

PENURUNAN JUMLAH CACAT PRODUK PADA MESIN INSULATING DENGAN METODE FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS

ROCHMOELJATI

Jurusan Teknik Industri

Universitas Pembangunan Nasional (UPN) "VETERAN"Jatim

E_mail: rr_rochmoel@yahoo.com

ABSTRACT

In the world of defect industry represent problems which need to be paid attention by defect which company later will have an effect on to many at least got profit company.. This company face problems how to decrease percentage of handicap at one of their product, that is NYAF kabek which relative still big that is equal to 4.13% from totalizing result of production. Existences of high request to this product oblige company to apply system repair of quality. This action is done at defect that happened at cable production process of NYAF. Pursuant to result of research, have been got degradation of amount of defect cable production process of NYAF counted 0.91% from 4.13% (with amount of defect 11.200 totally output counted 271.015) becoming 3.22% (amount of defect 3.840 totally output counted 119.156). With existence of the result, please prove that FMEAP can become appliance to company to do repair chronically

Key words: *failure mode of and effect analysis process (FMEAP), defect, profit*

PENDAHULUAN

Perusahaan melakukan pengendalian kualitas dengan langkah awal berupa pengidentifikasian kecacatan produk agar dapat mengurangi kesalahan proses seminimal mungkin. Namun pada kenyataannya, masih ditemui kecacatan yang relatif besar, yaitu sebesar 4,13% dari total produksi kabel NYAF. Pada *Intermediate Test*, kabel tersebut mengalami tiga tahap proses produksi, antara lain *Drawing*, *Bunching*, dan *Insulating*. Faktor kecacatan yang sering terjadi dari ketiga tahap proses tersebut adalah proses *Insulating* seperti *insulation* tidak *sentering*, *insulation* bocor, *insulation* bergelombang, proses kasar, *insulation* hangus, dan kawat putus. Salah satu penyebab terjadinya jenis-jenis cacat tersebut disebabkan oleh kualitas bahan baku kurang baik dan *setting* mesin *insulating* yang kurang optimal.

Banyaknya jumlah cacat yang terjadi pada mesin *insulating* tentunya merupakan problem yang harus diselesaikan pada proses produksi. Hal ini disebabkan, jika terjadi cacat maka bahan baku (dari produk cacat) akan terbuang sia-sia sehingga nantinya akan berpengaruh terhadap jumlah *output* yang dihasilkan.

Chrysler (1995) mendefinisikan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* sebagai suatu kumpulan aktivitas sistematis yang bertujuan: a) untuk mengetahui dan mengevaluasi potensial kegagalan (*potensial failure*) dari produk ataupun proses dan efek yang ditimbulkan dari kegagalan tersebut; b) mengidentifikasi tindakan-tindakan (*actions*) yang dapat mengurangi kesempatan terjadinya kegagalan dan c) mendokumentasikan seluruh proses. Chrysler (1995), *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dapat dilakukan dengan cara: 1) mengenali dan mengevaluasi kegagalan potensial suatu produk dan efeknya; 2) mengidentifikasi tindakan yang bisa menghilangkan atau mengurangi kesempatan dari kegagalan potensial tersebut; dan 3) pencatatan Proses (*Document The Process*).

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan atau

kegagalan dalam desain kondisi di luar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menurunkan jumlah tingkat kecacatan pada proses produksi kabel NYAF dan mengambil tindakan antisipasi dengan melakukan tindakan perbaikan atau pencegahan terhadap potensi kegagalan (*defect*). Metode penurunan kegagalan (*defect*) yang digunakan adalah *Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)*.

METODE

Langkah dalam penelitian ini meliputi: Pengumpulan data, antara lain: data produksi; data jumlah *defect*; data persentase *defect*; data *potential failure mode* dan *potential effect of failure*. Pengolahan data, meliputi: mendefinisikan *potential failure mode* dan *potential effect of failure*; penilaian terhadap *potential effect of failure*; penentuan *potential cause (s)/mechanism of failure*; pengukuran terhadap probabilitas kegagalan akan terjadi; penentuan *current process control*; pengukuran deteksi penyebab cacat dengan metode MSA; penentuan nilai *Risk Priority Number (RPN)*. Penetapan prioritas perbaikan. Penentuan *recommended action*. Implementasi FMEA: peninjauan ulang terhadap *recommended action*; pelaksanaan *recommended action*; pengukuran *defect* baru; penentuan nilai RPN terhadap *recommended action*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengumpulan data jumlah *defect* selama bulan Juni 2007 dapat disimak pada

