

**USULAN PERBAIKAN KUALITAS PRODUK GALVANIZING DENGAN
METODE SIX SIGMA PADA PROSES *CONTINUOUS GALVANIZING LINE*
(CGL)**

(Studi Kasus: PT Fumira, Bekasi)

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Program Studi Teknik Industri. Fakultas Teknologi Industri**



Nama : Faris Abdul Hafizh
No. Mahasiswa : 14 522 463

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2021**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya mengakui karya tulis ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan kutipan dari penelitian sebelumnya yang sumbernya sudah saya jelaskan secara rinci. Apabila dikemudian hari terbukti pengakuan saya tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 9 Agustus 2021



mbuat pernyataan

(Faris Abdulhafizh)

14522463

LEMBAR KETERANGAN PENELITIAN

FUMIRA



HEAD OFFICE: WISMA ARGO MANUNGAL 8 FLOOR, JL. JEND. GATOT SUBROTO KAV.22, JAKARTA 12930 INDONESIA, TEL (021) 252 9908

Nomor : JF-HRD/120/2102.256/YA.Is
Hal : Keterangan Penelitian
Lampiran : -

Kepada Yth,
Bapak/Ibu : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Fakultas Teknologi Industri – Yogyakarta

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yusuf Abdullah
Jabatan : HRD & GA Manager
Alamat : Bekasi Fajar Industrial Estate Kav.A-1 MM2100
Cikarang Barat, Bekasi

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Faris Abdulhafizh
No. Mahasiswa : 14522463

Mahasiswa tersebut yang berasal dari UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA jurusan Teknik Industri. Telah melakukan penelitian tugas akhir untuk memenuhi syarat kelulusan di perusahaan kami.

Pelaksanaan penelitian tugas akhir tersebut mulai dilaksanakan pada tanggal 06 Agustus 2020 dan berakhir pada tanggal 24 Desember 2020, yang ditempatkan di bagian Factory Division.

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bekasi, 27 Desember 2020

Yang menerangkan,

Yusuf Abdullah
HRD & GA Manager

c.c Arsip.-

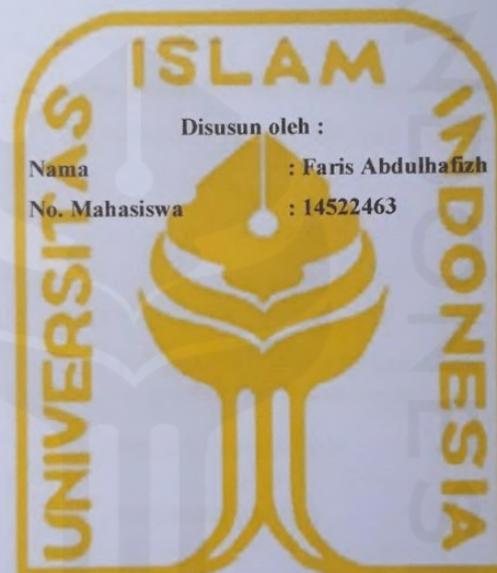
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK *GALVANIZING* DENGAN METODE SIX SIGMA PADA PROSES *CONTINUOUS GALVANIZING LINE (CGL)*

(Studi Kasus: PT Fumira, Bekasi)

TUGAS AKHIR



Disusun oleh :

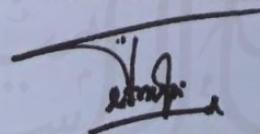
Nama : Faris Abdulhafizh

No. Mahasiswa : 14522463

Yogyakarta, 9 Agustus 2021

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



(Vembri Noor Helia, S.T., M.T.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**USULAN PERBAIKAN KUALITAS PRODUK GALVANIZING DENGAN
METODE SIX SIGMA PADA PROSES CONTINUOUS GALVANIZING LINE
(CGL)****(Studi Kasus: PT Fumira, Bekasi)****TUGAS AKHIR****Disusun oleh :****Nama : Faris Abdulhafizh****No. Mahasiswa : 14522463****Telah dipertahankan didepan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri****Yogyakarta, 30 Agustus 2021****Tim Penguji****Vembri Noor Helia, S.T., M.T.****Ketua****Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng.****Anggota I****Abdullah 'Azzam, S.T., M.T.****Anggota II****Mengetahui,****Ketua Prodi Teknik Industri****Fakultas Teknologi Industri****Universitas Islam Indonesia****Yogyakarta****Dr. Fauzi Immawan, S.T., M.M.)**

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah hirabbil 'alamiin kupanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT Yang maha segalanya, Yang memiliki bumi dan langit beserta isinya, Yang selalu lebih dekat daripada nadi hamba-Nya. Tugas akhir ini kupersembahkan sebagai bentuk akhir pertanggung jawaban kepada orang tua, universitas dan diri sendiri atas kepercayaan dan kesempatan untuk menimba ilmu di kampus Universitas Islam Indonesia. Tidak lupa saya berterimakasih kepada orang tua yang sampai detik akhir mendukung studi saya, dosen pembimbing Vembri Noor Helia S.T., M.T yang sangat mengerti dan sabar dalam membimbing mahasiswanya. Semoga setiap amal kebaikan diterima dan dibalas Allah SWT, aamiin.



MOTTO

وَاللّٰهُ اَخْرَجَكُمْ مِنْ بُطُونِ اُمَّهَاتِكُمْ لَا تَعْلَمُونَ شَيْئًا وَجَعَلَ لَكُمُ السَّمْعَ
وَالْاَبْصَارَ وَالْاَفْئِدَةَ لَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

Dan Allah mengeluarkan kamu dari perut ibumu dalam kondisi tidak mengetahui
sesuatupun, dan Dia memberi kamu pendengaran, penglihatan dan hati, agar kamu
bersyukur. – (Q.S An-Nahl: 78)

قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: طَلَبُ الْعِلْمِ فَرِيضَةٌ عَلَى كُلِّ مُسْلِمٍ وَإِنْ طَلَبَ الْعِلْمَ
يَسْتَغْفِرُ لَهُ كُلُّ شَيْءٍ حَتَّى الْحَيْتَانُ فِي الْبَحْرِ (رَوَاهُ ابْنُ عَبْدِ الْبَرِّ)

Artinya: “Rasulullah saw. Bersabda; Mencari ilmu itu wajib bagi setiap muslim.
Dan sesungguhnya segala sesuatu hingga makhluk hidup di lautan memintakan
ampun bagi penuntut ilmu” (H.R. Ibnu Abdul Barr)

وَمَا كَانَ رَبُّكَ لِيُهْلِكَ الْقُرَىٰ بِظُلْمٍ وَأَهْلِهَا مُصْلِحُونَ وَلَوْ شَاءَ رَبُّكَ لَجَعَلَ
النَّاسَ أُمَّةً وَاحِدَةً ۗ وَلَا يَزَالُونَ مُخْتَلِفِينَ . إِنْ مِنْ رَجْمٍ رَبُّكَ ۗ وَلِذَلِكَ
خَلَقَهُمْ ۗ وَتَمَّتْ كَلِمَةُ رَبِّكَ لِأَمْلَأَنَّ جَهَنَّمَ مِنَ الْجِنَّةِ وَالنَّاسِ أَجْمَعِينَ

“dan Tuhanmu sekali-kali tidak akan membinasakan negeri-negeri secara zalim,
sedang penduduknya orang-orang yang berbuat kebaikan. Jikalau Tuhanmu
menghendaki, tentu Dia menjadikan manusia umat yang satu, tetapi mereka
senantiasa berselisih pendapat. Kecuali orang-orang yang diberi rahmat oleh
Tuhanmu. Sesungguhnya Aku akan memenuhi neraka Jahannam dengan jin dan
manusia (yang durhaka) semuanya” (Q.S Hud: 117-119).

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarokatuh

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir. Penulis juga berterimakasih kepada orang-orang yang terlibat dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.

1. Bapak Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M. selaku Kepala Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Vembri Noor Helia, S.T., M.T selaku pembimbing Tugas Akhir atas dedikasi dalam membimbing dan mengarahkan selama penyusunan Tugas Akhir.
4. Orang Tua tercinta yang telah memberi dukungan, motivasi, masukan, kesabaran dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Ikhfa Fazillah Ningsih yang telah mendampingi dalam proses penyusunan tugas akhir dan selalu memberikan *support* kepada penulis.
6. Segenap jajaran *Factory Division* PT Fumira yang telah berkontribusi dalam pengumpulan data dan informasi untuk mendukung penyelesaian tugas akhir ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis meneliti tentang permasalahan kualitas produk dari PT Fumira untuk membantu perusahaan agar jumlah produk cacat tidak terlalu tinggi melalui penelitian ini, Adapun untuk mendukung penyelesaian masalah penulis menggunakan metode yang umum dipakai yaitu *Six Sigma* dengan harapan penulis dapat mengetahui tingkat nilai perusahaan melalui konversi nilai *Six Sigma* kemudian dapat menemui akar permasalahan yang terjadi.

Pada akhir penelitian ini penulis memberikan usulan perbaikan yang didasari dari hasil pengolahan data dan hasil pengamatan selama penulis melakukan observasi di PT Fumira.

Penulis menyadari terdapat banyak kekurangan dalam penulisan maupun penjelasan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk kesempurnaan penelitian ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat membantu dan bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Wassalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarokatuh



ABSTRAK

PT Fumira merupakan salah satu industri manufaktur yang memproduksi atap baja ringan dengan berbagai bentuk, warna, spesifikasi dan berbagai kebutuhan. Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode *Six Sigma* sebagai upaya pengendalian jumlah produk cacat dengan siklus DMAIC yaitu *define* berfungsi untuk menemukan nilai *critical to quality* dan menemukan 10 jenis cacat produk dan cacat yang mendominasi adalah jenis cacat wavy. Kemudian hasil dari CTQ dilanjutkan dengan pengolahan data atribut dan variabel, pada siklus *measure* yang didalamnya terdapat nilai DPMO yang hasilnya 929 dan nilai sigma 4.60, setelah menemukan hasil perhitungannya peneliti menganalisis pada siklus *analysis* data atribut menghasilkan beberapa akar masalah seperti suhu yang tidak sesuai dengan spesifikasi produk, kemudian pada data variabel ditemukan hasil stabilitas proses H_0 ditolak, pada indeks performansi dihasilkan $0.74 \leq 1.00$ maka dianggap tidak mampu mencapai target, kemudian pada kapabilitas proses dihasilkan 0.333 yang artinya sistem tidak mencapai target. Terakhir dilakukan *improve* untuk memberikan saran hasil dari pengolahan diagram tulang ikan berupa perbaikan kualitas SDM, melakukan pembersihan dan perawatan *part* serta analisis untuk menciptakan simulasi pada perusahaan agar jumlah *defect* berkurang.

Keywords: produk cacat, six sigma, DMAIC, manufaktur.

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR KETERANGAN PENELITIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	14
BAB I PENDAHULUAN.....	15
1.1. Latar Belakang.....	15
1.2. Rumusan Masalah	17
1.3. Tujuan Penelitian.....	17
1.4. Batasan Masalah	18
1.5. Manfaat Penelitian.....	18
BAB II KAJIAN PUSTAKA	19
2.1 Kajian Penelitian Terdahulu.....	19
2.2 Landasan Teori	29
2.2.1 Kualitas	29
2.2.2 Six Sigma.....	33
2.2.3 Metodologi DMAIC Six Sigma	35
2.2.4 Simulasi Monte Carlo	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	38
3.1 Objek Penelitian.....	38
3.2 Sumber Data.....	38
3.3 Alur Penelitian	40
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	45

4.1.1 Identitas Perusahaan	45
4.1.2 Disiplin Kerja	45
4.3.1 Define	52
4.3.2 Measure.....	57
4.3.3 Analyze.....	65
4.3.4 <i>Improve</i>	71
BAB V PEMBAHASAN	76
5.1 Analisis tahap define.....	76
5.2 Analisis tahap measure.....	77
5.2.1 Pembahasan data atribut	77
5.2.2 Pembahasan data variabel	77
5.3 Analisis tahap <i>analyze</i>	78
5.3.1 Pembahasan data atribut	78
5.3.2 Pembahasan data variabel	79
5.6 Analisis tahap <i>improve</i>	80
5.6.1 Analisis Pengendalian Kualitas.....	81
BAB VI PENUTUP.....	86
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN.....	90

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Penelitian Terdahulu.....	19
Tabel 2. 2 <i>Deffect per Million Opportunities</i>.....	35
Tabel 3. 1 Alur Penelitian.....	42
Tabel 4. 1 Data Atribut.....	46
Tabel 4. 2 Data Variabel Ketebalan 1.00mm.....	51
Tabel 4. 4 Jumlah dan Jenis Cacat.....	58
Tabel 4. 5 Hasil Pengolahan Data Atribut.....	59
Tabel 4. 6 Hasil Pengolahan Data Variabel.....	60
Tabel 4. 7 Hasil Nilai DPMO dan Sigma.....	61
Tabel 4. 8 <i>Improve Cacat Wavy</i>.....	74
Tabel 4. 9 <i>Improve Cacat Under Width</i>.....	75
Tabel 4. 10 <i>Improve Cacat Telescope</i>.....	99
Tabel 4. 11 <i>Improve Cacat Problem Chromate</i>.....	100
Tabel 4. 12 <i>Improve Cacat Semi Hard</i>.....	101
Tabel 4. 13 <i>Improve Cacat Line AJW</i>.....	103
Tabel 4. 14 <i>Improve Cacat Buckle</i>.....	104
Tabel 4. 15 <i>Improve Cacat Dent</i>.....	105
Tabel 4. 16 <i>Improve Cacat Stracth</i>.....	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Histogram	31
Gambar 2. 2 Diagram Pareto	31
Gambar 2. 3 Diagram <i>Fishbone</i>	32
Gambar 3. 1 Cacat <i>Wavy</i>	46
Gambar 3. 2 Cacat <i>Telescope</i>	47
Gambar 3. 3 Cacat <i>Problem Chromate</i>	48
Gambar 3. 4 Cacat <i>Line AJW</i>	48
Gambar 3. 5 Cacat <i>Dent</i>	49
Gambar 3. 6 Cacat <i>Stracth</i>	49
Gambar 4. 1 Diagram SIPOC	53
Gambar 4. 2 Diagram Pareto CGL	59
Gambar 4. 3 Grafik DPMO	63
Gambar 4. 4 <i>Fishbone</i> Cacat <i>Wavy</i>	65
Gambar 4. 5 <i>Fishbone</i> Cacat <i>Under Width</i>	66
Gambar 4. 6 <i>Fishbone</i> Cacat <i>Telescope</i>	67
Gambar 4. 7 <i>Fishbone</i> Cacat <i>Problem Chromate</i>	68
Gambar 4. 8 <i>Fishbone</i> Cacat <i>Semi Hard</i>	86
Gambar 4. 9 <i>Fishbone</i> Cacat <i>Line AJW</i>	87
Gambar 4. 10 <i>Fishbone</i> Cacat <i>Buckle</i>	88
Gambar 4. 11 <i>Fishbone</i> Cacat <i>Dent</i>	89
Gambar 4. 12 <i>Fishbone</i> Cacat <i>Stracth</i>	90
Gambar 4. 13 <i>Fishbone</i> Cacat <i>Drops</i>	91
Gambar 4. 14 Grafik Peta Kontrol X-Bar	70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan sektor industri mempunyai peranan yang sangat strategis guna mendukung pertumbuhan ekonomi, meningkatkan produktivitas masyarakat, penciptaan lapangan usaha dan perluasan lapangan kerja, serta pengentasan kemiskinan. Sektor industri menjadi salah satu sumber pendapatan daerah yang prospektif. Berdasarkan kementerian perindustrian RI melalui website resminya (kemenperin.go.id) mengatakan bahwa konsumsi produk baja domestik mengalami pertumbuhan yang pesat, hal ini didukung oleh data yang mengatakan bahwa pada tahun 2009 ada sekitar 6 juta ton permintaan dan pada tahun 2014 menjadi 12 juta ton, bahkan sampai saat ini pertumbuhan permintaan masih selalu naik dan dari tahun 2000 sampai saat ini terdapat 400 perusahaan yang memproduksi baja ringan.

Belakangan ini *trend* atap baja ringan menjadi primadona untuk memenuhi kebutuhan pembangunan, hal itu dibuktikan oleh kutipan dari ketua ASIBRI (Asosiasi Baja Ringan Indonesia) bahwa kondisi pasar atap baja ringan masih terus berkembang dan menargetkan pertumbuhan 10% - 15% setiap tahunnya. Hal tersebut dikarenakan konsumen menginginkan produk yang harganya ekonomis, efisien dalam melindungi gedung atau rumah dari cuaca, awet dari resiko kebocoran dan pemasangan yang mudah serta cepat. Menanggapi hal itu PT Fumira selaku produsen atap baja ringan atau *galvanis* yang memberikan banyak pilihan produk dengan berbagai spesifikasi untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen saat ini.

Berdasarkan website resmi fumira.co.id menjelaskan bahwa PT Fumira berdiri pada tahun 1970 merupakan suatu perusahaan manufaktur yang bergerak di sektor industri galvanis atau atap baja ringan yang menggunakan material baja berupa *cold roll coil* untuk kemudian menghasilkan produk berupa lembaran galvanis, lembaran galvanis warna, galvanis dengan berbagai pola gelombang dan *compodeck* yang kemudian di produksi melalui proses

continuous galvanizing line (CGL), continuous coloring line (CCL) dan bending. PT. FUMIRA melakukan proses bisnisnya dengan metode *made by-order* dan *made to-stock* yang proporsinya lebih dominan pada *made by-order*. Peneliti merasa perlu melakukan penelitian ini di PT. FUMIRA karena peneliti menemukan beberapa masalah yang berkaitan dengan kualitas produk atau kecacatan pada produk yang jumlahnya cukup signifikan, berdasarkan sejarah data yang digunakan oleh peneliti pada bulan Agustus hingga Desember 2020 dari jumlah produksi 56,957,684 Kg terdapat produk cacat berjumlah 528,526 Kg yang disebabkan oleh bahan baku, proses produksi, lingkungan dan manusia. Pada intinya didalam proses produksi terdapat banyak ancaman pada produk untuk mengalami kecacatan sehingga penulis merasa perlu melakukan penelitian di PT Fumira menggunakan metode DMAIC *Six Sigma*.

Selama ini berdasarkan observasi yang dilakukan oleh peneliti, PT Fumira menerapkan beberapa upaya untuk mengontrol kualitas dari hasil produksi, metode yang digunakan berupa pengamatan langsung visual, *checksheet* dan melakukan uji lab untuk mengetahui sifat material, ketebalan dan kualitas pelapis produk. Namun hal itu masih dianggap kurang memuaskan pihak perusahaan karena jumlah produk yang cacat masih tinggi, hal itu disebabkan oleh bahan baku yang dikirim oleh pemasok kepada perusahaan sudah terdapat kecacatan, disamping itu proses produksi juga memberikan ancaman resiko terjadinya cacat, untuk menghadapi hal tersebut pihak perusahaan belum menerapkan suatu metode khusus untuk menangani masalah produk cacat. Maka dari itu, peneliti melakukan penelitian menggunakan metode *six sigma* dengan menerapkan siklus DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improvement, Control*), penerapan metode ini pada penelitian sebelumnya dapat menemukan kegiatan *non-value added* yang hasilnya waktu produksi lebih singkat, pencarian akar masalah, dan penentuan CTQ (Krishna Priya, 2019), kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh (Islam Khan. 2020) dapat menurunkan hasil DPMO dan sigma level yang artinya jumlah produk cacat berkurang, pada penelitian yang dilakukan oleh (J.P Costa, 2019) memberikan perbaikan pada objek penelitiannya berupa pemeliharaan preventif, perubahan spesifikasi dan penyesuaian kembali pada mesin.

Pada siklus *define* peneliti dapat mengidentifikasi nilai CTQ yang fungsinya untuk mengidentifikasi spesifikasi produk dan mengidentifikasi diagram SIPOC untuk menjelaskan alur proses dari mulai *suppliers*, *input*, *process*, *output* dan *control*. Pada tahap *measure* peneliti menggunakan data atribut untuk cacat visual dan data variabel untuk cacat ketebalan produk, perhitungan data mengikuti konsep *six sigma motorolla* untuk mengetahui nilai DPMO dan nilai sigma serta metode lain seperti pareto. Pada tahap *analyze* peneliti menggunakan diagram *fishbone* untuk data atribut, kemudian untuk data variabel peneliti melakukan perhitungan stabilitas proses, indeks performansi dan indeks kapabilitas proses yang menghasilkan suatu hipotesa. Pada tahap *improve* peneliti melakukan observasi untuk memenuhi kebutuhan data metode 5W+1H.

Six Sigma disebut strategi karena terfokus pada peningkatan kepuasan pelanggan, metode tersebut dinilai sesuai dengan kondisi PT. FUMIRA karena metode ini dapat meningkatkan produktifitas dan mengurangi jumlah cacat produk yang disebabkan oleh mesin atau manusia dengan menerapkan siklus *DMAIC*, mulai dari penemuan permasalahan, pengukuran rating perusahaan menggunakan tingkat sigma, menganalisa sumber masalah kecacatan produk dan membuat perbaikan dari suatu permasalahan yang terjadi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut maka permasalahan dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa jumlah produk yang cacat dan berapa nilai sigma yang dihasilkan?
2. Apa yang menjadi penyebab kecacatan pada produk?
3. Usulan perbaikan apa yang dapat diberikan terhadap produk cacat?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan pada latar belakang masalah, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui jumlah produk yang cacat dan nilai sigma.
2. Mengetahui penyebab kecacatan pada produk.
3. Memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan kualitas produk.

1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini bertempat di PT. FUMIRA memiliki batasan masalah. Beberapa batasan yang ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian hanya dilakukan di proses produksi *Continuous Galvanizing Line* (CGL) PT. FUMIRA.
2. Data penelitian merupakan data dari hasil pengamatan rutin yang dilakukan oleh operator serta data sejarah produksi dan sedikit modifikasi data atas permintaan perusahaan terkait.
3. Melakukan penelitian yang berfokus pada penyebab kecacatan produk
4. Usulan yang diberikan dari hasil penelitian ini berdasarkan hasil dari diagram sebab akibat dan hasil uji hipotesa.
5. Dalam penyelesaian masalah menggunakan metode siklus *DMAIC*, kecuali fase *control*.

1.5. Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Bagi perusahaan

Berdasarkan penelitian ini, manfaat yg didapat perusahaan yaitu dapat meningkatkan laba karena jumlah produk cacat berkurang, konsumen akan memberikan kelayakan kepada perusahaan karena merasa puas terhadap kualitas produk, memberikan budaya kerja yang baru di internal perusahaan.

b. Bagi penulis

Penulis menginginkan kualitas produk yang dihasilkan PT. FUMIRA meningkat dari sebelum melakukan siklus *DMAIC* dan mengimplementasikan ilmu yang didapat pada perkuliahan ke dalam dunia industri.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Penelitian Terdahulu

Pada kajian literatur, peneliti menggunakan hasil dari penelitian-penelitian sebelumnya yang sudah dituangkan kedalam bentuk jurnal menggunakan metode yang sama guna untuk menjadi acuan dan perbandingan atas penelitian yang sedang dilakukan, peneliti menggunakan beberapa jurnal internasional diberbagai objek penelitian.

