0
Skor Aktual	3	1	3	2	
Bobot	35,6	47,09	6,27	11,04	
Nilai Produktivitas	106,8	47,09	18,81	22,08	

NILAI INDEKS PRODUKTIVITAS	194,78
----------------------------	--------

Data pada tabel di atas adalah nilai yang didapat pada periode bulan September 2016. Pada tabel di atas menunjukkan bahwa rasio 2 dan rasio 4 memiliki nilai skor 1 dan 2, nilai tersebut masih berada dibawah nilai skor rata-rata yaitu 3.

Rasio 1 dan rasio 3 pada bulan Agustus 2016 mendapatkan skor masing-masing 3, nilai tersebut berarti bahwa rasio 1 dan rasio 3 memiliki rasio skor aktual yang sama dengan nilai rata-rata rasio.

Tabel 4.37 Objective Matrix Bulan Oktober 2016

Kriteria	Efektivitas		Efisiensi		Score
	Rasio 1 (unit)	Rasio 2 (%)	Rasio 3 (jam)	Rasio 4 (%)	
Nilai Aktual	124,03	2,7	194,32	2,7	
Target	188,55	1,9	295,35	2	10
	163,35	2,336	255,87	2,436	9
	159,15	2,409	249,29	2,509	8
	154,25	2,494	241,62	2,594	7
	148,53	2,593	232,66	2,693	6
	141,86	2,7	222,21	2,808	5
	134,08	2,843	210,02	2,943	4
	125	3,0	195,8	3,1	3
	124,67	3,27	195,30	3,40	2
	124,33	3,53	194,80	3,70	1
	124	3,8	194,3	4	0
Skor Aktual	0	5	0	6	
Bobot	35,6	47,09	6,27	11,04	
Nilai Produktivitas	0	235,45	0	66,24	

NILAI INDEKS PRODUKTIVITAS	301,69
-----------------------------------	---------------

Data pada tabel di atas adalah nilai yang didapat pada periode bulan Oktober 2016. Pada tabel di atas menunjukkan bahwa rasio 2 dan rasio 4 memiliki nilai skor 5 dan 6, nilai tersebut masih berada di atas nilai skor rata-rata yaitu 3.

Rasio 1 dan rasio 3 pada bulan Agustus 2016 mendapatkan skor masing-masing 0, nilai tersebut berarti bahwa rasio 1 dan rasio 3 memiliki rasio skor aktual di bawah standar.

Tabel 4.38 Objective Matrix Bulan November

Kriteria	Efektivitas		Efisiensi		Score
	Rasio 1 (unit)	Rasio 2 (%)	Rasio 3 (jam)	Rasio 4 (%)	
Nilai Aktual	125,2	2,6	196,15	2,6	
Target	188,55	1,9	295,35	2	10
	163,35	2,336	255,87	2,436	9
	159,15	2,409	249,29	2,509	8
	154,25	2,494	241,62	2,594	7
	148,53	2,593	232,66	2,693	6
	141,86	2,708	222,21	2,808	5
	134,08	2,843	210,02	2,943	4
	125	3,0	195,8	3,1	3
	124,67	3,27	195,30	3,40	2
	124,33	3,53	194,80	3,70	1
	124	3,8	194,3	4	0
Skor Aktual	3	6	3	7	
Bobot	35,6	47,09	6,27	11,04	
Nilai Produktivitas	106,8	282,54	18,81	77,28	

NILAI INDEKS PRODUKTIVITAS	485,43
-----------------------------------	---------------

Data pada tabel di atas adalah nilai yang didapat pada periode bulan November 2016. Pada tabel di atas menunjukkan bahwa rasio 2 dan rasio 4 memiliki nilai skor 6 dan 7, nilai tersebut masih berada di atas nilai skor rata-rata yaitu 3.

