

## **INTEGRASI FAILURE TRACKING MATRIX BERBASIS HOUSE OF QUALITY DAN FAILURE MODES EFFECT ANALYSIS UNTUK PELACAKAN KEGAGALAN PROSES PADA SISTEM PEMELIHARAAN**

**Yustina Suhandini Tjahjaningsih<sup>1</sup>, Mustakim<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Panca Marga Probolinggo  
Email: yustina.suhandini@upm.ac.id; yustina.upm@gmail.com

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk membangun model pelacakan kegagalan proses pada sistem pemeliharaan sehingga kelancaran produksi terjamin dan menghasilkan produk yang berkualitas. Model dibangun dengan mengembangkan model pengendalian kualitas *Defect Tracking Matrix* (DTM) yang dikembangkan oleh Wang & Ling (2007) yang menjadi dasar pengembangan model *Failure Tracking Matrix* (FTM). Untuk mencegah/mengurangi resiko kegagalan proses terulang kembali dilakukan analisis dengan metode FMEA. FTM juga bisa menjadi masukan pembuatan model *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Dari Penerapan studi kasus di Divisi Produksi 2 PT KTI dengan analisis FTM didapatkan 21 jenis *Failure Mode* (FM) dan 19 *functional failure component* (FC) pada 3 modul produk rangka piano Kawai yang mempunyai *defect* terbesar dalam 6 bulan terakhir. Hasil FTM setelah diintegrasikan dengan FMEA didapatkan 10 prioritas perbaikan berdasarkan nilai RPN dan saran perbaikan dilakukan untuk menghindari terulangnya kegagalan proses produksi pada 5 mesin di Divisi produksi 2 yang digunakan untuk memproduksi rangka piano Kawai.

**Kata kunci:** *Failure Tracking Matrix* (FTM), *Maintenance System*, *Failure Modes*, *Effect Analysis* (FMEA)

### **Abstract**

*The purpose of the research is to build a model of failures tracking in the maintenance system so that smooth production is guaranteed. The model was built by developing a quality control model for Defect Tracking Matrix (DTM), its developed by Wang & Ling (2007) which became the basis for developing the Failure Tracking Matrix (FTM) model. To reduce the risk of failure the recurrence process is analyzed by the FMEA method. FTM can also be an input for making the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) model. From the application of case studies in PT KTI's Production Division 2 with FTM analysis, 21 types of failures mode (FM) and 19 functional failures component (FC) were obtained in 3 modules of Kawai piano frame products that had the largest defects in the last 6 months. The FTM results after being integrated with FMEA obtained 10 repair priorities based on the value of the RPN and suggested improvements were made to avoid a repeat of the production process failure on 5 machines in the Production Division 2 used to produce Kawai piano frames.*

**Keywords:** *Failure Tracking Matrix* (FTM), *Maintenance System*, *Failure Modes*, *Effect Analysis* (FMEA)

## PENDAHULUAN

Kompleksitas persaingan suatu industri menyebabkan setiap perusahaan harus selalu berusaha meningkatkan kualitasnya agar kepuasan pelanggan dapat terwujud. Meningkatnya intensitas dan tingkat persaingan biasanya juga diikuti dengan semakin tingginya kualitas para pesaing yang terlibat. Oleh karena itu memperoleh keunggulan kompetitif dan mempertahankannya sangat penting bagi keberhasilan jangka panjang suatu Perusahaan (David, 2009). Perhatian suatu perusahaan tidak terbatas pada produk atau jasa yang dihasilkan saja, tetapi juga pada aspek proses dan sumber daya manusia untuk menunjang kelancaran proses produksi terjamin.

Kelancaran proses produksi yang didukung oleh mesin produksi yang berjalan lancar akan menghasilkan produk yang berkualitas. Kesiapan dan keandalan fasilitas dan peralatan-peralatan yang dimiliki perusahaan harus dipelihara agar tidak mengganggu proses produksi. Pemeliharaan (*maintenance*) dalam suatu perusahaan/industri merupakan salah satu faktor yang penting dalam mendukung proses produksi yang mempunyai daya saing di pasaran. Beberapa metode untuk menganalisis dan merencanakan sistem pemeliharaan terus dikembangkan, antara lain dengan menggunakan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan mengintegrasikannya dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mencegah kegagalan fungsi mesin terulang (Febianti, dkk., 2016; Sari dan Ridho, 2016; Gumayri, 2014; Aufar, dkk., 2014).

Meskipun sudah dilakukan analisis dan perencanaan pemeliharaan/perawatan, kejadian kualitas terganggu karena proses produksi terhenti disebabkan kerusakan mesin, masih terjadi di Perusahaan. Penanganan yang cepat untuk mengatasi kerusakan mesin yang terjadi akan mengurangi terjadinya waktu *downtime* yang terlalu lama, sehingga kerugian akibat *breakdown* mesin bisa ditekan seminimal mungkin. Oleh karena itu mengantisipasi sejak awal dengan mengetahui jenis jenis kegagalan proses yang terjadi di mesin produksi adalah hal yang penting baik bagi unit produksi maupun unit pemeliharaan. Wang & Ling (2007) mengembangkan suatu alat pengendalian kualitas baru yang disebut *Defect Tracking Matrix* (DTM) yang berdasarkan *house of quality* untuk pelacakan *defect* dalam proses produksi yang bersifat *Mass Customization Production* (Tjahjaningsih, dkk, 2012). Alat tersebut digunakan untuk melacak *defect* selama proses berlangsung, tetapi belum digunakan untuk pelacakan kegagalan proses. Oleh karena itu pada penelitian ini, DTM dikembangkan untuk pelacakan kegagalan proses sehingga deteksi awal kegagalan proses pada mesin produksi selama produksi berlangsung bisa dideteksi lebih awal. Pengembangan tersebut dinamakan *Failure Tacking Matric* (FTM) yang mempunyai langkah seperti dalam DTM (Wang & Ling, 2007). Untuk menghindari terulangnya kegagalan proses dan memprioritaskan perbaikan kegagalan proses digunakan metode *Failure Modes effect Analysis* (FMEA).

