

**ANALISIS PENYEBAB CACAT PRODUK *FURNITURE* DENGAN  
MENGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA)  
DAN *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA)  
(STUDI KASUS PADA PT. EBAKO NUSANTARA)**

**Muhamad Firman Prayogi, Diana Puspita Sari, Ary Arvianto\***

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof Soedarto, SH Tembalang Semarang 50239  
Telp (024) 7460052

**Abstrak**

PT. Ebako Nusantara merupakan perusahaan yang bergerak di bidang furniture. Produk yang dihasilkan diantaranya kursi, meja, lemari, dan dipan. Sistem produksi yang dilakukan adalah dengan *make to order*. Tingginya tingkat defect pada proses produksi yang mencapai 34,86% dari jumlah part yang diproduksi menjadi permasalahan yang besar dikarenakan harus *re-work* produk-produk yang tidak sesuai yang berdampak pada lebih lamanya waktu proses. Dari permasalahan tersebut perlu dilakukan pengendalian kualitas agar mengurangi jumlah produk gagal. Upaya yang dilakukan untuk pengendalian produk gagal tersebut adalah dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi dan menganalisa kegagalan yang terjadi. Tujuan dari penggunaan FMEA adalah untuk mengetahui moda kegagalan mana yang memiliki nilai RPN paling tinggi dengan cara mengalikan tingkat keparahan, kejadian, dan deteksi. Selanjutnya moda kegagalan dengan nilai RPN diatas 100 dijadikan sebagai top level event pada diagram FTA. Metode FTA digunakan untuk mengetahui akar penyebab kegagalan yang terjadi. Pada PT. Ebako Nusantara moda kegagalan yang nilai RPNnya diatas 100 ada dua yaitu bubble dengan nilai 150 dan ukuran tidak sesuai dengan nilai 120. Penyebab kegagalan yang terjadi dibedakan menjadi dua yaitu kegagalan yang disebabkan oleh operator dan kegagalan karena mesin.

**Kata Kunci : Produk Cacat, Pengendalian Kualitas, FMEA, FTA**

**Abstract**

*Analysis Cause Defect Products Furniture By Using The Method Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) And Fault Tree Analysis (FTA) (Case Study In PT. Ebako Nusantara). PT. Ebako Nusantara is a company engaged in the field of furniture. The resulting products including chairs, tables, cabinets, and a crib. Production system does is make to order. High rates of defects in production processes that achieve 34.86% of the number of parts that are produced become large problems due to having to reworked products that do not fit the more impact on the length of time the process. According to the problems, the quality control is necessary in order to reduce amount of failed products. Efforts are being made to control the failed product is by using the method of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and the method of Fault Tree Analysis (FTA) to identify and analyse the failure happened. The purpose of the use of FMEA is to determine where the failure modes that have the highest RPN value by multiplying the severity, occurrence, and detection.. Then the failure modes with RPN values above 100 be come as a top-level event on the diagram FTA. The FTA method is used to find out the root cause of failures that have occurred. At PT. Ebako Nusantara is the failure mode of the RPNnya value above 100 there are two namely bubble with a value of 150 and the size does not correspond with a value of 120. The cause of the failure is happening differenciated into two failures that are caused by the operator and failure due to the machine.*

**Keyword: Defect Product, Quality Control, FMEA, FTA**

**1. Pendahuluan**

PT. Ebako Nusantara merupakan perusahaan yang bergerak di bidang *furniture*. Produk yang dihasilkan diantaranya kursi, meja, lemari, dan dipan. Sistem produksi yang dilakukan adalah

dengan *make to order*. Hingga saat ini, seluruh produk yang dihasilkan oleh PT. Ebako Nusantara diekspor ke berbagai Negara di Asia, Eropa, dan Amerika. Tingkat kualitas yang baik pada produk yang dihasilkan merupakan prioritas utama pada

perusahaan ini.

