

**IDENTIFIKASI *FAILURE MODE* PENYEBAB KECACATAN PRODUK
PADA PROSES CETAK LEMBAR KERJA SISWA
(Studi Kasus: CV. Putra Nugraha Triyagan)**

NASKAH PUBLIKASI
Diajukan Untuk Memenuhi Syarat
Guna Mencapai Gelar S-1
Jurusan Teknik Industri



Disusun Oleh:
DIMAS WISNU AJI
D600 090 017

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2013

Surat Persetujuan Artikel Publikasi Ilmiah

Yang bertanda tangan di bawah ini pembimbing Skripsi/Tugas Akhir:

Nama : Mila Faila Sufa, ST., MT.

Telah membaca dan mencermati naskah artikel publikasi ilmiah, yang merupakan ringkasan Skripsi/Tugas Akhir dari mahasiswa:

Nama : Dimas Wisnu Aji

NIM : D600 090 017

Jurusan : Teknik Industri

Judul Tugas Akhir : IDENTIFIKASI *FAILURE MODE* PENYEBAB KECACATAN
PRODUK PADA PROSES CETAK LEMBAR KERJA SISWA (Studi
Kasus: CV. Putra Nugraha Triyagan)

Naskah artikel tersebut, layak dan dapat disetujui untuk dipublikasikan. Demikian persetujuan yang dibuat, semoga dapat dipergunakan sepenuhnya.

Menyetujui,
Pembimbing Tugas Akhir



Mila Faila Sufa, ST., MT.

**IDENTIFIKASI *FAILURE MODE* PENYEBAB KECACATAN PRODUK
PADA PROSES CETAK LEMBAR KERJA SISWA
(Studi Kasus: CV. Putra Nugraha Triyagan)**

Dimas Wisnu Aji

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

Email: Dimaswisnuaji@gmail.com

ABSTRAK

CV. Putra Nugraha Triyagan merupakan perusahaan yang bergerak dibidang percetakan LKS. Putra Nugraha Triyagan termasuk dalam salah satu Putra Nugraha Grup (PN) sebuah perusahaan penerbitan dan percetakan. Dengan menghasilkan produk cetakan yang mengutamakan mutu, menjaga ketepatan waktu, dan proses produksi dengan harga yang kompetitif. Tetapi kurangnya pengawasan dan umur mesin yang kurang ekonomis menyebabkan kecacatan produk tidak bisa dihindari lagi.

Dalam penelitian ini menggunakan metode FMEA, yang digunakan untuk mengidentifikasi failure mode terbesar dan efeknya yang menyebabkan kecacatan pada cetakan LKS. Penelitian ini bertujuan untuk meminimalkan kerusakan pada komponen mesin cetak Goss Community. Kecacatan pada LKS yaitu kertas sobek, cetakan kotor, lipatan kertas miring, cetakan kabur, cetakan kolkalis, cetakan belang, cetakan tidak terpotong.

Komponen mesin web G adalah Roll tinta, Blanket, Rol air, dan Folder. Komponen tersebut merupakan komponen yang dilewati oleh alur kertas yang akan dicetak dan berpengaruh menyebabkan kecacatan pada cetakan LKS. Terdapat sepuluh failure mode dari keempat komponen tersebut, yaitu rol tinta aus, as rol tinta aus, blanket gelembung, blanket sobek, pralon pecah, rol air kotor, newmol sobek, cutting rubber sobek, pisau potong aus, dan gigi silinder niping aus. Untuk mencari failure mode terbesar menggunakan penilaian Severity, Occurrence, dan Detection. Setelah itu menggunakan analisis ANOVA untuk mendapatkan mean RPN (Risk Priority Number) tertinggi. Hasil dari penelitian ini diketahui komponen paling besar nilai RPN nya adalah cutting rubber sobek dengan nilai RPN sebesar 245,4. Analisa perbaikan cutting rubber yaitu dengan melakukan pengecekan komponen setiap 29 hari, jika akan terjadi kerusakan maka harus segera diganti.

Kata Kunci : Anova, Failure Mode, FMEA, kecacatan, nilai RPN.

Pendahuluan

Tujuan utama perusahaan adalah mendapatkan profit, sehingga bagaimana meningkatkan produksi yang berkualitas agar memenuhi semua kebutuhan dan kepuasan konsumen. Tentunya dengan pengawasan yang ketat dalam proses produksi dilakukan untuk meminimalisasi produk cacat dan memaksimalkan kualitas produksi. Kualitas merupakan hal yang sangat penting untuk dapat berkompetensi dalam merebut pasar industri. Terutama dalam menghadapi era perdagangan bebas, tapi pelaksanaan mutu tidaklah mudah karena selalu akan ada masalah-masalah yang timbul walaupun di suatu perusahaan sudah menggunakan pengawasan kualitas yang cermat.

