

ANALISA FAKTOR PENYEBAB KEGAGALAN MESIN GRINDER PADA PROSES PRODUKSI PLASTIC FILM DI PT. MUTIARA HEXAGON

Imam Hidayat, Swandya Eka Pratiwi

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Mercu Buana Jakarta
swandya20@yahoo.com, andi.imam75@gmail.com

ABSTRAK

Bila suatu mesin memiliki tingkat kegagalan yang tinggi, maka perlu dilakukan analisis mengenai penyebab – penyebab kegagalan tersebut hingga ke akar permasalahannya sehingga dapat menentukan tindakan yang sesuai untuk meningkatkan kinerja suatu mesin. PT. Mutiara Hexagon merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dibidang industri pembuatan plastik kemasan. Dalam line pembuatan lembaran film diperlukan mesin CPP (Cast Poly Propylene Machine) dan mesin grinder dalam prosesnya. Pada penelitian yang dilakukan di PT. Mutiara Hexagon, terdapat beberapa kegagalan yang terjadi pada mesin grinder pada proses produksi plastic film, sehingga menyebabkan seluruh line pada divisi film mengalami downtime. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisa mengenai faktor penyebab kegagalan mesin grinder, penulis melakukan observasi secara langsung dan melihat proses produksi plastic film. Penulis menggunakan metode Failure Effect and Mode Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA). Penerapan analisis Failure Effect and Mode Analysis (FMEA) dapat menentukan sejauh mana tingkat kegagalan terjadi. Dari hasil analisis FMEA kemudian dapat dilanjutkan dengan menggunakan Fault Tree Analysis (FTA) guna mengetahui lebih lanjut penyebab-penyebab dasar suatu kegagalan.

Dari hasil perhitungan nilai Risk Priority Number (RPN) pada tiap-tiap kegagalan yang terjadi diantaranya yang paling tinggi adalah kegagalan mesin grinder rusak dengan nilai kegagalannya mencapai 120. Kemudian dianalisa penyebab kegagalan tersebut dengan menggunakan metode FTA di dapatkan minimal cut sets yaitu: as grinder patah, katup hisap blower terbuka terlalu besar, kegagalan pada motor blower, baut pada dudukan pisau patah, pisau tumpul dan human error. Berdasarkan nilai probabilitas masing-masing cut set didapatkan nilai probabilitas kegagalan grinder periode 1 Juni 2012 -1 Juni 2013 mencapai 60%.

Kata kunci : Mesin Grinder, FMEA, RPN, Fault Tree Analysis

I. PENDAHULUAN

Pada suatu industri, mendapatkan keuntungan yang optimal dan dapat meminimalisir biaya yang dikeluarkan merupakan tujuan yang ingin dicapai dari berlangsungnya kegiatan produksi. Namun jalannya industri untuk mencapai target tidaklah mudah, berbagai kendala harus dihadapi dengan memanfaatkan sumber daya yang dimiliki oleh industri tersebut. Dilihat dari segi manajemen produksi, maka kendala yang mungkin dihadapi oleh suatu industri antara lain ketersediaan sumber daya, waktu pengiriman produk, kebijaksanaan manajemen, dan lain sebagainya. Kendala yang berkaitan

dengan bidang teknis salah satunya adalah ketersediaan sumber daya seperti manusia yang siap untuk bekerja dengan mengandalkan keahlian dan kapasitasnya, mesin dan sarana penunjang lainnya berada dalam kondisi siap pakai untuk menjalankan operasi produksi. Untuk menjamin kondisi siap pakai pada suatu mesin ataupun komponen lainnya, maka diperlukan suatu manajemen perawatan atau *maintenance* yang baik. Bila ditemukan kondisi dimana suatu mesin memiliki tingkat kegagalan yang tinggi, maka perlu dilakukan analisis mengenai penyebab – penyebab kegagalan tersebut hingga ke

akar permasalahannya sehingga dapat menentukan tindakan yang sesuai untuk meningkatkan kinerja suatu mesin.