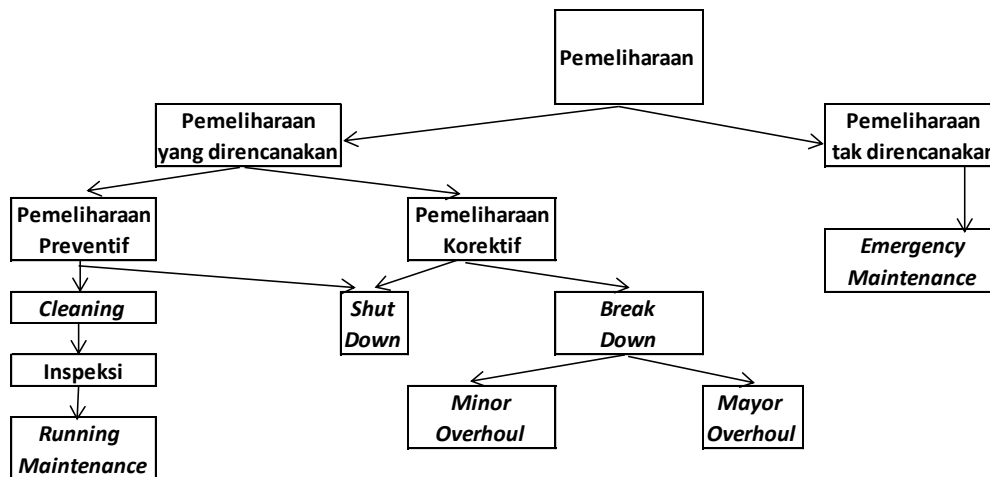
Metode FMEA merupakan suatu metode untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengelola resiko secara efektif dalam suatu kegiatan (Hayati & Abroshan, 2017). Keunggulan dari metode FMEA ini dapat melakukan identifikasi perawatan mesin yang harus diprioritaskan terlebih dahulu sehingga meminimalisir terjadinya *downtime* terlalu lama. Metode ini sudah sering diintegrasikan dengan *tool* pengendalian kualitas yang lain, misalnya FMEA dengan QFD, FMEA dengan *Fault Tree Analysis*, FMEA dengan Kano, dan lain lain (Sutrisno & Lee, 2011). Dari penelitian sebelumnya seperti yang dijelaskan pada penelitian Sutrisno & Lee (2011), belum ada yang mengintegrasikan dengan FTM yang merupakan pengembangan dari metode DTM. Integrasi kedua metode ini digunakan untuk mendukung sistem pengendalian kualitas dan pemeliharaan di industri agar lebih efektif.

**TINJAUAN PUSTAKA**

**Manajemen Pemeliharaan/Perawatan.**

Pemeliharaan di suatu industri merupakan salah satu faktor yang penting dalam mendukung suatu proses produksi yang mempunyai daya saing di pasaran. Pemeliharaan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menjaga atau memperbaiki setiap fasilitas agar tetap dalam keadaan yang dapat diterima menurut standar yang berlaku pada tingkat biaya yang wajar. Manajemen pemeliharaan diartikan sebagai usaha menggunakan fasilitas produksi agar kontinuitas produksi dapat terjamin dan menciptakan operasi produksi yang memuaskan sesuai rencana, sehingga fasilitas tersebut tidak mengalami kerusakan selama dipergunakan dalam waktu tertentu.

Secara umum, ditinjau dari saat pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan, dapat dibagi menjadi dua cara yaitu pemeliharaan yang direncanakan (*Planned Maintenance*), dan pemeliharaan yang tidak direncanakan (*Unplanned Maintenance*). Secara skematik pembagian pekerjaan pemeliharaan dapat dibagi menjadi dua cara.



**Gambar 1.** Pembagian pemeliharaan

Jenis jenis pemeliharaan terdiri dari 6 bentuk pemeliharaan yaitu :

1. Pemeliharaan pencegahan (*Preventive Maintenance*).
2. Pemeliharaan korektif (*Corrective Maintenance*)
3. Pemeliharaan berjalan
4. Pemeliharaan prediktif
5. Pemeliharaan setelah terjadi kerusakan (*Breakdown Maintenance*)
6. Pemeliharaan darurat (*Emergency Maintenance*)

**Pengendalian Kualitas**

Pengendalian kualitas merupakan aktivitas teknik dan manajemen yang digunakan untuk mengukur ciri ciri kualitas produk, membandingkan dengan spesifikasi atau persyaratan dan mengambil tindakan apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dengan standar (Montgomery,1996). Menurut definisi ISO 9000:2000 (QMS-Fundamental and Vocabulary), *quality control (section 3,2,10): part of quality management focused on fulfilling quality requirements. Quality assurance (section 3.2.11) : part of quality management focused on providing confidence that quality requireents will be fulfilled.* Jadi *quality control* terfokus pada pemenuhan persyaratan mutu (produk/servis).

Dalam penelitian Zhao, dkk. (2008) mengidentifikasi 11 publikasi yang berkaitan langsung dengan pengendalian kualitas, setengah dari tulisan dalam jurnal tidak

mudah diakses. Upaya penelitian pada subyek berkonsentrasi tentang tuntutan kualitas ke dalam desain produk, atau menggabungkan indeks kualitas dalam desain produk. David Garvin (dalam Lovelock, 1994) mengidentifikasi adanya lima alternatif perspektif kualitas yang biasa digunakan yaitu (Tjiptono & Diana, 2003):

1. *Transcendental Approach*

Kualitas dalam pendekatan ini dapat dirasakan atau diketahui, tetapi sulit didefinisikan dan dioperasionalkan.

2. *Product-based Approach*

Pendekatan ini menganggap kualitas sebagai karakteristik atau atribut yang dapat dikuantifikasikan dan dapat diukur.

3. *User-based Approach*

Pendekatan didasarkan pada pemikiran bahwa kualitas tergantung pada orang yang memandangnya, dan produk yang paling memuaskan preferensi seseorang.

4. *Manufacturing-based Approach*

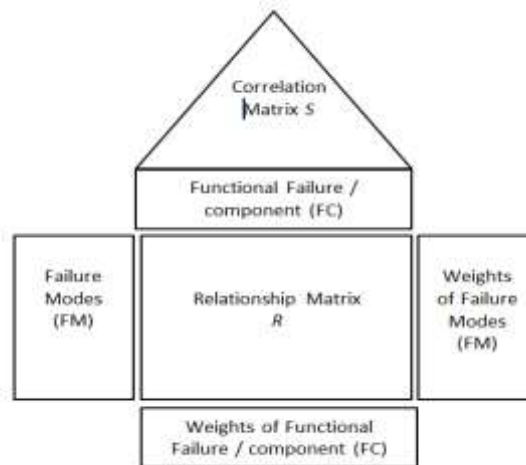
Perspektif ini bersifat *supply-based* dan terutama memperhatikan praktik-praktik perekrayaan dan pemanufaktura, serta mendefinisikan kualitas sebagai sama dengan persyaratannya (*conformance requirements*)

5. *Value-based Approach*

Pendekatan ini memandang kualitas dari segi nilai dan harga.