Banyak berkembangnya perusahaan percetakan, Putra Nugraha Triyagan ingin lebih mengungguli pesaing-pesaingnya melalui produk cetakan yang mengutamakan mutu, menjaga ketepatan waktu, dan proses produksi dengan harga yang kompetitif. Tetapi kurangnya pengawasan produksi dan umur mesin cetak yang digunakan kurang ekonomis menyebabkan kecacatan produk tidak bisa dihindari lagi.

Penelitian ini dengan tujuan untuk mengurangi tingkat kegagalan pada komponen mesin cetak yang berakibat pada buruknya kualitas cetakan (kecacatan). Menggunakan metode FMEA untuk mengetahui komponen apa saja yang akan diprioritaskan untuk diperbaiki agar bisa menghilangkan atau setidaknya mengurangi kecacatan pada cetakan LKS.

Landasan Teori

Pengertian Kualitas

Menurut Bateman (2004), Kualitas (*quality*) merupakan keistimewaan dari sebuah produk. Kualitas merujuk pada sifat menarik, tidak ada cacat, dapat dipercaya dan dapat diandalkan untuk jangka panjang. Menurut Juran kualitas adalah kecocokan penggunaan produk (*Fitness for Use*) untuk memenuhi kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Menurut Nasution (2001), kecocokan penggunaan itu didasarkan pada lima ciri utama berikut:

1. Teknologi, yaitu kekuatan atau daya tahan.
2. Psikologis, yaitu citra rasa atau status.
3. waktu, yaitu kehandalan.
4. Kontraktual, yaitu adanya jaminan.
5. Etika, yaitu sopan santun, ramah dan jujur.

Kecocokan penggunaan suatu produk adalah apabila produk mempunyai daya tahan penggunaan yang lama, meningkatkan citra atau status konsumen yang memakainya, tidak mudah rusak, adanya jaminan kualitas dan sesuai etika bila digunakan. khusus untuk jasa diperlukan pelayanan kepada pelanggan yang ramah, sopan serta jujur sehingga dapat memuaskan pelanggan (Nasution, 2001:15).

Sehingga dapat disimpulkan bahwa kualitas merupakan keistimewaan yang dimiliki oleh sebuah produk yang di dalamnya mencakup performansi, keandalan, mudah digunakan, estetika, dan lain sebagainya yang terhindar dari segala bentuk kecacatan atau kerusakan dan mampu memenuhi kebutuhan konsumen sesuai dengan harapan dan keinginan.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Menurut Mourby, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah pendekatan sistematis yang menerapkan suatu metode pentabelan untuk membantu proses pemikiran yang digunakan oleh *engineers* untuk mengidentifikasi mode kegagalan potensial dan efeknya. FMEA merupakan teknik evaluasi tingkat keandalan dari sebuah sistem untuk menentukan efek dari kegagalan dari sistem tersebut. Kegagalan digolongkan berdasarkan dampak yang diberikan terhadap kesuksesan suatu misi dari sebuah sistem. Terdapat lima tipe FMEA yang bisa diterapkan dalam sebuah industri manufaktur, yaitu:

1. *System*, berfokus pada fungsi sistem secara global.
2. *Design*, berfokus pada desain produk.
3. *Process*, berfokus pada proses produksi, dan perakitan.
4. *Service*, berfokus pada fungsi jasa.
5. *Software*, berfokus pada software.

Menurut Foster (2010), dalam FMEA terdapat sembilan tahap untuk menyelesaikan permasalahan, yaitu:

1. Memberikan identifikasi pada setiap komponen.
2. Mengidentifikasi fungsi dari setiap komponen.
3. Mengidentifikasi satu atau dua mode kegagalan untuk setiap fungsi komponen.
4. Menggambarkan akibat dari setiap mode kegagalan.
5. Menetapkan kemungkinan dan kategori bahaya.
6. Memperkirakan kemungkinan kegagalan.
7. Memperkirakan kegagalan yang ditemukan.
8. Mengidentifikasi resiko terbesar.

9. Menghilangkan atau mengurangi resiko terbesar.

RPN merupakan produk matematis dari *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Dalam bentuk persamaan, $RPN = S * O * D$. Nomor ini digunakan untuk mengidentifikasi *failure mode* yang paling besar, yang mengarah ke tindakan korektif. Ada tiga penilaian yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection*.

Analisis ANOVA

Menurut Mandenhall, ANOVA (*Analysis of Variance*) adalah teknik statistik yang digunakan untuk membandingkan rata-rata dari dua atau lebih sampel. Tipe perbedaan dari ANOVA menggambarkan perbedaan desain eksperimen dan situasi dari mereka yang mengembangkannya.

Tujuan dari ANOVA adalah untuk menempatkan variabel-variabel bebas penting di dalam suatu studi dan untuk menentukan bagaimana mereka berinteraksi dan mempengaruhi jawaban (Mendenhall dalam Mangkuatmo, 2004:310).