Permasalahan yang ada pada PT. Ebako Nusantara merupakan sebuah permasalahan yang mendasar pada dunia perindustrian, yaitu terdapat produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi atau biasa disebut dengan produk cacat. Total produksi komponen *furniture* pada bulan Juni, Juli, dan Agustus tahun 2016 sebesar 8.154 pcs. Produk cacat yang dihasilkan akibat dari kesalahan-kesalahan dalam proses produksi masih sangat tinggi, dari data yang diperoleh perusahaan menunjukkan bahwa rata-rata jumlah komponen produk yang cacat selama tiga bulan tersebut sebesar 2.339 pcs. Jumlah komponen produk cacat tersebut mencapai 34,86% dari hasil produksi.

Tingginya tingkat *defect* pada proses produksi tersebut merupakan sebuah permasalahan yang besar yang dihadapi oleh PT. Ebako Nusantara yang menginginkan *defect* seminimal mungkin. Dengan tingginya produk cacat yang dihasilkan, sehingga mengharuskan PT. Ebako Nusantara melakukan pengecekan sampling secara ketat dan harus *rework* komponen produk yang tidak sesuai yang berdampak pada lebih lamanya waktu proses.

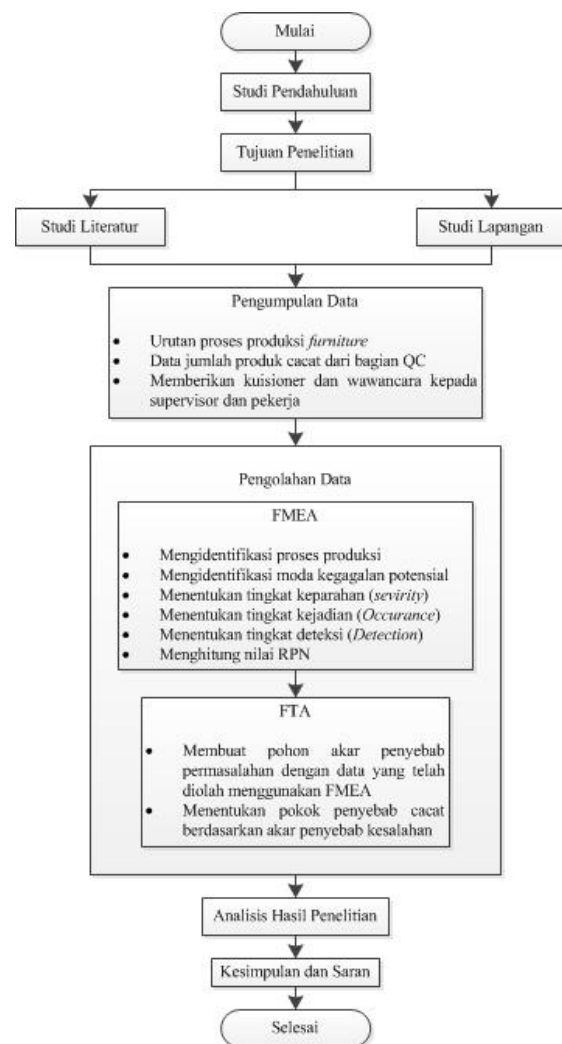
Dari permasalahan yang ada di PT. Ebako Nusantara mengenai produk *defect* perlu dilakukan pengendalian kualitas agar mengurangi jumlah produk cacat tersebut. Karena pengendalian kualitas merupakan alat yang sangat berguna dalam membuat produk dengan spesifikasi yang ditentukan sejak dari awal proses hingga akhir proses. Sehingga kualitas produk yang dihasilkan akan tetap terjaga dan dapat memenuhi demand dengan baik. Untuk itu maka PT. Ebako Nusantara membutuhkan upaya untuk memperbaiki keadaan tersebut dengan mencari penyebab timbulnya cacat dan mengetahui variasi-variasi yang menjadi penyebabnya.

Upaya yang dilakukan untuk pengendalian produk gagal tersebut adalah dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). FMEA adalah sebuah teknik yang digunakan untuk mendefinisikan, mengidentifikasi, dan menghilangkan kegagalan serta masalah pada proses produksi, baik permasalahan yang telah diketahui maupun yang yang berpotensi terjadi pada system (Stamatis, 1995). Setelah didapatkan hasil dari metode FMEA, untuk mengetahui akar penyebab masalah maka akan diolah lagi dengan menggunakan *Fault tree Analysis* (FTA). FTA merupakan analisis yang digunakan untuk

menentukan penyebab potensi kegagalan yang terjadi di dalam system (Swarup, 2014). Diharapkan dengan menggunakan metode FMEA dan FTA, penyebab terjadinya *defect* pada proses produksi PT. Ebako Nusantara dapat dideteksi dan dievaluasi. Sehingga perusahaan dapat mengurangi kerugian yang berdampak pada peningkatan performansi perusahaan. Kemudian dilakukan rekomendasi dari hasil pengolahan data pada kedua metode tersebut.

