

**ANALISIS PENYEBAB *DEFECT* PADA KABINET *UPRIGHT PIANO* (*UP*)
MENGUNAKAN INTEGRASI SIX SIGMA DAN *ANALYTICAL HIERARCHY*
PROCESS - FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS (AHP - FMEA)
(Studi Kasus Departemen *Assembly Upright Piano*, PT Yamaha Indonesia)**

TUGAS AKHIR

**Diserahkan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Serjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Nama : Santi Shofarina Yasrifah

No. Mahasiswa : 17 522 016

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

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa bahwa tugas akhir ini adalah karya hasil kerja keras saya sendir dan dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi, kecuali kutipan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata pengakuan saya terbukti tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual, saya bersedia ijazah yang saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Surakarta, 29 Juli 2021



Santi Shofarima Yasrifah
17522016

الجمهورية الإسلامية اندونيسية

SURAT KETERANGAN MAGANG



PT. YAMAHA INDONESIA
Jl. Rawagelam I/5, Kawasan Industri Pulogadung
Jakarta 13930 Indonesia, PO. Box: 1190/JAT
Telp. : (62 - 21) 4619171 (Hunting) Fax : 4602864, 4607077

SURAT KETERANGAN

No. : 101/YI/ PKL /IV/2021

Kami yang bertandatangan dibawah ini, Bagian Human Resource Development (HRD) PT. YAMAHA INDONESIA dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : SANTI SHOFARINA YASRIFAH
Nomor Induk Mahasiswa : 175 220 16
Jurusan : TEHNIK INDUSTRI
Fakultas : TEKNOLOGI INDUSTRI
Alamat : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA –YOGYAKARTA

Telah melakukan program Internship melalui penelitian dan pengamatan untuk penyusunan Tugas Akhir dengan Judul "*ANALISIS PENYEBAB DEFECT PADA KABINET UP MENGGUNAKAN INTEGRASI SIX SIGMA DAN ANALYTICAL HIERACHY PROCESS – FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS (AHP – FMEA) (STUDI KASUS PT. YAMAHA INDONESIA)*".

Program ini dilaksanakan mulai Tanggal 01 Oktober 2020 sampai dengan 31 Maret 2021. Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 29 April 2021

HRD Department

PT. YAMAHA INDONESIA



Kalkausar Chahid
Manager

CC: - Arsip

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**ANALISIS PENYEBAB *DEFECT* PADA KABINET UPRIGHT PIANO (UP)
MENGUNAKAN INTEGRASI *SIX SIGMA* DAN *ANALYTICAL HIERARCHY
PROCESS - FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS* (AHP - FMEA)
(Studi Kasus Departemen *Assembly Upright Piano*, PT Yamaha Indonesia)**



Menyetujui,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir


Ir. Ira Promasanti RD, M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**ANALISIS PENYEBAB DEFECT PADA KABINET UPRIGHT PIANO (UP)
MENGUNAKAN INTEGRASI SIX SIGMA DAN ANALYTICAL HIERARCHY
PROCESS - FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS (AHP - FMEA)
(Studi Kasus Departemen Assembly Upright Piano, PT Yamaha Indonesia)**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

**Nama : Santi Shofarina Yasrifah
No. Mahasiswa : 17 522 016**

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri

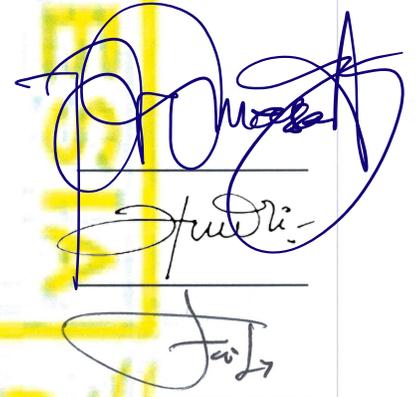
Yogyakarta, 13 September 2021

Tim Penguji,

Ir. Ira Promasanti RD, M.Eng.
Ketua

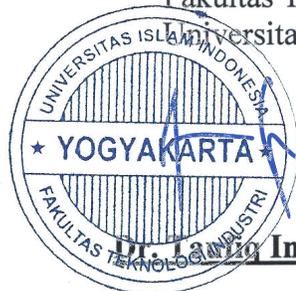
Dr. Dwi Handayani, S.T., M.Sc.
Anggota 1

Faizin, S.E.
Anggota 2



4

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia




U. I. Imawan, S.T., M.M.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir perjuangan ini saya persembahkan untuk orang-orang yang sangat berpengaruh dalam kehidupan saya. Mama Lilik Nurhayati atas kasihnya, Mama Lilik Nurhayati atas cintanya, Mama Lilik Nurhayati atas sayangnya, segalanya yang telah menghidupkan kesadaran bagi pribadi ini bahwa kehidupan dan rasa cinta untuk senantiasa dibagi. Persembahan selanjutnya untuk Papa Ismadi atas kasih sayang dan cintanya yang dikemas dalam sentuhan laki-laki, segalanya bermula darinya, kegigihan terbentuk, keoptimisan tertanam, hingga keteguhan berdiri tegak, pendidikan itu benar-benar akan abadi.

Teman-temanku yang telah kebersamai selama menjalani proses pembentukan karakter dalam studi sarjana strata 1 ini. Dalam perkuliahan teknik industri, dalam latihan berorganisasi dan berkepanitiaan. Dalam berpetualang yang menambah pelajaran untuk selalu kuat dan cermat. Sekaligus jajaran dosen dan pihak lain yang mendukung kegiatan dan potensi mahasiswa. Kuucapkan panjang umur pengabdian, dan untuk mereka juga tugas akhir ini saya persembahkan.

Pada paragraf terpisah saya persembahkan hasil perjuangan tugas akhir ini untuk teman-teman *internship* PT. Yamaha Indonesia *batch* 11. Yang telah berjuang bersama selama kurang lebih enam bulan. Saling mendukung dan menyalurkan energi positif melalui hal apapun. Terima kasih, terima sayang, terima cinta untuk semuanya, keberkahan kebersamai langkah kita.

HALAMAN MOTTO

مَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا، سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ

“Barang siapa menelusuri jalan untuk mencari ilmu padanya, Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga.”



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah senantiasa memberikan nikmat, hidayah dan karunia-Nya. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, atas perjuangan membawa cahaya menerangi ruang zaman hingga kian terang. Semoga syafaatnya sampai kepada semua umatnya di hari akhir kelak.

Dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir di PT Yamaha Indonesia, penulis dengan segala kekurangannya mendapatkan banyak wawasan, bimbingan, masukan, serta saran dari berbagai pihak. Untuk itu ucapan terima kasih ingin disampaikan, dituliskan penulis kepada :

1. Kedua orang tua, Mama dan Papa yang telah memberikan dukungan secara langsung maupun tidak langsung, kasih sayang, motivasi dan doa tanpa henti.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
4. Bapak Dr. Taufiq Immawan., S.T., M.M. selaku Ketua Program Prodi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Ibu Ir. Ira Promasanti RD, M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah banyak membantu dan memberikan saran selama pelaksanaan Kerja Praktek hingga penyusunan laporan.
6. Bapak Ahmad Sunaryo Condro dan Bapak Imam Nasruddin selaku pembimbing lapangan yang telah memberikan bantuannya selama penulis melaksanakan magang di PT. Yamaha Indonesia.
7. Bapak Syamsudin, Bapak Faizin, Bapak Syahfatahillah, dan seluruh mentor yang telah memberikan dukungan, energi positif, dan pelajaran hidup selama penulis melaksanakan kegiatan magang di PT Yamaha Indonesia
8. Seluruh karyawan *Assembly Upright* Piano yang telah memberikan bantuan dan memberikan saran dalam pengambilan
9. Teman-teman seperjuangan jurusan Teknik Industri UII 2017 yang selama 4 tahun perkuliahan membantu saya materil maupun non-materil dan memberikan warna dalam kehidupan saya.
10. Teman-teman Yamaha Internship batch 11 (Mbak Fira, Mbak Nisa, Mbak Melly, Mbak Dian, Bang Rafi, Bang Hilmy, Bang Iqbal, Nurul, Fikri, Najib, Fauzan, Ahmad, Arif, Difka, Yusuf, Adit) yang telah memberikan saran, bantuan, motivasi, dan energi positif lainnya dalam penyelesaian tugas akhir.

Semoga kebaikan serta bantuan yang diberikan mendapat balasan kebaikan yang berlipat ganda dari Allah SWT, Aamiin. Dengan segala kerendahan hati penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan, sehingga penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun agar laporan ini dapat menjadi lebih baik dan bermanfaat.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, 29 Juli 2021

Penyusun



Santi Shofarina Yasrifah



ABSTRAK

PT. Yamaha Indonesia merupakan salah satu perusahaan yang selalu berupaya untuk meningkatkan kualitas produk piano yang dihasilkan sehingga dapat memenuhi kebutuhan pelanggan. Hal yang melatarbelakangi penelitian ini adalah adanya banyak temuan *defect* pada *Upright Piano* yang dapat menyebabkan produk tidak dapat diterima oleh konsumen dan menurunkan produktivitas. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu integrasi six sigma dan *Analytical Hierarchy Process - Failure Mode Effect Analysis* dalam rangka menurunkan temuan defect yang terjadi. Hasil penelitian didapatkan nilai rata-rata DPMO selama 10 bulan sebesar 59.353,225 dan nilai sigma sebesar 3,071. Berdasarkan identifikasi jenis temuan *defect assembly upright piano* dengan menggunakan diagram pareto, didapatkan hasil bahwa *defect* renggang merupakan jenis *defect* dengan temuan paling banyak yaitu sebesar 20,72% dan letak renggang dominan yaitu renggang *top frame C* dengan persentase sebesar 69,34 %. Melalui *fishbone diagram* didapatkan hasil penyebab dominan dari adanya temuan renggang *top frame C* terletak pada faktor *measure*, yaitu hasil pengukuran yang tidak sesuai standar dikarenakan alat ukur kerenggangan yang sudah tipis dengan nilai RPN sebesar 5,78. *Improvement* yang diberikan yaitu penggantian alat ukur yang digunakan saat ini dengan alat ukur yang memiliki standar tetap, yaitu puller. Selain itu juga dilakukan pengawasan dan pengecekan yang lebih ketat oleh kepala kelompok kepada operator. Oleh karena itu perusahaan diharapkan untuk dapat melakukan pengawasan terhadap kinerja operator serta memberikan pemahaman yang lebih mengenai pentingnya kualitas kepada setiap operator agar kualitas produk yang dihasilkan menjadi semakin baik.

Kata Kunci : *Assembly Upright Piano, Defect, Faktor Measure, Kualitas*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT KETERANGAN MAGANG	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	8
1.5 Batasan Penelitian	8
1.6 Sistematika Penulisan.....	9
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	11
2.1 Kajian Induktif	11
2.2 Kajian Deduktif.....	19
2.2.1 Definisi Kualitas	19
2.2.2 Pengendalian Kualitas	19
2.2.3 <i>Six Sigma</i>	19
2.2.4 DMAIC (<i>Define, Measure, Analyse, Improve, Control</i>).....	22
2.2.5 <i>Failure Mode Effect Analysis</i> (FMEA)	25
2.2.6 <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP).....	28
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1 Objek Penelitian	31
3.2 Jenis Data	31
3.2.1 Data Primer.....	31
3.2.2 Data Sekunder	31
3.3 Metode Pengumpulan Data	32
3.4 Alur Penelitian	33
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	36
4.1 Pengumpulan Data	36
4.1.1 Data Temuan <i>Defect Assembly Upright Piano</i> (UP)	36
4.1.2 Data Jenis Temuan <i>Defect Assembly Upright Piano</i> (UP)	38

4.1.3	Data Pembobotan Kriteria FMEA	40
4.2	Pengolahan Data.....	41
4.2.1	<i>Define</i>	41
4.2.2	<i>Measure</i>	42
4.2.3	<i>Analyze</i>	44
4.2.4	<i>Improve</i>	52
BAB V	PEMBAHASAN.....	63
5.1	<i>Define</i>	63
5.2	<i>Measure</i>	64
5.2.1	Perhitungan Nilai <i>Critical to Quality</i> (CTQ), <i>Defect Per Million Opportunity</i> (DPMO) dan Level Sigma.....	64
5.3	<i>Analyze</i>	65
5.3.1	Analisis Peta Kendali (<i>P-Chart</i>).....	65
5.3.2	Analisis Diagram Pareto.....	66
5.3.3	Analisis Fishbone Diagram	67
5.4	<i>Improve</i>	71
5.4.1	Analisis FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>)	71
5.4.2	Analisis AHP (<i>Analytical Hierarchy Process</i>).....	72
5.4.3	Analisis FMEA-AHP.....	73
5.4.4	Usulan Perbaikan Berdasarkan Bobot FMEA-AHP.....	75
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	78
6.1	Kesimpulan	78
6.2	Saran.....	79
DAFTAR	PUSTAKA	81
LAMPIRAN.....		A-1
A-	Lampiran 1: Kuesioner <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP)	A-1
B-	Lampiran 2: Kuesioner <i>Failure Mode Effect Analysis</i> (FMEA).....	B-1
C-	Lampiran 3: Rekapitulasi Perhitungan FMEA	C-1
D-	Lampiran 4: Perhitungan <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP)	D-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 <i>Upright Piano</i>	2
Gambar 1.2 <i>Grand Piano</i>	3
Gambar 1.3 Proses Produksi Piano PT. Yamaha Indonesia	3
Gambar 1.4 Produktivitas <i>Repair</i> Oktober 2020 - Februari 2021	4
Gambar 1.5 Temuan <i>Defect Assembly UP</i> April 2020 - Februari 2021	5
Gambar 1.6 Grafik Loss Kegiatan <i>Repair Upright Piano</i>	6
Gambar 2.1 Diagram Pareto	20
Gambar 2.2 Diagram <i>Fishbone</i>	22
Gambar 2.3 Siklus DMAIC	23
Gambar 2.4 Nilai Level Sigma	24
Gambar 2.5 Struktur Hirarki AHP	29
Gambar 3.1 Alur Penelitian	33
Gambar 4.1 <i>Temuan Defect Assembly UP</i>	37
Gambar 4.2 Grafik Nilai DPMO.....	43
Gambar 4.3 Grafik Nilai Sigma.....	44
Gambar 4.4 Grafik Peta Kendali Temuan <i>Defect Assembly UP</i>	46
Gambar 4.5 Diagram Pareto Temuan <i>Defect Dominan Assembly UP</i>	48
Gambar 4.6 Diagram Pareto Renggang Kabinet <i>Upright Piano</i>	49
Gambar 4.7 <i>Fishbone</i> Diagram Renggang <i>Top Frame C</i>	51
Gambar 5.1 Grafik Bobot Faktor	72
Gambar A.1 Kuesioner AHP Responden 1	A-1
Gambar A.2 Kuesioner AHP Responden 2	A-2
Gambar A.3 Kuesioner AHP Responden 3	A-3

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai <i>Severity</i>	25
Tabel 2.2 Nilai <i>Occurence</i>	26
Tabel 2.3 Nilai <i>Detection</i>	27
Tabel 2.4 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan	29
Tabel 4.1 Data Temuan <i>Defect Assembly Upright Piano</i>	37
Tabel 4.2 Data Detail Temuan <i>Defect Assembly Upright Piano</i>	39
Tabel 4.3 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan	40
Tabel 4.4 Data Pembobotan Responden 1	40
Tabel 4.5 Data Pembobotan responden 2	40
Tabel 4.6 Data Pembobotan Responden 3	41
Tabel 4.7 Nilai DPMO dan Level Sigma.....	43
Tabel 4.8 Perhitungan Peta Kendali	46
Tabel 4.9 Temuan <i>Defect Dominan Assembly UP</i>	47
Tabel 4.10 Renggang Kabinet <i>Upright Piano</i>	48
Tabel 4.11 Rangkuman Penyebab Renggang <i>Top Frame C</i>	49
Tabel 4.12 Analisis FMEA Renggang <i>Top Frame C</i>	52
Tabel 4.13 Perbandingan Berpasangan Responden 1	55
Tabel 4.14 Nilai <i>Priority Weight</i> Responden 1.....	56
Tabel 4.15 Perbandingan Berpasangan Responden 2.....	57
Tabel 4.16 Nilai <i>Priority Weight</i> Responden 2.....	58
Tabel 4.17 Perbandingan Berpasangan Responden 3	59
Tabel 4.18 Nilai <i>Priority Weight</i> Responden 3.....	59
Tabel 4.19 Nilai Bobot Setiap Kriteria	61
Tabel 4.20 Nilai <i>Risk Priority Number</i>	61
Tabel C.1 Rekapitulasi Bobot FMEA Berdasarkan Pertanyaan	C-1
Tabel C.2 Rekapitulasi Bobot FMEA Responden	C-3
Tabel D.1 Perbandingan Berpasangan Responden 1	D-1
Tabel D.2 Perhitungan AHP Responden 1	D-1
Tabel D.3 Perbandingan Berpasangan Responden 2	D-2
Tabel D.4 Perhitungan AHP Responden 2	D-2
Tabel D.5 Perbandingan Berpasangan Responden 3	D-3
Tabel D.6 Perhitungan AHP Responden 3	D-3

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi yang semakin berkembang membawa dampak yang besar bagi dunia perindustrian, baik yang bergerak dibidang jasa maupun manufaktur. Perusahaan-perusahaan tersebut harus mampu berkompetisi dengan perusahaan sejenis lainnya dan mampu berkompetisi dalam pemenuhan produk yang diinginkan konsumen (Kusmindari & Aprianto, 2009). Setiap perusahaan yang ingin memenangkan persaingan bisnis harus paham akan persaingan pasar, mampu melihat keadaan pasar, serta mampu memenuhi kebutuhan konsumen sekaligus memberikan kepuasan para konsumennya (Kluza & Nalepa, 2017).

Salah satu strategi yang dapat digunakan oleh perusahaan adalah dengan meningkatkan kualitas produk. Menurut ISO 9000:2000 kualitas adalah derajat atau tingkat karakteristik yang melekat pada produk yang mencukupi persyaratan atau keinginan. Secara konvensional, kualitas menggambarkan secara langsung karakteristik suatu produk, seperti estetika, keandalan, kemudahan dalam penggunaan, dan sebagainya. Dalam dunia perindustrian, kualitas produk adalah hal yang harus diperhatikan dan menjadi fokus utama, karena melalui kualitas inilah perusahaan dapat bersaing dengan perusahaan lainnya. Dengan variabilitas output yang rendah akan berdampak pada kualitas produk yang baik secara konsisten sehingga perusahaan kedepannya dapat menentukan standar dari tingkat kualitas yang memenuhi kebutuhan pelanggan (Askari & Supriyanto, 2012). Produk dikatakan berkualitas apabila produk tersebut dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen, serta tidak ditemukan cacat pada produk tersebut. Produk cacat adalah produk hasil proses produksi yang tidak

sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan namun secara teknis masih dapat diperbaiki dengan mengeluarkan sejumlah biaya tertentu (Bustami & Nurlela, 2007). Cacat produk dapat berimbas kepada penurunan kualitas, dan tentunya juga dapat berpengaruh pada keuntungan yang didapatkan oleh perusahaan. Kualitas produk yang baik akan membuat kepuasan konsumen semakin meningkat dan semakin memiliki kepercayaan terhadap produk yang dihasilkan. Sehingga, pengendalian kualitas ini sangat diperlukan oleh perusahaan demi mempertahankan pangsa pasar atau bahkan dapat meningkatkan pangsa pasar yang ada, sehingga membuat *market share* tetap eksis (Rukmana & Wisnubroto, 2015).

PT. Yamaha Indonesia merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang memproduksi piano dan melakukan ekspor ke berbagai negara di dunia. Piano yang diproduksi oleh PT. Yamaha Indonesia terbagi menjadi dua jenis piano yaitu *Grand Piano* (GP) dan *Upright Piano* (UP). Piano jenis UP merupakan piano yang memiliki strung tegak atau vertikal. Adapun model-model piano UP diantaranya adalah B1, B2, B3, P121, K121, P22, P118, P116, dan U1J. Sedangkan piano GP merupakan piano yang memiliki *strung* baring atau horizontal. Adapun model-model yang diproduksi dari piano GP diantaranya ialah GB1, GN1, dan GN2. Dimensi ukuran piano GP lebih besar dari piano UP. Oleh karena itu variasi model yang dimiliki piano GP lebih sedikit dibandingkan UP.

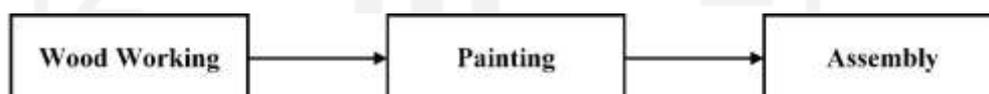


Gambar 1.1 *Upright Piano*



Gambar 1.2 *Grand Piano*

Pasar Global *Upright Piano* (UP) diperkirakan akan meningkat hingga jutaan dolar sampai tahun 2025. Tahun 2018 dianggap tahun dasar dimulainya peningkatan tersebut dan tahun 2019-2025 sebagai tahun peningkatan tersebut (www.marketwatch.com, 2019). Terdapat tiga departemen *Wood Working*, departemen *Painting*, dan departemen *Assembly*. Pada bagian *Wood Working*, bahan mentah yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan piano akan dilakukan pemrosesan sehingga membentuk kabinet-kabinet dan part-part untuk piano. Proses selanjutnya masuk kepada *Painting*, dimana pada bagian ini kabinet dan *part* piano akan melalui proses *sanding*, *buffing*, dan *spray*. Kemudian, setelah bagian-bagian tersebut siap untuk dirakit, maka akan masuk ke bagian *Assembly* dimana kabinet-kabinet dan *part-part* piano akan dirakit menjadi suatu piano yang utuh.

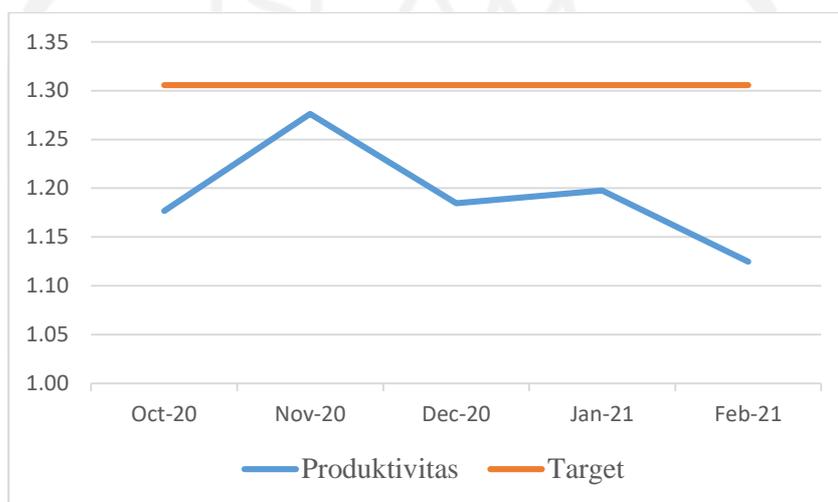


Gambar 1.3 Proses Produksi Piano PT. Yamaha Indonesia

Bagian pada PT. Yamaha Indonesia yang berkaitan dengan kualitas piano yaitu *Repair UP* dan *Final Check UP*. *Final Check UP* merupakan salah satu kelompok kerja yang berada dibawah departemen *Quality Control* dan bertugas dalam memastikan kualitas produk *Upright Piano* yang dihasilkan. Sedangkan *Repair UP* merupakan kelompok kerja yang berada dibawah departemen *Assembly UP (Upright Piano)* dan bertugas dalam memperbaiki *Upright Piano* apabila terdapat temuan ketidaksesuaian dengan kualitas yang ditargetkan.

Aspek utama dalam menghasilkan piano dengan kualitas dan penampilan yang terbaik yaitu dengan mempersiapkan tenaga kerja yang memiliki keterampilan tinggi terhadap

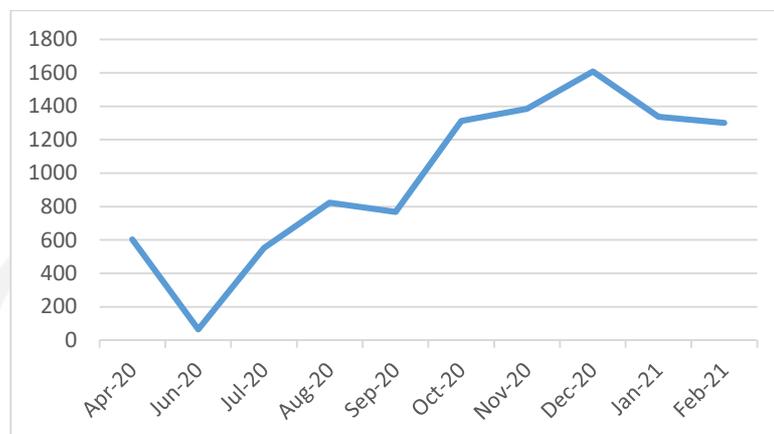
teknologi dan material-material dasar pilihan. PT. Yamaha Indonesia senantiasa meningkatkan nilai produktivitas agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Pengukuran produktivitas ini dapat digunakan sebagai landasan dalam membuat kebijakan perbaikan produktivitas secara keseluruhan. Namun berdasarkan data yang ada di kelompok kerja *Repair Upright* Piano, produktivitas pada kelompok kerja tersebut tidak stabil atau dapat dikatakan fluktuatif. Berikut adalah grafik produktivitas dari kelompok kerja Repair UP pada bulan Oktober 2020 – Februari 2021:



Gambar 1.4 Produktivitas *Repair* Oktober 2020 - Februari 2021

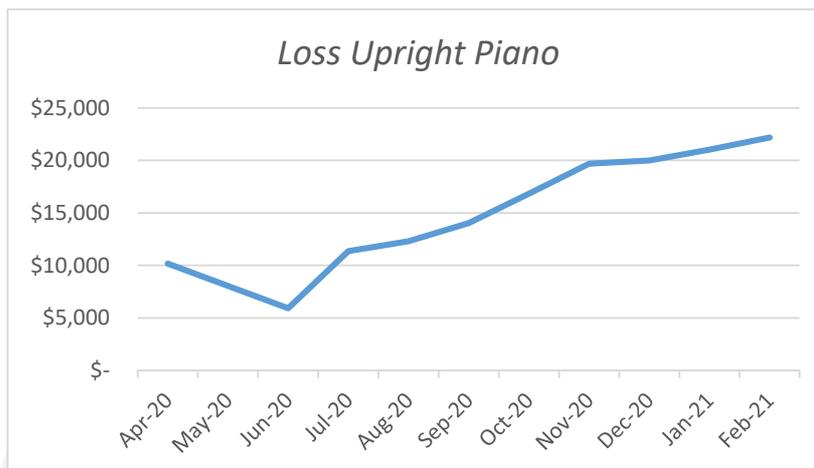
Berdasarkan grafik diatas, dapat diketahui bahwa produktivitas yang ada di kelompok kerja *Repair UP* belum pernah mencapai target yang ditentukan perusahaan. Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan terkait penyebab rendahnya produktivitas pada kelompok kerja *Repair UP*, terdapat beberapa faktor yang menyebabkan hal tersebut terjadi, salah satunya adalah karena tingginya tingkat lembur yang ada pada kelompok kerja *Repair UP*. Tingginya tingkat lembur tersebut merupakan salah satu cara agar *Repair UP* dapat memenuhi target produksi harian yang sudah ditentukan, yaitu sebesar 115 unit. Tidak tercapainya hasil produksi harian dikarenakan waktu yang dibutuhkan untuk merepair piano tidak mencukupi. Salah satu hal yang mempengaruhi lamanya waktu merepair piano adalah banyaknya temuan *defect* dan sulitnya temuan yang didapatkan dari bagian *Final Check UP*. Adanya temuan *defect* akan berpengaruh pada beberapa aspek, diantaranya yaitu menambah waktu untuk melakukan *repair*, menambah biaya yang dikeluarkan dalam merepair, menambah tenaga kerja/operator untuk memperbaiki temuan, adanya keterlambatan waktu *delivery* sehingga produk akan lebih lama untuk sampai ke konsumen, dan sebagainya. Hal ini dapat menurunkan performa

perusahaan dikarenakan produktivitas bagian dan juga produktivitas perusahaan secara keseluruhan dapat berpengaruh.