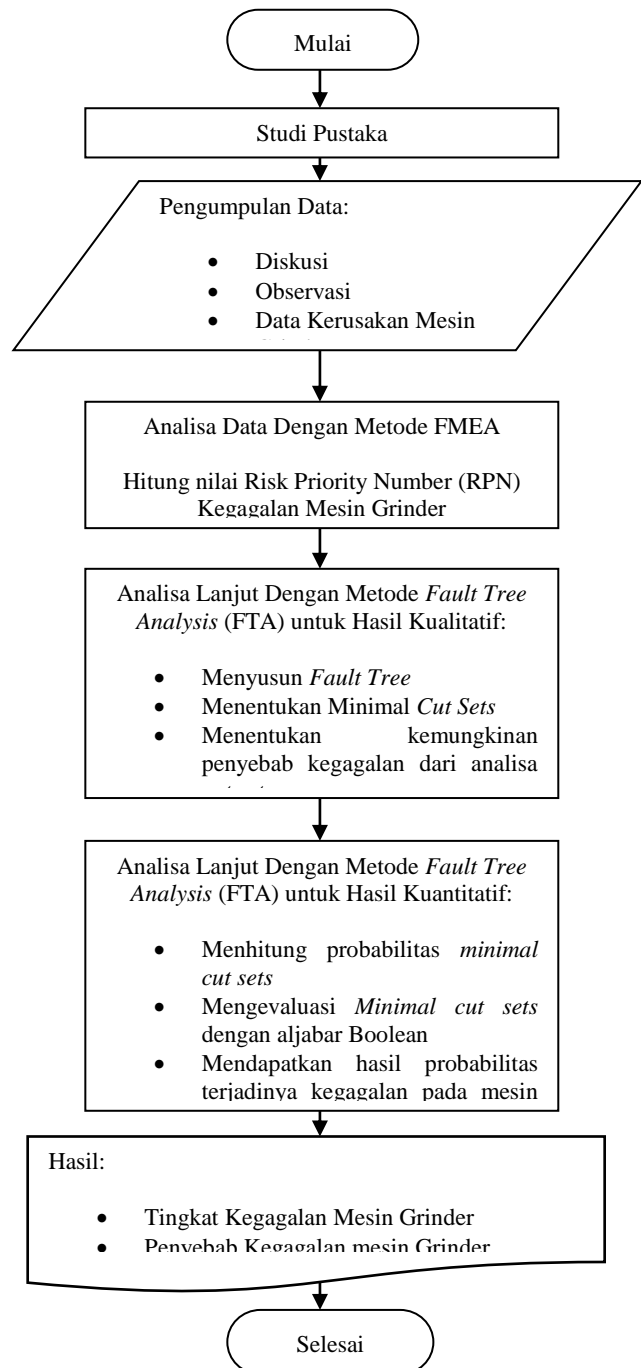
PT. Mutiara Hexagon merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dibidang industri pembuatan plastik kemasan. Produk yang dihasilkannya berupa gulungan kemasan berbagai jenis seperti *centre seal*, *side seal*, atau *bottom seal*. Dalam line pembuatan lembaran *film* diperlukan mesin CPP (Cast Poly Propylene Machine) dan mesin *grinder* dalam prosesnya. Diantara proses tersebut, terdapat proses *trimming* ketika lembaran *film* dipotong di kedua sisinya untuk mendapatkan ukuran yang sesuai dengan permintaan. *Film* hasil *trimming* kemudian disalurkan ke sebuah mesin *grinder* dimana *film* tersebut dicacah menjadi potongan-potongan kecil yang disebut *flapping*. Meskipun terlihat seperti mesin pendamping, mesin *grinder* memiliki peran penting dalam proses mendaur kembali sisa *film* sehingga tidak ada material yang terbuang. Walaupun *film* sisa *trimming* masih dapat didaur ulang tanpa mesin *grinder*, namun akan membebani mesin cpp karena ukurannya masih berbentuk lembaran. Pentingnya peranan mesin *grinder* dalam proses produksi *film*, mengharuskan mesin dapat berfungsi secara optimal. Oleh sebab itu, penulis melakukan penelitian terhadap kegagalan yang terjadi pada mesin *grinder*, sehingga dapat diketahui penyebab –penyebab kegagalan tersebut.