Perhitungan ANOVA menggunakan *Randomize Block Design* yaitu ditandai dengan tiga sumber varian *treatment*, *block*, dan *error*, yang dijumlahkan ke *Sum of Square*. Dengan persamaan matematis sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + b_j + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

μ = Keseluruhan rata-rata atas semua perlakuan dan semua kemungkinan blok.

α_i = Pengaruh perlakuan i.

b_j = Pengaruh blok j.

ϵ_{ij} = Kesalahan acak yang terkait dengan EU ditugaskan untuk perlakuan i dalam blok j.

Tabel 1. ANOVA dengan *Randomized Blocks Design*

Source of varian	df	Sum of Square	Mean of Square	F
Treatment	t-1	SST	MST	MST/MSE
Block	b-1	SSB	MSB	
Error	n-t-b+1	SSE	MSE	
Total	n-1	SS(total)		

Sumber: (Narayanagounder dan Gurusami, 2009: 525).

Keterangan:

t : Jumlah dari *failure mode*.

b : Jumlah dari responden.

n : Jumlah keseluruhan data *failure mode*.

SS_{total} : *Sum of Square* total, jumlah dari kuadrat total *failure mode*.

Didapat dari rumus $\sum X^2 - \frac{\bar{x}^2}{n}$.

SST : *Sum of Square Treatment*, jumlah dari kuadrat keseluruhan *failure mode*.

Didapat dari rumus $\frac{1}{b}(\sum Y_i^2) - \frac{\bar{x}^2}{n}$.

SSB : *Sum of Square Block*, jumlah dari kuadrat keseluruhan responden.

Didapat dari rumus $\frac{1}{t}(\sum Y_j^2) - \frac{\bar{x}^2}{n}$.

SSE : *Sum of Square Error*, jumlah dari *Error*.

Didapat dari rumus $SS_{total} - SS_{treatment} - SS_{block}$.

MST : *Mean of Square Treatment*, rata-rata dari kuadrat *failure mode*.

Didapat dari SST dibagi dengan df (*degree of freedom*) dari *treatment*.

MSB : *Mean of Square Block*, rata-rata dari kuadrat keseluruhan responden.

Didapat dari SSB dibagi dengan df (*degree of freedom*) dari *block*.

MSE : *Mean of Square Error*, rata-rata dari *error*.

Didapat dari SSE dibagi dengan df (*degree of freedom*) dari *error*.

F : Nilai F_{hitung} .

Didapat dari nilai MST dibagi dengan nilai MSE.

Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan di CV. PUTRA NUGRAHA TRIYAGAN yaitu perusahaan yang bergerak dibidang percetakan LKS yang terletak di Triyagan RT 01 RW 06 kec. Mojolaban, Sukoharjo. Penelitian ini melalui beberapa tahapan yaitu:

1. Survey lokasi penelitian
Tahap ini dilakukan untuk melakukan pengamatan di terhadap semua aktifitas yang ada dalam perusahaan, mulai dari tahap pra cetak, tahap cetak, tahap *finishing*, sampai tahap pengepakan.
2. Studi pustaka
Tujuan dari studi pustaka ini adalah untuk mendapatkan landasan teori yang merupakan dasar untuk memecahkan persoalan yang sedang diteliti, sehingga permasalahan dapat diselesaikan dengan benar.
3. Identifikasi masalah
Dalam tahap ini melakukan identifikasi untuk mencari permasalahan apa saja yang terjadi di dalam perusahaan.
4. Tujuan penelitian
Dalam tahap ini menentukan tujuan dari penelitian ini sesuai dengan identifikasi masalah yang telah dilakukan di perusahaan.
5. Pengumpulan data
Dalam penelitian ini tahap pengumpulan data dengan tiga cara yaitu rekap data perusahaan, wawancara, dan menggunakan lembar penilaian FMEA. Rekap data dari perusahaan yaitu data hasil dari total kerusakan komponen mesin cetak. Wawancara digunakan untuk mengetahui informasi tentang tahap pengendalian kerusakan dan akibat kerusakan pada cetakan LKS. Kemudian dengan lembar penilaian FMEA ditujukan kepada lima responden yang benar-benar mengerti tentang keadaan mesin cetak web G, yang nanti akan diolah untuk menghitung nilai dari RPN (*Risk Priority Number*).
6. Pengolahan data
Menentukan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* yang didapatkan dari lembar penilaian FMEA. Kemudian menghitung nilai RPN menggunakan perkalian dari nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Menentukan hipotesis yang akan digunakan untuk tahap analisa dengan menggunakan ANOVA.
7. Analisa data
Setelah mendapatkan nilai RPN dari lembar penilaian FMEA kemudian menghitung RPN terbesar menggunakan analisis ANOVA.
8. Usulan perbaikan *failure mode* menggunakan diagram *fishbone*
Setelah mendapatkan nilai RPN terbesar untuk komponen yang menyebabkan kecacatan, kemudian membuat diagram *fishbone* komponen tersebut. Diagram *fishbone* sebagai acuan dalam menentukan usulan perbaikan untuk *failure mode* dengan nilai RPN terbesar.
9. Kesimpulan dan saran
Dalam tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan atas hasil penelitian yang telah selesai dilakukan. Kemudian memberikan saran sebagai masukan dalam perbaikan yang berkaitan dengan penelitian di putra Nugraha Triyagan.