## 2. Metodologi Penelitian

Dalam memecahkan masalah pada penelitian yang dilakukan, terdapat langkah-langkah yang akan dilakukan yang dapat menguraikan pendekatan dan model dari masalah tersebut. Langkah-langkah tersebut akan dijelaskan pada gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1 Alur Penelitian

### Pengumpulan Data

Dalam penelitian tugas akhir ini, data yang akan dikumpulkan adalah data jumlah produksi komponen, jumlah cacat yang terjadi, jenis cacat yang terdapat pada produk *furniture*, dan alur proses pembuatan *furniture* yang ada di PT. Ebako Nusantara. Pengambilan data dilakukan secara primer dan sekunder. Pengambilan data primer dilakukan melalui 2 cara, yaitu wawancara dan observasi. Sedangkan data sekunder didapatkan dari bagian QC PT. Ebako Nusantara yang berupa data jumlah produksi dan data jumlah produk cacat tahun 2016.

### Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

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 menyababkan terganggunya fungsi dari produk itu (*Chrysler, 2005*).

Pengolahan data menggunakan metode FMEA ini akan dilakukan dengan empat tahapan, yang pertama adalah menentukan rating keparahan, yang kedua adalah menentukan rating kejadian, yang ketiga adalah menentukan rating deteksi, dan terakhir adalah menghitung nilai RPN.

Pada tahap pertama metode FMEA yaitu melakukan identifikasi efek kegagalan potensial dan pemberian nilai *severity* (tingkat keparahan) terhadap moda kegagalan di masing-masing proses produksi. Setiap kegagalan memiliki efek yang ditimbulkan terhadap proses selanjutnya. Untuk pemberian nilai *severity*, langkah pertama adalah menentukan rating berdasarkan kriteria dampak pengaruh terhadap proses selanjutnya. Kemudian mengurutkan rating mulai dari angka 1 untuk yang efeknya paling kecil hingga angka 10 untuk yang efeknya paling besar. Seluruh anggota tim harus sudah memahami dan menyetujui rating yang telah ditentukan. Pada Tabel 1 berikut ini merupakan penentuan terhadap rating yang akan digunakan.

**Tabel 1 Nilai Rating Severity**

| Rating | Kriteria  |
|--------|---|
| 1      | Tidak ada pengaruh terhadap produk                            |
| 2      | Komponen masih dapat diproses dengan adanya efek sangat kecil |

**Lanjutan Tabel 1 Nilai Rating Severity**

| Rating | Kriteria   |
|--------|--|
| 3      | Komponen dapat diproses dengan adanya efek kecil   |
| 4      | Terdapat efek pada komponen, namun tidak memerlukan perbaikan  |
| 5      | Terdapat efek sedang, dan komponen memerlukan perbaikan  |
| 6      | Penurunan kinerja komponen, tapi masih dapat diproses  |
| 7      | Kinerja komponen sangat terpengaruh, tapi masih dapat diproses   |
| 8      | Komponen tidak dapat diproses untuk produk yang semestinya, namun masih bisa digunakan untuk produk lain |
| 9      | Komponen membutuhkan perbaikan untuk dapat diproses ke proses selanjutnya                                |
| 10     | Komponen tidak dapat diproses untuk proses selanjutnya   |

Tahap kedua yaitu mengidentifikasi penyebab kegagalan potensial dari *failure mode* (kesalahan) sehingga menimbulkan efek tersebut dan memberika nilai *occurance* (tingkat kejadian). Sama seperti tahapan sebelumnya, langkah pertama adalah menentukan rating untuk mengidentifikasi penyebab mana yang paling mungkin dan mana yang paling tidak mungkin. Kemudian mengurutkan rating mulai dari angka 1 untuk yang paling rendah kemungkinannya dan angka 10 untuk yang paling tinggi kemungkinannya. Pada Tabel 2 berikut ini merupakan penentuan terhadap rating yang akan digunakan.

