

## ANALISA RISIKO KEGAGALAN PROSES PRODUKSI DI PDAM DENGAN METODE FUZZY FMEA

Suhartini<sup>1</sup>, Ziko Djefrianto<sup>2</sup>

Program studi teknik industri, fakultas teknik, institute teknologi adhi tama Surabaya  
Jl. Arief rahman hakim 100 surabaya 60117  
E-mail:ttitin63@yahoo.com<sup>1</sup>,

Risiko menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam setiap aktivitas perusahaan sehingga cara terbaik yang dapat dilakukan adalah mengantisipasi dan melindungi proses terhadap risiko-risiko. Dalam proses produksi penjernihan air di PDAM, seringkali terjadi hal-hal yang dapat menimbulkan kegagalan proses produksi sehingga nantinya akan mempengaruhi hasil atau output dari proses penjernihan air.

Untuk mengatasi hal-hal tersebut yang dapat membuat kegagalan proses di penjernihan air ini maka perlu dilakukannya analisa risiko kegagalan proses, guna mendeteksi risiko-risiko apa saja yang dapat mempengaruhi dari kegagalan sistem. Penelitian ini menggunakan metode Fuzzy FMEA.

Hasil dari penelitian ini didapatkan risiko kegagalan proses potensial yang ada pada tahap aerasi sampai dengan tahap desinfeksi adalah failure effect “kadar DO turun”. Failure effect “Air luberan mengenai fasilitas lain. Failure effect “Ketinggian air filter naik”. Failure effect “Timbul tekanan” dan failure effect “Mempercepat korosi pada fasilitas lain”. Failure effect “Udara sulit diinjeksikan”. Failure effect “Air tidak bisa didistribusikan”. Failure effect “Flok ikut terbawa ke proses filtrasi”.

**Kata kunci:** Risiko Kegagalan, *Failure Mode Effect and Analysis (FMEA)*, Fuzzy FMEA

### I. PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Kegagalan proses merupakan suatu kondisi yang tidak ideal dari sebuah pemberian manfaat terhadap suatu obyek karena peristiwa tertentu. (Hasibuan,2005). Perusahaan Daerah Air Minum Surya Sembada Kota Surabaya (PDAM) merupakan perusahaan pemerintah daerah yang bergerak dibidang pengolahan air bersih. Dalam upaya peningkatan kualitas tersebut seringkali menemui kendala-kendala seperti kerusakan pada mesin dan kerusakan pada fasilitas produksi yang dapat mengakibatkan kegagalan sistem, dan juga terdapat faktor-faktor risiko yang mengancam hal tersebut. Harapan ke depan perusahaan yaitu dapat mengantisipasi dan memperbaiki risiko kegagalan proses yang ada di PDAM IP Ngagel III Surabaya, sehingga risiko-risiko kegagalan proses dapat diminimalisir yang nantinya berguna untuk pemenuhan target produksi baik secara kualitas maupun kuantitas. Untuk mengatasi permasalahan yang ada di perusahaan, diperlukan strategi pencegahan yang tepat dalam rangka untuk memperbaiki atau menghilangkan kegagalan sebelum kinerja sistem menurun. Pemilihan strategi pencegahan yang tepat berguna bagi perusahaan dalam memperbaiki dan menurunkan kegagalan, sehingga kedepannya perusahaan akan dapat menaikkan tingkat produksi dan kepercayaan masyarakat terhadap perusahaan tersebut khususnya PDAM. Metode FMEA dapat mengidentifikasi mode kegagalan potensial dalam sistem, subsistem atau komponen kemudian memprioritaskan seluruh mode kegagalan potensial dalam menentukan dan memutuskan beberapa tindakan untuk mencegah atau mengurangi kemungkinan terjadinya kegagalan tersebut. Untuk mengatasi kelemahan-kelemahan pada metode FMEA maka diperlukan pendekatan FMEA berbasis teori *fuzzy* dan sebuah prototype *risk assesment expert system* dikembangkan.