Hasil dan Pembahasan

Alur Produksi di CV. Putra Nugraha Triyagan

Dalam proses percetakan LKS di Putra Nugraha Triyagan terdapat empat alur produksi, pertama melalui tahap pra cetak kemudian tahap cetak setelah itu melalui tahap *finishing* dan yang terakhir adalah tahap *packing*.

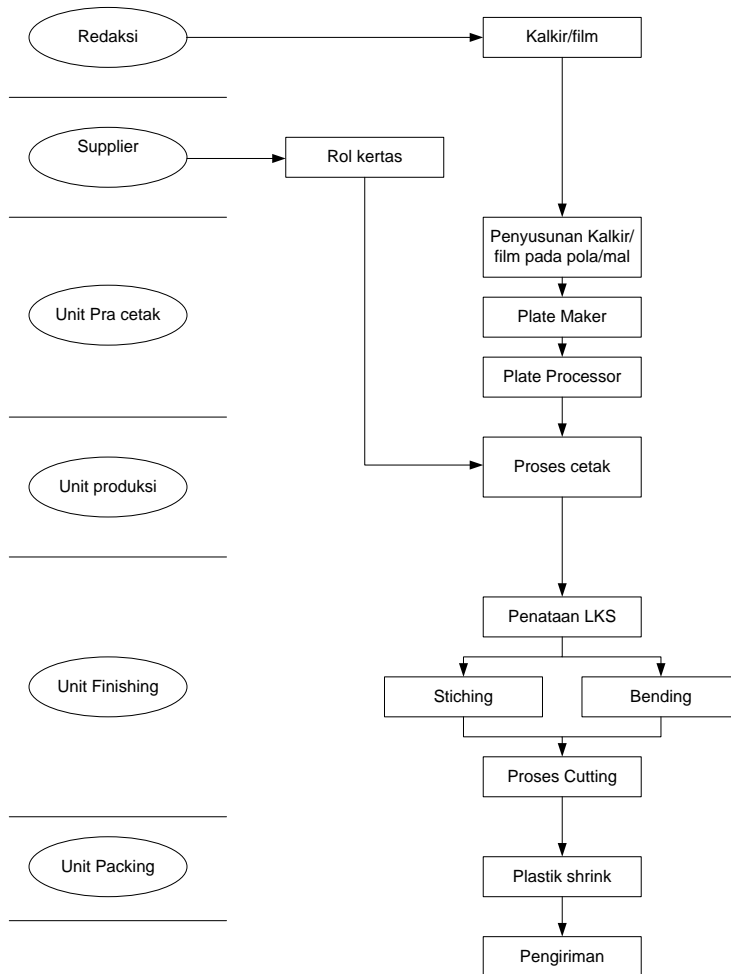
1. Pra cetak
Dalam proses pra cetak ini unit pra cetak menyusun kalkir atau film yang diterima dari Redaksi melalui tahap berikut ini:
 - a. Penyusunan kalkir atau film
Setelah menerima kalkir dari redaksi kemudian kalkir disusun di atas sebuah mal atau pola yang sudah ada. Setiap mal atau pola berisi 8 halaman.
 - b. *Plate maker*
Tahap selanjutnya adalah tahap pembuatan plat. Mesin plate maker berfungsi untuk mengexpose mal atau pola ke dalam plate. Kalkir atau film yang sudah disusun di atas mal atau pola dan plat kosong dimasukkan di dalam mesin plat maker, kemudian tutup kaca pada mesin plate maker. Dalam tahap ini mal atau pola disinari di atas plat agar tulisan dalam mal mengexpose di plat.
 - c. *Plate processor*
Kemudian tahap selanjutnya adalah tahap pencucian plat. Pencucian plat dilakukan di mesin plate processor. Setelah plat keluar dari mesin plate processor, plat digosok dengan strecker gum. Strecker gum sendiri merupakan larutan kimia yang berfungsi agar plat tidak terjadi oksidasi.
2. Cetak
Putra Nugraha Triyagan memiliki 9 mesin cetak, yang biasa disebut mesin web A sampai mesin web I.
3. *Finishing*
Terdapat dua proses finishing di Putra Nugraha Triyagan, yaitu:

- a. Stiching yaitu proses penggabungan cetakan LKS, biasanya proses ini disebut proses jahit kawat karena panyatuan LKS dengan menjahit atau steples.
- b. Bending yaitu proses penggabungan cetakan dengan cara pengeleman, biasanya ini dilakukan untuk LKS atau buku yang tebal dan terdiri lebih dari 5 katern.