Rasio 1 dan rasio 3 pada bulan Agustus 2016 mendapatkan skor masing-masing 3, nilai tersebut berarti bahwa rasio 1 dan rasio 3 memiliki rasio skor aktual sama dengan nilai rata-rata.

Tabel 4.39 Objectives Matrix Bulan Desember 2016

Kriteria	Efektivitas		Efisiensi		Score
	Rasio 1 (unit)	Rasio 2 (%)	Rasio 3 (jam)	Rasio 4 (%)	
Nilai Aktual	125,71	2,5	196,94	2,6	
Target	188,55	1,9	295,35	2	10
	163,35	2,336	255,87	2,436	9
	159,15	2,409	249,29	2,509	8
	154,25	2,494	241,62	2,594	7
	148,53	2,593	232,66	2,693	6
	141,86	2,708	222,21	2,808	5
	134,08	2,843	210,02	2,943	4
	125	3,0	195,8	3,1	3
	124,67	3,27	195,30	3,40	2
	124,33	3,53	194,80	3,70	1
	124	3,8	194,3	4	0
Skor Aktual	3	7	3	7	
Bobot	35,6	47,09	6,27	11,04	
Nilai Produktivitas	106,8	329,63	18,81	77,28	

NILAI INDEKS PRODUKTIVITAS	532,52
----------------------------	--------

Bersasarkan data objective matrix bulan Agustus – Desember 2016 terdapat dua bulan yang mempunyai nilai indeks produktivitas berada dibawah standar

indeks produktivitas yang telah ditetapkan yang telah ditetapkan sebelumnya yaitu sebesar 300 sedangkan indeks produktivitas pada bulan Agustus 2016 sebesar 125,61 dan bulan September 2016 sebesar 194,78.

4.12. Analisis Indeks Produktivitas

Dari hasil pengolahan data yang dilakukan pada bagian sebelumnya, dapat diketahui indeks produktivitas pada periode pengukuran, Adapun rumus untuk menghitung indeks produktivitas, adalah dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Indeks produktivitas} = \frac{\text{Indeks produktivitas sekarang} - \text{Indeks Produktivitas sebelumnya}}{\text{Indeks produktivitas sebelumnya}} \times 100 \%$$

Indeks Produktivitas dari bulan Agustus 2016 sampai bulan Desember 2016, adalah sebagai berikut:

Tabel 4.40 Perubahan Indeks Produktivitas

Periode	Indeks Produktivitas tiap bulan	Nilai Perubahan produktivitas terhadap produktivitas periode sebelumnya (%)
Agustus 2016	125,6	0,00
September 2016	194,8	55,07
Oktober 2016	301,7	54,89
November 2016	485,4	60,90
Desember 2016	532,5	9,70

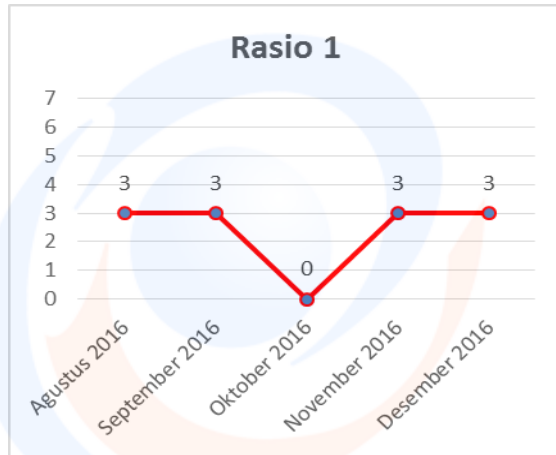
4.13. Analisa Masing-masing Rasio

4.13.1. Analisa Rasio 1

$$\text{Rasio 1} = \frac{\text{Total Produk yang Dihasilkan (pcs)/bulan}}{\text{Jam Kerja yang Terpakai (jam)/bulan}}$$

Penjelasan :

Rasio ini menunjukkan banyaknya total produk yang dihasilkan dibandingkan dengan jumlah jam kerja dalam rentang waktu bulan. Angka ini semakin baik apabila menunjukkan nilai yang semakin besar. Untuk perhitungan ini digunakan data total produk yang dihasilkan dan jam kerja yang terpakai.