Metode Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk mencari *event-event* penyebab terjadinya kegagalan mesin *grinder*. Metode yang dipakai oleh penulis ada alah metode FMEA dan FTA. Dimana FMEA berfungsi mencari kekritisan dari suatu kegagalan, dan metode FTA sebagai alat untuk menemukan penyebab kegagalan dan memperoleh nilai probabilitas terjadinya kegagalan pada mesin *grinder*. Teknik pengumpulan data yang dipakai penulis adalah dengan menggunakan metode wawancara dengan bagian divisi maintenance pada PT. Mutex, mengamati langsung proses kerja mesin *grinder*, mengumpulkan data sekunder mengenai

kerusakan mesin, jam perbaikan, dan frekuensi terjadinya kerusakan dari laporan divisi maintenance, dan melakukan studi pustaka guna menemukan referensi yang sesuai dengan tema penelitian.

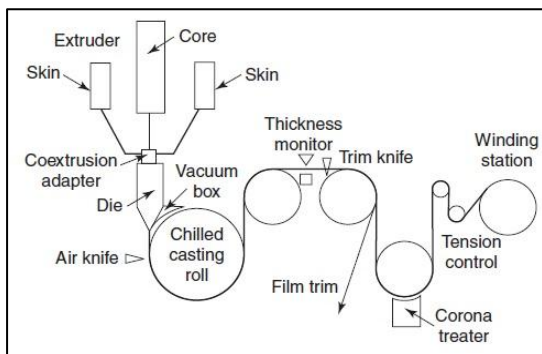
Diagram Alir



II. LANDASAN TEORI

Proses Produksi *Plastic Film*

Pengolahan *raw material* seperti bijih plastik dan material pendukung lainnya hingga menjadi suatu gulungan film plastik diolah dengan menggunakan sebuah mesin ekstrusi yang dikenal dengan *CPP Machine* (Cast Poly Propylene Machine) dan mesin grinder sebagai mesin pendukung. Prosesnya dimulai dari peleburan material seperti bijih plastik dan material lainnya di dalam komponen yang disebut dengan *extruder*. Material yang mencair di dalam *extruder* kemudian dicetak pada komponen *sheet die* dan kemudian digulung pada komponen-komponen yang disebut *casting roll* dan serangkaian proses lainnya sehingga terbentuklah gulungan film. Diantara proses tersebut, terdapat proses *trimming* ketika lembaran film dipotong di kedua sisinya untuk mendapatkan ukuran yang sesuai dengan permintaan. Film hasil *trimming* kemudian disalurkan ke sebuah mesin *grinder* dimana filam tersebut dicacah menjadi potongan kecil yang disebut *flapping*. *Flapping* selanjutnya akan dihisap dan di salurkan kembali ke dalam



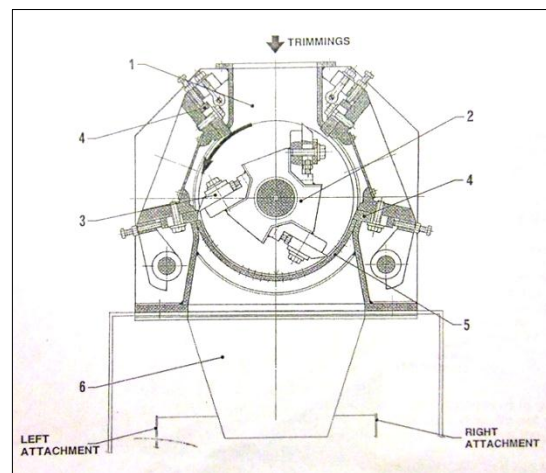
hopper sebelum dicairkan di dalam *extruder* bersama material lainnya.

Sumber: http://packagingtechnology.org/uploads/posts/2012-06/1338925066_three-layer-cast-film-line.jpg. Diakses tanggal 30/03/2013

Grinding Machine

Pengoperasian dari mesin grinder dimulai ketika *Trimming* yang tiba dari separator memasuki ruang pemotongan (1) di mana mereka dirobek oleh rotor (2) yang memiliki tiga bilah yang melekat pada kedudukan rotor (3). Tindakan pemotongan

dicapai dengan bantuan empat bilah tetap (4) yang dipasang bertentangan dengan bilah pada rotor. Tepat di bawah ruang pemotongan ada *interchangeable screen* (5) yang bertindak sebagai filter. Dengan kata lain, *screen* tersebut mempertahankan potongan material yang lebih besar yang kemudian dikembalikan ke ruang pemotongan untuk dipotong-potong kembali. Siklus ini berlangsung berulang kali sampai material mencapai ukuran minimum yang diperlukan untuk melewati lubang *screen* dan kemudian diarahkan ke ruang koleksi (6) dari mana ia dikeluarkan oleh vakum yang diciptakan oleh *exhaust fan* dan kipas transportasi.