**Tabel 2 Nilai Rating Occurance**

| Degree    | Berdasarkan frekuensi kejadian | Rating |
|-----------|--------------------------------|--------|
| Remote    | 0-10 per 100 pcs               | 1      |
| Low       | 11-20 per 100 pcs              | 2      |
| Low       | 21-30 per 100 pcs              | 3      |
| Moderate  | 31-40 per 100 pcs              | 4      |
| Moderate  | 41-50 per 100 pcs              | 5      |
| Moderate  | 51-60 per 100 pcs              | 6      |
| High      | 61-70 per 100 pcs              | 7      |
| High      | 71-80 per 100 item             | 8      |
| Very High | 81-90 per 100 item             | 9      |
| Very High | 91-100 per 100 item            | 10     |

Tahap ketiga adalah mengidentifikasi kontrol untuk mendeteksi isu-isu kesalahan yang ada dalam daftar. Untuk menentukan nilai *detection* (tingkat deteksi), langkah pertama adalah menentukan rating berdasarkan efektifitasnya dalam mendeteksi

dan mencegah kesalahan. Angka 1 artinya *failure* memiliki kontrol yang dapat dibuang sempurna, dan angka 10 berarti tidak memiliki kontrol apapun terhadap *failure*, atau memiliki kontrol namun sangat lemah. Pada tabel 3 Berikut ini merupakan rating yang akan digunakan terhadap penentuan nilai *detection* nantinya.

**Tabel 3 Nilai Rating *Detection***

| <i>Detection</i>     | Keterangan   | Rating |
|----------------------|--|--------|
| Hampir tidak mungkin | Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi  | 10     |
| Sangat jarang        | Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk atau penyebab kegagalan            | 9      |
| Jarang               | Alat pengontrol saat ini sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan                    | 8      |
| Sangat rendah        | Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat rendah        | 7      |
| Rendah               | Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan rendah               | 6      |
| Sedang               | Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang               | 5      |
| Agak tinggi          | Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang sampai tinggi | 4      |
| Tinggi               | Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan tinggi               | 3      |
| Sangat tinggi        | Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat tinggi        | 2      |
| Hampir pasti         | Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan hampir pasti         | 1      |

Kemudian melakukan perhitungan RPN (*Risk Priority Number*). Nilai RPN diperoleh dari hasil

perkalian nilai *severity*, *occurrence* dan *detection*. Dari nilai RPN tersebut dapat diketahui pada mode kegagalan apa yang memiliki nilai paling tinggi untuk dilakukan perbaikan. Jika misalnya *failure* memiliki poin *severity* 10 (paling besar efeknya), *occurrence* 10 (terjadi setiap waktu), dan *detection* 10 (tidak terdeteksi), nilai RPN menjadi 1000. Ini berarti kondisi telah sangat serius.

#### ***Fault Tree Analysis (FTA)***

*Fault Tree Analysis* adalah suatu analisis pohon kesalahan secara sederhana dapat diuraikan sebagai suatu teknik analitis. Pohon kesalahan adalah suatu model grafis yang menyangkut berbagai paralel dan kombinasi percontohan kesalahan- kesalahan yang akan mengakibatkan kejadian dari peristiwa tidak diinginkan yang sudah didefinisi sebelumnya, atau juga dapat diartikan merupakan gambaran hubungan timbal balik yang logis dari peristiwa-peristiwa dasar yang mendorong (*Foster, 2004*). Dalam membangun model pohon kesalahan (*fault tree*) dilakukan dengan cara wawancara dengan manajemen dan melakukan pengamatan langsung terhadap proses produksi di lapangan. Selanjutnya sumber-sumber kecelakaan kerja tersebut digambarkan dalam bentuk model pohon kesalahan (*fault tree*). Analisis pohon kesalahan (*Fault Tree Analysis*) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisa akar penyebab akar kecelakaan kerja (*Rooney, 2004*).