**Failure Tracking Matrix (FTM)**

FTM dikembangkan berdasarkan langkah-langkah pembuatan DTM yaitu :



**Gambar 2.** Failure tracking matrix

1. Tentukan *failure modes (FM)* yang mewakili jenis jenis kegagalan (*failure*) proses manufaktur.

Ada sejumlah  $i=1,2,...,m$  FMs,  $FM_i$ . Bobot dari FMs, ditentukan berdasar kesulitan dalam perbaikan (*maintenance*) dan biaya. Bobot dari  $FM_i$  ( $1,2,...,m$ ), ditandai dengan  $w(FM_i)$  dan ditentukan berdasarkan tingkat kesulitan dalam proses *maintenance* dan biaya.

2. Tentukan *functional failure/component (FC)*

Banyak atau sedikit perbaikan dalam kegagalan proses (*failure*) mempunyai beberapa *functional failure/component* . Ada  $j = 1,2,...,n$  FCs,  $FC_j$ . Bobot dari FCs ditentukan oleh keseriusan (*severity*) *failure* berpengaruh pada *breakdown maintenance*. Bobot dari FC ( $1,2,...,n$ ), ditandai dengan  $w(FC_j)$  dan ditentukan berdasarkan keseriusan *failure* berpengaruh pada *breakdown maintenance* yang menimbulkan seberapa besar *down time* terjadi.

3. Buat *relationship matrix*, *R*

*R* yang ditentukan berdasarkan estimasi dari sejauh mana tingkat pengaruh *FMs* terhadap *FCs*. Apabila perbaikan *FMs* dapat memperburuk *FCs*, diberi nilai positif, dan bila sebaliknya diberi nilai negatif. Baik positif maupun negatif diklasifikasikan dalam 3 level yaitu : *strong*, *medium*, dan *weak* dengan nilai integer 9, 3, 1, 0, -1, -3, -9 digunakan untuk mengukur tingkat hubungan (Temponi, 1999). Apabila tidak ada hubungan antara *FMs* dan *FC*, nilai  $R_{ij}$  diasumsikan 0.  $R_{ij}$  ditentukan oleh *experts* melalui kuesioner dan di hitung dengan mencari rata-rata dari nilai pada kuesioner.

4. Tentukan bobot dari *FMs* dan *FCs* menggunakan metode AHP, dimana pada penelitian ini digunakan *software expert choice* untuk perhitungan bobot AHP.

5. Buat kesimpulan dari matrik korelasi, *S*

Korelasi matrik atas *FC(s)* masing-masing mesin dihitung berdasarkan rumus sbb :

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^m [R_{ix} \cdot w(TAi) \cdot (R_{iy} \cdot w(FMi))] \tag{1}$$

$$= \sum_{i=1}^m R_{ix} \cdot R_{iy} \cdot w^2(FMi), \quad x, y = 1, 2, \dots, n, x \neq y \quad S = [S_{xy}]$$

Hubungan antara *FCs* bertentangan (*conflicting*) ketika  $S_{xy} \leq 0$  dan *cooperative* ketika  $S_{xy} \geq 0$ . Matrik korelasi *S* juga menggambarkan kekuatan dari hubungan berdasar nilai absolut dari  $S_{xy}$ .

**Analytic Hierarchy Process (AHP)**

AHP adalah salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria yang memungkinkan pengambilan keputusan menguraikan masalah yang kompleks menjadi suatu hirarki (Saaty, 1990). Salah satu kelebihan model ini adalah kemampuannya untuk menampung masukan masukan yang bersifat kualitatif (persepsi) yang kemudian dikuantitatifkan. Masukan-masukan kualitatif diperoleh dari *expert*. Metode AHP telah banyak digunakan untuk pengambilan keputusan untuk masalah yang kompleks, yang memerlukan pertimbangan faktor kuantitatif dan kualitatif misalnya dibidang pemerintahan, bisnis, industri, kesehatan, pendidikan, sosial ekonomi, keputusan desain proses, dan pengelolaan rantai pasok (Subramanian & Ramanathan, 2012; Mohajeri & Amin, 2010)

Prinsip utama dalam metode AHP adalah memecahkan masalah dalam bentuk hirarki. Hierarki yang dimaksud adalah gambaran struktur pokok yang mewakili masalah masalah yang kompleks. Dalam hierarki tersebut ada suatu tingkat-tingkat yang mewakili identifikasi masing-masing yang disebut dengan level. Langkah-langkah dalam analisis proses hirarki dalam AHP adalah sesuai prosedur (Saaty, 1990).

