

ANALISIS KERUSAKAN MESIN CNC MILLING MENGGUNAKAN METODE FAULT TREE ANALYSIS (FTA) DAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) (STUDI KASUS MESIN CNC MILLING DI LAB. JURUSAN TEKNIK MESIN, UNIVERSITAS RIAU)

Rio Agus Saputra^[1], Anita Susilawati^[2]

Laboratorium CAD/CAM/CNC, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru 28293

^[1]rioagussaputra21@gmail.com, ^[2]anitasusilawati@yahoo.com

Abstract

The CNC machines are computer-controlled machines using numeric codes, symbols and letters as command data. A CNC Milling machine at the Mechanical Engineering Laboratory of the University of Riau has damaged and disrupted engine performance. The purpose of this study is to determine the types of damage, causes, and efforts and suggestions of actions that can be done to improve engine performance for CNC milling in Riau University Laboratory. The method is used in this research of the Fault Tree Analysis (FTA) method which is used to find the caused of the damage to the basic event and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) that is used to search priority problem through Risk Priority Number (RPN). The result showed damaged of components such as pneumatic cylinders of protective door, ATC pneumatic brauer units, pneumatic valves and saddle. The result of critical component analysis of leakage on pneumatic valve component was the most critical risk with RPN of 448. The actions to reduce the highest of RPN were repairing, prevention and maintenance on the CNC milling machine. Proposed repair was the replacement of components that have been damaged and optimize the precautions and maintenance in accordance with the instructions in the manual book.

Keyword: FTA, FMEA, RPN, CNC Milling machine

1. Pendahuluan

Mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*) merupakan salah satu mesin yang dikontrol dengan komputer menggunakan kode angka, simbol, serta huruf sebagai data perintah. Kombinasi antara sistem mekanik serta komputer akan menghasilkan produk yang lebih teliti, lebih cepat dan bisa digunakan untuk produksi massal [1]. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Riau memiliki mesin CNC yang berada di Laboratorium CNC. Salah satu jenis dari mesin tersebut adalah mesin CNC Milling. Pada saat ini kondisi mesin CNC Milling yang berada di Laboratorium Teknik Mesin tidak dapat digunakan karenan sedang mengalami kerusakan, sehingga tidak dapat melaksanakan fungsinya sebagai mesin CNC dan mengganggu kinerja mesin. Untuk menangani kerusakan mesin tersebut maka dilakukan perbaikan, perawatan, atau penggantian komponen. Jika mesin CNC sudah terlanjur mengalami kerusakan maka hal yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi dan menganalisa kerusakan mesin CNC tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi atau menganalisa kerusakan mesin adalah metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA).

Fault Tree Analysis (FTA) merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi resiko-

resiko yang berperan terhadap terjadinya suatu kegagalan [2]. FTA merupakan suatu metode yang bersifat *top down* yang digunakan untuk mencari kombinasi kejadian-kejadian yang menyebabkan terjadinya suatu kerusakan. Dengan menggunakan FTA akan diperoleh kombinasi kejadian-kejadian yang menyebabkan munculnya *top event* [3].

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi atau menganalisa suatu kegagalan mulai dari penyebab terjadinya kegagalan, efek yang ditimbulkan dari kegagalan tersebut, serta tingkat kekritisan efek kegagalan yang ditimbulkan dari kegagalan tersebut. FMEA menurut Moubray yang dikutip dari [4] adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan yang menyebabkan kegagalan pada sistem dan hubungan antara kegagalan dengan setiap bentuk kegagalan yang terjadi. FMEA adalah metode analisis yang digunakan untuk mencari penyelesaian utama terhadap permasalahan yang terjadi pada sistem. Pada metode FMEA menentukan prioritas untuk setiap permasalahan yang terjadi berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Tujuan penerapan FMEA adalah untuk mengidentifikasi mode kegagalan, penyebab, serta akibat dari kegagalan tersebut, sehingga dapat membantu mengurangi dan mencegah timbulnya permasalahan lainnya [5].

Tahapan FMEA dilakukan setelah memperoleh deskripsi permasalahan pada sistem, serta kombinasi-kombinasi penyebab terjadinya permasalahan diketahui sehingga dapat dicari prioritas penyelesaian permasalahan yang terjadi pada sistem.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis kerusakan, penyebab kerusakan serta upaya dan usulan tindakan yang bisa dilakukan untuk meningkatkan kinerja mesin CNC *Milling*.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada mesin CNC *Milling* TRIAC FANUC ATC di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Riau. Metode FTA digunakan untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan yang terjadi pada komponen mesin CNC *Milling*. Metode FMEA digunakan untuk mengetahui prioritas tindakan penyelesaian berdasarkan nilai RPN.

Pengumpulan data dilakukan dengan metode wawancara langsung kepada operator mesin CNC *Milling* dan dokumentasi berupa foto pada komponen mesin yang mengalami kerusakan. Data yang dikumpulkan seperti data kerusakan mesin, komponen rusak, jenis kerusakan, serta efek kerusakan.

2.1 Metode FTA

Tahapan pelaksanaan Metode FTA adalah sebagai berikut [6]:

- Penentuan *top event*
Penentuan masalah utama yang akan dijadikan *top event* dari pembuatan *fault tree* berdasarkan hasil wawancara.
- Pembuatan *fault tree*
Pembuatan *fault tree* berupa kejadian-kejadian yang menyebabkan munculnya *top event*.
- Menampilkan hasil
Setelah evaluasi yang dilakukan maka hasil dari *fault tree* akan ditampilkan dalam bentuk diagram *fault tree*.