Setelah melewati proses stiching atau bending kemudian cetakan LKS dirapikan sisi-sisinya menggunakan mesin potong tiga sisi, mesin potong polar dan mesin potong manual.

4. *Packing*

Ini adalah proses akhir pencetakan LKS sebelum dikirim, dalam proses ini LKS di *packing* menggunakan mesin packing dengan plastik Shrink.



Gambar 1. *Flowchart* produksi LKS

Mengidentifikasi *Failure mode*

Untuk mengukur nilai FMEA diperlukan beberapa tahapan untuk mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*), yaitu:

- 1. Mengidentifikasi kecacatan cetakan LKS dan penyebabnya

Tabel 2. Jenis kecacatan dan penyebabnya

Kecacatan	Penyebab
Kertas sobek	Rol air kotor
	Cuting rubber sobek
Cetakan kotor	Newmol sobek
	Pralon pecah
Lipatan kertas miring	Gigi silinder niping aus
Cetakan kabur	Rol tinta aus
	Blanket gelembung
Cetakan ada yang tebal ada yang tipis	As rol tinta sudah aus
Cetakan belang	Blanket sobek
Cetakan tidak terpotong	Pisau potong aus

2. Mengidentifikasi komponen mesin web G beserta fungsinya

Dalam pengambilan komponen ini dengan alasan komponen yang dilewati oleh alur kertas dan beroansi menyebabkan kecacatan pada cetakan LKS.

Tabel 3. Identifikasai komponen Goss Community

No	Komponen	Fungsi
1	Rol tinta	Untuk menempelkan tinta ke plat cetak.
2	Blanket	Untuk menerima tinta dari plat cetak kemudian memindahkan ke permukaan kertas.
3	Rol air	Digunakan untuk membersihkan sisa tinta pada plat.
4	Folder	Digunakan untuk membuat menarik dan membuat lipatan pada cetakan LKS.

3. Mengidentifikasi *failure mode* pada setiap komponen

Tabel 4. Identifikasi *failure mode*

No	Komponen	<i>Failure Mode</i>	
1	Rol tinta	FM1	Rol tinta aus
		FM2	As rol tinta aus
2	Blanket	FM3	Blanket gelembung
		FM4	Blanket sobek
3	Rol Air Air	FM5	Pralon pecah
		FM6	Rol air kotor
		FM7	Newmol sobek
4	Folder	FM8	<i>Cutting rubber</i> sobek
		FM9	Pisau potong aus
		FM10	Gigi Silinder niping aus

Penentuan Nilai RPN

Tabel dibawah ini adalah contoh dari lembar penilaian FMEA yang digunakna untuk menentukan nilai RPN pada setiap *failure mode*.

Tabel 5. Penentuan nilai RPN

No	<i>Component</i>	<i>Failure mode</i>	<i>Failure effect</i>	<i>Cause</i>	<i>Control</i>
1	Rol Tinta	Rol tinta aus	Cetakan kabur	Usia pemakaian	Ganti rol tinta
		As rol tinta aus	Cetakan kolkalis (ada yang tebal ada yang tipis)	Penekanan pada penyepit as dan usia pemakaian	Ganti as rol tinta
2	Blanket	Blanket gelembung	Cetakan kabur	Usia pemakaian dan kurangnya kebersihan	Ganti blanket
		Blanket sobek	Cetakan tidak sempurna/belang	Blanket sudah tipis/usia pemakaian	Ganti blanket
3	Rol Air	Pralon pecah	Cetakan kotor	Pralon tersumbat	Perbaikan/ ganti pralon
		Rol air kotor	Kertas sobek	Tidak ada pasokan air ke rol	Setel sirkulasi air pada rol
		Newmol sobek	Cetakan kotor	Usia pemakaian	Ganti newmol
4	Folder	<i>Cuting rubber</i> sobek	Pemotongan kertas tidak pas atau Kertas sobek	Sering terkena lindasan pisau potong	Ganti <i>cutting rubber</i>
		Pisau potong aus	Cetakan tidak bisa dipotong	Sering pemakaian untuk memotong pada cetakan	Mengasah pisau potong Mengganti pisau potong
		Gigi Silinder niping aus	Cetakan tidak bisa dilipat/lipatan miring	Usia pemakaian	Ganti gigi silinder niping

Severity

Severity (keparahan) diberi peringkat sesuai dengan keseriusan efek *failure mode* terhadap kualitas cetakan LKS.

Occurrence

Occurrence (kejadian) adalah skala yang menunjukkan frekuensi terjadinya *failure mode*.

Detection

Detection (pendeteksian) adalah penilaian yang menunjukkan besar tidaknya kemungkinan penyebab *failure mode* lolos dari tahap pengawasan atau pendeteksian kerusakan.