**Failure Mode & Effect Analysis (FMEA)**

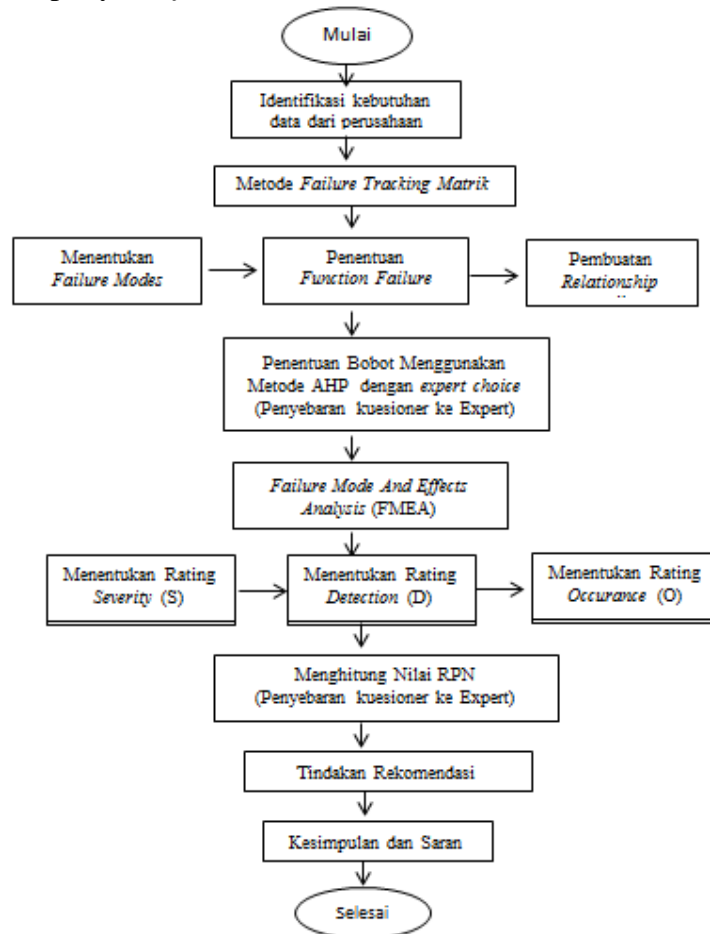
*Failure Mode Effect Analysis (FMEA)* pertama kali diperkenalkan oleh NASA pada tahun 1963 dan kemudian diadopsi serta dikembangkan oleh perusahaan motor Ford pada tahun 1970. FMEA merupakan *pendekatan bottom-up* dimulai dari mode-mode kegagalan potensial yang terjadi pada satu tingkat kemudian diteliti pengaruh atau efeknya pada tingkat sub sistem berikutnya (Sharma dkk, 2005). *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* ialah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin modus kegagalan. FMEA menilai resiko-resiko yang berhubungan dengan potensi kegagalan (*failure*) dan menyediakan dasar yang baik untuk pengklasifikasian karakteristik (Pyzdek, 2002). Sebuah FMEA yang baik dapat membantu para pembuat analisa dalam mengidentifikasi mode kegagalan potensial, penyebab dan efeknya. Disamping itu, FMEA dapat membantu dalam membuat prioritas dan tindakan korektif terhadap mode kegagalan

potensial tersebut. Tujuan utama dari FMEA adalah memungkinkan para analis untuk mengidentifikasi dan mencegah masalah yang teridentifikasi sebelum masalah tersebut mencapai konsumen. Untuk tujuan tersebut, risiko dari setiap mode kegagalan yang teridentifikasi akan dievaluasi dan diprioritaskan sehingga tindakan korektif yang tepat dapat dilakukan untuk mode kegagalan yang berbeda. Prioritas perbaikan ditentukan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang didapatkan dengan mengalikan nilai nilai *severity* (S), *occurrence* (O) dan *detection* (D).

$$RPN = S \times O \times D \tag{2}$$

**METODE PENELITIAN**

Penelitian diawali dengan mengambil data dari perusahaan untuk kebutuhan analisis FTM dengan menentukan modul yang jadi amatan penelitian berdasarkan 3 modul tertinggi yang mempunyai *defect* terbesar



**Gambar 3.** Langkah-langkah penelitian

Data yang diperoleh digunakan untuk analisis sesuai prosedur pada metode FTM dan FMEA dimana FTM berfungsi untuk pelacakan kegagalan proses selama produksi berlangsung di perusahaan. Sedangkan FMEA untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan dan menentuka 10 prioritas perbaikan yang harus segera ditindak lanjuti. Setelah data terkumpul selanjutnya menentukan nilai RPN dengan cara Menentukan *Rating Severity* (S), *Rating Detection* (D), dan *Rating Occurance* (O) berdasar

hasil kuesioner yang diisi oleh 5 *expert* yang ditunjuk oleh perusahaan.. Hasil dari nilai RPN berupa perawatan mesin yang harus diprioritaskan atau di dahulukan dilakukan saran tindakan perbaikan supaya kegagalan proses yang disebabkan *breakdown* mesin tidak terulang kembali.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

PT Kutai Timber Indonesia (PT KTI) adalah salah satu industri kayu lapis (*plywood*) dan *particle board*, yang juga memproduksi produk jadi dengan target pemasaran antara lain Jepang, Amerika Utara dan Uni Eropa. Dalam usaha mempertahankan mutu dan kelancaran operasi, salah satu faktor yang harus diperhatikan adalah perawatan fasilitas produksinya. Oleh karena itu menjaga kelancaran mesin-mesin produksi dengan manajemen perawatan (*maintenance*) yang baik dibutuhkan oleh manajemen perusahaan. Tujuan setiap industri manufaktur adalah menghasilkan produk yang dapat menghasilkan keuntungan, dan hal ini dicapai dengan cara menghasilkan produk yang berkualitas sesuai permintaan konsumen. Sistem pemeliharaan yang efektif dibutuhkan untuk meminimumkan *downtime* dikarenakan kerusakan peralatan.

Pengambilan data penelitian dilakukan pada Divisi Produksi II, Divisi *Maintenance*, dan Divisi *Quality Control* yang memproduksi beberapa produk jadi dan setengah jadi yaitu: *furniture* (lemari, pintu, hiasan dinding) dan rangka alat musik ( antara lain : rak piano, biola, *cover* biola, gitar ). Selain itu Produk yang dihasilkan meliputi panel pintu, *plywood*, *fancy*, *plywood standart*, *laminated* dan banyak produk *wood working*. Salah satu produk yang menjadi amatan adalah produk rak piano merk Kawai yang dikerjakan di unit *work working* dua (WW 2) dan *work working* 5 (WW 5). Rak piano yang dibuat berdasarkan beberapa pesanan *user* antara lain pesanan dari Kawai dan Yamaha. *Type-type* rak piano Kawai antara lain adalah CN 24, CN 25, dan yang terbaru adalah CN 27. Piano Kawai CN27 adalah model terbaru dari pendahulunya, Kawai CN25. Perbedaan variasi dari model- model tersebut sesuai dengan kebutuhan pelanggan.