Tabel 1, diperoleh jumlah *defect* terbesar terletak pada *failure mode insulation* bocor diikuti dengan proses kasar dan kawat putus. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *severity, occurrence* dan *detection* dengan mengacu panduan penilaian dalam *Chrysler (1995)*. Nilai *occurrence* dan *detection* tiap *potential failure mode* dapat disimak pada Tabel 2 dan 3. Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa *potential cause* tertinggi dari *insulation* bocor adalah saringan *cross head* tidak layak pakai, kemudian *potential cause* tertinggi dari proses kasar adalah *dies drawing* tidak layak pakai, dan *potential cause* untuk kawat putus adalah diameter *nipple* terlalu pas dengan diameter kawat.

Berdasarkan nilai *severity, occurrence, detection* maka besarnya nilai *Risk Priority Number (RPN)* dapat dihitung dengan menggunakan rumus: $severity \times occurrence \times detection$. Hasil perhitungan RPN untuk tiap *potential failure mode* dapat disimak pada Tabel 4. Dari tabel tersebut diperoleh 3 *potential failure mode* yang memiliki RPN tertinggi adalah *insulation* bocor dengan *potential cause* material PVC jelek, *insulation* bocor dengan saringan *cross head* tidak layak pakai dan *insulation* bocor dengan *potential cause* kerak PVC.

Berdasarkan nilai RPN pihak divisi produksi perusahaan dapat mengetahui dan menentukan nilai RPN mana yang akan dilakukan perbaikan. Dengan dilakukannya *brainstorming* antara pihak perusahaan dengan peneliti maka diputuskan bahwa perbaikan akan dilakukan terhadap *Failure Mode* dengan nilai RPN di atas 288. Akan tetapi, perlu diketahui sebelumnya bahwa nilai RPN tertinggi belum tentu akan mendapatkan perbaikan pertama kali, hal ini bisa disebabkan pada jangka waktu pelaksanaan perbaikan yang terlalu lama dan biaya perbaikan yang terlalu tinggi.

Tabel 1. Data Jumlah *Defect* (Kabel NYAF off Specification) Bulan Juni 2007 (Satuan Meter)

Failure Mode	Minggu				Total
	1	2	3	4	
<i>Insulation</i> tidak senter	194	154	321	207	876
<i>Insulation</i> Bocor	1279	1543	1297	1338	5457
<i>Insulation</i> Bergelombang	81	74	134	53	342
Proses Kasar	789	546	741	624	2700
Kawat Putus	398	287	426	514	1625
<i>Insulation</i> Hangus	44	41	37	78	200
Total <i>Defect</i>	2785	2645	2956	2814	11200
Total Output	67653	65951	67524	69887	271015
Effisiensi (%)	4.12	4.01	4.38	4.02	4.13

Tabel 2. Nilai Occurrence

<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Cause/Mechanism of failure</i>	<i>Total Output</i>	<i>Jumlah Defect</i>	<i>Possible Failure Rates</i>	<i>Nilai Interpolasi</i>	<i>Occurrence</i>
Insulation tidak senter	1	271015	876	1 : 309.38	5.3	5
	1	271015	286	1 : 947.6	4.7	5
	2	271015	346	1 : 783.3	4.8	5
	3	271015	454	1 : 596.95	4.9	5
Insulation bocor	4	271015	3456	1 : 78.42	6.0	6
	5	271015	564	1 : 480.52	4.9	5
	6	271015	179	1 : 1514.05	4.3	4
	7	271015	172	1 : 1575.67	4.3	4
Insulation bergelombang	1	271015	342	1 : 792.44	4.8	5
Proses kasar	1	271015	956	1 : 283.49	5.4	5
	2	271015	1744	1 : 155.39	5.8	6
Kawat putus	1	271015	287	1 : 944.30	4.7	5
	2	271015	435	1 : 623.02	4.9	5
	3	271015	903	1 : 300.13	5.3	5
Insulation Hangus	1	271015	200	1 : 1355.07	4.4	4