Gambar 1.5 Temuan *Defect Assembly UP* April 2020 - Februari 2021

Berdasarkan grafik diatas, diketahui bahwa temuan *defect assembly upright piano (Assy Up)* selama bulan April 2020 – Februari 2021 mengalami kenaikan dan penurunan, dan cenderung mengalami kenaikan sebesar 25,19% dibandingkan awal periode pengamatan. Untuk itu perlu dilakukan analisis lebih lanjut terkait penyebab temuan *defect Assy Up* agar dapat dilakukan upaya untuk mengatasinya, sehingga produk yang dihasilkan dapat terbebas dari temuan *defect Assy Up* dan dapat mempersingkat waktu yang dibutuhkan untuk merepair. Analisis yang dilakukan tidak hanya menemukan apa saja jenis temuan *defect* yang banyak ditemukan, namun juga akar penyebab permasalahan adanya temuan *defect* tersebut. Hal ini dikarenakan, apabila temuan *defect* yang didapatkan hanya dicatat dan tidak dilakukan tindakan pencegahannya, maka akan menimbulkan pemborosan-pemborosan terkait sumber daya perusahaan seperti biaya, tenaga kerja, waktu, dan bahan baku (Khoirunnisa & Ganika, 2016). Berikut merupakan grafik loss yang dialami perusahaan selama 10 bulan dari April 2020 hingga Februari 2021 jika terdapat temuan *defect* pada proses *Assembly Upright Piano*



Gambar 1.6 Grafik Loss Kegiatan *Repair Upright Piano*

Berdasarkan grafik diatas, dapat diketahui bahwa loss yang dialami oleh perusahaan dari adanya *defect* pada *Upright Piano* cenderung mengalami kenaikan. Jika dirata-rata perusahaan akan mengalami loss sebesar \$15.359,10 atau setara dengan Rp218.740.517,97 setiap bulannya. Untuk itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut agar dapat mengurangi temuan defect pada *Upright Piano* agar kerugian yang dialami perusahaan dapat diminimalisir.

Dalam penelitian kali ini, metode yang digunakan adalah gabungan dari *Six Sigma* dan *Analytical Hierarchy Process - Failure Mode & Effect Analysis* (AHP-FMEA) yang nantinya akan digunakan untuk mengurangi temuan-temuan pada proses *Assembly UP*. *Six Sigma* adalah cara atau metode yang digunakan dalam rangka mengendalikan dan meningkatkan kualitas suatu produk sehingga dapat diterima oleh *customer*. Pemilihan *Six Sigma* ini didasarkan pada analisis DMAIC yang lengkap dalam melakukan perbaikan berkelanjutan untuk suatu permasalahan yang akan diselesaikan. Namun yang digunakan dalam penelitian ini merupakan konsep *Six Sigma* dalam segi filosofis, bukan dari segi standarisasi pengukuran kualitas. Sedangkan kombinasi AHP-FMEA digunakan karena suatu kriteria dalam FMEA bisa saja memiliki nilai yang sama, namun sebenarnya memiliki pengaruh yang berbeda. Untuk itu, digunakan tambahan metode AHP untuk menentukan bobot dari kriteria yang ada dalam FMEA. *Analytical Hierarchy Process* (AHP) adalah metode pengambilan keputusan yang dikembangkan untuk pemberian prioritas beberapa alternatif ketika beberapa kriteria harus dipertimbangkan, serta mengijinkan pengambil keputusan (*decision makers*) untuk menyusun masalah yang kompleks ke dalam suatu bentuk hirarki atau serangkaian level yang terintegrasi.

Penggunaan AHP ini dirasa cocok diterapkan karena adanya input penilaian dari beberapa narasumber dalam menentukan tingkat kepentingan suatu variabel. *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) adalah alat yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan potensial masalah kualitas melalui perhitungan RPN yang didapatkan dari perkalian nilai *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*. Penggunaan metode ini dikarenakan melalui analisis FMEA bisa didapatkan perbaikan yang harus dilakukan agar suatu permasalahan dapat dikurangi atau bahkan dihilangkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan maka permasalahan tersebut dirumuskan sebagai berikut :

1. Apa saja jenis temuan *defect Assembly* pada *Upright Piano* (UP)?
2. Apa temuan *defect* dominan yang yang didapatkan dari *Assembly Upright Piano* ?
3. Apa penyebab temuan *defect* dominan *Assembly UP* berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi?
4. Berapa bobot untuk setiap kriteria *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) berdasarkan perhitungan menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP)?
5. Bagaimana hasil prioritas perbaikan berdasarkan *Risk Priority Number* (RPN) baru dari *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk temuan *defect Assembly UP* dominan?
6. Bagaimana upaya perbaikan untuk mengurangi temuan *defect Assembly UP* dominan ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui jenis-jenis temuan *defect Assembly* pada *Upright Piano*
2. Mengetahui temuan *defect* dominan yang didapatkan dalam *Assembly Upright Piano*
3. Mengetahui penyebab temuan *defect* dominan *Assembly UP* berdasarkan nilai RPN tertinggi

4. Mengetahui bobot untuk setiap kriteria *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) berdasarkan perhitungan menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP)
5. Mengetahui prioritas perbaikan berdasarkan *Risk Priority Number* (RPN) baru dari *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk temuan *defect Assembly UP* dominan
6. Memberikan usulan upaya perbaikan untuk mengurangi temuan *defect Assembly UP* dominan

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi Perusahann
 Hasil penelitian dapat dijadikan bahan pertimbangan dan masukan bagi perusahaan dalam menjalankan usahanya agar dapat mengurangi jumlah temuan *defect* yang dapat merugikan perusahaan untuk kemudian dapat meningkatkan keuntungan perusahaan.
2. Bagi Peneliti
 Dapat menerapkan keilmuan teknik industri terutama Pengendalian dan Penjaminan Mutu dalam permasalahan perusahaan guna mengetahui bagaimana suatu *defect* produk dapat diturunkan atau bahkan dihilangkan sehingga produk dapat diterima oleh *customer* dengan kualitas yang terbaik.
3. Bagi Pihak Lain
 Sebagai sumbangan referensi dan informasi bagi penelitian yang berkaitan, untuk bisa dikaji dan dijadikan bahan pertimbangan.

1.5 Batasan Penelitian

Peneliti membatasi cakupan pembahasan masalah penelitian ini dengan poin-poin sebagai berikut :

1. Produk yang menjadi objek penelitian hanya *Upright Piano*
2. Data temuan *defect* yang digunakan pada bulan April 2020 – Februari 2021
3. Temuan *defect* yang diteliti adalah temuan hasil *Assembly Upright Piano* saja

1.6 Sistematika Penulisan

Pembahasan pada penelitian ini dibagi menjadi enam bab untuk mempermudah dalam proses pembahasan penelitian. Adapun penjelasan secara garis besar masing-masing bab akan dijelaskan dengan sistematika penulisan berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan pada penelitian ini meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Bagian kajian literatur berisi kajian secara induktif dan deduktif. Meliputi kajian teori-teori yang berkaitan dengan penelitian, penelitian-penelitian terdahulu, yang mana kajian-kajian tersebut menjadi dasar penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab metode penelitian berisi objek penelitian, jenis data, metode pengumpulan data, metode analisis data, dan alur penelitian yang dilakukan pada penelitian. Objek penelitian dilakukan di PT. Yamaha Indonesia bagian *Assembly UP*. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi langsung dan wawancara pada pihak terkait. Data-data penunjang penelitian ialah data temuan *defect Assembly UP* dan hasil pengisian kuesioner oleh responden.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab pengumpulan dan pengolahan data berisi pengumpulan data-data terkait yang diperoleh dalam proses penelitian, pengolahan data tersebut sesuai dengan arah penelitian, dan analisa data. Adapun data-data tersebut disajikan dalam bentuk tabel maupun grafik. Pengumpulan dan pengolahan data penelitian menjadi dasar acuan dalam melakukan pembahasan hasil pada bab selanjutnya.

BAB V PEMBAHASAN

Bagian pembahasan berisi hasil analisis data yang telah diperoleh dan diolah. Meliputi identifikasi kondisi aktual perusahaan dengan kekurangan

yang ada sesuai data dan analisis. Pembahasan hasil pada penelitian ini disesuaikan dengan tujuan penelitian agar menghasilkan sebuah rekomendasi bagi perusahaan.

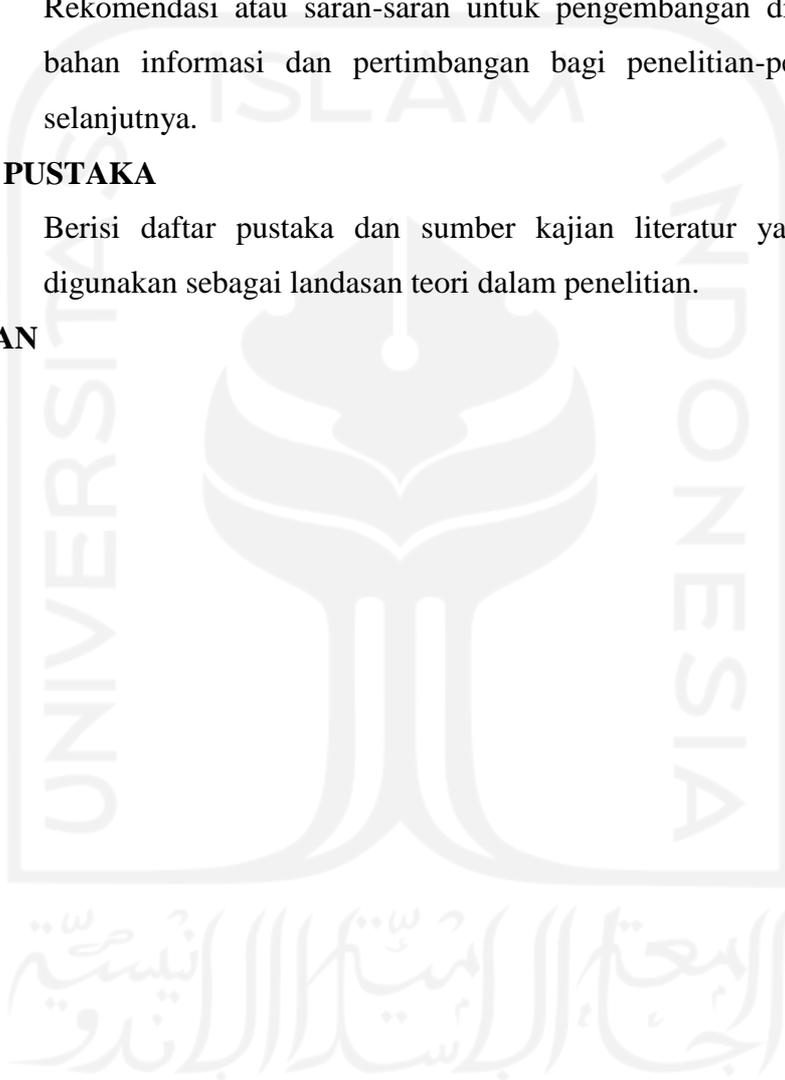
BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Bagian kesimpulan dan rekomendasi berisi simpulan yang diperoleh dari keseluruhan hasil penelitian dan rekomendasi atas hasil tersebut. Rekomendasi atau saran-saran untuk pengembangan diberikan sebagai bahan informasi dan pertimbangan bagi penelitian-penelitian sejenis selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi daftar pustaka dan sumber kajian literatur yang relevan dan digunakan sebagai landasan teori dalam penelitian.

LAMPIRAN



BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Induktif

Pada kajian induktif membahas tentang penelitian-penelitian sebelumnya yang memiliki topik yang berkaitan dengan penelitian dan menjadikan dasar acuan penelitian. Keterkaitan tersebut bisa berupa metode ataupun objek penelitian. Fungsinya untuk mempelajari letak penelitian yang dilakukan diantara penelitian-penelitian terdahulu. Sehingga penelitian yang dilakukan memahami letak persamaan dan perbedaan penelitian untuk dikaji dan menambah informasi yang membantu penelitian.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Nasution dan Sodikin (2018), proses pengendalian mutu dimaksudkan sebagai upaya mengurangi persentase kecacatan produk, sehingga produk yang dihasilkan mempunyai kualitas atau mutu yang baik sehingga dapat meningkatkan keuntungan serta kepuasan pelanggan. Pada penelitian ini, data yang digunakan terdiri dari data primer dan sekunder yang berhubungan dengan jenis dan frekuensi kecacatan produk karton box pada bagian *converting*. Hal ini sejalan dengan tujuan penelitian yaitu mengenali tingkatan kecacatan dominan, menganalisis aspek pemicu kecacatan dominan dan usulan perbaikan guna kenaikan mutu proses pembuatan karton box. Metode yang digunakan dalam mengolah dan menganalisis data adalah DMAIC dan fuzzy FMEA. Berdasarkan hasil identifikasi diperoleh kecacatan dominan terjadi pada proses penciptaan karton box yaitu cacat cetakan sebanyak 109.439 unit (49,2%) dari total kecacatan ialah sebanyak 222.421 unit. Penyebab kecacatan cetakan merupakan: aspek manusia (minimnya pengetahuan serta pelatihan terhadap mesin), aspek material (tinta kurang kental serta menggumpal), serta aspek mesin (penyumbatan anilox roll). Usulan perbaikan yang diberikan yaitu membuat standar kerja

untuk penyetelan jarak berdasarkan ketebalan sheet yang digunakan serta melakukan pelatihan operator mengenai pengoperasian mesin dan proses produksi di seluruh bagian terutama pada bagian *converting*.

Penelitian yang dilakukan oleh Saputro dan Yusuf (2016) mengambil studi kasus pada PT. Mitra Rekatama Mandiri yang merupakan perusahaan pengecoran logam. Pada perusahaan tersebut, masih terdapat permasalahan pada bagian yang berkaitan dengan perbaikan dalam rangka mengurangi produk cacat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode Six Sigma melalui tahapan *define*, *analyze*, dan *improve* (DMAI) yang bertujuan mengurangi kecacatan. Kemudian pada tahapan *improve* untuk mengidentifikasi potensi efek kegagalan yang terjadi, digunakan metode FMEA (*Failure mode and Effect Analyze*) dengan menghitung nilai RPN (*Risk Priority Number*). Penggunaan metode Kaizen dimaksudkan untuk memberi saran sebagai upaya perbaikan berkesinambungan. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka didapatkan nilai DPMO sebesar 882 dan perusahaan berada pada tingkat 4,63 sigma dengan CTQ (*Critical To Quality*) yang menimbulkan kecacatan sebesar 10. Pada analisa FMEA (*Failure Mode and Effect Analyze*) menunjukkan efek kegagalan pada jenis cacat rantap dengan efek potensi cacat produk tidak rapi mempunyai nilai RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi yaitu 224. Selanjutnya dilakukan identifikasi penyebab kecacatan yang nantinya dijadikan landasan dalam memberikan usulan rencana perbaikan menggunakan Kaizen *Five Step Plan* (5s) sehingga dapat mengurangi permasalahan yang ada.

Penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo et al. (2017) bertujuan untuk menganalisa efek produksi yang menggambarkan aspek penting dalam menjamin keberhasilan produksi serta bisnis. Studi ini bertujuan menganalisa efek pembuatan yoghurt, mengenali faktor- faktor yang menimbulkan terbentuknya efek pembuatan yoghurt, serta strategi buat meminimalkan efek pembuatan yoghurt. Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) ialah tata cara yang digunakan buat mengenali akibat pembuatan yoghurt. *Analitycal Hierarchy Process* (AHP) digunakan untuk menunjang penentuan alternatif strategi dalam meminimalkan resiko pembuatan yoghurt. Hasil penelitian menampilkan resiko paling tinggi dari tiap- tiap variabel. Resiko tersebut ialah mutu susu segar (susu memiliki bakteri patogen), proses pembuatan (mutu bakteri starter menyusut/mati), serta produk jadi (pesaing produk sejenis). Strategi untuk meminimasi efek

pembuatan yoghurt ialah mutu susu segar (pelatihan intensif untuk peternak), produk (kemitraan dengan pelakon bisnis lain), serta proses pembuatan (tingkatkan perawatan mesin serta perlengkapan).

Penelitian yang dilakukan oleh Prarogi et al. (2016) ingin meneiti permasalahan yang terjadi pada PT. Ebako Nusantara terkait tingginya *defect* pada proses produksi yang mencapai 34,68% dari total *part* yang diproduksi dan menyebabkan lamanya waktu proses karena harus melakukan proses *rework* untuk memperbaikinya. Dari permasalahan tersebut perlu dilakukan pengendalian kualitas agar produk gagal yang dihasilkan dapat dikurangi. Upaya yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Penggunaan metode FMEA bertujuan untuk mengetahui mode kegagalan mana yang memiliki nilai RPN paling tinggi dengan cara mengalikan tingkat keparahan, kejadian, dan deteksi. Kemudian mode kegagalan dengan nilai RPN diatas 100 dijadikan sebagai *top level event* pada diagram FTA. Metode FTA digunakan untuk mengetahui akar penyebab kegagalan yang terjadi. Pada PT. Ebako Nusantara, terdapat dua mode kegagalan yang memiliki nilai RPN diatas 100 yaitu *bubble* dengan nilai 150 dan ukuran tidak sesuai dengan nilai 120. Penyebab kegagalan yang terjadi dibedakan menjadi dua yaitu kegagalan yang disebabkan oleh operator dan kegagalan karena mesin.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Khoirunnisa dan Ganika (2016), kualitas adalah kunci untuk memenangkan persaingan, tidak hanya membuat perusahaan lebih efektif, tetapi juga membuat perusahaan menjadi lebih efisien. Perbaikan berkelanjutan (*Continous Improvement*) adalah salah satu konsep manajemen dalam mencapai kualitas unggul. Dalam penelitian ini menggunakan lima tahapan Six Sigma, yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve, and Control* (DMAIC) pada produksi pipa spiral ASTM A252 di PT KHI Pipe Industries Cilegon. Analisis menunjukkan empat besar jenis cacat yang kritis terhadap kualitas (CTQ) yang dapat menurunkan kualitas produk, yaitu *burn through, scratch, high low dan under-fill*. Jenis cacat merupakan kunci perbaikan proses produksi yang dapat meningkatkan kualitas produk. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai DPMO sebesar 65,167 dan memiliki nilai Sigma sebesar 3,01. Sedangkan nilai RPN nilai terbesar dari tabel FMEA adalah *burn through* yang rusak, dengan nilai RPN di 448, dimana kecacatan tersebut menjadi prioritas dalam melakukan perbaikan.

Penelitian yang dilakukan oleh Harianto et al. (2020) mengambil permasalahan tentang adanya zat asing (*Foreign Matter/FM*) pada campuran tembakau (*Cut Rag Tobacco*) yang ditemukan oleh konsumen. Untuk mencari keluhan yang prioritasnya tertinggi yang harus segera ditanggulangi digunakan metode FMEA. Setelah didapatkan prioritas kecacatan yang harus diperbaiki, maka digunakan AHP untuk pengambilan keputusan agar pengambilan keputusan lebih terstruktur dan sesuai target. Dari FMEA didapatkan perbaikan untuk mengurangi FM besek yang terdapat pada bahan mentah yang digunakan untuk memproduksi rokok kretek. Sudah ada antisipasi pada proses produksi, yaitu dengan adanya mesin sortir yang diharapkan bisa menghilangkan besek dari tembakau yang nilai efektifitasnya masih dibawah 80%. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan agar nantinya mesin sortir dapat *reject* FM besek. Dari hasil pemilihan prioritas perbaikan dan perbandingan setiap kategori perbaikan yaitu efektifitas *reject* FM Besek, waktu proses, efektifitas *reject* tembakau dan biaya. Pemilihan kategori *reject* FM besek tertinggi dengan 50.11%, dan nilai tertinggi untuk efektifitas *reject* FM besek adalah *upgrade* mesin *smart sorter* dikarenakan dapat meningkatkan efektifitas *reject* FM besek sebesar 91.44%.

Penelitian yang dilakukan oleh Wisnubroto dan Rukmana (2015) bertujuan untuk mengetahui penyebab kecacatan produk dan cara penanggulangannya sehingga dapat meningkatkan kualitas produk. Hasil *Six Sigma* berupa pengukuran baseline kinerja perusahaan pada tahap pengukuran yaitu perusahaan pada kondisi 4,055 sigma dengan DPMO 5,310. Pada tahap analisis dibuat Peta Kontrol, Diagram Pareto serta membuat *Fishbone* diagram untuk mengetahui faktor-faktor penyebab kecacatan. Pada tahap *improve* dilakukan pengembangan rencana tindakan dengan pendekatan Kaizen yang meliputi konsep *Five-M Checklist*, 5W+1H, dan *Five Step Plan* dengan hasil utama rencana tindakan perbaikan terutama pada pekerja, mesin, material, metode dan lingkungan. Berdasarkan penelitian tersebut, didapatkan hasil bahwa tingginya kecacatan produk disebabkan oleh kurang ketatnya pengawasan yang dilakukan oleh jajaran manajemen, kurang telitinya pekerja dalam melaksanakan tugasnya, kesulitan pola jahitan, dan terburu buru karena dikejar oleh target produksi yang tinggi. Sehingga jumlah kecacatan utama pada lipat omo 21,44%, Pasang machi 12,99 %, dan Pasang machi 9,26% dapat diatasi.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wibowo (2017) kualitas menjadikan permasalahan yang terjadi pada pembuatan produk menjadi sangat bervariasi, sehingga akan mempengaruhi tingkat kualitas produk atau jasa tersebut. Untuk menjaga agar produk tetap berkualitas maka perlu adanya perbaikan kualitas yang menjadi suatu hal yang mutlak harus dijaga dan dikontrol agar konsumen mendapatkan produk yang baik. Salah satu permasalahan pada PT XZ yang merupakan produsen sandal, yaitu belum efektifnya penerapan metode untuk menurunkan kecacatan dan *waste*. Untuk itu dilakukan penelitian dengan konsep dasar *lean six sigma* guna meningkatkan kualitas produk dengan mengintegrasikan FMEA dan AHP dalam mengidentifikasi kecacatan produk yang paling berpengaruh. Berdasarkan urutan bobot prioritas FMEA-AHP skor tertinggi adalah kurangnya ketrampilan pekerja dengan bobot 0,2701, pencahayaan kurang dengan bobot 0,2027, material yang kurang bagus dengan bobot 0,1733, adanya kotoran/debu yang menempel di permukaan mal dengan bobot 0,1182, permukaan alat pengeleman yang tidak rata dengan bobot 0,1090, suhu temperatur dingin dengan bobot 0,0673, dan prosedur kerja belum dijalankan dengan optimal dengan bobot 0,0594. Setelah didapatkan hasil seperti diatas, maka dibuat usulan rekomendasi perbaikan pada masing-masing penyebab kecacatan, kemudian melakukan pengawasan dan pelatihan-pelatihan terhadap pekerja.

Penelitian yang dilakukan oleh Sihombing dan Pujotomo (2019) menjadikan PT Ebako Nusantara sebagai objek penelitian. Berdasarkan data hasil laporan bulanan terdapat 11 jenis cacat. Jenis cacat yang paling banyak ditemui adalah masalah *surface problem*, yaitu sebesar 37,88 %. Upaya yang dilakukan untuk pengendalian produk gagal tersebut adalah dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi dan menganalisa kegagalan yang terjadi. Tujuan dari penggunaan FMEA adalah untuk mengetahui moda kegagalan mana yang memiliki nilai RPN paling tinggi dengan cara mengalikan tingkat keparahan, kejadian, dan deteksi. Selanjutnya moda kegagalan dengan nilai RPN diatas 100 dijadikan sebagai *top level event* pada diagram FTA. Metode FTA digunakan untuk mengetahui akar penyebab kegagalan yang terjadi. Pada PT. Ebako Nusantara mode kegagalan yang memiliki nilai RPN diatas 100 yaitu *surface problem*. Penyebab kegagalan potensialnya adalah karena kondisi kayu yang kurang baik, pemotongan kayu tidak rata dan kualitas amplas tidak baik.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Salomon et al. (2015) metode pendekatan *Six Sigma* digunakan untuk mengidentifikasi dan mengurangi produk cacat. Penelitian ini fokus pada produksi part bening *Big Container 211 PLY* dan *Big Container 1L AS*. Berdasarkan hasil pengolahan data didapat DPMO untuk part bening *Big Container 211 PLY* sebesar 0,0357 dan tingkat sigma sebesar 4,015 sigma dan 3,57% cacat, dilanjutkan untuk part *Big Container 1L AS* diperoleh DPMO sebesar 0,02088 dengan tingkat sigma sebesar 4,199 sigma dan 2,08% cacat. Berdasarkan hasil *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) ranking tertinggi adalah cacat silver dan retak. Berdasarkan analisis penyebab cacat yang terjadi kemudian dilakukan langkah perbaikan dan implementasi pada proses produksi injeksi part bening didapat nilai sigma sebesar 4,28 sigma dan 1,61% cacat pada *Big Container 211 PLY*, lalu nilai sigma sebesar 4,40 sigma dan 1,09% cacat pada *Big Container 1L AS*. Penyebab utama dari *reject part* bening ialah kurangnya pengeringan material dan banyaknya bahan material *recycle*.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Puspitasari et al. (2017), FMEA merupakan salah satu metode yang secara terperinci dalam melakukan identifikasi dan analisis terhadap moda kegagalan hingga dapat diketahui penyebab dan dampak dari tiap kegagalan yang ada, sehingga didapatkan usulan perbaikan yang tepat. Berdasarkan analisis FMEA yang dilakukan pada PT. TMMIN, menunjukkan adanya berbagai moda kegagalan pada *assembly line*. Kegagalan yang menjadi prioritas tersebut dapat terlihat dalam bentuk *Risk Priority Number* (RPN). Berdasarkan RPN yang dihasilkan, didapatkan kegagalan prioritas untuk *assembly line* pada PT. TMMIN adalah adanya kesalahan pemasangan *part*, kegagalan akibat adanya benda asing pada *part*, dan kegagalan pada kesalahan perakitan piston. Perbaikan yang dilakukan terhadap ketiga kegagalan tersebut selain menggunakan pertimbangan nilai RPN juga mempertimbangkan dari segi waktu dan biaya. Usulan perbaikan yang diberikan bertujuan untuk mengurangi terjadinya kegagalan akibat *human error*, yaitu dengan perubahan sistem deteksi secara otomatis dengan sistem *barcode* sehingga operator tidak melakukan aktivitas secara manual. Hal ini dapat mengurangi kegagalan pada kesalahan perakitan piston terbalik.