Tabel 2. 1 Kajian Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Judul	Hasil
1	R.S Barot, Jay Patel, Balkrusna Sharma, Bhargav Rathod, Harshad Solanki, Yash Patel	Lean six sigma feasibility and implementation aspect in cast iron foundry	Menemukan beberapa jenis kecacatan yaitu lubang, <i>drop sand</i> , retak. Berdasarkan diagram pareto, jenis cacat <i>drop sand</i> merupakan yang terbanyak terjadi. Kemudian dari hasil proses six sigma menunjukkan bahwa tingkat jumlah cacat pada <i>drop sand</i> yang awalnya 15,9% menjadi 6,4%. Level sigma dari 2,5 menjadi 3,0.
2	S. Krishna Priya, Jayakumar, S. Suresh Kumar	Defect analysis and lean six sigma implementation experience in an automotive assembly line	Hasil dari penerapan metode DMAIC dalam fase <i>define</i> peneliti menemukan 3 kegiatan <i>non-value added</i> dengan total waktu 50 menit selama proses perakitan dan 12 jenis cacat yang paling

No	Penulis	Judul	Hasil
3	Surjit Kumar Gandhi, Anish Sachdeva, Ajay Gupta	Reduction of rejection of cylinder blocks in a casting unit: A six sigma DMAIC perspective	berpengaruh sebesar 37,2% dari 20 bagian. Untuk menemukan akar masalah dari 12 jenis cacat tersebut, peneliti menggunakan analisis <i>fishbone</i> . Setelah penerapan metode DMAIC, peneliti dapat memangkas waktu kerja menjadi 19 menit dan mengurangi jumlah cacat produk Peneliti menemukan sebanyak 28,111 bagian mengalami kecacatan. Hasil dari diagram pareto terdapat 4 jenis cacat tertinggi. Setelah melakukan pengolahan data, didapat nilai DPMO sebesar 84,016 dan nilai sigma 2,88.
4	Indrianawati Usman, Rikardo Hutasoit	Six sigma DMAIC practice in cigarette production process: challenges and opportunity	Peneliti menemukan 3 jenis cacat tertinggi berdasarkan data dari diagram histogram. Berdasarkan perhitungan, nilai DPMO yang dihasilkan sebesar 4,474 yang artinya masih jauh dari target untuk mencapai nilai sigma 3,4 sehingga peneliti memberi masukan di poin <i>improve</i>

No	Penulis	Judul	Hasil
			untuk tiap jenis cacat tertinggi.
5	M. SI Khan, Sanatan Sushil	Minimization of defect in the fabric section through applying DMAIC methodology of six sigma: a case study	Peneliti telah mengidentifikasi 3 jenis cacat yang terbanyak yaitu hole (20,697 kasus), D.needle (8773 kasus) dan cut (7115 kasus). Setelah melalui proses pengolahan data dihasilkan nilai DPMO sebelum dilakukan <i>improve</i> 100,740 menjadi 78,735 dan sigma level yang meningkat menjadi 2,91 yang sebelumnya 2,78
6	J. P Costa, I. S. Lopes, J. P. Brito	Six sigma application for quality improvement of the pin insertion process	Penelitian difokuskan pada proses penyisipan pin pada papan sirkuit atau PCB, menemukan 3 jenis kecacatan produk dan para peneliti memberikan masukan kepada pihak perusahaan. Nilai level sigma yang meningkat setelah dilakukan proyek six sigma.
7	Anita Dyah Jumiarti, Sri Mukti Wirawati,	Analysis of quality control if steel plate products with six sigma method	Selama 12 bulan melakukan observasi, jumlah produksi PT. Krakatau Posco sebanyak 1,004,500 ton dan

No	Penulis	Judul	Hasil
	Herry Kartika Gandhi	at PT. Krakatau Posco	menghasilkan 18,615 ton produk cacat, peneliti mengidentifikasi 3 jenis cacat tertinggi menggunakan diagram pareto yang kemudian dilakukan pencarian akar masalah menggunakan diagram <i>fishbone</i> . Hasil dari perhitungan menunjukkan nilai sigma sebesar 4,03.
8	Erry Rimawan, Beny Dwiyantoro, M.faizin, M. Nasir	Analysis of quality control to reduce defect products in steel K-015 cable using DMAIC method at PT. Subaco, Tbk	Peneliti telah mengidentifikasi 4 jenis cacat tertinggi menggunakan diagram pareto yaitu kulit kabel terkelupas (40%), kabel kasar (27%), penyangga fiber longgar (19%) dan printing (14%). Kemudian nilai sigma yang diperoleh adalah 4,00 dan pada proses perbaikan, peneliti menggunakan metode FMEA dan 5W+1H.
9	Md. Sagar Islam Khan, Sanatan Sushil, Saifur Rahman Tushar	Minimization of defect in the fabric section through applying DMAIC	Sebanyak 614658 lembar kain yang diperiksa, peneliti menemukan 65200 lembar kain yang cacat, melalui diagram pareto peneliti telah

No	Penulis	Judul	Hasil
10	Ermayana Megawati, Purnawan Adi Wicaksono, Denny Nurkertamanda	methodology of six sigma Reducing defect in furniture industry using a lean six sigma	mengidentifikasi 4 jenis cacat tertinggi yaitu <i>hole</i> (32%), <i>d.needle</i> (13%), <i>cut</i> (11%) dan <i>dirty spot</i> (8%). Nilai DPMO sebelum siklus sebesar 100740 dan setelah siklus menjadi 78735, sigma level sebelumnya 2,78 menjadi 2,91. Pada bulan Januari – April 2019 ditemukan 97428 unit yang cacat, terdapat 14 jenis cacat yang teridentifikasi namun peneliti hanya menggunakan 10 jenis cacat tertinggi. Selain menggunakan siklus DMAIC, peneliti juga menggunakan metode VSM untuk identifikasi awal, diagram pareto, <i>fishbone</i> dan 5W+1H. Dari hasil pengolahan data, nilai sigma meningkat menjadi 3,59 yang sebelumnya 3,15.

Barot *et al* (2019) melakukan penelitian pada perusahaan yang bergerak pada bidang *cast iron* menemukan beberapa kecacatan produk seperti lubang karena pukulan, *drop sand*, retak, pergeseran inti dan lain sebagainya, peneliti menerapkan metode DMAIC dan analisis pareto untuk menentukan rasio

jumlah cacat produk dan menggali akar sebab masalah yang menyebabkan kecacatan produk seperti yang sudah disampaikan sebelumnya. Identifikasi yang dilakukan mencakup orang atau pekerja, teknik bekerja, peralatan, bahan dan lingkungan. Kemudian peneliti menggunakan *check sheet* yang berguna untuk mengumpulkan data yang bersifat kuantitatif dan kualitatif dari data *reject* produk tahun 2018. Selanjutnya peneliti menggunakan metode diagram parreto untuk menunjukkan tingkat cacat produk dari yang tertinggi hingga terendah, hasilnya cacat *sand drop* adalah yang tertinggi sehingga peneliti berfokus untuk mengurangi kecacatan tersebut menggunakan diagram sebab akibat. Hasil dari penelitian ini menyimpulkan bahwa setelah menerapkan metode six sigma, jumlah kecacatan produk pada jenis cacat *sand drop* berkurang dari 15,9% menjadi 6,4%. Kemudian level sigma yang sebelumnya 2,5 menjadi 3,0 setelah menerapkan metode tersebut.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Krishna Priya *et al* (2019) di perusahaan yang bergerak dibidang otomotif, peneliti menggunakan metode six sigma untuk mengurangi atau menghilangkan kegiatan *non-value added* di jalur perakitan mobil. Hasil dari penerapan metode DMAIC dalam fase *define* peneliti menemukan 3 kegiatan *non-value added* dengan total waktu 50 menit selama proses perakitan dan 12 jenis cacat yang paling berpengaruh sebesar 37,2% dari 20 bagian. Untuk menemukan akar masalah dari 12 jenis cacat tersebut, peneliti menggunakan analisis *fishbone*. Setelah penerapan metode DMAIC, peneliti dapat memangkas waktu kerja menjadi 19 menit dan mengurangi jumlah cacat produk.

Gandhi *et al* (2019) melakukan penelitian di perusahaan yang memproduksi *block* pada komponen mesin kendaraan menemukan masalah kerugian perusahaan sebesar INR12,56,640 (*Indian Rupee*) yang disebabkan oleh kecacatan produk sebanyak 28,111 *parts/million*. Peneliti menggunakan siklus DMAIC, pada fase *define* menerapkan metode diagram parreto untuk menentukan tingkat kecacatan tertinggi, hasilnya terdapat 4 jenis cacat produk yang sangat berpengaruh yaitu *blow holes* sebesar 36%, *sand* sebesar 27%, *broken water jacket* sebesar 11,2% dan *unfused chaplet* sebesar 7,2% dari 2,440 produk dengan jumlah cacat sebanyak 205 unit, nilai DPMO sebesar

84,016 dan sigma level 2,88. Kemudian pada fase *measurement* peneliti menggunakan metode *fishbone* untuk menemukan akar masalah dari 4 jenis cacat yang sudah dijelaskan sebelumnya.

Sebuah penelitian yang dilakukan di Indonesia oleh Usman & Hutasoit (2019) tentang produksi rokok lintingan (non mesin) atau disebut *hand-rolled clove cigarettes* menggunakan siklus DMAIC dengan bantuan metode diagram parreto dan diagram *fishbone*. Peneliti menemukan beberapa cacat produk yang menyebabkan kerugian perusahaan, berdasarkan diagram parreto menunjukkan terdapat 3 jenis cacat tertinggi yaitu mengekerut sebesar 147 batang, tampak kotor sebanyak 27 batang dan tidak terisi penuh sebanyak 26 batang. Dalam tahap perhitungan untuk menentukan nilai DPMO, peneliti masih dapat melakukan perbaikan, nilai DPMO 4,474 diharapkan peneliti dapat menurunkan nilai DPMO tersebut menjadi 3,4 tetapi pada hasil akhir nilai DPMO menjadi jauh lebih baik yaitu 2,777. Peneliti menemukan penyebab kecacatan produk yaitu pekerja, peralatan, metode kerja dan lingkungan kerja.

Kemudian kajian penelitian selanjutnya, dilakukan oleh Islam Khan *et al* (2020) melakukan penelitian pada objek *Ready made garment* atau produksi bahan jadi untuk dijadikan berbagai jenis pakaian menjadi pendapatan ekspor terbesar negara Bangladesh dengan mengekspor lebih dari 132 negara. Peneliti memilih metode DMAIC dengan tujuan untuk mengurangi biaya produksi, meningkatkan durasi proses produksi, meminimalisir kecacatan produk dan meningkatkan kepuasan konsumen. Dari hasil diagram parreto menunjukkan bahwa terdapat kecacatan produk yang sangat signifikan yaitu *hole* sebanyak 20.697 kasus, *D.Needle* sebanyak 8773 kasus dan *cut* sebanyak 7115 kasus. Kemudian peneliti menggunakan diagram *fishbone* untuk menemukan akar masalah yang dibagi menjadi 2 bagian yaitu kecacatan disebabkan oleh mesin dan kecacatan yang disebabkan oleh proses. Hasil dari perhitungan menunjukkan nilai DPMO 78,735 yang sebelumnya 100,740 dan sigma level 2,91 yang sebelumnya 2,78.

Kemudian penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh (J.P. Costa I. L., 2019) Penelitian yang dilakukan disalah satu manufaktur dibidang otomotif

ditemukan masalah yaitu jumlah barang cacat pin pada papan sirkuit cetak atau PCB yang merupakan bagian dari sensor *electronic stability program (esp)*. tujuan dari penelitian ini adalah dapat mengurangi biaya dan meningkatkan kuantitas produk pada proses penyisipan pin menggunakan pendekatan DMAIC Six Sigma. Pada tahap *define* peneliti mengidentifikasi proyek menggunakan SIPOC dan menargetkan akan meningkatkan nilai DPMO dan level sigma. Pada tahap *measure* melalui diagram pareto, diketahui terdapat 2 komponen yang selama 8 bulan mengalami peningkatan yang signifikan jumlah cacatnya yaitu part 301368 dan 300374 sehingga para peneliti dapat memfokuskan penelitian pada kedua produk tersebut, kemudian hasil dari pengolahan data nilai sigma sebelumnya 4,22 menjadi 4,92 setelah dilakukan proyek six sigma. Pada tahap *analyze*, peneliti telah mengidentifikasi beberapa jenis cacat pada pin yaitu ketebalan, efek jet (efek *entraining* pada PCB dengan tembaga), pemutih (pin tertanam pada *fiberglass* PCB) dan tonjolan pin (ketidaksesuaian jarak antara ujung bawah pin dengan PCB). Kemudian ditemukan akar masalahnya yaitu proses pengeboran PCB dan zona kontak pin, pada masalah pengeboran PCB ditemukan bahwa ketebalan tembaga sangat dekat dengan batas spesifikasi atas yang menyebabkan diameter turun sehingga akan menyulitkan proses penyisipan pin pada PCB. Pada tahap *improve* para peneliti memberikan masukan kepada perusahaan terkait yaitu pemeliharaan preventif pada pin yang akan disisipkan dan alat pemotong, penggantian material pin, perubahan spesifikasi ukuran pin, penyesuaian Kembali pada mesin setiap akan memulai produksi.

(Anita Dyah Juniarti, 2019) melakukan penelitian di PT. Krakatau Posco yang berlokasi di Cilegon, perusahaan ini merupakan industri manufaktur plat baja. Penelitian ini bertujuan menentukan faktor-faktor penyebab kerusakan pada plat menggunakan siklus DMAIC dan dalam proses pemecahan masalah menggunakan metode 5W+1H. setelah dilakukan Analisa pada fase *define*, peneliti menemukan 3 jenis cacat yaitu *strach defect*, *cutting defect* dan *marking defect*. Pada fase *measure* peneliti mendapatkan nilai DPMO 6194 dan nilai sigma 4,03 selama 12 bulan produksi, hal tersebut didukung oleh data yang ditampilkan pada diagram pareto bahwa jumlah cacat tertinggi yaitu

cutting defect sebanyak 7272 ton, starch defect sebanyak 5748 ton dan marking defect sebanyak 5595 ton. Kemudian pada fase *analyze* peneliti menggunakan metode *fishbone* pada jenis cacat tertinggi, pada bagian mesin terdapat masalah gap pisau eror, pisau abrasi. Pada bagian material suhu terlalu tinggi, plat tidak lurus. Pada bagian lingkungan terdapat benda asing pada proses pemotongan. Pada bagian metode setting gap salah dan pada bagian manusia karena salah setting *aligning* dan gap. Kemudian dari hasil fishbone tersebut dilanjutkan pada fase *improve* untuk memberikan tahapan perbaikan

(Erry Rimawan, 2019) melakukan penelitian di perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur kabel, salah satu yang menjadi masalah adalah kabel jenis K-015 dengan hasil identifikasi terdapat 4 jenis cacat yaitu cacat kulit kabel sebanyak 43 Kg, kabel kasar sebanyak 29 Kg, besi penyangga longgar sebanyak 21 Kg dan printing sebanyak 15 Kg. Untuk kebutuhan data, peneliti menggunakan data produksi Oktober 2018-Maret 2019 sebanyak 1,961 Kg dan jumlah unit yang cacat sebanyak 108 Kg. pada proses DMAIC, fase *define* peneliti menguraikan proses produksi menggunakan diagram SIPOC untuk kemudian dilanjutkan menentukan CTQ. Pada fase *measure* didapatkan hasil perhitungan DPMO sebesar 11263,93 dan nilai sigma 4,00. Pada fase *analyze* peneliti menggunakan diagram pareto untuk menunjukkan jenis cacat tertinggi yaitu kulit kabel terkelupas, kemudian mengidentifikasi akar masalah menggunakan diagram *fishbone*. Pada fase *improve* peneliti menggunakan metode FMEA yang hasilnya nilai RPN 80 pada peringkat 1 dan 5W+1H yang hasilnya adalah melakukan pemasangan kontrol suhu pada gudang dan membuat SOPterkait masalah suhu. Kemudian pada fase *control* menggunakan *checksheet*.

(Md. Sagar Islam Khan, 2020) melakukan penelitian di perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur kain atau bahan, penyebab cacat tertinggi disebabkan oleh proses produksi pada bagian pemotongan, bagian penjahitan dan bagian finishing. Hal yang membuat rugi adalah kain dengan kualitas kedua nilai jualnya merosot 45-65% sehingga itu akan membuat perusahaan merugi. Untuk menguraikan masalah tersebut, peneliti menggunakan siklus DMAIC. Pada fase *define* diuraikan proses produksi menggunakan SIPOC.

Pada fase *measure* didapatkan hasil perhitungan nilai DPMO sebesar 100740 dan sigma level berada di 2,78 kemudian setelah dilakukan siklus DMAIC six sigma, angka DPMO turun menjadi 78735 dan sigma level berada di 2,91. Pada fase *analyze* data diolah menggunakan diagram pareto untuk mengetahui jumlah cacat tertinggi hingga ke rendah, hasil dari diagram pareto menunjukkan cacat *hole* sebesar 32%, D. Needle (13%), cut (11%), dirty spot (8%) dan diikuti oleh jenis cacat lain, selain diagram pareto peneliti juga menggunakan diagram *fishbone* dan dilanjutkan pada tahap *improve* untuk dilakukan perbaikan dari hasil *fishbone*.

(Ermayana Megawati, 2020) melakukan penelitian disebuah perusahaan furniture yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas dengan cara meminimalkan kemungkinan produk cacat menggunakan DMAIC six sigma untuk melakukan pengukuran kesempatan perbaikan, meningkatkan potensi perusahaan dan mengurangi biaya. Siklus DMAIC yang digunakan dapat menguraikan masalah kualitas yang dimulai dengan fase *define*, peneliti menggunakan data sejak Januari – April 2019 terdapat 97428 unit yang rusak atau cacat, kemudian untuk mengidentifikasi kecacatan produk peneliti menggunakan metode *value stream mapping* (VSM) dan ditemukan 8 jenis permasalahan yaitu kecacatan produk itu sendiri, produksi berlebih, menunggu proses, bakat yang tidak sesuai, transportasi, penyimpanan, semangat dan pemrosesan yang berlebih. Kemudian dilanjutkan dengan mengidentifikasi jenis cacat, disini peneliti hanya menggunakan 10 jenis cacat yang ada yaitu *edge veneer peel off* (21961 unit), *edge veneer clump* (13516 unit), *striped* (10302 unit), *surface veneer peel off* (9141 unit), *dented* (7053 unit), *over sanding* (6596 unit), *surface veneer climp* (6091 unit), *wild fungus* (5379 unit), *press mark* (5333 unit), *glue dirty* (5242 unit) dari total keseluruhan jumlah cacat sebanyak 97428 unit dan dilanjutkan membuat VSM untuk jenis cacat tertinggi yaitu *edge veneer peel off*. Hasil dari VSM menjelaskan bahwa perusahaan menargetkan produksi 5950 unit per-hari dengan waktu proses per-satu bagian produk adalah 4,82 detik kemudian ditambah 1469,82 detik untuk proses pernis sampai dengan proses pelapisan UV dan *non value added* 8,6 jam untuk kegiatan penyimpanan dan menunggu pemrosesan berikutnya. Pada fase

measure peneliti menghasilkan rata-rata nilai sigma Selama 4 bulan sebesar 3,15 dan setelah diterapkan nilai perbaikan nilai sigma meningkat menjadi 3,59. Pada fase *analyze* peneliti menggunakan diagram pareto dan diagram *fishbone*. pada fase *improve* menggunakan metode 5W+1H.

2.2 Landasan Teori

3.1.1 Kualitas

Dalam memenuhi kebutuhan konsumen dan untuk menjaga citra produk, setiap perusahaan dituntut memiliki standar kualitas yang menjadi acuan agar dapat menghasilkan dan memberikan produk atau layanan terbaik kepada konsumennya. Menurut kamus besar bahasa Indonesia (KBBI) kualitas didefinisikan sebagai tingkat baik atau buruknya derajat sesuatu, artinya dengan kata kualitas seseorang dapat menilai tingkat baik atau buruk suatu barang pakai atau produk. ISO 8402 dan SNI menetapkan bahwa kualitas adalah beberapa ciri atau spesifikasi yang harus dipenuhi setelah mendefinisikan beberapa kriteria-kriteria didalam suatu persetujuan untuk memuaskan kebutuhan yang telah ditetapkan.

Pada era modern saat ini, ada berbagai kebutuhan yang menjadi standar kualitas masing-masing konsumen untuk memuaskan setiap keinginan. Namun penilaian setiap individu tentang kualitas yang diharapkan dan yang dibutuhkan dapat beragam, David Garvin berpendapat bahwa kualitas dapat diukur melalui 8 dimensi, yaitu:

1. Performa
Seberapa mampu sebuah produk dapat memenuhi kebutuhan setiap penggunaannya.
2. Fitur
Spesifikasi yang ditawarkan oleh produk tertentu untuk memenuhi kebutuhan pengguna.
3. Reabilitas.
Kualitas daya tahan produk ketika digunakan.
4. *Conformance*
Pengembangan produk sesuai keinginan penggunaannya.
5. Durabilitas

Lama waktu pemakaian suatu produk pada saat baru sampai rusak dan tidak dapat digunakan lagi.

6. Kemampuan servis

Layanan yang diberikan oleh perusahaan untuk melakukan perbaikan pada produk yang rusak akibat cacat produk atau kerusakan penggunaan.

7. Estetika

Keindahan desain fisik produk.

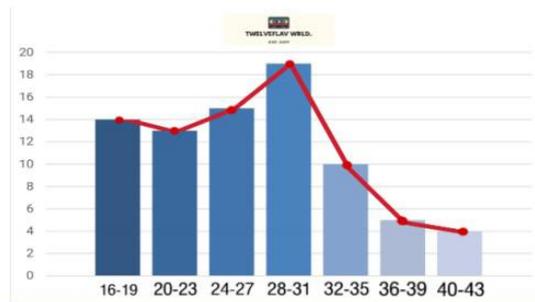
8. Persepsi

Kesan yang tertanam dipikiran pengguna tentang produk dari suatu *brand*. Namun untuk mencapai kualitas yang diinginkan membutuhkan *effort* dan biaya bagi perusahaan sebagai produsen atau bagi konsumen yang akan membeli kemudian menggunakan produk tersebut. Dalam menghadirkan produk terbaik, perusahaan akan bersaing dengan perusahaan kompetitor dibidangnya dengan kemampuannya masing-masing, konsumen dapat dimanjakan dengan situasi tersebut. Hal itu ditentukan oleh kemampuan beli setiap konsumen yang juga beragam sesuai dengan harga dan kualitas yang sebanding.

Pengukuran kualitas harus dilakukan oleh perusahaan yang tujuannya adalah untuk mengetahui tingkat kualitas produksi, kondisi perusahaan, dan mengidentifikasi masalah. *Seven tools* pertama dikenalkan ke dunia industri pada tahun 1968 oleh Kaoru Ishikawa, menjelaskan bahwa *seven tools* merupakan alat ukur statistik yang ditampilkan dalam bentuk grafik dan garis menyuguhkan berbagai informasi. *Seven tools* merupakan alat yang paling sederhana untuk digunakan dalam masalah peningkatan kualitas. Berikut adalah beberapa metode ukur yang akan digunakan dalam penelitian ini:

a. Histogram

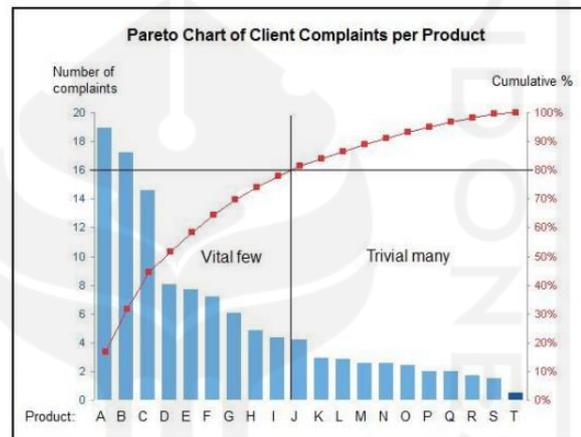
Menampilkan data-data kecacatan produk yang diakibatkan kegagalan produksi dan penyebab lainnya. Berikut adalah contoh histogram.



Gambar 2. 1 Histogram

b. Diagram pareto

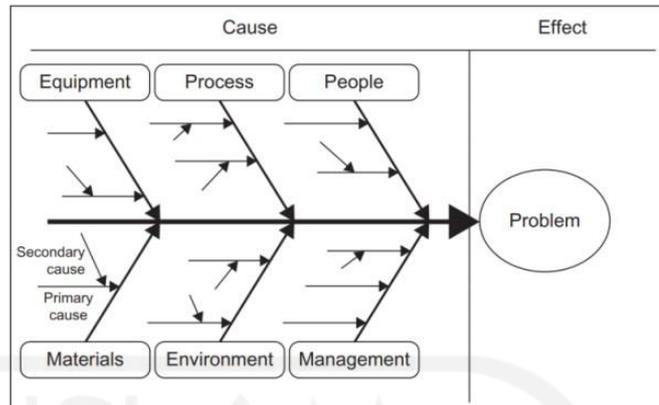
Grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan banyaknya jumlah kejadian. Berikut adalah contoh diagram pareto.



Gambar 2. 2 Diagram Pareto

c. Diagram sebab akibat

Diagram yang menampilkan akar masalah yang terjadi. Digambarkan seperti tulang ikan yang menampilkan beberapa akar masalah yang dikerucutkan untuk mendapatkan jawaban dari suatu masalah. Menurut Nolan (2015) diagram *fishbone* atau diagram sebab akibat digunakan untuk mengetahui akar masalah yang paling berkontribusi didalam suatu masalah, memiliki kategori dan subkategori masalah secara terperinci digambarkan dengan ilustrasi tulang ikan dan menggunakan metode 5W.



Gambar 2. 3 Diagram *Fishbone*

d. Peta kendali

Diagram yang menampilkan data statistic untuk menentukan tingkat toleransi banyaknya kesalahan yang dapat diterima atau masih dalam batas yang telah ditentukan dengan mengklasifikasikan produk yang dapat diterima dengan yang ditolak (cacat), sampel data yang digunakan peneliti adalah data konstan sehingga cukup menggunakan *p-chart* dengan rumusan sebagai berikut

$$p = \frac{x}{n} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

p adalah proporsi kesalahan

x adalah banyaknya produk yang cacat

n adalah banyaknya sampel data

Kemudian dilanjutkan dengan menghitung batas kendali *central limit* (CL), *upper control limit* (UCL) dan *lower control limit* (LCL) dengan rumus sebagai berikut:

$$CL = p \dots \dots \dots (2.2)$$

$$UCL = p + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \dots \dots \dots (2.3)$$

$$LCL = p - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \dots \dots \dots (2.4)$$

3.1.2 Six Sigma

Six Sigma merupakan suatu metode yang berfokus untuk menemukan dan mengidentifikasi masalah yang terjadi pada proses produksi yang menghasilkan suatu kecacatan produk yang kemudian melakukan tindak lanjut berupa penanganan terhadap masalah yang teridentifikasi melalui 5 tahap yang dapat disingkat menjadi DMAIC (*Define, measure, analyse, improve, control*) yang dapat dilakukan secara rutin dan berkala. (Cavanagh, Neuman, & Pande, 2000) menilai bahwa metode *six sigma* merupakan suatu metode yang fleksibel dan memiliki kapabilitas yang luas dengan memahami keinginan pelanggan, analisis statistik, pengelolaan dan meningkatkan nilai suatu proses bisnis.

