

PENDEKATAN LEAN SIX SIGMA, FMEA-AHP UNTUK MENGIDENTIFIKASI PENYEBAB CACAT PADA PRODUK SANDAL

Moh. Muhyidin Agus Wibowo¹⁾, Pratikto²⁾, Widya Wijayanti³⁾

Universitas Brawijaya, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Malang 65145, Indonesia^{1,2,3)}

Abstract Quality is one of problems commonly happen in production. It can be vary and affect the level of product quality and service. Improving quality is needed to keep a good quality of a product. This company focus on making slipper. The problem is facing by the company is that the method use to decrease the defect and waste is not effective yet. Based on the problem above, a researcher conduct a research and basic concept development lean six sigma to improve the quality by integrating FMEA and AHP in identifying the product defect. It is hoped that can keep or maintain and improve the quality in order to fulfill the costumer`s need. Based on the result of FMEA-AHP computation, it is found that IR result is 0,0745. It means that the data is consistent. While priority FMEA-AHP computation for each criteria will be used as reference in making or taking decision.

Key words Defect , FMEA-AHP, Lean six sigma approachment , Slipper

1. Pendahuluan

Semakin ketatnya persaingan bisnis dan berkembangnya ilmu pengetahuan saat ini memaksa perusahaan harus melakukan perbaikan kualitas supaya dapat mempertahankan dan meningkatkan tingkat profit perusahaan. Produk yang berkualitas bagus adalah produk yang memiliki karakteristik sesuai dengan keinginan dan kebutuhan konsumen atau pelanggan.

Perusahaan ini bergerak dalam bidang pembuatan sandal, yang berlokasi di daerah dusun karang plosa, desa ngerong, gempol pasuruan. Perusahaan ini mempunyai strategi produksi untuk memenuhi permintaan dengan system make to stock, untuk proses pemasarannya sampai saat ini jaringan pasar Perusahaan ini meliputi, Jawa Timur, Jawa Tengah, Bandung, dan Bali. Permasalahan yang sedang dihadapi perusahaan adalah belum efektifnya penerapan metode untuk menurunkan kecacatan dan waste, yang dipakai oleh perusahaan, penanganan yang terjadi selama ini perusahaan hanya melakukan pendataan saja, cara perbaikan selama ini yaitu ketika pada periode tertentu terjadi kecacatan yang tinggi maka cara penyelesaiannya hanya pada jenis cacat itu saja tanpa mempertimbangkan lainnya. Hal tersebut dibuktikan dengan meningkatnya produk cacat

pada tiap bulan, pada bulan juli, agustus, September, oktober, november, dan desember produk sandal mengalami peningkatan total kecacatan yang sangat signifikan dibandingkan jumlah produksi, yaitu pada bulan oktober dan november meliputi cacat pecah-pecah, pengeleman, jamur, keriput (kisut), asesoris, sablon, jahitan, warna.

Tabel 1. Perbandingan Total Produksi Dengan Total Cacat

Bulan (2014)	Total Produksi	Total Cacat
Januari	1209	100
Februari	1128	82
Maret	1012	86
April	1026	82
Mei	1208	96
Juni	607	76
Juli	1306	85
Agustus	1366	79
September	1359	80
Oktober	1211	91
Nopember	1187	91
Desember	1590	125

Berdasarkan data tingginya kecacatan produk sandal tersebut maka dibutuhkan metode yang efektif untuk meminimasi cacat produk. Metode lean six sigma, metode lean six sigma sering sekali di integrasikan dengan FMEA. Akan tetapi jika dilakukan dengan FMEA saja, akan mengalami kesulitan dan tampak kelemahannya ketika diterapkan dalam industri nyata (10). Kelemahan tersebut karena hasil perhitungan dari Severity (S), Occurrence (O) dan Detection (D) memungkinkan dapat menghasilkan nilai RPN (Risk Priority

* Corresponding author. Email : sugamuhammad@gmail.com

Published online at <http://Jemis.ub.ac.id>

Copyright ©2016 JTI UB Publishing. All Rights Reserved

Number) yang sama, tetapi maksud dari masing-masing faktor resiko sangat berbeda. Sehingga nilai kepentingan relatif antara S, O, dan D tidak dipertimbangkan. Sehingga metode tersebut akan diintegrasikan dengan metode AHP untuk mendapatkan prioritas tindakan perbaikan yang lebih baik [1].

Beberapa penelitian terdahulu yang dilakukan orang meneliti tentang Implementasi Metode 5S Pada Lean Six Sigma untuk peningkatan kualitas pada Proses Pembuatan Mur Baut Versing, hasil dari penelitian itu yaitu peningkatan kualitas dimana belum tercapainya tingkat kualitas proses yang disebabkan adanya beberapa kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah. Selanjutnya dengan mengidentifikasi waste pada proses produksi dengan penggunaan metode Lean Six Sigma dan FMEA, penelitian tersebut mendapatkan hasil yaitu terdapat tiga waste utama yang terjadi, faktor penyebab waste dan solusi yang dilakukan

untuk mengurangi terjadinya waste [2].

Berdasarkan penjelasan diatas maka perlu dilakukan penelitian dan pengembangan konsep dasar lean six sigma untuk meningkatkan kualitas produk dengan mengintegrasikan FMEA dan AHP dalam mengidentifikasi kecacatan produk yang paling berpengaruh dengan harapan agar perusahaan dapat menjaga dan meningkatkan kualitas produk sandal demi memenuhi kebutuhan konsumen.

Sesuai dengan latar belakang yang telah dibahas sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Bagaimana pendekatan konsep *Lean Six Sigma* dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) – ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)* mampu mengidentifikasi penyebab cacat produksi sandal.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu mengidentifikasi waste yang sangat berpengaruh pada proses produksi. Mengidentifikasi cacat paling kritis dalam proses produksi. Mengetahui prioritas tindakan perbaikan untuk meminimalkan cacat dalam proses produksi. Memberikan rekomendasi perbaikan yang bertujuan untuk mengurangi terjadinya cacat yang paling berpengaruh pada proses produksi.

Melalui penelitian ini diharapkan diperoleh manfaat dari sisi akademik dapat memberi gambaran tentang penerapan konsep Lean Six Sigma untuk memperbaiki kualitas proses produksi dengan menggunakan metode

FMEA dan AHP serta dapat menjadi wacana baru bagi ilmu pengetahuan. Dari sisi aplikasi, metode usulan diharapkan memberikan peningkatan kinerja yang lebih optimal pada proses produksi sandal agar memiliki daya saing sesuai keunggulan dalam menjaga kualitas produk dan citra perusahaan dapat meningkat di mata konsumen.