Sumber : AERTECNICA CROCI. Operation And Maintenance Manual

Jenis-Jenis Pemeliharaan dan Perawatan

Kegiatan pemeliharaan terbagi dalam dua bentuk yaitu pemeliharaan terencana (*planned maintenance*) dan pemeliharaan tak berencana (*unplanned maintenance*). Perawatan terencana adalah perawatan yang diorganisir dan dilakukan dengan perencanaan dan pengontrolan yang sudah ditentukan terlebih dahulu. Sedangkan perawatan tak terencana adalah satu jenis perawatan yang dilakukan tanpa perencanaan terlebih dahulu. Perawatan preventif adalah perawatan yang dilakukan pada interval waktu yang sudah ditentukan dengan tujuan untuk mengurangi probabilitas kegagalan atau penurunan performance dari suatu sistem. Perawatan korektif adalah perawatan yang dilakukan setelah peralatan

mengalami kegagalan dan perawatan ini dimaksudkan untuk mengembalikan sistem ke keadaan dimana sistem tersebut dapat melakukan fungsinya kembali.

Perawatan preventif dapat dibagi lagi menjadi *scheduled maintenance* (perawatan terjadwal) dan *condition based maintenance* (Perawatan yang berbasis pada kondisi sistem). Perawatan terjadwal dilakukan pada interval waktu tertentu, baik itu banyaknya jam kerja, jumlah siklus yang telah dilalui, dan lain – lain. *Condition based maintenance* (perawatan yang berbasis pada kondisi sistem) adalah perawatan terhadap suatu yang dilakukan sebagai hasil dari suatu kondisi yang sudah diketahui dari hasil pemantauan secara kontinyu atau secara periodik.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA (failure mode and effect analysis) adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (failure mode). Untuk menentukan prioritas dari suatu bentuk kegagalan maka tim FMEA harus mendefinisikan terlebih dahulu tentang Severity, Occurrence, Detection, serta hasil akhirnya yang berupa Risk Priority Number.

Fault Tree Analysis (FTA)

Fault Tree Analysis merupakan teknik yang memberikan penjelasan sistematis dari kombinasi kejadian-kejadian yang mungkin terjadi dalam sistem yang mengakibatkan kerusakan. Analisis pohon kegagalan merupakan analisis deduktif yaitu suatu kejadian disebabkan oleh kejadian sebelumnya. Kejadian sebelumnya disebabkan oleh kejadian lain lebih lanjut, kegagalan komponen atau kegagalan operator (manusia). Masing-masing kegagalan tersebut dianalisis lebih lanjut penyebabnya sehingga sampai pada kondisi kejadian dasar (*basic event*). Kejadian puncak (*Top Event*) dari pohon kegagalan menunjukkan kejadian atau kondisi yang tidak diinginkan. *Top Event* haruslah terlebih dahulu diidentifikasi, kemudian event-event yang secara langsung menyebabkan terjadinya *Top Event* diidentifikasi dan dihubungkan

dengan *Top Event* dengan menggunakan hubungan logika. *Cut set* merupakan kombinasi kegagalan kejadian dasar, sedangkan minimal *cut set* adalah kombinasi terkecil dari kegagalan kejadian dasar.

III. Analisa Kegagalan dan Pengolahan Data

Data kerusakan mesin grinder yang diperoleh dari divisi maintenance PT.Mutex periode 1 Juni 2012 – 1 Juni 2013 dapat dilihat pada tabel berikut:

No.	Tanggal	Waktu Kejadian (bulan)	Trouble	Durasi Perbaikan (menit)
1	03/01/2013	7	Grinder rusak	115
2	08/01/2013	7	Grinder rusak	295
3	24/01/2013	7	As grinder rusak/patah	30
4	29/01/2013	7	Grinder rusak	45
5	30/01/2013	7	Blade grinder tumpul	485
6	01/02/2013	8	Pipa bahan sisa sisiran grinder mampet	345
7	04/02/2013	8	Grinder CPP rusak	30
8	07/02/2013	8	Grinder CPP rusak	275
9	08/02/2013	8	Bahan menggulung di pisau grinder	40
10	26/03/2013	9	Baut pengunci patah	195
11	17/05/2013	11	Motor blower grinder rusak	315

