

# **ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK ROTI TAWAR MR.BREAD DENGAN METODE *FMEA* (Di Bagian Produksi CV.Essen)**

**Adhi Muhammad Aulia Rahman**

adhitann@gmail.com

*Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275*

## **Abstrak**

*Dalam perkembangannya, CV.Essen yang bergerak pada industri manufaktur selalu berusaha untuk memperbaiki kualitas roti yang diproduksi. Perusahaan menemukan adanya produk yang tidak sesuai dengan standar. Hal yang terjadi adalah perusahaan cenderung menghilangkan produk yang cacat baik dengan cara memperbaiki atau mengganti produk tersebut. Namun konsep dari kualitas yang ada sekarang ini bukan hanya membuang atau memperbaiki produk, tetapi merupakan suatu sistem yang berorientasi terhadap pencegahan cacat produk. Karena cacat pada setiap varian roti tawar adalah sama, maka penulis mengambil roti tawar kulit sebagai sampel. Metode yang digunakan penulis adalah Statistical Process Control (P-Chart), dan Pareto Diagram untuk mengetahui jenis dan jumlah produk cacat. Kemudian penulis menggunakan metode Cause-Effect Diagram dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) untuk mengetahui penyebab cacat pada produk. Pada saat penelitian, penulis mengajukan suatu usulan yang dikaji berdasarkan metode diatas. Dari metode FMEA dapat diidentifikasi moda kegagalan yang terjadi pada proses pembuatan roti tawar kulit adalah kegagalan bald dan kegagalan wrinkle. Nilai RPN tertinggi pada cacat bald adalah 640. Sedangkan nilai RPN tertinggi pada cacat wrinkle adalah 360. Usulan perbaikan yang diberikan untuk perusahaan secara keseluruhan adalah lebih meningkatkan pengawasan pada proses produksi dan memberikan training mengenai proses produksi serta memberikan training menjalankan mesin mesin moulding.*

**Kata kunci:** *P-Chart; Pareto Diagram; Cause-Effect Diagram dan FMEA*

## **Abstract**

**[Title: Please Type Title of Article in English in here and Bold formatted]** *In its development, CV.Essen engaged in the manufacturing industry is always trying to improve the quality of the bread produced. The company found a product that does not comply with the standard. Thing that happens is the Vendor tends to eliminate product defects by repairing or replacing the product. However, the concept of quality that is now not only remove or repair the product, but it is a system that is oriented toward the prevention of product defects. Because defects in each variant is the same bread, the authors take a skin as white bread samples. The method used is the author of Statistical Process Control (P-Chart), and Pareto diagram to determine the type and number of defective products. Then the author uses the method of Cause-Effect Diagram Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to determine the cause of defects in the product. At the time of the study, the authors propose a method based on the proposals that were examined above. Of the FMEA method can be identified failure modes that occur in the process of making bread is the failure of bald skin and wrinkle failure. The highest RPN value on defects of bald RPN value is 640 while the highest was 360 Proposed wrinkle defect fixes given to the company as a whole is much improved control on the production process and provide training regarding the production process as well as provide training run molding machines.*

**Keyword:** *P-Chart, Pareto Diagram, Cause-Effect Diagram dan FMEA*

## 1. Pendahuluan

CV. Essen yang bergerak di bidang industri makanan merupakan perusahaan yang memproduksi roti. Perusahaan ini masih mempunyai permasalahan pada banyaknya jenis dan jumlah produk cacat yang disebabkan oleh berbagai macam faktor yang menyebabkan penurunan kualitas yang berakibat pada menurunnya keuntungan yang didapatkan pada perusahaan. Pada setiap proses kegiatan produksi roti tawar kulit khususnya, perusahaan ini selalu mengalami kecacatan produk diluar batas toleransi yang telah ditentukan perusahaan.. Cacat terlihat pada produk setelah proses terakhir, oleh karena itu ada kemungkinan produk yang *defect* itu harus dibuang (baik itu sebagian maupun keseluruhan) atau dijual kepada pihak lain yang membutuhkan, seperti perusahaan makanan ternak. Sehingga dari permasalahan di atas, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam untuk mencegah terjadinya kegagalan pada produk roti tawar kulit, maka diperlukan evaluasi untuk menekan terjadinya *waste* yaitu dengan cara menganalisa kegagalan proses. Analisa ini dilakukan melalui identifikasi moda kegagalan, efek dari kegagalan proses, dan memberikan rekomendasi atau suatu usulan perbaikan. Dengan demikian diharapkan kualitas produk dari CV.Essen akan meningkat.