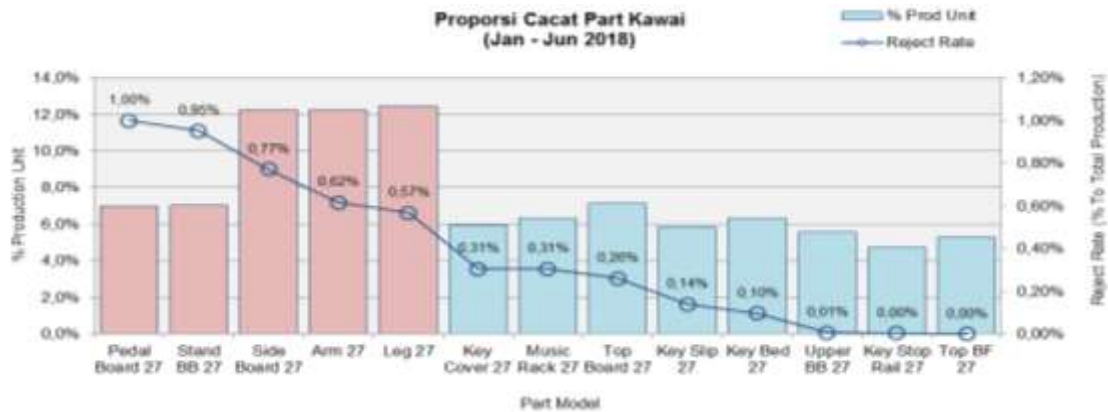


**Gambar 4.** Rak piano merk Kawai

Piano Kawai terdiri dari 19 modul, dari pengambilan data selama penelitian, diambil 3 modul yang menghasilkan cacat terbesar sehingga dilakukan proses repair dan afkir dengan data pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Data *Defect* Per Modul Produk Kawai Bulan Januari s.d. Juni 2018

<i>Part</i>	<i>Pcs</i>	<i>% Prod Unit</i>	<i>Reject Rate</i>
<i>Pedal Board 27</i>	5.450	7,0%	1,00%
<i>Stand BB 27</i>	5.496	7,0%	0,95%
<i>Side Board 27</i>	9.591	12,3%	0,77%
<i>Arm 27</i>	9.588	12,3%	0,62%
<i>Leg 27</i>	9.727	12,4%	0,57%
<i>Key Cover 27</i>	4.657	6,0%	0,31%
<i>Music Rack 27</i>	4.941	6,3%	0,31%
<i>Top Board 27</i>	5.583	7,1%	0,26%
<i>Key Slip 27</i>	4.559	5,8%	0,14%
<i>Key Bed 27</i>	4.949	6,3%	0,10%
<i>Upper BB 27</i>	4.364	5,6%	0,01%
<i>Key Stop Rail 27</i>	3.687	4,7%	0,00%
<i>Top BF 27</i>	4.147	5,3%	0,00%
<i>Total Kawai Product</i>	78.194		



**Gambar 5.** Grafik proporsi *defect* per modul Kawai

Dari tabel tersebut terlihat bahwa proporsi *defect* terbesar adalah pada modul *pedal board* memiliki prosentase cacat tertinggi, kemudian *stand backboard*, dan urutan ketiga adalah *side board 27*. Oleh karena itu, FTM yang akan dibuat adalah kegagalan proses pada mesin yang digunakan untuk proses produksi ketiga modul tersebut.

**Pembuatan *Failure Tracking Matrix* (FTM)**

Langkah langkah pembuatan FTM adalah sebagai berikut :

1. Menentukan *failure modes* (FM) yang mewakili jenis jenis kegagalan (*failure*) proses manufaktur dan *functional failure/component* (FC).

Berdasar data *failure modes* pada bulan Januari sampai dengan Juni 2018 di unit *workworking* 2 dan 5 dan wawancara terhadap proses produksi *pedal board*, *stand back board*, dan *side board* yang mempunyai cacat tertinggi didapatkan FM dan FC seperti terlihat pada Tabel 2.



**Tabel 2.** *Failure Modes (FM) dan Functional Failure/Component (FC)*

No	Failure Modes	FMs	Functional Failure/Component	
			FC s	
<i>Running Saw</i>				
1	Tip Saw Macet	FM 01	Tip Saw	FC 01
2	Pisau Goyang	FM 02	Cutter Block	FC 02
3	Bearing macet	FM 03	Bearing	FC 03
4	Overload(terbakar)	FM 04	Motor	FC 04
5	Aus	FM 05	shaft	FC 05
<i>PVC laminating</i>				
6	Roller patah/aus	FM 06	Roller	FC 06
7	Chain putus	FM 07	Chain conveyor	FC 07
8	Miring	FM 08	Paper laminating	FC 08
9	Tersumbat/kotor	FM 09	Glue spreader	FC 09
<i>Moulding</i>				
10	Belt putus	FM 10	Belt Spindel	FC 10
11	Jarum speed lepas	FM 11	Reducer	FC 11
12	Spindel overload,macet	FM 12	Spindel	FC 12
<i>Vertical Saw /Tatry</i>				
13	Piston rusak	FM 13	Piston	FC 13
14	Tombol on tidak fungsi	FM 14	Tombol on/off	FC 14
15	Buntu	FM 15	Ducting	FC 15
<i>CNC</i>				
16	Selang angin bocor	FM 16	Selang	FC 16
17	Stop pin inpestor nyala	FM 17	Pin	FC 17
18	Angin bocor	FM 18	Fitting piston	FC 18
19	Cak Body lepas	FM 19	Support	FC 19
20	Sensor rusak	FM 20	Sensor	FC 20
21	Axis x,y,z tidak bisa nol	FM 21	Panel Program	FC 21

2. Membuat *relationship matrix, R*.

Hasil wawancara dari pengisian kuesioner pada 5 *expert* yang ditunjuk oleh perusahaan yaitu: Kabag *Quality Control*, Kabag *Produksi P2*, Kabag *Maintenance*, Koordinator *Wood Working 2*, Koordinator *Wood Working 5* untuk membuat *relationship matrix, R* yang ditentukan berdasarkan estimasi dari sejauh mana tingkat pengaruh FMs terhadap FCs yang diklasifikasikan dalam 3 level yaitu : *strong, medium, dan weak* dengan nilai integer 9, 3, 1, 0, -1, -3, -9 didapatkan *matrix R* sebagai berikut:

**Tabel 3.** Hasil Kuesioner Pengaruh FMs Terhadap FCs untuk Mesin *Running Saw*

	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5
FM1	-3	-1	0	-3	0
FM2	-1	-9	0	0	-3
FM3	0	-3	-9	0	-3
FM4	0	-3	0	-9	-1
FM5	0	-3	-3	-1	-9
Jumlah	-4	-19	-12	-13	-16

Hasil kuesioner nilai FM1-FC1 mesin *Running Saw* adalah : -3, sedangkan total nilai FC1 dari hasil kuesioner adalah : -4, sehingga koefisien untuk nilai korelasi FM1-FC1 adalah :  $-3 / 4 = 0,75$ .