Six Sigma diterapkan pertama kali pada tahun 1986 oleh perusahaan Motorola yang pada saat itu perusahaan Motorola menginginkan suatu metode baru untuk mewujudkan *zero defect* melalui 6 pendekatan yang mengukur tingkat kecacatan dan peningkatan kualitas yang pada saat itu Motorola melaporkan bahwa dengan menerapkan metode *six sigma* mereka dapat menghemat hingga jutaan *dollar*, pada awalnya penerapan metode *six sigma* hanya berfokus pada sistem produksi namun metode ini dikembangkan menjadi alat untuk memuaskan pelanggan, pemasaran dan meningkatkan layanan (T. Costa et al, 2017), kemudian metode ini diterima di dunia industri dan menjadi populer hingga saat ini. (Pyzdek, 2003) berpendapat bahwa fungsi utama *Six Sigma* adalah untuk mengeliminasi kesalahan dalam suatu proses dengan prinsip kualitas yang efektif dan terfokus. Penerapannya pada era industri saat ini masih sangat berguna, (Joko Susetyo et all, 2011) melakukan perbaikan jumlah kecacatan produk dengan mengkolaborasikan metode DMAIC dan Kaizen yang menghasilkan jumlah kecacatan produk dapat dikurangi dan dikendalikan.

Penerapan metode *six sigma* ini memberikan potensi yang luas untuk suatu proses bisnis dan memberikan beberapa manfaat seperti berikut (Cavanagh, Neuman, & Pande, 2000):

1. Pengurangan biaya
2. Peningkatan produktifitas
3. Pertumbuhan pangsa pasar

4. Perhatian pelanggan
5. Pengurangan waktu siklus
6. Pengurangan jumlah kecacatan
7. Perubahan budaya organisasi bisnis
8. Pengembangan produk atau layanan

Terdapat beberapa istilah yang digunakan untuk tahapan-tahapan *six sigma* (Gaspersz, 2002), yaitu:

a. *Critical to Quality (CTQ)*

Bagian dari suatu produk yang berkaitan langsung dengan kepuasan pelanggan. Nilai CTQ yang digunakan merupakan suatu kesempatan yang mengakibatkan kecacatan. Untuk menghitung peluang tingkat cacat per karakteristik adalah.

$$\text{Peluang tingkat cacat} = \frac{\left(\frac{\text{jumlah cacat}}{\text{jumlah produksi}}\right)}{\text{CTQ potensial}} \dots \dots \dots (2.5)$$

b. *Defect per Opportunity (DPO)*

Pengukuran yang menggambarkan tingkat kegagalan berupa banyaknya cacat per satu kesempatan.

c. *Defect per Million Opportunity (DPMO)*

Pengukuran yang menggambarkan tingkat kegagalan berupa banyaknya cacat per satu juta kesempatan. Tingkat pencapaian dari suatu proses *six sigma* dapat dinilai dengan perhitungan DPMO dengan menggunakan persamaan dibawah ini yang hasilnya disesuaikan dengan tabel berikut.

$$\text{DPMO} = \frac{\text{jumlah cacat}}{\text{jumlah produksi} \times \text{CTQ}} \times 1.000.000 \dots \dots \dots (2.6)$$

Persamaan CTQ yang dimaksud diatas adalah jumlah jenis cacat produk.

Tabel 2. 2 *Deffect per Million Opportunities*

Tingkat Pencapaian Sigma	DPMO	Hasil	Keterangan
1-Sigma	691,462	31%	Sangat tidak kompetitif
2-Sigma	308,538	69,2%	
3-Sigma	66,807	93,32%	
4-Sigma	6,210	99,379%	Rata-rata industri
5-Sigma	233	99,977%	
6-Sigma	3,4	99,9997%	Industri kelas dunia

d. *Process Capability*

Mengetahui kemampuan dari suatu proses yang ditetapkan oleh manajemen untuk memberikan *output* yang sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan berdasarkan *CTQ (Critical to Quality)*. *Process Capability* dapat diterapkan pada suatu system yang dinilai sudah stabil sehingga nilai deviasi yang digunakan juga harus stabil. Perhitungan *process capability* menggunakan indeks C_{pm} yang mengukur kapabilitas potensial. Perhitungan kapabilitas proses menggunakan persamaan berikut.

$$C_{pm} = \frac{(USL - LSL)}{\{6 \sqrt{\overline{Xbar} - T^2 + S^2}\}} \dots \dots \dots (2.7)$$

USL : batas atas spesifikasi

LSL : batas bawah spesifikasi

Xbar : rata-rata

T : target spesifikasi

S : standar deviasi

3.1.3 Metodologi DMAIC Six Sigma

Sejak awal diterapkannya metode six sigma untuk menemukan masalah didalam suatu proses dan penyelesaian masalah tersebut dibutuhkan beberapa

langkah yaitu *Define – Measure – Analyze – Improve – Control* yang dijelaskan seperti berikut (Erdogan & Canatan, 2015)

1. *Define*

Menemukan dan mendefinisikan tujuan dan kebutuhan konsumen dimulai dari mengetahui *supplier, input, process, output, costumer* (Susetyo, Hartanto, & Winarni, 2011) dengan langkah berikut:

- a. Mengembangkan masalah tujuan dan manfaat.
- b. Menentukan beberapa hal yang butuh dievaluasi.
- c. Mengembangkan rencana proyek.

2. *Measure*

Melakukan pengukuran terhadap kinerja saat ini dan banyaknya masalah yang teridentifikasi, menentukan spesifikasi standar kualitas sesuai dengan kebutuhan pelanggan (Susetyo, Hartanto, & Winarni, 2011) dengan langkah berikut:

- a. Mengumpulkan data cacat produk.
- b. Mengembangkan rencana koleksi data.
- c. Validasi system pengukuran.
- d. Menentukan kemampuan proses dan pencapain sigma.

Pada tahap *measure*, dibutuhkan diagram pareto yang akan menampilkan tingkat kecacatan produk yang dominan per satu kesempatan.

3. *Analyse*

Menganalisa dan menentukan *root cause* dari jumlah produk cacat dengan langkah berikut:

- a. Menentukan tujuan kinerja.
- b. Mengidentifikasi *value added* dan *non-value added*.
- c. Menentukan sumber akar masalah.

Pada tahap *Analyse*, dibutuhkan diagram sebab akibat yang akan menjelaskan akar dari suatu masalah dan penyebabnya.

4. *Improve*

Proses pembuatan rencana perbaikan masalah yang sudah teridentifikasi untuk meningkatkan kualitas.

5. *Control*

Melakukan pengendalian dari standar kualitas yang baru sampai dengan mencapai kestabilan proses sampai dilakukan siklus *DMAIC* selanjutnya.

3.1.4 Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo adalah salah satu metode simulasi sederhana yang dapat dibangun secara cepat dengan hanya menggunakan *spreadsheet* seperti Ms. Excel, pembangunan model simulasi Monte Carlo didasarkan pada probabilitas yang diperoleh dari data historis sebuah kejadian dan frekuensinya dengan persamaan:

$$P = \frac{\text{frekuensi kejadian}}{\text{jumlah frekuensi semua kejadian}} \dots \dots \dots (2.8)$$

Bilangan acak yang digunakan dalam simulasi Monte Carlo ini merupakan sebuah representasi dari situasi yang tidak pasti dalam sebuah sistem nyata. Langkah-langkah penerapan simulasi Monte Carlo dapat diperhatikan dibawah ini:

1. Menentukan distribusi probabilitas bagi variabel yang diteliti.
2. Menghitung distribusi probabilitas kumulatif bagi variabel tersebut.
3. Menetapkan interval bilangan acak bagi variabel tersebut berdasarkan distribusi probabilitas kumulatif.
4. Membangkitkan angka acak.
5. Mensimulasikan nilai variabel tersebut berdasarkan interval angka acak

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian menjelaskan tentang alur penelitian dari proses awal hingga akhir yang digambarkan melalui *flowchart* sederhana. Metode pengumpulan data menggunakan wawancara dengan operator-operator terkait, menggunakan data produksi dan data *defect* produk serta pengamatan langsung.

3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian menjelaskan tentang apa yang menjadi titik fokus penulis untuk melakukan penelitian di PT. Fumira yang berlokasi di Bekasi, Jawa Barat untuk meminimalisir jumlah kerugian yang disebabkan oleh produk yang cacat dari proses *continuous galvanizing line*. Proses CGL merupakan proses *roll coil* dibentangkan dan diberikan tegangan kemudian *coil* akan melalui proses pemanasan dengan suhu maksimum $\pm 1200^{\circ}\text{C}$ dilanjutkan dengan proses pencelupan ke cairan *zinc* lalu di dinginkan untuk di gulung kembali sesuai dengan permintaan konsumen.

3.2 Sumber Data

Sumber data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Data primer merupakan data yang didapatkan secara langsung dan beberapa data wawancara dengan operator. Penulis menggunakan data primer yang diperoleh dari PT. FUMIRA berupa data produksi dan data cacat produk dari proses CGL dan CCL.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan penulis dari sumber-sumber pendukung yang sudah ada berupa jurnal penelitian dan buku.

Adapun jenis data yang digunakan oleh peneliti berupa data atribut dan variabel.

a. Data Atribut

Penggunaan data atribut memuat data informasi kecacatan produk, jumlah cacat dan persentase cacat dari setiap jenis cacat yang terjadi yang diambil pada bulan Agustus 2020 sampai Desember 2020.

b. Data Variabel

Penggunaan data variabel memuat data ketebalan pada lempengan baja. Pengolahan data yang dilakukan menggunakan data variabel adalah data ketebalan produk *CGL*. Perbedaan data yang digunakan adalah jika ketebalan produk yang dihasilkan dari proses *CGL* adalah produk yang sudah melewati proses penarikan, pemanasan, pelapisan dengan *Zinc* dan *Chromate*.

Pengolahan data variabel menggunakan metode kapabilitas proses, dimana data mengacu pada *CTQ* (*critical to quality*) yang sudah ditetapkan sebelumnya. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan kapabilitas proses untuk mengetahui konsistensi suatu sistem untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Rumus yang digunakan untuk menghitung kapabilitas proses dan beberapa nilai penting yang harus diketahui adalah:

$$C_{pk} = P [z \geq (USL - \bar{X}) / S] \times 1.000.000 \text{ dan} \\ P [z \geq (LSL - \bar{X}) / S] \times 1.000.000 \dots \dots \dots (3.1)$$

$$C_{pm} = (USL - LSL) / 6 \sqrt{(\mu - T)^2 + \sigma^2} \dots \dots \dots (3.2)$$

USL : *Upper Control Limit*

LSL : *Lower Control Limit*

μ : Nilai rata-rata (*mean*) proses aktual

T : Nilai target (berdasarkan *CTQ*)

σ : Nilai sigma

S : nilai deviasi

Nilai Z didapatkan dari tabel distribusi normal baku z yang dapat dilihat pada lampiran.

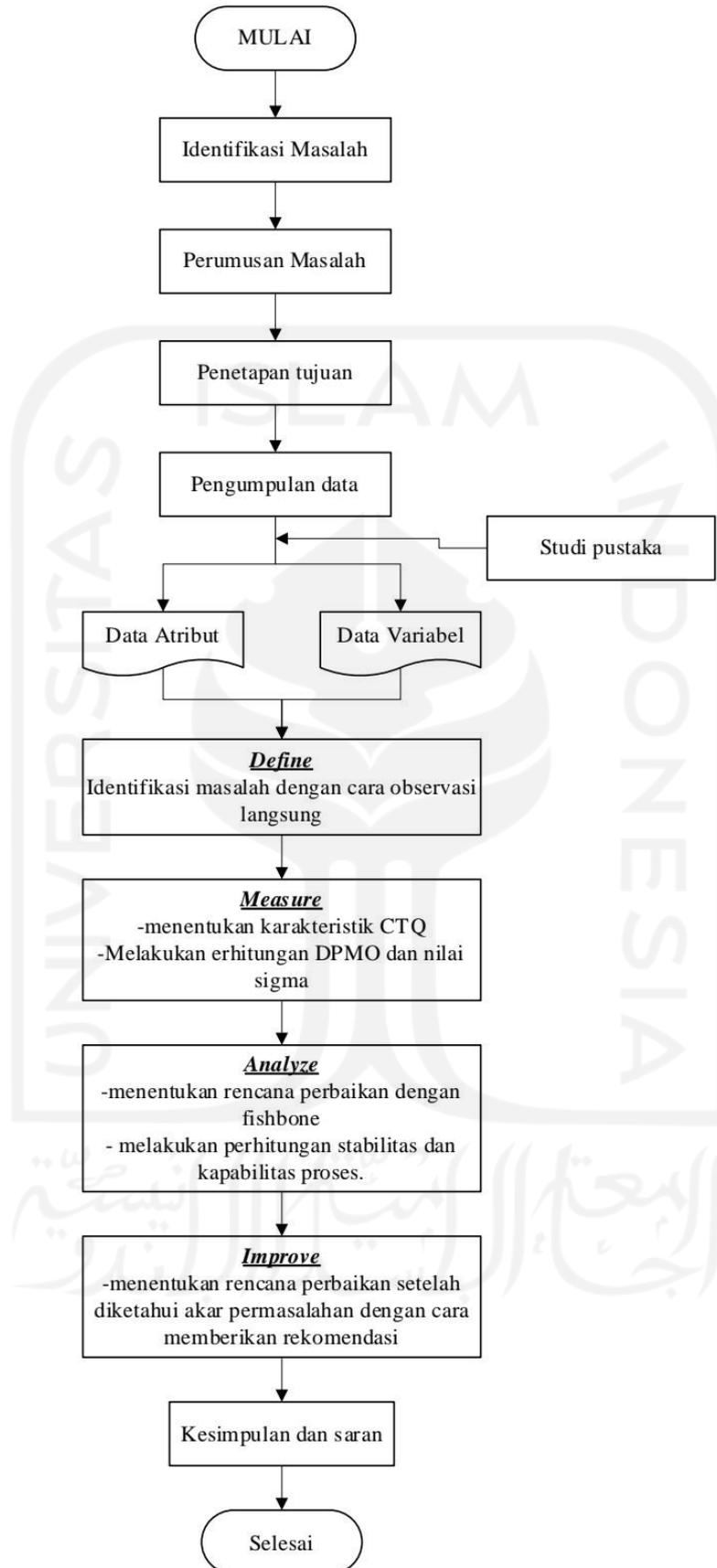
Dalam program peningkatan kualitas Six Sigma menggunakan kriteria *Rule of Thumb* sebagai berikut:

- a. $C_{pmk} \geq 2,00$ maka proses dianggap cukup mampu memenuhi batas-batas toleransi dan kompetitif (perusahaan kelas dunia)
- b. C_{pmk} antara 1,00 – 1,99 maka proses dianggap mampu
- c. $C_{pmk} < 1,00$ maka proses dianggap tidak mampu dalam memenuhi batas-batas toleransi dan tidak kompetitif untuk bersaing di pasar global.

3.3 Alur Penelitian

Proses alur penelitian dijelaskan berikut





Gambar 3.1 Alur Penelitian

Dari diagram alur diatas, berikut adalah tabel penjelasan dari alur penelitian yang dilakukan.

Tabel 3. 1 Alur Penelitian

Tahap-tahap Six Sigma	Aktivitas Program Six Sigma
Define (D)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mendefinisikan tujuan peningkatan kualitas yang terukur melalui proyek six sigma 2. Mengetahui tanggung jawab dan peran dari setiap orang-orang yang terlibat dalam penelitian 3. Mendefinisikan kebutuhan sumberdaya dan hambatan yang mungkin dihadapi. 4. Mengetahui persyaratan <i>output</i> untuk merefleksikan kebutuhan pelanggan.
Measure (M)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menentukan CTQ yang berkaitan dengan spesifikasi dari pelanggan. 2. Menetapkan rencana pengumpulan data dan mengetahui peralatan pengukuran agar memiliki data yang lebih akurat. 3. Melakukan pengukuran pada tingkat proses, <i>output</i> dan <i>outcome</i>.
Analyze (A)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengetahui akar-akar penyebab masalah kualitas.

Tahap-tahap Six Sigma	Aktivitas Program Six Sigma
<i>Improve (I)</i>	2. Menganalisis kestabilan proses dan kapabilitas proses. Memberikan usulan perbaikan dari hasil penguraian akar masalah yang ditemukan

1. Pada studi pendahuluan
 Peneliti melakukan studi literature yang fungsinya adalah untuk memperkuat metode yang digunakan melalui penelitian yang telah lalu, pendapat para ahli dan beberapa teori yang dikutip dari buku.
2. Identifikasi masalah
 Peneliti mencari masalah yang sedang terjadi di PT. FUMIRA, masalah yang sedang dihadapi adalah tingkat kualitas produk yang dibawah standar sehingga mengakibatkan laba perusahaan menurun.
3. Perumusan masalah
 Pengerucutan sumber masalah
4. Tujuan penelitian
 Penelitian ini didasari tujuan menyelesaikan masalah kualitas produk PT. FUMIRA menggunakan metode *Six Sigma*.
5. Pengambilan data
 Peneliti mengambil data dengan beberapa metode berikut:
 - a. Wawancara
 Wawancara dilakukan kepada pihak-pihak terkait seperti operator mesin, *Quality Control department*
 - b. Pengamatan langsung
 Peneliti melakukan pengamatan langsung mengenai proses produksi, proses pengecekan kualitas oleh *Quality Control* dan pengamatan kualitas bahan baku.
 - c. Data produksi dan data *defect*

Data produksi dan data *defect* menggunakan data minimalnya 5 bulan sebelumnya agar pengolahan data dapat lebih efektif dan sesuai.

6. Pengolahan data

Data diolah menggunakan siklus *DMAIC* yang kemudian data ditampilkan menggunakan *seven tools* secara statistic. Kemudian untuk pengolahan data variabel menggunakan konsep Motorola sehingga dihasilkan nilai dan tingkat six sigma.



BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Profil Perusahaan

4.1.1 Identitas Perusahaan

PT. FUMIRA didirikan pada tahun 1970 yang berlokasi di Kav. A-1 Kawasan Industri Bekasi Fajar, Kota Industri MM2100, Cibitung, Bekasi, Jawa Barat, Telp (62-21) 8980320. Nama Fumira sendiri merupakan singkatan dari beberapa perusahaan pemegang saham yaitu Fuji Steel yang sekarang bergabung dengan Nippon Steel Group, kemudian Mitsui Co Ltd dan Ragam Logam, hingga saat ini terhitung pada tahun 2020 memiliki 1037 karyawan. PT. FUMIRA bergerak dibidang industri manufaktur baja *galvanize* dengan klasifikasi produk atap *galvanize*, dinding *galvanize*, *floor deck*, *compdeck*, *coil* dan *corrugated*.

4.1.2 Disiplin Kerja

Perekrutan karyawan dilakukan PT. FUMIRA melalui media digital dan tulis sesuai dengan kriteria dan posisi yang dibutuhkan saat itu. Calon karyawan yang berminat untuk bergabung dengan perusahaan akan mengajukan CV ke bagian HRD yang kemudian disaring melalui seleksi. Untuk pembagian jam kerja, dalam 24 jam perusahaan membagi jam kerja menjadi 3 *shift* yaitu:

- a. Hari kerja senin – sabtu untuk karyawan non-produksi. Untuk karyawan produksi hari senin – minggu (mendapatkan jatah libur 1 hari dalam seminggu).
- b. Jam kerja pukul 07.00 – 15.00 WIB, untuk karyawan produksi dibagi 3 shift yaitu:
 - i. Shift 1: Pukul 07.00 – 15.00 WIB
 - ii. Shift 2: Pukul 14.00 – 21.00 WIB
 - iii. Shift 3: Pukul 20.00 – 04.00 WIB + lembur 3 jam
- c. Jam istirahat pukul 11.30 – 13.00 WIB

Selain itu, PT. FUMIRA juga menyediakan klinik perusahaan yang berada didalam kompleks pabrik dan setiap karyawan mempunyai fasilitas jaminan Kesehatan berupa BPJS.

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Data Atribut

Data atribut merupakan data yang membandingkan suatu kejadian dengan spesifikasi yang telah ditetapkan, dalam hal ini peneliti menggunakan data informasi kecacatan produk, jumlah cacat dan persentase cacat dari setiap jenis cacat yang terjadi dari jenis cacat *wavy*, *under width*, *telescope*, *problem chromate*, *semi hard*, *kumis*, *buckle*, *build up*, *stracth* dan *drops*. Dalam data atribut menggunakan satuan Kilogram (Kg), berdasarkan data perusahaan 1 Kg coil jika dikonversikan kedalam satuan meter (m) menjadi 1 Kg = 3,6 m dengan ketebalan bahan 1,00 milimeter (mm), semakin tipis ketebalan bahannya maka bobotnya akan berbeda. Berikut adalah data atribut jenis dan jumlah cacat produk.

Tabel 4. 1 Data Atribut

Jenis Defect CGL (Kg)	Bulan					Total
	Agustus	Oktober	November	September	Desember	
<i>Wavy</i>	12680	21093	18920	13059	10349	76101
<i>Under Width</i>	11732	18290	17820	11784	10326	69952
<i>Telescope</i>	10827	16803	15920	11507	9622	64679
<i>Prob. Chromate</i>	9501	15938	14089	9805	8902	58235
<i>Semi Hard</i>	9402	13792	11034	9602	8055	51885
<i>Line AJW</i>	9306	13048	10271	9227	7804	49656
<i>Buckle</i>	8903	12840	10192	9074	5830	46839
<i>Dent</i>	7036	11938	9702	8605	5179	42460
<i>Stracth</i>	6341	10471	8431	7059	5022	37324
<i>Drops</i>	5802	9277	6931	5903	3482	31395
Total	91530	143490	123310	95625	74571	528526

Dari penjelasan data jumlah produk cacat diatas, kemudian berikut adalah penjelasan dan visualisasi dari jenis-jenis cacat produk tersebut.

1. *Wavy*

Adalah jenis cacat yang terjadi pada pinggiran lempengan baja yang bergelombang dan melebihi batas toleransi, jenis cacat ini dapat terlihat jelas Ketika sudah digulung. Berikut adalah gambar *wavy*



Gambar 3. 1 Cacat *Wavy*

2. *Under Width*

Adalah jenis cacat yang mempengaruhi spesifikasi produk, setelah CR melalui treatment panas kemudian didinginkan dengan cara disemprotkan air pada bagian *air jet water* (AJW) maka perubahan material dari yang awalnya mengembang karena panas kemudian menciut, namun karena proses menciut ini terlalu besar perubahannya maka dikategorikan cacat produk.

3. *Semi hard*

Adalah jenis cacat yang tidak dapat dilihat secara visual, jenis cacat ini dapat diketahui setelah uji kualitas dengan test *hardness* di lab QC,

sifat material menjadi lebih keras dari sebelumnya namun tidak terlalu lunak.

4. *Telescope*

Adalah jenis cacat yang dapat diketahui setelah digulung, biasanya hal ini terjadi karena sensor EPC yang menjaga arah lurus tidak berfungsi secara normal sehingga lempengan menjadi terbentur sisi roll dan menyebabkan lipatan kecil dibagian tengah lempengan seperti halnya teleskop. Berikut adalah gambar *telescope*



Gambar 3. 2 Cacat *Telescope*

5. *Dross pick up*

Adalah jenis cacat yang disebabkan oleh kotoran yang terbawa dari kolam zinc dan menempel di permukaan lempengan, kotoran yang dimaksud adalah lelehan zinc yang sudah berbuih di permukaan kolam.

6. *Problem Chromate*

Adalah jenis cacat yang dihasilkan dari proses pelapisan *chrom* pada lempengan, cacat ini disebabkan oleh cipratan *chrom* yang menempel pada lempengan yang sudah terlapisi oleh *chrom* sehingga permukaan lempengan tidak rata karena cipratan tersebut. Berikut adalah gambar *Problem Chromate*.



Gambar 3. 3 Cacat *Problem Chromate*

7. *Line AJW*

Adalah jenis cacat yang disebabkan oleh tiupan angin pada saat proses pendinginan setelah dari proses pelapisan zinc, lubang angin pada AJW tersumbat kotoran berupa kerak sehingga tiupan angin menjadi tidak sesuai. Berikut adalah gambar *line AJW*.



Gambar 3. 4 Cacat *Line AJW*

8. *Dent*

Adalah jenis cacat yang disebabkan oleh roll karena terdapat kotoran yang menempel di permukaan roll sehingga menyebabkan permukaan lempengan terdapat tonjolan. Berikut adalah gambar *dent*.



Gambar 3. 5 Cacat *Dent*

9. *Stratch*

Adalah jenis cacat berupa goresan yang biasanya berwarna putih di permukaan CR, hal ini disebabkan oleh banyak faktor seperti *roll* yang kotor, bak penampungan zinc, proses penyemprotan air dan lain sebagainya. Berikut adalah gambar *strcath*.



Gambar 3. 6 Cacat *Stracth*

10. *Drop*

Adalah jenis cacat berupa kotoran dari proses peleburan zinc yang terbawa oleh CR dan menempel. Pada pengamatan visual di permukaan CR terdapat benjolan yang bentuknya tidak beraturan dan sewarna dengan CR.