1.1. Konsep Lean

Lean adalah suatu upaya terus – menerus untuk menghilangkan pemborosan (waste) dan meningkatkan nilai tambah (value added) produk agar memberikan nilai kepada pelanggan (customer value) [5]. Tujuan Lean adalah peningkatan terus – menerus nilai pelanggan melalui peningkatan terus – menerus rasio antara nilai tambah terhadap waste. Sehingga Lean adalah Manufacturing tanpa pemborosan. Waste dalam hal ini adalah sejumlah parts, materials, equipments, dan waktu kerja. Lean yang berkaitan langsung dengan pelanggan terfokus pada identifikasi dan eliminasi aktivitas yang tidak bernilai tambah dalam produksi/operasi, desain, dan SCM [5].

1.2. Waste (E – Downtime)

Pengurangan waste merupakan salah satu prinsip dasar Lean Thinking. Waste yang di definisikan sebagai segala sesuatu parts, materials, equipments, dan waktu kerja dalam proses produksi. Oleh karena itu waste dikatakan sebagai aktifitas yang tidak memberi nilai tambah bagi output perusahaan. Semua jenis perbuatan, proses, atau aktivitas yang menghabiskan resources dan tidak secara langsung menambah value untuk suatu stakeholder juga bisa didefinisikan sebagai waste. Untuk dapat mengurangi atau bahkan menghilangkan waste maka perlu adanya pemahaman tentang apa itu waste dan dimana waste terjadi.

1.3. Six Sigma

Menurut dalam bukunya “The Executive Guide to Implementing Lean Six Sigma”, Six sigma adalah suatu upaya secara terus-menerus untuk menurunkan variasi dari proses, meningkatkan kapabilitas proses dalam menghasilkan produk yang bebas kesalahan, target minimum 3,4 DPMO (Defect Per Million Opportunities) [3].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini akan melakukan pengembangan penelitian dengan cara bagaimana konsep murni Six Sigma dikembangkan dengan penggabungan beberapa metode yaitu dengan menggunakan metode *LEAN*, *Failure Mode and Effect Analysis*, dan *AHP* yang nantinya diharapkan mampu menemukan dan memperbaiki per masalah utama yaitu meminimalkan kecacatan demi memperbaiki kualitas produk sandal.

2.1. Studi Pustaka

Mengumpulkan dan mempelajari buku-buku, literatur, jurnal baik local maupun international, baik dari perpustakaan maupun website yang berkaitan tentang peningkatan kualitas produk, serta sumber lain yang berhubungan dengan keterkaitan metode yang dipakai.

2.2. Identifikasi Masalah

Menggambarkan beberapa masalah yang terdapat pada perusahaan sebagai hasil survey lapangan yang dilakukan oleh peneliti.

2.3. Penetapan Tujuan Penelitian

Berguna untuk mengukur apakah target yang ditetapkan telah tercapai.

2.4. Pengumpulan Data

Mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk menerapkan *Lean Six Sigma*, *FMEA*, *AHP*. Adapun data-data yang diperlukan antara lain Urutan proses produksi. Penyebab timbulnya cacat (akar permasalahan) dan Efek kegagalan, Peluang kegagalan dan teknik pencegahan / deteksi terhadap cacat.

2.5. Tahap Pengolahan Data

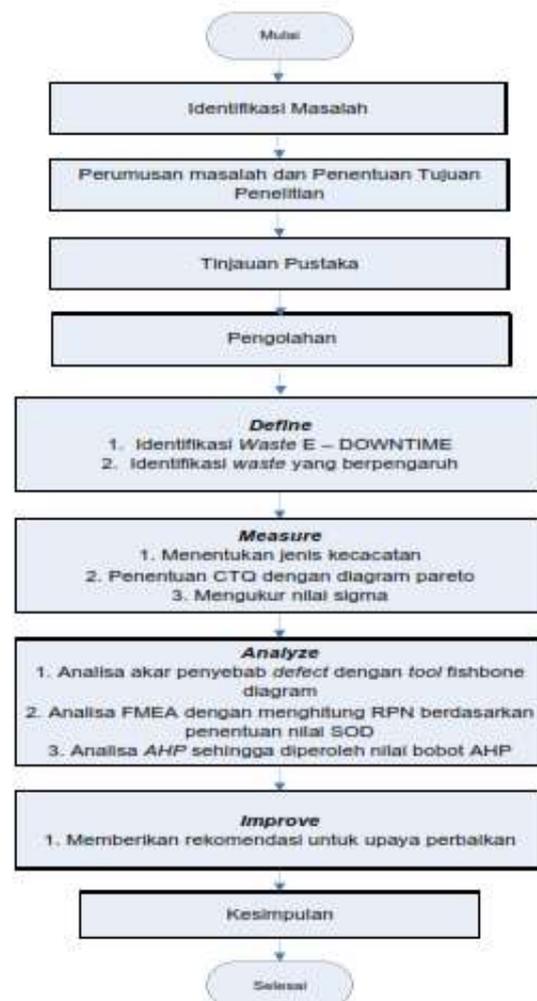
Mengolah data primer yang diperoleh melalui observasi dan kuisioner. Tanpa mengesyampingkan data sekunder yang digunakan sebagai dasar pengumpulan data. Tahapan pengolahan data meliputi metode *Lean Six Sigma*, *define*, *measure*, *analyze*, *improve*.

2.6. Failure Mode and Effect Analysis

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dipergunakan setelah mendapatkan faktor yang mempengaruhi cacat dengan tujuan didapatkan faktor mana yang memerlukan penanganan lebih lanjut.

2.7. Analytic Hierarchy Process (AHP)

Dalam metode *FMEA* akan didapat nilai *severity*, *occurance* dan *detection*. Nilai tersebut kemudian akan dijadikan input dalam pengolahan *AHP*. Diagram alir penelitian secara menyeluruh bisa dijelaskan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Flow Chart

3. Hasil Penelitian

Adapun hasil penelitian, adalah sebagai berikut :

3.1. Tahap Define

3.1.1. Identifikasi Produk

Adapun jumlah produksi yang dihasilkan perusahaan ini yaitu terdapat pada Tabel 2, berikut rekapitulasi jumlah produk.