Tabel 3. Nilai Detection

<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Cause/Mechanism of failure</i>	<i>% R&R</i>	<i>% Repeatability</i>	<i>% Reproducibility</i>	<i>n</i>	<i>Detection</i>
Insulation tidak senter	Proses <i>Insulating</i> Posisi Nipple – Dies miring	66.76	65.64	1.12	1	6
	Proses <i>Bunching</i> 1. Rem tidak stabil	95.64	95.64	0	1	8
	2. <i>Pitch</i> terlalu panjang	98.87	98.87	0	1	8
Insulation bocor	Proses <i>Insulating</i> 1. Saringan <i>Cross-head</i> tidak layak pakai	87.62	78.28	9.34	1	8
	2. Material PVC jelek	90.70	90.70	0	1	8
	3. Kerak PVC	94.86	94.86	0	1	8
	4. <i>Flat steel</i> tembus	93.84	93.84	0	1	8
	5. Insul sobek	66.38	66.38	0	1	6
Insulation bergelombang	Proses <i>Insulating</i> Kecepatan mesin tidak stabil	76.84	76.84	0	1	6
	Proses <i>Drawing</i> <i>Dies Drawing</i> tidak layak pakai	81.25	81.25	0	1	8
Proses kasar	Proses <i>Insulating</i> Diameter <i>dies</i> tidak sesuai	84.58	84.58	0	1	8
	Proses <i>Bunching</i> <i>Line Speed</i> tidak seimbang antara <i>capstan & output dies</i>	70.91	70.91	0	1	6
	Proses <i>Drawing</i> : Kawat keropos/berpori.	81.25	81.25	0	1	8
Kawat putus	Proses <i>Insulating</i> Diameter <i>Nipple</i> terlalu pas dengan diameter kawat	84.80	83.37	1.42	1	8
	Proses <i>Insulating</i> <i>Temperatur setting</i> tidak sesuai > 170° C.	79.21	79.21	0	1	6

Tabel 4. Risk Priority Number (RPN)

Potential Failure Mode	Potential Cause/ Mechanism of failure	Severity	Occurrence	Detection	RPN
Insulation tidak senter	Proses <i>Insulating</i> : Posisi Nipple – Dies miring.	1	5	6	30
	Proses <i>Bunching</i> : 1. Rem tidak stabil. 2. <i>Pitch</i> terlalu panjang.	9 9	5 5	8 8	360 360
Insulation bocor	Proses <i>Insulating</i> : 1. Saringan <i>Cross-head</i> tidak layak pakai.	9	5	8	360
	2. Material PVC jelek.	9	6	8	432
	3. Kerak PVC.	9	5	8	360
	4. <i>Flat steel</i> tembus.	9	4	8	288
	5. Insul sobek.	9	4	6	216
Insulation bergelombang	Proses <i>Insulating</i> : Kecepatan mesin tidak stabil.	3	5	6	90
	Proses <i>Drawing</i> : <i>Dies Drawing</i> tidak layak pakai.	2	5	8	80
Proses kasar	Proses <i>Insulating</i> : Diameter <i>dies</i> tidak sesuai.	2	6	8	96
	Proses <i>Bunching</i> : <i>Line Speed</i> tidak seimbang antara <i>capstan & output dies</i> .	8	5	6	240
Kawat putus	Proses <i>Drawing</i> : Kawat keropos/berpori.	8	5	8	320
	Proses <i>Insulating</i> : Diameter <i>Nipple</i> terlalu pas dengan diameter kawat.	8	5	8	320
Insulation Hangus	Proses <i>Insulating</i> : <i>Temperatur setting</i> tidak sesuai > 170° C.	4	4	6	96

Setelah dilakukan tindakan perbaikan berdasarkan recommended action pada Tabel 5 pada bulan oktober 2007, maka dapat dilakukan perhitungan nilai RPN baru (nilai RPN setelah perbaikan) dengan menggunakan data jumlah defect setelah perbaikan. Dari Tabel 6 dapat dilihat defect terbesar tetap pada *insulation* bocor kawat putus. Namun jika dibandingkan dengan jumlah defect sebelum perbaikan pada Tabel 1 maka jumlah defect setelah perbaikan berdasarkan recommended action maka jumlah defect berkurang banyak.