Gambar 4.30 Grafik Skor Rasio 1

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa rasio 1 cenderung stabil, akan tetapi terjadi penurunan pada bulan oktober 2016 penurunan ini dikarenakan perubahan schedule produksi yang terjadi pada bulan Oktober 2016.

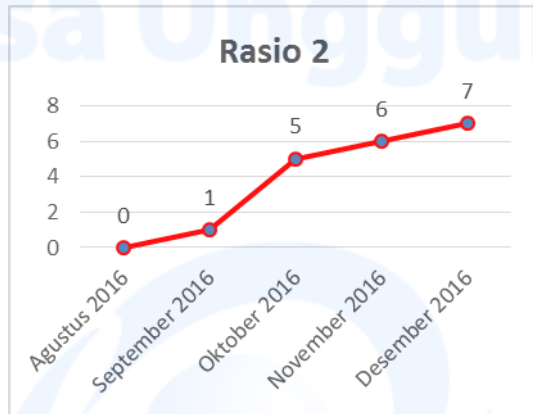
4.13.2. Analisa Rasio 2

$$\text{Rasio 2} = \frac{\text{Jumlah Produk yang Dihasilkan (pcs)/bulan}}{\text{Jumlah tenaga kerja (orang)/bulan}}$$

Penjelasan :

Rasio ini menunjukkan banyaknya jumlah produk yang dihasilkan dalam rentang dibandingkan dengan jumlah tenaga kerja yang digunakan. Angka ini

semakin baik apabila menunjukkan nilai yang semakin besar. Untuk perhitungan ini data jumlah produk yang dihasilkan dan jumlah tenaga kerja.



Gambar 4.31 Grafik perolehan skor rasio 2

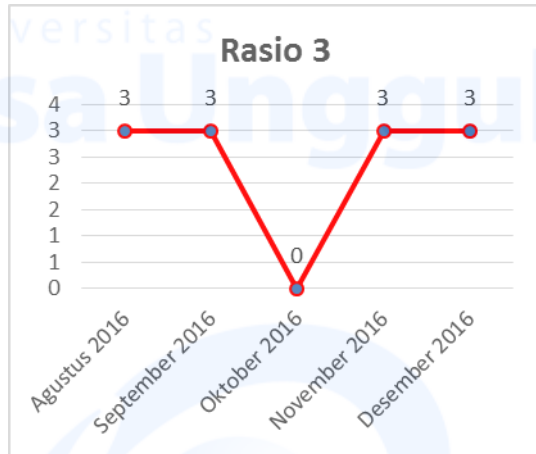
Pada grafik di atas menunjukkan bahwa rasio 2 mengalami kenaikan pada setiap bulannya, kenaikan yang cukup signifikan terjadi pada bulan September 2016 ke bulan Desember 2016 yaitu dari skor 1 pada bulan September 2016 menjadi skor 5 pada bulan Oktober 2016 atau naik 4 tingkat. Nilai di atas menunjukkan bahwa terjadi penurunan jumlah *defect* pada setiap periode setelah dilakukan perbaikan.

4.13.3. Analisa Rasio 3

$$\text{Rasio 3} = \frac{\text{Jumlah Produk yang Cacat (pcs)/bulan}}{\text{Jumlah Produk yang Dhasilkan (pcs)/bulan}} \times 100 \%$$

Penjelasan :

Rasio ini merupakan perbandingan antara total produk yang diperbaiki dengan Total produk yang dihasilkan dalam tiap bulannya. Angka ini semakin baik apabila menunjukkan nilai yang semakin kecil.