2.2 Metode FMEA

Tahapan pelaksanaan metode FMEA adalah sebagai berikut [7]:

- Tentukan fungsi dari mesin CNC *Milling*
Penentuan fungsi dari setiap komponen mesin CNC *Milling* yang mengalami kerusakan. Penentuan fungsi ini sudah dijelaskan pada pembuatan *fault tree* masing-masing komponen.
- Tentukan mode kegagalan potensial
Dari hasil wawancara dapat diketahui mode kegagalan potensial dari masing-masing komponen yang mengalami kerusakan.
- Tentukan efek dari kegagalan
Dari mode kegagalan potensial yang telah diketahui, tentukan efek dari mode kegagalan potensial. Dari

efek yang ditimbulkan dilakukan penilaian tingkat *severity* (S) efek pada kinerja mesin.

d) Tentukan penyebab kegagalan

Penyebab kegagalan potensial diperoleh dari penggambaran *fault tree* yang telah dilakukan. Dari penyebab-penyebab kegagalan akan ditentukan nilai *occurrence* (O).

e) Tentukan deteksi dari penyebab kegagalan

Dari penyebab kegagalan yang telah diketahui, tentukan nilai *detection* (D) dari penyebab kegagalan [8].

f) Nilai Risk Priority Number (RPN)

Nilai RPN digunakan untuk mengetahui resiko prioritas dari setiap komponen.

$$RPN = S \times O \times D$$

2.3 Analisis Penyelesaian Masalah

Analisa penyelesaian masalah didasarkan pada nilai RPN tertinggi dari komponen sehingga diperoleh usulan dan rekomendasi tindakan untuk memperbaiki serta mengurangi resiko yang akan muncul selanjutnya pada komponen yang mengalami kerusakan.

3. Hasil

3.1 Data Kerusakan Mesin

Data kerusakan mesin CNC *Milling* TRIAC FANUC ATC dapat dilihat pada Tabel 1.

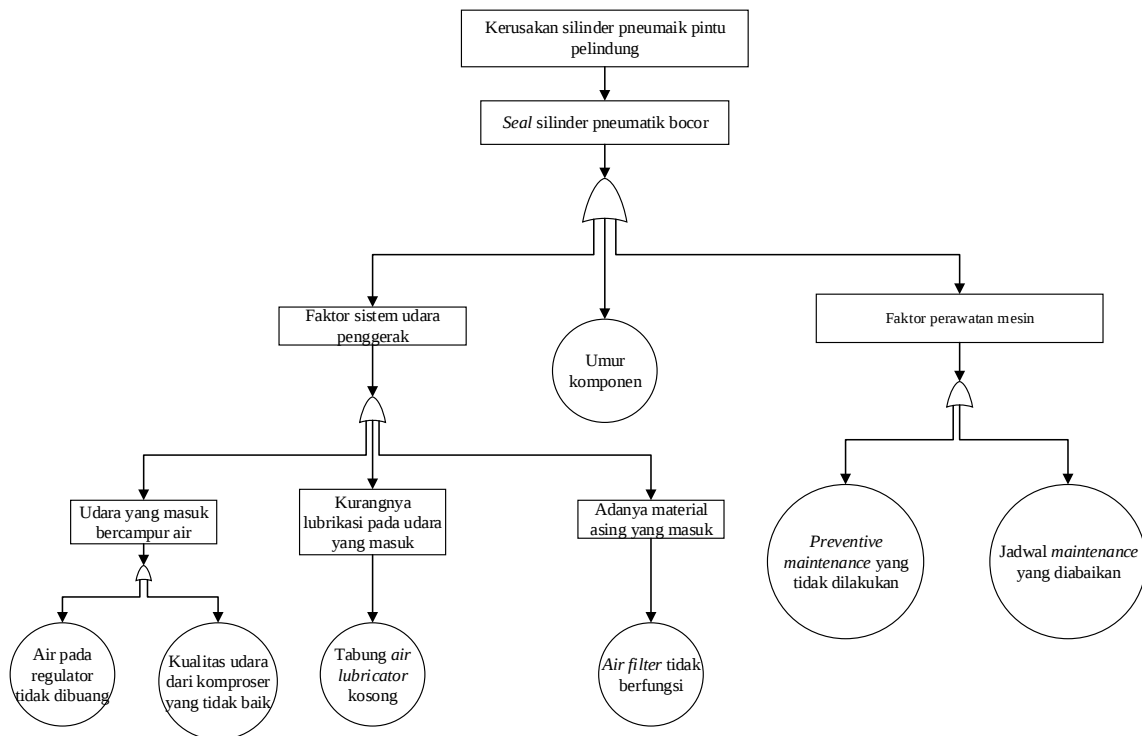
Tabel 1 Data kerusakan Komponen Mesin CNC *Milling* TRIAC FANUC ATC

No.	Komponen	Jenis Kerusakan	Efek Kerusakan
1	Silinder pneumatik pintu pelindung	<i>Seal</i> bocor	Pintu tidak dapat dibuka atau ditutup
2	<i>Pneumatic Brauer</i> Unit ATC	<i>Seal</i> bocor	Tidak dapat melakukan pergantian <i>tool</i> secara otomatis
3	Katup pneumatik	Bocor	Hilangnya fungsi beberapa mekanisme
4	Eretan	<i>Bearing</i> aus	Posisi eretan tidak akurat