## 2. Landasan Teori Kualitas

Pengertian tradisional tentang konsep kualitas hanya berfokus pada aktivitas inspeksi untuk mencegah lolosnya produk – produk cacat ke tangan pelanggan. Pada masa sekarang, pengertian dari konsep kualitas adalah lebih luas daripada sekedar aktifitas inspeksi. Pengertian modern dari konsep kualitas adalah membangun sistem kualitas modern (Gasperz, 2005).

### *P-Chart*

Peta kontrol p digunakan untuk mengukur proporsi ketidaksesuaian (penyimpangan atau sering disebut cacat) dari *item-item* dalam kelompok yang sedang diinspeksi. Dengan demikian peta kontrol p digunakan untuk mengendalikan proporsi dari *item-item* yang tidak memenuhi syarat spesifikasi kualitas atau proporsi dari produk yang cacat yang dihasilkan dalam suatu proses (Ariani, 2004).

### *Pareto Diagram*

Diagram *Pareto* adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian. Masalah yang paling banyak terjadi ditunjukkan oleh grafik batang pertama yang tertinggi serta ditempatkan pada sisi paling kiri, dan seterusnya sampai masalah yang paling sedikit terjadi ditunjukkan oleh grafik batang terakhir yang terendah serta ditempatkan pada sisi paling kanan (Ariani, 2004).

### *Cause Effect Diagram*

Diagram sebab akibat adalah suatu diagram yang menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat. Berkaitan dengan pengendalian proses statistik, diagram sebab-akibat dipergunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu. Diagram sebab-akibat ini sering juga disebut sebagai diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) karena bentuknya seperti kerangka ikan, atau diagram Ishikawa (*Ishikawa's diagram*) karena pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Kaoru Ishikawa dari Universitas Tokyo pada tahun 1953 (Ariani, 2004).

### *Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)*

*Failure Mode* diartikan sebagai sejenis kegagalan yang mungkin terjadi, baik kegagalan secara spesifikasi maupun kegagalan yang mempengaruhi konsumen. Dari *failure mode* ini kemudian dianalisis terhadap akibat dari kegagalan dari sebuah proses dan pengaruhnya terhadap perusahaan. FMEA disini adalah *FMEA Process* untuk mendeteksi risiko yang teridentifikasi pada saat proses.

Terdapat beberapa pengertian *Failure Mode Effects Analysis* (FMEA), diantaranya adalah sebagai berikut (Nadia,2011) :

- FMEA didefinisikan sebagai suatu kumpulan aktifitas sistematis yang bertujuan untuk mengetahui dan mengevaluasi potensial kegagalan (*potential failure*) dari produk ataupun proses dan efek yang ditimbulkan dari kegagalan tersebut, mengidentifikasi tindakan-tindakan (*actions*) yang dapat mengurangi kesempatan terjadinya kegagalan, dan mendokumentasikan seluruh proses.
- FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu.
- Menurut Roger D. Leitch, definisi dari FMEA adalah analisa teknik yang apabila dilakukan dengan tepat dan waktu yang tepat akan memberikan nilai yang besar dalam membantu proses pembuatan keputusan dari *engineer* selama perancangan dan pengembangan. Analisa tersebut biasa disebut analisa "*bottom up*", seperti dilakukan pemeriksaan pada proses produksi tingkat awal dan mempertimbangkan kegagalan sistem yang

merupakan hasil dari keseluruhan bentuk kegagalan yang berbeda.

- d. Menurut John Moubray, definisi dari FMEA adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan yang mungkin menyebabkan setiap kegagalan fungsi dan untuk memastikan pengaruh kegagalan berhubungan dengan setiap bentuk kegagalan.

Secara umum, FMEA didefinisikan sebagai sebuah teknik yang mengidentifikasi tiga hal, yaitu (Stamatis, 1995):

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.

FMEA merupakan sebuah teknik yang digunakan untuk mencari, mengidentifikasi, dan menghilangkan kegagalan potensial, *error*, dan masalah yang diketahui dari sistem, desain, proses, atau jasa sebelum hal tersebut sampai ke pelanggan. Analisa dari evaluasi dapat dilakukan melalui dua cara. Pertama, menggunakan data historis seperti data mengenai produk atau jasa, komplain pelanggan, dan beberapa informasi tersedia untuk mencari kegagalan. Kedua, melalui sistem statistik, model matematis, dan simulasi. Menggunakan FMEA bukan berarti bahwa pendekatan yang satu adalah lebih baik dari yang lain, atau data tersebut lebih akurat dibandingkan data yang lain. Keduanya dapat menjadi efisien, akurat, dan benar jika dilaksanakan secara benar dan sesuai.