Setelah mengetahui akar penyebab masalah maka selanjutnya memberikan perbaikan terhadap akar penyebab masalah agar masalah tersebut dapat teratasi dan tidak terulang lagi, sehingga perusahaan dapat lebih maksimal dalam memproduksi *furniture*.

Pada penelitian ini, pembuatan FTA berdasarkan nilai RPN yang melebihi nilai kritis dari RPN yaitu pada angka 100. Nilai kritis 100 ini mengacu pada penelitian sebelumnya yang menganalisis kegagalan proses produksi sarung ATM (*Puspitasari, 2014*).

### **3. Hasil Dan Pembahasan Pengumpulan Data**

Data berikut ini merupakan data historis PT. Ebako Nusantara dari bagian Quality Control (QC). Ada beberapa jenis cacat yang sering terjadi pada proses produksi PT. Ebako Nusantara, tabel 4 berikut adalah beberapa jenis cacat yang sering terjadi tersebut.

**Tabel 4 Data Jenis Cacat Produk PT. Ebako Nusantara**

| No.         | Jenis Cacat               | Jumlah Cacat (part) |
|-------------|---------------------------|---------------------|
| 1           | Ukuran tidak Seseuai      | 273                 |
| 2           | Kedalaman Bor Salah       | 108                 |
| 3           | Tidak Ada Kedudukan Baut  | 85                  |
| 4           | Jarak Bor Salah           | 161                 |
| 5           | Diameter Bor Salah        | 178                 |
| 6           | Tidak Sesuai Referensi    | 221                 |
| 7           | Gumpil                    | 172                 |
| 8           | Surface Problem           | 315                 |
| 9           | Lem Berlebih              | 201                 |
| 10          | Permukaan Tidak Sama Rata | 185                 |
| 11          | Laci Longgar              | 61                  |
| 12          | Sekrup Tembus             | 76                  |
| 13          | Gap Tidak Konsisten       | 137                 |
| 14          | Permukaan Melengkung      | 166                 |
| Total Cacat |                           | 2.339               |

**Hasil Perhitungan Nilai RPN Pada Metode FMEA**

Tahap pertama yang dilakukan adalah perhitungan nilai RPN (*Risk Priority Number*). Perhitungan RPN memiliki rumus sebagai berikut:

$$RPN = severity \times occurrence \times detection$$

Melalui proses wawancara yang sudah dilakukan sebelumnya terhadap supervisor pada lima area produksi yaitu *roughmill*, *panel*, *veneer*, *smoothmill*, dan *part sanding*, maka dapat diperoleh moda kegagalan pada masing-masing area proses, nilai *severity*, nilai *occurrence*, dan nilai *detection*. Dibawah ini merupakan tabel perhitungan nilai RPN:

**Tabel 5 Perhitungan Nilai RPN**

| Nama Proses | Moda Kegagalan Potensial                  | Sev | Occ | Det | RPN |
|-------------|---|-----|-----|-----|-----|
| Roughmill   | Salah Laminasi                            | 5   | 6   | 3   | 90  |
|             | Ukuran tidak sesuai                       | 2   | 3   | 5   | 30  |
|             | Hasil potongan bergelombang (cutter mark) | 3   | 1   | 4   | 12  |
| Panel       | Hasil potong bergelombang (cutter mark)   | 2   | 1   | 3   | 6   |
|             | Ukuran tidak sesuai                       | 4   | 1   | 5   | 20  |
|             | Arah serat kayu tidak sesuai              | 8   | 1   | 3   | 24  |
| Veneer      | Ukuran tidak sesuai                       | 8   | 4   | 3   | 96  |
|             | Salah jenis veneer                        | 8   | 1   | 4   | 32  |
|             | Motif tidak sesuai                        | 8   | 1   | 2   | 16  |
|             | Hasil potong tidak rata                   | 5   | 1   | 3   | 15  |
|             | Lepasnya bahan laminasi                   | 6   | 1   | 6   | 36  |
|             | Bubble                                    | 5   | 5   | 6   | 150 |
| Smoothmill  | Ukuran tidak sesuai                       | 6   | 5   | 4   | 120 |
|             | Hasil potong bergelombang (cutter mark)   | 6   | 3   | 2   | 36  |
|             | Gumpil                                    | 7   | 3   | 2   | 42  |
|             | Diameter lubang salah                     | 5   | 3   | 4   | 60  |
|             | Kedalaman bor salah                       | 5   | 1   | 7   | 35  |
|             | Tidak sesuai referensi                    | 7   | 3   | 3   | 63  |