Gambar 4.32 Grafik Perolehan skor rasio 3

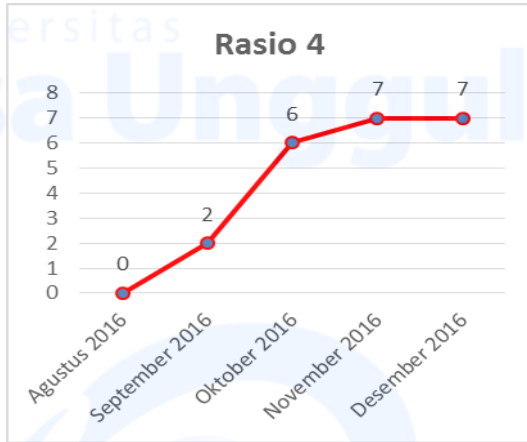
Pada grafik di atas menunjukkan bahwa rasio 3 cenderung stabil, akan tetapi terjadi penurunan pada bulan oktober 2016 penurunan ini dikarenakan perubahan schedule produksi yang terjadi pada bulan Oktober 2016.

4.13.4. Analisa Rasio 4

$$\text{Rasio 4} = \frac{\text{Jumlah Produk yang Cacat (pcs)/bulan}}{\text{Jumlah Produk yang baik (pcs)/bulan}} \times 100 \%$$

Penjelasan :

Rasio ini merupakan perbandingan antara total produk yang diperbaiki dengan total produk yang baik dalam tiap bulannya. Angka ini semakin baik apabila menunjukkan nilai yang semakin kecil.



Gambar 4.33 Grafik Perolehan skor rasio 4

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa rasio 4 mengalami kenaikan pada setiap bulannya, kenaikan yang cukup signifikan terjadi pada bulan September 2016 ke bulan Desember 2016 yaitu dari skor 2 pada bulan September 2016 menjadi skor 6 pada bulan Oktober 2016 atau naik 4 tingkat. Nilai di atas menunjukkan bahwa terjadi penurunan jumlah *defect* pada setiap periode setelah dilakukan perbaikan.

Rasio 4 adalah perbandingan antara jumlah produk cacat dengan jumlah produk baik, grafik di atas menunjukkan peningkatan hal ini berarti bahwa jumlah produk cacat semakin berkurang dari waktu ke waktu.

Berkurangnya produk cacat berbanding lurus dengan bertambahnya produk baik sehingga nilai skor aktual yang didapat oleh rasio 4 senantiasa meningkat tiap bulannya.

BAB V KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan analisa terhadap permasalahan yang ada, maka dapat dibuat kesimpulan terhadap hasil penelitian ini, sebagai berikut:

1. Nilai level sigma juga mengalami peningkatan setelah tahapan perbaikan. Semula level Sigma rata-rata berada pada level 3,93 Sigma dengan nilai DPMO sebesar 7.625,8. Dan setelah perbaikan terjadi peningkatan Level sigma menjadi 4.06 Sigma dan nilai DPMO menjadi 5.315,9.
2. *Defect* yang dominan terjadi pada proses produksi adalah *Under cure*, *Blown Tread*, *Blown Sidewall*, *Crease Sidewall* dan *Foreign Material*
3. Item perbaikan yang dilakukan berdasarkan rekap RPN adalah sebagai berikut.
 - a) Seal Piston Putus dengan nilai RPN 324
 - b) Dinding silinder cacat dengan nilai RPN 175
 - c) Silinder *double acting* dengan nilai RPN 252

Tindakan prioritas perbaikan dilakukan berdasarkan besarnya nilai RPN.