### RPN (Risk Priority Number)

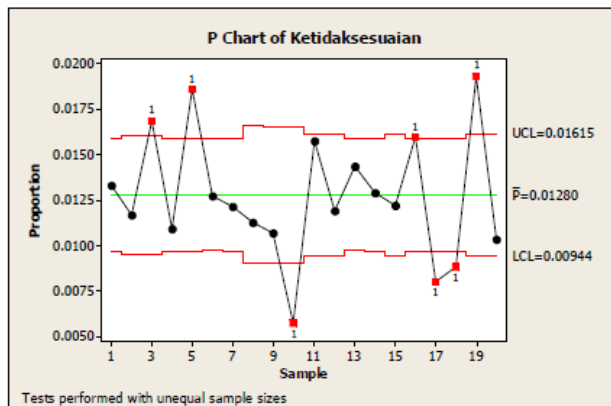
RPN atau *Risk Priority Number*, yaitu angka yang menyatakan skala prioritas terhadap resiko kualitas yang digunakan untuk panduan dalam melakukan tindakan perencanaan. RPN merupakan hasil perkalian dari *severity*, *occurrence* dan *detection*.

$$RPN = S \times O \times D \dots (1)$$

Angka RPN berkisar dari 1 hingga 1000, di mana semakin tinggi nilai RPN, maka proses semakin beresiko untuk menghasilkan produk dengan spesifikasi yang diinginkan (Stamatis, 1995).

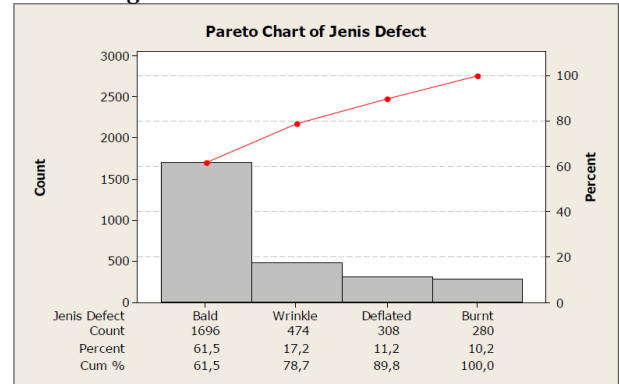
## 3. Pengolahan Data

### Grafik P-Chart



Gambar 1. Peta Kontrol P

### Pareto Diagram



Gambar 2. Diagram Pareto

### Cause and Effect Diagram (Fishbone)

Bedasarkan analisis penulis diperoleh *Cause and Effect Diagram* dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 1. Ringkasan *Cause Effect Diagram*

	Method
Blad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volume kurang maksimal</li> <li>• <i>Dough</i> kurang fermentasi</li> <li>• Kurang air</li> <li>• <i>Mixing</i> kurang lama</li> <li>• <i>Resting</i> kurang lama untuk <i>dough</i> yang terakhir</li> </ul>
	Man
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak adanya pengawasan ketat pada <i>proofing</i></li> <li>• Kurangnya <i>training</i> mengenai proses produksi</li> <li>• Kurang</li> </ul>

	ketegasan
	<i>Material</i>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak adanya pengawasan ketat pada <i>proofing</i></li> </ul>
	<i>Machine</i>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada mesin <i>moulding, dough</i> tidak benar-benar tergiling</li> </ul>
<i>Wrinkle</i>	<i>Method</i>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatur <i>dough</i> terlalu panas</li> <li>• <i>Mixing</i> terlalu halus</li> <li>• <i>Resting</i> kurang lama untuk <i>dough</i> yang terakhir</li> <li>• <i>Dough</i> kurang garam</li> </ul>
	<i>Man</i>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurang pengetahuan menjalankan mesin <i>molding</i></li> <li>• Kurang pengawasan pada <i>mixing</i></li> <li>• Kurang pengawasan pada <i>proofing</i></li> </ul>
	<i>Material</i>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Improver</i> kurang baik</li> <li>• Kualitas</li> </ul>

	tepung yang kurang baik
	<i>Machine</i>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Oven rotary</i> yang kurang panas</li> <li>• <i>Steam</i> uap yang tidak rata</li> <li>• Pada mesin <i>molding dough</i> tidak benar-benar tergiling</li> </ul>