Lanjutan Tabel 5 Perhitungan Nilai RPN

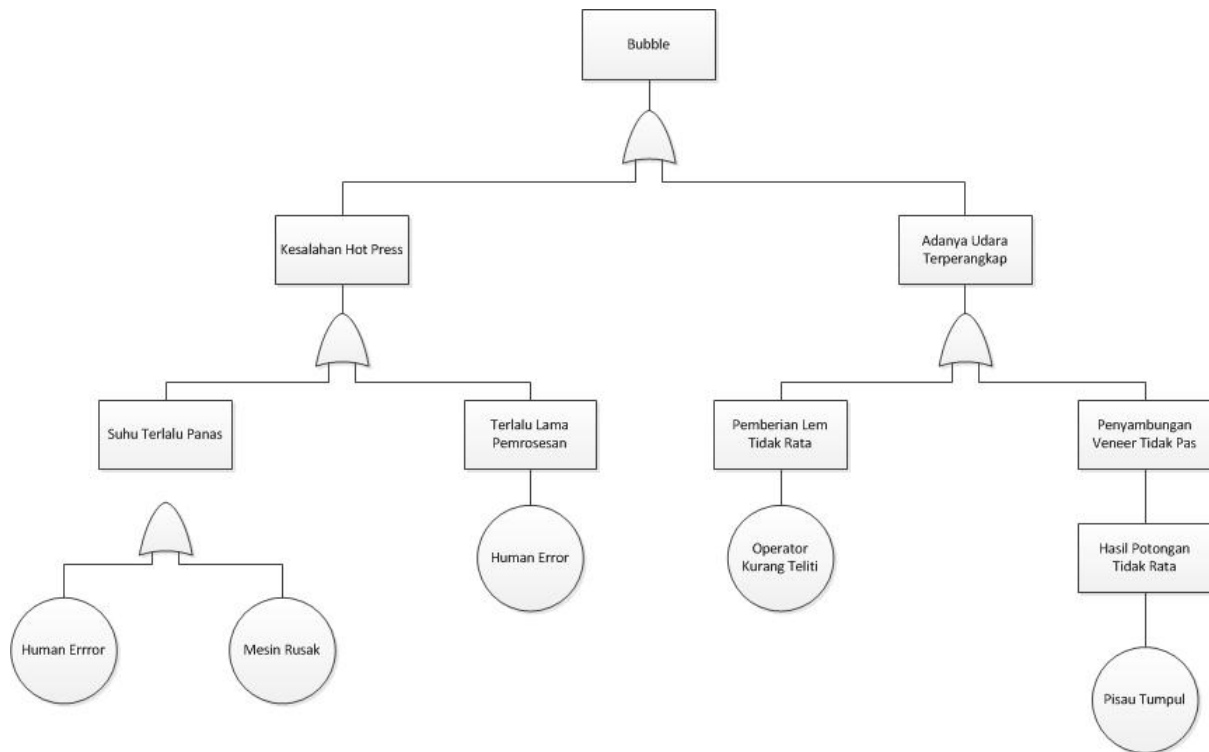
| Nama Proses  | Moda Kegagalan Potensial | Sev | Occ | Det | RPN |
|--------------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Part Sanding | Kurang amplas            | 7   | 6   | 2   | 84  |
|              | Kelebihan amplas         | 7   | 3   | 3   | 63  |

Dari perhitungan nilai RPN diatas, didapat kan nilai RPN tertinggi dari masing-masing proses produksi, pada proses roughmill moda kegagalan potensial yang nilai RPNnya paling tinggi adalah salah laminasi dengan nilai RPN 90, pada proses panel moda kegagalan potensial yang nilai RPNnya paling tinggi adalah arah serat kayu tidak sesuai dengan nilai RPN 24, pada proses veneer moda kegagalan potensial yang nilai RPNnya paling tinggi adalah bubble dengan nilai RPN 150, pada proses smoothmill moda kegagalan potensial yang nilai RPNnya paling tinggi adalah ukuran tidak sesuai dengan nilai RPN 120, dan pada proses part 1. FTA *Bubble*

sanding moda kegagalan potensial yang nilai RPNnya paling tinggi adalah kurang amplas dengan nilai RPN 84. Dari nilai-nilai RPN tersebut kita dapat mengetahui metode kegagalan mana yang sebaiknya diperbaiki terlebih dahulu.