**Tabel 4.** Bobot dan Koefisien Korelasi FMs dan FCs

	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	w (Fm)
FM1	0,75	0,05	0,00	0,23	0,00	0,037
FM2	0,25	0,47	0,00	0,00	0,19	0,079
FM3	0,00	0,16	0,75	0,00	0,19	0,363
FM4	0,00	0,16	0,00	0,69	0,06	0,079
FM5	0,00	0,16	0,25	0,08	0,56	0,440
w (FC)	0,069	0,069	0,139	0,491	0,234	

3. Menentukan bobot dari *FMs* dan *FCs* menggunakan metode AHP.

Perhitungan Bobot dari *FMs*, ditentukan berdasar kesulitan dalam perbaikan (*maintenance*) dan biaya, sedangkan Bobot dari *FCs* ditentukan oleh keseriusan (*severity*) *failure* berpengaruh pada *breakdown maintenance* yang menimbulkan seberapa besar *down time* terjadi. Untuk mempermudah perhitungan dan analisis digunakan *software expert choice*.

**Tabel 5.** Pengaruh *FMs* terhadap *FCs* dan koefisien korelasi CNC.

	FC16	FC17	FC18	FC19	FC20	FC21
FM16	-3	0	-3	0	-1	-3
FM17	0	-3	0	0	-3	-3
FM18	-3	0	-3	0	-1	-3
FM19	-1	0	-1	-3	-3	-3
FM20	0	0	0	0	-9	-9
FM21	0	0	0	0	-3	-9
Jumlah	-7	-3	-7	-3	-20	-30

	FC16	FC17	FC18	FC19	FC20	FC21	w (Fm)
FM16	0,43	0,00	0,43	0,00	0,05	0,10	0,067
FM17	0,00	1,00	0,00	0,00	0,15	0,10	0,062
FM18	0,43	0,00	0,43	0,00	0,05	0,10	0,067
FM19	0,14	0,00	0,14	1,00	0,15	0,10	0,182
FM20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,30	0,203
FM21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,30	0,419
w (FC)	0,06	0,035	0,078	0,226	0,308	0,292	

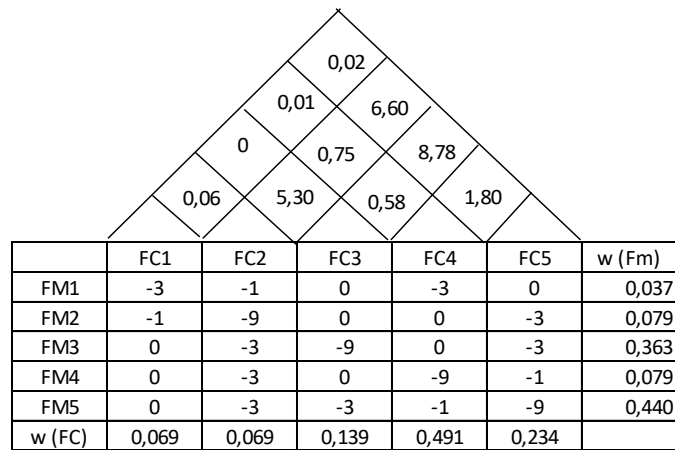
4. Membuat matrik korelasi, *S*

Korelasi matrik atap *FC(s)* masing masing mesin dihitung berdasarkan rumus sbb :

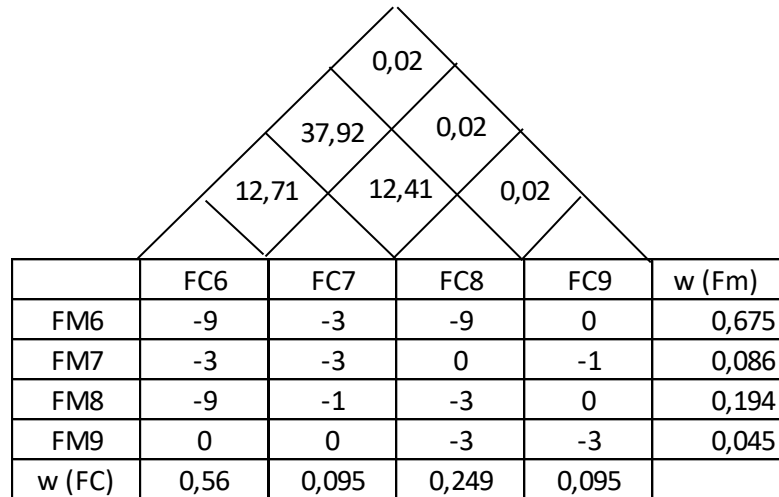
$$S_{xy} = \sum_{i=1}^m [R_{ix} \cdot w(TAi) \cdot (R_{iy} \cdot w(FMi))] \tag{3}$$

$$= \sum_{i=1}^m R_{ix} \cdot R_{iy} \cdot w^2(FMi), \quad x, y = 1, 2, \dots, n, x \neq y \quad S = [S_{xy}]$$

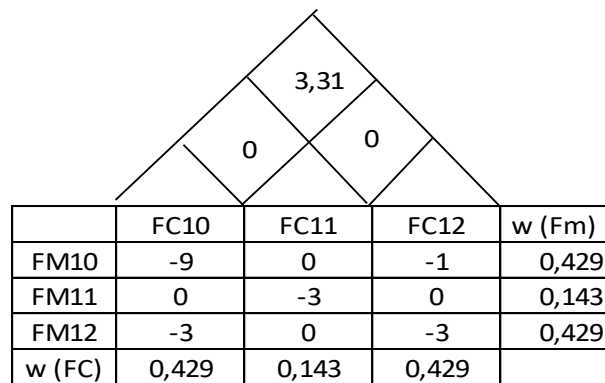
Hubungan antara *FC<sub>s</sub>* bertentangan (*conflicting*) ketika *S* (4) 0 dan *cooperative* ketika  $S_{xy} \geq 0$ . Matrik korelasi *S* juga menggambarkan kekuatan dari hubungan berdasar nilai absolut dari  $S_{xy}$ .