#### 1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengidentifikasi risiko kegagalan proses yang ada di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya Instalasi Penjernihan Ngagel III ?
2. Bagaimana mengetahui perbedaan hasil perhitungan FMEA konvensional dengan Fuzzy FMEA
3. Bagaimana menentukan risiko kegagalan proses yang dominan yang ada di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya Instalasi Penjernihan Ngagel III ?
4. Bagaimana membuat usulan perbaikan berdasarkan analisa diagram tulang ikan ?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Sesuai dengan perumusan masalah yang telah dicantumkan di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi risiko kegagalan proses yang ada di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya Instalasi Penjernihan Ngagel III.
2. Mengetahui perbedaan hasil perhitungan FMEA konvensional dengan Fuzzy FMEA.
3. Menentukan risiko kegagalan proses yang dominan yang ada di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya Instalasi Penjernihan Ngagel III.
4. Membuat usulan perbaikan berdasarkan analisa diagram tulang ikan.

### **1.4. Batasan dan Asumsi Penelitian**

Adapun batasan-batasan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tidak melibatkan analisa biaya.
2. Objek penelitian difokuskan pada Departemen Pengelolaan dan Departemen Pemeliharaan di PDAM Instalasi Pengelolaan Ngagel III.
3. Penelitian dilakukan dalam kurun waktu satu bulan yaitu di mulai tanggal bulan Mei 2013 sampai dengan bulan Juni 2013.

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Pada saat pengambilan data, proses produksi berjalan dengan normal.
2. Pada saat penelitian kebijakan manajemen tidak mengalami perubahan yang signifikan.  
Waktu penelitian mewakili seluruh shift kerja.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

1. Bagi Perusahaan :
  - Perusahaan mengetahui tingkat risiko dengan dampak yang tertinggi dan dapat memprioritaskannya untuk dilakukan perbaikan.
  - Perusahaan mendapatkan masukan yang positif jika mahasiswa menemukan sesuatu yang baik untuk diterapkan.
2. Bagi Mahasiswa/Peneliti :
  - Peneliti dapat membandingkan pengetahuan yang diterima di bangku kuliah dengan kenyataan yang ada di lapangan.
3. Bagi Perguruan Tinggi
  - Dapat berfungsi sebagai literatur penelitian selanjutnya terhadap Manajemen Risiko.
  - Hasil analisa ini dapat digunakan sebagai pembendaharaan perpustakaan, agar dapat berguna bagi mahasiswa dan menambah ilmu pengetahuan.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Pengertian Manajemen Risiko**

Manajemen risiko adalah proses pengukuran atau penilaian risiko serta pengembangan strategi pengelolannya. Strategi yang dapat diambil antara lain adalah memindahkan risiko kepada pihak lain, menghindari risiko, mengurangi efek negatif risiko, dan menampung sebagian atau semua konsekuensi risiko tertentu. Manajemen risiko tradisional terfokus pada

risiko-risiko yang timbul oleh penyebab fisik atau legal (seperti bencana alam atau kebakaran, kematian serta tuntutan hukum).

Manajemen risiko bertujuan untuk mengelola risiko sehingga organisasi bisa bertahan, atau barangkali mengoptimalkan risiko ketidakpastian (Roger S. Pressman). Manajemen risiko pada dasarnya dilakukan melalui proses-proses berikut ini :

- Identifikasi risiko
- Evaluasi dan pengukuran risiko
- Pengelolaan risiko

## 2.2 FMEA

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) / Metode Kegagalan dan Analisis Efek (Hanafi, 2006) adalah metodologi untuk menganalisis potensi masalah keandalan atau peristiwa yang tidak diinginkan di awal siklus pengembangan yang lebih mudah untuk mengambil tindakan untuk mengatasi masalah, dengan demikian meningkatkan kehandalan melalui desain.

FMEA diimplementasikan untuk mengidentifikasi bentuk-bentuk potensi kegagalan, menentukan dampaknya terhadap produksi, dan mengidentifikasi tindakan untuk mengurangi kegagalan (Crow, 2002). Mode Kegagalan dan Efek Analisis sebagai alat perencanaan pada pengembangan proses, produk, atau layanan.