4.2.2 Data Variabel

Data variabel merupakan data yang berisi pengukuran variabel dari masing-masing spesifikasi produk. Data variabel tersebut menggunakan ketebalan produk dari proses *Continuous Galvanizing Line (CGL)*. Pada proses *CGL* menggunakan data ketebalan produk 1,00 mm dan ketebalan 0,50 mm. Pada masing-masing proses peneliti menggunakan data 5 sampel pada 20 kali pengambilan data. Berikut adalah tabel data variabel.

a. Variabel ketebalan 1,00 mm

Variabel produk ketebalan dengan spesifikasi $T = 1,00$ mm, $USL = 1,40$ mm, $LSL = 0,80$ mm. seluruh pengukuran menggunakan satuan mm (milimeter). Notasi X_1 , X_2 dan seterusnya digunakan untuk mengintrepetasikan jumlah sampel yang diambil, pada data dibawah mengartikan bahwa peneliti mengambil 5 sampel dalam setiap pengukuran data.

Tabel 4. 2 Data Variabel Ketebalan 1.00mm

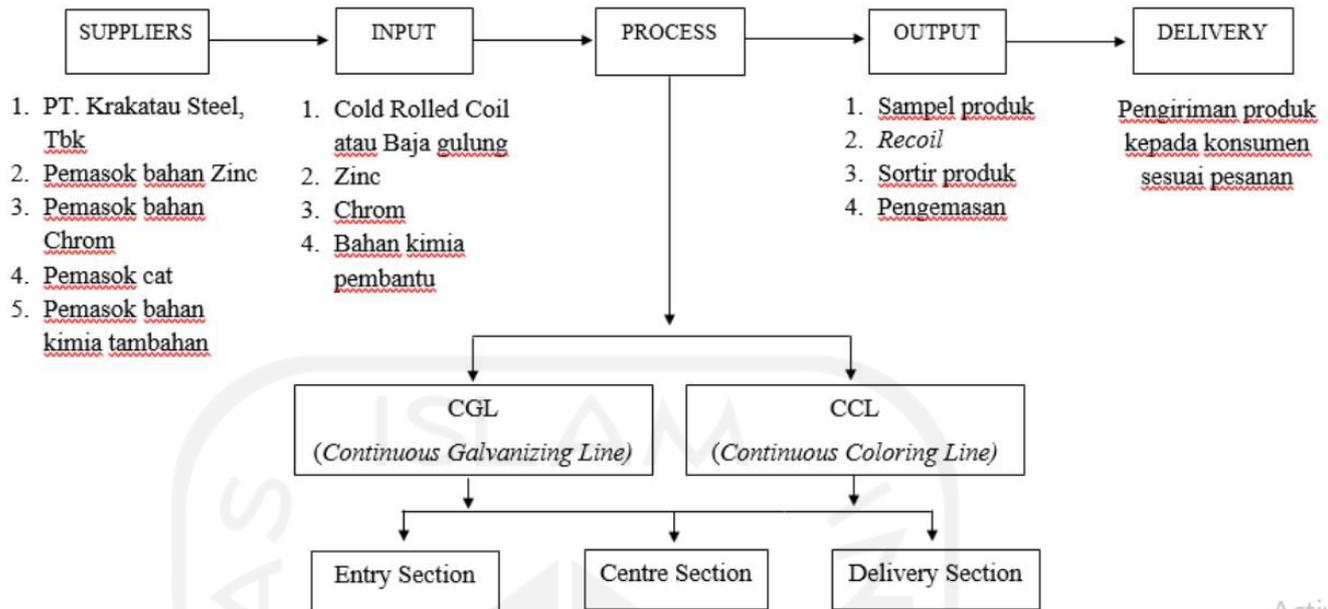
No	X1	X2	X3	X4	X5
1	1.26	1	0.87	1	1.19
2	1.1	1.36	0.91	1	1.32
3	1.28	1.21	1	1.32	1.4
4	0.93	1.32	1.17	1.1	1.17
5	1.25	1.19	1.32	1.12	1.37
6	1	1.2	1	1.22	0.87
7	1.32	1.38	0.86	1	0.97
8	0.91	1	1.32	1,17	0.96

No	X1	X2	X3	X4	X5
9	0.97	1.1	1.35	0.94	1
10	1.33	1.31	1.28	0.89	1
11	1.31	1.17	1	1	1.1
12	1.4	1	1	1.18	1.13
13	1	0.97	1.31	1.22	1.27
14	1	0.93	0.92	1.4	1.22
15	1.16	1.26	0.87	1.16	1.38
16	0.9	1	1	1.29	1.4
17	0.94	1	1.18	1	0.92
18	1.37	1.24	1.32	1	0.87
19	1.2	1.37	1.1	1.24	1
20	1.4	1.14	1	1.11	1.2

4.3 Pengolahan Data

4.3.1 Define

Pada tahap *define* akan menjelaskan proses dari pemasok bahan baku yang akan dijelaskan melalui diagram SIPOC, kemudian dilanjutkan dengan penjelasan proses produksi itu sendiri, tujuannya agar dapat lebih mudah memahami permasalahan yang dapat timbul dari proses produksi. Berikut penggambaran dan penjelasan dari SIPOC.



Gambar 4. 1 Diagram SIPOC

Berikut adalah penjabaran dari diagram SIPOC diatas:

a. Suppliers

PT. FUMIRA bekerja sama dengan beberapa supplier yaitu supplier bahan utama *cold rolled coil* atau baja gulung, bahan zinc sebagai pelapis pertama untuk lempengan baja, bahan chrom sebagai lapisan kedua untuk lempengan baja, kemudian jika proses dilanjutkan ke *coloring* maka lempengan baja akan dilapisi lagi dengan bondrite kemudian cat ke permukaan lempengan baja. *Cold rolld coil* dipasok oleh supplier tunggal yaitu PT. Krakatau Steel, Tbk. Kemudian untuk kebutuhan Zinc (Zn) dipasok oleh PT. Kapuas Prima Coal, Tbk. Untuk kebutuhan bahan chrom dipasok oleh PT. Indonesia Marowali Industrial Park, Tbk. Kemudian pada proses produksi CCL memiliki supplier cat yaitu PT. Avi Avian dan PT. Nipsea Paint & Chemicals.

b. Input

Dari beberapa bahan baku yang telah dijabarkan sebelumnya, pihak perusahaan melakukan proses pengecekan kondisi dari setiap bahan baku secara visual apakah terdapat karat di permukaan CRC atau jenis kecacatan lain, jika tidak sesuai dengan Batasan spesifikasi maka bahan baku akan di kembalikan ke supplier dan berlaku untuk semua jenis bahan baku. Kemudian bahan baku tersebut akan disimpan ke area *warehouse* masing-masing *line* proses. Namun

khusus produk kimia seperti zinc, chrom, cat, bondrite dll mempunyai area penyimpanan terpisah.

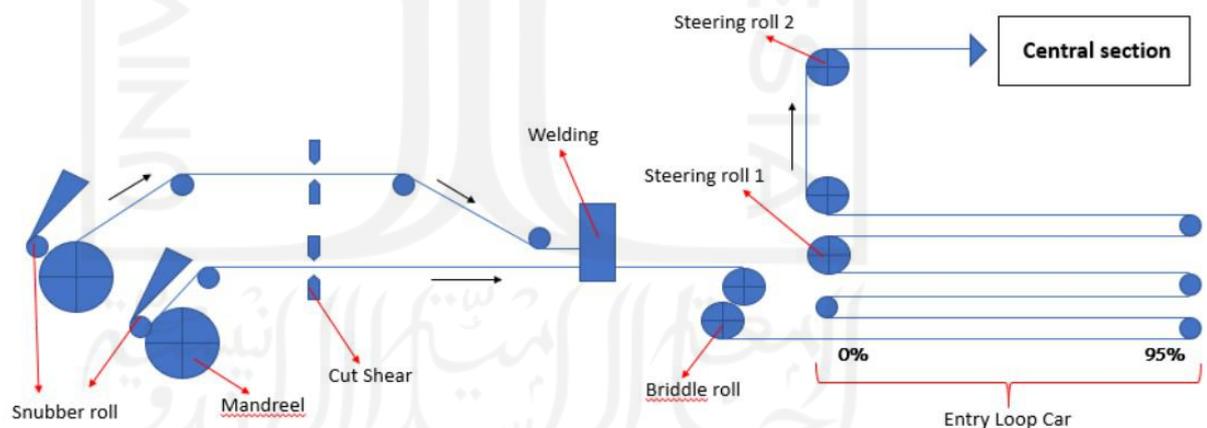
c. Process

1. Continuous Galvanizing Line (CGL)

Pada proses CGL dibagi menjadi tiga *section* produksi yaitu *entry section*, *center section* dan *delivery section*.

➤ *Entry Section*

Entry section merupakan proses persiapan koil *colled roll* (CR), hal pertama yang dilakukan adalah pembacaan *schedule production* untuk menentukan nomor koil yang akan diproduksi, kemudian dilanjutkan perhitungan spesifikasi variabel ketebalan, lebar, bobot, *outer diameter*, *inner diameter* serta pengecekan visual pada koil seperti kondisi karat, *buckle*, *serrated*, *wavy* dll. Setelah semua dilakukan koil sudah siap dimasukan ke *mandrel* untuk memulai proses produksi, karena metode produksi yang digunakan adalah *continuous* maka lembaran baja ringan akan disambung dengan lembaran yang sebelumnya dengan cara dilas (*welding*) dan akan dilanjutkan di *center section*. Berikut adalah gambaran desain *line* produksi *entry section*.

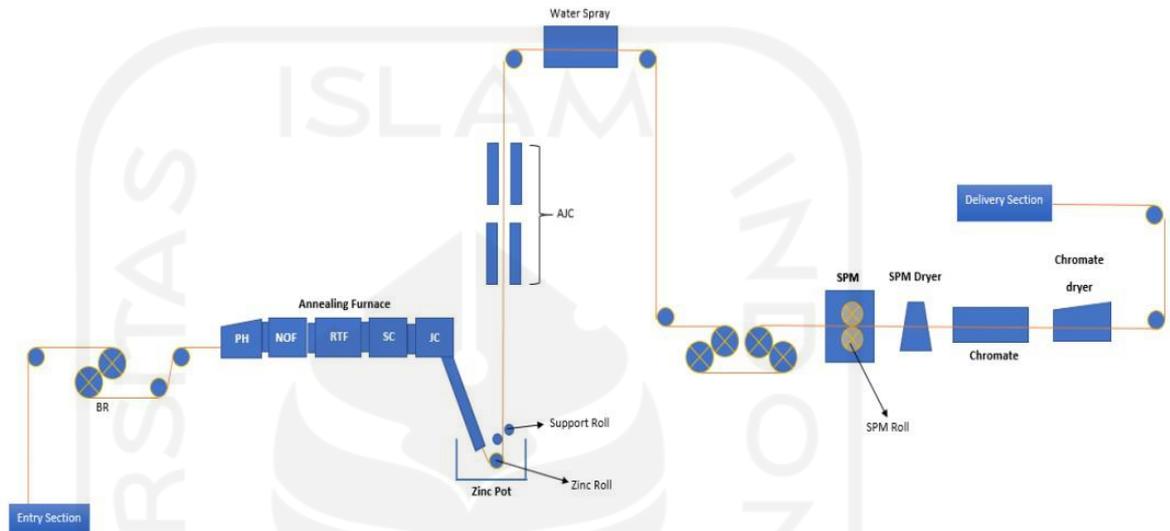


Gambar 3.7 Alur produksi *entry section*

➤ *Center Section*

Pada proses ini merupakan proses pemanasan pada lembaran baja ringan dengan tujuan membentuk sifat baja tersebut agar lebih kuat dan lebih awet. Proses pemanasan ini menggunakan mesin berbentuk oven yang dibagi menjadi beberapa dapur atau bagian, *pre-heating*, *non-oxidizing furnace* yaitu proses

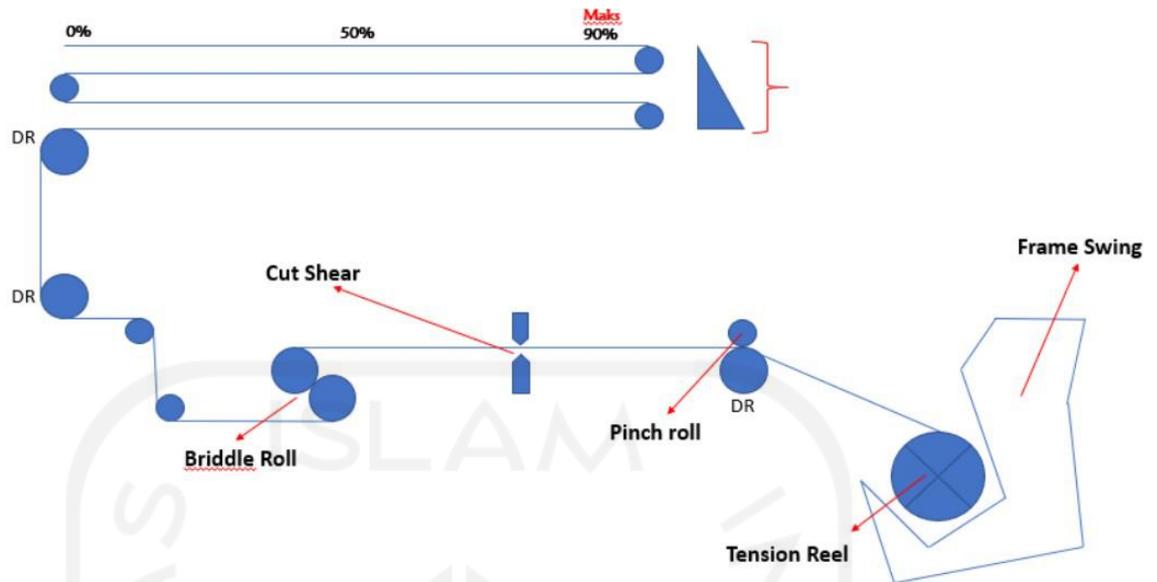
menghilangkan kadar oksigen di baja menggunakan suhu 900 - 1200°C, *RTF* menggunakan suhu 650 - 920°C, *slow cooling* dan *jet cooling*. Setelah lempengan baja keluar dari oven tersebut dilanjutkan proses pelapisan menggunakan campuran zinc (99,8%) dan alumunium (0,20%) tujuannya agar lebih terhindar dari korosi. Berikut adalah gambaran desain *line* produksi *center section*.



Gambar 3.8 Alur penelitian *center section*

➤ *Delivery Section*

Setelah lempengan baja ringan melewati *center section*, dilanjutkan proses *delivery section* yaitu proses pemotongan lempengan baja sesuai dengan spesifikasi yang sesuai dengan *schedule production* untuk kemudian Kembali digulung menggunakan *frame swing*. Pada area ini, bagian *Quality control* akan mengambil Sebagian lempengan untuk dijadikan *sample* untuk mengetahui kualitas lapisan dan spesifikasi. Berikut adalah gambaran desain *line* produksi dari *delivery section*.



Gambar 2 Alur penelitian *delivery section*

➤ *Output*

Pada tahapan ini dari pihak QC akan melakukan inspeksi ke setiap produk berdasarkan *coil number* yang telah selesai di produksi sebelum digulung kembali. QC akan memotong sebagian dari galvanize iron untuk dijadikan sebagai sample dan dibawa ke lab untuk melakukan pengecekan ketebalan, kualitas pelapisan dan kekerasan produk. Kemudian selama QC melakukan pengecekan di lab, galvanize iron akan Kembali di gulung dan beberapa waktu kemudian akan di *wrapped* menggunakan bahan plastic transparan tebal dan dimasukkan ke dalam peti kayu. Jika galvanize iron tersebut melanjutkan proses ke bagian CCL maka tidak dilakukan pengemasan, melainkan dimasukkan ke area bahan baku CCL. Pada setiap akhir dari proses produksi akan dilakukan sortir produk oleh operator *warehouse* guna memisahkan produk yang layak dikirim ke konsumen dan produk yang mengalami kecacatan.

➤ *Delivery*

Pada tahapan terakhir, pihak *warehouse* akan melakukan pengecekan terakhir guna memastikan produk telah sesuai berdasarkan spesifikasi dan jumlah kemudian berkoordinasi dengan pihak marketing bahwa produk siap untuk dikirim ke konsumen.

4.3.2 Measure

A. Perhitungan data atribut

Menentukan *Critical to Quality* (CTQ) dan diagram pareto. Dalam tahap penentuan nilai CTQ, peneliti menemukan 10 jenis karakteristik cacat yang terjadi pada lempengan baja galvanis. Berikut adalah perhitungan peluang tingkat kecacatan per-karakteristik CTQ.

$$\begin{aligned} \text{Peluang tingkat cacat} &= \frac{\left(\frac{\text{jumlah cacat}}{\text{jumlah produksi}} \right)}{\text{CTQ potensial}} \dots \dots \dots (4.1) \\ &= \frac{\left(\frac{528.526}{56.957.684} \right)}{10} = \frac{9.27}{10} = 0.927 \end{aligned}$$

Sehingga jika ingin mengetahui nilai DPMO dari ctq menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{DPMO} &= \text{CTQ} \times 1.000.000 \\ &= 0.927 \times 1.000.000 = 927.000 \end{aligned}$$

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
1	Proses apa yang ingin diketahui?	-	Kualitas produk
2	Berapa unit yang di produksi?	-	56.957.684
3	Berapa unit produk yang gagal?	-	528.526
4	Hitung tingkat cacat berdasarkan langkah 3	Langkah 3/langkah 2	9.27
5	Tentukan banyaknya CTQ potensial	Banyaknya karakteristik CTQ	10

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
6	Hitung peluang tingkat cacat per karakteristik CTQ	Langkah 4/langkah 5	0.927
7	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan	Langkah 6 × 1.000.000	927.000
8	Konversi DPMO ke dalam nilai sigma	-	0.04
9	Kesimpulan	-	Sangat tidak kompetitif

Kemudian untuk mengetahui jumlah setiap jenis cacat dari tingkatan paling tinggi sampai ke rendah peneliti menghitung persentase kecacatan (%) dan menampilkan ke dalam grafik menggunakan diagram pareto.

Tabel 4. 3 Jumlah dan Jenis Cacat

No	Jenis cacat	Jumlah Cacat (Kg)	Persentase (%)	Kumulatif
1	<i>Wavy</i>	76,101	14,40%	14,40%
2	<i>Under Width</i>	69,952	13,24%	27,63%
3	<i>Telescope</i>	64,679	12,24%	39,87%
4	<i>Prob. Chromate</i>	58,235	11,02%	50,89%
5	<i>Semi Hard</i>	51,885	9,82%	60,71%
6	<i>Kumis</i>	49,656	9,40%	70,10%
7	<i>Buckle</i>	46,839	8,86%	78,96%
8	<i>Build Up</i>	42,460	8,03%	87,00%
9	<i>Stracth</i>	37,324	7,06%	94,06%

No	Jenis cacat	Jumlah Cacat (Kg)	Persentase (%)	Kumulatif
10	Drops	31,395	5,94%	100%
	Jumlah	528,526	100%	

Dalam perhitungan tabel *critical to quality* diatas dapat ditampilkan dalam bentuk diagram pareto sebagai berikut:



Gambar 4. 2 Diagram Pareto CGL

Berdasarkan diagram pareto diatas dapat diketahui bahwa jenis cacat yang paling sering terjadi adalah wavy dengan jumlah cacat sebanyak 76,101 Kg atau sebesar 14,4% dari total produksi 56,957,684 Kg kemudian diikuti oleh jenis cacat underwidth sebesar 69,952 Kg dan yang ketiga jenis cacat telescope sebesar 64,679 Kg dan yang terendah adalah jenis cacat drops dengan jumlah cacat sebanyak 31,395 Kg atau 5,94% dari jumlah produksi 56,957,684 Kg.

Pengolahan data atribut jenis cacat *wavy* dalam perhitungan DPMO dan tingkat sigma dijelaskan dalam tabel berikut:

Tabel 4. 4 Hasil Pengolahan Data Atribut

Bulan	Jumlah Produksi (Kg)	Jumlah Cacat (Kg)	DPMO	Nilai Sigma
Agustus	9882820	91530	926	4,60

Bulan	Jumlah Produksi (Kg)	Jumlah Cacat (Kg)	DPMO	Nilai Sigma
September	15371600	143490	933	4,61
Oktober	13377520	123310	922	4,61
November	10510631	95625	910	4,62
Desember	7815113	74571	954	4,60
Total	56.957.684	528.526	4.645	23,04
	Rata-rata		929	4.60

Contoh perhitungan DPMO:

$$\begin{aligned}
 \text{DPMO} &= \frac{\text{jumlah cacat}}{\text{jumlah produksi} \times \text{CTQ}} \times 1.000.000 \dots \dots \dots (4.2) \\
 &= \frac{143.490}{15.371.600 \times 10} \times 1.000.000 \\
 &= 933
 \end{aligned}$$

B. Pengolahan Data Variabel

Pengolahan data variabel menggunakan data ketebalan produk setelah melalui proses produksi, ketebalan yang digunakan adalah ketebalan 1,00mm dengan spesifikasi berikut:

USL: 1,40mm

LSL: 0,80mm

Tabel 4. 5 Hasil Pengolahan Data Variabel

No	X1	X2	X3	X4	X5	Jumlah	X bar	R	S
1	1.26	1	0.87	1	1.19	5.32	1.064	0.39	0.168
2	1.1	1.36	0.91	1	1.32	5.69	1.138	0.45	0.193
3	1.28	1.21	1	1.32	1.4	6.21	1.242	0.4	0.172
4	0.93	1.32	1.17	1.1	1.17	5.69	1.138	0.39	0.168
5	1.25	1.19	1.32	1.12	1.37	6.25	1.250	0.25	0.107

No	X1	X2	X3	X4	X5	Jumlah	X bar	R	S
6	1	1.2	1	1.22	0.87	5.29	1.058	0.35	0.150
7	1.32	1.38	0.86	1	0.97	5.53	1.106	0.52	0.224
8	0.91	1	1.32	1,17	0.96	4.19	1.048	0.41	0.176
9	0.97	1.1	1.35	0.94	1	5.36	1.072	0.41	0.176
10	1.33	1.31	1.28	0.89	1	5.81	1.162	0.44	0.189
11	1.31	1.17	1	1	1.1	5.58	1.116	0.31	0.133
12	1.4	1	1	1.18	1.13	5.71	1.142	0.4	0.172
13	1	0.97	1.31	1.22	1.27	5.77	1.154	0.34	0.146
14	1	0.93	0.92	1.4	1.22	5.47	1.094	0.48	0.206
15	1.16	1.26	0.87	1.16	1.38	5.83	1.166	0.51	0.219
16	0.9	1	1	1.29	1.4	5.59	1.118	0.5	0.215
17	0.94	1	1.18	1	0.92	5.04	1.008	0.26	0.112
18	1.37	1.24	1.32	1	0.87	5.8	1.160	0.5	0.215
19	1.2	1.37	1.1	1.24	1	5.91	1.182	0.37	0.159
20	1.4	1.14	1	1.11	1.2	5.85	1.170	0.4	0.172

Analisa DPMO dan nilai sigma diperoleh setelah melakukan pengolahan data untuk mendapatkan nilai Xbar, *range* (R) dan standar deviasi. Berikut hasil dari perhitungan nilai DPMO dan nilai sigma menggunakan Microsoft Excel.

Tabel 4. 6 Hasil Nilai DPMO dan Sigma

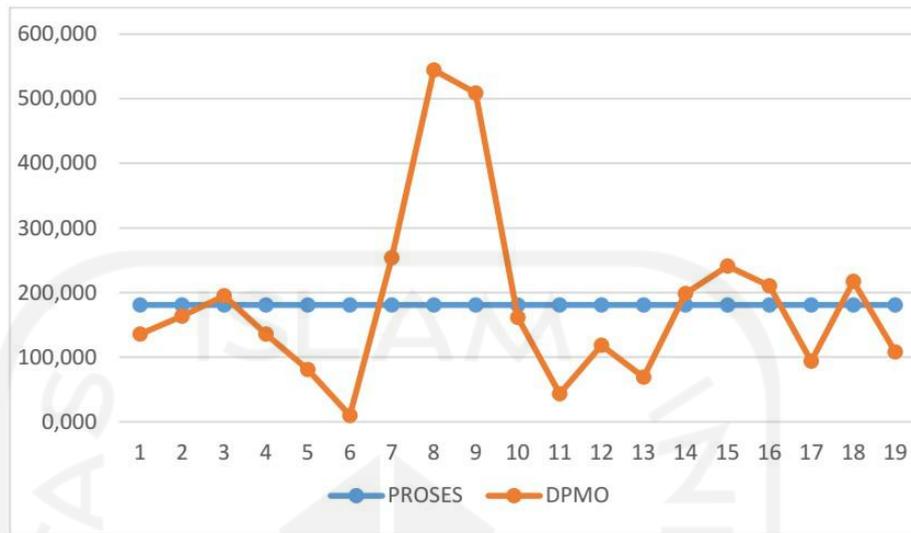
X bar	R	S	DPMO	SIGMA
1.064	0.39	0.168	135.900	2.60
1.138	0.45	0.193	163.400	2.48
1.242	0.4	0.172	195.300	2.36

X bar	R	S	DPMO	SIGMA
1.138	0.39	0.168	135.900	2.60
1.250	0.25	0.107	80.900	2.90
1.058	0.35	0.150	9.980	3.83
1.106	0.52	0.224	253.800	2.16
1.048	0.41	0.176	544.600	1.39
1.072	0.41	0.176	508.700	1.48
1.162	0.44	0.189	161.500	2.49
1.116	0.31	0.133	43.600	3.21
1.142	0.4	0.172	118.400	2.69
1.154	0.34	0.146	69.300	2.99
1.094	0.48	0.206	198.600	2.35
1.166	0.51	0.219	241.000	2.20
1.118	0.5	0.215	210.200	2.30
1.008	0.26	0.112	93.600	2.82
1.160	0.5	0.215	217.300	2.28
1.182	0.37	0.159	108.100	2.74
1.170	0.4	0.172	127.700	2.64
22.588			180.889	2.53

Contoh perhitungan Analisa DPMO :

$$\begin{aligned}
 &= 1.000.000 - P\{z \geq (USL - \bar{X}) / S\} \times 1.000.000 + P\{z \leq (LSL - \bar{X}) / S\} \\
 &\quad \times 1.000.000 \dots \dots \dots (4.2) \\
 &= 1.000.000 - P\{z \geq (1,4 - 1.064) / 0.168\} \times 1.000.000 + P\{z \leq (0.8 - 1.064) / \\
 &\quad 0.168\} \times 1.000.000 \\
 &= 1.000.000 - P\{z \geq (2)\} \times 1.000.000 + P\{z \leq (-1.214)\} \times 1.000.000 \\
 &= 1.000.000 - (0.9772) \times 1.000.000 + (0.1131) \times 1.000.000
 \end{aligned}$$

= 135.900



Gambar 4. 3 Grafik DPMO

C. Simulasi perbaikan Monte Carlo

Metode monte carlo digunakan untuk membangkitkan angka acak yang akan digunakan untuk angka pengurangan jumlah cacat dalam setiap bulannya. Pengolahan data diawali dengan menentukan probabilitas. Contoh perhitungan probabilitas sebagai berikut.