#### **Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

Berikut ini adalah analisis menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Tabel 2. FMEA Terhadap Proses dengan Nilai RPN

CTQ	Modus Kegagalan Potensial	Penyebab Potensial	S	O	D	RP N
<i>Bald</i>	Ukuran roti yang tidak sesuai	Pemisahan <i>dough</i> dilakukan dengan cara manual	8	8	10	640
		Peletakan <i>dough</i> yang tidak seimbang	9	8	8	576
	<i>Dough</i> kurang fermentasi	Waktu di <i>Proofing</i> kurang lama	7	5	3	105
	<i>Dough</i> kelebihan fermentasi	Waktu <i>Proofing</i> terlalu lama	7	6	3	126
	<i>Resting</i> kurang lama untuk <i>dough</i> yang terakhir	Mekanisme penempatan <i>loaf</i> yang kurang baik	8	10	5	400
	<i>Mixing</i> kurang lama	Ukuran waktu baku untuk setiap adonan tidak sama	6	4	3	72
	Kurang air	Ukuran volume yang	7	4	4	112

		baku untuk adonan tidak sama				
	Kurang pengawasan pada <i>proofing</i>	Baker yang kurang disiplin	7	8	3	168
	Kurangnya pengetahuan mengenai proses produksi	Kurang <i>training</i> mengenai proses produksi	8	7	5	280
	Kurang ketegasan senior	Tidak ada hubungan vertical dalam proses produksi	9	8	7	504
<i>Wrinkle</i>	Kurang pengawasan dalam <i>mixing</i>	Baker yang kurang disiplin	7	6	3	126
	Kurangnya pengetahuan menjalankan mesin <i>moulding</i>	Kurangnya <i>training</i> cara menjalankan mesin <i>moulding</i>	8	7	5	280
	Kurang pengawasan dalam mesin <i>proofing</i>	Baker yang kurang disiplin	7	8	3	168
	<i>Dough</i> kurang garam	Baker yang berpengalaman jumlahnya sedikit	8	3	8	192
	Temperatur <i>dough</i> terlalu panas	Kurang air es sebagai pendingin <i>dough</i>	9	3	8	216
	<i>Resting</i> kurang lama untuk <i>dough</i> yang terakhir	Mekanisme penempatan <i>loaf</i> yang kurang baik	8	9	5	360
	<i>Over mixing</i>	Ukuran waktu baku untuk setiap adonan tidak sama	7	4	3	84

#### 4. Pembahasan

Berdasarkan Tabel 2. FMEA *Bald* dengan Prioritas Metode, didapatkan dua modus kegagalan potensial yang menunjukkan angka RPN tertinggi, diantaranya volume yang kurang maksimal dan *resting* kurang lama untuk *dough* yang terakhir. Penulis menganalisa bahwa penyebab-penyebab dari modus kegagalan potensial volume kurang maksimal dalam satu *loaf* dikarenakan pemisahan *dough* dilakukan dengan cara manual (angka RPN sebesar 640) dan peletakan *dough* yang tidak seimbang (angka RPN sebesar 576). Sedangkan untuk modus kegagalan potensial *resting* kurang lama untuk *dough* yang terakhir, disebabkan oleh mekanisme penempatan *loaf* yang kurang baik (angka RPN sebesar 400).

Pada penyebab potensial mengenai pemisahan *dough* yang dilakukan dengan cara manual, hasil wawancara memberikan tingkat *severity* sebesar 8, *occurrence* sebesar 8 dan *detection* bernilai 10. Penilaian ini menunjukkan bahwa pemisahan *dough* yang dilakukan dengan cara manual menjadi penyebab yang cukup besar, cukup sering dilakukan dan kesalahan tersebut sangat mudah untuk dideteksi. Performa dari produk akan menurun sehingga target kuantitas produksi tidak tercapai dengan baik. Sedangkan berdasarkan hasil wawancara untuk penyebab potensial mengenai peletakan *dough* yang tidak seimbang, tingkat *severity* sebesar 9, *occurrence* sebesar 8 dan *detection* sebesar 8. Dan dengan demikian menunjukkan bahwa tingkat kegagalan yang terjadi sangat tinggi, cukup sering terjadi dan kegagalan cukup mudah untuk dideteksi. Produktivitas dari produk tentu saja menurun, namun karena kemungkinan terjadinya tidak terlalu tinggi, menjadikan penyebab potensial ini tidak akan selalu terjadi pada setiap proses produksi.