## 2.3 FUZZY FMEA

Orang yang belum pernah mengenal logika *fuzzy* pasti akan mengira bahwa logika *fuzzy* adalah sesuatu yang amat rumit dan tidak menyenangkan (Kusumadewi dan Purnomo,2004). Namun, sekali seseorang mulai mengenalnya, ia pasti akan sangat tertarik dan akan menjadi pendatang baru untuk ikut serta mempelajari logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* dikatakan sebagai logika baru yang lama, sebab ilmu tentang logika *fuzzy* modern dan metodis baru ditemukan beberapa tahun yang lalu, padahal sebenarnya konsep tentang logika *fuzzy* itu sendiri sudah ada pada diri kita sejak lama.

Tabel 1 *fuzzy weight* untuk kepentingan relatif faktor-faktor *risk*

Istilah <i>linguistic</i>	<i>Fuzzy number</i>
Very Low (VL)	(0;0;0,25)
Low (L)	(0;0,25;0,5)
Medium (M)	(0,25;0,5;0,75)
High (H)	(0,5;0,75;1)
Very High (VH)	(0,75;1;1)

Kemudian dengan mengacu pada (Wang et al., 2009) untuk melakukan penilaian faktor-faktor *failure mode* pada FMEA dalam bentuk *fuzzy*, maka dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan opini subyektif terhadap anggota-anggota tim FMEA dengan persamaan di bawah ini :

$$\tilde{R}_i^o = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m h_j \tilde{R}_{ij}^o = \left( \sum_{j=1}^m h_j \tilde{R}_{ijL}^o, \sum_{j=1}^m h_j \tilde{R}_{ijM}^o, \sum_{j=1}^m h_j \tilde{R}_{ijU}^o \right) \quad (2.1)$$

$$\tilde{R}_i^s = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m h_j \tilde{R}_{ij}^s = \left( \sum_{j=1}^m h_j \tilde{R}_{ijL}^s, \sum_{j=1}^m h_j \tilde{R}_{ijM}^s, \sum_{j=1}^m h_j \tilde{R}_{ijU}^s \right) \quad (2.2)$$

$$\tilde{R}_i^D = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m h_j \tilde{R}_{ij}^D = \left( \sum_{j=1}^m h_j \tilde{R}_{ijL}^D, \sum_{j=1}^m h_j \tilde{R}_{ijM}^D, \sum_{j=1}^m h_j \tilde{R}_{ijU}^D \right) \quad (2.3)$$

$$\tilde{w}^o = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_j^o = \left( \sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_{jL}^o, \sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_{jM}^o, \sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_{jU}^o \right) \quad (2.4)$$

$$\tilde{w}^s = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_j^s = \left( \sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_{jL}^s, \sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_{jM}^s, \sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_{jU}^s \right) \quad (2.5)$$