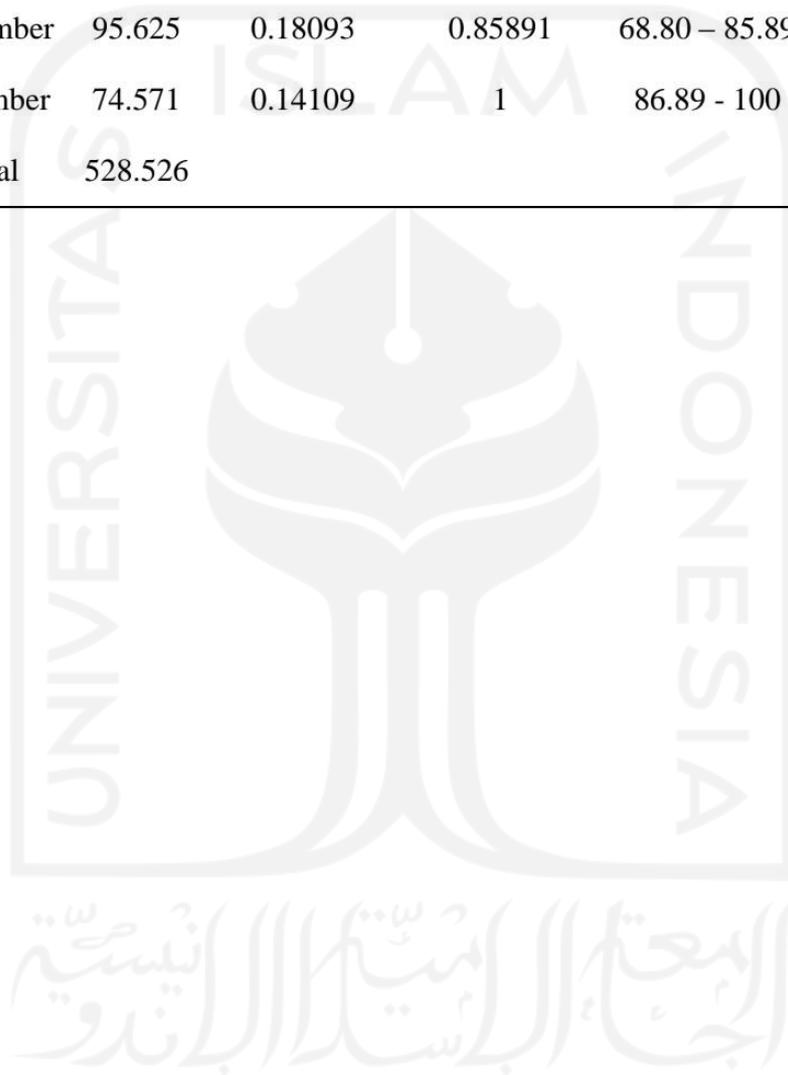
$$\begin{aligned}
 \text{Probabilitas} &= \frac{\text{jumlah cacat bulan}}{\text{total jumlah cacat}} \dots\dots\dots(4.4) \\
 &= \frac{91.530}{528.526} = 0.17318
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Probabilitas Kumulatif} &= \text{probabilitas kumulatif a} + \text{probabililtas b} = \text{probabilitas kumulatif b} \\
 &= 0.17318 + 0.27149 = 0.44467
 \end{aligned}$$

Kemudian untuk membangun angka acak., peneliti menggunakan bantuan Ms. Excel dengan formula 'randbetween' sehingga akan mendapatkan angka acak yang akan digunakan untuk mengurangi jumlah cacat. Untuk lebih lengkapnya dapat disimak di tabel berikut.

Tabel 4.8 Hasil Simulasi Monte carlo

Bulan	Jumlah Cacat	Probabilitas	Probabilitas Kumulatif	Interval Angka Acak	Angka Acak
Agustus	91.530	0.17318	0.17318	1 – 17.32	10.996
Oktober	143.490	0.27149	0.44467	18.32 – 44.47	34.816
November	123.310	0.23331	0.67798	45.47 – 67.80	28.746
September	95.625	0.18093	0.85891	68.80 – 85.89	19.968
Desember	74.571	0.14109	1	86.89 - 100	19.781
Total	528.526				



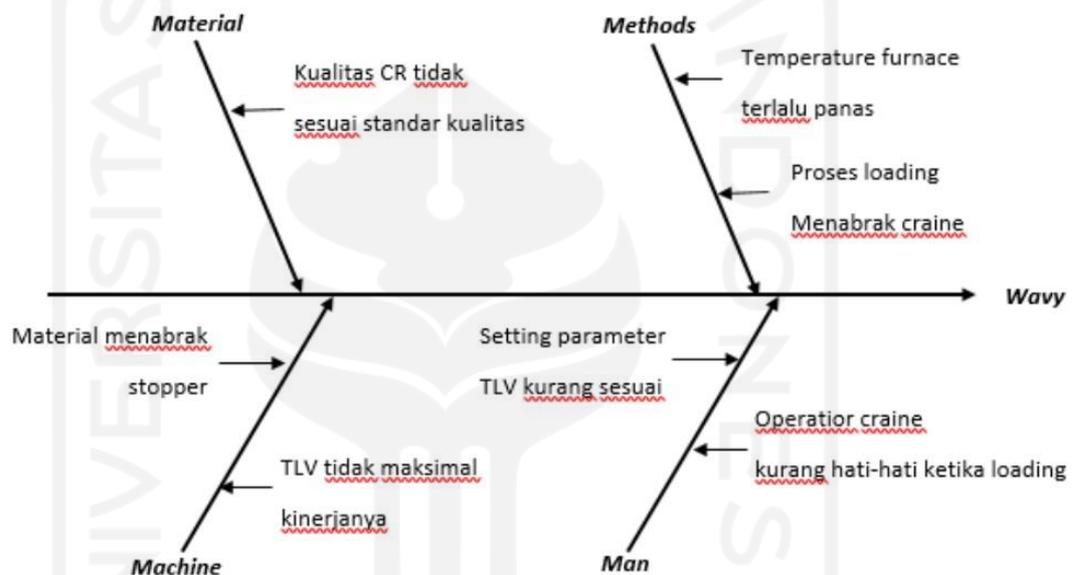
4.3.3 Analyze

A. Data Atribut

Pada tahap analisa peneliti menggunakan diagram sebab akibat atau *fishbone* dari setiap jenis cacat yang terdapat pada CTQ, hasil dari diagram sebab akibat kemudian akan diketahui proses produksi yang memiliki resiko tertinggi. Diagram tulang ikan dibawah hanya ditampilkan beberapa diagram yang dianggap penting dan sisa lainnya berada di lampiran.

1. Diagram Sebab Akibat / *Fishbone*

a. Jenis cacat *wavy*



Gambar 4.4 *Fishbone* cacat *wavy*

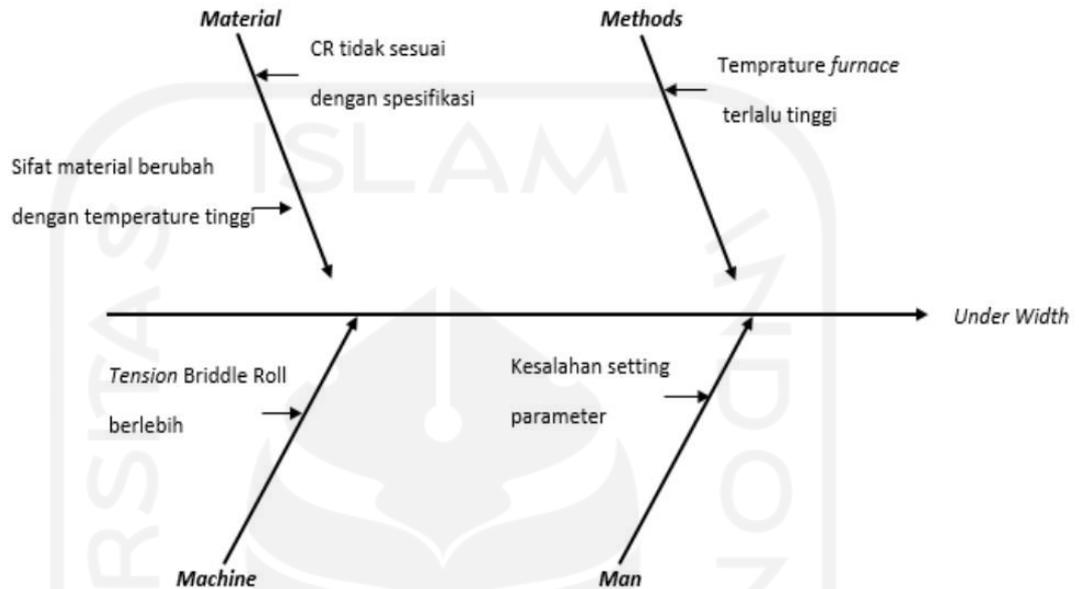
Pada faktor material ditemukan masalah bahwa kualitas CR tidak sesuai standar kualitas, namun CR yang sudah di inspeksi oleh QC dan dinyatakan masih didalam batas spesifikasi maka akan dilanjutkan proses produksi.

Pada faktor mesin, material menabrak *stopper* maksudnya adalah bagian sisi pada material mengenai pembatas samping dari 65actor produksi.

Pada faktor metode, suhu *furnace* atau oven pemanas terlalu tinggi Ketika material masuk ke area oven. Kemudian pada saat pemindahan CR menggunakan *craine* tidak hati-hati sehingga terjadi benturan antara *craine* dengan sisi CR.

Pada faktor manusia, operator kurang tepat dalam mengatur tegangan material pada bagian TLV sehingga material kendur pada saat suhu material panas dan akan bergelombang Ketika material dingin.

b. Jenis cacat *Under width*



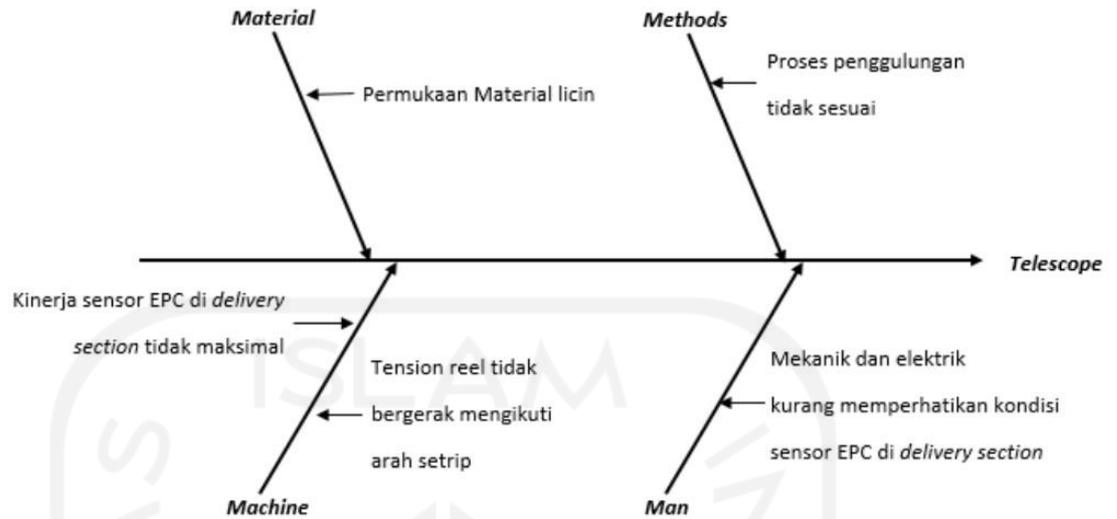
Gambar 4.5 Fishbone Cacat *Under Width*

Pada faktor material, pihak perusahaan menerima CR yang tidak memenuhi spesifikasi lebar bahan yang dibutuhkan dari *supplier*. Kemudian sifat material berubah karena melalui proses pemanasan di oven yang suhunya $\pm 400 - 1200^{\circ}\text{C}$ dan dilanjutkan dengan pendinginan dengan cara di semprot oleh air.

Pada faktor mesin, gaya tekan pada *bridle roll* ke CR berlebih sehingga menyebabkan perubahan spesifikasi material.

Pada faktor metode, suhu pada ruang oven terlalu tinggi atau tidak sesuai dengan ketebalan CR. Karena proses produksi yang berlanjut mengharuskan CR disambung dengan CR sebelumnya yang berbeda ketebalan, biasanya ruang oven belum sesuai suhunya factor CR yang baru masuk.

Pada faktor manusia, operator kurang tepat dalam menginput parameter suhu, gaya tekan, gaya factor, kecepatan dan lain sebagainya.

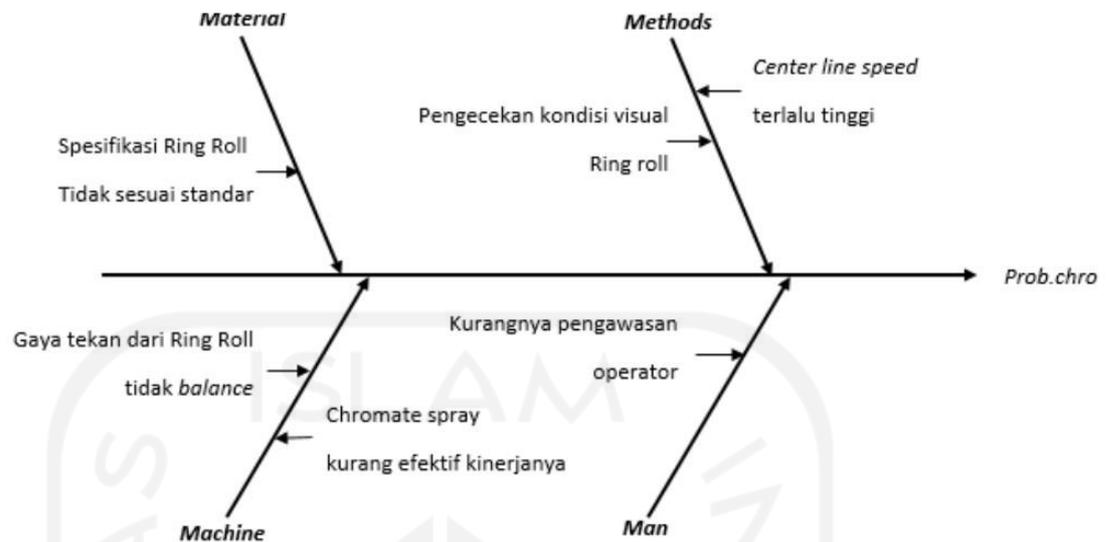
c. Jenis cacat *telescope*Gambar 4. 4 *Fishbone* Cacat *Telescope*

Pada faktor material, permukaan CR licin sehingga faktor proses penggulungan bergeser.

Pada faktor mesin, sensor yang bekerja untuk mengontrol *centering line* mengalami gangguan sehingga proses penggulungan tidak berada di tengah sebagaimana mestinya. Kemudian arah putaran *tension reel* tidak searah dengan CR, hal ini disebabkan oleh proses untuk penggulungan faktor lebih cepat sedangkan putaran *tension reel* belum berhenti.

Pada faktor r metode, karena penyebab-penyebab yang sudah dijelaskan diatas mengakibatkan metode penggulungan tidak sesuai.

Pada faktor manusia, divisi mekanik kurang melakukan usaha perbaikan preventif pada sensor EPC.

d. Jenis cacat *problem chromate*

Gambar 4. 5 Fishbone Cacat Problem Chromate

Pada faktor material spesifikasi *ring roll* tidak sesuai dengan standar spesifikasi, fungsi dari *ring roll* adalah untuk meratakan lapisan *chrome* sehingga tidak ada bercak dan merata.

Pada faktor mesin, gaya tekan pada *ring roll* juga kurang seimbang yang menyebabkan ada bagian *chrome* di permukaan CR lebih tebal ketimbang sisi yang lain. Kemudian dalam proses pelapisan cairan *chrome* disemprotkan langsung ke permukaan CR sehingga jika kualitas *sprayer* kurang baik kondisinya maka akan meninggalkan kecacatan pada CR.

Pada faktor metode, kecepatan yang diatur oleh operator terlalu tinggi sehingga menimbulkan cipratan cairan *chrome* ke permukaan CR. Kemudian operator juga kurang memperhatikan kondisi fisik dan parameter dari *ring roll*.

Pada faktor manusia, bagian mekanik kurang melakukan pengecekan pada kondisi *ring roll*.

B. Data Variabel

Tahap analisis pada data variabel dilakukan dengan menguji stabilitas proses, indeks performansi dan indeks kapabilitas proses.

a. Stabilitas Proses

Untuk mengetahui stabilitas proses dapat lebih dahulu menentukan Batasan pengendaliannya seperti berikut:

UCL	: 1.20
LCL	: 0.70
Nilai Sigma	: 2.84
USL	: 1.40
LSL	: 0.80
T	: 1.00
S	: 0.174
X double bar	: 1.13

Nilai batas toleransi maksimum adalah:

$$\begin{aligned}
 S_{\max} &= \left\{ \frac{1}{2 \times \text{nilai kapabilitas sigma}} \right\} \times (USL - LSL) \dots \dots \dots (4.3) \\
 &= \left\{ \frac{1}{2 \times 2.84} \right\} \times (1.40 - 0.80) \\
 &= 0.6 \times 1.42 = 0.852
 \end{aligned}$$

Uji Hipotesis:

$$H_0 : \sigma^2 \geq (S_{\max})^2 \text{ atau } \sigma^2 \geq (0.852)^2 = 0.725904$$

$$H_1 : \sigma^2 \leq (S_{\max})^2 \text{ atau } \sigma^2 \leq (0.852)^2 = 0.725904$$

$$\text{Jika } [(n-1) s^2 / (S_{\max})^2] \geq X^2(\alpha ; n - 1)$$

Dik: $n=5 \times 20 = 100$ unit produk

$$\alpha = 0.05 \text{ (tingkat kepercayaan 95\%)}$$

$$= [(n-1) S^2 / (S_{\max})^2] \geq X^2(\alpha ; n - 1) \dots \dots \dots (4.4)$$

$$= [(100-1) 0.174^2 / (0.852)^2] \geq X^2(0.05 ; 100-1)$$

$$= [(99) 0.0302 / 0.725094] \geq X^2(124342)$$

$$= 412333 \geq 124342$$

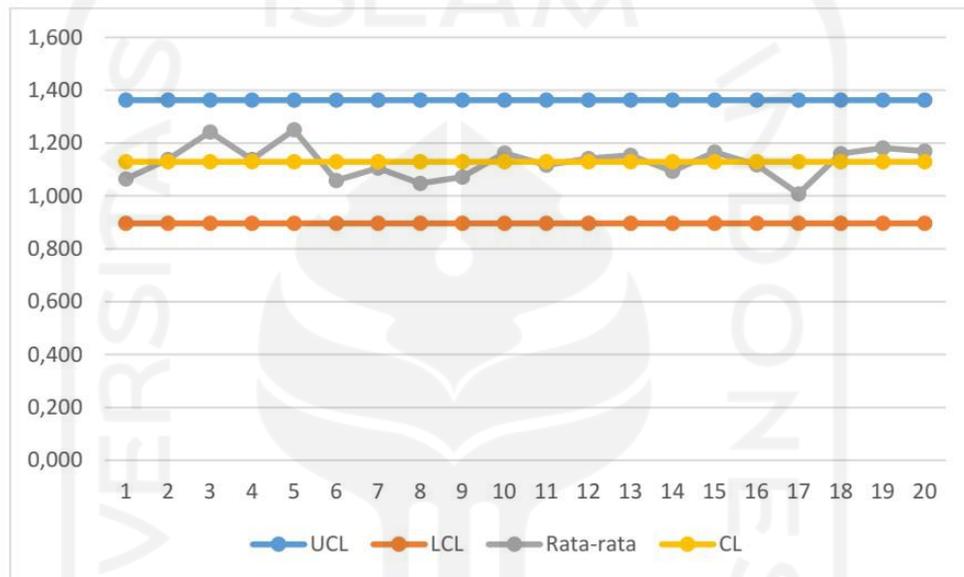
Kemudian dilanjutkan dengan menampilkan rata-rata proses pada grafik peta kontrol xbar dengan Batasan berikut:

$$UCL = T + (1.5 \times \text{std. deviasi maks}) \dots \dots \dots (4.5)$$

$$= 1.00 + (1.5 \times 0.174) = 1.261 = 1.20 \text{ mm (pembulatan)}$$

$$LCL = T - (1.5 \times \text{std. deviasi maks}) \dots \dots \dots (4.6)$$

$$= 1.00 - (1.5 \times 0.174) = 0.739 = 0.70 \text{ mm (pembulatan)}$$



Gambar 4. 6 Grafik Peta Kontrol X-Bar

Dapat diperhatikan dari peta control X-bar diatas bahwa dari setiap rata-rata pada sampel tidak menunjukkan melewati batas atas atau UCL maupun batas bawah LCL.

b. Indeks Performansi

$$Cpm = \frac{(USL - LSL)}{\{6 \sqrt{\bar{X}} - T^2 + S^2\}} \dots \dots \dots (4.7)$$

$$= \frac{(1.40 - 0.80)}{\{6 \sqrt{(1.129 - 1.00)^2 + 0.174^2}\}}$$

$$= \frac{0.6}{6 \sqrt{0.016641 + 0.030276}} = 0.74$$

Hasil dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa nilai $C_{pm} = 0.74$ yang berarti sangat rendah dan tidak mampu untuk memenuhi spesifikasi target ketebalan produk GI $1.00 \text{ mm} \pm 0.4 \text{ mm}$. Berdasarkan *rule of thumb* jika nilai $C_{pm} < 1.00$ maka dianggap sangat tidak mampu untuk mencapai target kualitas pada tingkat *zero defect oriented*. Kemudian untuk mengetahui berapa persen interval toleransi spesifikasi yang menyimpang dari target dapat dihitung seperti dibawah.

$$\begin{aligned} \% \text{ Off Target} &= \text{Absolut } (X\text{-bar} - T) / (USL - LSL) \times 100\% \dots\dots\dots(4.10) \\ &= \text{Absolut } (1.13 - 1.00) / (1.40 - 0.80) \times 100\% \\ &= 0.261\% \end{aligned}$$

Nilai 0.261% merupakan ukuran diagnose tambahan dimana semakin besar % *off target* maka akan semakin rendah untuk mencapai nilai target yang ditetapkan.

c. Indeks Kapabilitas Proses

$$\begin{aligned} C_{pmk} &= \frac{C_{pm}}{\sqrt{1 + \left(\frac{\bar{X} - T}{S}\right)^2}} \dots\dots\dots(4.11) \\ &= \frac{0.74}{\sqrt{1 + \left(\frac{1.129 - 1.00}{0.174}\right)^2}} \\ &= \frac{0.74}{22.32} = 0.033 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil dari nilai C_{pmk} diatas diperoleh 0.033 yang berarti sangat rendah untuk memenuhi batas spesifikasi.