3.2 Diagram FTA

A. Diagram FTA Silinder Pneumatik Pintu Pelindung

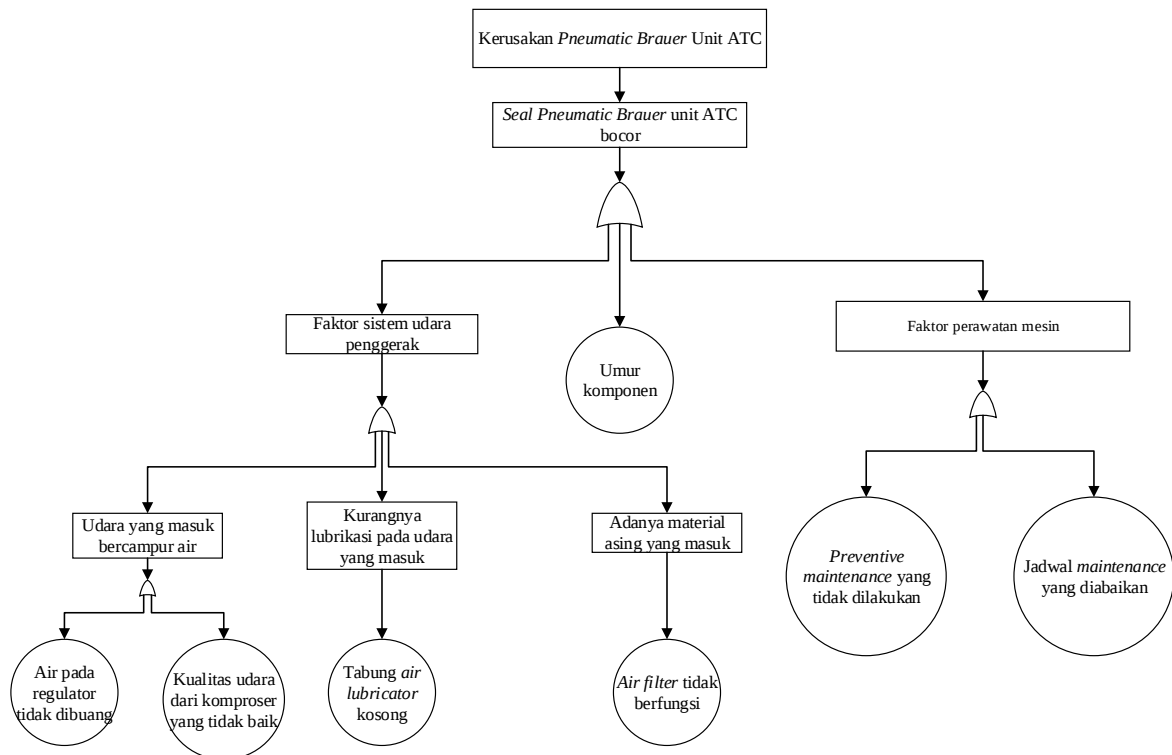
Diagram FTA menampilkan kejadian-kejadian yang menjadi penyebab terjadinya kerusakan *seal* pada silinder pneumatik pintu pelindung. Diagram FTA silinder pneumatik pintu pelindung dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram FTA Silinder Pneumatik Pintu

B. Diagram FTA *Pneumatic Brauer Unit ATC*

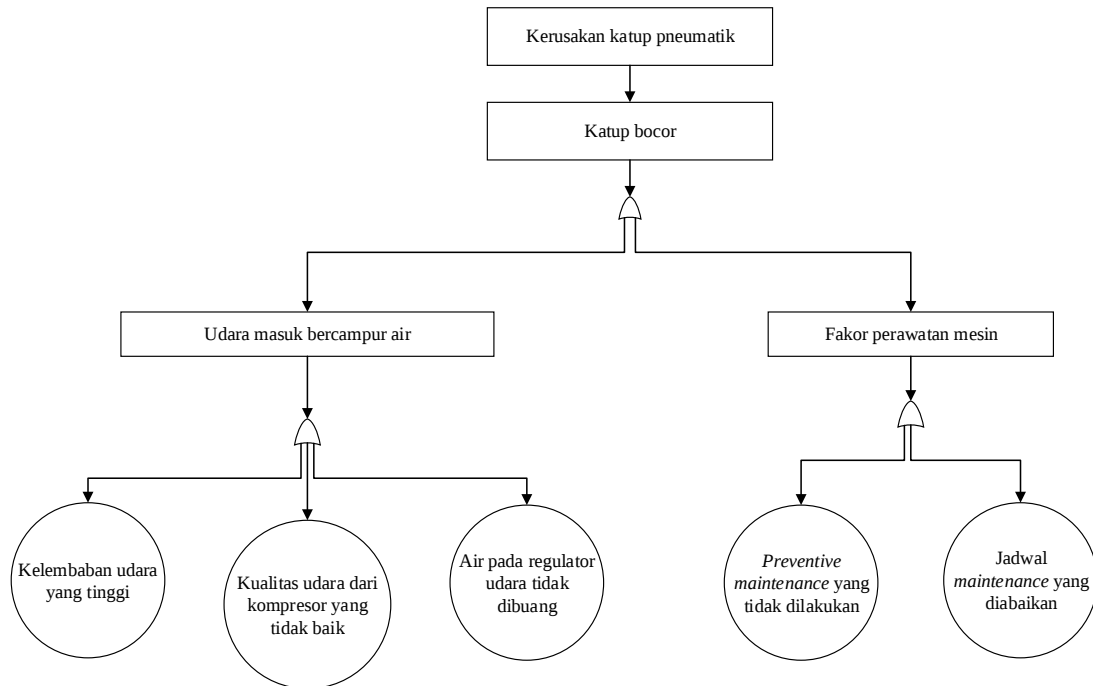
Diagram FTA menampilkan kejadian-kejadian yang menjadi penyebab terjadinya kerusakan *seal* pada komponen *Pneumatic Brauer Unit ATC*. Diagram FTA *Pneumatic Brauer Unit ATC* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram FTA *Pneumatic Brauer Unit ATC*

C. Diagram FTA Katup Pneumatik

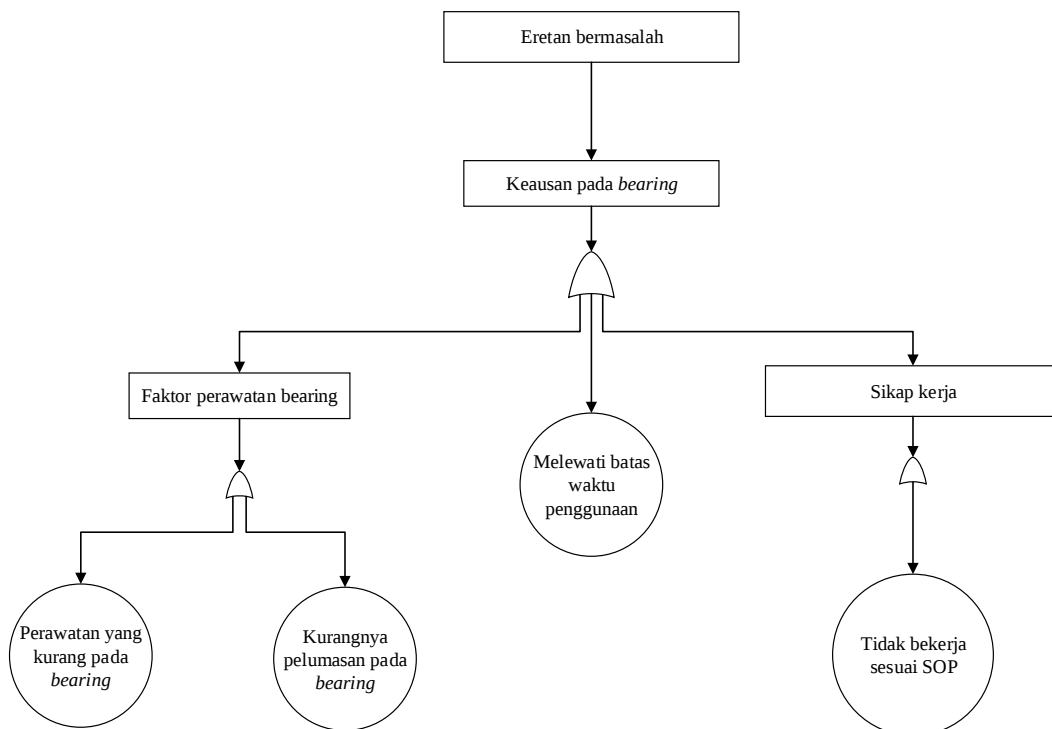
Diagram FTA menampilkan kejadian-kejadian yang menjadi penyebab terjadinya kebocoran pada komponen katup pneumatik. Diagram FTA katup pneumatik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram FTA Katup Pneumatik