Penelitian yang dilakukan oleh Octavia dan Noya (2019) mengambil objek penelitian PT Rukun Citra Abadi yang merupakan salah satu produsen karton di Indonesia. Salah

satu permasalahan yang dihadapi yaitu terkait kontrol kualitas, dimana masih ditemukan produk cacat pada produksinya. Untuk mengatasi masalah tersebut maka akan diterapkan metode *Six Sigma*. Tahap pengumpulan dan pemrosesan data dimulai dari *define*, yang merupakan analisis karakteristik kualitas produk (*Critical to Quality/CTQ*). Kemudian tahap *measure* dimana akan didapatkan hasil nilai DPU, DPMO, dan nilai sigma. Selanjutnya adalah tahap *analyze* dimana akan dilakukan analisis berdasarkan hasil CTQ pada tahap *define*, dengan metode *Defect Concentration Diagram*, *Fishbone Diagram*, dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Hasil yang didapatkan yaitu nilai DPMO pada bulan Januari sebesar 9.550, Februari sebesar 8.886 dan Maret sebesar 7.025, sedangkan nilai sigma untuk nilai seigmanya secara berurutan yaitu, 3,84; 3,87; dan 3,95. Untuk bulan April, dimana merupakan hasil setelah diimplementasikan perbaikan memiliki nilai DPMO sebesar 5.086 dan nilai sigmanya 4,06. Nilai DPMO untuk kotak karton pada Januari 6.530, Februari 6.560, dan Maret 6.965, serta nilai sigma dari Januari sampai April secara berurutan yaitu 3,99; 3,99 dan 3,95. Sedangkan untuk bulan April memiliki nilai DPMO sebesar 6.071 serta nilai sigma 4,02. Nilai sigma untuk lembar dan karton kotak karton telah meningkat, yang berarti bahwa implementasi telah berhasil, dengan kata lain telah berhasil mengurangi produk cacat dalam produksi proses pembuatan karton.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Tjandra et al. (2018) semakin ketatnya persaingan pada perusahaan pakaian jadi, maka perusahaan yang bergerak dibidang tekstil dan garmen dituntut untuk terus meningkatkan mutu pakaian hasil produksinya. Salah satu hal yang penting dalam mutu adalah semakin berkurangnya cacat produksi. Salah satu metode perbaikan mutu yang sudah terbukti handal dalam perbaikan mutu adalah metode *Six Sigma* yang merupakan suatu metode perbaikan berkelanjutan yang bertujuan untuk mencapai kualitas terbaik. Salah satu produk dari CV Jaya Reksa Menggala (JRM) yang masih tinggi jumlah cacatnya adalah produk 514. Dari data awal diperoleh nilai DPMO untuk proses I dan II untuk produk 514 ini adalah 10.768,52 dan 27.341,42 dengan level sigma 3,79 dan 3,43. Tahap-tahap yang dilakukan pada metode *Six Sigma DMAIC* ini meliputi *define*, *measure*, *analyze*, *improve*, dan *control*. Beberapa usulan perbaikan kemudian dilakukan untuk mengurangi masalah cacat. Dari data pada tahap *control*, diperoleh nilai DPMO proses I dan II menjadi 2.941,76 dan 1.812,69

dengan level sigma 4,25 dan 4,41. Dari hasil ini dapat dikatakan bahwa dengan metode *Six Sigma* DMAIC ini terjadi peningkatan mutu untuk produk 514 pada CV JRM.

Pada penelitian Kifta dan Munzir (2018) yang dilakukan di PT. Profab Indonesia, dalam rangka menurunkan *defect rate* serta mencapai *zero defect* maka perusahaan PT Profab Indonesia menggunakan metode *Six Sigma* dalam sistem produksi pengelasan, menerapkan sistem manajemen pengelasan dan menerapkan FMEA dalam mengurangi resiko kegagalan dalam pengelasan. Dengan menerapkan metode *Six Sigma* dan FMEA, perusahaan dapat meningkatkan *output*, mencapai sasaran mutu perusahaan berupa *on time delivery*, mencapai target maksimum 10% *repair* atau *defect date*, meminimalkan *cost of poor quality*, meningkatkan *quality perception* pelanggan terhadap perusahaan, meningkatkan *image* perusahaan dan mencapai visi perusahaan untuk menjadi perusahaan fabrikasi yang termuka secara internasional.

Penelitian yang dilakukan oleh Haryanto dan Ichtiarto (2019) bertempat di PT. Selamat Sempurna Other (SSO). Dalam rangka mempertahankan kualitas produk, PT. SSO berusaha meminimalisasi jumlah kecacatan dalam setiap unit inspeksinya. Sehingga diperlukan sebuah metode untuk mengidentifikasi cacat dari akar utamanya. Pengumpulan data dilakukan dari bulan Januari hingga Desember 2014, didapatkan cacat bintik debu (*dirt*) merupakan jenis cacat terbesar yaitu sebesar 20,92% dan terjadi pada proses pengecatan. *Brainstorming* dengan pihak terkait dilakukan untuk mencari penyebab utama cacat kemudian ditampilkan melalui diagram *fishbone*. Prioritas perbaikan diketahui dengan menggunakan metode *Six Sigma*. Hasil pengolahan menunjukkan penyebab utama yang signifikan adalah faktor *temperature*, *speed conveyor* dan lingkungan. Analisis perbaikan dilakukan dengan model DMAIC. Hasil *analyze* menunjukkan modus kegagalan potensial yang utama dengan nilai level sigma adalah parameter *setting*. Sehingga diperlukan pembuatan standar untuk parameter *setting temperature* dan *speed conveyor* serta frekuensi pembersihan secara teratur terutama di ruang aplikasi pengecatan.

2.2 Kajian Deduktif

2.2.1 Definisi Kualitas

Kualitas memiliki berbagai macam definisi. Salah satu definisi kualitas adalah ukuran seberapa besar tingkat kesesuaian suatu barang atau jasa dengan standar yang telah ditentukan. Standar tersebut dapat berupa waktu, kinerja, keandalan, bahan dan karakteristik yang dapat diukur (Marimin, 2006). Suatu produk memiliki kualitas apabila sesuai dengan standar kualitas yang telah ditentukan dan dapat memenuhi kepuasan konsumen. Kualitas merupakan hal yang sangat penting bagi perusahaan. Hal ini dikarenakan kualitas produk dapat mempengaruhi kepuasan dari konsumen. Apabila konsumen merasa puas dengan produk tersebut, maka dapat meningkatkan keuntungan bagi perusahaan. Akan tetapi, kualitas produk tidak selamanya baik, sehingga perusahaan perlu melakukan quality control atau pengendalian kualitas, dengan tujuan untuk menjamin mutu dari produk tersebut.

2.2.2 Pengendalian Kualitas

Pengertian pengendalian kualitas menurut Assauri (2004) adalah pengawasan mutu merupakan usaha untuk mempertahankan mutu/kualitas barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan.

2.2.3 Six Sigma

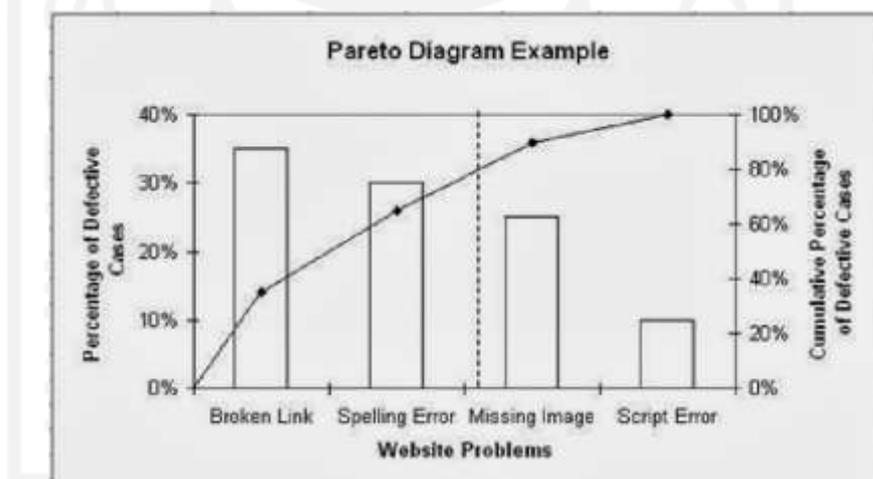
Six sigma merupakan salah satu alat pengendalian kualitas. Heizer & Barry mengatakan bahwa *six sigma* adalah sebuah program yang dirancang guna mengurangi cacat untuk membantu mengurangi biaya, menghemat waktu, dan meningkatkan kepuasan pelanggan (Heizer & Barry, 2005). *Six sigma* juga diartikan sebagai suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) untuk setiap transaksi produk (barang dan/atau jasa). Hasil *six sigma* digunakan untuk memperbaiki proses produksi yang difokuskan pada usaha memperbaiki proses dan mengurangi cacat (Salomon, Ahmad, & Limanjaya, 2015). Kibria dkk (2014) mengungkapkan bahwa *six sigma* dapat meningkatkan margin keuntungan, memperbaiki kondisi keuangan dengan

meminimalkan tingkat cacat produk. Ini meningkatkan kepuasan pelanggan, mempertahankan dan menghasilkan produk kelas terbaik dari kinerja proses terbaik.

Six Sigma memiliki langkah-langkah penerapan yaitu DMAIC, yang merupakan singkatan dari *Define – Measure – Analyze – Improve* dan *Control*. Menurut Ekoanindiyo (2014), terdapat beberapa peralatan yang digunakan dalam *six sigma*. Berikut adalah peralatan-peralatan tersebut:

1. Diagram Pareto

Diagram pareto digunakan untuk menemukan masalah atau penyebab yang merupakan kunci dalam penyelesaian masalah dan perbandingan terhadap keseluruhan. Berikut merupakan contoh diagram pareto:



Gambar 2.1 Diagram Pareto

2. Peta Kontrol

Dalam proses produksi akan bisa dijumpai adanya penyimpangan-penyimpangan ukuran yang dihasilkan. Peta kontrol pada dasarnya merupakan alat analisis yang dibuat mengikuti metode statistik, dimana data yang berkaitan dengan kualitas produk akan diplotkan dalam sebuah peta kontrol. Di sini digunakan peta kontrol untuk jenis data atribut (*Attribute control chart*) yaitu p-chart. Alasan lain digunakannya p-chart yaitu dikarenakan sampel datanya bervariasi atau tidak konstan. Data yang diperlukan di sini hanya diklasifikasikan sebagai data kondisi

baik atau rusak (cacat). Perumusan untuk penghitungan peta kontrol p (*p-chart*) adalah sebagai berikut:

- a. Proporsi kesalahan

Proporsi kesalahan dihitung menggunakan rumus berikut:

$$P = \frac{np}{n} \quad (2.1)$$

keterangan:

np: banyaknya kesalahan setiap kali pengamatan

n: jumlah sampel setiap kali pengamatan

- b. Garis Pusat (*Center Line*)

Garis pusat dihitung menggunakan rumus berikut ini:

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (2.2)$$

- c. Batas Pengendali Bawah / *Lower Control Limit* (LCL)

Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitung LCL:

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (2.3)$$

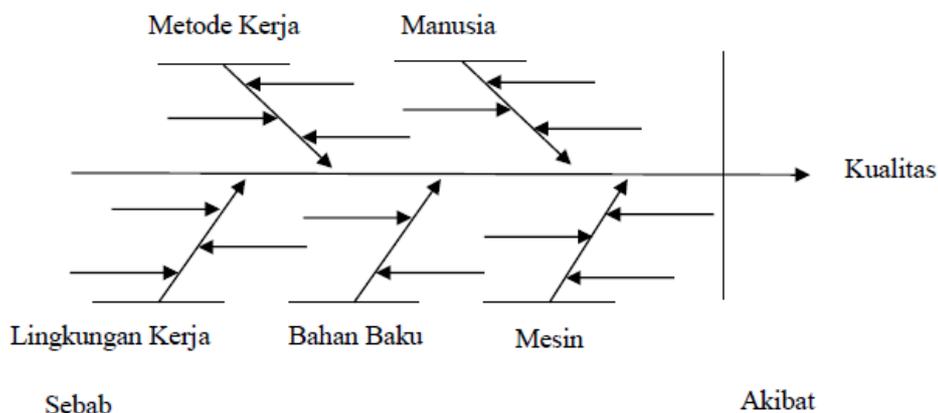
- d. Batas Pengendali Atas / *Upper Control Limit* (UCL)

Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitung UCL:

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

3. *Fishbone*

Diagram sebab-akibat yang dikenal dengan diagram tulang ikan (*fish bone diagram*) diperkenalkan oleh Prof. Kaoru Ishikawa pada tahun 1943. Diagram ini dapat digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempunyai pengaruh terhadap masalah utama yang dihadapi yang diperlihatkan dalam bentuk panah-panah tulang ikan dari diagram tersebut (Supriyadi, 2018). Untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan hasil kerja ada lima faktor penyebab utama yang perlu diperhatikan yang dikenal dengan 4 MIE, yaitu *man, method, machine, material*, dan *environment*. Berikut adalah bentuk diagram *fishbone*:



Gambar 2.2 Diagram *Fishbone*

4. *Brainstorming*

Brainstorming (sumbang saran) dikenal sebagai salah satu alat / sarana yang dapat digunakan untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kerja. Sumbang saran merupakan suatu pengungkapan *bottom up* manajemen karena memberikan kebebasan untuk menyampaikan ide dan masukan.

5. Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*)

SIPOC digunakan untuk menunjukkan aktifitas mayor atau sub-proses dalam sebuah proses bisnis bersama-sama dengan kerangka kerja dari proses yang disajikan dalam *Supplier, Input, Proses, Output, Customer*.

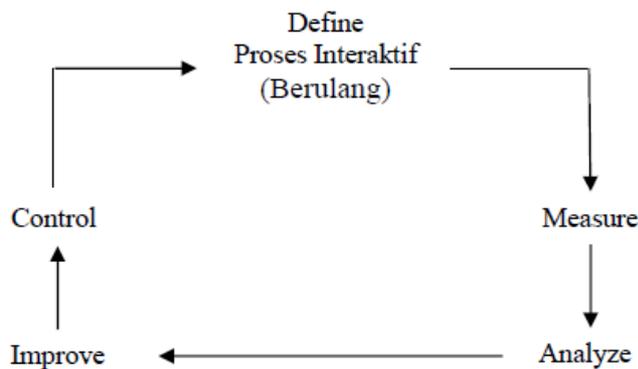
Dalam konsep peningkatan kualitas six sigma terdapat beberapa istilah yang menjadi dasar dalam memahami konsep tersebut, yaitu:

- Critical to Quality* (CTQ), adalah atribut-atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan.
- Defect Per Million Opportunities* (DPMO), merupakan ukuran kegagalan dalam program peningkatan kualitas *six sigma* yang menunjukkan kegagalan per satu juta kesempatan.
- Process Capability*, yaitu kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan output sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan.

2.2.4 DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*)

DMAIC merupakan langkah – langkah yang digunakan dalam penerapan *six sigma* yang terdiri dari *define, measure, analyse, improve, dan control*. Metodologi perbaikan

DMAIC ini merupakan langkah yang sangat terarah dan berkesinambungan, dimana antara langkah satu dengan langkah selanjutnya saling berkaitan (Ekoanindiyo, 2014). Kelima tahap tersebut selalu berulang dan membentuk suatu siklus seperti gambar berikut:



Gambar 2.3 Siklus DMAIC

Berikut merupakan penjelasan mengenai tahapan DMAIC menurut Supriyadi dkk (2017):

1. *Define*

Define merupakan langkah untuk menentukan sasaran kegiatan peningkatan kualitas dengan *six sigma*. Tahap *define* bertujuan untuk mendefinisikan dan menjelaskan produk yang akan ditingkatkan kualitasnya. Tahap awal dalam *define* adalah menentukan permasalahan dan penentuan *Critical to Quality* (CTQ) berdasarkan jenis cacat yang tidak dapat ditolerir dan diterima oleh pihak konsumen.

2. *Measure*

Measure merupakan fase pengukuran tingkat kinerja dengan tujuan mengevaluasi berdasarkan *goal* yang telah ada (Haryono & Rakasiwi, 2014). Pada langkah *measure* ini dilakukan pengukuran *baseline* kinerja dan kapabilitas proses yang dapat dipergunakan untuk membandingkan kinerja suatu proses dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Selain menghitung batas kendali, pada tahapan *measure* juga dilakukan perhitungan *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan tingkat sigma.

Berikut adalah rumus yang digunakan dalam perhitungan tersebut:

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Jumlah cacat}}{\text{Jumlah produksi} \times \text{CTQ}} \times 1.000.000 \quad (2.5)$$

$$\text{Sigma} = \text{normsinv}((1.000.000 - \text{DPMO}) / 1.000.000) + 1.5. \quad (2.6)$$

Perhitungan DPMO tersebut, selanjutnya dikonversikan ke dalam level sigma. Berikut adalah tabel konversi level sigma menurut Gaspersz (2002):

Prosentase yang memenuhi spesifikasi	DPMO	Level Sigma	Keterangan
31%	691.462	1-sigma	Sangat tidak kompetitif
69.20%	308.538	2-sigma	Rata-rata industri Indonesia
93.32%	66.807	3-sigma	
99.379%	6.210	4-sigma	Rata-rata industri USA
99.977%	233	5-sigma	
99.9997%	3,4	6-sigma	Industri kelas dunia

Sumber : Gaspersz, V. 2002

Gambar 2.4 Nilai Level Sigma

3. *Analyse*

Analyse merupakan tahap mengidentifikasi masalah berdasarkan analisis data yang dilakukan. Diagram pareto digunakan untuk mengetahui prioritas perbaikan yang dilakukan. Selanjutnya akar masalah permasalahan menggunakan diagram *cause & effect* yang akan mem-*breakdown* secara detail sebab masalah yang terjadi (Trihendradi, 2006).

4. *Improve*

Improve merupakan tahapan meminimalkan sebab terjadinya cacat dalam rangka meningkatkan kinerja proses. Tahap *improve* memberikan rekomendasi perbaikan untuk mengurangi cacat yang terjadi.

5. *Control*

Pada fase ini penting untuk memastikan bahwa variasi-variasi yang sebelumnya terjadi tidak timbul, dan bagaimana cara untuk mengendalikan variabel-variabel agar tetap konstan, serta untuk mengetahui apakah metode perbaikan yang baru benar-benar dapat memperbaiki proses untuk jangka waktu yang pendek maupun jangka panjang.

2.2.5 Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah pendekatan sistematis yang menerapkan suatu metode pentabelan untuk membantu proses pemikiran yang digunakan oleh *engineers* untuk mengidentifikasi mode kegagalan potensial dan efeknya. Secara umum, FMEA didefinisikan sebagai sebuah teknik yang mengidentifikasi tiga hal, yaitu:

- 1) Penyebab kegagalan yang potensial dari sistem, desain produk, dan proses selama siklus hidupnya
- 2) Efek dari kegagalan tersebut
- 3) Tingkat kekritisan efek kegagalan terhadap fungsi sistem, desain produk, dan proses

Prosedur FMEA ini dilakukan dengan memperhitungkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) dengan meminimumkan resiko kegagalan dengan mengurangi *Severity* dan *Occurrence* serta meningkatkan kemampuan *Detection* yang dapat dijelaskan pada tabel dibawah ini:

1. *Severity* merupakan tahapan pertama dalam mengetahui tingkat bahaya yang akan terjadi pada output yang dihasilkan.

Tabel 2.1 Nilai *Severity*

Rating	Kriteria
1	<i>Negligible severity</i> (Pengaruh buruk yang dapat diabaikan) kita tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kualitas produk. Konsumen mungkin tidak akan memperhatikan kecacatan ini
2	<i>Mild severity</i> (Pengaruh buruk yang ringan). Akibat yang ditimbulkan akan bersifat ringan, konsumen tidak akan merasakan penurunan kualitas.
3	
4	<i>Moderate severity</i> (pengaruh buruk yang moderate). Konsumen akan merasakan penurunan kualitas, namun masih dalam batas toleransi.
5	
6	

Rating	Kriteria
7	<i>High severity</i> (Pengaruh buruk yang tinggi). konsumen akan merasakan penurunan 8 kualitas yang berada diluar batas toleransi.
8	
9	<i>Potential severity</i> (Pengaruh buruk yang sangat tinggi). Akibat yang ditimbulkan sangat berpengaruh terhadap kualitas lain, konsumen tidak akan menerimanya.
10	

2. *Occurance* pada bagian ini akan diukur frekuensi atau tingkat kejadian tersebut dan dari penyebab tersebut akan menghasilkan kegagalan.

Tabel 2.2 Nilai *Occurence*

Peluang terjadinya Penyebab Kegagalan	Tingkat Kemungkinan Kegagalan	Ranking
<u>Sangat tinggi</u> : kegagalan hampir tak terhindarkan.	1 dalam 2	10
	1 dalam 3	9
	1 dalam 8	8
<u>Tinggi</u> : berhubungan dengan proses serupa ke proses sebelumnya yang sudah sering gagal	1 dalam 20	7
<u>Sedang</u> : berhubungan dengan proses serupa ke proses sebelumnya yang sudah mengalami kegagalan sekali-sekali	1 dalam 80	6
	1 dalam 400	5
	1 dalam 2.000	4
<u>Rendah</u> : kegagalan yang terisolasi berhubungan dengan proses serupa	1 dalam 15.000	3
	1 dalam 150.000	2
<u>Sangat kecil</u> : kegagalan tidak mungkin, tidak terjadi kegagalan yang berhubungan dengan proses serupa	1 dalam 1.500.000	1

3. *Detection* merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui atau mendeteksi penyebab potensial yang menyebabkan terjadinya kegagalan

Tabel 2.3 Nilai *Detection*

Efek	Kriteria	Ranking
<i>Absolutely impossible</i>	Tidak ada kendali untuk mendeteksi kegagalan	10
<i>Very remote</i>	Sangat sedikit kendali untuk mendeteksi kegagalan	9
<i>Remote</i>	Sedikit terdapat kendali untuk mendeteksi kegagalan	8
<i>Very low</i>	Sangat rendah terdapat kendali untuk mendeteksi kegagalan	7
<i>Low</i>	Rendah terdapat kendali untuk mendeteksi kegagalan	6
<i>Moderate</i>	Sedang terdapat kendali untuk mendeteksi kegagalan	5
<i>Moderately high</i>	Sedang tinggi terdapat kendali untuk mendeteksi kegagalan	4
<i>High</i>	Tinggi terdapat kendali untuk mendeteksi kegagalan	3
<i>Very high</i>	Sangat tinggi terdapat kendali untuk mendeteksi kegagalan	2
<i>Almost certain</i>	Kendali hampir pasti dapat mendeteksi kegagalan	1

Sehingga untuk menentukan nilai RPN (*Risk Priority Number*) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$RPN \text{ (Risk Priority Number)} = S \times O \times D \quad (2.7)$$

Dimana :

S = *Severity* atau keseriusan/tingkat bahaya

O = *Occurence* atau frekuensi/tingkat kejadian

D = *Detection* atau kemudahannya untuk dapat dideteksi

2.2.6 Analytical Hierarchy Process (AHP)

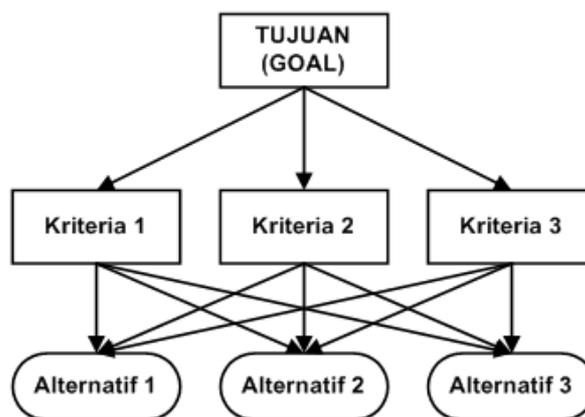
Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan metode yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty, seorang ahli matematika. Metode ini bertujuan untuk mengambil keputusan dengan efektif atas persoalan yang kompleks dengan menyederhanakan dan mempercepat proses pengambilan keputusan dengan memecahkan persoalan tersebut dalam susunan hirarki. Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) membantu memecahkan persoalan yang kompleks dengan menstrukturkan ke dalam hirarki kriteria, pihak yang berkepentingan, hasil dan dengan menarik berbagai pertimbangan guna mengembangkan bobot atau prioritas (Sumiati, 2007). Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) memungkinkan pengguna untuk memberikan nilai bobot relatif dari suatu kriteria majemuk secara intuitif, yaitu dengan melakukan perbandingan berpasangan (*Pairwise Comparison*). Kemudian menentukan cara yang konsisten untuk mengubah perbandingan berpasangan menjadi suatu himpunan bilangan yang mempresentasikan prioritas relatif dari setiap kriteria dan alternatif. Dengan suatu sintesis maka akan dapat ditentukan elemen mana yang mempunyai prioritas tertinggi. AHP sering digunakan sebagai metode pemecahan masalah dibanding dengan metode yang lain karena alasan-alasan sebagai berikut :

- 1) Struktur yang berhirarki, sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih, sampai pada sub-kriteria yang paling dalam.
- 2) Memperhitungkan validitas sampai dengan batas toleransi inkonsistensi berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh pengambil keputusan.
- 3) Memperhitungkan daya tahan output analisis sensitivitas pengambilan keputusan.