4.3.4 Improve

Berdasarkan pengolahan data yang sudah dilakukan pada subab sebelumnya menggunakan metode diagram tulang ikan atau *fishbone* dari jenis-jenis cacat yang ada, pada poin *improve* peneliti memberi masukan-masukan baru untuk

perbaikan kualitas berdasarkan rencana perbaikan dengan menggunakan metode 5W+1H. berikut adalah tabel 5W+1H.

a. Rencana perbaikan pada cacat *wavy*

Tabel 4.10 5W+1H cacat *wavy*

Jenis	5W+1H	Deskripsi
Cacat <i>wavy</i>	<i>What</i>	<i>Coil</i> bergelombang
Alasan	<i>Why</i>	Proses <i>furnace</i>
Lokasi	<i>Where</i>	PT Fumira
Proses	<i>When</i>	Saat <i>coil</i> memasuki oven
Penyebab	<i>Why</i>	Temperatur terlalu panas
Solusi	<i>How</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tentukan parameter suhu yang tepat. 2. Beri jeda waktu.

b. Rencana perbaikan pada cacat *under width*

Tabel 4.11 5W+1H cacat *underwidth*

Jenis	5W+1H	Deskripsi
Cacat <i>under width</i>	<i>What</i>	Spesifikasi lebar berubah
Alasan	<i>Why</i>	Proses <i>furnace</i>
Lokasi	<i>Where</i>	PT Fumira

Jenis	5W+1H	Deskripsi
Proses	<i>When</i>	Saat <i>coil</i> keluar oven dan terkena suhu yang lebih rendah.
Penyebab	<i>Why</i>	Perbedaan suhu yang tiba-tiba
Solusi	<i>How</i>	Mendinginkan <i>coil</i> bertahap.

c. Rencana perbaikan pada cacat *telescope*

Tabel 4.12 5W+1H cacat *telescope*

Jenis	5W+1H	Deskripsi
Cacat <i>telescope</i>	<i>What</i>	Gulungan tidak simetris.
Alasan	<i>Why</i>	Proses penggulangan.
Lokasi	<i>Where</i>	<i>Delivery section</i>
Proses	<i>When</i>	Saat penggulangan <i>coil</i> .
Penyebab	<i>Why</i>	Permukaan <i>coil</i> yang licin
Solusi	<i>How</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pastikan proses pengeringan maksimal 2. Cek kondisi oven pengering.

Berikut adalah poin *improve* yang disampaikan. Tabel *improve* dibawah hanya ditampilkan beberapa diagram yang dianggap penting dan sisa lainnya berada di lampiran.

A. Data Atribut

a. Jenis cacat *wavy*

Tabel 4. 7 *Improve* Cacat *Wavy*

	Faktor	Usulan
Material	Kualitas material CRC tidak sesuai dengan standar kualitas	1. Mengajukan <i>claim</i> kepada <i>supplier</i> 2. Memperbarui standar kualitas kepada <i>supplier</i>
Metode	Temperature <i>furnace</i> terlalu panas	Mematikan <i>main burner</i> sehingga suhu dapat turun.
Mesin	Proses <i>loading</i> menabrak <i>crane stopper</i>	Proses <i>loading</i> dilakukan secara perlahan dan hati-hati Memodifikasi <i>stopper</i> menggunakan material yang <i>soft</i> .
Manusia	TLV tidak maksimal kinerjanya Setting TLV kurang sesuai	Mencari parameter yang sesuai dengan spesifikasi material Mencari parameter yang sesuai dengan spesifikasi material
	Operator <i>craine</i> tidak hati-hati pada proses <i>loading coil</i>	Memberikan pelatihan kepada operator sehingga <i>skill</i>

Faktor	Usulan
	mengendalikan <i>crane</i> meningkat

b. Jenis cacat *under width*

Tabel 4. 8 *Improve Cacat Under Width*

Faktor	Tindakan	
Material	CR tidak sesuai dengan spesifikasi	Melakukan pengkajian ulang spesifikasi bahan baku agar lebih teratur
	Sifat material berubah dengan suhu tinggi	Memberikan jeda waktu pada saat transisi perbedaan ketebalan
	Suhu <i>furnace</i> terlalu tinggi	Penyesuaian dan dipastikan suhu pada saat jeda waktu transisi
Mesin	Tegangan <i>bridle roll</i> melebihi standar parameter	Pengkajian ulang pramater disesuaikan dengan sifat bahan
Manusia	Kesalahan setting parameter	Memperhatikan kondisi lingkungan kerja operator agar dapat lebih fokus

BAB V

PEMBAHASAN

Pembahasan pada BAB V ini didasari oleh hasil dari pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan pada BAB sebelumnya. Pada BAB ini penulis menjelaskan hasil dari setiap tahap DMAI (*define, measure, analyze, improve*). Diharapkan dapat memudahkan untuk memahami dari hasil pengolahan data.

5.1 Analisis tahap define

Hal pertama yang dilakukan oleh penulis dalam tahap *define* adalah mengetahui model proses atau SIPOC akronim dari *supplier, input, process, output, customers* untuk menentukan batasan dari suatu proses, identifikasi *stakeholder* dari proyek *six sigma* ini dan identifikasi *output* dari persyaratan atau permintaan dari konsumen. Pada diagram SIPOC ini peneliti menemukan permasalahan bahwa PT Fumira hanya berkerja sama dengan PT Krakatau Steel selaku pemasok tunggal untuk *roll coil*, berdasarkan pengamatan dilapangan pihak pemasok pada waktu tertentu mengirimkan bahan baku yang sudah terdapat kecacatan seperti karat, bergelombang, dan *dent*. Sehingga PT Fumira harus membuang sebagian dari *coil* yang dianggap tidak layak masuk ke proses produksi dan menyebabkan kerugian jumlah bahan baku, penggunaan waktu yang terbuang dan penumpukan sampah dari bahan baku yang tidak terpakai.

Pada proses produksinya PT Fumira lebih dominan melakukan proses *make to order* atau memproduksi sesuai permintaan konsumen sehingga pemesanan bahan baku utama berupa *colled roll coil (CRC)* disesuaikan bobot dan spesifikasi ketebalannya sesuai dengan kebutuhan konsumen, PT Fumira melakukan pemesanan bahan baku setiap bulannya setelah bagian perencanaan produksi menerbitkan rencana produksi dalam satu bulan kedepan sehingga bagian *purchase* dapat mengetahui kebutuhan bahan baku yang dibutuhkan seperti kebutuhan CRC, bahan *zinc* dan *chrom* untuk pelapisan.

5.2 Analisis tahap measure

Pada tahap *measure* peneliti melakukan pengolahan pada data atribut yang berisi tentang jenis-jenis dan jumlah produk cacat. Sedangkan pada data variabel berisi data cacat produk ketebalan yang diambil dari 20 sampel.

5.2.1 Pembahasan data atribut

Proses pengolahan data atribut diawali dengan melakukan perhitungan peluang tingkat cacat CTQ, perhitungan ini digunakan dengan tujuan untuk mengetahui nilai kegagalan dari setiap CTQ. Hasil dari perhitungan bahwa dari setiap CTQ yang telah ditetapkan kemungkinan untuk gagal adalah 0,927 yang jika dihitung dalam satu juta kesempatan menjadi 927,000.

Hasil dari diagram pareto menampilkan CTQ dengan tingkat cacat tertinggi hingga terendah. Penggunaan diagram pareto ini untuk memudahkan peneliti untuk berfokus penanganan perbaikan pada beberapa jenis cacat tertinggi, berdasarkan diagram pareto jenis cacat tertinggi adalah *wavy*, *underwidth*, dan *telescope*.

Kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan hasil nilai DPMO (*defect per-million opportunities*) dan untuk mengetahui nilai level sigma menggunakan *Microsoft Excel* dan didapat rata-rata 929 DPMO atau terdapat 929 kemungkinan terjadi cacat pada satu juta kesempatan, berdasarkan konsep *motorola's 6-sigma* PT Fumira berada pada tingkat 4 sigma tepatnya 4.60 sigma dengan nilai $DPMO\ 929 \leq 6.210$ (rata-rata industri USA) dan kemungkinan setiap CTQ untuk gagal adalah 4.91 kegagalan per-satu juta DPMO dari perhitungan ($929/1.000.000 \times 528.526 = 4.91$).

5.2.2 Pembahasan data variabel

Pada pengolahan data variabel, peneliti menggunakan data ketebalan produk yang sampelnya diambil setelah selesai proses produksi dan akan dipotong sesuai kebutuhan, peneliti menggunakan 20 data sampel ketebalan produk dengan cara 5 kali pengambilan sampel dengan spesifikasi $T=1.00\text{ mm}$, $USL = 1.40\text{mm}$ dan $LSL = 0.80\text{mm}$ kemudian dilanjutkan pengolahan data diawali dengan pencarian nilai \bar{X} , R (*range*), dan S (standar deviasi) untuk mendapatkan nilai DPMO. Rata-rata nilai DPMO dari 20 sampel tersebut adalah 180.889 yang menandakan bahwa hasil dari grafik 4.3 antara proses dan DPMO pada proses 8 terjadi lonjakan nilai DPMO

yang tinggi hal ini dapat dipengaruhi dari hasil produksi pada saat sampel diambil banyak melampaui batas spesifikasi. Kemudian dengan DPMO 180.889 didapat nilai sigma 2,41 yang menandakan bahwa untuk kualitas ketebalan produk PT Fumira masih rendah atau rata-rata industri Indonesia dan kemungkinan bahwa proses produksi tidak mampu memenuhi spesifikasi ketebalan sebesar 81,86% sesuai dengan tabel konversi hasil bebas cacat ke nilai sigma dan DPMO.

5.3 Analisis tahap *analyze*

Pada pembahasan tahap *analyze* ini menggunakan metode diagram tulang ikan untuk menemukan akar masalah pada data atribut, untuk data variabel pembahasan akan menggunakan hasil dari perhitungan kapabilitas proses, stabilitas proses dan indeks performansi.

5.3.1 Pembahasan data atribut

Pencarian akar masalah pada data atribut menggunakan diagram tulang ikan pada setiap jenis cacat produk, analisis dari diagram tulang ikan tersebut dijelaskan berikut.

a. *Wavy*

Jenis cacat yang tertinggi pada data atribut adalah jenis cacat *wavy* (bergelombang) sebanyak 14,40%. Jenis cacat *wavy* terjadi disebabkan oleh suhu yang terlalu panas sehingga terjadi perubahan bentuk pada bahan menjadi bergelombang, setelah dilakukan observasi ditemukan hasil yaitu ketika bahan baku masuk ke ruang oven suhunya masih terlalu panas untuk bahan tersebut, hal tersebut disebabkan oleh waktu yang singkat untuk *coil* baru memasuki oven yang suhunya masih tidak tepat berdasarkan spesifikasi. Sesuai dengan sifat material, jika suatu material besi dipanaskan berlebihan maka besi tersebut akan memuai kemudian bergelombang.

b. *Under Width*

Jenis cacat kedua tertinggi adalah *underwidth* atau ukuran lebar berubah yang jumlahnya sebesar 13%, hal ini disebabkan oleh perubahan suhu pada permukaan *coil* yang tiba-tiba dan material tidak siap untuk menerima perubahan dari suhu tinggi ke suhu rendah sehingga *coil* mengkerut karena proses sebelumnya dipanaskan dan tidak ada suatu sistem untuk mendinginkan

secara lebih berkala sampai *coil* keluar dari ruang oven dan berinteraksi dengan suhu lingkungan.

c. *Telescope*

Jenis cacat ketiga tertinggi adalah *telescope* atau penggulangan tidak rapih yang jumlahnya sebanyak 12%, jenis cacat ini terjadi karena pada proses penggulangan *inner* atau *outer diameter* pada sisi *coil* tidak simetris. Hal ini terjadi karena permukaan *coil* yang licin sehingga tidak ada kekuatan antar permukaan untuk saling mengunci. Berdasarkan pengamatan langsung permukaan menjadi licin karena lapisan dari cairan *chromate* masih belum benar-benar kering. Masalah baru akan muncul ketika *coil* dibuka untuk dilanjutkan proses berikutnya maka *line* akan miring dan keadaan semakin parah.

Setelah ditemukan akar masalahnya, secara garis besar peneliti dapat menarik kesimpulan dari masalah yang sering muncul di setiap jenis cacat, yaitu:

1. Cacat yang disebabkan oleh bahan baku seperti karat, *dent* (penyok), *wavy* (bergelombang) dan baret.
2. Cacat yang disebabkan oleh mesin seperti kondisi *roll* yang kotor, putaran *roll* tidak sesuai dengan kecepatan *line* produksi, kerusakan sensor, kondisi *part* mesin kotor dan suhu tidak sesuai dengan spesifikasi.
3. Cacat yang disebabkan oleh metode seperti kesalahan pengaturan parameter tegangan *line* produksi, kecepatan tidak sesuai parameter yang telah ditentukan, proses pembersihan *part* mesin tidak detail.
4. Cacat yang disebabkan oleh manusia seperti operator kurang mengawasi proses produksi, kesalahan memasukan pengaturan parameter, tindakan preventif tidak detail dan kurang pelatihan *skill* untuk menyelesaikan masalah yang terjadi di lantai produksi.

5.3.2 Pembahasan data variabel

A. Stabilitas proses

Stabilitas proses adalah langkah awal untuk mengetahui apakah suatu sistem berjalan stabil atau tidak, jika dari hasil perhitungan didapat hasil yang stabil maka dapat dilanjutkan perhitungan kapabilitas proses. Untuk mengetahui

sistem tersebut stabil perlu menggunakan grafik peta kontrol rata-rata seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.14, menjelaskan bahwa setiap rata-rata proses sudah stabil ditandai dengan tidak ada garis rata-rata proses yang keluar dari garis batas spesifikasi atas dan bawah. Perhitungan stabilitas proses diawali dengan mengetahui nilai S_{max} (batas toleransi maksimum) sebesar 0,852 kemudian dilakukan uji hipotesis dengan hasil $412.333 \geq 124342$ (didapat dari tabel nilai kritis dengan $\alpha 0,05$) maka hipotesis menolak H_0 karena nilai batas toleransi maksimum lebih besar. Hal ini membuktikan bahwa perusahaan memerlukan usaha untuk me-*reduksi* terhadap variasi proses yang ada mencakup bahan baku, mesin, metode kerja dan kualitas SDM.

B. Kapabilitas proses

Berdasarkan definisi kapabilitas proses adalah kemampuan suatu sistem untuk memenuhi kebutuhan dan ekpetasi konsumen, suatu sistem dapat dikatakan mampu jika nilai $C^{pm} \geq 2,00$ sesuai dengan *rule of thumb* yang sudah dibahas pada BAB sebelumnya. Hasil dari perhitungan kapabilitas proses menunjukkan nilai $C^{pm} = 0,74 \leq 1,00$ yang berarti kapabilitas proses sangat rendah dan tidak bisa memenuhi target spesifikasi $T = 1,00\text{mm}$ dan toleransi spesifikasi yang menyimpang adalah 0,261%, jika semakin kecil % *off target* maka akan semakin besar kemungkinan untuk tidak memenuhi spesifikasi target.

5.6 Analisis tahap *improve*

Pembahasan pada tahap *improve* menjelaskan tentang perbaikan hasil dari diagram tulang ikan, saran perbaikan yang diberikan penulis adalah.

1. Pada material
 - a. Menentukan ulang spesifikasi bahan baku kepada supplier, seperti toleransi kecacatan barang.
 - b. Penambahan metode dan alat pemeriksaan kualitas, seperti penggunaan *hardness tester* untuk mengetahui tingkat kekerasan kandungan besi.
2. Pada metode
 - a. Membuat perencanaan produksi dengan spesifikasi ketebalan bertahap.

- b. Melakukan percobaan untuk menentukan parameter yang lebih tepat pada spesifikasi yang rawan mengalami cacat.
 - c. Melakukan percobaan pada setiap memulai produksi guna memastikan setiap komponen mesin bekerja secara optimal.
 - d. Melakukan pembersihan komponen yang bersentuhan langsung dengan CRC setiap pergantian *coil*.
 - e. Berhati-hati dalam mengoperasikan alat berat dan alat lainnya agar terhindar dari kecacatan produk, seperti pengoperasian *craine* untuk mengangkat *coil* lebih hati-hati agar sisi *coil* tidak cacat.
3. Pada manusia
- a. Melakukan pelatihan untuk meningkatkan kualitas SDM untuk meningkatkan efisiensi, menghindari kerusakan, terhindar dari kecelakaan kerja dan melatih kepekaan terhadap lingkungan kerjanya. Pelatihan bisa menggunakan metode *skill training* atau *team training*.
 - b. Memberikan lingkungan kerja yang nyaman mencakup kondisi udara, penerangan, kebisingan dan kebersihan. Bisa memberikan ruangan khusus untuk melakukan pengaturan parameter di setiap bagian produksi dengan kondisi yang ideal.
4. Pada mesin
- a. Mengatur ulang jadwal pemeriksaan kondisi mesin menjadi lebih sering.
 - b. Memastikan kinerja mesin dan komponennya dalam kondisi yang optimal, seperti pengecekan dan pergantian pelumas terutama pada komponen komponen yang bergerak dan bersentuhan langsung dengan *coil*.
 - c. Menambah kipas dan cerobong pada ruang oven agar dapar lebih mudah dalam mengatur kondisi suhu.
 - d. Desain ulang alur produksi guna memberikan waktu lebih dalam mengkondisikan suhu didalam ruang oven.

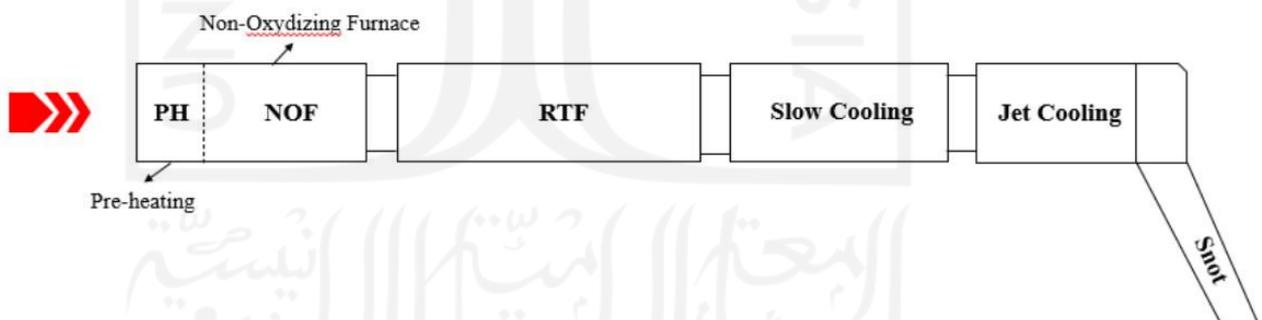
5.6.1 Analisis Pengendalian Kualitas

Pada analisis ini penulis bermaksud untuk memberikan saran teknis yang bertujuan untuk mengurangi jumlah produk cacat melalui sebuah simulasi yang bersifat tidak

pasti atau berupa gambaran menggunakan jenis cacat yang mendominasi, jenis cacat yang digunakan adalah *wavy* atau tepian yang bergelombang. Data menyebutkan bahwa dalam 5 bulan data *wavy* berjumlah 76.101 Kg sehingga diharapkan setelah analisis ini dibuat dapat mengurangi jumlah cacat produk dan dapat meningkatkan nilai sigma bagi perusahaan. Nilai sigma sebelum dilakukan analisis ini berada pada 4.60 sigma.

Diketahui bahwa dalam sehari PT Fumira dapat memproduksi 9 sampai 10 *roll coil* dengan bobot rata-rata 16.000 Kg, ketebalan bervariasi 0.25 ml sampai 1.00 ml, kecepatan *line* disesuaikan dengan ketebalan yaitu ukuran yang tipis parameter kecepatan 97 km/h semakin tebal semakin lambat kecepatannya, pada ketebalan 1.00 ml parameter kecepatannya 45 km/h. Kemudian waktu yang diperlukan untuk memproduksi 1 *roll coil* rata-rata 1 jam 30 menit disesuaikan dengan bobot atau dari *roll coil* itu sendiri kemudian di potong sesuai dengan permintaan konsumen yang biasanya berbobot 2000 Kg sampai 4500 Kg.

Sesuai dengan penjabaran sebelumnya bahwa penyebab utama cacat *wavy* selain dari bahan baku adalah karena proses pemanasan yang kurang sesuai antara suhu didalam mesin oven dengan spesifikasi *roll coil*. Hal ini yang memicu penulis untuk memberikan saran yang bersifat teknis untuk membantu perusahaan. Untuk lebih jelasnya, berikut adalah desain mesin oven yang digunakan.



Gambar 4.14 Mesin oven

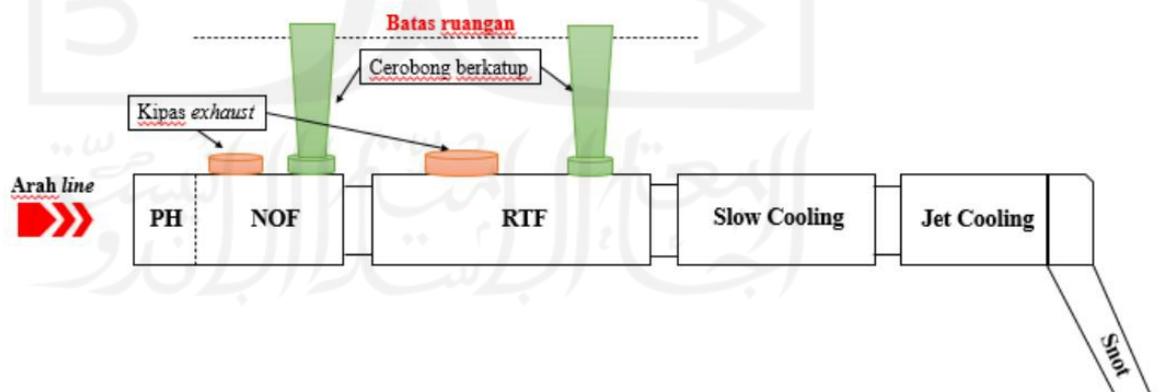
Masalah yang sering terjadi adalah pada saat pergantian spesifikasi ketebalan dilakukan, suhu di ruang oven masih terlalu panas untuk *coil* sehingga penyebab yang muncul adalah pada sisi *coil* akan bergelombang karena menerima suhu yang terlalu panas. Sebagai contoh ketebalan 0.20 ml dan ketebalan 0.50 ml ditampilkan dalam tabel berikut.

Tabel 4.17 Parameter suhu

Ketebalan (ml)	Pre- heating (°C)	Non- oxidizing furnace (°C)	RTF (°C)	Slow Cooling (°C)	Jet Cooling (°C)
0.20	550	1030	655	645	545
0.50	850	1184	920	700	386

Setelah mengetahui parameter suhu setiap ketebalan, dapat diketahui bahwa terdapat *gap* suhu yang berbeda pada tiap ketebalan. Agar terhindar dari cacat *wavy* perusahaan harus memastikan bahwa suhu didalam ruang oven sudah sesuai dengan spesifikasi, dengan cara memanaskan atau mendinginkan suhu ruang oven dengan cepat karena *line* produksi berjenis *continuous* atau berkelanjutan. Disini penulis memberikan saran kepada perusahaan dengan cara:

1. Menambahkan atau memberi kipas *exhaust* untuk menarik keluar suhu panas didalam ruang oven, desain kipas ditambahkan katup penutup dengan mekanisme elektrik agar tidak membuang panas saat kipas tidak diperlukan. Berikut adalah gambaran desain oven yang diberikan.

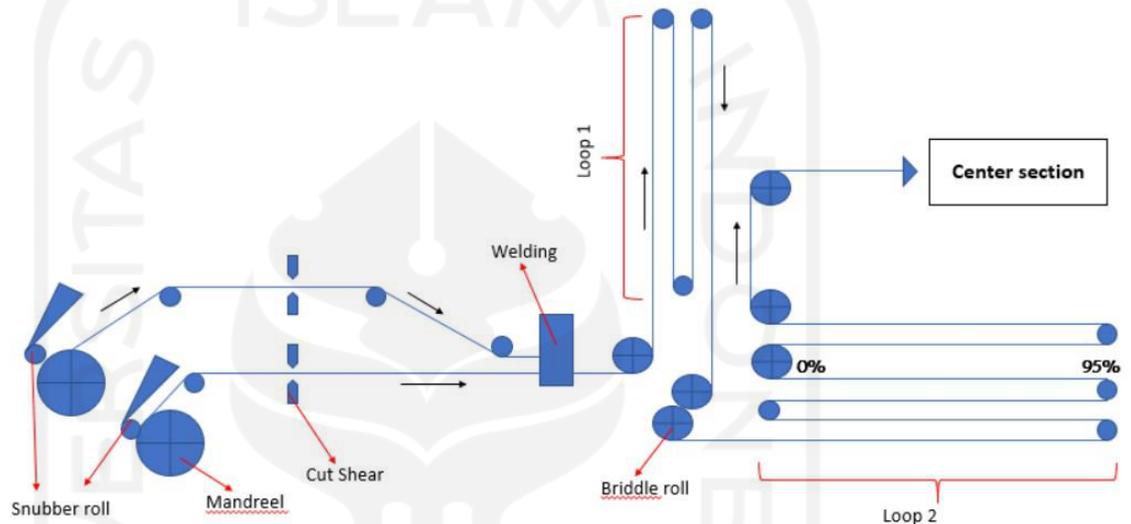


Gambar 4.15 Desain mesin oven baru

2. Memberikan cerobong yang diberi katup penutup yang difungsikan sebagai sirkulasi udara didalam ruang oven, diharapkan dapat membantu proses pelepasan panas. Jika dibutuhkan pendinginan maka katup cerobong dibuka

dan sebaliknya, desain cerobong diberikan katup penutup dengan tujuan agar tidak membuang panas saat cerobong tidak dibutuhkan. Desain yang diberikan dapat dilihat pada gambar 4.15.