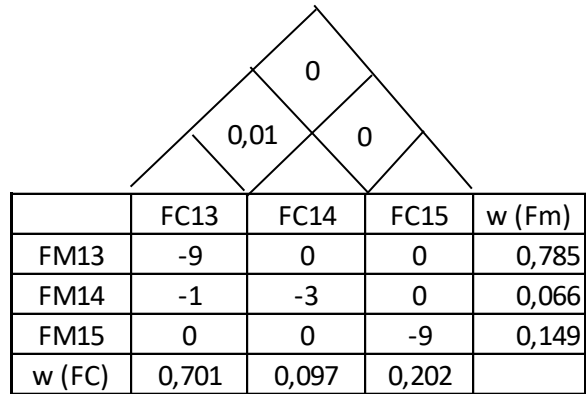
**Gambar 6.** FTM running saw



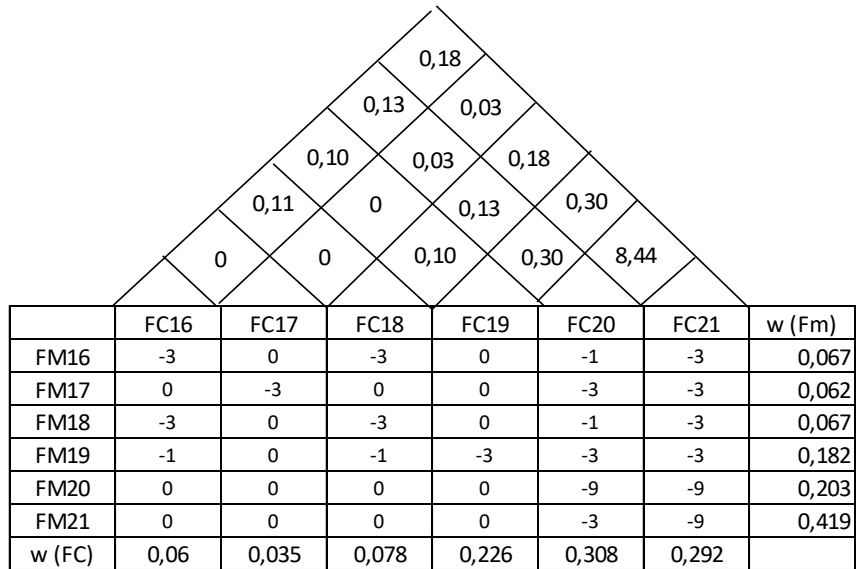
**Gambar 7.** FTM PVC laminating



**Gambar 8.** FTM moulding



Gambar 9. FTM vertical saw



Gambar 10. FTM CNC

5. FM dan FC yang diidentifikasi pada langkah pertama FTM digunakan untuk proses selanjutnya yaitu prosedur FMEA.

**Pengolahan Data FMEA**

Untuk mencegah terjadinya modus kegagalan proses terulang kembali, dilakukan analisis FMEA, dimana data masukan dari FMEA berupa identifikasi kegagalan potensial didapatkan dari tabel FTM. Selanjutnya dicari nilai *severity*(S), *occurrence*(O), dan *detection*(D) berdasar hasil kuesioner ke para *expert* di perusahaan. *Severity* (S) merupakan kuantifikasi seberapa serius kondisi yang diakibatkan jika terjadi kegagalan yang disebutkan dalam *Failure Effect*. Menurut tingkat keseriusan, *severity* dinilai pada skala 1 sampai 10. *Occurrence* (O) merupakan tingkat kemungkinan terjadinya kegagalan. Ditunjukkan dalam 10 Level (1,2,...,10) dari yang hampir tidak pernah terjadi (1) sampai yang paling mungkin terjadi atau sulit dihindari (10). *Detection* (D) menunjukkan tingkat kemungkinan lolosnya penyebab kegagalan dari kontrol yang sudah dipasang. Levelnya juga dari 1 – 10, dimana angka 1 menunjukkan kemungkinan untuk lewat dari kontrol (pasti terdeteksi) sangat kecil, dan 10 menunjukkan kemungkinan untuk lolos dari kontrol (tidak terdeteksi) adalah sangat besar. Untuk menentukan prioritas perbaikan dihitung nilai RPN yang merupakan perkalian dari nilai S x O x D.

**Tabel 6. Current Proccess Control**

No	Fungsi proses	Current process control	
		Sensor	Visual
1.	Running Saw		
	Tip Saw		√
	Cutter Block		√
	Bearing		√
	Motor		√
	shaft		√
2	PVC laminating		
	Roller		√
	Chain conveyor		√
	Paper laminating	√	
	Glue spreader	√	
3	Moulding		
	Belt Spindel		√
	Reducer	√	
	Spindel	√	
4	Vertical Saw /Tatry		
	Piston	√	
	Tombol on/off		√
	Ducting		√
5	CNC		
	Selang		√
	Pin	√	
	Fitting piston		√
	Support		√
	Panel Program	√	

Dari analisis FMEA seperti yang terlihat pada tabel 6, ditentukan 10 prioritas perbaikan sesuai urutan teringgi nilai RPN.

**Tabel 7. Urutan 10 Prioritas Perbaikan Berdasarkan Nilai RPN**

No	Fungsi Proses	Failure Mode	Failure Effect	S	O	D	RPN
1	Chain conveyor	Chain putus	Proses terhenti	10	5	9	450
2	Ducting	Buntu	Proses terganggu	5	8	9	360
3	Belt Spindel	Belt putus	Proses terganggu	10	4	7	280
4	Piston	Piston rusak	Proses terhenti	10	3	9	270
5	Pin	Stop pin inpestor nyala	Proses terganggu	9	3	8	216
6	Support	Cak Body lepas	Proses terganggu	10	2	9	180
7	Roller	Roller patah/aus	Proses terhenti	9	2	9	162
8	shaft	Aus	Proses terganggu	5	3	10	150
9	Bearing	Bearing macet	Proses terganggu	9	4	4	144
10	Tip Saw	Tip Saw Macet	Mesin stop	8	2	9	144

Berdasarkan nilai RPN (*risk priority number*) dan peringkat prioritas pada masing-masing mode kegagalan diusulkan tindakan rekomendasi untuk meminimalisasi mode kegagalan atau melakukan tindakan pencegahan agar tidak terjadi di masa yang akan datang. Rekomendasi perbaikan dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Tindakan Rekomendasi