Tahapan *Analytical Hierarchy Process* (AHP), dalam metode AHP dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menyusun hirarki dari permasalahan yang dihadapi.

Persoalan yang akan diselesaikan, diuraikan menjadi unsur-unsurnya, yaitu kriteria dan alternatif, kemudian disusun menjadi struktur hierarki seperti di bawah ini:



Gambar 2.5 Struktur Hirarki AHP

2. Penilaian Kriteria dan Alternatif
3. Kriteria dan alternatif dinilai melalui perbandingan berpasangan. Menurut Saaty (1988), untuk berbagai persoalan, skala 1 sampai 9 adalah skala terbaik dalam mengekspresikan pendapat. Nilai dan definisi pendapat kualitatif dari skala perbandingan Saaty dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 2.4 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan

Nilai	Keterangan
1	Kriteria A sama penting dengan kriteria B
3	Kriteria A sedikit lebih penting dari Kriteria B
5	Kriteria A lebih penting dari kriteria B
7	Kriteria A sangat jelas lebih penting dari kriteria B
9	Kriteria A mutlak lebih penting dari kriteria B
2,4,6,8	Apabila ragu-ragu antara dua nilai yang berdekatan.

4. Penentuan Prioritas
 Untuk setiap kriteria dan alternatif, perlu dilakukan perbandingan berpasangan (*Pairwise Comparisons*). Nilai-nilai perbandingan relatif kemudian diolah untuk menentukan peringkat alternatif dari seluruh alternatif. Baik kriteria kualitatif, maupun kriteria kuantitatif, dapat dibandingkan sesuai dengan penilaian yang telah ditentukan untuk menghasilkan bobot dan prioritas. Bobot atau prioritas dihitung dengan manipulasi matriks atau melalui penyelesaian persamaan matematik. Pertimbangan-pertimbangan terhadap perbandingan berpasangan

disintesis untuk memperoleh keseluruhan prioritas melalui tahapan-tahapan berikut:

- 1) Kuadratkan matriks hasil perbandingan berpasangan.
 - 2) Hitung jumlah nilai dari setiap baris, kemudian lakukan normalisasi matriks.
5. Konsistensi Logis

Semua elemen dikelompokkan secara logis dan diperingatkan secara konsisten sesuai dengan suatu kriteria yang logis. Matriks bobot yang diperoleh dari hasil perbandingan secara berpasangan tersebut harus mempunyai hubungan kardinal dan ordinal. Hubungan tersebut dapat ditunjukkan sebagai berikut (Suryadi & Ramdhani, 1998):

Hubungan kardinal : $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$

Hubungan ordinal : $A_i > A_j, A_j > A_k$ maka $A_i > A_k$

Hubungan diatas dapat dilihat dari dua hal sebagai berikut:

- a. Dengan melihat preferensi multiplikatif, misalnya bila anggur lebih enak empat kali dari mangga dan mangga lebih enak dua kali dari pisang maka anggur lebih enak delapan kali dari pisang.
- b. Dengan melihat preferensi transitif, misalnya anggur lebih enak dari mangga dan mangga lebih enak dari pisang maka anggur lebih enak dari pisang.

Pada keadaan sebenarnya akan terjadi beberapa penyimpangan dari hubungan tersebut, sehingga matriks tersebut tidak konsisten sempurna. Hal ini terjadi karena ketidakkonsistenan dalam preferensi seseorang. Penghitungan konsistensi logis dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Mengalikan matriks dengan prioritas bersesuaian.
- b. Menjumlahkan hasil perkalian per baris.
- c. Hasil penjumlahan tiap baris dibagi prioritas bersangkutan dan hasilnya dijumlahkan.
- d. Hasil c dibagi jumlah elemen, akan didapat λ_{maks} .
- e. Indeks Konsistensi (CI) = $(\lambda_{maks} - n) / (n - 1)$
- f. Rasio Konsistensi = CI/ RI, di mana RI adalah indeks random konsistensi. Jika rasio konsistensi ≤ 0.1 , hasil perhitungan data dapat dibenarkan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah departemen *Assembly Upright Piano (Assembly UP)* PT Yamaha Indonesia yang berlokasi di Jalan Rawagelam 1/5, Kawasan Industri Pulogadung, Jatinegara, Cakung, Jakarta Timur. Fokus yang diambil pada penelitian ini adalah kabinet-kabinet pada piano jenis *Upright Piano (UP)* model B2 dan B3.

3.2 Jenis Data

Pada penelitian ini menggunakan dua jenis data, ialah sebagai berikut :

3.2.1 Data Primer

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa hasil kuesioner dan hasil wawancara serta diskusi dengan bagian-bagian terkait. Kuesioner digunakan untuk pemberian bobot terhadap kriteria yang telah ditentukan. Sedangkan wawancara dilakukan terkait data-data yang digunakan dalam penelitian dan sebagai bentuk memastikan bahwa data dan informasi yang digunakan sudah sesuai dengan kondisi nyata. Data primer yang didapatkan berupa bobot kriteria, penyebab temuan *defect assembly upright piano*.

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data-data yang pendukung penelitian. Data sekunder tersebut berupa dokumen-dokumen atau arsip perusahaan berhubungan dengan penelitian yang sedang dilakukan. Data sekunder yang digunakan berupa data historis mengenai jenis dan

jumlah temuan *defect* pada *Upright Piano*. Selain itu data sekunder juga berupa jurnal maupun literatur lain yang berkaitan dan menunjang penelitian ini.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data terkait temuan *defect Assembly Upright Piano (Assembly UP)* PT Yamaha Indonesia yang digunakan pada penelitian ini diantaranya :

1. Studi Lapangan

Studi lapangan adalah metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung pada proses *Assembly Upright Piano*. Berikut adalah teknik yang digunakan dalam memperoleh data:

a. Wawancara dan Observasi

Wawancara dan observasi dilakukan untuk mendapatkan data penyebab temuan *defect Assy Up* yang nantinya akan dipaparkan dalam diagram *fishbone*. Wawancara dilakukan dengan menanyakan hal-hal yang berkaitan dengan proses *assembly upright piano* serta penilaian perusahaan kepada sumber-sumber terpercaya. Sedangkan, observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung ke lapangan terkait proses tersebut dengan sebaik mungkin untuk memperoleh gambaran terkait permasalahan-permasalahan dan kesalahan-kesalahan yang terjadi.

b. Dokumentasi Data Perusahaan

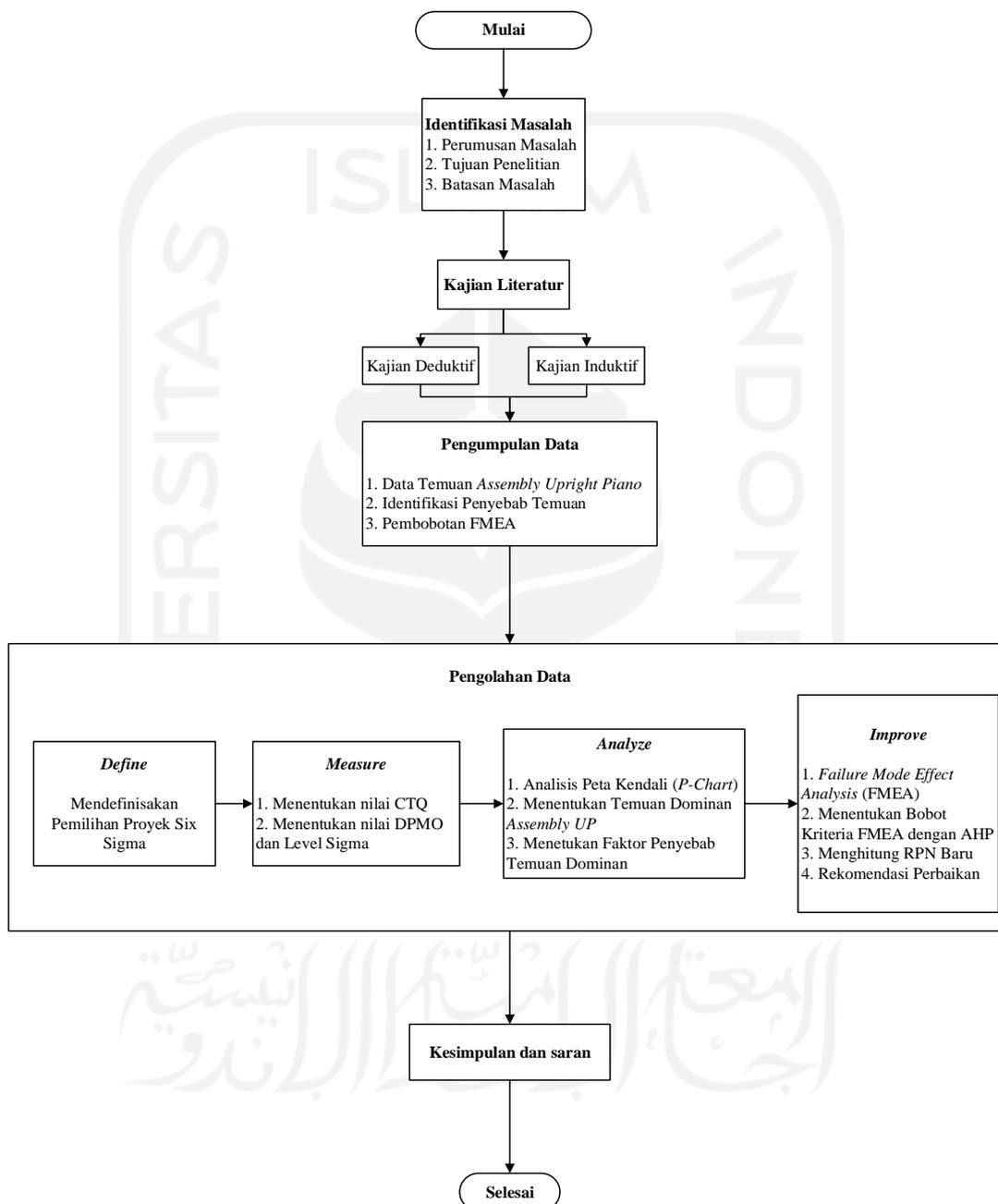
Dokumentasi data perusahaan merupakan teknik perolehan data dengan cara mengumpulkan data perusahaan terkait temuan *defect Assembly UP*. Data tersebut terdiri dari data jumlah temuan *defect Assembly UP* setiap bulan, jumlah *packing* setiap bulan, data penyebab temuan *defect Assembly UP*, dan data lain yang berkaitan dengan tujuan penelitian.

2. Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan merupakan metode yang digunakan untuk mendapatkan data sekunder terkait dengan penelitian yang dilaksanakan. Studi kepustakaan yang dilakukan adalah mempelajari literatur-literatur seperti jurnal. Literatur tersebut akan dijadikan referensi dalam melaksanakan penelitian. Data yang dikumpulkan dengan studi ini adalah mempelajari teori mengenai kualitas, *six sigma*, dan DMAIC berdasarkan penelitian terdahulu.

3.4 Alur Penelitian

Pada gambar dibawah merupakan diagram alir pelaksanaan penelitian berikut penjelasan setiap tahap penelitian dibawahnya.



Gambar 3.1 Alur Penelitian

Berdasarkan gambar diatas, berikut adalah penjelasan dari tahapan penelitian yang dilakukan secara lengkap :

1. Mulai

Langkah pertama dalam memulai penelitian ini adalah melakukan observasi di lapangan, yaitu pada bagian *Repair UP & Final Check UP* untuk mempelajari proses di lapangan dan mengidentifikasi masalah.

2. Identifikasi masalah

Pada tahapan ini ditentukan permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian serta dilakukan perbaikan, yaitu tahap perumusan masalah. Perumusan masalah ini dilakukan guna mempermudah proses pemecahan masalah dan mencapai tujuan penelitian. Kemudian, agar penyelesaian masalah dapat lebih terfokus dan tidak melebar, maka dibuat pembatasan masalah.

3. Kajian literatur

Kajian literatur digunakan untuk mengkaji sebuah literatur yang dapat digunakan untuk menentukan menentukan metode penelitian yang akan digunakan. Terdapat dua jenis kajian literatur yang digunakan, yaitu:

- a. Kajian Deduktif yang berisi teori-teori atau landasan yang digunakan dalam penelitian
- b. Kajian Induktif berisi penelitian-penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan, atau dapat dikatakan literatur dari penelitian terdahulu mengenai permasalahan yang sama.

4. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa cara untuk mendapatkan data yang dibutuhkan. Data primer didapatkan dengan observasi, serta wawancara dan kuesioner yang diberikan kepada pihak terkait, seperti Kepala Kelompok/Wakil Kepala Kelompok dan operator pada bagian terkait. Data yang dibutuhkan berupa penyebab temuan *defect Assembly UP* dan pembobotan kriteria FMEA. Sedangkan data sekunder didapatkan melalui dokumentasi data perusahaan. Data yang dibutuhkan adalah data temuan *defect Assembly UP* pada bulan April 2020 – Februari 2021. Data didapatkan dari *Final Check (Outside Check) Upright Piano*.

5. Pengolahan data

Setelah data yang dibutuhkan telah memenuhi, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan data. Metode yang digunakan untuk mengolah data adalah *Six Sigma* dengan *tools* DMAIC, yaitu :

a. *Define*

Pada tahapan ini, dilakukan pemilihan proyek *Six Sigma* yang akan digunakan dalam penelitian, sehingga penelitian dapat lebih terfokus pada masalah yang terjadi

b. *Measure*

Pada tahapan ini, dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai *Critical to Quality (CTQ)*, *Defect per Milion Opportunity (DPMO)*, dan level sigma.

c. *Analyze*

Pada tahapan ini, dilakukan analisa untuk mengetahui temuan *defect* apa yang paling dominan terjadi dan apa akar penyebab terjadinya temuan *defect* tersebut. pada tahapan *analyze*, digunakan beberapa *tools*, yaitu peta kendali (*p-chart*), *pareto diagram*, dan *fishbone diagram*.

d. *Improve*

Pada tahapan ini, digunakan *tools* FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) untuk menentukan nilai RPN yang digunakan sebagai penentu prioritas perbaikan yang akan dilakukan untuk kemudian dilakukan tindakan perbaikan yang sesuai dengan permasalahan yang terjadi. Selain itu dalam penentuan bobot FMEA menggunakan AHP (*Analytical Hierarchy Process*) yang didapatkan dari hasil kuesioner.

6. Analisis dan pembahasan

Analisa dilakukan setelah data selesai diolah. Analisa dilakukan dengan tujuan untuk memahami permasalahan berdasarkan data dan menemukan solusi untuk permasalahan tersebut.

7. Kesimpulan dan saran

Kesimpulan berisi ringkasan dari seluruh penelitian berdasarkan tujuan penelitian yang telah ditentukan. Saran berisi rekomendasi perbaikan masalah bagi perusahaan.

8. Selesai

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Produksi *Upright* Piano pada PT Yamaha Indonesia terdiri dari beberapa proses dimulai dari *wood working*, *painting*, hingga *assembly* dan *packing*. Dalam setiap proses tersebut sering terjadi proses-proses yang tanpa disadari dapat menyebabkan *defect* pada kabinet *Upright* Piano. Temuan *defect* tersebut didapat dari kabinet sendiri maupun perakitan antar kabinet. Pada proses *Final Check UP*, *defect* tersebut akan ditemukan dan diserahkan kepada bagian *Repair UP* untuk diperbaiki sebelum nantinya siap untuk *dipacking*. Temuan *defect* tersebut menyebabkan adanya waktu tambahan untuk pemrosesan satu unit piano. Waktu yang tambahan tersebut dapat pula berakibat pada *output* per hari yang rendah apabila waktu *merepair* membutuhkan waktu yang lama dikarenakan temuan *defect* yang sulit untuk diperbaiki. Untuk itu, dilakukan analisis penyebab terjadinya *defect Upright Piano* untuk mengurangi resiko kerusakan tersebut. Berikut adalah data *defect Upright Piano* akibat proses *assembly* yang telah dikumpulkan dari bulan April 2020 hingga Februari 2021.

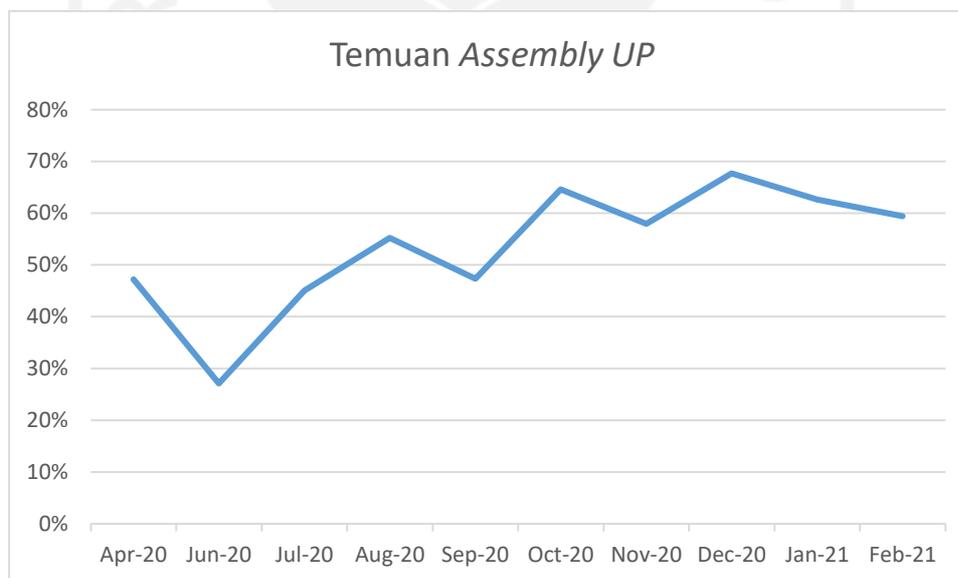
4.1.1 Data Temuan *Defect Assembly Upright Piano (UP)*

Data temuan *defect Assembly Upright Piano* didapatkan dari data historis perusahaan. Data yang diambil berupa jumlah temuan *defect* pada bagian *Final Check UP* dan jumlah *check packing*. *Check Packing* yaitu proses pengecekan yang dilakukan sebelum suatu piano dilakukan proses pengemasan. Berikut adalah data temuan *defect Assembly Upright Piano* pada bulan April 2020 – Februari 2021 :

Tabel 4.1 Data Temuan *Defect Assembly Upright Piano*

No	Bulan	Jumlah Temuan	Jumlah <i>Check Packing</i> (Unit)
1	April 2020	604	1.280
2	Juni 2020	65	240
3	Juli 2020	552	1.225
4	Agustus 2020	824	1.492
5	September 2020	768	1.623
6	Oktober 2020	1.313	2.032
7	November 2020	1.385	2.390
8	Desember 2020	1.613	2.384
9	Januari 2021	1.338	2.136
10	Februari 2021	1.301	2.189

Sumber : Data Historis *Outside Check (Final Check) UP*

**Gambar 4.1** *Temuan Defect Assembly UP*

Pada tabel diatas, dapat dilihat data temuan *defect* dan data *check packing Upright Piano* pada periode bulan April 2020 sampai Februari 2021. Data tersebut didapatkan dari bagian yang bertugas melakukan pengecekan pada bagian luar piano (*outside*), yaitu bagian *Final Check*, dimana temuan *defect assembly upright piano* tersebut merupakan gabungan dari seluruh model piano dengan berbagai warna.

4.1.2 Data Jenis Temuan *Defect Assembly Upright Piano (UP)*

Berikut adalah jenis temuan *defect* yang terjadi pada proses *Assembly UP* dan tidak dapat diterima oleh konsumen:

1. Renggang
Renggang adalah suatu *defect* piano dimana terdapat jarak yang melebihi batas antara kabinet satu dengan kabinet lainnya saat proses *assembly*.
2. Space NG
Space NG adalah suatu *defect* piano yang berupa adanya *space* yang tidak sama dan melebihi toleransi antara kabinet satu dengan kabinet lainnya pada bagian kanan dan kiri saat proses *assembly*.
3. Cacat
Cacat adalah salah satu jenis *defect* piano yang berupa gores pada permukaan kabinet. Untuk penanganannya dengan *disanding* atau ditambal apabila gores dalam, dan *dibuffing* apabila gores ringan.
4. Kurang Turun
Kurang Turun adalah suatu *defect* piano yang berupa *space* yang kurang turun (melebihi toleransi) ketika proses *assembly* kabinet.
5. Kurang Mundur
Kurang Mundur adalah suatu *defect* piano yang berupa *space* yang kurang mundur (melebihi toleransi) ketika proses *assembly* kabinet.
6. Kurang Maju
Kurang Maju adalah suatu *defect* piano yang berupa *space* yang kurang maju (melebihi toleransi) ketika proses *assembly* kabinet.
7. Tinggi
Tinggi adalah salah satu temuan *defect Assembly UP* dimana terdapat perbedaan tinggi antara kabinet satu dengan kabinet sebelahnya, yang seharusnya memiliki tinggi yang rata.

8. *Side Post Back Post Kotor Cat*

Side Post Back Post Kotor cat adalah suatu *decet* yang terjadi pada piano yang diakibatkan oleh proses *assembly* sehingga terjadi adanya kotor pada kabinet *upright* piano.

9. *Side Post Back Post kurang Cat*

Side Post Back Post Kurang Cat adalah salah satu *defect* piano yang diakibatkan oleh proses *assembly* sehingga ada bagian yang berwarna tidak sama karena adanya bagian yang terkelupas atau pengecatan tidak merata.

Berikut adalah data jenis temuan *defect Assembly Upright Piano* pada bulan April 2020 – Februari 2021:

Tabel 4.2 Data Detail Temuan *Defect Assembly Upright Piano*

Bulan	Jenis Temuan <i>Defect</i>									Jumlah
	Renggang	Space NG	Cacat	Kurang Turun	Kurang Mundur	Kurang Maju	Tinggi	Side Post Kotor Cat	Side Post Kurang Cat	
Apr-20	143	75	120	109	18	52	63	14	10	604
Jun-20	13	10	17	20	0	0	1	2	2	65
Jul-20	124	74	133	126	15	46	16	15	3	552
Aug-20	116	84	143	188	15	97	65	76	40	824
Sep-20	159	23	132	93	13	165	68	74	41	768
Oct-20	249	15	192	117	35	446	74	98	87	1.313
Nov-20	268	86	285	131	88	230	100	70	127	1.385
Dec-20	297	120	286	119	63	194	97	263	169	1.613
Jan-21	332	48	309	53	31	127	49	146	243	1.338
Feb-21	321	31	294	34	27	144	75	247	128	1.301

4.1.3 Data Pembobotan Kriteria FMEA

Berikut merupakan data hasil pengisian kuesioner perbandingan berpasangan terhadap *Severity*, *Occurence*, dan *Detection* yang didapatkan dari pimpinan kelompok dan operator senior pada bagian *Repair & Final Check UP* PT. Yamaha Indonesia Indonesia.

Tabel 4.3 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan

Nilai	Keterangan
1	Kriteria A sama penting dengan kriteria B
3	Kriteria A sedikit lebih penting dari Kriteria B
5	Kriteria A lebih penting dari kriteria B
7	Kriteria A sangat jelas lebih penting dari kriteria B
9	Kriteria A mutlak lebih penting dari kriteria B
2,4,6,8	Apabila ragu-ragu antara dua nilai yang berdekatan.

Tabel 4.4 Data Pembobotan Responden 1

Kriteria	Bobot																	Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Severity</i>									√									<i>Occurence</i>
<i>Severity</i>													√					<i>Detection</i>
<i>Occurence</i>										√								<i>Detection</i>

Note: Pembobotan dapat dilihat pada bagian lampiran 1

Tabel 4.5 Data Pembobotan responden 2

Kriteria	Bobot																	Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Severity</i>										√								<i>Occurence</i>
<i>Severity</i>					√													<i>Detection</i>
<i>Occurence</i>						√												<i>Detection</i>

Note: Pembobotan dapat dilihat pada bagian lampiran 1

Tabel 4.6 Data Pembobotan Responden 3

Kriteria	Bobot															Kriteria		
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7		8	9
<i>Severity</i>														√				<i>Occurence</i>
<i>Severity</i>			√															<i>Detection</i>
<i>Occurence</i>							√											<i>Detection</i>

Note: Pembobotan dapat dilihat pada bagian lampiran 1

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Define

4.3.1.1 Mendefinisikan Pemilihan Proyek *Six Sigma*

Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap produk yang akan diteliti dalam rangka peningkatan kualitas produk. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan, diketahui bahwa proses *Assembly UP* memiliki potensi untuk menyebabkan adanya temuan *defect* ketika dilakukan proses pengecekan oleh bagian *Final Check UP*. Temuan *defect* tersebut menyebabkan piano yang sudah selesai rakit tersebut perlu untuk dilakukan proses *repair* guna memperbaiki temuan *defect*. Hal tersebut tentunya dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan, karena produk yang terdapat temuan *defect* tersebut tidak dapat langsung *dipacking* dan didistribusikan. Kerugian tersebut antara lain kerugian didalam hal waktu dan biaya, selain itu juga dapat menurunkan produktivitas kelompok kerja karena adanya produk cacat/temuan *defect* dapat menjadi salah satu kriteria dalam pengukuran produktivitas. Terutama untuk kelompok kerja *Repair UP*, semakin sulit dan banyak temuan *defect* yang terdapat pada piano, maka akan memakan waktu yang lebih lama untuk memproses satu buah piano, yang berarti *output* yang dihasilkan oleh kelompok kerja *Repair UP* pun juga akan berkurang.

Berdasarkan gambar 4.1, dapat diketahui bahwa temuan *defect Assembly UP* mengalami fluktuasi dalam beberapa bulan. Jumlah temuan *defect* tertinggi ada pada bulan Desember 2020, yaitu sebesar 67,66% atau sebesar 1.613 temuan *defect*. Untuk itu perlu dilakukan pengendalian kualitas menggunakan *six sigma* untuk menemukan

penyebab temuan *Assembly UP*. Pengendalian tersebut diharapkan dapat mengurangi temuan *defect Assembly UP* dan juga meningkatkan kualitas dari *Upright Piano* sehingga pelanggan dan perusahaan tidak mengalami kerugian.