3. Menambahkan jeda waktu pada *coil* dengan spesifikasi berbeda untuk memasuki oven, tujuannya agar suhu sesuai dengan spesifikasi. Dengan cara *coil* sementara memasuki *loop* setelah melakukan pengelasan atau penyambungan dengan *coil*. Berikut desain simulasi yang diberikan untuk memberikan jeda waktu.



Gambar 4.16 Desain *entry section* baru

Pada saat setelah proses pengelasan maka *coil* baru yang berbeda ketebalan akan memasuki *loop* 1, sementara itu proses produksi tetap berjalan dengan menghabiskan *coil* pada *loop* 2 yang berisi *coil* yang lebih dahulu masuk proses produksi. Estimasi waktu yang diberikan dari desain *loop* 1 adalah 10 menit dengan kecepatan rendah sekitar 30 – 40 km/h di tambah dengan waktu persiapan *coil* baru untuk memasuki *line* produksi 3 – 4 menit.

Setelah melakukan simulasi tersebut, berikutnya adalah perhitungan seandainya cacat *wavy* berkurang menuju target *zero defect* maka nilai sigma juga meningkat, disini peneliti menggunakan metode simulasi monte carlo untuk mendapatkan angka acak dari probabilitas kecacatan dari setiap bulannya. Kemudian dilanjutkan melakukan perhitungan DPMO dengan jumlah cacat yang baru hasil dari simulasi monte carlo seperti di tabel 4.18.

Tabel 4.18 Hasil analisis DPMO dan nilai sigma

Bulan	Jumlah Cacat (Kg)	Angka Acak	Jumlah cacat baru	DPMO	Nilai Sigma
Agustus	91.530	10.996	80.534	815	4.65
September	143.490	34.816	108.674	707	4.70
Oktober	123.310	28.746	94.564	707	4.70
November	95.625	19.968	75.657	720	4.68
Desember	74.571	19.781	54.790	701	4.70
Total	528.526		rata-rata	730	4.68

Hasil dari perhitungan diatas memberikan nilai rata-rata DPMO yang turun dari yang sebelumnya 929 menjadi 730, begitupun dengan nilai sigma yang meningkat dari yang sebelumnya 4.60 menjadi 4.68, hal ini membuktikan jika rencana simulasi ini dijalankan dapat memberikan benefit yang berpengaruh kepada perusahaan walaupun penulis sadar bahwa biaya yang dibutuhkan tidak sedikit untuk mewujudkan rencana simulasi ini.

BAB VI

PENUTUP

6.2 Kesimpulan

1. Terdapat 528,526 Kg produk yang cacat selama penelitian dilakukan di PT Fumira yang berasal dari cacat bahan baku dan cacat karena proses produksi. Setelah dilakukan perhitungan pada data atribut didapat nilai sigma 4,60 dengan keterangan rata-rata industri USA dengan nilai DPMO 929. Pada data variabel didapatkan nilai sigma 2,41 dengan keterangan rata-rata industri Indonesia.
2. Berdasarkan diagram tulang ikan untuk proses pencarian akar masalah, penyebab kecacatan produk dapat dibagi dua yaitu cacat karena bahan baku dan cacat karena proses produksi.
Cacat yang terjadi karena bahan baku dipengaruhi oleh kualitas *coil* yang kurang sesuai. Kemudian untuk cacat yang disebabkan oleh proses produksi dipengaruhi oleh suhu yang tidak sesuai dengan spesifikasi, kebersihan komponen mesin, kinerja beberapa bagian mesin yang tidak optimal dan kemampuan SDM yang mengoperasikan.
3. Setelah peneliti mengamati dan melakukan penelitian di PT. FUMIRA, peneliti dapat memberi usulan perbaikan sederhana untuk mengurangi jumlah produk yang cacat yaitu:
 - a. Mengkaji ulang standarisasi kualitas bahan baku.
 - b. Pelatihan rutin pada para operator dan anggota yang berkaitan sehingga kualitas SDM dapat lebih diandalkan untuk mengatasi permasalahan dan mengurangi akibat cacat produk.
 - c. Menambah waktu tunggu pada saat memulai produksi ukuran yang berbeda, tujuannya adalah untuk mengkondisikan suhu oven agar sesuai dengan ukuran dan parameternya.
 - d. Melakukan pengecekan rutin pada komponen sistem mesin pada setiap memulai produksi CR baru atau setiap 1000 Kg produksi.

6.2 Saran

Setelah melakukan pengamatan langsung, peneliti memiliki beberapa saran yang dapat diterapkan oleh perusahaan agar periode kedepannya PT Fumira mampu menekan tingkat kecacatan produk, sebagai berikut:

1. Mengaplikasikan metode DMAIC *Six Sigma* sampai pada tahap *control* agar mendapatkan hasil yang lebih optimal jika dibandingkan dengan menggunakan cara pengukuran kualitas sebelumnya sehingga perusahaan dapat menekan jumlah DPMO dan meningkatkan kapabilitas proses.
2. Faktor utama penyebab cacat perlu ditindak lanjuti melalui usulan perbaikan yang telah diberikan dengan memperhatikan suhu *furnace* atau oven, memperhatikan sistem, peralatan, komponen-komponen mesin agar menjaga kinerjanya tetap optimal, memberikan pelatihan kepada para operator mesin agar keahlian meningkat.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan analisis menggunakan FMEA untuk mengetahui tingkat resiko dari seluruh area produksi agar diketahui hasil bagian yang memberikan resiko tertinggi kepada produk cacat dengan memperhatikan lingkungan, manusia dan mesin.

DAFTAR PUSTAKA

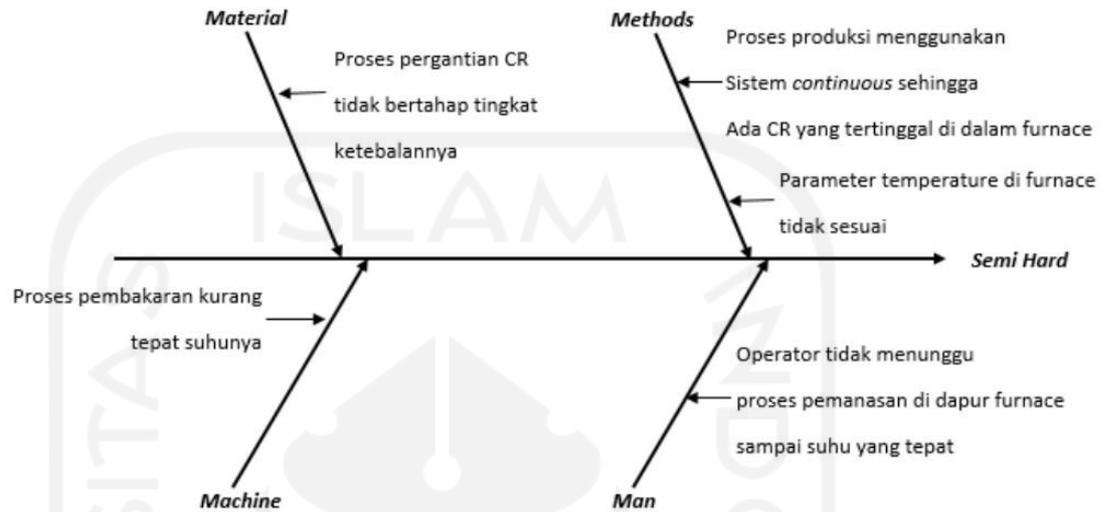
- Alamsyah, I. E. (2020, 1 17). *Ekonomi*. Retrieved from [Republika.co.id: https://republika.co.id/berita/q49pw7349/asibri-prediksi-industri-baja-ringan-akan-tumbuh-di-2020](https://republika.co.id/berita/q49pw7349/asibri-prediksi-industri-baja-ringan-akan-tumbuh-di-2020)
- Anita Dyah Juniarti, S. M. (2019). Analysis of Quality Control of Steel Plate Products with Six Sigma Method at PT. Krakatau Posco. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*.
- Brue, G. (2002). *Six Sigma for Managers*. Mc Graw-Hill: A Briefcase Book.
- C. Ferreira, J. C. (2019). iLean DMAIC - A Methodology for Implementing the Lean Tools. *Manufacturing Engineering Society*.
- Cavanagh, R. R., Neuman, R. P., & Pande, P. S. (2000). *The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies Are Honing Their Performance*. McGraw-Hill.
- Costa, T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. (2017). Improve the Extrusion Process in Tire Production Using Six Sigma Methodology. *Manufacturing Engineering Society International Conference*. Portugal: Procedia Manufacturing.
- Erdogan, A., & Canatan, H. (2015). Literature Search Consisting of the Areas of Six Sigma's Usage. *Social and Behavioral Sciences* , 695-704.
- Ermayana Megawati, P. A. (2020). Reducing Defect in Furniture Industry Using a Lean Six Sigma Approach . *AIP Proceedings*.
- Erry Rimawan, B. D. (2019). Analysis of Quality Control to Reduce Defect Products in Steel K-015 Cable using DMAIC Method at PT. SUCACO, Tbk. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*.
- Frank Gleeson, P. C. (2019). Improving Manufacturing Productivity by Incoming Cognitive Engineering and Lean Six Sigma Methods. *manufacturing systems*.
- Garvin, D. (2001). *Manajemen Alutu Terpadu (Fotal Quality Management)*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Gaspersz, V. (2002). *Pedoman Implementasi Program SIx Sigma*. Gramedia.
- J.P. Costa, I. L. (2019). Six Sigma Application for Quality Improvement of the Pin Insertion Process. *Procedia Manufacturing*.
- J.P. Costa, L. L. (2019). SIx Sigma Application for Quality Improvement of the Pin Insertion Process. *Procedia Manufacturing*.

- Laricha Salomon, L., Ahmad, & Denata Limanjaya, N. (2015). Strategi Peningkatan Mutu Part Bening Menggunakan Pendekatan Metode Six Sigma (Studi Kasus: Departement Injection di PT.KG). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol. 3 No. 3*, 156-165.
- Mahender Singh Kaswan, R. R. (2020). Green Lean Six Sigma for Sustainable Development: Integration and Framework. *Environmental Impact Assesment Review*.
- Md. Sagar Islam Khan, S. S. (2020). Minimization of Defect in the Fabric Section through Applying DMAIC methodology of Six Sigma: A Case Study. *Asian Journal of Management Scieces & Education*.
- Pyzdek, T. (2003). *The Six Sigma Handbook: A Complete Guide For Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels*. USA: McGraw-Hill. Inc.
- Sugiharto, S. (2004). Six Sigma, Perangkat Manajerial Perusahaan pada Era Ekonomi Baru (Sebuah Pendekatan Konseptual terhadap Studi Literatur). *Jurnal Manajemen & Kewirausahaan, Vol. 6, No. 1*, 27-33.
- Susetyo, J., Hartanto, C., & Winarni. (2011). Aplikasi Six Sigma DMAIC dan Kaizen sebagai Metode Pengendalian dan Perbaikan Kualitas Produk. *Jurnal Teknologi, Volume 4 Nomor 1*, 61-53.
- Wisnubroto, P., & Rukmana, A. (2015). Pengendalian Kualitas Produk dengan Pendekatan Six Sigma dan Analisis Kaizen serta New Seven Tools sebagai Usaha Pengurangan Kecacatan Produk. *Jurnal Teknologi, Volume 8 Nomor 1*, 65-74.
- Zaldianto, E. (2013). *Perbaikan Kualitas pada Proses Produksi Roti dengan Menggunakan Metode Six Sigma*. Pekanbaru: UIN Sultan Syarif Kasim Riau.

LAMPIRAN

1. Lampiran diagram tulang ikan / *fishbone*

a. Jenis cacat *semi hard*



Gambar 4. 7 *Fishbone* Cacat *Semi Hard*

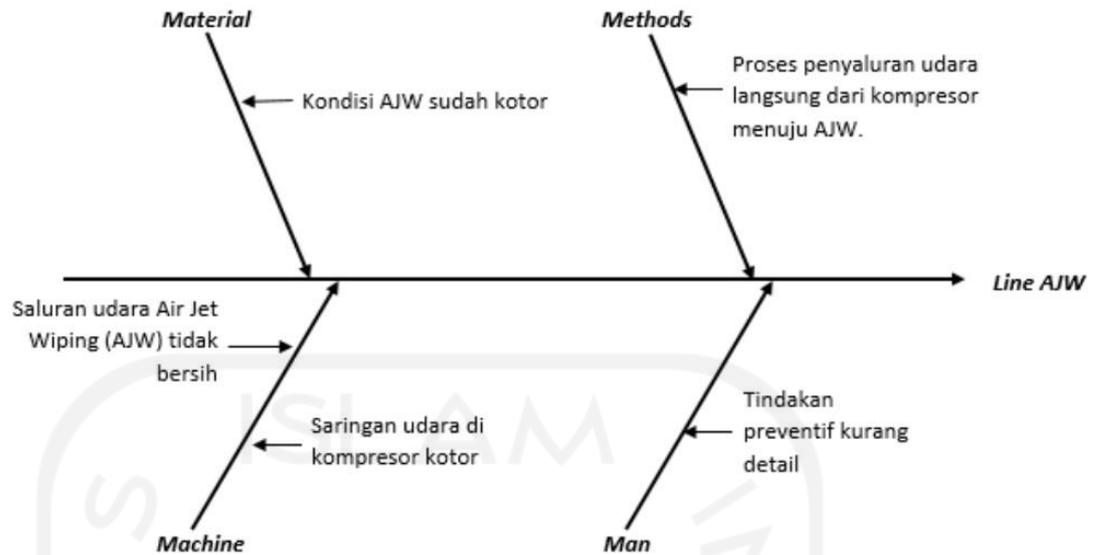
Pada faktor material, proses pergantian CR tidak bertahap ketebalannya, contoh: CR ketebalan 1,0mm disambung dengan CR ketebalan 0,5mm sehingga treatment yang diberikan berlebih kepada CR ketebalan 0,5mm.

Pada faktor mesin, proses pemanasan menggunakan oven kurang tepat suhunya karena suhu yang di butuhkan dari setiap ketebalan CR berbeda-beda.

Pada faktor metode, sistem produksi *continuous* memiliki kekurangan yaitu dapat meninggalkan CR didalam oven pemanas sehingga waktu pemanasan lebih lama dibanding ketika CR berjalan.

Pada faktor manusia, operator tidak menunggu kondisi suhu didalam oven menjadi sesuai melainkan langsung memasukan CR yang tidak sesuai dengan kondisi oven saat itu.

b. Jenis cacat *Line AJW*



Gambar 4. 8 *Fishbone* Cacat Line AJW

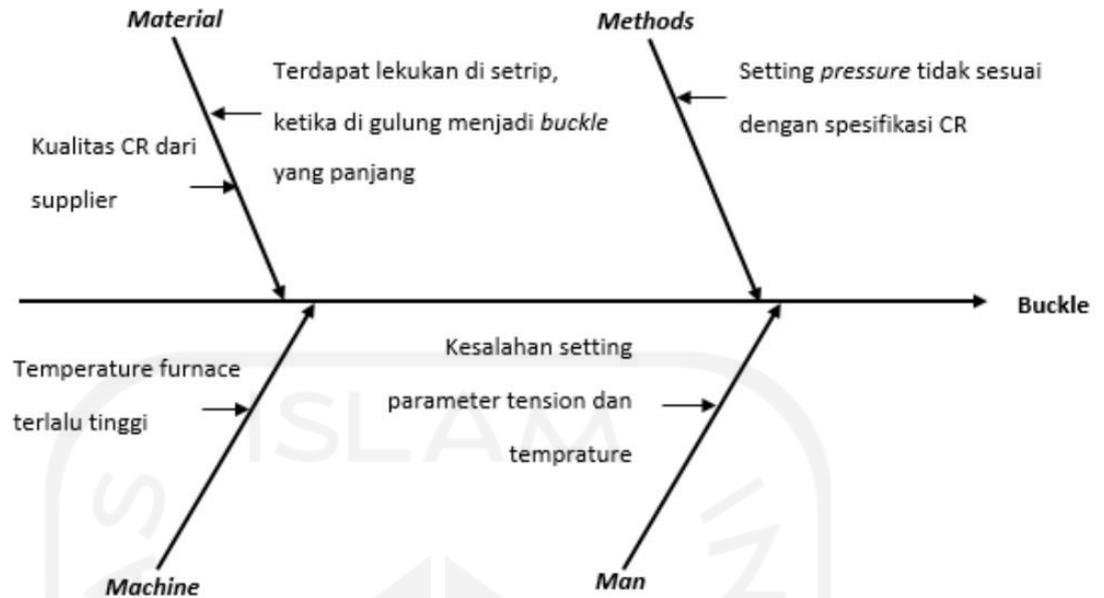
Pada faktor material, kondisi alat AJW (*Air Jet Wiping*) kotor pada bagian lubang-lubang tempat udara keluar sehingga tekanan udara yang tersumbat itu akan meningkat dan meninggalkan garis di permukaan CR.

Pada faktor mesin, lubang-lubang yang terdapat di AJW kotor yang disebabkan oleh filter udara yang kotor sehingga kotoran itu terbawa oleh udara ke lubang AJW dan menyumbat.

Pada faktor metode terkadang karena filter yang sudah kotor tersebut dapat menunda proses produksi maka tindakan yang dilakukan adalah mengalirkan udara langsung ke lubang AJW.

Pada faktor manusia, tindakan preventif kurang detail untuk mengecek kondisi filter udara, kondisi lubang-lubang AJW dan kondisi saluran-saluran udara.

c. Jenis cacat *buckle*



Gambar 4. 9 Fishbone Cacat Buckle

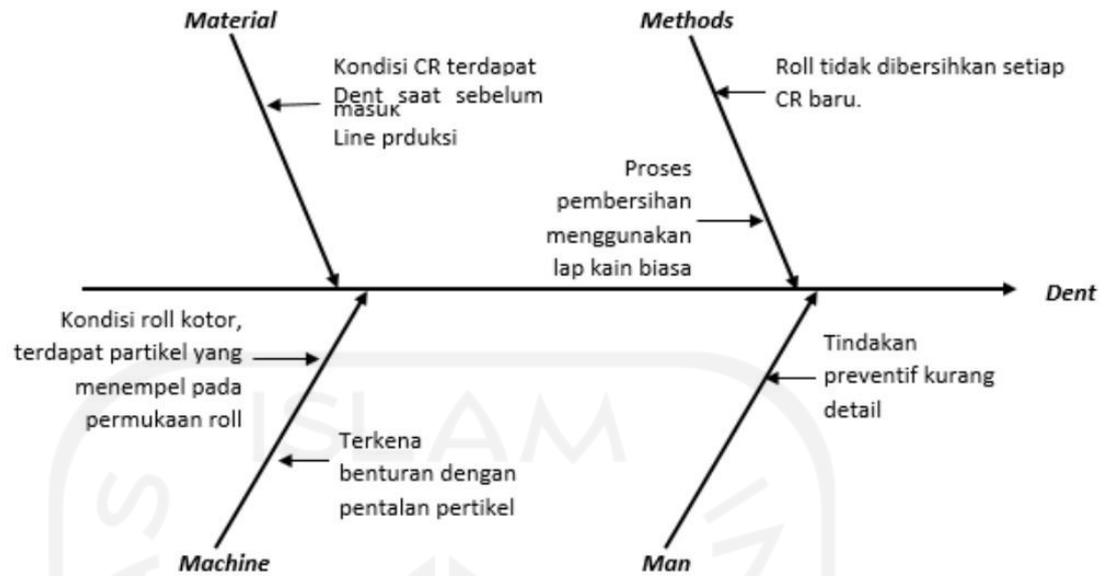
Pada faktor material, kualitas CR kurang bagus karena terdapat luka pada permukaan CR tetapi masih dalam batas spesifikasi. Kemudian terdapat lekukan di permukaan CR sehingga ketika digulung lipatan tersebut memanjang.

Pada faktor mesin, suhu pada oven pemanas terlalu tinggi sehingga reaksinya CR akan melipat kecil.

Pada faktor metode, penentuan parameter tekanan atau gaya tekan yang diberikan terlalu kecil sehingga ada kemungkinan untuk terlipat karena kecepatan *line* juga mempengaruhi.

Pada faktor manusia, operator melakukan kesalahan dalam menentukan parameter gaya tekan dan suhu pada oven.

d. Jenis cacat *Dent*



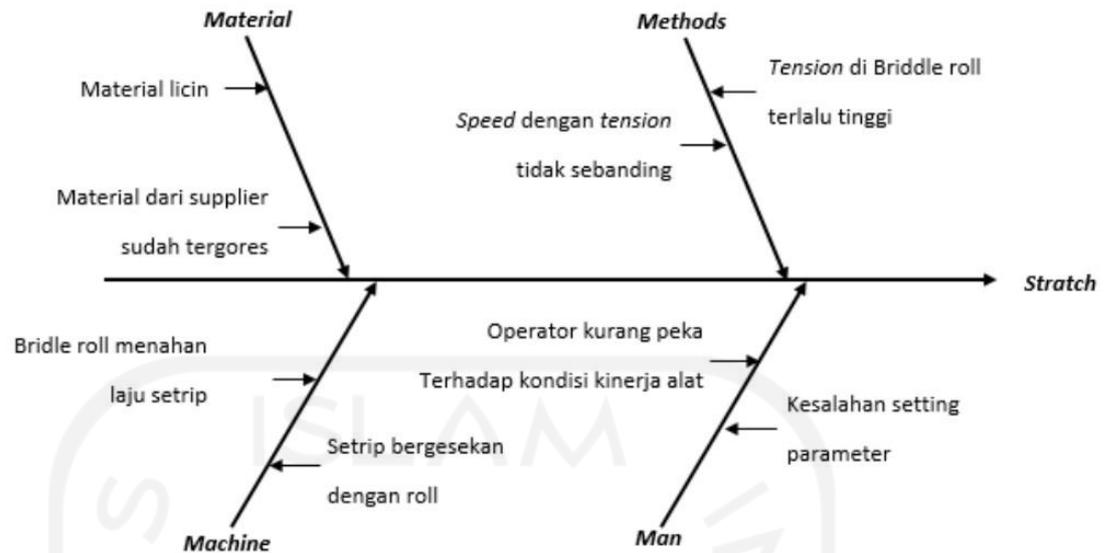
Gambar 4. 10 Fishbone Cacat Dent

Pada faktor material, perusahaan menerima CR yang sudah terdapat cacat *dent* yang bisa disebabkan penyimpanan di gudang *supplier* atau pada saat pengiriman.

Pada faktor mesin, kondisi *roll* ada yang kotor karena ada partikel yang menempel seperti debu atau kotoran yang lain. Kemudian pada saat proses produksi CR terkena benturan dengan pentalan partikel dalam hal ini mesin pemanas atau *furnace* dapat mementalkan residu pembakaran, AJW dapat mementalkan kotoran yang tersumbat di lubang udara dan lain sebagainya. Pada faktor metode, operator tidak melakukan pembersihan *roll* pada setiap CR baru akan diproduksi, kemudian proses pembersihan hanya dilap menggunakan kain biasa.

Pada faktor manusia, pihak mekanik kurang detil dalam melakukan usaha tindakan preventif.

e. Jenis cacat *stracth*



Gambar 4. 11 Fishbone Cacat Stratch

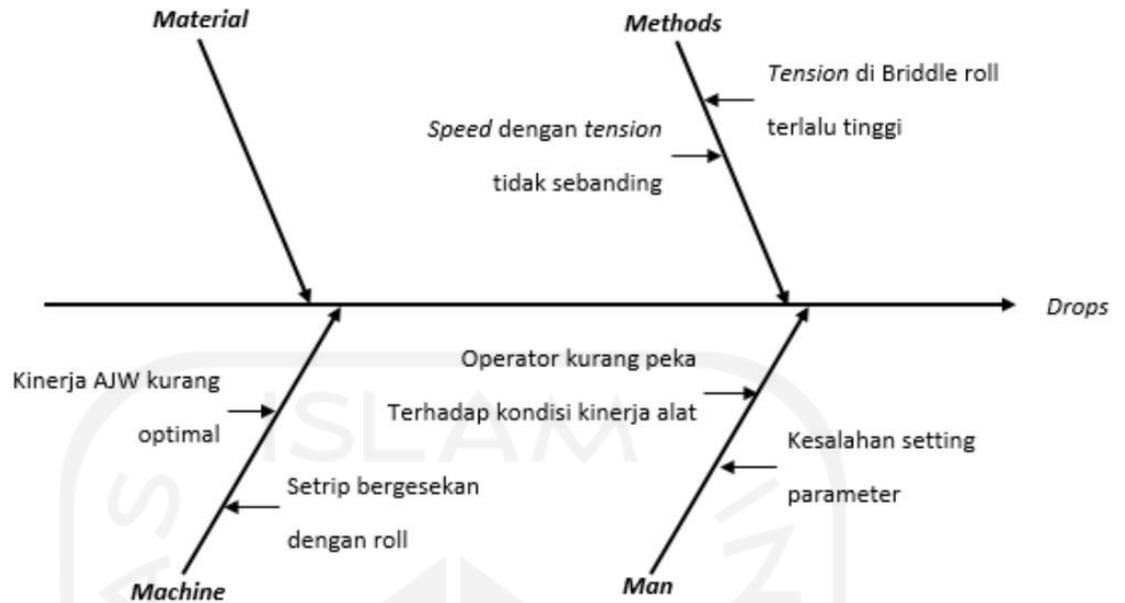
Pada faktor material, pihak perusahaan menerima CR dalam keadaan sudah ada goresan di permukaan CR kemudian CR licin dan kehilangan *grip* pada saat CR melewati *roll* sehingga meninggalkan goresan di permukaan CR karena tergesek oleh *roll*.