No	Fungsi Proses	Failure Mode	Tindakan Rekomendasi
1	<i>Chain conveyor</i>	<i>Chain</i> putus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mengganti <i>chain</i> yang putus secara cepat</li> </ul>
2	<i>Ducting</i>	Buntu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• melakukan <i>maintenance</i> secara teratur</li> <li>• <i>check ducting</i> secara periodik, dan membersihkan sampah secara periodik.</li> </ul>
3	<i>Belt Spindel</i>	<i>Belt</i> putus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mengganti <i>belt</i> yang putus secara cepat</li> <li>• mengecek <i>belt</i> secara periodik</li> </ul>
4	<i>Piston</i>	<i>Piston</i> rusak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mengganti piston yang rusak secara cepat.</li> <li>• cek coil dan sensor secara periodik.</li> </ul>
5	<i>Pin</i>	<i>Stop pin</i> inpektor nyala	<ul style="list-style-type: none"> <li>• melakukan <i>maintenance</i> secara teratur</li> </ul>
6	<i>Support</i>	Cak <i>Body</i> lepas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cek mesin dan buka pangkon baut, ganti secara cepat, pasang pngkon <i>sliding</i>.</li> </ul>
7	<i>Roller</i>	<i>Roller</i> patah/aus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mengganti <i>roller</i> yang patah secara cepat</li> <li>• mengecek <i>roller</i> secara periodik</li> </ul>
8	<i>Shaft</i>	Aus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• melakukan <i>maintenance</i> secara teratur</li> <li>• mengganti <i>shaft</i> yang aus dengan cepat</li> </ul>
9	<i>Bearing</i>	<i>Bearing</i> macet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• membuat jadwal pelumasan (<i>greasing</i>)</li> <li>• ganti <i>bearing</i> secara cepat.</li> </ul>
10	<i>Tip Saw</i>	<i>Tip Saw</i> Macet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cek <i>tip saw</i> secara periodik dan bersihkan kotoran sampah yang ada.</li> </ul>

## PENUTUP

### Simpulan

1. Proporsi *defect* terbesar rangka piano kawai selama 6 bulan terakhir adalah pada modul *pedal board* memiliki prosentase cacat tertinggi, kemudian *stand backboard*, dan urutan ketiga adalah *side board* 27.
2. Analisis FTM yang diaplikasikan pada proses mesin produksi di WW 2 dan 5 didapatkan 21 jenis *Failure Mode* (FM) dan 19 *functional failure component* (FC) dengan bobot terbesar FM 13 dan FC 13 yaitu kerusakan piston pada *vertical saw*.
3. Analisis FMEA memberikan 10 prioritas perbaikan dari nilai RPN yang terbesar pada mode kegagalan *chain conveyor* putus dan yang terendah adalah pada *tip saw* macet, dimana saran rekomendasi telah diberikan untuk mencegah kegagalan proses terulang.
4. Integrasi FTM dan FMEA terbukti dapat diterapkan untuk mendeteksi kegagalan proses yang berlangsung selama produksi berjalan.

### Saran

1. Komitmen pemenuhan *preventif maintenance* secara rutin sesuai yang dijadwalkan diharapkan akan mengurangi kegagalan proses yang terjadi di Divisi Produksi 2 dengan mempertimbangkan analisis FTM dan FMEA.
2. Pengembangan pada penelitian ini masih terbuka luas antara lain menentukan tindakan preventif dan korektif untuk memperkecil *failure* sehingga kegagalan proses dapat ditekan seminimal mungkin dan nilai *breakdown time* semakin kecil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aufar A. Nur, dkk. 2014. Usulan Kebijakan Perawatan Area Produksi Trim Chassis dengan menggunakan metode RCM. Reka Integra ISSN: 2338-5081. *Jurnal Teknik Industri Itenas*, Vol 02(04).

- Febianti, Evi, dkk. 2016. Usulan perencanaan perawatan mesin roughing stand dengan pendekatan RCM. *Seminar Nasional IENACO*, ISSN: 2337 – 4349.
- Fred, R. David. 2009. *Manajemen Strategis. Konsep*, Edisi 12. Jakarta: Salemba Empat.
- Gumayri, Yusfiq. 2014. *Penerapan Sitem Perawatan menggunakan Metode RCM pada mesin Loom LSI-4* (Tugas Akhir). UMS, Surakarta.
- Hayati R. A. 2017. Risk Assessment Using Fuzzy FMEA (Case Study: Tehran Subway Tunneling Operations). *Indian Jurnal Of Science and Technoligy*.
- Montgomery. D.C. 1996. *An Introdcion to Statistical Quality Control*. New York: Wiley.
- Pyzdek. 2002. *The six sigma hand book*. Jakarta: PT Salemba Patria.
- Saaty, T.L. 1990. *The Analytic Hierarchy Process : Planning, Priority, Setting, Resource Allocation*. Pittsburgh: RWS.
- Sari, Diana P. dan Ridho M. R. 2016. Evaluasi Manajemen Perawatan dengan Metode RCM II pada Mesin Blowing I PT Pisma Putra Textile. *Jurnal Teknik Industri*, Vol.XI(2).
- Sharma R.K., Kumar D., dan Kumar P. 2005. Systematic Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Using Fuzzy Linguistic Modelling. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 22(9). 986 - 1004.
- Subramanian N. & Ramanathan R. 2012. A Review of Applications of Analytic Hierarchy Process in Operations Management. *International Journal Production Economics*, Vol. 138, 215-241.
- Tjahjaningsih, Yustina, S., dkk. 2012. Pengembangan model pengendalian kualitas pada sistem mass customization dengan mengintegrasikan QFD,DTM. *Prosiding Simposium Nasional RAPI XI,1412-9612*, I-133 s/d I-140.
- Tjiptono & Diana. 2003. *Total Quality Manajemen*. Yogyakarta: ANDI.
- Wang H. dan Ling Z. 2007. Defect Tracking Matrix For Mass Customization Production Based on Quality. *International Journal Flexibility Manufacturing System*, Vol. 19, 666-684.
- Willam, dkk. 2013. Rancangan Sistem Perawatan Mesin Pada Pabrik Crumb Rubber PT HB. *E-Journal Teknik Industri PT USU*. Vol 1(3), 11-17.
- Zhao, F., He,Z., dan Wu, D. 2008. Quality assurance of mass customization: a state of the art review. *Proceedings of IEEE Symposium on Advanced Management of Information for Globalized Enterprises*.