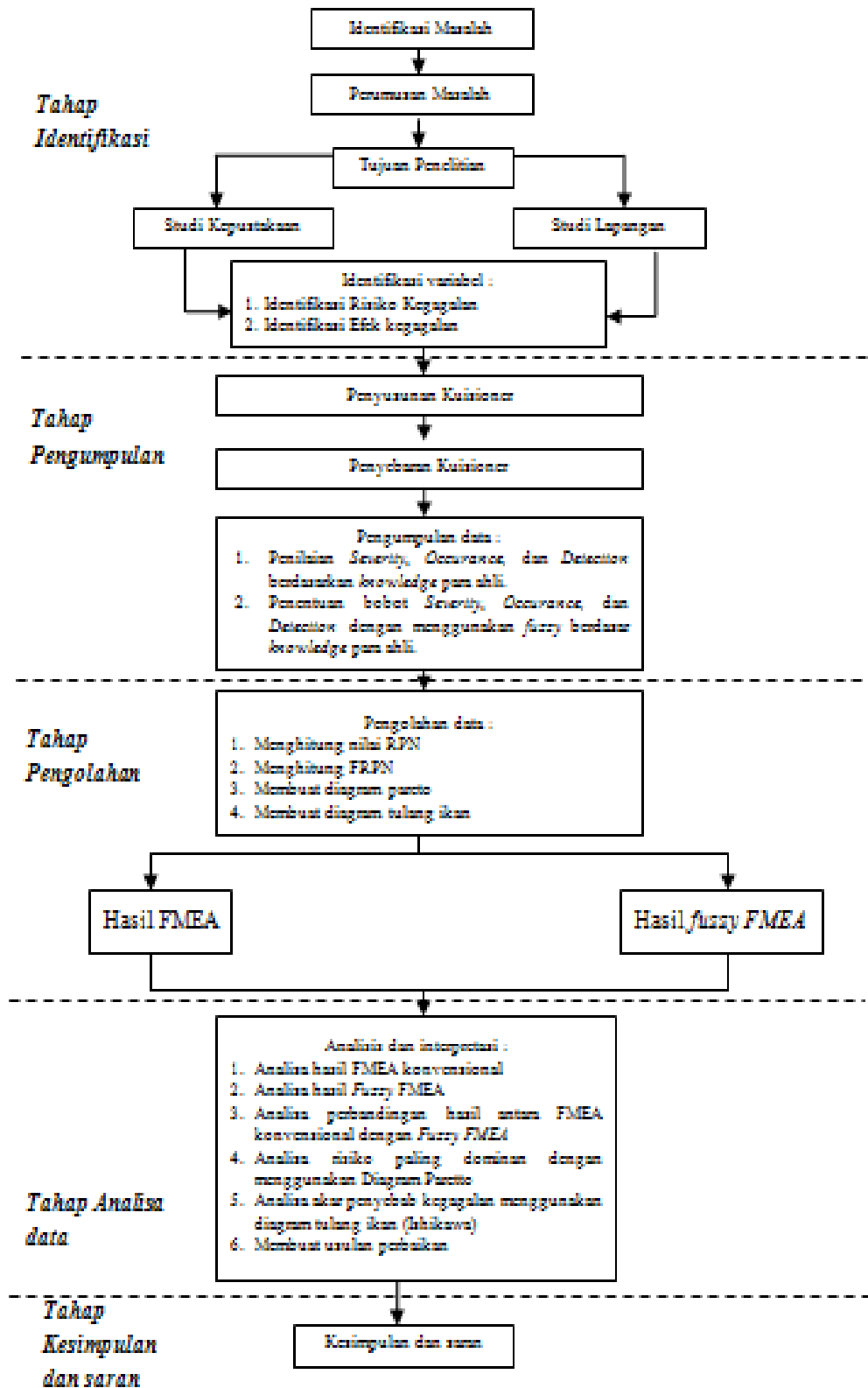
$$\tilde{w}^D = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_j^D = \left( \sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_{jL}^D, \sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_{jM}^D, \sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_{jU}^D \right) \quad (2.6)$$

2. Menentukan *fuzzy risk priority number* (FRPN) untuk setiap model *failure* (kegagalan) dengan persamaan berikut :

$$FRPN_i = (\tilde{R}_i^o)^{\frac{\tilde{w}^o}{\tilde{w}^o + \tilde{w}^s + \tilde{w}^D}} \times (\tilde{R}_i^s)^{\frac{\tilde{w}^s}{\tilde{w}^o + \tilde{w}^s + \tilde{w}^D}} \times (\tilde{R}_i^D)^{\frac{\tilde{w}^D}{\tilde{w}^o + \tilde{w}^s + \tilde{w}^D}} \quad (2.7)$$

Berbeda dari FMEA tradisional yang mendefinisikan RPN sebagai produk sederhana dari O,S dan D tanpa mempertimbangkan bobot kepentingannya relatifnya.

### III. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Metodologi Penelitian

#### IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Analisa hasil FMEA konvensional

Terdapat 20 *failure mode* dan 44 *failure effect*. Setelah dilakukan perhitungan RPN dengan menghitung nilai *severity*, *occurance* dan *detection*, maka didapat hasil perhitungan RPN yang sudah tercantum dalam tabel 4.5. Sebagian besar terdapat nilai RPN yang sama atau terjadi bias seperti risiko kegagalan dengan nilai 96, terdapat beberapa risiko kegagalan yang mempunyai nilai 96 seperti pada F6, F7, F10, F14, F17, F18, dan F23, sehingga dalam sebagian besar angka prioritas perbaikannya juga sama, hal ini akan mempersulit dalam hal penentuan risiko mana yang akan didahulukan dalam hal perbaikannya. Maka penggunaan metode yang lain sangat diperlukan guna memperkecil jumlah nilai RPN yang bias.