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Sesuai dengan metode yang diterapkan dalam analisa FMEA, data diperiksa untuk menemukan beberapa modus kegagalan. Adapun modus kegagalannya hanya dibatasi pada:

- Grinder rusak
- As grinder patah
- Blade grinder tumpul
- Pipa bahan sisa sisiran grinder mampet
- Bahan menggulung di pisau grinder
- Baut pengunci patah
- Motor blower grinder rusak

Kemudian dicari tingkat severity, occurrence, dan detectionnya.

Untuk mencari tingkat occurrence pada masing-masing modus kegagalan dapat menggunakan tabel berikut sebagai acuan.

Peluang kegagalan	Kemungkinan gagal	Presentase	Ppk	Peringkat
Sangat Tinggi	≥ 100 per 1000 jam	10%	$< 0,55$	10
	50 per 1000 jam	5%	$\geq 0,55$	9
Tinggi	20 per 1000 jam	2%	$\geq 0,78$	8
	10 per 1000 jam	1%	$\geq 0,86$	7
Sedang	5 per 1000 jam	0.50%	$\geq 0,94$	6
	2 per 1000 jam	0.20%	$\geq 1,00$	5
	1 per 1000 jam	0.10%	$\geq 1,10$	4
Rendah	0.5 per 1000 jam	0.05%	$\geq 1,20$	3
	0.1 per 1000 jam	0.01%	$\geq 1,30$	2
Terkontrol	0.01 per 1000 jam	0.00%	$\geq 1,67$	1

Untuk mencari tingkatan nilai *occurrence* atau kejadian, didapatkan dengan persamaan :

$$Ppk = \frac{Z}{3}$$

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Dimana :

$$\mu = n \cdot p$$

$$\sigma^2 = n \cdot p \cdot (1 - p)$$

$$\sigma = \sqrt{n \cdot p \cdot q}$$

Keterangan:

- Ppk = Probability Proses Control
- Z = Distribusi normal
- x = Waktu terjadi
- n = Frekuensi kegagalan dalam satu tahun
- p = Peluang kegagalan pertahun (x/12). Probabilitas yang sukses.
- q = Probabilitas yang gagal
- σ = Simpangan baku
- μ = Nilai tengah

Sehingga di hasilkan nilai occurrence untuk masing-masing modus kegagalan sebesar:

- a. Grinder rusak = 3
- b. As grinder patah = 1
- c. Blade grinder tumpul = 1
- d. Pipa bahan sisa sisiran grinder mampet = 1
- e. Bahan menggulung di pisau grinder = 1
- f. Baut pengunci patah = 1
- g. Motor blower grinder rusak = 1

Kemudian mencari nilai severity dengan tabel berikut:

Efek	Kriteria	Peringkat
Bahaya tanpa tanda-tanda	Kegagalan sangat tinggi, dapat mengganggu sistem dan membahayakan operator mesin, tetapi tidak ada tanda-tanda kerusakan sebelumnya	10
Bahaya dengan tanda-tanda	Kegagalan sangat tinggi, dapat mengganggu sistem, dan membahayakan operator mesin, dengan adanya tanda-tanda kerusakan sebelumnya	9
Sangat tinggi	Mesin tidak dapat beroperasi dengan optimal karena ada gangguan mesin, tingkat performa menurun sehingga hasil kerja yang dihasilkan tidak memuaskan. Nilainya rangai utama mesin.	8
Tinggi	Mesin tidak dapat beroperasi dengan optimal karena adanya gangguan minor, tingkat performa menurun.	7
Sedang	Mesin dapat dioperasikan, namun ada gangguan minor, dan beberapa alat tidak dapat dioperasikan.	6
Rendah	Mesin dapat beroperasi pada penurunan tingkat performa sehingga hasil kerja mesin tidak memuaskan.	5
Sangat rendah	Mesin dapat beroperasi dengan baik, namun masih ada tanda-tanda kerusakan-kerusakan minor dari mesin. Adanya kemalahan dalam penyediaan-penyediaan kecil	4
Kecil	Mesin dapat beroperasi dengan baik, namun masih ada tanda-tanda kebocoran-kebocoran minor dari mesin. Adanya kemalahan dalam penyediaan-penyediaan kecil	3
Sangat kecil	Mesin dapat beroperasi dengan baik, dengan gangguan yang sangat minimal	2
None	No effect	1