4.2.2 Measure

4.3.2.1 Penentuan Nilai *Critical to Quality* (CTQ)

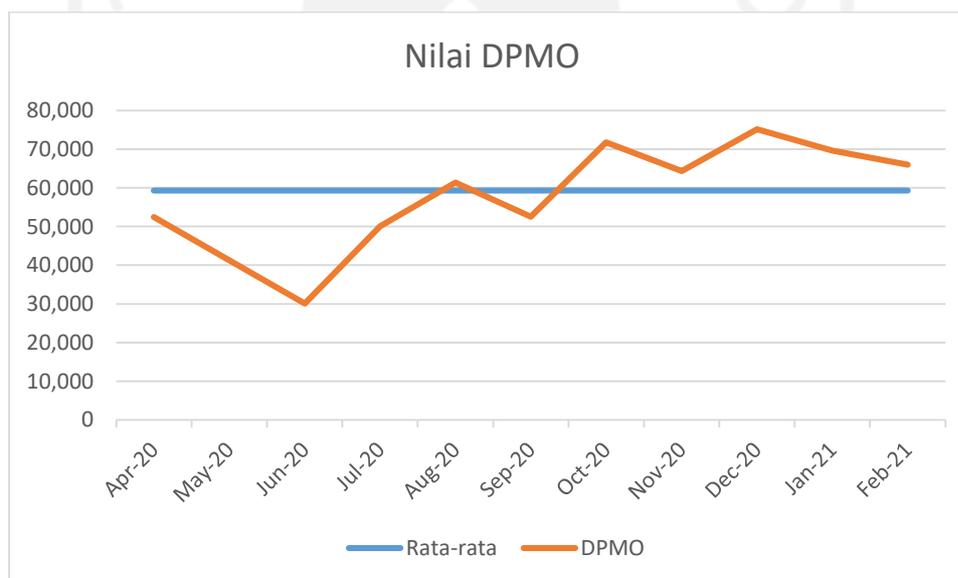
Critical to quality (CTQ) merupakan karakteristik yang berpotensi menjadi cacat pada produk akhir dan tidak dapat diterima oleh konsumen. Pada tahap ini, peneliti melihat dari sisi kondisi *defect* yang selama ini terjadi pada *Upright Piano*. Penentuan CTQ ini didasarkan pada data yang ada pada bagian *Final Check UP* dan wawancara terhadap pihak terkait yang lebih memahami dan mengetahui secara detail mengenai temuan *defect Assembly UP*. Terdapat 9 jenis temuan *defect Assembly UP* yang ditemukan oleh bagian *Final Check UP*. Temuan *defect* tersebut yaitu renggang, *Space NG*, cacat, kurang turun, kurang mundur, kurang maju, tinggi, *side post back post* kotor cat, dan *side post back post* kurang cat.

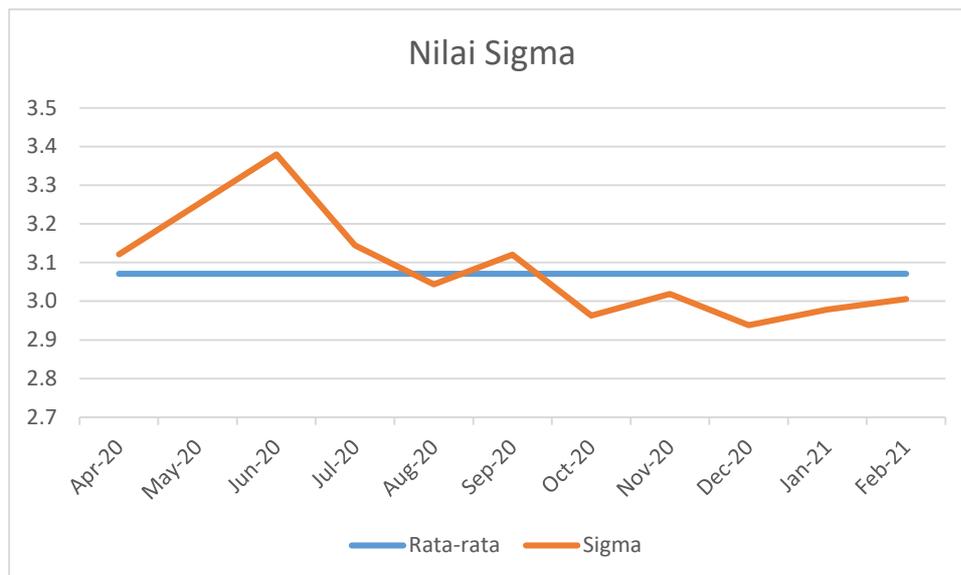
4.3.2.2 Penentuan Nilai *Defect per Million Opportunity* (DPMO) dan Level Sigma

Defect Per Million Opprtunities (DPMO) adalah suatu metode pengukuran performansi dari suatu proses. DPMO mengukur peluang terjadinya cacat per satu juta kesempatan atau *Defect Per Oportunities* (DPO). Sedangkan untuk pengukuran level sigma dapat dijadikan sebagai salah satu parameter keberhasilan pencapaian target kualitas. Semakin tinggi level sigma, maka jumlah kerusakan akan semakin rendah.

Tabel 4.7 Nilai DPMO dan Level Sigma

Bulan	Packing	Jumlah Temuan	Proporsi Reject	Persentase	CTQ	DPO	DPMO	Nilai Sigma
Apr-20	1.280	604	0,472	47,19%	9	0,052	52.430,556	3,122
Jun-20	240	65	0,271	27,08%	9	0,030	30.092,593	3,379
Jul-20	1.225	552	0,451	45,06%	9	0,050	50.068,027	3,144
Aug-20	1.492	824	0,552	55,23%	9	0,061	61.364,313	3,043
Sep-20	1.623	768	0,473	47,32%	9	0,053	52.577,531	3,120
Oct-20	2.032	1.313	0,646	64,62%	9	0,072	71.795,713	2,963
Nov-20	2.390	1.385	0,579	57,95%	9	0,064	64.388,656	3,019
Dec-20	2.384	1.613	0,677	67,66%	9	0,075	75.177,107	2,938
Jan-21	2.136	1.338	0,626	62,64%	9	0,070	69.600,499	2,979
Feb-21	2.189	1.301	0,594	59,43%	9	0,066	66.037,257	3,006
Rata-rata							59.353,225	3,071

**Gambar 4.2** Grafik Nilai DPMO



Gambar 4.3 Grafik Nilai Sigma

Dari perhitungan data di atas, dapat diketahui bahwa rata-rata nilai sigma pada *Assembly UP* selama 10 bulan adalah 3,071 dengan DPMO senilai 59.353,225. Hal ini berarti dalam satu juta produk yang *dipacking*, maka hanya ada 59.353,225 produk yang terdapat temuan *defect*. Akan tetapi, apabila dilihat dari grafik, pola nilai sigma dan DPMO masih kurang stabil. Sehingga, masih diperlukan sebuah perbaikan. Berdasarkan grafik juga dapat diambil kesimpulan bahwa nilai DPMO dan Sigma berbanding terbalik, apabila nilai sigma semakin besar maka jumlah kecacatan atau nilai DPMO akan semakin kecil, dimana nilai kecacatan tertinggi ada pada bulan Desember 2020.

4.2.3 Analyze

4.3.3.1 Analisis Peta Kendali (*P-Chart*)

Berikut ini merupakan penentuan batas kendali temuan *defect Assembly UP* dengan menggunakan *control chart atribut*. *Control chart* yang digunakan yaitu berupa *p-chart*. Berikut merupakan perhitungan *p-chart* terhadap temuan *defect Assembly UP*:

1. Proporsi temuan

$$\text{proporsi} = \frac{\Sigma \text{ temuan ke } - i}{\Sigma \text{ produk inspeksi ke } - i} \quad (4.1)$$

$$\text{proporsi} = \frac{604}{1.280} = 0,472$$

2. Nilai *Center Line* (CL)

$$\bar{p} = \frac{\Sigma \text{ total temuan}}{\Sigma \text{ total produk inspeksi}} \quad (4.2)$$

$$\bar{p} = \frac{9.763}{16.991} = 0,575$$

3. Nilai *Upper Control Limit* (UCL)

$$UCL_1 = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p} (1 - \bar{p})}{n_i}} \quad (4.3)$$

$$UCL_1 = 0,575 + 3 \sqrt{\frac{0,575 (1 - 0,575)}{1.280}} = 0,616$$

4. *Lower Control Limit* (LCL)

$$LCL_1 = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p} (1 - \bar{p})}{n_i}} \quad (4.4)$$

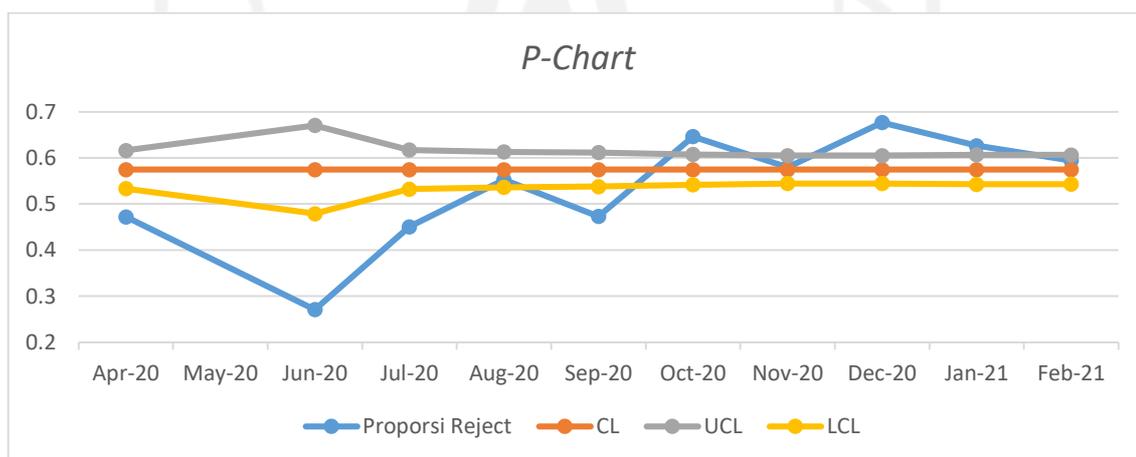
$$LCL_1 = 0,575 - 3 \sqrt{\frac{0,575 (1 - 0,575)}{1.280}} = 0,533$$

Berikut adalah hasil perhitungan untuk periode bulan April 2020 – Februari 2021.

Tabel 4.8 Perhitungan Peta Kendali

No	Bulan	Packing	Jumlah Temuan	Proporsi	CL	UCL	LCL
1	Apr-20	1.280	604	0,472	0.575	0.616	0.533
2	Jun-20	240	65	0,271	0.575	0.670	0.479
3	Jul-20	1.225	552	0,451	0.575	0.617	0.532
4	Aug-20	1.492	824	0,552	0.575	0.613	0.536
5	Sep-20	1.623	768	0,473	0.575	0.611	0.538
6	Oct-20	2.032	1.313	0,646	0.575	0.608	0.542
7	Nov-20	2.390	1.385	0,579	0.575	0.605	0.544
8	Dec-20	2.384	1.613	0,677	0.575	0.605	0.544
9	Jan-21	2.136	1.338	0,626	0.575	0.607	0.543
10	Feb-21	2.189	1.301	0,594	0.575	0.606	0.543
Total		16.991	9.763	5,34			
Rata-rata		1.699	976	0,53			

Setelah melakukan perhitungan P-Chart seperti tabel diatas, selanjutnya dari hasil perhitungan tersebut dibuat dalam bentuk grafik untuk mengetahui periode mana saja yang berada didalam maupun diluar batas pengendalian. Berikut adalah gambar grafik P-Chart



Gambar 4.4 Grafik Peta Kendali Temuan *Defect Assembly UP*

Berdasarkan gambar 4.4 diatas, diketahui bahwa terdapat 3 data yang berada diluar batas kontrol atas yaitu pada periode Oktober 2020, Desember 2020, dan Januari 2021.

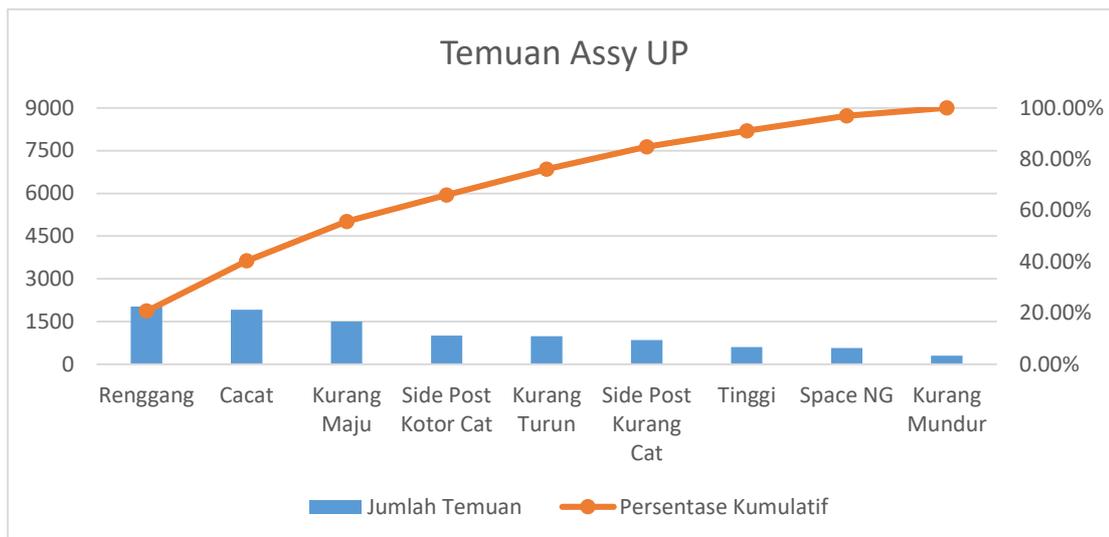
Kemudian terdapat 3 data yang terdapat dalam batas kontrol, yaitu periode Agustus 2020, November 2020, dan Februari 2021. Sedangkan untuk data yang berada diluar batas kontrol bawah yaitu April 2020, Juni 2020, dan September 2020. Nilai proporsi *defect* yang berada diluar batas pengendalian menandakan bahwa temuan *defect* tersebut mempengaruhi proses dan dikatakan proses tidak stabil.

4.3.3.2 Penentuan Temuan Dominan *Assembly UP*

Untuk menentukan temuan *defect* dominan *Assembly UP*, dapat diketahui melalui pengolahan data menggunakan pareto diagram. Data yang digunakan merupakan data temuan *defect Assembly UP* bulan April 2020 – Februari 2021. Berikut adalah grafik diagram pareto dari temuan *defect* dominan *Assembly UP*

Tabel 4.9 Temuan *Defect* Dominan *Assembly UP*

No	Jenis Temuan	Jumlah Temuan	% Temuan	% Kumulatif
1	Renggang	2.022	20,72%	20,72%
2	Cacat	1.911	19,58%	40,31%
3	Kurang Maju	1.501	15,38%	55,69%
4	<i>Side Post</i> Kotor Cat	1.005	10,30%	65,99%
5	Kurang Turun	990	10,15%	76,13%
6	<i>Side Post</i> Kurang Cat	850	8,71%	84,84%
7	Tinggi	608	6,23%	91,07%
8	<i>Space NG</i>	566	5,80%	96,87%
9	Kurang Mundur	305	3,13%	100,00%

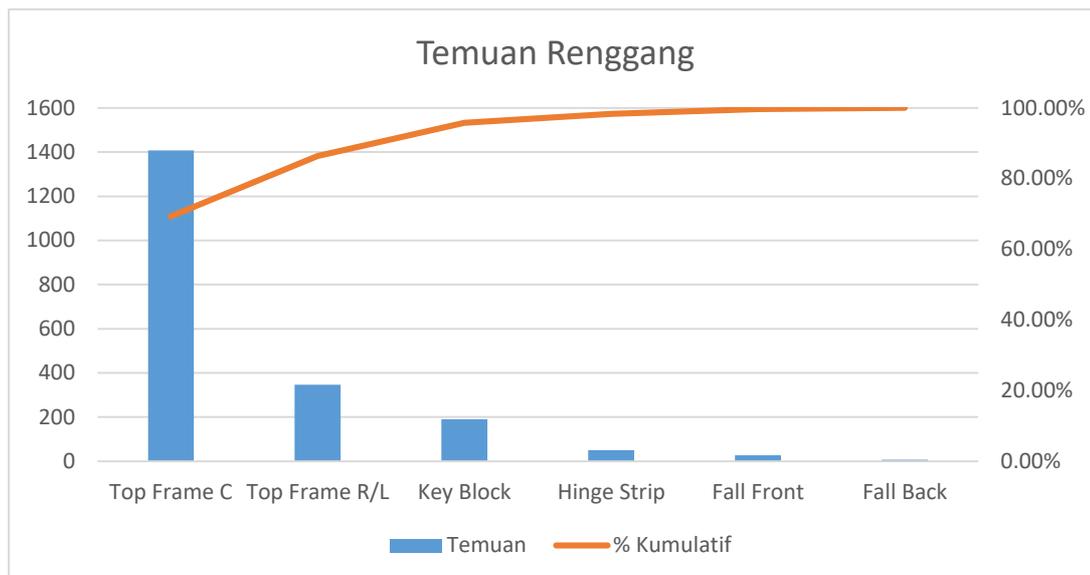


Gambar 4.5 Diagram Pareto Temuan *Defect* Dominan *Assembly UP*

Berdasarkan grafik diatas, dapat diketahui bahwa temuan renggang adalah jenis temuan paling dominan yang ditemukan dalam pengecekan *Upright Piano*, yaitu sebesar 2022 temuan atau 20,72% dari total temuan. Renggang tersebut terdiri dari renggang beberapa bagian. Berikut adalah data kabinet temuan renggang yang terdapat pada *Upright Piano*

Tabel 4.10 Renggang Kabinet *Upright Piano*

No	Kabinet	Jumlah Temuan	% Temuan	% Kumulatif
1	<i>Top Frame C</i>	1.407	69,34%	69,34%
2	<i>Top Frame R/L</i>	346	17,05%	86,40%
3	<i>Key Block</i>	191	9,41%	95,81%
4	<i>Hinge Strip</i>	51	2,51%	98,32%
5	<i>Fall Front</i>	27	1,33%	99,66%
6	<i>Fall Back</i>	7	0,34%	100,00%



Gambar 4.6 Diagram Pareto Renggang Kabinet *Upright* Piano

Berdasarkan grafik diatas, diketahui bahwa *Top Frame C* merupakan kabinet dengan temuan dominan jenis renggang pada *Upright* Piano dengan total temuan sebanyak 1.407 temuan atau 69,34% dari total temuan renggang.

4.3.3.3 Penentuan Faktor Penyebab Temuan Dominan

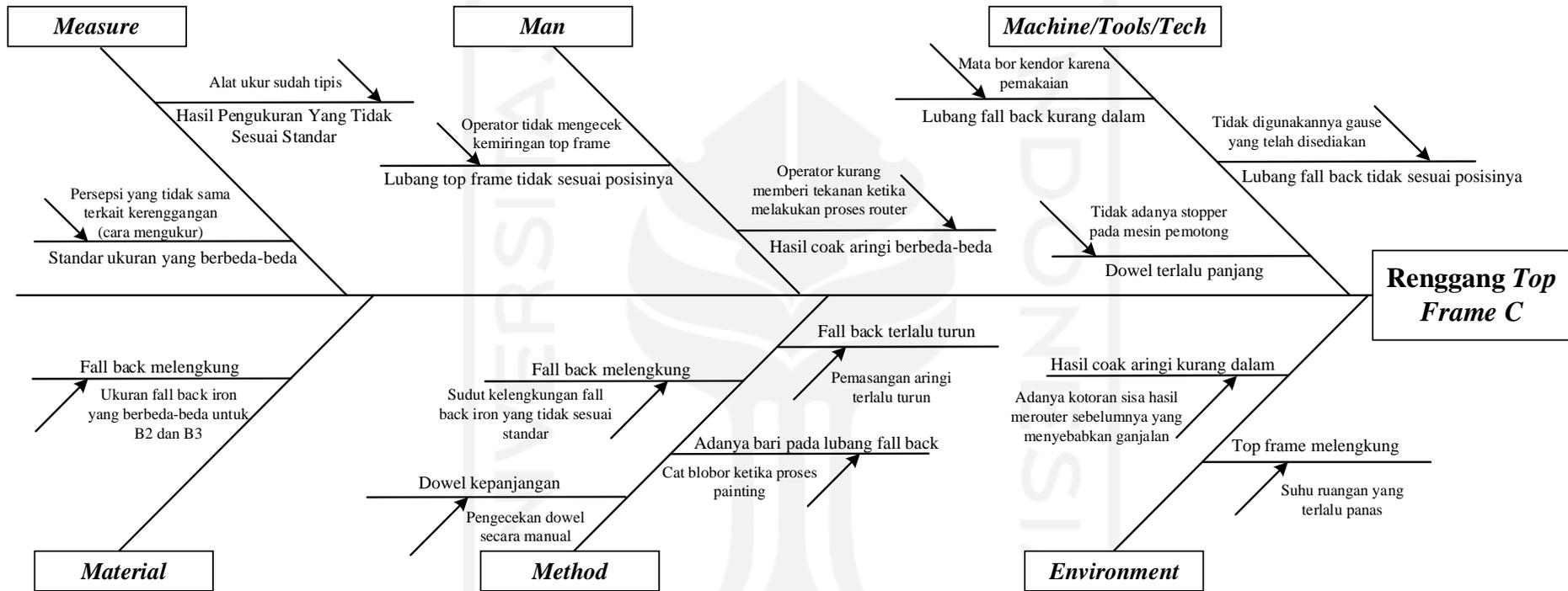
Berdasarkan pengolahan data menggunakan diagram pareto diatas, didapatkan hasil bahwa jenis temuan tertinggi yaitu renggang pada *Top Frame Center (Top Frame C)*. Selanjutnya dilakukan analisis untuk mengetahui apa saja faktor penyebab terjadinya Renggang *Top Frame C* pada *Upright* Piano menggunakan *fishbone* diagram berdasarkan faktor *Measure, Man, Machine/Tools/Tech, Material, metode, dan Environment*. Berikut adalah hasil analisa penyebab Renggang *Top Frame C* yang didapatkan melalui observasi lapangan dan wawancara kepada pihak-pihak terkait.

Tabel 4.11 Rangkuman Penyebab Renggang *Top Frame C*

No	Faktor	Kemungkinan Penyebab
1	<i>Measure</i>	Standar ukuran yang berbeda-beda Hasil pengukuran yang berbeda-beda
2	<i>Man</i>	Lubang <i>Top frame</i> tidak sesuai posisinya Hasil coak aringi berbeda-beda
3	<i>Machine/Tools/Tech</i>	Lubang <i>fall back</i> kurang dalam Lubang <i>fall back</i> tidak sesuai posisinya

		Dowel terlalu panjang
4	<i>Material</i>	<i>Fall back</i> melengkung
		<i>Fall back</i> terlalu turun
5	<i>Method</i>	<i>Fall back</i> melengkung
		Adanya bari pada lubang <i>fall back</i>
		Dowel terlalu panjang
6	<i>Environment</i>	<i>Top Frame</i> Melengkung
		Hasil coak aringi kurang dalam





Gambar 4.7 Fishbone Diagram Renggang Top Frame C

4.2.4 Improve

4.3.4.1 Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

Berikut merupakan analisis *Failure Mode Effect Analysis* dari defect Renggang Top Frame C

Tabel 4.12 Analisis FMEA Renggang Top Frame C

(1) <i>Failure Mode</i>	(2) <i>Potential Failure</i>	(3) <i>Sev</i>	(4) <i>Cause of Failure</i>	(5) <i>Occ</i>	(6) <i>Current Control</i>	(7) <i>Det</i>	(8) $\frac{RPN}{(3) \times (5) \times (7)}$	(9) <i>Rank</i>
Renggang Top Frame C	Hasil pengukuran yang tidak sesuai standar	7	Alat ukur kerenggangan yang sudah tipis	6	Penggantian alat ukur dengan alat ukur baru	6	252	1
	Standar ukuran yang berbeda-beda	7	Persepsi yang tidak sama terkait cara mengukur kerenggangan	6	Memberitahu kepada operator tentang cara pengukuran yang benar (menggunakan ukuran lebih besar dan kecil dari ukuran standar)	5	210	4
	Lubang <i>Top frame</i> tidak sesuai posisinya	5	Operator tidak mengecek kemiringan top frame	5	Memberikan arahan kepada operator untuk selalu mengecek kemiringan <i>Top Frame</i> ketika akan melubangi	3	75	14
	Hasil coak aringi berbeda-beda	6	Operator kurang memberi tekanan ketika melakukan proses <i>router</i>	7	Memberikan arahan kepada operator untuk memberikan tekanan ketika melakukan proses <i>router</i>	6	252	2
	Lubang <i>Fall Back</i> kurang dalam	4	Mata bor kendor karena pemakaian	5	Penggantian mata bor secara berkala setiap 3 harui sekali	5	100	13

(1) <i>Failure Mode</i>	(2) <i>Potential Failure</i>	(3) <i>Sev</i>	(4) <i>Cause of Failure</i>	(5) <i>Occ</i>	(6) <i>Current Control</i>	(7) <i>Det</i>	(8) $\frac{RPN}{(3) \times (5) \times (7)}$	(9) <i>Rank</i>
	Lubang <i>Fall Back</i> tidak sesuai posisinya	7	Tidak menggunakan <i>gauge</i> yang telah disediakan	6	Penekanan kepada operator untuk menggunakan <i>gauge</i> yang telah disediakan	5	210	5
	Dowel terlalu panjang	5	Tidak adanya <i>stopper</i> pada mesin pemotong	5	Pemberian tanda hitam pada ujung bawah dowel mentah	4	100	12
		6	Pengecekan dowel secara manual	4	Pemberian tanda hitam pada ujung atas dowel mentah	5	120	9
	<i>Fall Back</i> melengkung	6	Ukuran <i>Fall Back Metal</i> yang berbeda-beda untuk B2 dan B3	5	<i>Adjustment Fall Back metal</i>	4	120	10
		5	Sudut kelengkungan <i>Fall Back</i> metal yang tidak sesuai standar	5	Mengubah kemiringan <i>Fall Back</i> hingga sesuai dengan standar ukuran	5	125	11
	<i>Fall Back</i> terlalu turun	6	Pemasangan aringi terlalu turun	6	<i>Adjustment</i> aringi	7	252	3
	Adanya bari pada lubang <i>Fall Back</i>	5	Cat blobor ketika proses <i>painting</i>	5	<i>Sanding</i> ulang untuk lubang yang terkena bari	6	150	8
	<i>Top Frame</i> Melengkung	6	Suhu ruangan yang terlalu panas	5	Pemberian pendingin pada ruangan	5	150	7
	Hasil coak aringi kurang dalam	5	Adanya kotoran sisa hasil <i>merouter</i> sebelumnya yang menyebabkan ganjalan	6	Penekanan kepada operator untuk selalu membersihkan kotoran sisa hasil <i>router</i>	7	210	6

Note: Pembobotan FMEA oleh responden dapat dilihat pada lampiran 3

Nilai diatas didapatkan dari pendapat *expert* terhadap tiga kriteria yang digunakan dalam metode *Failure Mode Effect Analysis*. Kriteria tersebut mencakup *severity* yaitu tingkat keparahan suatu mode kegagalan, *occurence* yaitu probabilitas terjadinya suatu mode kegagalan, dan *detection* yaitu tingkat deteksi suatu mode kegagalan. Nilai yang diberikan berada diantara 1-10 sesuai dengan tabel standar FMEA.