Selanjutnya perhitungan *occurrence* dan *detection* dilakukan berdasarkan data setelah perbaikan perhitungan nilai *detection* ini dilakukan untuk *failure mode* dengan proses yang memiliki

nilai RPN > 288, yaitu *Insulating* bocor pada proses *Bunching* dan *Insulating*, *failure mode* kawat putus pada proses *Drawing* dan *Insulating*. Hasil perhitungan nilai *occurrence* dan *detection* yang baru dapat disimak pada Tabel 7 dan 8.

Perhitungan nilai RPN baru diperoleh dengan cara yang sama seperti sebelumnya yaitu dengan $severity \times occurrence \times detection$. Hasil perhitungan RPN yang baru dapat disimak pada Tabel 9. Berdasarkan Tabel 10 dapat dilihat perbandingan RPN sebelum dan sesudah perbaikan. Setelah dilakukan perbaikan berdasarkan recommended action pada Tabel 5 diperoleh penurunan RPN yang signifikan untuk *insulation* bocor dengan potensial cause material PVC jelek dari 432 menjadi 180.

Tabel 5. Recommended Action

<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Cause/ Mechanism of failure</i>	RPN	<i>Recommended Action</i>
<i>Insulation Bocor</i>	Proses <i>Insulating</i> : Material PVC Jelek	432	Mengganti dengan material PVC baru Peningkatan terhadap frekuensi kalibrasi mesin Kontrol <i>Incoming test</i> material diperketat <i>Supplier Complaint</i>
<i>Insulation Bocor</i>	Proses <i>Insulating</i> : Saringan <i>Cross-head</i> tidak layak pakai.	360	Inspeksi terhadap saringan <i>cross-head</i> (kotor atau jebol) Mengganti saringan <i>Cross- head</i> baru Inspeksi terhadap cara kerja Operator
<i>Insulation Bocor</i>	Proses <i>Insulating</i> : Kerak PVC.	360	Membuat cek sheet untuk <i>Thermocontrol</i> Melakukan training operator Membuat prosedur pengadaan sparepart Kontrol terhadap stock Sparepart
<i>Insulation Bocor</i>	Proses <i>Bunching</i> : Rem tidak stabil.	360	<i>Setting</i> rem dari kawat input harus seimbang Mengaktifkan alarm peringatan apabila rem tidak stabil
<i>Insulation Bocor</i>	Proses <i>Bunching</i> : <i>Pitch</i> terlalu panjang.	360	Membuat spec Material <i>Pitch Bunched</i> <i>Supplier Complaint</i>
Kawat putus	Proses <i>Drawing</i> : Kawat keropos/berpori.	320	Kontrol <i>Incoming test</i> material diperketat <i>Setting</i> ulang <i>dies rol</i> <i>Supplier Complaint</i>
Kawat putus	Proses <i>Insulating</i> : Diameter <i>Nipple</i> terlalu pas dengan diameter kawat.	320	<i>Setting nipple</i> untuk pendali kawat yang akan masuk PVC panas disesuaikan ukurannya Mengganti material Cu baru
<i>Insulation Bocor</i>	Proses <i>Insulating</i> : <i>Flat steel</i> tembus.	288	Untuk <i>travers control</i> bisa di set untuk tiap ukuran kabel Meleakukan training <i>Coil flat steel wire</i> Mesin <i>Coiling</i> harus dilengkapi dengan <i>guide roll</i> khusus untuk <i>flat steel wire</i>

Tabel 6. Data Jumlah *Defect* (kabel NYAF *off Specification*) Bulan Oktober 2007 (Satuan Meter)

Failure Mode	Minggu				Total
	1	2	3	4	
<i>Insulation</i> tidak senter	84	88	67	55	294
<i>Insulation</i> Bocor	525	732	555	626	2438
<i>Insulation</i> Bergelombang	21	26	24	22	93
Proses Kasar	80	76	83	88	327
Kawat Putus	143	156	136	164	599
<i>Insulation</i> Hangus	23	20	25	21	89
Total <i>Defect</i>	876	1098	890	976	3840
Total <i>Output</i>	28568	32732	27687	30169	119156
Effisiensi (%)	3.06	3.35	3.21	3.24	3.22