Tabel 2. Jumlah Produksi Periode Januari-Juni

Bulan (2014)	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jmlh
Jenis 1	141	121	110	112	142	70	696
Jenis 2	150	139	125	125	153	75	767
Jenis 3	150	127	119	125	134	75	730
Jenis 4	179	196	175	195	186	91	1022
Jenis 5	159	157	141	148	164	82	851
Jenis 6	141	121	110	102	142	70	686
Jenis 7	146	130	118	114	145	73	726
Jenis 8	143	137	114	105	142	71	712
Total Produksi	1209	1128	1012	1026	1208	607	6190

Tabel 3. Jumlah Produksi Periode Juli-Desember

Bulan (2014)	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Jumlah
Jenis 1	167	144	163	149	146	152	921
Jenis 2	167	188	179	145	160	220	1059
Jenis 3	167	188	179	145	142	220	1041
Jenis 4	168	169	165	164	161	158	985
Jenis 5	163	206	173	155	127	199	1023
Jenis 6	164	170	184	160	146	179	1003
Jenis 7	143	155	181	142	157	230	1008
Jenis 8	167	146	135	151	148	232	979
Total Produksi	1306	1366	1359	1211	1187	1590	8019

Lean Untuk Identifikasi 9 Waste

Ada 9 waste yang diidentifikasi dari pengamatan di lapangan dari proses pembuatan sandal yang dilakukan dengan penyebaran kuesioner untuk mengetahui tingkat keseringan waste yang terjadi pada proses produksi (Gaspersz, 2007). Kuesioner ini dibagikan kepada 3 (tiga) orang responden yang memahami proses produksi sandal yaitu: Manager Produksi, Manager *Quality Control*, dan Manager PPIC.

Dari total 3 responden yang diambil tersebut setiap responden akan memberikan persepsi penilaian yang berbeda terhadap *frekwensi* terjadinya jenis waste untuk memperoleh total bobot skor dengan cara pengkalian jumlah responden dengan nilai bobot kemudian dijumlahkan hasil perkalian antara jumlah responden dengan bobot dan akan didapat nilai total bobot.

Berdasarkan hasil rekapitulasi kuesioner pada tabel 4 maka dapat diketahui urutan keseringan waste yang terjadi pada proses produksi sandal dijelaskan seperti yang ditunjukkan pada Table 5.

Tabel 4. Nilai Pembobotan Waste

No	Waste (Pemborosan)	Frekwensi					Total Bobot
		1	2	3	4	5	
1	Environmental, Health and Safety (EHS)	1	2	0	0	0	5
2	Defect	0	0	1	2	0	11
3	Overproduction	1	1	1	0	0	6
4	Waiting	0	2	1	0	0	7
5	Not Utilizing employees knowledge, skill and abilities	0	0	3	0	0	9
6	Transportation	1	2	0	0	0	5
7	Inventory	1	1	1	0	0	6
8	Motion	2	1	0	0	0	4
9	Excess Processing	0	0	3	0	0	9
Nilai Bobot		1	2	3	4	5	

Tabel 5. Urutan waste proses produksi sandal

No	Waste (Pemborosan)	Frekwensi					Total Bobot
		1	2	3	4	5	
1	Defect	0	0	1	2	0	11
2	Not Utilizing employees knowledge, skill and abilities	0	0	3	0	0	9
3	Excess Processing	0	0	3	0	0	9
4	Waiting	0	2	1	0	0	7
5	Overproduction	1	1	1	0	0	6
6	Inventory	1	1	1	0	0	6
7	Environmental, Health and Safety (EHS)	1	2	0	0	0	5
8	Transportation	1	2	0	0	0	5
9	Motion	2	1	0	0	0	4
Nilai Bobot		1	2	3	4	5	

3.2. Tahap Measure

Adapun tahapan *measure*, adalah sebagai berikut:

3.2.1. Mengukur Jenis Kecacatan Produk

Berikut ini jumlah produksi sandal yang terjadi pada perusahaan selama 1 tahun yang di tampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Jumlah Produksi Sandal Tahun 2014 dalam

Satuan Unit 9 (Januari-Juni)

Bulan (2014)	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jmlh
Jenis 1	141	121	110	112	142	70	626
Jenis 2	150	139	125	125	153	75	767
Jenis 3	150	127	119	125	134	75	730
Jenis 4	179	196	175	195	186	91	1022
Jenis 5	159	157	141	148	164	82	851
Jenis 6	141	121	110	102	142	70	686
Jenis 7	146	130	118	114	145	73	726
Jenis 8	143	137	114	105	142	71	712
Total Produksi	1209	1128	1012	1026	1208	607	6120

Tabel 7. Jumlah Produksi Sandal Tahun 2014 Dalam Satuan Unit 9 (Juli-Desember)

Bulan (2014)	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	Jml h
Jenis 1	167	144	163	149	146	152	921
Jenis 2	167	188	179	145	160	220	1059
Jenis 3	167	188	179	145	142	220	985
Jenis 4	168	169	165	164	161	158	985
Jenis 5	163	206	173	155	127	199	1023
Jenis 6	164	170	184	160	146	179	1003
Jenis 7	143	155	181	142	157	230	865
Jenis 8	167	146	135	151	148	232	979
Total Produk	1306	1366	1359	1211	1187	1590	7820

Pada Tabel 8 ini akan ditunjukkan jumlah kecacatan baik karena jamur, pengeleman, keriput, asesoris, dan pecah-pecah untuk masing-masing tipe produk tahun 2014 seperti pada Tabel 8.

3.2.2. Identifikasi CTQ

Jenis kegagalan pada produk bisa dijadikan sebagai CTQ produk tersebut,

Tabel 8. Data Kecacatan Produk Tahun 2014 dalam Satuan Unit

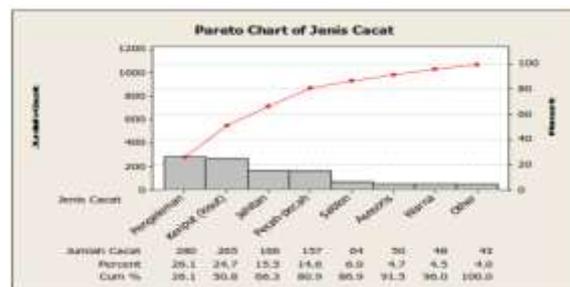
Bulan (2014)	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember	Jumlah
Jenis 1	13	12	14	11	14	10	9	10	12	15	10	18	148
Jenis 2	12	11	10	7	12	8	11	13	11	12	11	15	133
Jenis 3	14	9	9	10	10	11	8	4	9	10	14	16	124
Jenis 4	11	8	12	17	14	16	17	13	10	9	11	17	155
Jenis 5	12	11	10	7	11	6	10	11	9	12	8	13	120
Jenis 6	13	12	9	9	12	7	11	10	8	9	13	15	128
Jenis 7	11	10	11	10	13	8	10	12	10	11	11	14	131
Jenis 8	14	9	11	11	10	10	9	6	11	13	13	17	134
Total Cacat	100	82	86	82	96	76	85	79	80	91	91	125	1073

sedangkan CTQ dari waste defect berupa jenis cacat. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Jenis dan Jumlah Kecacatan Produk Sandal Tahun 2014

No	Jenis Cacat	Jumlah Cacat	Prosentase Cacat
1	Pecah-pecah	157	14,63%
2	Pengeleman	280	26,10%
3	Jamur	43	4,01%
4	Keriput (kisut)	265	24,70%
5	Asesoris	50	4,66%
6	Sablon	64	5,96%
7	Jahitan	166	15,47%
8	Warna	48	4,47%
Total Cacat		1073	100,00%

Dari Table 9 didapatkan bahwa jenis cacat pengeleman merupakan cacat yang paling sering muncul dengan total kecacatan sebesar 280 kecacatan. Untuk menentukan prioritas perbaikan defect digunakan diagram pareto, dari data jumlah defect tahun 2014 didapatkan urutan jumlah defect seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Pareto Jenis Cacat

Berdasarkan gambar 2. maka urutan priotitas perbaikan untuk meminimalkan cacat yang

ditimbulkan pada pembuatan produk sandal dijelaskan pada Tabel 10.