D. Diagram FTA Eretan

Diagram FTA menampilkan kejadian-kejadian yang menjadi penyebab terjadinya keausan *bearing* pada komponen eretan. Diagram FTA eretan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram FTA Eretan

3.3 Tabel Penilaian FMEA

Metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk menentukan risiko paling kritis yang menyebabkan terjadinya suatu kegagalan. Risiko kritis akan dijadikan sebuah acuan, sehingga diperoleh tindakan berupa usulan perbaikan. Untuk menentukan risiko paling kritis dari kerusakan yang terjadi terlebih dahulu

ditentukan nilai tingkat keseriusan efek kerusakan (*severity*), nilai probabilitas frekuensi terjadinya kerusakan (*occurrence*), nilai deteksi dari kegagalan yang terjadi (*detection*), serta nilai *Risk Priority Number* (RPN). Tabel penilaian FMEA pada mesin CNC Milling TRIAC FANUC ATC dapat dilihat pada Tabel 2.

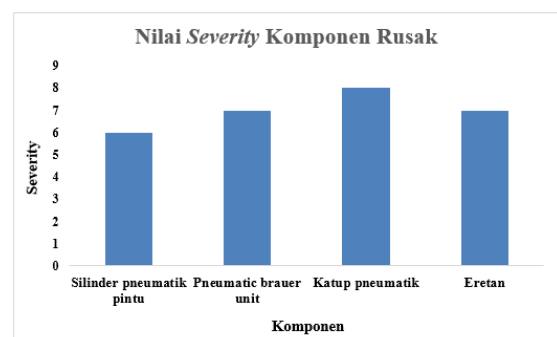
Tabel 2 Nilai *Severity*, *Occurance*, *Dettection*, dan RPN

No	Komponen	Fungsi	Mode kegaalan potensial	Efek kegagalan potensial	SEV	Penyebab kegagalan potensial	OCC	DET	RPN
1	Silinder pneumatik pintu	Gerakan membuka dan menutup pintu	Seal bocor	Tidak dapat membuka dan menutup pintu	6	Air pada regulator udara tidak dibuang	8	4	192
						Kualitas udara dari kompresor yan tidak baik	8	7	336
						Tabung <i>air lubricator</i> kosong	8	4	192
						<i>Air filter</i> tidak berfungsi	6	5	180
						Umur komponen	5	3	90
						<i>Preventive maintenance</i> yang tidak dilakukan	4	6	144
						Jadwal <i>maintenance</i> yang diabaikan	6	3	108
2	Pneumatic Brauer Unit ATC	Gerakan pendorong penggantian <i>tool</i> otomatis	Seal bocor	Tidak dapat melakukan pergantian <i>tool</i> secara otomatis	7	Air pada regulator udara tidak dibuang	8	4	224
						Kualitas udara dari kompresor yang tidak baik	8	7	392
						Tabung <i>air lubricator</i> kosong	8	4	224
						<i>Air filter</i> tidak berfungsi	6	5	210
						Umur komponen	5	3	105
						<i>Preventive maintenance</i> yang tidak dilakukan	4	6	168
						Jadwal <i>maintenance</i> yang diabaikan	6	3	126
3	Katup pneumatik	Mengatur tekanan pada sistem pneumatik	Bocor	Hilangnya fungsi beberapa mekanisme	8	Kelembaban udara yang tinggi	6	5	240
						Kualitas udara dari kompresor yang tidak baik	8	7	448
						Air pada regulator udara tidak dibuang	8	4	256
						<i>Preventive maintenance</i> yang tidak dilakukan	4	6	192
						Jadwal <i>maintenance</i> yang diabaikan	6	3	144
4	Eretan	Melakukan pergerakan pada sumbu x dan y	Bearing aus	Posisi eretan tidak akurat	7	Perawatan yang kurang pada <i>bearing</i>	5	5	175
						Kurangnya pelumasan pada <i>bearing</i>	8	7	392
						Melewati batas waktu penggunaan <i>bearing</i>	5	3	105
						Tidak bekerja sesuai SOP	3	3	63

3.4 Analisa FMEA Pada Komponen Mesin CNC Milling TRIAC FANUC

A. Analisa Nilai *Severity* Komponen Rusak

Komponen katup pneumatik yang bocor memiliki nilai *severity* paling tinggi dengan nilai 8, hal itu menunjukkan komponen katup pneumatik merupakan komponen dengan tingkat efek kerusakan paling tinggi pada kerusakan komponen yang terjadi pada mesin CNC Milling. Penilaian ini didasarkan dari fungsi katup pneumatik yaitu sebagai pengatur atau pengendali udara didalam sistem pneumatik. Dengan rusaknya katup maka komponen yang menggunakan sistem pneuntik tidak akan berfungsi. Nilai *severity* untuk komponen rusak pada mesin CNC Milling TRIAC FANUC dapat dilihat pada Gambar 5.