Tabel 6. Evaluasi RPN

<i>Failure Mode</i>	S	O	D	RPN
1	8,8,7,7,8	5,4,4,4,4	3,4,3,5,4	120,128,84,140,128
2	6,7,6,7,7	5,6,5,4,5	1,2,2,3,2	30,84,60,84,70
3	7,9,6,8,7	6,8,7,6,5	4,4,3,4,4	168,288,126,192,140
4	6,10,9,7,6	5,7,6,8,5	5,4,5,4,4	150,280,270,224,120
5	8,9,9,8,6	6,7,5,7,6	5,4,6,4,5	240,252,270,224,180
6	9,9,9,10,9	6,9,6,8,9	4,2,3,4,4	216,162,162,320,324
7	8,9,9,8,7	5,9,7,6,6	3,2,4,5,5	120,162,252,240,210
8	10,10,9,9,9	9,10,8,5,9	2,3,4,3,4	180,300,288,135,324
9	8,10,8,6,9	6,6,4,5,6	4,4,4,3,2	192,240,128,90,108
10	6,7,6,7,8	6,5,6,5,7	6,5,3,3,4	216,175,108,105,224

Nilai RPN didapatkan dari hasil perkalian *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*.

Penentuan Hipotesis untuk uji ANOVA

$$H_0 = \mu_{fm1} = \mu_{fm2} = \mu_{fm3} = \mu_{fm4} = \mu_{fm5} = \mu_{fm6} = \mu_{fm7} = \mu_{fm8} = \mu_{fm9} = \mu_{fm10}.$$

$$H_1 = \text{Rata-rata nilai RPN berbeda untuk setidaknya dua } failure\ mode.$$

Pengujian statistik digunakan untuk membandingkan variansi antara rata-rata nilai RPN dari 10 *failure mode* untuk variabilitas sampel dalam setiap *failure mode*.

Penentuan nilai RPN terbesar dengan ANOVA

Dalam menentukan nilai RPN terbesar ini belum cukup menggunakan penilaian dengan FMEA tradisional saja, akan tetapi adanya beberapa asumsi yang didasari peneliti menggunakan ANOVA sebagai langkah untuk menentukan nilai RPN terbesar. Menggunakan ANOVA dengan beberapa asumsi sebagai berikut:

- Responden tidak menyetujui skala pengukuran untuk *severity*, *occurrence*, dan *detection*.
- Diasumsikan bahwa *severity*, *occurrence*, dan *detection* semuanya sama-sama penting.

Tabel 7. Nilai RPN untuk *Failure mode*

<i>count</i>	FM1	FM2	FM3	FM4	FM5	FM6	FM7	FM8	FM9	FM10
1	120	30	168	150	240	216	120	180	192	216
2	128	84	288	280	252	162	162	300	240	175
3	84	60	126	270	270	162	252	288	128	108
4	140	84	192	224	224	320	240	135	90	105
5	128	70	140	120	180	324	210	324	108	224

Dalam pengujian statistik ini, membandingkan nilai F_{hitung} dengan nilai F_{tabel} untuk mendapatkan hasil dari rata-rata nilai RPN terbesar. Untuk perhitungan ANOVA menggunakan *Randomized Block Design*, yaitu ditandai dengan tiga sumber varian *treatment*, *block*, dan *error*, yang dijumlahkan ke *Sum of Square*, kemudian menghitung *Mean of Square* untuk mendapatkan nilai F_{hitung} .

Tabel 8. Pengkodean RPN untuk *failure mode*

Count	FM1	FM2	FM3	FM4	FM5	FM6	FM7	FM8	FM9	FM10
1	-80	-170	-32	-50	40	16	-80	-20	-8	16
2	-72	-116	88	80	52	-38	-38	100	40	-25
3	-116	-140	-74	70	70	-38	52	88	-72	-92
4	-60	-116	-8	24	24	120	40	-65	-110	-95
5	-72	-130	-60	-80	-20	124	10	124	-92	24

Pengkodean dilakukan untuk memudahkan menghitung nilai RPN. Cara melakukan pengkodean ini dengan mengurangi semua hasil RPN dengan 200.

Perhitungan *Randomized Block Design*

Tabel 9. Data *failure mode Randomized Block Design*

	fm1	fm2	fm3	fm4	fm5	fm6	fm7	fm8	fm9	fm10	yi
res1	-80	-170	-32	-50	40	16	-80	-20	-8	16	-368
res2	-72	-116	88	80	52	-38	-38	100	40	-25	71
res3	-116	-140	-74	70	70	-38	52	88	-72	-92	-252
res4	-60	-116	-8	24	24	120	40	-65	-110	-95	-246
res5	-72	-130	-60	-80	-20	124	10	124	-92	24	-172
yj	-400	-672	-86	44	166	184	-16	227	-242	-172	-967