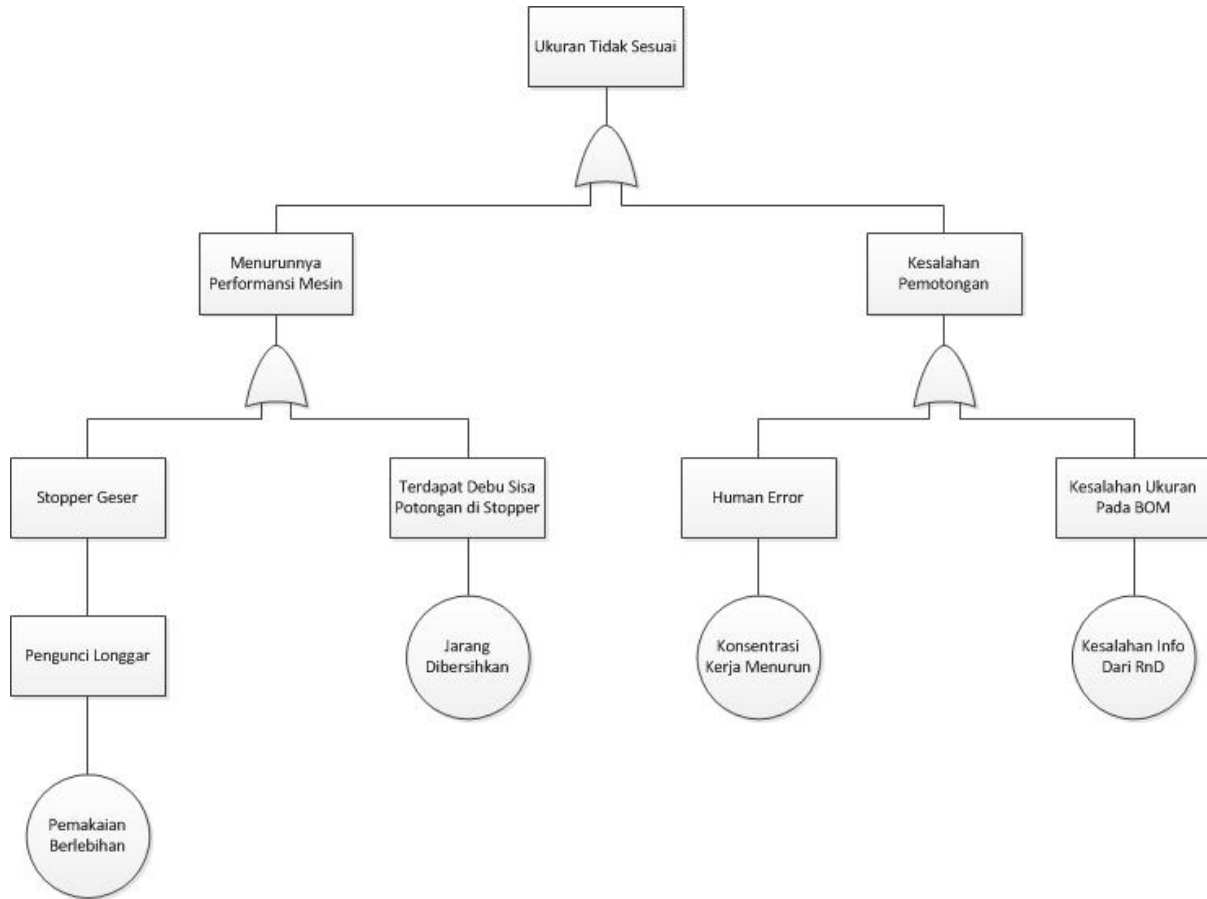
**Pembuatan FTA**

Pembuatan FTA ini berdasarkan nilai RPN yang melebihi nilai kritis dari RPN yaitu pada angka 100. Maka dari itu moda kegagalan *Bubble* pada proses *veneer* yang memiliki nilai RPN 150 dan moda kegagalan ukuran tidak sesuai pada proses *Roughmill* yang memiliki nilai RPN 120 akan dijadikan *top event* pada FTA.