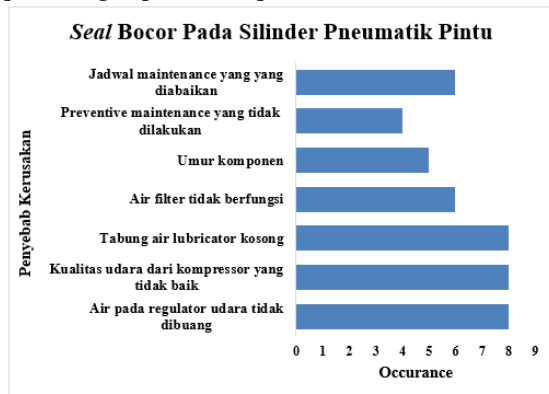
Gambar 5 Nilai *Severity* Komponen Rusak

3.5 Analisa FMEA Pada Komponen Silinder Pneumatik Pintu Pelindung

A. Analisa Nilai *Occurance* Pada Komponen Silinder Pneumatik Pintu Pelindung.

Tingkat frekuensi penyebab kegagalan potensial yang menyebabkan terjadinya kebocoran *seal* pada komponen silinder pneumatik pintu pelindung, dimana jenis penyebab kegagalan potensial yang

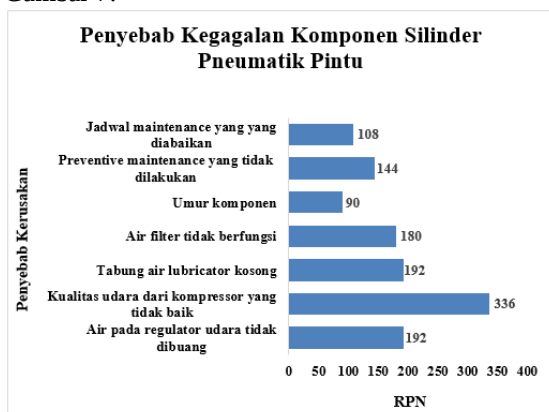
paling sering menimbulkan kegagalan adalah kualitas udara dari kompresor yang tidak baik, air pada regulator udara tidak dibuang, dan tabung *air lubricator* kosong dengan nilai *Occurance* 8. Nilai *occurance* pada komponen silinder pneumatik pintu pelindung dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Nilai *Occurance* komponen silinder pneumatik pintu pelindung

B. Analisa Penyebab Kegagalan Potensial Pada Komponen Silinder Pneumatik Pintu Pelindung.

Penyebab kegagalan potensial pada mesin CNC *Milling* untuk komponen silinder pneumatik pintu pelindung yang paling besar karena kualitas udara dari kompresor yang tidak baik dengan nilai RPN 336. Tingkat kekritisitas penyebab kegagalan potensial yang terjadi pada komponen silinder pneumatik pintu pelindung dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Nilai RPN Penyebab Kegagalan Pada Komponen Silinder Pneumatik Pintu Pelindung

C. Rekomendasi Usulan Tindakan Penanganan Kerusakan.

Berdasarkan data dengan metode FMEA didapatkan resiko-resiko yang menjadi resiko prioritas. Maka dari itu usulan tindakan penanganan/perbaikan diperlukan untuk memperbaiki serta mengurangi resiko yang akan muncul selanjutnya pada komponen silinder pneumatik pintu. Agar pengurangan resiko dapat berjalan dengan efektif maka berdasarkan data-data

yang diperoleh dari penelitian, maka dapat diberikan usulan tindakan yang perlu dilakukan, yaitu:

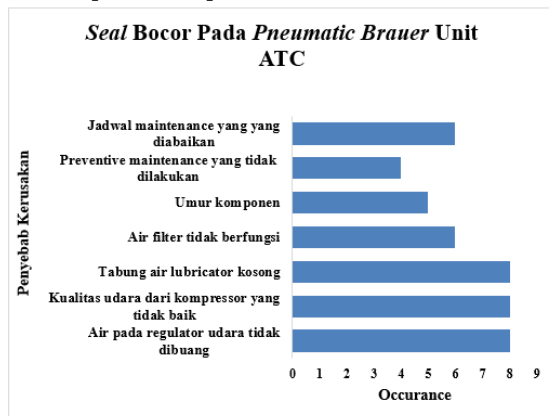
- 1) Penggantian *seal* yang bocor pada silinder pneumatik pintu pelindung sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan.
- 2) Perbaikan sumber udara yang masuk pada sistem pneumatik. Pada saat ini mesin CNC *Milling* menggunakan udara yang berasal dari kompresor yang digunakan bersama-sama untuk keperluan lainnya sehingga kualitas udara tidak dapat diperhatikan dengan baik. Oleh sebab itu diusulkan agar mesin CNC *Milling* menggunakan kompresor tersendiri agar kualitas udara yang masuk dapat diperhatikan dengan baik.
- 3) Air yang mengendap pada regulator udara dibuang agar tidak terbawa masuk ke dalam komponen pneumatik.
- 4) Cairan pelumas pada tabung *air lubricator* selalu diperiksa untuk memastikan cairan pelumas tidak kosong atau tidak kurang dari level yang ditentukan, sehingga komponen pada sistem pneumatik mendapat pelumasan yang maksimal.
- 5) *Air filter* pada komponen regulator udara harus selalu diperiksa untuk menghindari kerusakan pada *air filter* yang berdampak pada kualitas udara yang masuk pada sistem pneumatik.
- 6) Memaksimalkan penggunaan *air dryer* pada sumber udara sebelum udara masuk pada sistem pneumatik, agar udara yang masuk lebih kering.
- 7) Kondisi ruangan tempat instalasi mesin juga diperhatikan. Untuk mengurangi kelembapan udara bisa dilakukan pemasangan *air conditioner* (AC) pada ruangan instalasi mesin CNC.
- 8) Melaksanakan kegiatan perawatan sesuai dengan jadwal dan kegiatan yang sudah ditentukan pada DENFORD TRIAC FANUC *manual book*.
- 9) Membuat catatan perawatan mesin agar data tentang tanggal, komponen, serta kegiatan perawatan yang dilakukan dapat terdata dengan baik.
- 10) Membuat daftar pemeriksaan (*check list*) agar memastikan setiap komponen dalam kondisi baik sebelum mesin dioperasikan.
- 11) Memiliki anggaran dana tetap untuk perawatan dan perbaikan mesin, agar kegiatan perawatan dan perbaikan mesin dapat berjalan dengan baik tanpa adanya penundaan yang mengakibatkan mesin tidak dapat beroperasi dalam waktu yang lama.