Tabel 7. Nilai *Occurrence* Baru

Potential Failure Mode	Potential Cause/ Mechanism of failure	Total Output	Jumlah Defect	Possible Failure Rates	Nilai Interpolasi	Occurrence
Insulation tidak senter	1	119156	294	1 : 405.29	4.9	5
	1	119156	365	1 : 326.45	5.2	5
	2	119156	145	1 : 871.76	4.7	5
	3	119156	163	1 : 731.02	4.7	5
Insulation bocor	4	119156	549	1 : 217.04	5.4	5
	5	119156	196	1 : 607.94	4.8	5
	6	119156	486	1 : 245.18	5.4	5
	7	119156	534	1 : 223.14	5.4	5
Insulation bergelombang	1	119156	93	1 : 1281.25	4.2	4
Proses kasar	1	119156	86	1 : 1385.5	4.4	4
	2	119156	241	1 : 494.42	4.9	5
Kawat putus	1	119156	150	1 : 794.37	4.7	5
	2	119156	189	1 : 630.45	4.8	5
Insulation Hangus	3	119156	260	1 : 458.29	4.9	5
	1	119156	89	1 : 1338.8	4.4	4

Tabel 8. Nilai *Detection* Baru

Potential Failure Mode	Potential Cause / Mechanism of failure	% R&R	% Repeatability	% Reproducibility	n	Detection
Insulation Bocor	Proses <i>Insulating</i> : Material PVC Jelek	57.13	43.53	13.59	1	4
Insulation Bocor	Proses <i>Insulating</i> : Saringan <i>Cross-head</i> tidak layak pakai.	59.98	56.25	2.74	1	4
Insulation Bocor	Proses <i>Insulating</i> : Kerak PVC.	51.52	51.52	0	1	4
Insulation Bocor	Proses <i>Bunching</i> : Rem tidak stabil.	40.31	36.38	3.92	1	4
Insulation Bocor	Proses <i>Bunching</i> : <i>Pitch</i> terlalu panjang.	57.13	43.53	13.59	1	4
Kawat putus	Proses <i>Drawing</i> : Kawat keropos/berpori.	49.34	30.88	18.47	1	4
Kawat putus	Proses <i>Insulating</i> : Diameter <i>Nipple</i> terlalu pas dengan diameter kawat.	40.31	36.38	3.92	1	4
Insulation Bocor	Proses <i>Insulating</i> : <i>Flat steel</i> tembus.	72.98	65.87	7.11	1	6

Tabel 9. Risk Priority Number (RPN) Baru

<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Cause/ Mechanism of failure</i>	<i>Severity</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Detection</i>	<i>RPN</i>
<i>Insulation</i> tidak senter	Proses <i>Insulating</i> : Posisi Nipple – Dies miring.	1	5	6	30
	Proses <i>Bunching</i> : 1. Rem tidak stabil	9	5	4	180
	2. <i>Pitch</i> terlalu panjang	9	5	4	180
<i>Insulation</i> bocor	Proses <i>Insulating</i> : 1. Saringan <i>Cross-head</i> tidak layak pakai	9	5	4	180
	2. Material PVC jelek	9	5	4	180
	3. Kerak PVC	9	5	4	180
	4. <i>Flat steel</i> tembus	9	5	6	270
	5. Insul sobek	9	4	6	216
<i>Insulation</i> bergelombang	Proses <i>Insulating</i> : Kecepatan mesin tidak stabil	3	5	6	90
	Proses <i>Drawing</i> : <i>Dies Drawing</i> tidak layak pakai	2	5	8	80
Proses kasar	Proses <i>Insulating</i> : Diameter <i>dies</i> tidak sesuai	2	6	8	96
	Proses <i>Bunching</i> : <i>Line Speed</i> tidak seimbang antara <i>capstan</i> & <i>output dies</i>	8	5	6	240
Kawat putus	Proses <i>Drawing</i> : Kawat keropos/berpori	8	5	4	160
	Proses <i>Insulating</i> : Diameter <i>Nipple</i> terlalu pas dengan diameter kawat	8	5	4	160
<i>Insulation</i> Hangus	Proses <i>Insulating</i> : <i>Temperatur setting</i> tidak sesuai > 170° C.	4	4	6	96