4.3.4.2 Pembobotan AHP dari Kriteria FMEA

Selain pembobotan dengan FMEA, dilakukan pula pembobotan terhadap kriteria FMEA. Hal ini karena setiap kriteria memiliki tingkat kepentingan atau pengaruh yang berbeda-beda. Pembobotan AHP ini nantinya akan berpengaruh kepada nilai RPN (*Risk Priority Number*), dimana setiap *Severity*, *Occurence*, dan *Detection* akan dikalikan dengan bobot AHP sebelum digunakan untuk mendapatkan nilai RPN. Kuesioner untuk pembobotan diberikan kepada operator senior dan juga pimpinan bagian *Repair UP & Final Check UP* yang *expert* dibidang tersebut. Berikut adalah hasil kuesioner pembobotan menggunakan AHP.

A. Responden 1

Berikut adalah nilai perbandingan berpasangan yang didapatkan dari pembobotan yang dilakukan oleh responden 1

Tabel 4.13 Perbandingan Berpasangan Responden 1

Kriteria	Perbandingan Berpasangan		
	<i>Severity</i>	<i>Occurence</i>	<i>Detection</i>
<i>Severity</i>	1	1	0,2
<i>Occurence</i>	1	1	0,5
<i>Detection</i>	5	2	1
Total	7	4	1,7

Note: Perhitungan detail dapat dilihat pada lampiran 4

Berikut ini merupakan penjelasan dari tabel perbandingan berpasangan diatas :

1. Faktor *severity* sama penting dengan faktor *occurence*, yaitu berbobot 1
2. Faktor *detection* lebih penting dari faktor *severity*, yaitu berbobot 5
3. Faktor *detection* berada diantara sama penting dan sedikit lebih penting dari faktor *occurence*, yaitu berbobot 2

Tahap 1 : Menghitung *Priority Weight*

Pada tahap ini, dilakukan perhitungan matematis dengan membagi nilai setiap sel dengan jumlah setiap kolom yang berkesesuaian, kemudian menjumlahkan rata-rata dari setiap barisnya. Rata-rata setiap baris dinyatakan sebagai nilai *priority weight*.

Tabel 4.14 Nilai *Priority Weight* Responden 1

Kriteria	Severity	Occurence	Detection	Total Weight Matrix	Priority Weight
Severity	0,14	0,25	0,12	0,51	0,17
Occurence	0,14	0,25	0,29	0,69	0,23
Detection	0,71	0,50	0,59	1,80	0,60
Total	1	1	1	3	1

Note: Perhitungan detail dapat dilihat pada lampiran 4

Tahap 2 : Menghitung *Consistency Ratio*

1) Mengalikan matriks dengan *eugen vector*

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0,2 \\ 1 & 1 & 0,5 \\ 5 & 2 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,17 \\ 0,23 \\ 0,60 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,52 \\ 0,70 \\ 1,91 \end{pmatrix}$$

2) Mencari nilai *eugen value*

$$\frac{0,52}{0,17} = 3,05 \quad \frac{0,70}{0,23} = 3,06 \quad \frac{1,91}{0,60} = 3,18$$

3) Menghitung λ max

$$\lambda \max = \frac{3,05 + 3,06 + 3,18}{3} = 3,10$$

4) Menghitung *Consistency Index (CI)*

$$CI = \frac{\lambda \max - N}{N - 1} \quad (4.5)$$

$$CI = \frac{3,10 - 3}{3 - 1} = 0,05$$

5) Menghitung *Consistency Ratio (CR)*

Untuk mendapatkan nilai *Consistency Ratio (CR)*/rasio konsistensi, dilakukan pembagian antara indeks konsistensi dengan indeks random konsistensi. Jika rasio konsistensi $\leq 0,1$ maka hasil perhitungan dapat dibenarkan. Berdasarkan tabel indeks random konsistensi, untuk $n=3$ memiliki nilai RI sebesar 0,52. Sehingga didapatkan hasil rasio konsistensi sebagai berikut:

$$CR = \frac{0,05}{0,52} = 0,0914$$

Berdasarkan hasil tersebut nilai $CR \leq 0,1$ yang berarti bahwa hasil perhitungan dapat dibenarkan.

B. Responden 2

Berikut adalah nilai perbandingan berpasangan yang didapatkan dari pembobotan yang dilakukan oleh responden 2:

Tabel 4.15 Perbandingan Berpasangan Responden 2

Kriteria	Perbandingan Berpasangan		
	<i>Severity</i>	<i>Occurence</i>	<i>Detection</i>
<i>Severity</i>	1	2	5
<i>Occurence</i>	0,5	1	4
<i>Detection</i>	0,2	0,25	1
Total	1,7	3,25	10

Note: Perhitungan detail dapat dilihat pada lampiran 4

Berikut ini merupakan penjelasan dari tabel perbandingan berpasangan diatas :

1. Faktor *severity* berada diantara sama penting dan sedikit lebih penting dari faktor *occurence*, yaitu berbobot 2
2. Faktor *severity* lebih penting dari faktor *detection*, yaitu berbobot 5
3. Faktor *occurence* berada diantara sedikit lebih penting dan lebih penting dari faktor *detection*, yaitu berbobot 4

Tahap 1 : Menghitung *Priority Weight*

Pada tahap ini, dilakukan perhitungan matematis dengan membagi nilai setiap sel dengan jumlah setiap kolom yang berkesesuaian, kemudian menjumlahkan rata-rata

dari setiap barisnya. Rata-rata setiap baris dinyatakan sebagai nilai *priority weight*. Berikut adalah tabel perhitungan *priority weight*:

Tabel 4.16 Nilai *Priority Weight* Responden 2

Kriteria	Severity	Occurence	Detection	Total Weight Matrix	Priority Weight
Severity	0,74	0,79	0,64	2,17	0,72
Occurence	0,15	0,16	0,27	0,58	0,19
Detection	0,11	0,05	0,09	0,25	0,08
Total	1	1	1	3	1

Note: Perhitungan detail dapat dilihat pada lampiran 4

Tahap 2 : Menghitung Consistency Ratio

- 1) Mengalikan matriks dengan *priority weight*

$$\begin{vmatrix} 1 & 2 & 5 \\ 0,5 & 1 & 4 \\ 0,2 & 0,25 & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 0,72 \\ 0,19 \\ 0,08 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2,27 \\ 0,59 \\ 0,25 \end{vmatrix}$$

- 2) Mencari nilai *eugen value*

$$\frac{2,27}{0,72} = 3,14 \quad \frac{0,59}{0,19} = 3,04 \quad \frac{0,25}{0,08} = 3,01$$

- 3) Menghitung λ max

$$\lambda \max = \frac{3,14 + 3,04 + 3,01}{3} = 3,07$$

- 4) Menghitung *Consistency Index (CI)*

$$CI = \frac{3,07 - 3}{3 - 1} = 0,03$$

- 5) Menghitung *Consistency Ratio (CR)*

Untuk mendapatkan nilai *Consistency Ratio (CR)*/rasio konsistensi, dilakukan pembagian antara indeks konsistensi dengan indeks random konsistensi. Jika rasio konsistensi $\leq 0,1$ maka hasil perhitungan dapat dibenarkan. Berdasarkan tabel indeks random konsistensi, untuk $n=3$ memiliki nilai RI sebesar 0,52. Sehingga didapatkan hasil rasio konsistensi sebagai berikut:

$$CR = \frac{0,03}{0,52} = 0,0633$$

Berdasarkan hasil tersebut nilai $CR \leq 0,1$ yang berarti bahwa hasil perhitungan dapat dibenarkan.

C. Responden 3

Berikut adalah nilai perbandingan berpasangan yang didapatkan dari pembobotan yang dilakukan oleh responden 3

Tabel 4.17 Perbandingan Berpasangan Responden 3

Kriteria	Perbandingan Berpasangan		
	<i>Severity</i>	<i>Occurence</i>	<i>Detection</i>
<i>Severity</i>	1	5	7
<i>Occurence</i>	0,2	1	3
<i>Detection</i>	0,14	0,33	1
Total	1,34	6,33	1

Note: Perhitungan detail dapat dilihat pada lampiran 4

Berikut ini merupakan penjelasan dari tabel perbandingan berpasangan diatas :

1. Faktor *occurence* lebih penting dari faktor *severity*, yaitu berbobot 5
2. Faktor *severity* jelas lebih penting dari faktor *detection*, yaitu berbobot 7
3. Faktor *occurence* sedikit lebih penting dari faktor *detection*, yaitu berbobot 3

Tahap 1 : Menghitung *Priority Weight*

Pada tahap ini, dilakukan perhitungan matematis dengan membagi nilai setiap sel dengan jumlah setiap kolom yang berkesesuaian, kemudian menjumlahkan rata-rata dari setiap barisnya. Rata-rata setiap baris dinyatakan sebagai nilai *priority weight*. Berikut adalah tabel perhitungan *priority weight*:

Tabel 4.18 Nilai *Priority Weight* Responden 3

Kriteria	<i>Severity</i>	<i>Occurence</i>	<i>Detection</i>	<i>Total Weight Matrix</i>	<i>Priority Weight</i>
<i>Severity</i>	0,59	0,62	0,50	1,70	0,57
<i>Occurence</i>	0,29	0,31	0,40	1,00	0,33
<i>Detection</i>	0,12	0,08	0,10	0,29	0,10
Total	1	1	1	3	1

Note: Perhitungan detail dapat dilihat pada lampiran 4

Tahap 2 : Menghitung *Consistency Ratio*

- 1) Mengalikan matriks dengan *priority weight*

$$\begin{array}{ccc|c|c|c} 1 & 2 & 5 & & 0,57 & & 1,73 \\ 0,5 & 1 & 4 & \times & 0,33 & = & 1,01 \\ 0,2 & 0,25 & 1 & & 0,10 & & 0,30 \end{array}$$

- 2) Mencari nilai *eugen value*

$$\frac{1,73}{0,57} = 3,04 \quad \frac{1,01}{0,33} = 3,03 \quad \frac{0,30}{0,10} = 3,01$$

- 3) Menghitung λ max

$$\lambda \max = \frac{3,04 + 3,03 + 3,01}{3} = 3,02$$

- 4) Menghitung *Consistency Index (CI)*

$$CI = \frac{3,02 - 3}{3 - 1} = 0,01$$

- 5) Menghitung *Consistency Ratio (CR)*

Untuk mendapatkan nilai *Consistency Ratio (CR)*/rasio konsistensi, dilakukan pembagian antara indeks konsistensi dengan indeks random konsistensi. Jika rasio konsistensi $\leq 0,1$ maka hasil perhitungan dapat dibenarkan. Berdasarkan tabel Indeks random konsistensi, untuk $n=3$ memiliki nilai RI sebesar 0,52. Sehingga didapatkan hasil rasio konsistensi sebagai berikut:

$$CR = \frac{0,01}{0,52} = 0,0237$$

Berdasarkan hasil tersebut nilai $CR \leq 0,1$ yang berarti bahwa hasil perhitungan dapat dibenarkan.

Berdasarkan perhitungan diatas, didapatkan hasil bobot untuk masing-masing kriteria yang merupakan rata-rata dari nilai pembobotan responden yang telah diolah. Berikut merupakan tabel penentuan bobot kriteria tersebut:

Tabel 4.19 Nilai Bobot Setiap Kriteria

Responden	Severity	Occurence	Detection
Bobot Responden 1	0,17	0,23	0,60
Bobot Responden 2	0,57	0,33	0,10
Bobot Responden 3	0,72	0,19	0,08
Rata-rata	0,49	0,25	0,26

4.3.4.3 Perhitungan Nilai RPN Berdasarkan Pembobotan AHP

Nilai RPN (*Risk Priority Number*) yang baru merupakan hasil dari perkalian antara nilai RPN konvensional dengan bobot AHP yang telah didapatkan. Besarnya nilai RPN yang baru yaitu :

$$RPN = (W_S \times S) + (W_O \times O) + (W_D \times D) \quad (4.6)$$

Dimana W_S , W_O , dan W_D adalah bobot dari faktor *Severity*, *Occurence*, dan *Detection*. Berikut adalah hasil perkalian antara bobot AHP dengan nilai *Severity*, *Occurence*, dan *Detection* terhadap Renggang *Top Frame C*:

Tabel 4.20 Nilai *Risk Priority Number*

No	Potential Failure	S	O	D	WS	WO	WD	RPN Lama	Rank Lama	RPN Baru	Rank Baru
1	Alat ukur kerenggangan yang sudah tipis	7	6	6	0,49	0,25	0,26	252	1	5,78	1
2	Persepsi yang tidak sama terkait cara mengukur kerenggangan	7	6	5	0,49	0,25	0,26	210	4	5,38	4
3	Operator tidak mengecek kemiringan <i>Top Frame</i>	5	5	3	0,49	0,25	0,26	75	14	3,42	14
4	Operator kurang memberi tekanan ketika melakukan proses <i>router</i>	6	7	6	0,49	0,25	0,26	252	2	5,68	2
5	Mata bor kendor karena pemakaian	4	5	5	0,49	0,25	0,26	100	12	3,59	13
6	Tidak menggunakan <i>gauge</i> yang telah disediakan	7	6	5	0,49	0,25	0,26	210	5	5,38	5

No	Potential Failure	S	O	D	WS	WO	WD	RPN Lama	Rank Lama	RPN Baru	Rank Baru
7	Tidak adanya <i>stopper</i> pada mesin pemotong	5	5	4	0,49	0,25	0,26	100	13	3,75	12
8	Pengecekan dowel secara manual	6	4	5	0,49	0,25	0,26	120	10	4,24	9
9	Ukuran <i>Fall Back Metal</i> yang berbeda-beda untuk B2 dan B3	6	5	4	0,49	0,25	0,26	120	11	4,24	10
10	Sudut kelengkungan <i>Fall Back Metal</i> yang tidak sesuai standar	5	5	5	0,49	0,25	0,26	125	9	4,08	11
11	Pemasangan aringi terlalu turun	6	6	7	0,49	0,25	0,26	252	3	5,68	3
12	Cat blobor ketika proses <i>painting</i>	5	5	6	0,49	0,25	0,26	150	7	4,41	8
13	Suhu ruangan yang terlalu panas	6	5	5	0,49	0,25	0,26	150	8	4,57	7
14	Adanya kotoran sisa hasil <i>merouter</i> sebelumnya yang menyebabkan ganjalan	5	6	7	0,49	0,25	0,26	210	6	5,20	6

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Define

Tahap define merupakan langkah awal dalam tahapan DMAIC (*Six Sigma*). Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap objek yang akan diteliti dalam rangka peningkatan kualitas. Hal ini dilakukan guna memahami lebih jauh masalah yang terjadi di PT. Yamaha Indonesia, sebagai salah satu perusahaan yang memproduksi alat musik piano. Salah satu permasalahan kualitas yang terdapat di PT. Yamaha Indonesia, terdapat pada piano jenis Upright Piano, dimana dari proses *assembly* tidak sempurna sehingga ketika dilakukan pengecekan oleh bagian *Final Check*, masih terdapat temuan *defect*. Adanya temuan *defect* tersebut dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan dikarenakan piano dengan adanya temuan *defect* tidak dapat dijual kepada pelanggan, sehingga untuk dapat lolos uji kualitas dan dapat didistribusikan kepada pelanggan membutuhkan waktu tambahan untuk dapat memperbaiki temuan *defect* tersebut. Oleh karena itu diperlukan adanya pengendalian kualitas lebih lanjut untuk mengurangi serta mencegah terjadinya temuan *defect* pada *Upright Piano*.

5.2 Measure

5.2.1 Perhitungan Nilai *Critical to Quality* (CTQ), *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan Level Sigma

Critical to quality merupakan karakteristik yang berpotensi menjadi cacat pada produk akhir dan tidak dapat diterima oleh konsumen. *Critical to Quality* (CTQ) merupakan kriteria produk yang telah ditetapkan standarnya sebagai patokan kualitas produk yang diproduksi oleh perusahaan agar dapat memenuhi kebutuhan pelanggan. Sebelum suatu produk dikategorikan sebagai produk dengan temuan *defect*, maka kriteria-kriteria tentang kegagalan tersebut harus didefinisikan dahulu. Setelah dilakukan observasi dan wawancara secara langsung kepada beberapa pihak terkait, serta melihat data yang ada dibagian *Final Check UP*, peneliti mendapatkan 9 jenis temuan *defect* dominan yang terjadi pada proses *Assembly UP* dan tidak dapat diterima oleh konsumen. Dalam *Six Sigma*, kriteria karakteristik kualitas yang mengakibatkan kecacatan tersebut dinamakan *Critical to Quality* (CTQ). 9 jenis CTQ tersebut adalah Renggang, *Space NG*, Cacat, Kurang Turun, Kurang Mundur, Kurang Maju, Tinggi, *Side Post Kotor Cat*, dan *Side Post Kurang Cat*.

Berdasarkan nilai DPMO dan Level Sigma pada bulan April 2020 hingga Februari 2021 yang terdapat pada tabel 4.6 didapatkan bahwa rata-rata nilai DPMO yaitu sebesar 58.693,853 yang berarti dalam sejuta kesempatan yang ada akan terdapat kemungkinan 58.693,853 piano yang terdapat temuan *defect*. Sedangkan rata-rata nilai sigma yaitu 3,077 yang berarti bahwa perusahaan berada pada diantara tingkat industri Indonesia dan USA. Namun dikarenakan PT. Yamaha Indonesia merupakan perusahaan Jepang dan berorientasi pada ekspor, maka perlu dilakukan pengendalian kualitas sebagai upaya peningkatan secara terus menerus sehingga dapat mencapai level 6 sigma.

Berdasarkan gambar 4.6 dan gambar 4.7 terdapat pola fluktuatif terhadap nilai DPMO dan nilai sigma, yang menunjukkan ketidakstabilan sepanjang bulan April 2020 hingga Februari 2021, serta dapat diperoleh hubungan yang berlawanan antara nilai DPMO dan nilai sigma, dimana semakin tinggi nilai DPMO yang didapat maka akan semakin rendah nilai sigma yang didapatkan, begitu pula sebaliknya. Semakin tinggi nilai sigma yang

dipeoleh dapat menunjukkan proses yang semakin baik pada perusahaan dikarenakan mampu menurunkan nilai temuan *defect* pada produk *Upright Piano*.

5.3 Analyze

5.3.1 Analisis Peta Kendali (*P-Chart*)

P-Chart digunakan sebagai pengontrol cacat yang terjadi pada proses *Assembly UP*. Dari hasil perhitungan *p-chart* untuk bulan April 2020 hingga Februari 2021, didapatkan nilai *Center Line* (CL) atau nilai rata-rata sebesar 0,575. Sedangkan untuk nilai batas kontrol atas atau *Upper Control Limit* (UCL) dan batas kontrol bawah atau *Lower Control Limit* (LCL) setiap bulannya memiliki nilai yang berbeda-beda. Untuk bulan April 2020 memiliki nilai UCL sebesar 0,616 dan LCL sebesar 0,533 dengan nilai proporsi cacat 0,472 yang berarti bahwa cacat berada diluar batas kontrol. Untuk bulan Juni 2020 memiliki nilai UCL sebesar 0,670 dan LCL sebesar 0,479 dengan nilai proporsi cacat sebesar 0,271 yang berarti bahwa cacat berada diluar batas kontrol. Untuk bulan Juli 2020 memiliki nilai UCL sebesar dan 0,617 LCL sebesar 0,532 dengan nilai proporsi cacat sebesar 0,451 yang berarti bahwa cacat berada diluar batas kontrol. Untuk bulan Agustus 2020 memiliki nilai UCL sebesar 0,613 dan LCL sebesar 0,536 dengan nilai proporsi cacat sebesar 0,552 yang berarti bahwa cacat masih berada dalam batas kontrol. Untuk bulan September 2020 memiliki nilai UCL sebesar 0,611 dan LCL sebesar 0,538 dengan nilai proporsi cacat sebesar 0,473 yang berarti bahwa cacat berada diluar batas kontrol. Untuk bulan Oktober 2020 memiliki nilai UCL sebesar 0,608 dan LCL sebesar 0,542 dengan nilai proporsi cacat sebesar 0,646 yang berarti bahwa cacat berada diluar batas kontrol. Untuk bulan November 2020 memiliki nilai UCL sebesar 0,605 dan LCL sebesar 0,544 dengan nilai proporsi cacat sebesar 0,579 yang berarti bahwa cacat masih berada dalam batas kontrol. Untuk bulan Desember 2020 memiliki nilai UCL sebesar 0,605 dan LCL sebesar 0,544 dengan nilai proporsi cacat sebesar 0,677 yang berarti bahwa cacat berada diluar batas kontrol. Untuk bulan Januari 2021 memiliki nilai UCL sebesar 0,607 dan LCL sebesar 0,543 dengan nilai proporsi cacat sebesar 0,626 yang berarti bahwa cacat berada diluar batas kontrol. Untuk bulan Februari 2021 memiliki nilai UCL sebesar 0,606 dan LCL sebesar 0,543 dengan nilai proporsi cacat sebesar 0,594 yang berarti bahwa cacat masih berada dalam batas kontrol. Berdasarkan gambar 4.7 dapat dilihat

bahwa dari bulan April 2020 hingga Februari 2021 terdapat 3 dari 10 data yang berada diluar batas kontrol atas atau UCL yaitu pada bulan Oktober 2020, Desember 2020, dan Januari 2021. Data yang berada diluar batas kontrol tersebut menunjukkan bahwa proporsi *defect* tersebut terbilang tinggi daripada bulan-bulan lainnya dan mempengaruhi proses produksi. Hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa jenis *defect* yang ditemukan pada *Upright Piano* dengan variasi yang berbeda-beda yang disebabkan oleh ketidaksempurnaan proses *Assembly UP*.

5.3.2 Analisis Diagram Pareto

Diagram pareto digunakan untuk menentukan jenis temuan *defect* yang akan dilakukan langkah perbaikan. Pengolahan menggunakan alat diagram pareto dilakukan terhadap 9 jenis temuan *defect* dominan yang ditemukan pada proses *Assembly Upright Piano*. Perhitungan jumlah *defect* didapatkan dari hasil akumulasi bulan April 2020 - Februari 2021. Jumlah temuan untuk masing-masing jenis *defect* yaitu renggang sebesar 2.022 temuan, cacat sebesar 1.911 temuan, kurang maju sebesar 1.501 temuan, *side post* kotor cat sebesar 1.005 temuan, kurang turun sebesar 990 temuan, *side post* kurang cat sebesar 850 temuan, tinggi sebesar 608 temuan, *Space NG* sebesar 566 temuan, dan kurang mundur 305 temuan. Berdasarkan grafik pada gambar 4.8 dapat diketahui bahwa renggang merupakan jenis temuan *defect* yang paling banyak terjadi selama April 2020 – Februari 2021 dengan persentase sebesar 20,72%. Renggang tersebut terdiri dari renggang antar beberapa bagian. Melalui data yang didapatkan dari bagian *Final Check UP*, terdapat 6 bagian dimana ditemukan *defect* renggang. Untuk kabinet *Top Frame C* sebesar 1.407 temuan renggang, *Top Frame R/L* sebesar 346 temuan renggang, *Key Block* sebesar 191 temuan renggang, *Hinge Strip* sebesar 51 temuan renggang, *Fall Front* sebesar 27 temuan renggang, dan *Fall Back* sebesar 7 temuan. Berdasarkan gambar 4.10 dapat diketahui bahwa *Top Frame C* merupakan kabinet dengan temuan renggang paling banyak, yaitu sebesar 69,34% dari total temuan renggang. Renggang *Top Frame C* merupakan temuan *defect* piano dimana terdapat jarak yang melebihi batas yang telah ditentukan antara kabinet *Top Frame C* dengan *Fall Back*.

5.3.3 Analisis Fishbone Diagram

Renggang *Top Frame C* merupakan temuan *defect* piano dimana terdapat jarak yang melebihi batas yang telah ditentukan antara kabinet *Top Frame C* dengan kabinet *Fall Back*. Adanya renggang tersebut dapat disebabkan oleh bermacam-macam faktor, yang meliputi *measure, man, machine/tools/tech, material, method, dan environment*. Berdasarkan gambar 4.11, dapat diketahui kemungkinan-kemungkinan penyebab terjadinya renggang *Top Frame C*. Data tersebut didapatkan dari hasil wawancara secara langsung kepada pihak-pihak terkait. Berikut adalah penjelasan dari diagram sebab-akibat renggang *Top Frame C* pada *Upright Piano*:

1. Faktor Pengukuran (*Measure*)

Untuk dapat mengetahui adanya renggang *Top Frame C*, maka dilakukan pengukuran jarak antara kabinet *Top Frame C* dengan kabinet *Fall Back*. Standar jarak antara kabinet *Top Frame C* dengan *Fall Back* yang ditentukan oleh perusahaan yaitu maksimal 0,7 mm, dimana apabila jarak yang didapatkan ketika mengukur adalah lebih dari angka tersebut, maka dikatakan bahwa kabinet tersebut terdapat temuan renggang. Salah satu penyebab adanya temuan renggang *Top Frame C* tersebut yaitu hasil pengukuran yang tidak sesuai standar. Hal tersebut dikarenakan alat ukur yang digunakan sudah tipis akibat pemakaian yang sudah lama. Alat ukur tersebut juga bukan merupakan alat ukur yang dapat tahan lama karena hanya terbuat dari bahan yang cepat aus apabila sering digunakan. Bahkan berdasarkan observasi yang dilakukan peneliti, untuk kedua ujung alat ukur saja memiliki ketebalan yang berbeda. Selain itu perbedaan persepsi antara operator yang mengukur terkait cara mengukur kerenggangan juga dapat menghasilkan pengukuran yang berbeda-beda antara operator satu dengan operator lainnya.

2. Faktor Manusia (*Man*)

Salah satu penyebab adanya temuan renggang *Top Frame C* yaitu ketidaksesuaian lubang *Top Frame C* terhadap posisinya. Lubang *Top Frame C* ini digunakan untuk memasang dowel yang nantinya akan disambungkan dengan *Fall Back* ketika proses perakitan bagian-bagian piano. Ketidaksesuaian posisi lubang *Top Frame C* ini menyebabkan ketika akan dipasang dengan *Fall Back*, maka dowel tidak dapat masuk dengan benar di lubang *Fall Back*. Hal ini dapat mengakibatkan adanya

renggang antara top frame C dengan *Fall Back*. Lubang *Top Frame C* yang tidak sesuai posisi tersebut diakibatkan oleh ketidakteelitian operator ketika melakukan proses pelubangan, dimana operator tidak mengecek kemiringan *Top Frame* ketika akan melakukan proses pelubangan.