3.6 Analisa FMEA Pada Komponen *Pneumatic Brauer* Unit ATC.

A. Analisa Nilai *Occurance* Pada Komponen *Pneumatic Brauer* Unit ATC.

Tingkat frekuensi penyebab kegagalan potensial yang menyebabkan terjadinya kebocoran *seal* pada komponen *Pneumatic Brauer* Unit ATC, dimana jenis penyebab kegagalan potensial yang paling sering menimbulkan kegagalan adalah kualitas udara dari kompresor yang tidak baik, air pada regulator udara tidak dibuang, dan tabung *air*

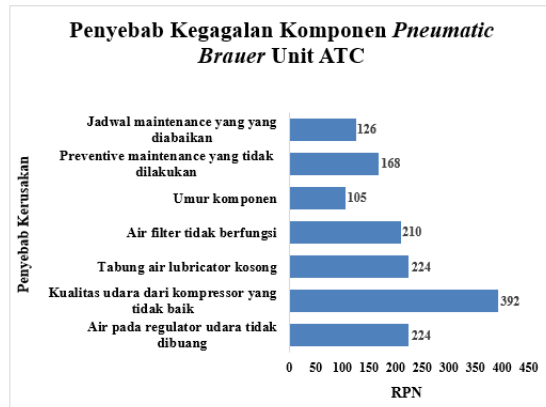
lubrikator kosong dengan nilai *Occurance* 8. Nilai *occurrence* pada komponen *pneumatic brauer* unit ATC dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Nilai *Occurance* Komponen *Pneumatic Brauer* Unit ATC

B. Analisa Penyebab Kegagalan Potensial Pada Komponen *Pneumatic Brauer* Unit ATC.

Penyebab kegagalan potensial pada mesin CNC *Milling* untuk komponen *Pneumatic Brauer* Unit ATC, dimana penyebab kegagalan potensial yang paling besar karena kualitas udara dari kompresor yang tidak baik dengan nilai RPN 392. Tingkat kekritisitas penyebab kegagalan potensial pada komponen *pneumatic brauer* unit dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Nilai RPN Penyebab Kegagalan Pada Komponen *Pneumatic Brauer* Unit ATC

C. Rekomendasi Usulan Tindakan Penanganan Kerusakan

Berdasarkan data dengan metode FMEA didapatkan resiko-resiko yang menjadi resiko prioritas. Maka dari itu usulan tindakan penanganan/perbaikan diperlukan untuk memperbaiki serta mengurangi resiko yang akan muncul selanjutnya pada komponen *Pneumatic Brauer* Unit ATC. Agar pengurangan resiko dapat berjalan dengan efektif maka berdasarkan data-data yang diperoleh dari penelitian, maka dapat diberikan usulan tindakan yang perlu dilakukan, yaitu:

1) Penggantian *seal* yang bocor pada komponen *Pneumatic Brauer* Unit ATC sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan.

2) Perbaiki sumber udara yang masuk pada sistem pneumatik. Pada saat ini mesin CNC *Milling* menggunakan udara yang berasal dari kompresor yang digunakan bersama-sama untuk keperluan lainnya sehingga kualitas udara tidak dapat diperhatikan dengan baik. Oleh sebab itu diusulkan agar mesin CNC *Milling* menggunakan kompresor tersendiri agar kualitas udara yang masuk dapat diperhatikan dengan baik.

3) Air yang mengendap pada regulator udara dibuang agar tidak terbawa masuk ke dalam komponen pneumatik.

4) Cairan pelumas pada tabung *air lubricator* selalu diperiksa untuk memastikan cairan pelumas tidak kosong atau tidak kurang dari level yang ditentukan, sehingga komponen pada sistem pneumatik mendapat pelumasan yang maksimal.

5) *Air filter* pada komponen regulator udara harus selalu diperiksa untuk menghindari kerusakan pada *air filter* yang berdampak pada kualitas udara yang masuk pada sistem pneumatik.

6) Memaksimalkan penggunaan *air dryer* pada sumber udara sebelum udara masuk pada sistem pneumatik, agar udara yang masuk lebih kering.

7) Kondisi ruangan tempat instalasi mesin juga diperhatikan. Untuk mengurangi kelembapan udara bisa dilakukan pemasangan *air conditioner* (AC) pada ruangan instalasi mesin CNC.

8) Melaksanakan kegiatan perawatan sesuai dengan jadwal dan kegiatan yang sudah ditentukan pada DENFORD TRIAC FANUC *manual book*.

9) Membuat catatan perawatan mesin agar data tentang tanggal, komponen, serta kegiatan perawatan yang dilakukan dapat terdata dengan baik.

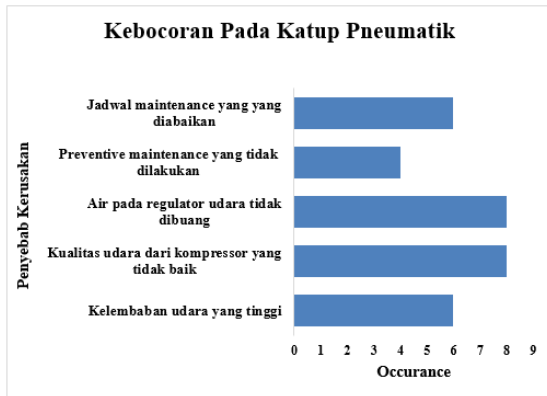
10) Membuat daftar pemeriksaan (*check list*) agar memastikan setiap komponen dalam kondisi baik sebelum mesin dioperasikan.

11) Memiliki anggaran dana tetap untuk perawatan dan perbaikan mesin, agar kegiatan perawatan dan perbaikan mesin dapat berjalan dengan baik tanpa adanya penundaan yang mengakibatkan mesin tidak dapat beroperasi dalam waktu yang lama.