Untuk penyebab potensial mengenai mekanisme penempatan *loaf* yang kurang baik, tingkat *severity* menunjukkan nilai 8, *occurrence* sebesar 10, dan *detection* sebesar 5. Hasil ini memberikan interpretasi bahwa penempatan *loaf* yang tidak seimbang merupakan penyebab yang cukup berpengaruh pada hasil akhir, sangat sering terjadi namun kegagalan tersebut sukar untuk dideteksi. Dengan demikian, penyebab potensial ini ada kemungkinan tidak dapat selalu terdeteksi dengan baik sebagai penyebab kegagalan utama dari proses produksi.

Berdasarkan Tabel 2. FMEA *Bald* dengan Prioritas Orang, didapatkan satu modus kegagalan potensial yaitu kurangnya ketegasan senior, dengan angka RPN tertinggi sebesar 504. Analisa yang dilanjutkan ke penyebab potensial didapatkan bahwa hubungan vertikal dalam proses produksi tidak berlangsung dengan baik. Berdasarkan hasil wawancara, penilaian *severity*, *occurrence*, dan *detection* berturut-turut adalah 9, 8, dan 7. Dan dengan demikian menunjukkan bahwa penyebab ini sangat berpengaruh pada hasil akhir produksi, cukup sering untuk terjadi, dan cukup mudah untuk dideteksi.

Performa hasil produksi dapat menurun karena penyebab ini, dan kemungkinan permasalahan akan berulang kembali akibat pendeteksian penyebab yang cukup tinggi. Terlihat ketika proses produksi dijalankan, senior tidak terlalu sering menegur bawahannya ketika terjadi kesalahan dalam proses produksi.

Analisa penulis berikutnya berdasarkan tabel 4.22 FMEA *Wrinkle* dengan Prioritas Orang, menunjukkan satu modus kegagalan potensial yang memiliki tingkat RPN yang paling tinggi sebesar 280, yaitu kurangnya pengetahuan dalam menjalankan mesin *moulding*. Dari hasil ini pula, analisa penulis mengarah pada kurangnya *training* untuk cara menjalankan mesin *moulding* yang berdasarkan wawancara memberikan tingkat *severity*, *occurrence* dan *detection* berturut-turut sebesar 8, 7, dan 5. Penilaian ini diartikan bahwa penyebab potensial memberikan pengaruh yang tinggi pada hasil produksi, cukup sering terjadi, namun sukar dideteksi. Pengaruh dari penyebab potensial ini tentu saja ketidakteraturan kualitas produksi akibat cara menjalankan mesin *moulding* yang tidak benar, dan cukup sering terjadi akibat kurangnya *training* cara menjalankan mesin. Namun demikian, penilaian *detection* sebesar 5 diberikan karena penyebab potensial ini tidak sering dapat dilihat atau dideteksi.

Berdasarkan Tabel 2. FMEA *Wrinkle* dengan Prioritas Metode, didapatkan dua modus kegagalan potensial dengan RPN tertinggi sebesar 360 pada *resting* kurang lama untuk *dough* yang terakhir, dan angka RPN sebesar 216 untuk temperatur *dough* yang terlalu panas. Dari hasil demikian, penyebab potensial untuk modus kegagalan potensial *resting* kurang lama untuk *dough* yang terakhir, adalah mekanisme penempatan *loaf* yang kurang baik. Dan berdasarkan hasil wawancara menunjukkan tingkat *severity* sebesar 8, *occurrence* sebesar 9, namun *detection* sebesar 5. Penyebab potensial ini menjadi permasalahan utama dalam proses produksi dan sangat sering terjadi, namun sukar untuk dideteksi karena sistem kerja produksi tidak terlalu baik.