Tabel 10. Nilai RPN pada *Failure Mode*

<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Cause/Mechanism of failure</i>	<i>RPN Sebelum Perbaikan</i>	<i>RPN Sesudah Perbaikan</i>
<i>Insulation</i> Bocor	Proses <i>Insulating</i> : Material PVC Jelek	432	180
<i>Insulation</i> Bocor	Proses <i>Insulating</i> : Saringan <i>Cross-head</i> tidak layak pakai.	360	180
<i>Insulation</i> Bocor	Proses <i>Insulating</i> : Kerak PVC.	360	180
<i>Insulation</i> Bocor	Proses <i>Bunching</i> : Rem tidak stabil.	360	180
<i>Insulation</i> Bocor	Proses <i>Bunching</i> : <i>Pitch</i> terlalu panjang.	360	180
<i>Insulation</i> Bocor	Proses <i>Insulating</i> : <i>Flat steel</i> tembus.	288	270
Kawat putus	Proses <i>Insulating</i> : Diameter <i>Nipple</i> terlalu pas dengan diameter kawat.	320	160
Kawat putus	Proses <i>Drawing</i> : Kawat keropos/berpori.	320	160

SIMPULAN

Melalui metode FMEA ini, dapat menghasilkan perbaikan pada proses produksi yang mana meningkatnya hasil kinerja mesin dengan ditunjukkan dari penurunan jumlah *defect* pada proses produksi kabel NYAF sebanyak 0,91% dari 4,13% (jumlah *defect* 11.200 dengan total *output* sebanyak 271.015) menjadi 3,22% (jumlah *defect* 3.840 dengan total *output* sebanyak 119.156).

Tindakan perbaikan yang diambil berdasarkan sortir pada nilai RPN tinggi (RPN > 288), yaitu *failure mode Insulating* bocor yang disebabkan oleh proses *Bunching* (rem *buched* tidak stabil) dan proses *Insulating* (material PVC jelek, saringan *cross-head* tidak layak pakai, kerak PVC, dan *flat steel* tembus), *failure mode* kawat putus yang disebabkan oleh proses *Drawing* (kawat keropos/berpori) dan proses *Insulating* (diameter *nipple* terlalu pas dengan diameter kawat). Penyebab terjadinya kegagalan (*failure mode*) atau *potential effect of failure* pada proses hampir keseluruhan dikarenakan faktor mesin, bahan baku (material), metode kerja dan *manpower* (operator) yang kurang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motor Corporation, 1995. *Potential Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Reference manual 2nd edition*.
- Crocker, Olga L., Charney, Syiril dan Sik Johnny, 1995, *Quality Circle*, Methven Publication 3rd edition.
- Dorotea W. Ariani, 2003. *Pengendalian Kualitas Pendekatan Sisi Kualitatif*. Yogyakarta: Ghalia Indonesia.
- Eugene, Y.A., 2003. *Eliminasi Terjadinya Defect Cetakan Etiket Sampoerna Hijau di PT Sampoerna Percetakan Nusantara dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis Process*. Tesis. Jurusan Teknik Industri ITS.
- Gamaliel, Y., 2006. *Proses Manufaktur Produk Kabel Listrik dan Proses Manajemen pada PT Jembo Cable Company*. Tbk. Kerja Praktek Jurusan Teknik Industri Universitas Trisakti.
- Gaspersz, V., 1998, *Manajemen Produktifitas Total, Strategi Peningkatan Produktifitas Bisnis Global*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V., 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001: 2000, MBNQA dan HACCP, Edisi Pertama*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Montgomery, D.C., 1993. *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta: Gajahmada University Press.
- Pyzdek, T., 2002. *The Six Sigma Hand Book Edisi 1*. Jakarta: Salemba.
- Vanany, I., 2004. Aplikasi Six Sigma pada Produk Clear File dengan Pendekatan FMEA di Perusahaan Stationary. *Jurnal Penelitian Dosen Fakultas Teknik Industri*, Jurusan Teknik Industri. ITS.
- Wardatie, N. 2006. *Pengurangan Defect (Cacat) dan Evaluasi Perbaikan pada Produk Racun Serangga Petrofur dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis Process, di PT Petrokimia Kayaku Gresik*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri UPN Veteran Jatim.