Tabel 10. Urutan Prioritas Kecacatan

No	Jenis Cacat	Jumlah Cacat	Prosentase Cacat	Prosentase Kumulatif
1	Pengeleman	280	26,10%	26,10%
2	Keriput (kisut)	265	24,70%	50,79%
3	Jahitan	166	15,47%	66,26%
4	Pecah-pecah	157	14,63%	80,89%
5	Sablon	64	5,96%	86,86%
6	Asesoris	50	4,66%	91,52%
7	Warna	48	4,47%	95,99%
8	Jamur	43	4,01%	100,00%
Total Cacat		1073	100,00%	

Tabel 10 menunjukkan urutan prioritas perbaikan kecacatan produk sandal ditentukan berdasarkan 80% dari total kecacatan, terdapat 4 jenis cacat yang menjadi prioritas utama sekaligus menjadi CTQ karena memiliki 80% dari total cacat yaitu jenis cacat pengeleman, keriput (kisut), jahitan, dan pecah-pecah.

3.2.3. Menghitung Nilai Sigma

Hasil perhitungan untuk menentukan level sigma dari proses produksi sandal adalah sebagai berikut:

1. Unit (U)

Unit yang diproduksi pada produksi sandal tahun 2014 adalah sebanyak 14.209 unit.

2. Jumlah Cacat (D)

Jumlah cacat yang diambil adalah jumlah cacat yang terjadi selama proses tahun 2014. Dari hasil pencacatan sebanyak 1.073 unit.

3. Opportunity (OP)

Karakteristik total cacat yang ditemukan dalam produksi sandal pada tahun 2014 sebanyak 8 karakteristik cacat.

4. Defect Per Unit (DPU)

$$DPU = D/U$$

$$= 1.073/14.209$$

$$= 0,07552$$

5. Total Opportunities (TOP)

$$TOP = OP \times U$$

$$= 8 \times 14.209$$

$$= 113.672$$

6. Defect Per Opportunities (DPO)

$$DPO = D/TOP$$

$$= 1.073/113.672$$

$$= 0,009439$$

7. Defect Per Million Opportunities (DPMO)

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

$$= 0,009439 \times 1.000.000$$

$$= 9.439$$

8. Nilai Sigma

$$\text{Nilai Sigma} = \text{NORMSINV}((1.000.000 - \text{DPMO}) / 1.000.000) + 1,5$$

$$= \text{NORMSINV}((1.000.000 - 9.439) / 1.000.000) + 1,5$$

$$= 3,848$$

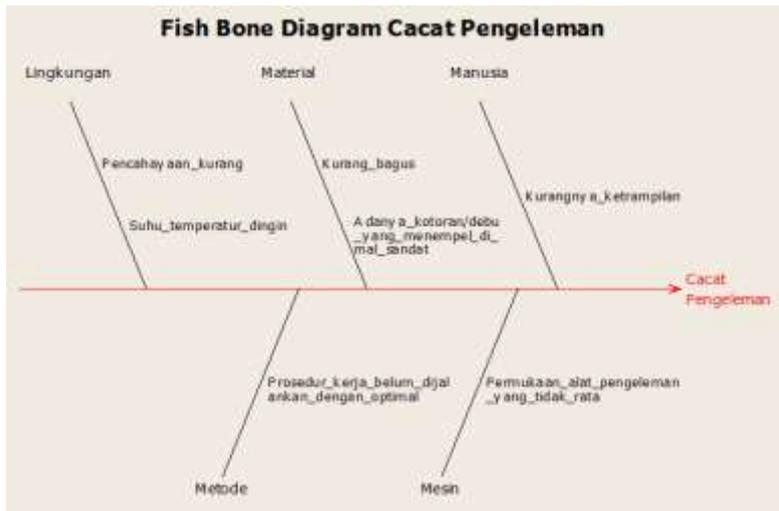
3.3. Tahap Analyze

Adapun tahapan *analyze* adalah:

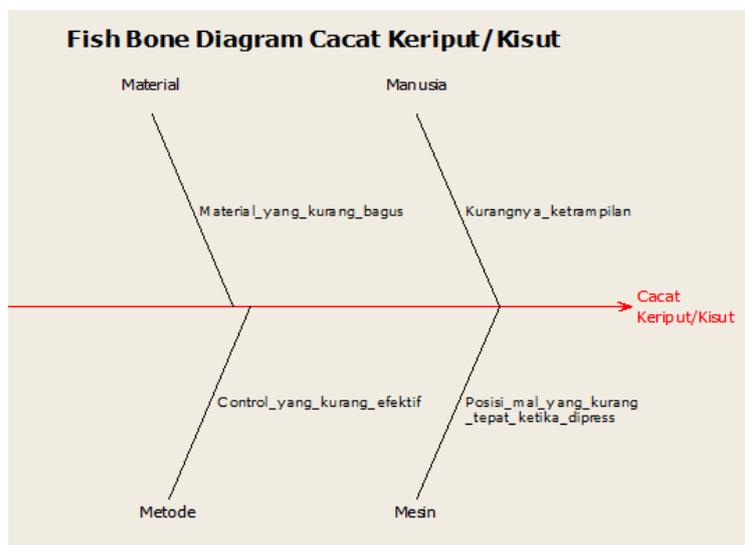
3.3.1. Fish Bone Diagram

Fishbone Diagram ini digunakan sebelum membuat *Failure Modes and Effect Analysis (FMEA)*. *Fishbone Diagram* dari tiap cacat yang ditimbulkan dan berpengaruh terhadap kualitas produk ditunjukkan pada gambar 3 sampai dengan 6.