4. Untuk Performance divisi tire curing, dapat dilihat pada nilai Cp (Capability Process). Dimana, sebelum perbaikan nilai Cp sebesar 1,31. Dan setelah dilakukan tahapan perbaikan Cpk meningkat menjadi 1,35.
5. Dalam pengukuran nilai indeks produktivitas dengan menggunakan alat ukur Objectives Matrix, didapatkan empat rasio produktivitas yang mempunyai tingkat kepentingan yang cukup signifikan terhadap efisiensi dan efektivitas proses produksi. Rasio-rasio tersebut berdasarkan urutan tingkat kepentingannya antara lain adalah :

- a) Rasio 2 (produk cacat/produk yang dihasilkan)
- b) Rasio 1 (produk yang dihasilkan/jam kerja)
- c) Rasio 4 (Produk cacat/produk baik)
- d) Rasio 3 (produk yang dihasilkan/ jam kerja)

Nilai indeks produktivitas PT. XXX pada tahun 2016 yang memiliki nilai tertinggi terjadi pada bulan Desember 2016 dengan nilai 532,32, sedangkan yang memiliki nilai terendah terjadi pada bulan Oktober dengan nilai 125,61

5.2. Saran

1. Setelah dilakukan perbaikan, level sigma telah mencapai 4.06 Sigma. Siklus six sigma perlu diulang kembali untuk menurunkan *defect* yang lainnya. Itu artinya masih terdapat potensi penyebab *defect* yang masih belum diketahui sehingga masih muncul *defect*.
3. Perlunya menyediakan seal PTFE bronze sebagai stock regular yang ada di gudang spare part.
4. Diperlukan unifikasi dan standarisasi agar semua mesin curing tire menggunakan seal PTFE bronze, hal ini dilakukan untuk mengurangi variasi spare part yang ada digudang.
5. Dibutuhkan penelitian lanjutan dengan waktu yang lebih lama untuk dapat melihat trend indeks produktivitas yang lebih akurat
6. Rasio produktivitas harus dikembangkan lebih banyak lagi sehingga hasil yang didapatkan lebih mendekati kondisi aktual.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Ahyari (1990). *Manajemen produksi, Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: BPFE
- Agustina, F., dan Riana, N A. 2011. "Analisis Produktivitas dengan Metode *Objective Matrix (OMAX)* di PT X. *Jurnal* Vol. 6 No. 2, Desember 2011
- Evans Linsay, 2007. *An Introduction to Six Sigma & process improvement*. Jakarta: Salemba Empat
- Gaspersz, Vincent. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001 : 2000, MBNQA, dan HACPP*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gasperz, Vincent. 2007. "*Lean Six Sigma For Manufacturing And Services Industries*" Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Harta, Franacitra Surya 2105. *usulan penerapan metode six sigma-dmaic terhadap pengukuran dan peningkatan kualitas produk ban sepeda motor ukuran 70/90-14 pada proses curing tire di pt.xyz* . Intitut Teknologi Indonesia, Tangerang
- Hartanto, Mario Taniko. 2014. *Jurnal "penerapan metode sixsigma dmaic untuk mengurangi proporsi produk cacat pada general shoe factory"*. Universitas Katholik Parahyangan, Bandung.
- Henderick, C. And Kelbaugh, R. 1998. *Implementing Six Sigma at GE. Jurnal For Quality and Participation, July/August*.
- Pande, Pete, Larry Holpp. 2003. *What is Six Sigma*. Yogyakarta : Penerbit Andi
- Rainyta. 2006. *Jurnal "Usulan Penerapan Metode DMAIC untuk Meningkatkan Kualitas Produk Pasta Gigi Delident Lokal Biru 70 Gr Pada Departemen Filling PT.DCI"*, Universitas Bina Nusantara, Jakarta.
- S. Pande, Peter. P. Neuman, Robert. R. Cavanagh, Roland 2003. *The Six Sigma Way*. Penerbit ANDI. Yogyakarta.



Universitas
Esa Unggul



LAMPIRAN
KUESIONER PRODUKTIVITAS

Universitas
Esa Unggul



Berilah nilai kepentingan pada kriteria produktivitas dibawah ini. Semakin besar bobot kepentingan berarti semakin penting tingkat produktivitas dalam meningkatkan produktivitas perusahaan.