Selanjutnya, untuk modus kegagalan potensial temperatur *dough* terlalu panas, penulis menganalisa penyebab potensialnya adalah air es yang kurang sebagai pendingin *dough*. Hasil wawancara memberikan penilaian *severity*, *occurrence* dan *detection* berturut-turut sebesar 9, 3, dan 8. Penyebab kegagalan ini menunjukkan bahwa kesalahan yang terjadi dapat berakibat buruk untuk performa hasil produksi, namun tidak sering terjadi, dan cukup mudah untuk dideteksi. Hal ini terlihat ketika *mixing dough*, dimana jika kekurangan air es akan merusak struktur dari *dough*. Hal ini mudah dideteksi, namun tidak sering terjadi.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Jenis cacat dan penyebab terjadinya kegagalan produk pada CV.Essen adalah:
  - a. Cacat *bald* dengan penyebab potensi kegagalan adalah volume kurang maksimal, *dough* kurang fermentasi, *dough* kelebihan fermentasi, *resting* kurang lama untuk *dough* yang terakhir, kurang air, kurang pengawasan pada *proofing*, kurangnya pengetahuan mengenai proses produksi, kurang ketegasan senior.
  - b. cacat *wrinkle* dengan penyebab potensi kegagalan adalah kurang pengawasan dalam *mixing*, kurang pengetahuan menjalankan mesin *moulding*, kurang pengawasan dalam mesin *proofing*, *dough* kurang garam, temperatur *dough* terlalu panas, *resting* kurang lama untuk *dough* yang terakhir.
2. CV. Essen masih memiliki kekurangan dalam proses pengendalian kualitas. Berdasarkan fakta yang terjadi di lapangan, jika terdapat kegagalan dilakukan perbaikan pada waktu yang sama serta dilakukan pemeriksaan pada mesin ketika terjadi permasalahan tanpa mengetahui penyebab kecacatan produk tersebut.
3. Usulan perbaikan yang diberikan untuk perusahaan secara keseluruhan adalah lebih meningkatkan pengawasan pada proses produksi dan memberikan *training* mengenai proses produksi serta memberikan *training* menjalankan mesin mesin *moulding*.

## Daftar Pustaka

- Ariani, Dorothea Wahyu (2004) "Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas)" Edisi Satu. Penerbit: ANDI OFFSET, Yogyakarta.
- Besterfield, Dale H. (2003) "Total Quality Management" Third Edition. Penerbit: Prentice Hall.
- Dyadem Engineering Corporation (2003) "Guidelines for Failure Mode and Effects Analysis, For Automotive, Aerospace and General Manufacturing Industries".Penerbit: CRC Press, Kanada.
- Foster, S. Thomas (2004) "Managing Quality; An Integrative Approach". Second Edition. Penerbit: Prentice Hall.
- Gaspersz, Vincent (1998) "Statistical Process Control (Penerapan Teknik-Teknik Statistikal dalam Manajemen Bisnis Total)" Penerbit: PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gitlow, Howard S. Dan David M. Levine (2005) "Six Sigma for Greenbelts and Champions: Foundations, DMAIC, Tools, Cases, and Certification" Penerbit: Prentice Hall.
- Grant, Eugene L. & Richard S. Leaveworth (1996). "Statistical Quality Control". Seventh Edition. Penerbit: McGraw Hill, USA.
- Kolarik, William. J (1999) "Creating Quality" Penerbit

- : McGraw Hill, USA
- Nadia, Rahmadhani (2011) "Analisa Penyebab Kegagalan Produk Woven Bag Dengan Menggunakan Metode FMEA (Studi Kasus PT Indomaju Tektindo Kudus)". Tugas Sarjana Teknik Industri Universitas Diponegoro.
- Nasution, Ir. Arman Hakim (2006) "Manajemen Industri" Penerbit: ANDI
- Pande, Peter S. (2005) "*The Six Sigma Way: An Implementation Guide for Process Improvement Teams*". Penerbit: McGraw Hill, USA.
- Pyzdek, Thomas (2001) "*The Six Sigma Handbook: A Complete Guide for Greenbelts, Blackbelts, and Managers at All Levels*". Penerbit: McGraw Hill.
- Singarimbun, Masri & Sofian Effendi (1990) "Metode Penelitian Survei" Edisi Revisi. Penerbit: LP3ES.
- Stamatis, D. H (1995) "*Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*". Penerbit: ASQC Quality Press, Milwaukee.
- Tjiptono, Fandy. Diana, Anastasia (2001) "*Total Quality Management*" Penerbit: Andi, Yogyakarta.
- Trihendradi, Cornelius (2006) "Statistik *Six Sigma* dengan Minitab (Panduan Cerdas Inisiatif Kualitas  $6\sigma$ )". Penerbit: ANDI OFFSET, Yogyakarta.
- 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*, Vol. 36, pp. 1195-1207.
- Wignjosoebroto, Sritomo (2003) "Pengantar Teknik & Manajemen Industri" Edisi Pertama. Penerbit: Guna Widya.
- Yeh, R.H. and M.H. Hsieh. 2007. *Fuzzy assessment of FMEA for a sewage plant. Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*, 24, 505-512.