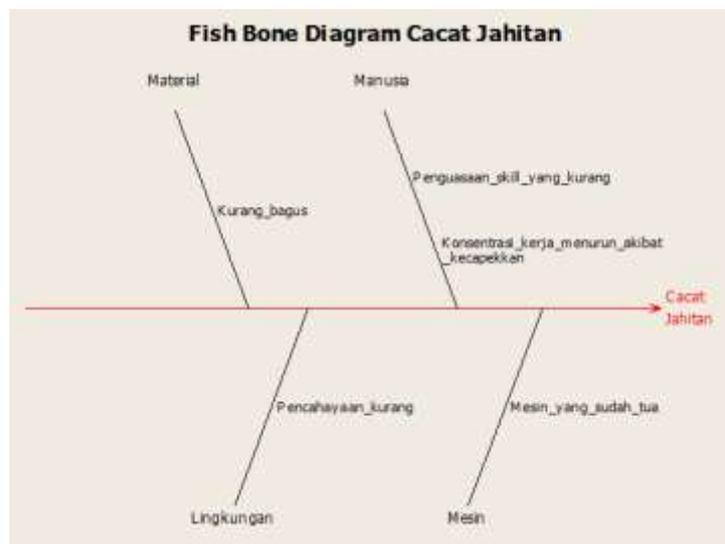
Dari hasil *fish bone diagram* tersebut diketahui bahwa penyebab kecacatan yang ditimbulkan dipengaruhi oleh 5 faktor yang meliputi Faktor manusia, material, lingkungan, mesin, dan metode yang telah ditunjukkan pada Gambar 3 sampai Gambar 6.



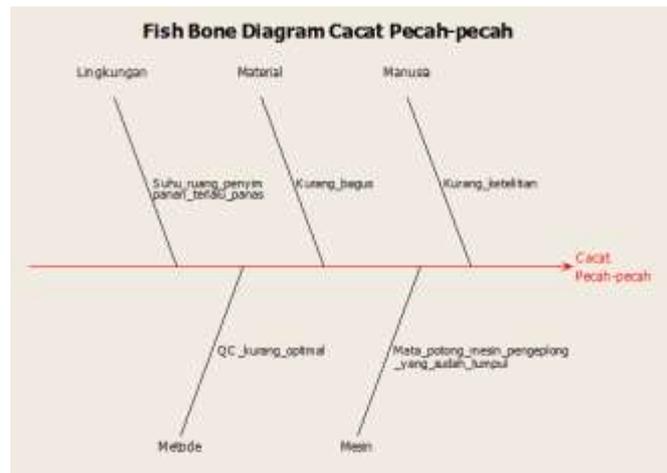
Gambar 3 Fish Bone Diagram Cacat Pengeleman



Gambar 4. Fish Bone Diagram Cacat Keriput/Kisut



Gambar 5. Fish Bone Diagram Cacat Jahitan



Gambar 6. Fish Bone Diagram Cacat Pecah

Tabel 12. FMEA Pada Cacat Pengeleman

Effect	Cause	Control	Severity	Occurrence	Detection	RPN
Cacat Pengeleman	Kurangnya ketrampilan pekerja	Melakukan program training kepada karyawan	7	6	6	0
	Material yang kurang bagus	Menyediakan bahan lem yang lebih berkualitas		6	5	0
	Adanya kotoran/debu yang menempel di permukaan mal	Melakukan pembersihan dipermukaan mal sebelum dilem		4	5	0
	Pencahayaan kurang	Memberikan dan menambah penerangan cahaya		5	6	0
	Suhu temperatur dingin	Temperatur suhu ruangan di buat kondisi sedang		3	4	0
	Permukaan alat pengeleman yang tidak rata	Mengganti atau memperbaiki alat pengeleman dengan		4	5	0
	Prosedur kerja belum dijalankan dengan optimal	Melakukan sosialisasi dan pengawasan secara rutin tentang prosedur kerja		3	4	0

Tabel 11. Dampak dan Penyebab Cacat Pengeleman

Effect (Dampak)	Cause (Penyebab)
Cacat Pengeleman	Kurangnya ketrampilan pekerja
	Material yang kurang bagus
	Adanya kotoran/debu yang menempel di permukaan pola
	Pencahayaan kurang
	Suhu temperatur dingin

Permukaan alat pengeleman yang tidak rata
Prosedur kerja belum dijalankan dengan optimal

3.3.2. FMEA-AHP

Untuk pengolahan hasil FMEA ini hanya akan diberikan untuk mengatasi penyebab kecacatan yang paling tinggi. Berikut ini hasil FMEA pada cacat pengeleman ditunjukkan

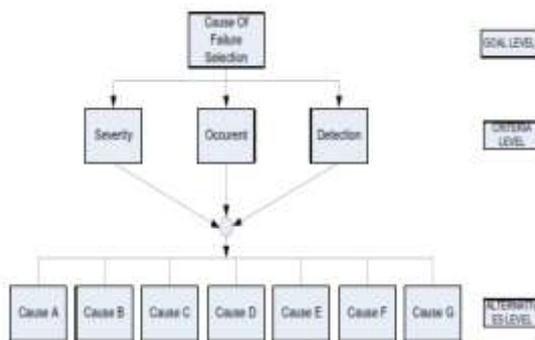
pada Tabel 12.

Dalam pembahasan FMEA-AHP ini hanya akan diberikan untuk mengatasi penyebab kecacatan yang paling tinggi. Berikut ini Dampak dan penyebab terjadinya cacat pengeleman ditunjukkan pada Tabel 13.

Tabel 13. Dampak dan Penyebab Terjadinya Cacat Pengeleman

Effect (Dampak)	Cause (Penyebab)
Cacat Pengeleman	Kurangnya ketrampilan pekerja (Cause A)
	Material yang kurang bagus (Cause B)
	Adanya kotoran/debu yang menempel di permukaan mal (Cause C)
	Pencahayaan kurang (Cause D)
	Suhu temperatur dingin (Cause E)
	Permukaan alat pengeleman yang tidak rata (Cause F)
	Prosedur kerja belum dijalankan dengan optimal (Cause G)

Adapun hirarki proses FMEA-AHP yang akan dipakai ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hirarki Proses FMEA-AHP

Selanjutnya dilakukan mencari bobot perbandingan berpasangan pada masing-masing level yaitu pada level criteria dan level alternative. Seperti Tabel 14.