3.7 Analisa FMEA Pada Komponen Katup Pneumatik.

A. Analisa Nilai *Occurance* Pada Komponen Katup Pneumatik.

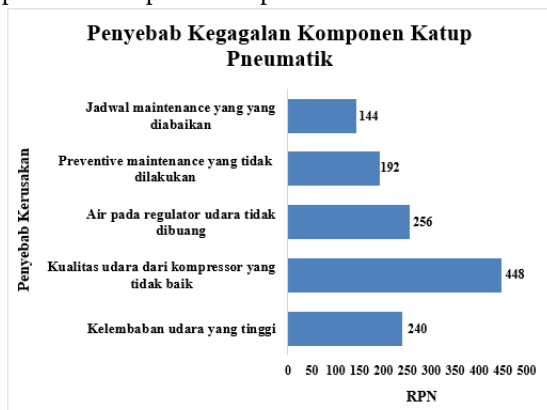
Tingkat frekuensi penyebab kegagalan yang menyebabkan kebocoran pada komponen katup pneumatik, dimana jenis penyebab kegagalan potensial yang paling sering menimbulkan kegagalan adalah kualitas udara dari kompresor yang tidak baik dan air pada regulator udara tidak dibuang dengan nilai *Occurance* 8. Nilai *occurrence* pada komponen katup pneumatik dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Nilai *occurance* komponen katup pneumatik

B. Analisa Penyebab Kegagalan Potensial Pada Komponen Katup Pneumatik.

Penyebab kegagalan potensial pada mesin CNC *Milling* untuk komponen katup pneumatik, dimana penyebab kegagalan potensial yang paling besar karena kualitas udara dari kompresor yang tidak baik dengan nilai RPN 448. Tingkat kekritisan penyebab kegagalan potensial pada komponen katup pneumatik dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Nilai RPN Penyebab kegagalan pada komponen Katup pneumatik

C. Rekomendasi Usulan Tindakan Penanganan Kerusakan.

Berdasarkan data dengan metode FMEA didapatkan resiko-resiko yang menjadi resiko prioritas. Maka dari itu usulan tindakan penanganan/perbaikan diperlukan untuk memperbaiki serta mengurangi resiko yang akan muncul selanjutnya pada komponen katup pneumatik. Agar pengurangan resiko dapat berjalan dengan efektif maka berdasarkan data-data yang diperoleh dari penelitian, maka dapat diberikan usulan tindakan yang perlu dilakukan, yaitu:

- 1) Penggantian katup pneumatik yang bocor.
- 2) Perbaikan sumber udara yang masuk pada sistem pneumatik. Pada saat ini mesin CNC *Milling* menggunakan udara yang berasal dari kompresor yang digunakan bersama-sama untuk keperluan lainnya sehingga kualitas udara tidak dapat diperhatikan dengan baik. Oleh sebab itu diusulkan

agar mesin CNC *Milling* menggunakan kompresor tersendiri agar kualitas udara yang masuk dapat diperhatikan dengan baik.

3) Air yang mengendap pada regulator udara dibuang agar tidak terbawa masuk ke dalam komponen pneumatik.

4) Memaksimalkan penggunaan *air dryer* pada sumber udara sebelum udara masuk pada sistem pneumatik, agar udara yang masuk lebih kering.

5) Kondisi ruangan tempat instalasi mesin juga diperhatikan. Untuk mengurangi kelembapan udara bisa dilakukan pemasangan *air conditioner* (AC) pada ruangan instalasi mesin CNC.

6) Melaksanakan kegiatan perawatan sesuai dengan jadwal dan kegiatan yang sudah ditentukan pada DENFORD TRIAC FANUC *manual book*.

7) Membuat catatan perawatan mesin agar data tentang tanggal, komponen, serta kegiatan perawatan yang dilakukan dapat terdata dengan baik.

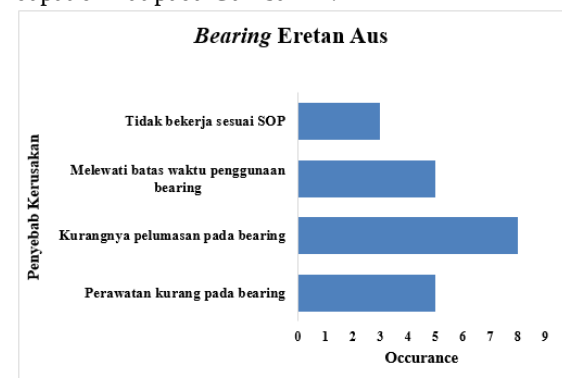
8) Membuat daftar pemeriksaan (*check list*) agar memastikan setiap komponen dalam kondisi baik sebelum mesin dioperasikan.

9) Memiliki anggaran dana tetap untuk perawatan dan perbaikan mesin, agar kegiatan perawatan dan perbaikan mesin dapat berjalan dengan baik tanpa adanya penundaan yang mengakibatkan mesin tidak dapat beroperasi dalam waktu yang lama.

3.8 Analisa FMEA Pada Komponen Eretan.

A. Analisa Nilai *Occurance* Pada Komponen Eretan

Tingkat frekuensi penyebab kegagalan yang menyebabkan keausan *bearing* pada komponen eretan, dimana jenis penyebab kegagalan potensial yang paling sering menimbulkan kegagalan adalah kurangnya pelumasan pada *bearing* dengan nilai *occurance* 8. Nilai *occurance* pada komponen eretan dapat dilihat pada Gambar 12.

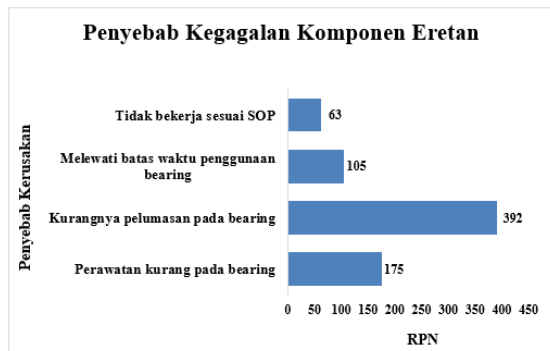


Gambar 12 Nilai *Occurance* Komponen Eretan

B. Analisa Penyebab Kegagalan Potensial Pada Komponen Eretan.

Penyebab kegagalan potensial pada mesin CNC *Milling* untuk komponen eretan, dimana penyebab kegagalan potensial yang paling besar karena kurangnya pelumasan pada *bearing* dengan nilai RPN 392. Tingkat kekritisan penyebab kegagalan

potensial pada komponen eretan dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13 Nilai RPN Penyebab Kegagalan Pada Komponen Eretan