Kemungkinan penyebab adanya renggang *Top Frame C* yang diakibatkan oleh faktor manusia yaitu adanya hasil coak aringi yang berbeda-beda. Coak aringi yang berbeda menyebabkan aringi yang sudah dipasang tidak dapat masuk sempurna ketika proses perakitan piano dilakukan. Coak aringi yang berbeda-beda tersebut diakibatkan oleh operator yang kurang memberikan tekanan ketika melakukan proses *router*, yaitu proses untuk membuat coak aringi.

3. Faktor Mesin (*Machine/Tools/Tech*)

Berdasarkan wawancara yang dilakukan oleh peneliti kepada pihak-pihak terkait, dari faktor mesin atau peralatan, ada 3 kemungkinan penyebab adanya temuan renggang *Top Frame C*. Yang pertama, lubang *Fall Back* kurang dalam. Lubang *Fall Back* yang kurang dalam menyebabkan dowel yang seharusnya bisa masuk kedalam lubang jadi tidak bisa masuk secara sempurna kedalam *Fall Back* sehingga terdapat bagian dowel yang tidak masuk dan menyebabkan jarak yang besar antara *top Frame C* dengan *Fall Back*. Lubang *Fall Back* yang kurang dalam dapat disebabkan oleh mata bor yang digunakan ketika proses pengeboran kendor atau kurang kencang, sehingga ketika digunakan mata bor tersebut jadi sering masuk kedalam bantalannya. Mata bor yang kendor tersebut dapat disebabkan karena mata bor sudah sering digunakan atau banyak digunakan untuk melubangi bagian *Fall Back*.

Yang kedua, lubang *Fall Back* tidak sesuai posisinya. Selain karena kurang dalam, lubang *Fall Back* yang tidak sesuai posisinya juga dapat menyebabkan dowel tidak dapat masuk dengan benar kedalam lubang *fall back*. Adanya lubang *fall back* yang tidak sesuai posisinya tersebut dikarenakan tidak digunakannya *gauge* yang telah disediakan. Alat ukur tersebut dimaksudkan agar setelah bagian *Fall Back* sudah dilubangi, dapat dilakukan pengecekan menggunakan *gauge* untuk mengetahui apakah lubang *Fall Back* yang dibuat sudah sesuai posisinya ataukah belum. Namun ketika peneliti melakukan observasi langsung ke stasiun kerja yang menangani proses pelubangan *Fall Back*, ternyata *gauge* yang disediakan hanya disimpan dan

tertutup dengan debu-debu, yang menandakan bahwa *gauge* tersebut tidak digunakan.

Yang ketiga, dowel yang terlalu panjang. Adanya dowel yang terlalu panjang menyebabkan dowel yang seharusnya dapat masuk sempurna ke lubang *Top Frame C* dan ubang *Fall Back* menjadi ada sisa yang tidak dapat masuk. Dowel yang terlalu panjang tersebut disebabkan oleh tidak adanya *stopper* pada mesin pemotong dowel, sehingga untuk dowel yang pertama kali terpotong kadang melebihi panjang yang telah ditentukan.

4. Faktor Bahan (*Material*)

Salah satu penyebab dari adanya temuan renggang *Top Frame C* dari faktor bahan atau material yaitu ditemukannya *Fall Back* melengkung akibat dari ukuran *Fall Back Metal* atau *Fall Back Iron* yang berbeda-beda antara piano jenis B2 dan B3. *Fall Back Metal* untuk jenis B3 lebih panjang daripada *Fall Back Metal* untuk jenis piano B2. Perbedaan ukuran tersebut menyebabkan ketika dilakukan proses pengecekan oleh bagian *Final Check*, pada piano jenis B2 sering terjadi temuan renggang karena memang dari panjang *Fall Back Metal* lebih pendek dibandingkan jenis piano B3.

5. Faktor Metode (*Method*)

Terdapat beberapa kemungkinan penyebab terjadinya renggang *Top Frame C* dari segi metode. Yang pertama yaitu adanya dowel kepanjangan. Dowel yang terlalu panjang dapat menyebabkan adanya jarak yang melebihi 0,7mm diantara *Top Frame C* dan *Fall Back*. Dowel yang seharusnya dapat masuk sempurna, karena terlalu panjang jadi menyebabkan adanya ruang sisa dowel yang tidak masuk kedalam lubang *Fall Back*. Adanya dowel yang terlalu panjang tersebut dikarenakan ketika dowel sudah selesai dipotong menggunakan mesin, cara atau metode pengecekannya masih menggunakan cara manual dan secara *sampling*, sehingga tidak menyeluruh dilakukan pengecekan satu-satu dan tanpa bantuan alat bantu. Pengecakan dengan cara tersebut dapat menyebabkan adanya dowel yang sebenarnya terlalu panjang, namun masih bisa lolos pengecekan karena tidak terlalu terlihat adanya perbedaan. Yang kedua, kelengkungan *Fall Back*. Pada bagian bawah *Fall Back* diletakkan sebuah besi memanjang yang disebut sebagai *Fall Back Metal* atau *Fall Back Iron*. *Fall Back Metal* tersebut digunakan untuk memberikan lengkungan pada bagian *Fall Back*, dimana sudut kelengkungannya sudah ditentukan. Namun adanya pemasangan

Fall Back Metal dengan kelengkungan yang tidak sesuai, menyebabkan *Fall Back* menjadi tidak melengkung secara sempurna, sehingga ditemukan adanya kerenggangan antara bagian *Fall Back* dengan *Top Frame C*. Yang ketiga, *Fall Back* terlalu turun. Apabila *Fall Back* pada piano terlalu turun maka jarak antara *Top Frame C* dengan *Fall Back* akan semakin besar, sehingga temuan renggang *top Frame C* sudah dapat dipastikan akan ditemukan pada piano tersebut. *Fall Back* yang terlalu turun dapat disebabkan karena pemasangan aringi yang terlalu turun. Hal ini dikarenakan, pada bagian samping *Fall Back* bagian dalam, akan dipasang *part* yang disebut dengan *coak aringi*. *Part* ini nantinya akan digunakan untuk menyatukan antara *Fall Back* dengan bagian piano tempat aringi diletakkan. Apabila aringi yang dipasang pada bagian tersebut terlalu turun atau tidak sesuai dengan posisinya, maka ketika *coak aringi* dipasangkan dengan aringi, *Fall Back* menjadi ikut menyesuaikan posisinya. Sehingga apabila aringi yang dipasang terlalu turun, maka *Fall Back* juga akan ikut terlalu turun dan menyebabkan adanya temuan renggang. Yang keempat yaitu adanya bari pada lubang *Fall Back*. Bari adalah adanya gumpalan cat yang tidak seharusnya ada dibagian tertentu, atau adanya kelebihan cat. Bari diakibatkan karena ketika proses *painting* pada bagian *Fall Back* dilakukan, ada cat yang masuk ke dalam lubang *Fall Back*, atau dapat dikatakan ada cat *blobor* yang masuk ke lubang *Fall Back*. Hal ini menyebabkan adanya ganjalan pada bagian lubang *Fall Back* ketika *dowel* akan dimasukkan, sehingga *dowel* susah masuk atau bahkan tidak dapat masuk sempurna ke lubang *Fall Back*.

6. Faktor Lingkungan (*Environment*)

Top Frame yang melengkung menyebabkan adanya ketidakrataan permukaan, sehingga ketika dilakukan proses pengecekan akan ditemukan *defect* renggang antara *Top Frame C* dengan *Fall Back*. Berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada operator senior dan pihak-pihak terkait, *Top Frame C* melengkung dapat diakibatkan oleh suhu ruangan yang terlalu panas, sehingga terjadi *pemuaian* dan menyebabkan *Top Frame C* menjadi melengkung.

Faktor lain yang menyebabkan adanya temuan renggang dari faktor lingkungan yaitu adanya hasil *coak aringi* yang kurang dalam. Hal ini disebabkan ketika melakukan proses *router*, masih terdapat kotoran sisa proses *router* sebelumnya yang tidak dibersihkan sehingga menyebabkan ganjalan ketika melakukan proses *router* berikutnya. Ganjalan tersebut berakibat pada ketika operator melakukan proses

router, bagian yang seharusnya di *router* sampai batas tertentu akan menjadi kurang atau tidak sesuai dengan bentuk aringi yang ditentukan, sehingga hasil dari coak aringi tersebut kurang dalam. Apabila coak aringi yang dihasilkan kurang dalam, maka ketika bagian *Fall Back* dipasang, aringi tidak dapat masuk sempurna pada bagian coakan.

5.4 Improve

5.4.1 Analisis FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

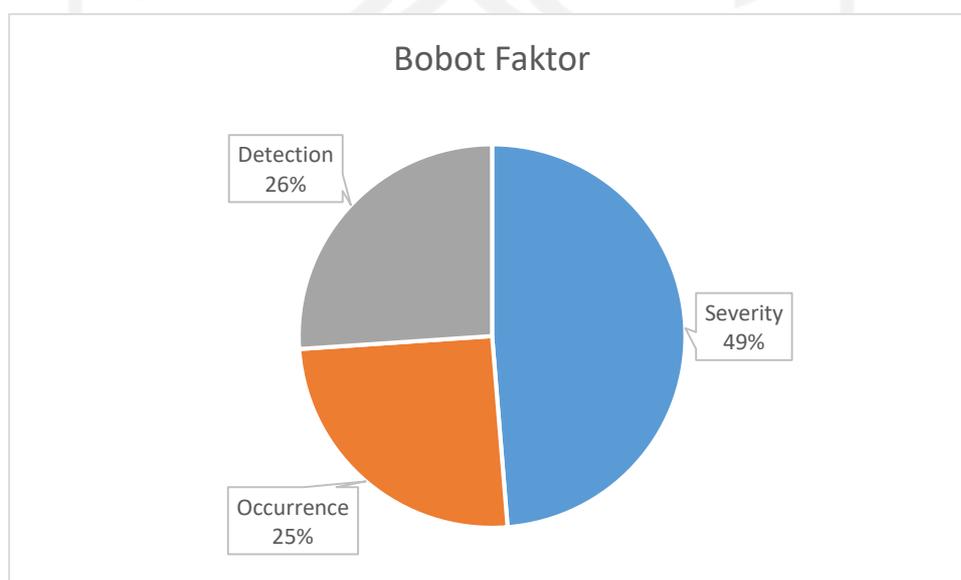
Setelah dilakukan pengolahan dan analisis data terkait jenis temuan *defect* dominan yang harus diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan melalui diagram pareto serta analisis penyebab-penyebab *defect* tersebut menggunakan diagram *fishbone*, selanjutnya adalah pemberian bobot untuk setiap mode kegagalan potensial menggunakan FMEA. *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) adalah pendekatan untuk mengidentifikasi mode kegagalan potensial dari suatu permasalahan beserta dengan efeknya. Pada metode FMEA ini, terdapat 3 kriteria yang akan dijadikan dasar dalam menentukan nilai *Risk Priority Number* (RPN), yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Pembobotan pada setiap kriteria dilakukan oleh *expert* yang merupakan operator senior dibagian terkait, dan nilai untuk setiap mode kegagalan potensial didapatkan dari rata-rata nilai yang diberikan oleh *expert*.

Berdasarkan hasil RPN dan penilaian *expert*, terdapat 2 mode kegagalan potensial yang mendapatkan nilai tertinggi, yaitu hasil pengukuran yang berbeda-beda dan hasil coak aringi yang berbeda-beda. Kedua kegagalan potensial tersebut mendapatkan nilai RPN sebesar 252 poin. Untuk hasil pengukuran yang berbeda-beda, menurut *expert* memiliki nilai *severity* sebesar 7 dimana hal itu berarti *potential failure* tersebut berada ditingkat keparahan atau pengaruh buruk yang tinggi, nilai *occurrence* sebesar 6 yang berarti bahwa peluang terjadinya *potential failure* dikarenakan alat ukur kerenggangan yang sudah tipis berada dilevel sedang, dan nilai *detection* sebesar 6 yang berarti bahwa berada ditingkat deteksi yang rendah. Sedangkan untuk hasil coak yang berbeda-beda, menurut penilaian *expert* memiliki nilai *severity* sebesar 6 yang berarti *potential failure* tersebut berada ditingkat keparahan *moderate*, *occurrence* sebesar 7 yang berarti peluang terjadinya *potential failure* dikarenakan operator kurang memberi tekanan ketika

melakukan proses *router* berada dilevel tinggi, dan *detection* sebesar 6 yang berarti bahwa berada ditingkat deteksi yang rendah.

5.4.2 Analisis AHP (*Analytical Hierarchy Process*)

Analytical Hierarchy Process (AHP) digunakan untuk menentukan tingkat kepentingan suatu faktor. Dalam penelitian kali ini, AHP digunakan sebagai penentu seberapa besar pengaruh suatu faktor dalam rangka menentukan prioritas perbaikan dari suatu permasalahan yang terjadi, yaitu renggang *Top Frame C. Expert* yang dilibatkan dalam penelitian untuk menentukan bobot tiap faktor terdiri dari 3 orang yang merupakan operator bagian *Repair UP*. Menurut masing-masing responden, dari setiap faktor mempunyai bobot yang berbeda-beda dalam menentukan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Menurut responden 1, *detection* merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap nilai RPN, yaitu 60%, diikuti dengan faktor *occurence* sebesar 23% dan *severity* sebesar 17%. Kemudian menurut responden 2, *severity* merupakan faktor yang paling berpengaruh dalam menentukan nilai RPN, yaitu sebesar 57%, diikuti dengan faktor *occurence* sebesar 33% dan *detection* sebesar 10%. Sedangkan menurut responden 3, *severity* merupakan faktor yang paling berpengaruh dalam menentukan nilai RPN, yaitu sebesar 72%, diikuti dengan faktor *occurence* sebesar 19% dan *detection* sebesar 8%. Dikarenakan ada perbedaan bobot tiap faktor yang ditentukan oleh responden, maka dilakukan perhitungan rata-rata bobot untuk tiap faktor dalam menentukan nilai RPN.



Gambar 5.1 Grafik Bobot Faktor

Berdasarkan gambar diatas, dapat diketahui bahwa rata-rata nilai bobot untuk faktor *severity* merupakan faktor dengan bobot tertinggi dalam menentukan nilai RPN dibandingkan kedua faktor lainnya. *Expert* tersebut melihat bahwa tingkat keparahan suatu penyebab permasalahan menjadi hal yang paling berpengaruh dibandingkan peluang terjadinya penyebab kesalahan dan pencegahan yang dilakukan, sehingga perlu dijadikan prioritas dalam melakukan perbaikan.

5.4.3 Analisis FMEA-AHP

Pada metode FMEA konvensional, bobot untuk setiap faktor (*severity*, *occurrence*, *detection*) diasumsikan sama. Namun kenyataannya, nilai RPN yang sama dapat menghasilkan dampak yang berbeda. Dimisalkan pada suatu *failure mode* memiliki nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* secara berurutan sebesar 8, 6, 2 sehingga menghasilkan nilai RPN sebesar 96. Sedangkan *failure mode* lain mempunyai nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* sebesar 6, 3, 4 yang menghasilkan nilai RPN sebesar 96 pula. Namun kedua *failure mode* yang memiliki RPN sama-sama sebesar 96 tersebut ternyata menghasilkan dampak yang berbeda. Untuk itu perlu dilakukan pembobotan untuk menentukan pengaruh suatu faktor, yaitu menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) seperti yang sudah dilakukan sebelumnya. Hasil dari nilai bobot tersebut, kemudian akan dikalikan dengan nilai awal dari *severity*, *occurrence*, dan *detection* seperti pada rumus (4.1)

Berikut merupakan hasil nilai dan urutan prioritas perbaikan yang dilakukan menggunakan metode FMEA dan FMEA-AHP:

Tabel 5.1 Hasil Urutan Prioritas Perbaikan Berdasar RPN

No	Potential Failure	RPN FMEA	Rank	RPN FMEA-AHP	Rank
1	Alat ukur kerenggangan yang sudah tipis	252	1	5,78	1
2	Persepsi yang tidak sama terkait cara mengukur kerenggangan	210	4	5,38	4
3	Operator tidak mengecek kemiringan <i>Top Frame</i>	75	14	3,42	14
4	Operator kurang memberi tekanan ketika melakukan proses <i>router</i>	252	2	5,68	2
5	Mata bor kendor karena pemakaian	100	12	3,59	13
6	Tidak menggunakan <i>gauge</i> yang telah disediakan	210	5	5,38	5
7	Tidak adanya <i>stopper</i> pada mesin pemotong	100	13	3,75	12
8	Pengecekan dowel secara manual	120	10	4,24	9
9	Ukuran <i>Fall Back Metal</i> yang berbeda-beda untuk B2 dan B3	120	11	4,24	10
10	Sudut kelengkungan <i>Fall Back Metal</i> yang tidak sesuai standar	125	9	4,08	11
11	Pemasangan aringi terlalu turun	252	3	5,68	3
12	Cat blobor ketika proses <i>painting</i>	150	7	4,41	8
13	Suhu ruangan yang terlalu panas	150	8	4,57	7
14	Adanya kotoran sisa hasil <i>merouter</i> sebelumnya yang menyebabkan ganjalan	210	6	5,20	6

5.4.4 Usulan Perbaikan Berdasarkan Bobot FMEA-AHP

Setelah dilakukan pengolahan data seperti yang telah dipaparkan dibagian sebelumnya, penulis akan memeberikan beberapa usulan perbaikan dalam upaya mengurangi temuan *defect* renggang *Top Frame C* pada *Upright Piano*. Dari 14 *potential failure* yang telah diidentifikasi, penulis melakukan analisis perbaikan untuk meminimalisir atau bahkan menghilangkan *defect* tersebut. Berikut beberapa usulan perbaikan yang diberikan oleh penulis dan dapat digunakan sebagai upaya meminimalisir temuan renggang *Top Frame C*:

1. Alat ukur kerenggangan yang sudah tipis

Berdasarkan penuturan yang diberikan oleh operator dan kepala kelompok bagian terkait, dikatakan bahwa salah satu penyebab adanya temuan renggang *Top Frame C* yaitu dikarenakan hasil pengukuran yang tidak sesuai standar. Hal ini dikarenakan alat ukur kerenggangan yang digunakan hanya berupa sebuah benda dengan bahan yang dapat terkikis atau aus apabila sudah terlalu lama digunakan. Untuk dapat membuktikan secara langsung, peneliti mencoba untuk melihat alat ukur tersebut dari beberapa operator yang bertugas untuk mengecek kerenggangan *Top Frame C*, dan didapatkan hasil bahwa alat ukur yang digunakan memang sudah aus, bahkan untuk ujung satu dengan yang lainnya terdapat perbedaan ketebalan. Tentunya hal ini dapat menjadi penyebab adanya temuan renggang *Top Frame C*. Deteksi yang sudah dilakukan saat ini yaitu penggantian alat ukur yang sudah lama tersebut dengan alat ukur baru. Namun alat ukur tersebut juga bukanlah alat ukur yang memiliki standar tetap, atau dapat dikatakan apabila dipakai dalam waktu yang lama, alat tersebut juga akan dapat terkikis. Untuk itu, diusulkan untuk mengganti alat ukur dengan alat ukur yang memiliki standar tetap, yaitu puller.

2. Operator kurang memberi tekanan ketika melakukan proses *router*

Hasil coak aringi yang berbeda-beda dapat menyebabkan aringi yang seharusnya bisa masuk kedalam coakannya menjadi tidak dapat masuk secara sempurna. Hal ini dikarenakan ketika opetaor melakukan proses *router* untuk membentuk coakan aringi, operator tersebut kurang memberikan tekanan, sehingga hasil coakannya pun tidak sesuai dengan standar dan berbeda-beda. Apabila aringi tidak masuk dengan benar kedalam coakan, maka *Fall Back* pun juga akan bergeser dari posisi seharusnya,

sehingga temuan renggang antara *Top Frame C* dengan *Fall Back* pun menjadi temuan. Deteksi yang telah dilakukan yaitu dengan memberikan arahan kepada operator untuk memberikan tekanan ketika melakukan proses *router*, namun ternyata yang terjadi adalah masih ada operator yang lalai atau kurang memberikan tekanan ketika melakukan proses *router* dalam membentuk coak aringi. Untuk itu, perbaikan yang disarankan yaitu harus ada penambahan petunjuk urutan proses kerja berupa operator memberikan tekanan ketika sedang melakukan proses *router* coak aringi sehingga adanya hasil coak aringi yang berbeda-beda dapat diminimalisir. Hal ini dikarenakan, untuk tindakan yang dilakukan saat ini berupa pengawasan yang lebih ketat oleh kepala kelompok dan wakil kepala kelompok dinilai masih kurang efektif atau dapat dikatakan pekerjaan yang sia-sia. Untuk itu diperlukan kesadaran pribadi oleh operator dalam melakukan suatu proses dengan benar, sehingga diberikan usulan berupa penambahan petunjuk urutan pekerjaan berupa pemberian tekanan ketika melakukan proses *router* untuk coak aringi. Disaat *briefing* sebelum melakukan pekerjaan, kepala kelompok tetap dapat mengingatkan pada operator yang bertugas dalam proses tersebut, sehingga operator akan selalu mengingat akan adanya instruksi kerja berupa pemberian tekanan ketika merouter coak aringi.

3. Pemasangan aringi terlalu turun

Piano merupakan suatu kesatuan yang terdiri dari beberapa bagian-bagian yang dirangkai menjadi satu. Apabila salah satu bagian tidak dipasang dengan sesuai, maka ada kemungkinan bahwa hal tersebut akan mempengaruhi bagian-bagian lainnya menjadi tidak sesuai. Salah satu contohnya, dan yang menjadi permasalahan dalam pembahasna ini yaitu *Fall Back* terlalu turun yang menyebabkan jarak antara *Top Frame C* dengan *Fall Back* menjadi lebih besar daripada seharusnya. *Fall Back* yang terlalu turun tersebut dikarenakan pemasangan aringi yang juga terlalu turun. Aringi adalah bagian yang menempel pada bagian *side board*, dan coak aringi adalah bagian yang menempel pada *Fall Back*. Apabila aringi yang menempel pada *side board* terlalu turun dan tidak sesuai posisinya, ketika coak aringi disatukan atau dimasukkan ke aringi maka *Fall Back* akan ikut turun menyesuaikan posisi aringi. Deteksi yang telah dilakukan yaitu dengan *adjustment* aringi atau mengubah posisi aringi. Namun berdasarkan tanya jawab yang dilakukan kepada pihak operator, ternyata deteksi tersebut masih kurang efektif. Hal ini dikarenakan waktu yang digunakan untuk mengubah dan mengecek kembali kerenggangan memerlukan waktu yang lama.

Untuk itu, penulis memberikan rekomendasi perbaikan dengan pengecekan kembali setelah aringi dipasang pada bagian *side board* serta penggunaan alat bantu yang telah disediakan sehingga temuan aringi yang terlalu turun tersebut dapat dikurangi atau bahkan dieliminasi.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil pembahasan yang telah dipaparkan, dapat ditarik kesimpulan untuk menjawab tujuan dari penelitian, ialah sebagai berikut :

1. Bebera jenis temuan yang terdapat dari proses *Assembly Upright Piano* secara berurutan dari yang terbesar adalah temuan renggang 20,72%, cacat 19,58%, kurang maju 15,38%, *side post* kotor cat 10,30%, kurang turun 10,15%, *side post* kurang cat 8,71%, tinggi 6,23%, *space NG* 5,8%, dan kurang mundur 3,13%.
2. Temuan dominan yang ditemukan dari proses *Assembly Upright Piano* yaitu Renggang *Top Frame C* sebesar sebesar 1.407 temuan atau 69,34% dari total temuan renggang.
3. Penyebab temuan *defect* dominan *Assembly UP* berdasarkan nilai RPN tertinggi yaitu alat ukur kerenggangan sudah tipis yang menyebabkan hasil pengukuran yang tidak sesuai standar dan operator kurang memberikan tekanan ketika melakukan proses *router* yang menyebabkan hasil coak aringi berbeda-beda dengan nilai RPN sebesar 252.
4. Berdasarkan perhitungan menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP), secara berurutan dari bobot tertinggi yaitu *severity* sebesar 49%, *detection* sebesar 26%, dan *occurence* sebesar 25%.
5. Berdasarkan hasil *Risk Priority Number* (RPN) baru dari *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk temuan dominan diketahui bahwa yang menjadi prioritas perbaikan adalah terkait

alat ukur kerenggangan yang sudah tipis sehingga menyebabkan hasil pengukuran yang tidak sesuai, dengan nilai RPN sebesar 5,78.