Tabel 14. Matrik Perbandingan Preferensi Berpasangan Aspek Severity

Matrik Perbandingan Berpasangan Level Alternative Pada Aspek Severity							
	Cause A	Cause B	Cause C	Cause D	Cause E	Cause F	Cause G
Cause A	1	3	3	1/4	3	3	2
Cause B	1/3	1	3	1/3	2	3	4
Cause C	1/3	1/3	1	1/5	3	4	3
Cause D	4	3	5	1	4	5	5
Cause E	1/3	1/2	1/3	1/4	1	3	2
Cause F	1/3	1/3	1/4	1/5	1/3	1	2
Cause G	1/2	1/4	1/3	1/5	1/2	1/2	1

Tabel 15. Perhitungan Matrik Perbandingan Preferensi Berpasangan

Matrik Perbandingan Berpasangan Level Alternative Pada Aspek Severity							
	Cause A	Cause B	Cause C	Cause D	Cause E	Cause F	Cause G
Cause A	1	3	3	1/4	3	3	2
Cause B	1/3	1	3	1/3	2	3	4
Cause C	1/3	1/3	1	1/5	3	4	3
Cause D	4	3	5	1	4	5	5
Cause E	1/3	1/2	1/3	1/4	1	3	2
Cause F	1/3	1/3	1/4	1/5	1/3	1	2
Cause G	1/2	1/4	1/3	1/5	1/2	1/2	1
Jumlah	6.83	8.42	12.92	2.43	13.83	19.50	19.00

Setelah itu dapat dilakukan perhitungan bobot *priority* dengan menjumlahkan tiap barisnya dibagi dengan 7 (didapatkan dari jumlah *cause*), seperti yang terlihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Perhitungan Bobot *Priority*

Matrik Perbandingan Berpasangan Level Alternative Pada Aspek Severity								
	Cause A	Cause B	Cause C	Cause D	Cause E	Cause F	Cause G	Bobot Priority
Cause A	0,1463	0,3564	0,2323	0,1027	0,2169	0,1538	0,1053	0,1877
Cause B	0,0488	0,1188	0,2323	0,1370	0,1446	0,1538	0,2105	0,1494
Cause C	0,0488	0,0396	0,0774	0,0822	0,2169	0,2051	0,1579	0,1183
Cause D	0,5854	0,3564	0,3871	0,4110	0,2892	0,2564	0,2632	0,3641
Cause E	0,0488	0,0594	0,0258	0,1027	0,0723	0,1538	0,1053	0,0812
Cause F	0,0488	0,0396	0,0194	0,0822	0,0241	0,0513	0,1053	0,0529
Cause G	0,0732	0,0297	0,0258	0,0822	0,0361	0,0256	0,0526	0,0465
Jumlah								1,0000

Langkah yang sama juga dilakukan untuk melakukan perhitungan matrik perbandingan tiap alternatif pada aspek kriteria *occurrence*, dan *detection*. Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran. Setelah itu didapat hasil bobot *priority* dari masing-masing aspek kriteria seperti pada Tabel 17.

Tabel 17. Bobot *Priority* dari Masing-Masing Aspek Kriteria

Rekap Matrik Perbandingan Berpasangan Level Goal			
	Severity	Occurrent	Detection
Cause A	0.1877	0.2729	0.27
Cause B	0.1494	0.1266	0.19
Cause C	0.1183	0.0941	0.12
Cause D	0.3641	0.2445	0.17
Cause E	0.0812	0.0664	0.06
Cause F	0.0529	0.1432	0.10
Cause G	0.0465	0.0523	0.06

Selanjutnya adalah menghitung *matrik perbandingan preferensi* berpasangan antar kriteria level seperti pada tabel 18.

Tabel 18. Matrik Perbandingan *Preferensi* Berpasangan Antar Kriteria level

Matrik Perbandingan Berpasangan Level			
	Severity	Occurrent	Detection
Severity	1	1/4	1/7
Occurrent	4	1	1/4
Detection	7	4	1

Setelah itu dapat dilakukan perhitungan metode AHP, dengan memasukkan angka-angka yang terdapat pada Tabel 19 dan menyusunnya lagi dengan menggunakan pendekatan *Analytic Hierarchy Proses*, kemudian menjumlahkan masing-masing kolom yang ada seperti yang terlihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Matrik Perbandingan Preferensi Berpasangan Antar Kriteria

Matrik Perbandingan Berpasangan Level Kriteria			
	Severity	Occurent	Detection
Severity	1	1/4	1/7
Occurent	4	1	1/4
Detection	7	4	1
Jumlah	12,00	5,25	1,30

Setelah itu dilakukan perhitungan bobot priority antar kriteria dengan menjumlahkan tiap barisnya dibagi dengan 3 (berdasarkan jumlah level kriteria), seperti pada Tabel 19.

Tabel 20. Perhitungan Bobot Priority Antar Kriteria Level

Matrik Perbandingan Berpasangan Level Kriteria				
	Severity	Occurent	Detection	Bobot Priority
Severity	0,0833	0,0476	0,1026	0,0778
Occurent	0,3333	0,1905	0,1795	0,2344
Detection	0,5833	0,7619	0,7179	0,6877
Jumlah				1

Langkah selanjutnya mengkalikan bobot priority antar alternatif dengan bobot priority kriteria aspek untuk menghitung skor masing-masing alternatif pada AHP. Berikut hasil perhitungan skor masing-masing alternatif seperti pada Tabel 21 dan 22.

Tabel 21. Rekap Matrik Perbandingan Berpasangan Level Goal

Rekap Matrik Perbandingan Berpasangan Level			
	Severity	Occurent	Detection
	0,0778	0,2344	0,6877
Cause A	0,1877	0,2729	0,2785
Cause B	0,1494	0,1266	0,1919
Cause C	0,1183	0,0941	0,1264
Cause D	0,3641	0,2445	0,1703
Cause E	0,0812	0,0664	0,0661
Cause F	0,0529	0,1432	0,1036
Cause G	0,0465	0,0523	0,0632

Tabel 22. Bobot *Priority* Matrik Perbandingan Berpasangan Level Goal

Matrik Perbandingan Berpasangan Level Goal				Bobot	Rangking
	Severity	Occurent	Detection	Prioritas	Bobot
Cause A	0.0146	0.0640	0.1915	0.2701	1
Cause B	0.0116	0.0297	0.1320	0.1733	3
Cause C	0.0092	0.0221	0.0869	0.1182	4
Cause D	0.0283	0.0573	0.1171	0.2027	2
Cause E	0.0063	0.0156	0.0455	0.0673	6
Cause F	0.0041	0.0336	0.0713	0.1090	5
Cause G	0.0036	0.0123	0.0435	0.0594	7

Tabel 23. Perhitungan Bobot Prioritas Akhir Masing - Masing Kriteria

Cause	Bobot Prioritas	Rangking Bobot
Cause A	0,2701	1
Cause B	0,1733	3
Cause C	0,1182	4
Cause D	0,2027	2
Cause E	0,0673	6
Cause F	0,1090	5
Cause G	0,0594	7

Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai IR (*Inconsistency Ratio*) untuk mengetahui kekonsistenan dari tiap data. Nilai IR tidak boleh lebih dari 0,1, jika nilai IR lebih dari 0,1 maka data dianggap tidak konsisten. Berikut ini adalah perhitungan nilai IR seperti yang terlihat pada Tabel 24.