Dan mencari nilai detection dengan menggunakan tabel:

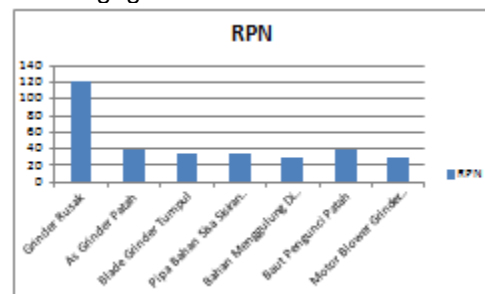
Peringkat Kecondrasuan Kontrol Desain untuk Desain FMEA		
Deteksi	Kriteria : Kecondrasuan Kontrol Desain	Peringkat
Ketidalgastian mutlak	Control desain tidak dapat mendeteksi potensi sebab kerusakan mekanis dan kerusakan berikutnya atau tidak adanya control desain.	10
Sangat jauh	Sangat jauh kemungkinannya control desain akan mendeteksi potensi sebab kerusakan mekanis atau sebab kegagalan berikutnya.	9
Jauh	Jauh tipis kemungkinannya control desain akan mendeteksi potensi sebab kerusakan mekanis atau sebab kegagalan berikutnya.	8
Sangat rendah	Sangat rendah kemungkinannya control desain akan mendeteksi potensi sebab kerusakan mekanis atau sebab kegagalan berikutnya.	7
Rendah	Rendah kemungkinannya control desain akan mendeteksi potensi sebab kerusakan mekanis atau sebab kegagalan berikutnya.	6
Sedang	Sedang kemungkinannya control desain akan mendeteksi potensi sebab kerusakan mekanis atau sebab kegagalan berikutnya.	5
Sangat sedang	Sangat sedang kemungkinannya control desain akan mendeteksi potensi sebab kerusakan mekanis atau sebab kegagalan berikutnya.	4
Tinggi	Tinggi kemungkinannya control desain akan mendeteksi potensi sebab kerusakan mekanis atau sebab kegagalan berikutnya.	3
Sangat tinggi	Sangat tinggi kemungkinannya control desain akan mendeteksi potensi sebab kerusakan mekanis atau sebab kegagalan berikutnya.	2
Mampir pasti	Control desain hampir pasti dapat mendeteksi potensi sebab kerusakan mekanis atau sebab kegagalan berikutnya.	1

Sehingga di dapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar:

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

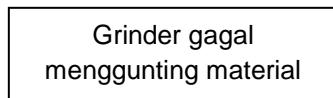
- RPN grinder rusak = $S \times O \times D = 8 \times 3 \times 5 = 120$
- RPN as grinder patah = $S \times O \times D = 8 \times 1 \times 5 = 40$
- RPN blade grinder tumpul = $S \times O \times D = 7 \times 1 \times 5 = 35$
- RPN pipa bahan sisa sisiran grinder mampet = $S \times O \times D = 7 \times 1 \times 5 = 35$
- RPN bahan menggulung di pisau grinder = $S \times O \times D = 6 \times 1 \times 5 = 30$
- RPN Baut pengunci patah = $S \times O \times D = 8 \times 1 \times 5 = 40$
- RPN motor blower grinder rusak = $S \times O \times D = 6 \times 1 \times 5 = 30$

Dapat dilihat tingkat kekritisan kegagalan pada mesin grinder, dimana apabila nilai RPN-nya semakin tinggi, maka semakin kritis kegagalan tersebut.