Gambar 2 FTA *Bubble*

## 2. FTA Ukuran Tidak Sesuai



**Gambar 3. 1 FTA Ukuran Tidak Sesuai**

## 4. Kesimpulan

Kesimpulan berisi tentang rangkuman dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan pada penelitian ini diantaranya:

1. Pada penelitian ini didapatkan ada dua moda kegagalan pada dua proses operasi yang berbeda dengan nilai RPN tinggi. Moda kegagalan yang pertama adalah *bubble* dengan nilai RPN sebesar 150. Moda kegagalan *bubble* ini terjadi pada proses *veneer*. *Bubble* merupakan adanya gelembung pada permukaan *veneer* setelah proses pengeleman. Hal ini dapat terjadi karena adanya udara yang terperangkap akibat dari kurang meratanya pemberian lem. Moda kegagalan yang kedua adalah ukuran tidak sesuai dengan nilai RPN sebesar 120. Moda kegagalan ukuran tidak sesuai ini terjadi pada proses *smoothmill*. Ukuran tidak sesuai dapat terjadi karena bergesernya *stopper* pada mesin yang mengakibatkan hasil potongan kayu tidak sesuai spesifikasi.
2. Penyebab terjadinya cacat disebabkan oleh tiga faktor yaitu kesalahan dari manusia,

kesalahan pada mesin, dan kesalahan informasi kerja. Kesalahan pada manusia atau operator merupakan faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya cacat pada kayu, hal ini dikarenakan operator yang menjalankan dan mengoperasikan mesin sehingga kinerja mesin tidak sesuai. Pada moda kegagalan *bubble*, akibat dari kurang telitinya manusia menjadi hal yang paling sering terjadi sehingga mengakibatkan kesalahan tersebut. Juga demikian pada moda kegagalan ukuran tidak sesuai, dikarenakan operator salah dalam membaca ukuran yang ada pada instruksi kerja menjadi penyebab sering terjadinya ukuran yang tidak sesuai.

3. Berdasarkan moda kegagalan yang terjadi sebagian besar moda kegagalan disebabkan oleh informasi kerja yang kurang jelas, dan juga kesalahan dari operator yang berulang-ulang. Untuk itu tindakan yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan standar operasional pekerjaan (SOP) yang sesuai pada masing-masing proses produksi. Dan juga kegiatan inspeksi dari departemen QC

sebaiknya dilakukan pada setiap area proses pengerjaan agar lebih cepat mendeteksi terjadinya cacat pada komponen.

#### **Daftar Pustaka**

- Chrysler Corporation. (1995). *Potential Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)*. Michigan: Chrysler LLC.
- Foster, S. T. (2004). *Managing Quality: An Integrative Approach*. England: Pearson Prentice Hall.
- Hanif, R. Y., Rukmi, H. S., & Susanty, S. (2015). Perbaikan Kualitas Produk Keraton Luxury Di PT. X Dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 3, 137-147.
- Hartawan, S. (2016). Perancangan Manajemen Risiko Di Sebuah Perusahaan Furniture. *Jurnal Titra*, 4, 29-36.
- Puspitasari, N. B., & Martanto, A. (2014). Penggunaan FMEA dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung ATM (Alat Tenun Mesin). *J@TI Undip*, 9, 93-98.
- Rooney, J. J., & Vanden, L. N. (2004). Root Cause Analysis for Beginners. *QUALITY PROGRESS*, 37, 45-53.
- Stamatis, D. H. (1995). *Failure Mode and Effect ANalysis : FMEA from Theory to Execution*. Milwaukee: ASQC Quality.
- Swarup, M. B., & Amaravathi, K. (2014). Safety-Critical Failure Analysis of Industrial Automotive Airbag System using FMEA and FTA Techniques. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 5, 70-74.