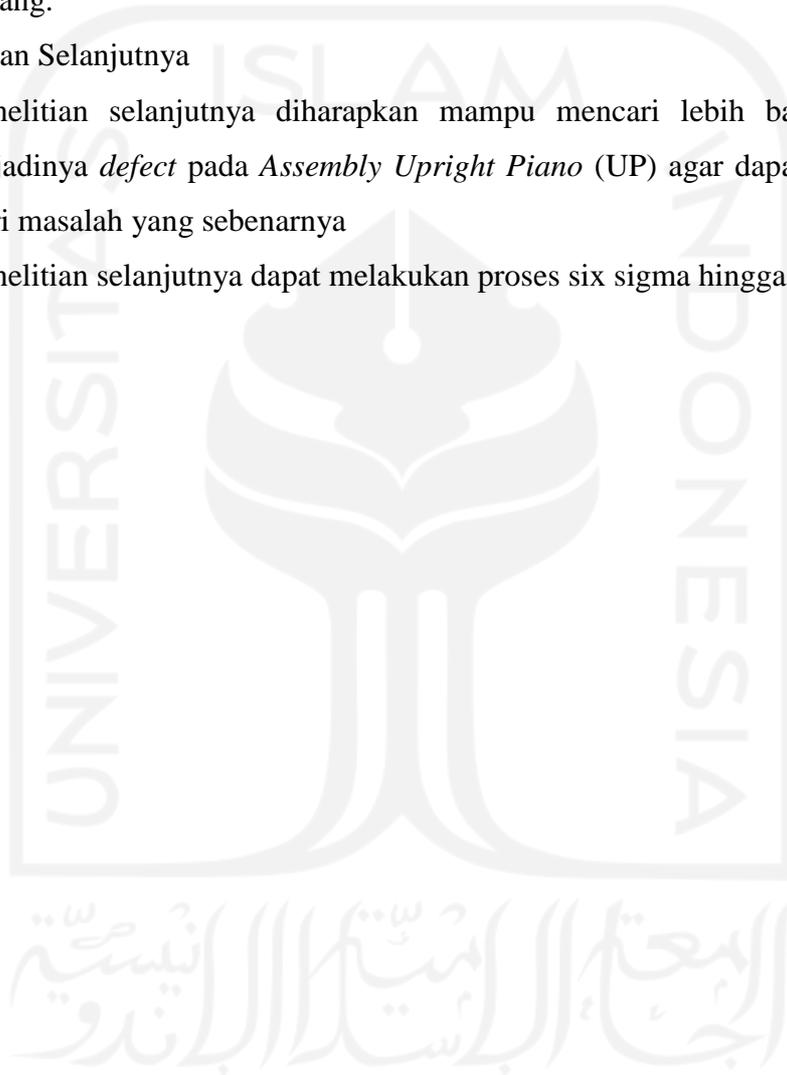
6. Beberapa upaya perbaikan untuk mengurangi temuan *Assembly UP* dominan berdasarkan nilai RPN AHP-FMEA yaitu:
 - a. Penggantian alat ukur yang digunakan dengan alat ukur yang memiliki standar tetap, yaitu puller. Hal ini dikarenakan alat ukur yang digunakan saat ini adalah alat ukur yang tidak memiliki standar tetap, atau dapat berubah ukuran seiring dengan lama pemakaian dari alat tersebut.
 - b. Penambahan petunjuk urutan proses kerja berupa operator diharuskan untuk memberikan tekanan ketika sedang melakukan proses router coak aringi sehingga temuan hasil coak aringi yang berbeda-beda dapat diminimalisir. Hal ini dikarenakan, pengawasan oleh kepala kelompok/wakil kepala kelompok yang sekarang dilakukan masih kurang efektif, dimana coak aringi yang berbeda-beda masih ditemukan pada piano dan menyebabkan aringi tidak dapat masuk sempurna kedalam coakannya dan *Fall Back* akan berubah posisinya, atau tidak sesuai tempat yang seharusnya. Untuk itu perlu adanya kesadaran pribadi dari operator ketika melakukan suatu pekerjaan, sehingga agar operator selalu mengingatnya maka diperlukan tambahan poin petunjuk proses kerja dalam melakukan proses *router coak aringi*.
 - c. Pengecekan kembali setelah aringi dipasang pada bagian *side board* serta penggunaan alat bantu yang telah disediakan sehingga temuan aringi yang terlalu turun tersebut dapat dikurangi atau bahkan dieliminasi. Hal ini dikarenakan adanya temuan aringi yang terlalu turun dapat menyebabkan *Fall Back* menjadi ikut bergeser dari posisinya.

6.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya ialah :

1. Perusahaan

- a. Perusahaan sebaiknya melakukan pengawasan para pekerja dengan lebih ketat agar kinerja operator dapat terus terkontrol sehingga kualitas yang dihasilkan semakin baik.
 - b. Perusahaan memberikan pemahaman lebih mengenai pentingnya kualitas produk yang dihasilkan, terutama dapat memberikan kepuasan bagi konsumen dan tentunya dapat menjamin kelangsungan hidup perusahaan dimasa yang akan datang.
2. Penelitian Selanjutnya
- a. Penelitian selanjutnya diharapkan mampu mencari lebih banyak penyebab terjadinya *defect* pada *Assembly Upright Piano* (UP) agar dapat diketahui akar dari masalah yang sebenarnya
 - b. Penelitian selanjutnya dapat melakukan proses six sigma hingga tahap *control*



DAFTAR PUSTAKA

- Askari, M. F., & Supriyanto, H. (2012). Implementasi lean manufacturing di pt. x, pasuruan. *Jurnal Teknik Pomits*, 1(1), 1-5.
- Bustami, B., & Nurlela. (2007). *Akuntansi Biaya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ekoanindiyo, F. (2014). Pengendalian cacat produk dengan pendekatan six sigma. *Jurnal Dinamika Teknik Vol 8 No 1*.
- Hariato, D., Hutabarat, J., & Achmadi, F. (2020). Strategi perbaikan kecacatan produk menggunakan fmea dan ahp untuk produksi cut rag tobacco. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri*, 6(1), 27-32.
- Haryanto, E., & Ichtiarto, B. P. (2019). Analisa penurunan cacat (defect) cat bintik debu dengan metodologi six sigma pada proses painting produk fuel tank di pt. sso tangerang. *Jurnal Penelitian Dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri(PASTI)*, XIII(3), 326-337.
- Haryono, & Rakasiwi, H. P. (2014). Analisis six sigma pada produk casing pompa sebagai metode perbaikan kualitas (studi kasus: pt. zenith allmart precisindo). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 3(2), D67-D72.
- Heizer, J., & Barry, R. (2005). *Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Khoirunnisa, & Ganika, G. (2016). Analisis kecacatan produk sebagai upaya perbaikan kualitas menuju zero defect. *Jurnal Manajemen dan Bisnis Vol. IX No. 1*, 121-135.
- Khoirunnisa, & Ganika, G. (2016). Analisis kecacatan produk sebagai upaya perbaikan kualitas menuju zero defect (studi kasus produk pipa spiral astm a252 produksi pt. khi pipe industries cilegon, banten). *Sains: Jurnal Manajemen dan Bisnis*, IX(1), 121-135.
- Kibria, M. G., Kabir, M. E., & Boby, S. M. (2014). Investigation of sigma level at the stage of testing cement after packing and improving it using fmea approach. *Global Journal of Research In Engineering*, 14(2), 43-56.
- Kifta, D. A., & Munzir, T. (2018). Analisis Defect rate pengelasan dan penanggulangannya dengan metode six sigma dan fmea di pt. profab indonesia. *Dimensi*, 7(1), 162-174.
- Kluza, K., & Nalepa, G. J. (2017). A method for generation and design of business processes with business rules. *Information and Software Technology*, 91, 123-141.
- Kusmindari, D., & Aprianto, A. (2009). Produktivitas dan pengukuran kerja proses produksi medium dencity fibreboard (mdf). *Jurnal Imiah TEKNO*, 6(2), 85-96.
- Marimin. (2006). *Teknik dan Aplikasi : Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk*. Jakarta: Grasindo.
- Nasution, S., & Sodikin, R. D. (2018). Perbaikan kualitas proses produksi karton box dengan metode dmaic dan fuzzy fmea. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 20(2), 36-46.

- Octavia, M., & Noya, S. (2019). Penerapan metode six sigma untuk mengurangi jumlah produk cacat pada proses produksi di pt. rukun citra abadi. *Spektrum Industri*, 17(2), 191-202.
- Prasetyo, M. D., Santoso, I., Mustaniroh, S. A., & Purwadi. (2017). Penerapan metode fmea dan ahp dalam perumusan strategi pengelolaan resiko proses produksi yogurt. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 18(1), 1-10.
- Prayogi, M. F., Sari, D. P., & Arvianto, A. (2016). Analisis penyebab cacat produk furniture dengan menggunakan metode failure mode and effect analysis dan fault tree analysis (studi kasus pada pt. ebako nusantara). *Industrial Engineering Online Journal*, 5(4).
- Puspitasari, N. B., Arianie, G. P., & Wicaksono, P. A. (2017). Analisis identifikasi masalah dengan menggunakan metode failure mode and effect analysis (fmea) dan risk priority number (rpn) pada sub assembly line (studi kasus: pt. toyota motor manufacturing indonesia). *Jati Undip: Jurnal Teknik Industri*, 12(2), 77-84.
- Rukmana, A., & Wisnubroto, P. (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.
- Salomon, L. L., Ahmad, & Limanjaya, N. D. (2015). Strategi peningkatan mutu part bening menggunakan pendekatan metode six sigma (studi kasus: departement injection di pt. kg). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 3(3), 156-165.
- Saputro, R., & Yusuf, M. (2016). Pendekatan six sigma, fmea, dan kaizen sebagai upaya peningkatan perbaikan kualitas produksi pengecoran logam di pt. mitra rekutama mandiri. *Jurnal Rekavasi*, 4(1), 47-52.
- Sihombing, I., & Pujotomo, D. (2019). Analisis Penyebab defect menggunakan metode failure mode effect analysis dan fault tree analysis pada assembly area pt ebako nusantara. *Industrial Engineering Online Journal*, 7(4).
- Subgayo, P. (2009). *Manajemen Operasi Edisi 1*. Yogyakarta: BPFE.
- Sumiati. (2007). Metode Pembelajaran Analytical Hierachy Process.
- Supriyadi, E. (2018). Analisis pengendalian kualitas produk dengan statistical process control (spc) di pt. surya toto indonesia, tbk. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, 63-73.
- Supriyadi, Ramayanti, G., & Roberto, A. C. (2017). Analisis kualitas produk dengan pendekatan six sigma. *Prosiding SNTI dan SATELIT 2017* (pp. D7-13). Malang: Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya.
- Tjandra, S. S., Nixon, & Fransiscus, H. (2018). Penerapan metoda six sigma dmaic untuk mengurangi cacat pakaian 514 (studi kasus di cv jaya reksa manggala). *Rekayasa Sistem Industri*, 7(1), 31-40.
- Trihendradi, C. (2006). *Statistik Six Sigma dengan Minitab: Panduan Cerdas Inisiatif Kualitas*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Wibowo, M. A. (2017). Pendekatan lean six sigma, fmea-ahp untuk mengidentifikasi cacat pada produk sandal di pt. xz. *Journal Knowledge Industrial Engineering*, 4(2).
- 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*, 8(1), 65-74.

LAMPIRAN

A- Lampiran1: Kuesioner *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

A. Responden 1

KUESIONER AHP

Assalamu'alaikum wr wb

Saya Santi Shofarina Yasrifah, mahasiswi Universitas Islam Indonesia Jurusan Teknik Industri angkatan 2017, sedang melakukan pembobotan kriteria dari FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*), yaitu *Severity*, *Occurence*, dan *Detection* dengan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Dengan ini saya mengharapkan Bapak untuk bersedia meluangkan waktu untuk menjadi narasumber dalam penelitian ini.

Identitas Diri

Nama : Suharto
 Lama Bekerja : 30 Tahun
 Pekerjaan : KK Case Assy

Petunjuk Pengisian Kuesioner

Lingkari pada skala prioritas perbandingan kriteria yang menurut anda lebih penting.
 Berikut adalah skala perbandingan untuk penilaian tingkat kepentingan AHP

Intensitas Kepentingan	Keterangan								
1	Kedua elemen sama pentingnya								
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya								
5	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya								
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya								
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya								
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan								

<i>Severity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Occurence</i>
<i>Severity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Detection</i>
<i>Occurence</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Detection</i>

Keterangan tambahan :

a. *Severity* : Tingkat keparahan apabila suatu mode kegagalan terjadi
 b. *Occurence* : Probabilitas terjadinya suatu mode kegagalan
 c. *Detection* : Tingkat deteksi mode kegagalan

Gambar A.1 Kuesioner AHP Responden 1

B. Responden 2

KUESIONER AHP

Assalamu'alaikum wr wb

Saya Santi Shofarina Yasrifah, mahasiswi Universitas Islam Indonesia Jurusan Teknik Industri angkatan 2017, sedang melakukan pembobotan kriteria dari FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*), yaitu *Severity*, *Occurence*, dan *Detection* dengan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Dengan ini saya mengharapkan Bapak untuk bersedia meluangkan waktu untuk menjadi narasumber dalam penelitian ini.

Identitas Diri

Nama : Sahrul
 Lama Bekerja : 19 Tahun
 Pekerjaan : Operator

Petunjuk Pengisian Kuesioner

Lingkari pada skala prioritas perbandingan kriteria yang menurut anda lebih penting.
 Berikut adalah skala perbandingan untuk penilaian tingkat kepentingan AHP

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan

<i>Severity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Occurence</i>
<i>Severity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Detection</i>
<i>Occurence</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Detection</i>

Keterangan tambahan :

a. *Severity* : Tingkat keparahan apabila suatu mode kegagalan terjadi
 b. *Occurence* : Probabilitas terjadinya suatu mode kegagalan
 c. *Detection* : Tingkat deteksi mode kegagalan

Gambar A.2 Kuesioner AHP Responden 2

C. Responden 3

KUESIONER AHP

Assalamu'alaikum wr wb

Saya Santi Shofarina Yasrifah, mahasiswi Universitas Islam Indonesia Jurusan Teknik Industri angkatan 2017, sedang melakukan pembobotan kriteria dari FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*), yaitu *Severity*, *Occurence*, dan *Detection* dengan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Dengan ini saya mengharapkan Bapak untuk bersedia meluangkan waktu untuk menjadi narasumber dalam penelitian ini.

Identitas Diri

Nama : Imam Nasruddin
 Lama Bekerja : 11 Tahun
 Pekerjaan : Operator

Petunjuk Pengisian Kuesioner

Lingkari pada skala prioritas perbandingan kriteria yang menurut anda lebih penting.
 Berikut adalah skala perbandingan untuk penilaian tingkat kepentingan AHP

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan

<i>Severity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Occurence</i>
<i>Severity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Detection</i>
<i>Occurence</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Detection</i>

Keterangan tambahan :

a. *Severity* : Tingkat keparahan apabila suatu mode kegagalan terjadi
 b. *Occurence* : Probabilitas terjadinya suatu mode kegagalan
 c. *Detection* : Tingkat deteksi mode kegagalan

Gambar A.3 Kuesioner AHP Responden 3

B- Lampiran 2: Kuesioner *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA)

Tabel B.1 Pertanyaan FMEA

No	Pertanyaan	Sev	Occ	Det
1	Dari mode kegagalan Dowel tidak masuk sempurna ke lubang fallback, seberapa parah akibat yang ditimbulkan terhadap Upright Piano ?			
2	Dari mode kegagalan Dowel tidak masuk sempurna ke lubang fallback, seberapa sering hal tersebut menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
3	Dari mode kegagalan Dowel tidak masuk sempurna ke lubang fallback, seberapa jauh lubang fallback terlalu kecil menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano?			
4	Dari mode kegagalan dowel terlalu panjang, seberapa parah akibat yang ditimbulkan terhadap Upright Piano ?			
5	Dari mode kegagalan dowel terlalu panjang, seberapa sering hal tersebut menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
6	Dari mode kegagalan dowel terlalu panjang, seberapa jauh ukuran dowel yang terlalu panjang (melebihi standar) menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
7	Dari mode kegagalan Fall Back terlalu turun, seberapa parah akibat yang ditimbulkan terhadap upright piano ?			
8	Dari mode kegagalan Fall Back terlalu turun, seberapa sering hal tersebut menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano?			
9	Dari mode kegagalan Fall Back terlalu turun, seberapa jauh pemasangan aringi yang terlalu turun menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
10	Dari mode kegagalan top frame melengkung, seberapa parah akibat yang ditimbulkan terhadap Upright Piano ?			
11	Dari mode kegagalan top frame melengkung, seberapa sering hal tersebut menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
12	Dari mode kegagalan top frame melengkung, seberapa jauh proses sebelumnya (sanding/buffing) menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
13	Dari mode kegagalan Fall Back Melengkung, seberapa parah akibat yang ditimbulkan terhadap Upright Piano ?			
14	Dari mode kegagalan Fall Back Melengkung, seberapa sering hal tersebut menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
15	Dari mode kegagalan Fall Back Melengkung, seberapa jauh pemasangan fall back metal menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
16	Dari mode kegagalan cat blobor, seberapa parah akibat yang ditimbulkan terhadap Upright Piano ?			
17	Dari mode kegagalan cat blobor, seberapa sering hal tersebut menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			

No	Pertanyaan	Sev	Occ	Det
18	Dari mode kegagalan cat blobor, seberapa jauh bari (cat yang blobor dan mengering) pada bagian bawah Top Frame menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
19	Dari mode kegagalan standar pengukuran yang tidak sama, seberapa parah akibat yang ditimbulkan terhadap Upright Piano ?			
20	Dari mode kegagalan standar pengukuran yang tidak sama, seberapa sering hal tersebut menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
21	Dari mode kegagalan standar pengukuran yang tidak sama, seberapa jauh alat ukur yang sudah tidak layak pakai (sudah tipis) menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
22	Dari mode kegagalan standar pengukuran yang tidak sama, seberapa jauh persepsi yang tidak sama terkait kerenggangan menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
23	Dari mode kegagalan Lubang Fall Back tidak sesuai posisinya, seberapa parah akibat yang ditimbulkan terhadap Upright Piano ?			
24	Dari mode kegagalan Lubang Fall Back tidak sesuai posisinya, seberapa sering hal tersebut menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
25	Dari mode kegagalan Lubang Fall Back tidak sesuai posisinya, seberapa jauh tidak digunakannya gauge yang sudah dibuat menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
26	Dari mode kegagalan Lubang Fall Back tidak sesuai posisinya, seberapa jauh penyebab kegagalan menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
27	Dari mode kegagalan pemasangan fall back metal, seberapa parah akibat yang ditimbulkan terhadap Upright Piano ?			
28	Dari mode kegagalan pemasangan fall back metal, seberapa sering hal tersebut menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
30	Dari mode kegagalan pemasangan fall back metal, seberapa jauh ukuran fall back metal yang berbeda (antara B2 dan B3) menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
31	Dari mode kegagalan Ukuran coak aringi yang berbeda-beda, seberapa parah akibat yang ditimbulkan terhadap Upright Piano ?			
32	Dari mode kegagalan Ukuran coak aringi yang berbeda-beda, seberapa sering hal tersebut menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
33	Dari mode kegagalan Ukuran coak aringi yang berbeda-beda, seberapa jauh kurangnya tekanan yang diberikan operator ketika melakukan proses router menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
34	Dari mode kegagalan Lubang Top Frame tidak sesuai posisinya, seberapa parah akibat yang ditimbulkan terhadap Upright Piano ?			

No	Pertanyaan	Sev	Occ	Det
35	Dari mode kegagalan Lubang Top Frame tidak sesuai posisinya, seberapa sering hal tersebut menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
36	Dari mode kegagalan Lubang Top Frame tidak sesuai posisinya, seberapa jauh Operator tidak mengecek kemiringan top frame ketika akan mengebor menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
37	Dari mode kegagalan Lubang Fall Back kurang dalam, seberapa parah akibat yang ditimbulkan terhadap Upright Piano ?			
38	Dari mode kegagalan Lubang Fall Back kurang dalam, seberapa sering hal tersebut menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
39	Dari mode kegagalan Lubang Fall Back kurang dalam, seberapa jauh mata bor kurang tajam menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
40	Dari mode kegagalan Top Frame melengkung, seberapa parah akibat yang ditimbulkan terhadap Upright Piano ?			
41	Dari mode kegagalan Top Frame melengkung, seberapa sering hal tersebut menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
42	Dari mode kegagalan top frame melengkung, seberapa jauh suhu ruangan yang terlalu panas menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
43	Dari mode kegagalan Hasil coakan aringi kurang dalam, seberapa parah akibat yang ditimbulkan terhadap Upright Piano ?			
44	Dari mode kegagalan Hasil coakan aringi kurang dalam, seberapa sering hal tersebut menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			
45	Dari mode kegagalan Hasil coakan aringi kurang dalam, seberapa jauh Adanya sisa kotoran bekas router sebelumnya yang menyebabkan ganjalan menyebabkan Renggang Top Frame C pada Upright Piano ?			

C- Lampiran 3: Rekapitulasi Perhitungan FMEA

Tabel C.1 Rekapitulasi Bobot FMEA Berdasarkan Pertanyaan

Nomor Pertanyaan	Suharto			Subiyanto			Imam			Yudi			Danang			Sahrul			Rata-rata		
	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	Severity	Occurance	Detection
1	6			4			6			7			2			6			5		
2		3			5			3			7			6			3			5	
3			7			6			4			7			2			3			4
4	2			5			6			8			7			7			6		
5		3			4			4			5			6			3			4	
6			6			6			4			5			4			5			5
7	2			8			8			5			7			7			6		
8		3			8			8			7			3			6			6	
9			6			9			7			7			6			7			7
10	7			4			6			3			7			1			5		
11		8			5			4			5			3			9			5	
12			8			6			4			3			6			7			5
13	2			5			6			5			7			7			5		
14		3			6			5			1			6			7			5	
15			7			6			4			5			5			6			5
16	4			4			6			7			2			6			5		
17		3			3			5			7			1			7			5	
18			6			4			5			5			9			7			6
19	2			6			7			10			7			8			7		
20		7			5			6			7			5			8			6	
21			4			5			6			5			5			7			6
22			7			7			6			5			6			1			5

Nomor Pertanyaan	Suharto			Subiyanto			Imam			Yudi			Danang			Sahrul			Rata-rata		
	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	Severity	Occurance	Detection
23	4			6			7			9			7			7			7		
24		6			6			7			3			6			6			6	
25			6			4			6			3			5		7				5
26			3			6			6			3			6		7				6
27	6			5			7			9			7			3			6		
28		6			6			7			3			6			4			5	
29			5			3			6			3			3		7				4
30	2			9			8			7			2			7			6		
31		5			9			8			7			6			6			7	
32			5			8			6			5			5		6				6
33	2			3			6			7			7			7			5		
34		6			4			5			3			6			7			5	
35			7			3			4			3			5		2				3
36	1			2			7			7			2			4			4		
37		9			2			6			5			3			7			5	
38			3			3			6			5			6		6				5
39	7			4			6			5			7			7			6		
40		1			5			6			3			6			7			5	
41			9			4			5			3			6		7				5
42	3			4			7			9			2			6			5		
43		6			6			7			7			3			7			6	
44			5			7			6			7			6		7				7

Tabel C.2 Rekapitulasi Bobot FMEA Responden

Nomor Pertanyaan	Suharto			Subiyanto			Imam			Yudi			Danang			Sahrul			Rata-rata		
	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	Severity	Occurance	Detection
Alat ukur kerenggangan yang sudah tipis	2			6			7			10			7			8			7		
		7			5			6			7			5			8			6	
			4			5			6			5			5			7			6
Persepsi yang tidak sama terkait cara mengukur kerenggangan	2			6			7			10			7			8			7		
		7			5			6			7			5			8			6	
			7			7			6			5			6			1			5
Operator tidak mengecek kemiringan top frame	2			3			6			7			7			7			5		
		6			4			5			3			6			7			5	
			7			3			4			3			5			2			3
Operator kurang memberi tekanan ketika melakukan proses router	2			9			8			7			2			7			6		
		5			9			8			7			6			6			7	
			5			8			6			5			5			6			6
Mata bor kendor karena pemakaian	1			2			7			7			2			4			4		
		9			2			6			5			3			7			5	
			3			3			6			5			6		6				5
Tidak menggunakan gauge yang telah disediakan	4			6			7			9			7			7			7		
		6			6			7			3			6			6			6	
			6			4			6			3			5			7			5
Tidak adanya stopper pada mesin pemotong	6			4			6			7			2			6			5		
		3			5			3			7			6			3			5	
			7			6			4			7			2			3			4
Pengecekan dowel secara manual	2			5			6			8			7			7			6		
		3			4			4			5			6			3			4	

Nomor Pertanyaan	Suharto			Subiyanto			Imam			Yudi			Danang			Sahrul			Rata-rata		
	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	Severity	Occurance	Detection
			6			6			4			5			4			5			5
Ukuran fall back metal yang berbeda-beda untuk B2 dan B3	6			5			7			9			7			3			6		
		6			6			7			3			6			4			5	
			5			3			6			3			3			7			4
Sudut kelengkungan fall back metal yang tidak sesuai standar	2			5			6			5			7			7			5		
		3			6			5			1			6			7			5	
			7			6			4			5			5			6			5
Pemasangan aringi terlalu turun	2			8			8			5			7			7			6		
		3			8			8			7			3			6			6	
			6			9			7			7			6			7			7
Cat blobor ketika proses painting	4			4			6			7			2			6			5		
		3			3			5			7			1			7			5	
			6			4			5			5			9			7			6
Suhu ruangan yang terlalu panas	7			4			6			5			7			7			6		
		1			5			6			3			6			7			5	
			9			4			5			3			6			7			5
Adanya kotoran sisa hasil merouter sebelumnya yang menyebabkan ganjalan	3			4			7			9			2			6			5		
		6			6			7			7			3			7			6	
			5			7			6			7			6			7			7

D- Lampiran 4: Perhitungan Analytical Hierarchy Process (AHP)

A. Responden 1

Tabel D.1 Perbandingan Berpasangan Responden 1

Severity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Occurence
Severity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Detection
Occurence	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Detection

Tabel D.2 Perhitungan AHP Responden 1

	Sev	Occ	Det	Sev	Occ	Det	1	2	3	4= 3/2	5= sum 4/sum 1	6= (5-sum 1)/(sum 1-1)	7	8= 6/7
							Total Weight Matrix	Eugen Vector	Perkalian Matriks	Eugen Value	λ maks	α	IR	CR
Severity	1	1	1/5	0.14	0.25	0.12	0.51	0.17	0.52	3.05	3.10	0.05	0.52	0.0914
Occurence	1	1	1/2	0.14	0.25	0.29	0.69	0.23	0.70	3.06				
Detection	5	2	1	0.71	0.50	0.59	1.80	0.60	1.91	3.18				
Total	7	4	1/2/3	1	1	1	3	1	3 1/8	9 2/7				

B. Responden 2

Tabel D.3 Perbandingan Berpasangan Responden 2

Severity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Occurence
Severity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Detection
Occurence	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Detection

Tabel D.4 Perhitungan AHP Responden 2

	Sev	Occ	Det	Sev	Occ	Det	1	2	3	4= 3/2	5= sum 4/sum 1	6= (5-sum 1)/(sum 1-1)	7	8= 6/7
							Total Weight Matrix	Eugen Vector	Perkalian Matriks	Eugen Value	λ maks	α	IR	CR
Severity	1	2	5	0.59	0.62	0.50	1.70	0.57	1.73	3.04	3.02	0.01	0.52	0.0237
Occurence	1/2	1	4	0.29	0.31	0.40	1.00	0.33	1.01	3.03				
Detection	1/5	1/4	1	0.12	0.08	0.10	0.29	0.10	0.30	3.01				
Total	1 2/3	3 1/4	10	1	1	1	3	1	3	9				

C. Responden 3

Tabel D.5 Perbandingan Berpasangan Responden 3

Severity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Occurence
Severity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Detection
Occurence	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Detection

Tabel D.6 Perhitungan AHP Responden 3

	Sev	Occ	Det	Sev	Occ	Det	1	2	3	4= 3/2	5= sum 4/sum 1	6= (5-sum 1)/(sum 1-1)	7	8= 6/7
	Sev	Occ	Det	Sev	Occ	Det	Total Weight Matrix	Eugen Vector	Perkalian Matriks	Eugen Value	λ maks	α	IR	CR
Severity	1	5	7	0.74	0.79	0.64	2.17	0.72	2.27	3.14	3.07	0.03	0.52	0.0633
Occurence	1/5	1	3	0.15	0.16	0.27	0.58	0.19	0.59	3.04				
Detection	1/7	1/3	1	0.11	0.05	0.09	0.25	0.08	0.25	3.01				
Total	1 1/3	6 1/3	11	1	1	1	3	1	3 1/9	9 1/5				