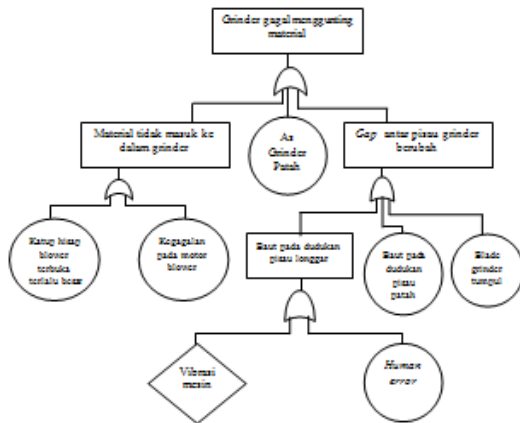


Fault Tree Analysis (FTA)

- Langkah 1. Menentukan tujuan yang ingin dicapai dari FTA. Tujuan pembuatan *fault tree analysis* disini yaitu untuk mencari penyebab-penyebab kegagalan di grinder sehingga grinder tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya dan menyebabkan proses produksi film terhenti.
- Langkah 2. Mendefinisikan *top event*. Karena kondisi awal dari sistem adalah pada saat grinder sedang menggunting material *trimming*, maka kita memilih *top event* yaitu saat "grinder gagal menggunting material". Setelahnya dimulai membuat struktur dari *fault tree*.



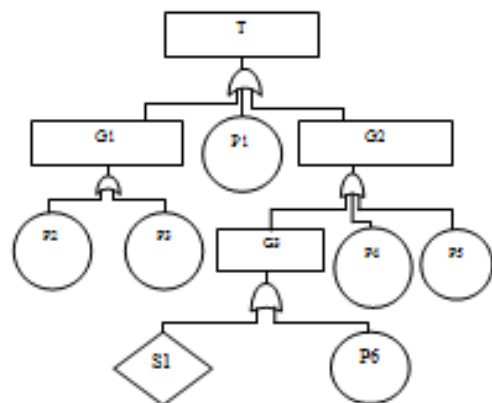
- Langkah 3. Mendefinisikan batasan, cakupan dari sistem dengan memperhatikan aturan dari FTA.
- Langkah 4. Memulai membuat *fault tree*. Sehingga tersusunan gerbang logika sebagai wujud analisa penyebab kegagalan pada mesin grinder.



Setelah tersusun gerbang logika, kita bisa merubahnya dalam bentuk simbol untuk kemudian menentukan minimal *cut sets*
Misalkan:

- T adalah *top event*
- P adalah *primary event (basic event)*
- G adalah *intermediate event*
- S adalah *undeveloped event*

- Dan misalkan:
- T = Grinder gagal menggunting material (*top event*)
 - P1 = As Grinder Patah
 - P2 = Katup hisap blower terbuka terlalu besar
 - P3 = Kegagalan pada motor blower
 - P4 = Baut pada kedudukan pisau patah
 - P5 = Pisau tumpul
 - P6 = Human error
 - G1 = Material tidak masuk ke dalam grinder
 - G2 = Gap antar pisau grinder berubah
 - G3 = Baut pada kedudukan pisau longgar
 - S1 = Vibrasi mesin



Dari gambar bisa didapat persamaan Booleannya:

$$\begin{aligned}
 T &= G1 + P1 + G2 \\
 G1 &= P2 + P3 \\
 G2 &= G3 + P4 + P5 \\
 G3 &= S1 + P6
 \end{aligned}$$

Menggunakan persamaan diatas maka kita bisa mensubstitusikannya menjadi:

$$\begin{aligned}
 T &= G1 + P1 + G2 \text{ (karena } G1 = P2 + P3) \\
 &= P2 + P3 + P1 + G2 \\
 &\text{(karena } G2 = G3 + P4 + P5) \\
 &= P2 + P3 + P1 + G3 + P4 + P5 \\
 &\text{(Karena } G3 = S1 + P6) \\
 &= P2 + P3 + P1 + S1 + P6 + P4 + P5
 \end{aligned}$$

Maka minimal *cut set* dari gambar. Adalah {P1}, {P2}, {P3}, {P4}, {P5}, {P6}.