$$SS_{total} = \sum X^2 - \frac{\bar{x}^2}{n} = 285569,2$$

$$SS_{treatment} = \frac{1}{b} (\sum Y_i^2) - \frac{\bar{x}^2}{n} = 145750,42$$

$$SS_{block} = \frac{1}{t} (\sum Y_j^2) - \frac{\bar{x}^2}{n} = 10705,12$$

$$SS_{error} = SS_{total} - SS_{treatment} - SS_{block} = 129113,68$$

$$Mean \ of \ Square \ treatment = SS_{treatment} / df \ dari \ treatment = 16194,49$$

$$Mean \ of \ Square \ block = SS_{block} / df \ dari \ block = 2676,28$$

$$Mean \ of \ Square \ error = SS_{error} / df \ dari \ error = 3586,49$$

$$Nilai \ F_{hitung} = MS_{treatment} / MS_{error} = 4,515$$

Tabel 10. Hasil *Randomized Block Diagram*

source	df	Sum of square	Mean of square	f
treatment	9	145750,42	16194,49	4,515
blok	4	10705,12	2676,28	
error	36	129113,68	3586,49	
total	49	285569,22		

Untuk hasil dari pengujian Anova didapat nilai F_{hitung} sebesar 4,633, sedangkan untuk F_{tabel} didapat dari rumus excel yaitu =Finv(probabilitas;df1;df2).

Untuk nilai F_{tabel} yaitu =Finv(0,05;9;40)

$$F_{tabel} = 2,1240$$

Berdasarkan hipotesis yang telah diketahui sebelumnya bahwa:

$$H_0 = \mu_{fm1} = \mu_{fm2} = \mu_{fm3} = \mu_{fm4} = \mu_{fm5} = \mu_{fm6} = \mu_{fm7} = \mu_{fm8} = \mu_{fm9} = \mu_{fm10}$$

H_1 = Rata-rata nilai RPN berbeda untuk setidaknya dua *failure mode*.

Jadi untuk hipotesisnya $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak, untuk kesimpulannya rata-rata nilai RPN memiliki dua atau lebih nilai yang sama.

Analisa Perbaikan Failure Mode

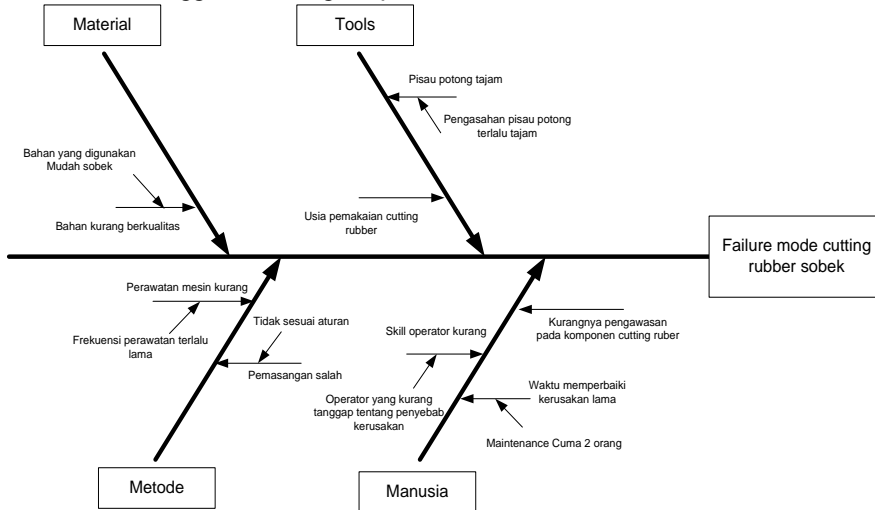
Dari hasil uji one way ANOVA didapatkan nilai *Mean Risk Priority Number* (RPN) dapat dilihat dari tabel di bawah ini:

Tabel 11. Nilai *mean* RPN

RPN	FM1	FM2	FM3	FM4	FM5	FM6	FM7	FM8	FM9	FM10
Mean	120	65,6	182,8	208,8	233,2	236,8	196,8	245,4	151,6	180,66

Untuk nilai RPN terbesar adalah *failure mode* 8 (*cutting rubber* sobek) dengan nilai 245,4.

Analisa failure mode menggunakan diagram fishbone



Gambar 2. Diagram *fishbone* failure mode *cutting rubber* sobek

Usulan perbaikan failure mode

Untuk mengurangi *failure mode* *cutting rubber* sobek yang akan menyebabkan kecacatan pada cetakan LKS maka peneliti memberikan usulan perbaikan, diantaranya:

1. Dilakukan pergantian komponen *cutting rubber*, jika akan terjadi kerusakan dan sebelum menyebabkan kecacatan pada cetakan LKS komponen *cutting rubber* ini diganti dengan *cutting rubber* yang baru. Menentukan waktu pergantian komponen berdasarkan data kerusakan *cutting rubber*, yaitu dengan rumus *MTTF* (*Mean Time To Failure*).