Pada faktor mesin, *bridle roll* menahan laju CR pada saat peyesuaian kecepatan dengan perubahan yang signifikan, contoh: kecepatan awal 40Km/h kemudian dipelankan menjadi 15Km/h atau bahkan sampai berhenti.

Pada faktor metode kecepatan dengan gaya tekan tidak sebanding, seharusnya semakin tinggi kecepatan maka membutuhkan gaya tekan yang tinggi.

Pada faktor manusia, operator tidak langsung memperhatikan kinerja mesin secara langsung sehingga pada saat CR licin dan kehilangan *grip* pada *roll* operator tidak mengetahui, kemudian kesalahan dalam mengatur parameter seperti penjelasan diatas.

f. Jenis cacat *drops*



Gambar 4. 12 *Fishbone* Cacat Drops

Pada faktor material tidak ditemui penyebab kecacatan produk.

Pada faktor mesin, kinerja AJW yang kurang maksimal karena udara yang keluar tidak merata karena tersumbat, kemudian CR bergesekan dengan *roll* karena perbedaan kecepatan putaran *roll* dan kecepatan *line*.

Pada faktor metode, kecepatan *line* dan gaya tekan *roll* tidak sesuai dengan parameter, kemudian disebabkan oleh gaya tekan pada *bridle roll* terlalu tinggi.

2. Lampiran rancangan perbaikan menggunakan metode 5W+1H

d. Rencana perbaikan pada cacat *problem chromate*

Jenis	5W+1H	Deskripsi
Cacat <i>problem chromate</i>	<i>What</i>	Bercak sisa cairan <i>chrome</i>
Alasan	<i>Why</i>	Proses pelapisan <i>chrome</i>
Lokasi	<i>Where</i>	<i>Center section</i>
Proses	<i>When</i>	Saat pelapisan <i>coil</i> dengan cairan <i>chrome</i> .
Penyebab	<i>Why</i>	Terdapat sisa cairan <i>chrome</i> dari sekitar area pelapisan yang menetes ke permukaan <i>coil</i> .
Solusi	<i>How</i>	Lakukan pengecekan berkala kondisi area <i>chromate</i> .

e. Rencana perbaikan pada cacat *semi hard*

Jenis	5W+1H	Deskripsi
Cacat <i>semi hard</i>	<i>What</i>	Tingkat kekerasan tidak sesuai target spesifikasi
Alasan	<i>Why</i>	Suhu tidak tepat dengan spesifikasi.
Lokasi	<i>Where</i>	<i>Center section</i>
Proses	<i>When</i>	Proses <i>furnace</i>

Jenis	5W+1H	Deskripsi
Penyebab	<i>Why</i>	Suhu didalam oven belum cukup panas.
Solusi	<i>How</i>	<ol style="list-style-type: none"> Berikan waktu jeda agar suhu sesuai dengan spesifikasi Pastikan suhu sesuai dengan spesifikasi

f. Rencana perbaikan pada cacat *line AJW*

Jenis	5W+1H	Deskripsi
Cacat <i>line AJW</i>	<i>What</i>	Terdapat goresan di permukaan <i>coil</i>
Alasan	<i>Why</i>	Kinerja AJW tidak optimal
Lokasi	<i>Where</i>	<i>Center section</i>
Proses	<i>When</i>	Proses pendinginan dan pembersihan.
Penyebab	<i>Why</i>	Terdapat kotoran di lubang-lubang komponen AJW
Solusi	<i>How</i>	<ol style="list-style-type: none"> Pembersihan komponen rutin. Lakukan cek filter udara.

g. Rencana perbaikan pada cacat *buckle*

Jenis	5W+1H	Deskripsi
Cacat <i>buckle</i>	<i>What</i>	Terdapat lekukan di permukaan <i>coil</i> .
Alasan	<i>Why</i>	Kurang tegangan pada <i>coil</i>

Jenis	5W+1H	Deskripsi
Lokasi	<i>Where</i>	Proses produksi
Proses	<i>When</i>	Dapat terjadi di seluruh area proses produksi
Penyebab	<i>Why</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tegangan yang diberikan kurang besar 2. Suhu didalam oven terlalu panas 3. Pengurangan kecepatan <i>line</i> dengan tiba-tiba
Solusi	<i>How</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berikan tegangan sesuai dengan spesifikasi 2. Atur parameter suhu 3. Lakukan pengurangan kecepatan dengan berkala

h. Rencana perbaikan pada cacat *dent*

Jenis	5W+1H	Deskripsi
Cacat <i>dent</i>	<i>What</i>	Terdapat tonjolan atau cekungan di permukaan <i>coil</i>
Alasan	<i>Why</i>	Roll kotor
Lokasi	<i>Where</i>	Proses produksi
Proses	<i>When</i>	Bisa terjadi di beberapa <i>roll</i>
Penyebab	<i>Why</i>	Kotoran atau partikel menempel di <i>roll</i> dan merusak permukaan <i>coil</i>
Solusi	<i>How</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pastikan roll bersih

Jenis	5W+1H	Deskripsi
		2. Pengecekan berkala untuk menjaga kebersihan

i. Rencana perbaikan pada cacat *stratch*

Jenis	5W+1H	Deskripsi
Cacat <i>stratch</i>	<i>What</i>	Terdapat goresan di bagian sisi <i>coil</i>
Alasan	<i>Why</i>	<i>Coil</i> menabrak <i>stopper</i> samping.
Lokasi	<i>Where</i>	Proses produksi
Proses	<i>When</i>	Saat kecepatan line tinggi.
Penyebab	<i>Why</i>	<i>Coil</i> akan lari ke samping <i>line</i> dan bergesekan dengan <i>stopper</i>
Solusi	<i>How</i>	Mengganti bahan <i>stopper</i> dengan yang lebih empuk.

3. Lampiran tabel *improve* diagram tulang ikan

a. Jenis cacat *telescope*

Tabel 4. 9 *Improve* Cacat *Telescope*

	Faktor	Tindakan
		Diperlukan metode khusus untuk
Material	Permukaan material licin	mengurangi permukaan yang licin seperti memperhatikan kualitas <i>chromate</i> atau dengan

	Faktor	Tindakan
		suhu di oven pengering ditingkatkan
	Kinerja sensor EPC tidak maksimal	Pengecekan dan perbaikan berkala
Mesin	<i>Tension reel</i> tidak bergerak mengikuti arah CR/setrip	Sebelum memulai penggulungan operator wajib memastikan arah <i>tension reel</i> sudah benar
Metode	Proses penggulungan tidak sesuai	Sebelum memulai penggulungan operator wajib memastikan arah <i>tension reel</i> sudah benar
Manusia	Bagian mekanik dan elektrik kurang memperhatikan kondisi sensor EPC.	Meningkatkan jadwal pengecekan lebih ketat

b. Jenis cacat *Problem Chromate*

Tabel 4. 10 *Improve Cacat Problem Chromate*

	Faktor	Tindakan
Material	Spesifikasi roll tidak sesuai standar.	M mendatangkan teknisi yang ahli untuk dapat menentukan spesifikasi roll yang tepat sesuai kebutuhan.
Metode	<i>Center line speed</i> terlalu tinggi.	Memasang alat untuk menahan cipratan chromate yang

	Faktor	Tindakan
		diakibatkan oleh kecepatan <i>line</i> yang tinggi.
	Pengecekan kondisi visual ring roll.	-
Mesin	Gaya tekan dari ring roll tidak balance antara WS dan DS.	Gunakan laser atau alat bantu lainnya untuk memudahkan pengaturan keseimbangan roll
Manusia	Kurangnya pengawasan operator.	Operator di center section harus melakukan pengecekan dengan interval yang sering sehingga jika terjadi cacat maka dapat langsung di kendalikan.

c. Jenis cacat *Semi Hard*

Tabel 4. 11 *Improve Cacat Semi Hard*

	Faktor	Usulan
Material	Proses pergantian CRC tidak bertahap tingkat ketebalannya.	<ol style="list-style-type: none"> Menggunakan coil <i>dummy</i> sehingga kenaikan tingkat ketebalan dapat bertahap. PPC dapat menjadwalkan

Faktor	Usulan
Mesin	<p>dengan ukuran ketebalan yang bertahap.</p> <p>Menambah <i>main burner</i> tambahan yang digunakan hanya untuk membantu menaikkan suhu di dapur <i>furnace</i> dengan lebih cepat.</p>
Metode	<p>Proses pembakaran kurang tepat suhunya</p> <p>Proses produksi menggunakan sistem <i>continuous</i> sehingga ada CR yang tertinggal di dalam furnace</p> <p>Diperlukan <i>trial</i> ulang sampai mendapatkan angka yang sesuai dengan masing-masing spesifikasi.</p>
Manusia	<p>Parameter temperature di furnace tidak sesuai</p> <p>Operator tidak menunggu proses pemanasan di dapur furnace sampai suhu yang tepat</p> <p>Sebaiknya operator menunggu beberapa saat agar mendapatkan suhu yang optimal untuk dilakukan pembakaran.</p>

d. Jenis cacat *Line AJW*Tabel 4. 12 *Improve* Cacat *Line AJW*

Faktor	Usulan
Material	1. Melakukan tindakan pembersihan dari semua part dan mesin yang berperan langsung didalam proses produksi. 2. Melakukan pengetesan tiupan angin pada masa trial.
Mesin	1. Menyiapkan alat AJW cadangan yang siap digunakan jika terjadi masalah. 2. Melakukan pembersihan berkala. 3. Mencari parameter tempo pemakaian yang optimal.
Metode	Membersihkan atau mengganti saringan udara. Menambahkan saringan udara di saluran menuju AJW.

	Faktor	Usulan
	kompresor menuju AJW.	
Manusia	Tindakan preventif kurang detail.	Memodifikasi rangkaian mesin agar mudah untuk melakukan pengecekan.

e. Jenis cacat *Buckle*

Tabel 4. 13 *Improve Cacat Buckle*

	Faktor	Tindakan
Material	Kualitas CR dari supplier tidak sesuai dengan spesifikasi Terdapat lekukan di setrip 104actor digulung menjadi buckle yang panjang	Melakukan pengkajian ulang spesifikasi bahan baku agar lebih teratur Tentukan tegangan yang lebih tepat agar tidak terdapat lekukan Penyesuaian dan
Mesin	Suhu <i>furnace</i> terlalu tinggi	memastikan suhu pada saat jeda waktu transisi
Metode	Pengaturan tekanan tidak sesuai dengan spesifikasi CR	Penyesuaian Kembali parameter disesuaikan dengan spesifikasi

	Faktor	Tindakan
Manusia	Kesalahan setting parameter <i>tension</i> dan suhu	Memperhatikan lingkungan kerja operator

f. Jenis cacat *Dent*Tabel 4. 14 *Improve Cacat Dent*

	Faktor	Tindakan
Material	Terdapat dent sebelum masuk ke <i>line</i> produksi	Memperketat proses pengecekan bahan baku oleh QC
	Kondisi roll kotor, terdapat partikel yang menempel pada permukaan roll	Melakukan pengecekan dan pembersihan roll berkala sebelum dan sesudah material diproses
Mesin	Terkena benturan dan pentalan partikel	Lebih berhati-hati dalam mengoperasikan <i>craine</i> dan pembersihan area bahan baku sebelum bahan baku diletakan
	Roll tidak dibersihkan setiap CR baru	Melakukan pengecekan dan pembersihan roll

Faktor	Tindakan
Manusia	berkala sebelum dan sesudah material diproses Menggunakan kain <i>microfiber</i> yang bersih dan dilakukan pengecekan Kembali untuk memastikan permukaan bersih Mengupdate jadwal pengecekan dan perbaikan
Proses pembersihan menggunakan lap kain biasa	
Tindakan preventif kurang detail	

g. Jenis cacat *Stracth*

Tabel 4. 15 *Improve Cacat Stracth*

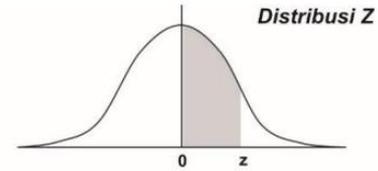
Faktor	Tindakan
Material	Melaporkan kualitas bahan baku kepada supplier agar bahan baku yang diminta tidak lagi licin Menyampaikan batas kualitas yang dapat diterima oleh
Material licin	
Material dari supplier sudah tergores	

Faktor	Tindakan
Mesin	<p>perusahaan kepada supplier</p> <p>memberikan pelumas di bagian klaher pada poros <i>bridle roll</i></p> <p>Menyesuaikan kecepatan putaran roll menggunakan alat bantu seperti dynamo atau alat lainnya untuk menyamakan kecepatan setrip dengan kecepatan putaran roll</p> <p>Mengatur parameter tegangan disesuaikan dengan bahan baku</p>
Metode	<p>Mengatur parameter tegangan disesuaikan dengan bahan baku</p> <p>Mengatur parameter tegangan disesuaikan dengan bahan baku</p>
Manusia	<p>Operator kurang peka terhadap kondisi kinerja alat</p> <p>Operator dapat berkeliling area mesin untuk melakukan pengecekan visual</p>

Faktor	Tindakan
Kesalahan mengatur parameter	Memperhatikan kondisi lingkungan kerja operator agar dapat lebih fokus



Kumulatif sebaran frekuensi normal
(Area di bawah kurva normal baku dari 0 sampai z)



Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
0.7	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
3.0	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990
3.1	0.4990	0.4991	0.4991	0.4991	0.4992	0.4992	0.4992	0.4992	0.4993	0.4993
3.2	0.4993	0.4993	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4995	0.4995	0.4995
3.3	0.4995	0.4995	0.4995	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4997
3.4	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4998
3.5	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998
3.6	0.4998	0.4998	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.7	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.8	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.9	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000

Dipergunakan untuk kepentingan Praktikum dan Kuliah Statistika Agrotek cit. Ade

Tabel konversi DPMO ke nilai sigma berdasarkan konsep Motorola

Nilai Sigma	DPMO						
0,00	933.193	0,51	838.913	1,02	684.386	1,53	488.033
0,01	931.888	0,52	836.457	1,03	680.822	1,54	484.047
0,02	930.563	0,53	833.977	1,04	677.242	1,55	480.061
0,03	929.219	0,54	831.472	1,05	673.645	1,56	476.078
0,04	927.855	0,55	828.944	1,06	670.031	1,57	472.097
0,05	926.471	0,56	826.391	1,07	666.402	1,58	468.119
0,06	925.066	0,57	823.814	1,08	662.757	1,59	464.144
0,07	923.641	0,58	821.214	1,09	659.097	1,60	460.172
0,08	922.196	0,59	818.589	1,10	655.422	1,61	456.205
0,09	920.730	0,60	815.940	1,11	651.732	1,62	452.242
0,10	919.243	0,61	813.267	1,12	648.027	1,63	448.283
0,11	917.736	0,62	810.570	1,13	644.309	1,64	444.330
0,12	916.207	0,63	807.850	1,14	640.576	1,65	440.382
0,13	914.656	0,64	805.106	1,15	636.831	1,66	436.441
0,14	913.085	0,65	802.338	1,16	633.072	1,67	432.505
0,15	911.492	0,66	799.546	1,17	629.300	1,68	428.576
0,16	909.877	0,67	796.731	1,18	625.516	1,69	424.655
0,17	908.241	0,68	793.892	1,19	621.719	1,70	420.740
0,18	906.582	0,69	791.030	1,20	617.911	1,71	416.834
0,19	904.902	0,70	788.145	1,21	614.092	1,72	412.936
0,20	903.199	0,71	785.236	1,22	610.261	1,73	409.046
0,21	901.475	0,72	782.305	1,23	606.420	1,74	405.165
0,22	899.727	0,73	779.350	1,24	602.568	1,75	401.294
0,23	897.958	0,74	776.373	1,25	598.706	1,76	397.432
0,24	896.165	0,75	773.373	1,26	594.835	1,77	393.580
0,25	894.350	0,76	770.350	1,27	590.954	1,78	389.739
0,26	892.512	0,77	767.305	1,28	587.064	1,79	385.908
0,27	890.651	0,78	764.238	1,29	583.166	1,80	382.089
0,28	888.767	0,79	761.148	1,30	579.260	1,81	378.281
0,29	886.860	0,80	758.036	1,31	575.345	1,82	374.484
0,30	884.930	0,81	754.903	1,32	571.424	1,83	370.700
0,31	882.977	0,82	751.748	1,33	567.495	1,84	366.928
0,32	881.000	0,83	748.571	1,34	563.559	1,85	363.169
0,33	878.999	0,84	745.373	1,35	559.618	1,86	359.424
0,34	876.976	0,85	742.154	1,36	555.670	1,87	355.691
0,35	874.928	0,86	738.914	1,37	551.717	1,88	351.973
0,36	872.857	0,87	735.653	1,38	547.758	1,89	348.268
0,37	870.762	0,88	732.371	1,39	543.795	1,90	344.578
0,38	868.643	0,89	729.069	1,40	539.828	1,91	340.903
0,39	866.500	0,90	725.747	1,41	535.856	1,92	337.243
0,40	864.334	0,91	722.405	1,42	531.881	1,93	333.598
0,41	862.143	0,92	719.043	1,43	527.903	1,94	329.969
0,42	859.929	0,93	715.661	1,44	523.922	1,95	326.355
0,43	857.690	0,94	712.260	1,45	519.939	1,96	322.758
0,44	855.428	0,95	708.840	1,46	515.953	1,97	319.178
0,45	853.141	0,96	705.402	1,47	511.967	1,98	315.614
0,46	850.830	0,97	701.944	1,48	507.978	1,99	312.067
0,47	848.495	0,98	698.468	1,49	503.989	2,00	308.538
0,48	846.136	0,99	694.974	1,50	500.000	2,01	305.026
0,49	843.752	1,00	691.462	1,51	496.011	2,02	301.532
0,50	841.345	1,01	687.933	1,52	492.022	2,03	298.056

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh: Vincent Gaspersz (2002)

**Tabel konversi DPMO ke nilai sigma berdasarkan konsep Motorola
(lanjutan)**

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
2,04	294.598	2,55	146.859	3,06	59.380	3,57	19.226
2,05	291.160	2,56	144.572	3,07	58.208	3,58	18.763
2,06	287.740	2,57	142.310	3,08	57.053	3,59	18.309
2,07	284.339	2,58	140.071	3,09	55.917	3,60	17.864
2,08	280.957	2,59	137.857	3,10	54.799	3,61	17.429
2,09	277.595	2,60	135.666	3,11	53.699	3,62	17.003
2,10	274.253	2,61	133.500	3,12	52.616	3,63	16.586
2,11	270.931	2,62	131.357	3,13	51.551	3,64	16.177
2,12	267.629	2,63	129.238	3,14	50.503	3,65	15.778
2,13	264.347	2,64	127.143	3,15	49.471	3,66	15.386
2,14	261.086	2,65	125.072	3,16	48.457	3,67	15.003
2,15	257.846	2,66	123.024	3,17	47.460	3,68	14.629
2,16	254.627	2,67	121.001	3,18	46.479	3,69	14.262
2,17	251.429	2,68	119.000	3,19	45.514	3,70	13.903
2,18	248.252	2,69	117.023	3,20	44.565	3,71	13.553
2,19	245.097	2,70	115.070	3,21	43.633	3,72	13.209
2,20	241.964	2,71	113.140	3,22	42.716	3,73	12.874
2,21	238.852	2,72	111.233	3,23	41.815	3,74	12.545
2,22	235.762	2,73	109.349	3,24	40.929	3,75	12.224
2,23	232.695	2,74	107.488	3,25	40.059	3,76	11.911
2,24	229.650	2,75	105.650	3,26	39.204	3,77	11.604
2,25	226.627	2,76	103.835	3,27	38.364	3,78	11.304
2,26	223.627	2,77	102.042	3,28	37.538	3,79	11.011
2,27	220.650	2,78	100.273	3,29	36.727	3,80	10.724
2,28	217.695	2,79	98.525	3,30	35.930	3,81	10.444
2,29	214.764	2,80	96.801	3,31	35.148	3,82	10.170
2,30	211.855	2,81	95.098	3,32	34.379	3,83	9.903
2,31	208.970	2,82	93.418	3,33	33.625	3,84	9.642
2,32	206.108	2,83	91.759	3,34	32.884	3,85	9.387
2,33	203.269	2,84	90.123	3,35	32.157	3,86	9.137
2,34	200.454	2,85	88.508	3,36	31.443	3,87	8.894
2,35	197.662	2,86	86.915	3,37	30.742	3,88	8.656
2,36	194.894	2,87	85.344	3,38	30.054	3,89	8.424
2,37	192.150	2,88	83.793	3,39	29.379	3,90	8.198
2,38	189.430	2,89	82.264	3,40	28.716	3,91	7.976
2,39	186.733	2,90	80.757	3,41	28.067	3,92	7.760
2,40	184.060	2,91	79.270	3,42	27.429	3,93	7.549
2,41	181.411	2,92	77.804	3,43	26.803	3,94	7.344
2,42	178.786	2,93	76.359	3,44	26.190	3,95	7.143
2,43	176.186	2,94	74.934	3,45	25.588	3,96	6.947
2,44	173.609	2,95	73.529	3,46	24.998	3,97	6.756
2,45	171.056	2,96	72.145	3,47	24.419	3,98	6.569
2,46	168.528	2,97	70.781	3,48	23.852	3,99	6.387
2,47	166.023	2,98	69.437	3,49	23.295	4,00	6.210
2,48	163.543	2,99	68.112	3,50	22.750	4,01	6.037
2,49	161.087	3,00	66.807	3,51	22.215	4,02	5.868
2,50	158.655	3,01	65.522	3,52	21.692	4,03	5.703
2,51	156.248	3,02	64.256	3,53	21.178	4,04	5.543
2,52	153.864	3,03	63.008	3,54	20.675	4,05	5.386
2,53	151.505	3,04	61.780	3,55	20.182	4,06	5.234
2,54	149.170	3,05	60.571	3,56	19.699	4,07	5.085

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh: Vincent Gaspersz (2002)

**Tabel konversi DPMO ke nilai sigma berdasarkan konsep Motorola
(lanjutan)**

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
4,08	4.940	4,59	1.001	5,10	159	5,61	20
4,09	4.799	4,60	968	5,11	153	5,62	19
4,10	4.661	4,61	936	5,12	147	5,63	18
4,11	4.527	4,62	904	5,13	142	5,64	17
4,12	4.397	4,63	874	5,14	136	5,65	17
4,13	4.269	4,64	845	5,15	131	5,66	16
4,14	4.145	4,65	816	5,16	126	5,67	15
4,15	4.025	4,66	789	5,17	121	5,68	15
4,16	3.907	4,67	762	5,18	117	5,69	14
4,17	3.793	4,68	736	5,19	112	5,70	13
4,18	3.681	4,69	711	5,20	108	5,71	13
4,19	3.573	4,70	687	5,21	104	5,72	12
4,20	3.467	4,71	664	5,22	100	5,73	12
4,21	3.364	4,72	641	5,23	96	5,74	11
4,22	3.264	4,73	619	5,24	92	5,75	11
4,23	3.167	4,74	598	5,25	88	5,76	10
4,24	3.072	4,75	577	5,26	85	5,77	10
4,25	2.980	4,76	557	5,27	82	5,78	9
4,26	2.890	4,77	538	5,28	78	5,79	9
4,27	2.803	4,78	519	5,29	75	5,80	9
4,28	2.718	4,79	501	5,30	72	5,81	8
4,29	2.635	4,80	483	5,31	70	5,82	8
4,30	2.555	4,81	467	5,32	67	5,83	7
4,31	2.477	4,82	450	5,33	64	5,84	7
4,32	2.401	4,83	434	5,34	62	5,85	7
4,33	2.327	4,84	419	5,35	59	5,86	7
4,34	2.256	4,85	404	5,36	57	5,87	6
4,35	2.186	4,86	390	5,37	54	5,88	6
4,36	2.118	4,87	376	5,38	52	5,89	6
4,37	2.052	4,88	362	5,39	50	5,90	5
4,38	1.988	4,89	350	5,40	48	5,91	5
4,39	1.926	4,90	337	5,41	46	5,92	5
4,40	1.866	4,91	325	5,42	44	5,93	5
4,41	1.807	4,92	313	5,43	42	5,94	5
4,42	1.750	4,93	302	5,44	41	5,95	4
4,43	1.695	4,94	291	5,45	39	5,96	4
4,44	1.641	4,95	280	5,46	37	5,97	4
4,45	1.589	4,96	270	5,47	36	5,98	4
4,46	1.538	4,97	260	5,48	34	5,99	4
4,47	1.489	4,98	251	5,49	33	6,00	3
4,48	1.441	4,99	242	5,50	32		
4,49	1.395	5,00	233	5,51	30	<i>Catatan:</i> Tabel konversi ini Mencakup pengeseran 1,5- sigma untuk semua nilai Z	
4,50	1.350	5,01	224	5,52	29		
4,51	1.306	5,02	216	5,53	28		
4,52	1.264	5,03	208	5,54	27		
4,53	1.223	5,04	200	5,55	26		
4,54	1.183	5,05	193	5,56	25		
4,55	1.144	5,06	185	5,57	24		
4,56	1.107	5,07	179	5,58	23		
4,57	1.070	5,08	172	5,59	22		
4,58	1.035	5,09	165	5,60	21		

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh: Vincent Gaspersz (2002)