Analisa Kualitatif

Analisa kualitatif adalah untuk mendapatkan kombinasi kegagalan yang menyebabkan *top event* pada suatu sistem atau *minimal cut set* itu sendiri. Dari *minimal cut set* dapat diketahui berapa banyak kejadian yang dapat berlangsung menyebabkan *top event* terjadi. Hasil

analisa kualitatif dari kegagalan sistem pada sistem pengguntingan material *trimming* grinder dengan *top event* grinder gagal menggunting material adalah *top event* terjadi jika kejadian di bawah ini terjadi:

- a. As Grinder Patah
- b. Katup hisap blower terbuka terlalu besar
- c. Kegagalan pada motor blower
- d. Baut pada kedudukan pisau patah
- e. Pisau tumpul
- f. Human error

Analisa Kuantitatif

Dari hasil analisa tersebut, dapat dicari probabilitas terjadinya tiap-tiap *basic event* dengan data kerusakan mesin grinder selama waktu 12 bulan dengan total 11 kejadian. Sehingga probabilitas tiap-tiap kejadian yaitu:

No.	Klasifikasi Basic Event	Menyebabkan	Probabilitas
1	As Grinder patah	•Grinder rusak •As grinder patah	0,18
2	Katup hisap blower terbuka terlalu besar	•Grinder rusak •Pipa bahan sisa sistian grinder mampet •Bahan menggulung di pisau grinder	0,27
3	Kegagalan pada motor blower	•Grinder rusak •Kegagalan pada motor blower	0,18
4	Baut pada kedudukan pisau patah	•Grinder rusak •Baut pengunci patah •Human error	0,27
5	Blade grinder tumpul	•Grinder rusak •Blade grinder tumpul	0,18
6	Human error	•Grinder rusak •Human error	0,18

Sehingga, Probabilitas terjadinya *top event* per bulan adalah dengan asumsi kejadian saling bebas:

$$\begin{aligned}
 P(T) &= P(P1 \cup P2 \cup P3 \cup P4 \cup P5 \cup P6) \\
 &= P(P1) + P(P2) + P(P3) + P(P4) + P(P5) + P(P6) - P(P1 \cap P2) - P \\
 &(P1 \cap P3) - P(P1 \cap P4) - P(P1 \cap P5) - P(P1 \cap P6) - P(P2 \cap P3) - \\
 &P(P2 \cap P4) - P(P2 \cap P5) - P(P2 \cap P6) - P(P3 \cap P4) - P(P3 \cap P5) \\
 &- P(P3 \cap P6) - P(P4 \cap P5) - P(P4 \cap P6) - P(P5 \cap P6) + P(P1 \cap P2 \\
 &\cap P3 \cap P4 \cap P5 \cap P6)
 \end{aligned}$$

Dengan persamaan tersebut, didapatkan nilai probabilitas terjadinya *top event* atau kegagalan pada mesin grinder yaitu sebesar 60 % pada periode 1 Juni 2012 – 1 Juni 2013.

IV. PENUTUP

Kesimpulan

Setelah melakukan analisis hasil penelitian didapatkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) atau tingkat kekritisan tertinggi yaitu pada kegagalan grinder rusak, dengan nilai RPN mencapai 120. Sedangkan nilai RPN terhadap as grinder patah adalah 40, blade grinder tumpul adalah 35, pipa bahan sisa sisiran grinder mampet adalah 35, bahan menggulung di pisau grinder adalah 30, baut pengunci patah adalah 40, dan motor blower grinder rusak adalah 30. Dan probabilitas terjadinya *top event* atau kegagalan grinder pada periode 1 Juni 2012 – 1 Juni 2013, dengan hasil probabilitas mencapai 60 %.

DAFTAR PUSTAKA

Amstead, B., Ostwald, P. F. & Begeman, M. L., 1991. *Teknologi Mekanik*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

1. Benjamin S. Blanchard, D. V. E. L. P., 1995. *Maintainability: A Key to Effective Serviceability and Maintenance Management*. New York: A Wiley-Interscience.
2. CROCI, A., t.thn. *OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL*. Via Ticinese: AERTECNICA CROCI.
3. Kusuma, H., 2009. *Manajemen Produksi : Perencanaan Dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
4. Priyanta, D., 2000. [Online] Available at: <http://images.patrang.multiply.com/content/attachment/0/Sv4hCwoKCDIAAD6mXys1/CV.pdf>[Diakses 10 Juli 2013].
5. Sudradjat, A., 2011. *Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri*. Bandung: PT. Refika Aditama.
6. Vesely, W., Goldberg, F., Roberts, N. & Haasl, D., 1981. *Fault Tree Handbook*. Washington, D.C.: U.S. Nuclear Regulatory Commission.
7. Wilbrand Woebcken, W., 1995. *International Plastics Handbook : For The Technologist, Engineer, and User*. New York: Carl Hanser Verlag.