$MTTF = \text{kurun waktu} / \text{jumlah kerusakan yang terjadi}$

Tabel 4.15 Data kerusakan *cutting rubber* sobek

Data kerusakan cutting ruber sobek		
23-Feb-12	63 hari	24 hari
25-Apr-12		
19-Mei-12		
28-Feb-13	58 hari	
26-Apr-13		

Dengan kurun waktu = 63 hari + 24 hari + 58 hari
= 145 hari

Jumlah kerusakan yang terjadi = 5 kali

$MTTF = 145 / 5$
= 29 hari

Jadi waktu pengecekan untuk komponen sebelum terjadi kerusakan yang mengakibatkan kecacatan adalah 29 hari.

2. Untuk operator sebaiknya memahami akan kerusakan yang terjadi, sebelum menjalankan mesin membaca SOP dan menyatel mesin terlebih dahulu agar tidak terjadi kesalahan pada komponen tertentu.
3. Untuk *tools*, pengasahan pisau terlalu tajam bisa membuat *cutting rubber* mudah sobek.
4. Untuk material yang digunakan sebaiknya material *cutting rubber* yang berkualitas tinggi sehingga tidak mudah untuk membuat *cutting rubber* sobek karena sering terkena pisau potong.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Komponen dari mesin web G yang menyebabkan kecacatan pada cetakan LKS adalah rol air, rol tinta, folder dan blanket. Komponen tersebut merupakan komponen yang dilewati oleh alur kertas yang akan dicetak dan tentunya yang berpengaruh menyebabkan kecacatan pada cetakan LKS.
2. Kecacatan pada LKS terdiri dari beberapa jenis yaitu kertas sobek, cetakan kotor, lipatan kertas miring, cetakan kabur, cetakan kolkalis, cetakan belang, cetakan tidak terpotong.
3. Dari metode FMEA, didapatkan nilai RPN dari *failure mode* yang paling dominan, yaitu *cutting rubber* sobek dengan nilai RPN sebesar 245,4.
4. Analisa perbaikan *failure mode* *cutting rubber* sobek sebagai berikut:
 - a. Dilakukan pengecekan komponen *cutting rubber* setiap 29 hari, jika akan terjadi kerusakan dan sebelum menyebabkan kecacatan pada cetakan LKS komponen *cutting rubber* ini diganti dengan *cutting rubber* yang baru.
 - b. Untuk operator harus lebih memahami tentang SOP dan cara kerja mesin cetak agar tidak terjadi kesalahan.
 - c. Untuk pengasahan pisau terlalu tajam bisa membuat *cutting rubber* mudah sobek. Bahan *cutting rubber* harus dengan kualitas yang baik.

Saran

1. Perusahaan menerapkan metode FMEA sebagai langkah untuk mengantisipasi kerusakan mesin yang menyebabkan kecacatan pada cetakan LKS. Dengan meminimalisasikan kerusakan mesin yang berdampak pada kecacatan cetakan LKS, maka perusahaan bisa lebih meningkatkan kualitas produk cetakan LKSnya.
2. Sebaiknya untuk operator yang baru harus mengerti dulu tentang keadaan mesin, sebelum menjalankan mesin operator diharapkan memahami tentang SOP (standar operasional proses) yang ada di masing-masing mesin.
3. Perusahaan sebaiknya membuat laporan terpisah untuk jenis-jenis kecacatan produknya, agar lebih mudah untuk menganalisa penyebab kecacatan cetakan yang terjadi.
4. Laporan kerusakan mesin harus diperjelas lagi untuk waktu kerusakan mesin agar dapat menghitung efisiensi mesin bekerja.
5. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat melengkapi dengan menggunakan Six Sigma dari tahap *Define, Measure, Analysis, Improve* sampai tahap *Control* atau pengendalian yang langsung diterapkan oleh perusahaan.

Daftar Pustaka

- Bateman, Thomas. 2008. "Manajemen Kepemimpinan dan Kolaborasi dalam Dunia Kerja Kompetitif". Penerbit Salemba Empat: Jakarta.
- Foster, S. Thomas. 2010. "Managing Quality (Integrating The Supply Chain, Fourth Edition)". Pearson Education, Inc: New Jersey.
- Mangkuatmo, Soegyarto. 2004. "Statistik Lanjutan". Penerbit Rineka Cipta: Jakarta.
- Mourbay, John. 1997. "Reliability-centered Maintenance". Industrial press inc: new york.
- Narayanagounder, sellappan dan Gurusami, Karuppusami. 2009. "A New Approach for Prioritization of Failure Modes in Design FMEA using ANOVA". Journal world academy of science, engineering of technology 25.
- Nasution. 2001. "Manajemen Mutu Terpadu (*Total Quality Management*)". Penerbit Ghalia Indonesia: Jakarta.
- Gasperz, Vincent. 2001. "Total Quality Management (TQM)". Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Gasperz, Vincent. 2002. "Pedoman Implementasi Program *Six Sigma*". Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- <http://qualityengineering.wordpress.com/tag/fmea/>, diakses pada 10 juli 2013, jam 23.27.