Tabel 24. Perhitungan IR

Perhitungan Nilai IR	
$\lambda \max$	3,0775
n	3
RI	0,52
$CI = \frac{\lambda \max - n}{n - 1}$	0,0387
$IR = \frac{CI}{RI}$	0,0745

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 24 terlihat bahwa nilai IR = 0,0745 sehingga data yang diperoleh bisa dikatakan konsisten. Pada Tabel 5.22 Perhitungan Bobot Prioritas Akhir Masing-Masing Kriteria terlihat bahwa skor tertinggi yaitu ada pada *cause A* (Kurangnya ketrampilan pekerja).

3.4. Tahap Improve

Tahap keempat dalam siklus DMAI adalah tahap improve atau perbaikan. Adapun penyebab kecacatan produk cacat pengeleman yang sering muncul atau terjadi diantaranya terdapat tujuh (7) macam alternatif penyebab kecacatan yaitu yang diinisialkan *cause A, B, C, D, E, F* dan *G*; Kurangnya ketrampilan pekerja (*Cause A*). Material yang kurang bagus (*Cause B*). Adanya kotoran/debu yang menempel di permukaan mal (*Cause C*). Pencahayaan kurang (*Cause D*). Suhu temperatur dingin (*Cause E*). Permukaan alat pengeleman yang tidak rata (*Cause F*). Prosedur kerja belum dijalankan dengan optimal (*Cause G*).

Pada Tabel 25 akan ditunjukkan perbandingan hasil pengolahan dengan menggunakan FMEA dan FMEA-AHP.

Tabel 25. Alternatif Perbaikan Untuk Cause

Effect	Cause	Control	RPN FMEA	Bobot Prioritas FMEA-AHP
Cacat Pengeleman	Kurangnya ketrampilan pekerja (Cause A)	Melakukan program training kepada karyawan	252	0,2701
	Material yang kurang bagus (Cause B)	Menyediakan bahan lem yang lebih berkualitas	210	0,1733
	Adanya kotoran/debu yang menempel di permukaan mal (Cause C)	Melakukan pembersihan permukaan mal sebelum dilem	140	0,1182
	Pencapaian kurang (Cause D)	Memberikan dan menambah penerangan cahaya	210	0,2027
	Suhu temperatur dingin (Cause E)	Temperatur suhu ruangan di buat kondisi sedang	84	0,0673
	Permukaan alat pengeleman yang tidak rata (Cause F)	Mengganti atau memperbaiki alat pengeleman dengan permukaan yang lebih rata	140	0,1090
	Prosedur kerja belum dijalankan dengan optimal (Cause G)	Melakukan sosialisasi dan pengawasan secara rutin tentang prosedur kerja	84	0,0594

Berikut adalah beberapa alternatif usulan perbaikan yang direkomendasikan dari masing-masing cause berdasarkan urutan ranking pembobotan hasil FMEA-AHP. Alternatif Perbaikan Penyebab Kegagalan Kurangnya ketrampilan pekerja (Cause A) (Ranking 1 Dengan Bobot 0,2701) memberikan pelatihan atau training terlebih dahulu ketika melakukan perekrutan pekerja baru minimal 2-4 minggu hal ini dilakukan untuk meningkatkan skill pekerja mulai dari cara mengeplong mala, mengelem, mengepres, sampai produk masuk inspeksi.

1. Alternatif Perbaikan Penyebab Kegagalan Pencapaian kurang (Cause D) (Ranking 1 Dengan Bobot 0,2027) Menambah pencapaian ruangan supaya pencapaian cukup sehingga pekerja lebih nyaman dan teliti saat bekerja, hal ini juga sangat berpengaruh pada pekerja yang usianya sudah 35 tahun keatas, yang dapat mengakibatkan menurunkan tingkat penglihatan.
2. Alternatif Perbaikan Penyebab Kegagalan Material yang kurang bagus

(Cause B) (Ranking 1 Dengan Bobot 0,1733) Memilih material yang agak bagus atau diatas kualitas sedang supaya proses pengerjaan lebih mudah dan cacat lebih di minimalkan

3. Alternatif Perbaikan Penyebab Kegagalan Adanya kotoran/debu yang menempel di permukaan mal (Cause C) (Ranking 1 Dengan Bobot 0,1182) Melakukan pengawasan secara rutin dan memberikan intruksi khusus kepada pekerja agar membersihkan mal yang terkena debu harus sampai bersih, dengan cara mengelap minimal 3x kemudian baru dilakukan pengeleman dan setiap rentang 1-2 jam harus mengganti kain yang dijadikan lap bar
4. Alternatif Perbaikan Penyebab Kegagalan Permukaan alat pengeleman yang tidak rata (Cause F) (Ranking 1 Dengan Bobot 0,1090) Mengganti alat pengeleman karena banyak alat pengeleman yang dimiliki sekarang permukaannya sudah tidak rata lagi, sehingga ketika digunakan maka lem tidak menempel secara keseluruhan. Untuk menjaga agar pekerja selalu memperhatikan prosedur tersebut maka pihak perusahaan harus melakukan pengawasan secara rutin pada pekerja
5. Alternatif Perbaikan Penyebab Kegagalan Suhu temperatur dingin (Cause E) (Ranking 1 Dengan Bobot 0,0673) Menaikkan suhu ruangan yaitu dengan memakai suhu ruang 20⁰C atau dengan mengurangi pemakain pendingin.
6. Alternatif Perbaikan Penyebab Kegagalan Prosedur kerja belum dijalankan dengan optimal (Cause G) (Ranking 1 Dengan Bobot 0,0594) Usulan mengenai penyebab kegagalan prosedur kerja belum dijalankan dengan optimal yaitu melakukan pengawasan secara rutin terhadap pekerja, dan juga memberikan SOP proses pembuatan produk sandal dengan cara menempel SOP di tempat kerja masing-masing pekerja.

4. PEMBAHASAN

Adapun pembahasannya adalah sebagai berikut :

4.1. Analisa Waste

Berdasarkan hasil penyebaran kuisioner didapatkan bahwa bobot tertinggi sumber waste yang ditimbulkan sebagai berikut; *Defect Not Utilizing employess knowledge, Skill, and abilities. Excess Processing. Waiting. Over Production. Inventory. Enviromental, Health, and Safety (EHS). Transportation. Motion* Sehingga rekomendasi yang diberikan yaitu: perlu adanya training atau pelatihan yang mendalam kepada pekerja, melakukan pengawasan secara rutin dan memberikan intruksi khusus kepada pekerja agar tidak terjadi waste untuk meminimalisir jumlah kecacatan produk.