Departemen Plan Production Control (PPC)

No	Rasio Produktivitas	Deskripsi	Penilaian				
			Tidak Penting	Kurang penting	Cukup Penting	Penting	Sangat Penting
1	$\frac{\text{Total Produk yang Dihasilkan (pcs)}/\text{bulan}}{\text{Jam Kerja yang terpakai (Jam)}/\text{bulan}}$	Rasio ini menunjukan banyaknya total produk yang dihasilkan dibandingkan dengan jumlah jam kerja					
2	$\frac{\text{Total Produk yang Diperbaiki (pcs)}/\text{bulan}}{\text{Total Produk yang Dihasilkan (pcs)}/\text{bulan}}$	Rasio ini menunjukan banyaknya total produk yang diperbaiki (<i>repair</i>) dibandingkan dengan jumlah produk yang dihasilkan					
3	$\frac{\text{Total Produk yang Dihasilkan (pcs)}/\text{bulan}}{\text{Jumlah Tenaga Kerja (Orang)}/\text{bulan}}$	Rasio ini menunjukan banyaknya total produk yang dihasilkan dibandingkan dengan jumlah tenaga kerja					
4	$\frac{\text{Total Produk yang Diperbaiki (pcs)}/\text{bulan}}{\text{Jumlah Produk yang Baik (Pcs)}/\text{bulan}}$	Rasio ini menunjukan banyaknya total produk yang diperbaiki (<i>repair</i>) dibandingkan dengan jumlah produk yang baik					

.....

Berilah nilai kepentingan pada kriteria produktivitas dibawah ini. Semakin besar bobot kepentingan berarti semakin penting tingkat produktivitas dalam meningkatkan produktivitas perusahaan.

Departemen Technical

No	Rasio Produktivitas	Deskripsi	Penilaian				
			Tidak Penting	Kurang penting	Cukup Penting	Penting	Sangat Penting
1	$\frac{\text{Total Produk yang Dihilkan (pcs)/bulan}}{\text{Jam Kerja yang terpakai (Jam)/bulan}}$	Rasio ini menunjukan banyaknya total produk yang dihasilkan dibandingkan dengan jumlah jam kerja					
2	$\frac{\text{Total Produk yang Diperbaiki(pcs)/bulan}}{\text{Total Produk yang Dihilkan (pcs)/bulan}}$	Rasio ini menunjukan banyaknya total produk yang diperbaiki (<i>repair</i>) dibandingkan dengan jumlah produk yang dihasilkan					
3	$\frac{\text{Total Produk yang Dihilkan (pcs)/bulan}}{\text{Jumlah Tenaga Kerja (Orang)/bulan}}$	Rasio ini menunjukan banyaknya total produk yang dihasilkan dibandingkan dengan jumlah tenaga kerja					
4	$\frac{\text{Total Produk yang Diperbaiki (pcs)/bulan}}{\text{Jumlah Produk yang Baik (Pcs)/bulan}}$	Rasio ini menunjukan banyaknya total produk yang diperbaiki (<i>repair</i>) dibandingkan dengan jumlah produk yang baik					

Berilah nilai kepentingan pada kriteria

produktivitas dibawah ini. Semakin besar bobot kepentingan berarti semakin penting tingkat produktivitas dalam meningkatkan produktivitas perusahaan.