##### 4.2 Analisa hasil Fuzzy FMEA

Terdapat 20 *failure mode* dan 44 *failure effect*. Setelah dilakukannya perhitungan Fuzzy RPN dengan menghitung nilai *severity*, *occurance* dan *detection*, juga menghitung bobot berdasarkan tim penilai FMEA, maka didapat hasil perhitungan Fuzzy RPN yang sudah tercantum dalam tabel 4.13. Semua nilai Fuzzy RPN tidak ada yang sama atau tidak terjadi bias, sehingga tidak ada angka prioritas yang sama, dan dari hasil tersebut dapat dimasukkan dalam diagram pareto untuk mencari risiko yang paling dominan.

##### 4.3 Analisa perbandingan hasil antara FMEA konvensional dengan Fuzzy FMEA

Berdasarkan analisa sebelumnya yaitu analisa hasil perhitungan RPN dan analisa hasil perhitungan Fuzzy RPN, terdapat perbedaan hasil. Perbedaan hasil tersebut nampak pada tabel berikut ini.

Tabel 2 Perbandingan hasil nilai FMEA konvensional dan Fuzzy FMEA

RANGKING	FMEA	FUZZY FMEA	RANGKING	FMEA	FUZZY FMEA
1	F30	F2	23	F35	F8
2	F27	F32	24	F8	F17
3	F36	F30	25	F31	F12
4	F1	F14	26	F9	F6
5	F3	F36	27	F40	F44
6	F29	F3	28	F11	F40
7	F38	F23	29	F37	F26
8	F32	F19	30	F43	F11
9	F4	F33	31	F15	F31
10	F5	F1	32	F41	F41
11	F19	F38	33	F20	F24
12	F2	F29	34	F26	F37
13	F42	F18	35	F28	F21
14	F12	F27	36	F44	F28
15	F6	F7	37	F21	F20
16	F7	F10	38	F24	F15
17	F10	F4	39	F39	F22
18	F14	F5	40	F13	F25
19	F17	F35	41	F22	F13
20	F18	F42	42	F25	F34
21	F23	F9	43	F34	F16
22	F33	F43	44	F16	F39

#### 4.4 Analisa risiko paling dominan dengan menggunakan Diagram Pareto

Berdasarkan gambar 4.16 terdapat 6 failure mode dan 8 failure effect yang paling dominan. Adapun failure mode dan failure effect tersebut antara lain :

- F2 dengan failure mode “Hibbon mengalami *trouble*” dan failure effect “kadar DO turun” yang mempunyai nilai FRPN 5.204464.
- F32 dengan failure mode “Sistem *surface* mengalami *trouble*” dan failure effect “Air luberan mengenai fasilitas lain” yang mempunyai nilai FRPN 5.174304.
- F30 dengan failure mode “Sistem *surface* mengalami *trouble*” dan failure effect “Ketinggian air filter naik” yang mempunyai nilai FRPN 5.168702.
- F14 dengan failure mode “Kerusakan (kebocoran) pada kolam(bak)” dan failure effect “Timbul tekanan” yang mempunyai nilai FRPN 4.827322.
- F36 dengan failure mode “Dosis gas klor yang kurang sesuai” dan failure effect “Mempercepat korosi pada fasilitas lain” yang mempunyai nilai FRPN 4.726172.
- F3 dengan failure mode “Hibbon mengalami *trouble*” dan failure effect “Udara sulit diinjeksikan” yang mempunyai nilai FRPN 4.713243.
- F23 dengan failure mode “Pompa air baku *trouble*” dan failure effect “Air tidak bisa didistribusikan” yang mempunyai nilai FRPN 4.712222.
- F19 dengan failure mode “Volume lumpur di bak pengendap yang tidak terdeteksi” dan failure effect “*Flok* ikut terbawa ke proses filtrasi” yang mempunyai nilai FRPN 4.696491.