4.2. Analisa Critical to Quality (CTQ)

Berdasarkan urutan prioritas perbaikan kecacatan produk sandal, dalam aturan diagram pareto penentuan prioritas ditentukan berdasarkan 80% dari total kecacatan, sedangkan dari hasil pengolahan menunjukkan terdapat 4 jenis cacat yang menjadi prioritas utama sekaligus menjadi CTQ karenan memiliki 80% dari total cacat diantaranya meliputi jenis cacat pengeleman, cacat keriput (kisut), cacat jahitan, dan cacat pecah-pecah. Maka dari ke 4 jenis cacat yang menjadi prioritas ini yang harus mendapatkan penanganan khusus untuk mengurangi jumlah kecacatan produk yang berlebihan.

4.3. Analisa Penentuan Nilai Sigma

Melakukan perhitungan *Defect Per Opportunities* (DPO) dan *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) untuk menentukan level sigmadari proses produksi sandal. Dari perhitungan dapat dilihat bahwa nilai sigma sebesar 3,848 atau 3,85. Disini dapat diketahui level *sigma* produk sandal berada pada kisaran nilai 3,85 *sigma* yang berarti setiap 1.000.000 produk yang dihasilkan peluang terjadinya *defect* yaitu 9387 *defect*.

4.4. Analisa Fish Bone Diagram

Dari hasil CTQ jenis cacat pengeleman, cacat keriput (kisut), cacat jahitan, dan cacat

pecah-pecah kemudian akan dilakukan analisis terhadap 5 faktor penyebab utama timbulnya kecacatan tersebut. Sehingga perlu adanya beberapa pembenahan, pemahaman prosedur kerja secara optimal dan pengawasan kerja dilapangan agar tidak terjadi kecacatan produk yang lebih banyak.

4.5. Analisa FMEA-AHP

Berdasarkan hasil perhitungan FMEA-AHP pada cacat pengeleman didapatkan bahwa perhitungan nilai IR sebesar 0,0745 sehingga data yang diperoleh bisa dikatakan konsisten. Sedangkan perhitungan Bobot Prioritas FMEA-AHP masing-masing kriteria ini akan dipakai sebagai referensi dalam pengambilan keputusan, penyebab kecacatan mana yang menjadi prioritas yang harus ditangani terlebih dahulu. Berdasarkan urutan Bobot Prioritas FMEA-AHP skor tertinggi adalah Kurangnya ketrampilan pekerja (*Cause A*) dengan bobot 0,2701. Pencerayaan kurang (*Cause D*) dengan bobot 0,2027. Material yang kurang bagus (*Cause B*) dengan bobot 0,1733. Adanya kotoran/debu yang menempel di permukaan mal (*Cause C*) dengan bobot 0,1182. Permukaan alat pengeleman yang tidak rata (*Cause F*) dengan bobot 0,1090. Suhu temperatur dingin (*Cause E*) dengan bobot 0,0673. Prosedur kerja belum dijalankan dengan optimal (*Cause G*) dengan bobot 0,0594 Langkah selanjutnya yaitu membuat usulan rekomendasi perbaikan pada masing- masing penyebab kecacatan, kemudian melakukan pengawasan dan pelatihan-pelatihan terhadap pekerja.

Tabel 26. Dampak dan Penyebab Cacat Keriput/Kisut

Effect (Dampak)	Cause (Penyebab)
Cacat Keriput/Kusut	Kurangnya ketrampilan pekerja
	Material yang kurang bagus
	Posisi pola yang kurang tepat ketika dipress
	Control yang kurang efektif

Tabel 27. Dampak dan Penyebab Cacat Jahitan

Effect (Dampak)	Cause (Penyebab)
Cacat Jahitan	Penguasaan skill yang kurang
	Konsentrasi kerja menurun akibat kecapekkan
	Material kurang bagus
	Mesin yang sudah tua
	Pencahayaannya kurang

Tabel 28. Dampak Dan Penyebab Cacat Pecah-Pecah

Effect (Dampak)	Cause (Penyebab)
Cacat Pecah-pecah	Kurang ketelitian
	Material kurang bagus
	Suhu ruang penyimpanan terlalu panas
	Mata potong mesin pengeplong yang sudah tumpul
	Quality control (QC) kurang optimal

5. Penutup

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data maka dapat disimpulkan bahwa berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa proses terjadinya kecacatan produk sandal disebabkan oleh factor material, lingkungan, mesin dan manusia. Dari hasil penelitian diperoleh empat macam jenis cacat, berdasarkan urutan prioritas perbaikan kecacatan produk sandal, diantaranya meliputi jenis cacat pengeleman, cacat keriput (kisut), cacat jahitan, dan cacat pecah-pecah. Dari hasil penelitian prioritas tindakan perbaikan untuk meminimalkan cacat pengeleman berdasarkan urutan Bobot Prioritas FMEA-AHP skor tertinggi adalah kurangnya ketrampilan pekerja (*Cause A*) dengan bobot 0,2701. Pencahayaannya kurang (*Cause D*) dengan bobot 0,2027.

Material yang kurang bagus (*Cause B*) dengan bobot 0,1733. Adanyakotoran / debu yang menempel di permukaan mal (*Cause C*) dengan bobot 0,1182. Permukaan alat pengeleman yang tidak rata (*Cause F*) dengan bobot 0,1090. Suhu temperatur dingin (*Cause E*) dengan bobot 0,0673. Prosedur kerja belum dijalankan dengan optimal (*Cause G*) dengan bobot 0,0594.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Arifin, M., (2012), "Aplikasi Metode *Lean Six Sigma* Untuk Usulan Improvisasi Lini Produksi Dengan Mempertimbangkan Faktor Lingkungan. Studi Kasus: Departemen GLS (*General Lighting Services*) PT. Philips Lighting Surabaya". UPT. Perpustakaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [2.] Yesmizarti, M., dan Noviyarsi, (2007), "Implementasi Metode 5S Pada *Lean Six Sigma* Dalam Proses Pembuatan Mur Baut Versing". JURNAL TEKNIK INDUSTRI *Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra* VOL. 9, NO. 1.
- [3.] Gaspersz, V., (2007), "The Executive Guide To Implementing *Lean Six Sigma*", Gramedia pustaka utama, Jakarta.
- [4.] Gaspersz, V., (2006), "Continuous Cost Reduction Throught *Lean Sigma Approach*", Gramedia pustaka utama. Jakarta.
- [5.] Wang, Y. M., Chin, K. S., Poon, G. K. K., Yang, J. B. (2009), "Risk Evaluation in Failure Mode and Effects Analysis Using Fuzzy Weighted Geometric Mean", *Journal Expert Systems with Application*