Departemen Produksi

No	Rasio Produktivitas	Deskripsi	Penilaian				
			Tidak Penting	Kurang penting	Cukup Penting	Penting	Sangat Penting
1	$\frac{\text{Total Produk yang Dihilkan (pcs)/bulan}}{\text{Jam Kerja yang terpakai (Jam)/bulan}}$	Rasio ini menunjukkan banyaknya total produk yang dihasilkan dibandingkan dengan jumlah jam kerja					
2	$\frac{\text{Total Produk yang Diperbaiki (pcs)/bulan}}{\text{Total Produk yang Dihilkan (pcs)/bulan}}$	Rasio ini menunjukkan banyaknya total produk yang diperbaiki (<i>repair</i>) dibandingkan dengan jumlah produk yang dihasilkan					
3	$\frac{\text{Total Produk yang Dihilkan (pcs)/bulan}}{\text{Jumlah Tenaga Kerja (Orang)/bulan}}$	Rasio ini menunjukkan banyaknya total produk yang dihasilkan dibandingkan dengan jumlah tenaga kerja					
4	$\frac{\text{Total Produk yang Diperbaiki (pcs)/bulan}}{\text{Jumlah Produk yang Baik (Pcs)/bulan}}$	Rasio ini menunjukkan banyaknya total produk yang diperbaiki (<i>repair</i>) dibandingkan dengan jumlah produk yang baik					

.....
 Berilah nilai kepentingan pada kriteria produktivitas dibawah ini. Semakin besar bobot kepentingan berarti semakin penting tingkat produktivitas dalam meningkatkan produktivitas perusahaan.

Departemen Quality Control

No	Rasio Produktivitas	Deskripsi	Penilaian				
			Tidak Penting	Kurang penting	Cukup Penting	Penting	Sangat Penting
1	$\frac{\text{Total Produk yang Dihilkan (pcs)/bulan}}{\text{Jam Kerja yang terpakai (Jam)/bulan}}$	Rasio ini menunjukkan banyaknya total produk yang dihasilkan dibandingkan dengan jumlah jam kerja					
2	$\frac{\text{Total Produk yang Diperbaiki (pcs)/bulan}}{\text{Total Produk yang Dihilkan (pcs)/bulan}}$	Rasio ini menunjukkan banyaknya total produk yang diperbaiki (<i>repair</i>) dibandingkan dengan jumlah produk yang dihasilkan					
3	$\frac{\text{Total Produk yang Dihilkan (pcs)/bulan}}{\text{Jumlah Tenaga Kerja (Orang)/bulan}}$	Rasio ini menunjukkan banyaknya total produk yang dihasilkan dibandingkan dengan jumlah tenaga kerja					
4	$\frac{\text{Total Produk yang Diperbaiki (pcs)/bulan}}{\text{Jumlah Produk yang Baik (Pcs)/bulan}}$	Rasio ini menunjukkan banyaknya total produk yang diperbaiki (<i>repair</i>) dibandingkan dengan jumlah produk yang baik					

Kuesioner tahap 2

.....

Perbandingan Rasio	Rasio yang lebih penting	Responden				Rata-rata
		1	2	3	4	
Rasio 2 vs rasio 2	Equal					
Rasio 2 vs rasio 1	rasio 2					
Rasio 2 vs rasio 4	rasio 2					
Rasio 2 vs rasio 3	rasio 2					

Perbandingan Rasio	Rasio yang lebih penting	Responden				Rata-rata
		1	2	3	4	
Rasio 1 vs rasio 1	Equal					
Rasio 1 vs rasio 3	rasio 1					
Rasio 1 vs rasio 4	rasio 1					

Perbandingan Rasio	Rasio yang lebih penting	Responden				Rata-rata
		1	2	3	4	
Rasio 4 vs rasio 4	Equal					
Rasio 4 vs rasio 3	rasio 4					

Kuesioner tahap 3

Perbandingan Rasio	Nilai Intensitas Kepentingan	Nilai Pembulatan
Rasio 2 vs rasio 2	1	1
Rasio 2 vs rasio 1	2,25	
Rasio 2 vs rasio 4	5	
Rasio 2 vs rasio 3	4,5	

Perbandingan Rasio	Nilai Intensitas Kepentingan	Nilai Pembulatan
Rasio 1 vs rasio 1	1	1
Rasio 1 vs rasio 3	4,75	
Rasio 1 vs rasio 4	3,5	

Perbandingan Rasio	Nilai Intensitas Kepentingan	Nilai Pembulatan
Rasio 4 vs rasio 4	1	1
Rasio 4 vs rasio 3	2,75	