#### V. KESIMPULAN

1. Hasil identifikasi resiko kegagalan proses didapatkan 20 *failure mode* dengan 44 *failure effect* pada 5 proses atau tahapan penjernihan air.
2. Terjadi perbedaan hasil antara FMEA konvensional dan Fuzzy FMEA, hal ini di tunjukkan dengan adanya nilai-nilai RPN yang sama pada FMEA konvensional, sedangkan Fuzzy FMEA tidak memiliki nilai FRPN yang sama atau dengan kata lain tidak terjadi bias.
3. Berdasarkan diagram pareto didapatkan 6 *failure mode* dengan 8 *failure effect* yang paling dominan. Hal itu ditemukan di proses Aerasi, Flokulasi dan Koagulasi, Prasedimentasi, Filtrasi dan Desinfeksi.
4. Berdasarkan analisis diagram Tulang Ikan (ishikawa) maka dapat dihasilkan usulan perbaikan dengan melibatkan ke lima unsur yaitu unsur manusia seperti kelalaian operator, unsur mesin seperti kerusakan pada komponen mesin, unsur material seperti kualitas bahan menurun, unsur metode seperti penggunaan fasilitas produksi yang kurang memenuhi prosedur dan lingkungan.

#### VI. DAFTAR PUSTAKA

- Basjir, M. *Pengembangan Model Penentuan Prioritas dan Rekomendasi Perbaikan Terhadap Mode Kegagalan Komponen dengan Metodologi FMEA, FUZZY dan TOPSIS yang Terintegrasi*, Tesis tidak diterbitkan, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya; 2010
- Crow, A. *Pengelolaan Risiko*, Nur Cahya, Yogyakarta; 2002
- Darmawi, Herman. *Manajemen Risiko*, Bumi Aksara, Jakarta; 2004
- Hanafi, Mamduh. *Manajemen Risiko*, STIE YKPN, Yogyakarta; 2006
- Hanggraeni, Dewi. *Pengelolaan Risiko Usaha*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI, Jakarta; 2010
- Hasibuan. *Dasar-dasar manajemen*, Bumi Aksara, Jakarta; 2005

- Kusumadewi, S., Purnomo. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Graha Ilmu, Yogyakarta; 2004
- Pressman, Roger S. *Rekayasa Perangkat Lunak Pendekatan Praktisi (Buku I)*, Andi Offset Yogyakarta; 2002
- Sachdeva, A., Kumar, D., Kumar, P. *Multi-Factor Mode Critically Analysis Using TOPSIS*, International Journal of Industrial Engineering; 2009 (Vol. 5, No. 8 pp 1-9)
- Sujarwadi, M.T. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Method*; 2011 (Online), (<http://mtsujarwadi.blogspot.com/2011/12/failure-mode-and-effect-analysis-fmea.html>)
- Vaughan, E. J. *Fundamental of Risk and Insurance*, Second edition, John Willey; 2002
- Wang, T. C., Chang, T. H. *Application of TOPSIS in Evaluating Initial Training Aircraft Under A Fuzzy Environment*, Expert System with Application; 2006 (Vol. 36, pp. 1195-1207)
- Wang, Y. M., Chin, K. S., Poon, G. K. K., Yang, J. B. *Risk Evaluation in Failure Mode and Effect Analysis Using Fuzzy Weighted Geometric Mean*, Journal Expert System with Application; 2009 (Vol.36, pp. 1195-1207)
- Yan, J., M. Ryan and J. Power. *Using Fuzzy Logic Toward Intelligent Systems*, Prentice Hall International, London; 1994
- Yazdi, Amir K., Massoud Haddadi. *Integration of Balanced Scorecard and Fuzzy FMEA for Designing Road Map*, Australian Journal of Basic and Applied Sciences; 2011 (Vol. 5, pp. 907-916)
- Yeh, R. H., Hsieh, M. H. *Fuzzy Assesment of FMEA for Sewage Plant*. Journal of the Cinese Institute of Industrial Engineers; 2007 (Vol. 24, pp. 505-212)