C. Rekomendasi Usulan Tindakan Penanganan Kerusakan.

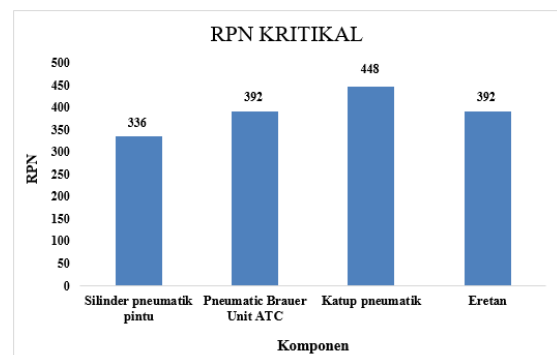
Berdasarkan data dengan metode FMEA didapatkan resiko-resiko yang menjadi resiko prioritas. Maka dari itu usulan tindakan penanganan/perbaikan diperlukan untuk memperbaiki serta mengurangi resiko yang akan muncul selanjutnya pada komponen eretan. Agar pengurangan resiko dapat berjalan dengan efektif maka berdasarkan data-data yang diperoleh dari penelitian, maka dapat diberikan usulan tindakan yang perlu dilakukan, yaitu:

- 1) Penggantian *bearing* yang mengalami keausan sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan.
- 2) Pemberian pelumasan yang terjadwal pada *bearing* dan menggunakan pelumas yang telah ditentukan untuk *bearing* pada komponen eretan. Pemberian pelumas pada *bearing* secara terjadwal dilakukan karena pelumasan *bearing* pada komponen eretan tidak dilakukan secara otomatis.
- 3) Peningkatan disiplin kepada pengguna mesin CNC *Milling* agar SOP yang telah dibuat dapat diterapkan dengan sebaik-baiknya.
- 4) Melaksanakan kegiatan perawatan sesuai dengan jadwal dan kegiatan yang sudah ditentukan pada DENFORD TRIAC FANUC *manual book*.
- 5) Membuat catatan perawatan mesin agar data tentang tanggal, komponen, serta kegiatan perawatan yang dilakukan dapat terdata dengan baik.
- 6) Membuat daftar pemeriksaan (*check list*) agar memastikan setiap komponen dalam kondisi baik sebelum mesin dioperasikan.
- 7) Memiliki anggaran dana tetap untuk perawatan dan perbaikan mesin, agar kegiatan perawatan dan perbaikan mesin dapat berjalan dengan baik tanpa adanya penundaan yang mengakibatkan mesin tidak dapat beroperasi dalam waktu yang lama.

3.9 Analisa Nilai RPN Kritis Komponen Rusak.

Prioritas tindakan yang akan diberikan dilakukan pada komponen dengan nilai RPN tertinggi.

Kerusakan pada komponen katup pneumatik dengan potensial penyebab kegagalan kualitas udara dari kompresor yang tidak baik dengan nilai RPN paling tinggi yaitu 448. Dengan demikian prioritas tindakan yang akan diberikan dilakukan pada komponen katup pneumatik dengan melakukan tindakan sesuai dengan rekomendasi yang telah dibuat. Nilai RPN kritis dari masing-masing komponen mesin CNC *Milling* yang mengalami kerusakan dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14 Nilai RPN Kritis Komponen Rusak

4 Simpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Jenis-jenis kerusakan yang terjadi pada mesin CNC *Milling* TRIAC FANUC ATC adalah:
 - Kebocoran *seal* pada silinder pneumatik pintu, penyebab kritis: kualitas udara dari kompresor tidak baik dengan nilai RPN 336
 - Kebocoran *seal* *Pneumatic Brauer* Unit ATC, penyebab kritis: kualitas udara dari kompresor tidak baik dengan nilai RPN 392.
 - Kebocoran katup pneumatik, penyebab kritis: kualitas udara dari kompresor tidak baik dengan nilai RPN 448
 - Posisi eretan yang tidak akurat, penyebab kritis: kurangnya pelumasan pada *bearing* dengan nilai RPN 392
2. Upaya yang dilakukan untuk mengurangi kerusakan pada mesin CNC *Milling* antara lain tindakan perbaikan, tindakan perawatan, dan tindakan pencegahan pada mesin.
3. Usulan perbaikan yang dilakukan adalah penggantian komponen yang mengalami kerusakan dan mengoptimalkan tindakan pencegahan dan perawatan pada mesin sesuai dengan instruksi dari *manual book*.

Daftar Pustaka

- [1] Widiarto., Wijanarka, B.S., Sutopo., dan Paryanto. 2008. *Teknik Permesinan*. Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar Dan Menengah. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta. Indonesia.

- [2] Hanif, R. Y., Hendang, S. R., dan Susy, 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*. 03. 03. 137-147.
- [3] Carel, D. S., Yuniaristanto., dan Irwan, I. 2005. Analisis Gangguan Jaringan Kabel Dengan Kombinasi Metode *Fault Tree Analysis* Dan *Failure Mode And Effect Analysis*. *Performa*. 4. 1. 10-15.
- [4] Ghivaris, G. A., Kusmaningrum, S., dan Arie, D. 2015. Usulan Perbaikan Kualitas Proses Produksi *Rudder Tiller* Di Pt. Pindad Bandung Menggunakan FMEA Dan FTA. *Jurnal online Institute Teknologi Nasional*. 4. 3. 73-84.
- [5] Stamatis, D. H. 1995. *Failure Mode And Effect Analysis: From Theory To Execution*. ASQC Quality. Milwaukee. USA.
- [6] Stamatelos, M. 2002. *Fault Tree Handbook With Aerospace Application*. Version 1.1. NASA Office Or Safetyand Mission Assurance. NASA Headquarter. Washington, DC. USA.
- [7] Susilawati, A. 2006. *Failure Mode And Effect Analysis of 'Oster' Steam Iron*. *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 3, No.1, 2006.
- [8] Ford Motor Company. 2011. *FMEA Handbook*. Version 4.2. Michigan. USA.