

EVALUASI KEKRITISAN KOMPONEN MESIN CETAK DI PT. SOLO GRAFIKA UTAMA

Dian Novita Widyaningrum^{*}, I Wayan Suletra, Eko Liquidanu
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jln. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126.
^{*}Email: diannw9995@gmail.com

Abstrak

Dalam rangka mendukung kegiatan pemeliharaan mesin demi menjaga kelancaran sistem produksi, pengadaan komponen mesin merupakan hal yang penting. Pengadaan komponen mesin dapat mencapai 70% dari total biaya pengadaan material pemeliharaan. Maka dari itu manajemen inventori komponen mesin sangat diperlukan. PT. Solo Grafika Utama adalah sebuah perusahaan percetakan di Surakarta yang mencetak Harian Umum Solopos, buku dan produk cetakan lain. Perusahaan tersebut belum menerapkan manajemen inventori komponen mesin cetak. Pengadaan komponen mesin cetak sering dilakukan ketika komponen sudah mengalami kerusakan, sehingga menghambat proses produksi. Untuk memajemen inventornya, perusahaan dapat terlebih dahulu melakukan evaluasi kekritisitas komponen mesin cetak. Paper ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kekritisitas komponen mesin cetak di PT. Solo Grafika Utama. Penelitian ini terdiri dari delapan tahap yaitu studi pustaka dan studi lapangan, menentukan kriteria dan subkriteria evaluasi kekritisitas komponen mesin cetak, penentuan komponen yang dievaluasi, penentuan responden penelitian, penyusunan kuesioner, penyebaran kuesioner, rekapitulasi kuesioner dan pengolahan data menggunakan metode Fuzzy AHP dan Fuzzy TOPSIS. Hasil penelitian diperoleh bobot untuk 5 kriteria dan 13 subkriteria evaluasi menggunakan metode Fuzzy AHP. Kemudian ranking kekritisitas komponen mesin cetak dicari menggunakan metode Fuzzy TOPSIS. Komponen bearing RAL 012 adalah komponen paling kritis dengan nilai 0,598, bearing 6004 bernilai 0,596 dan socket screw bernilai 0,569.

Kata kunci: Fuzzy AHP, Fuzzy TOPSIS, komponen kritis

1. PENDAHULUAN

Dalam rangka mendukung kegiatan pemeliharaan mesin demi menjaga kelancaran sistem produksi, pengadaan komponen mesin merupakan hal yang penting. Pengadaan komponen mesin dapat mencapai 70% dari total biaya pengadaan material pemeliharaan. Maka dari itu manajemen inventori komponen mesin sangat diperlukan. Menurut Jajimoggala (2013), manajemen komponen memegang peranan penting di berbagai organisasi industri. Pendekatan yang sistematis dalam manajemen komponen dapat meminimalkan inventori untuk komponen dan meminimalkan terjadinya *downtime* pada mesin serta terlambatnya jadwal produksi. Sesuatu yang menjadi pembeda dalam sistem inventori komponen dibanding sistem inventori umum adalah perlunya untuk mengevaluasi dan merinci kekritisitas item dalam sebuah inventori dimana setiap item komponen memiliki fungsi yang spesifik dan berbeda. Faktor-faktor seperti harga komponen, ruang penyimpanan yang dibutuhkan, frekuensi kerusakan komponen dan sebagainya biasanya menjadi pertimbangan ketika memajemen inventori untuk komponen.

PT. Solo Grafika Utama adalah perusahaan yang bergerak di bidang percetakan di wilayah Surakarta. Perusahaan ini memproduksi Harian Umum SOLOPOS, Al-Qur'an, buku, dan produk cetakan lain berdasarkan pesanan dari konsumen. Proses produksi di perusahaan ini menggunakan tiga buah mesin cetak *webb* jenis Goss. Pihak perusahaan mengungkapkan bahwa selama berjalannya proses produksi, masih sering terjadi berbagai macam kerusakan mesin yang membutuhkan tindakan penggantian komponen mesin dan tindakan perbaikan. Hampir setiap dilakukan perbaikan mesin membutuhkan pergantian komponen mesin dan pihak perusahaan terkadang harus membeli komponen tersebut ketika dibutuhkan. Hal tersebut mengakibatkan ketidakefisienan dalam proses produksi karena jalannya proses produksi menjadi terhambat. Oleh karena itu perlu dilakukan manajemen inventori komponen yang baik mengingat pihak PT. Solo Grafika Utama belum menerapkan manajemen tersebut. Manajemen inventori tersebut

dapat diawali dengan melakukan evaluasi kekritisan komponen mesin cetak untuk mengetahui prioritas kepentingan ketersediaan komponen mesin cetak di PT. Solo Grafika Utama.

Fokus pada penelitian ini adalah melakukan evaluasi kekritisan komponen mesin cetak di PT. Solo Grafika Utama. Proses evaluasi kekritisan komponen mesin dapat dilakukan dengan *Multi Criteria Decision Making* (MCDM). Model yang paling sesuai untuk memecahkan masalah dalam penelitian ini adalah menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dan TOPSIS. Namun untuk mengatasi ketidakpastian dalam penilaian, kedua metode tersebut diintegrasikan dengan logika *fuzzy*.

Metode AHP adalah sebuah metode pembuat keputusan yang meliputi pengukuran faktor-faktor yang terkait dengan input-input manajerial subjektif pada kriteria jamak (Duran, 2015). Namun karena kompleksitas dan ketidakpastian penilaian dalam pemecahan masalah di dunia nyata, maka pengambil keputusan terkadang memilih menggunakan logika *fuzzy* daripada penilaian *crisp* (Jajimoggala, 2013).

The Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) adalah metode pengambilan keputusan multi kriteria yang terkenal logis, menggunakan perbandingan bersama dari solusi ideal dan non-ideal. Pada evaluasi kekritisan komponen mesin ini sudah jelas melibatkan komponen mesin dalam jumlah banyak. Oleh karena itu, metode ini cocok untuk digunakan karena kelebihanannya yang mudah dalam penggunaan untuk meranking tingkat kekritisan komponen mesin.

Terdapat banyak metode pengambilan keputusan multi kriteria, namun AHP memiliki beberapa kriteria, salah satunya adalah adanya perbandingan berpasangan. Namun terkadang banyaknya jumlah perbandingan berpasangan dapat menyebabkan ketidakpraktisan dalam penggunaan AHP. Untuk mengatasi hal tersebut maka digunakan metode TOPSIS untuk mengurangi jumlah perbandingan berpasangan dan untuk meranking alternatif.

2. METODOLOGI

Metodologi penelitian dimulai dari tahap identifikasi masalah yang meliputi observasi lapangan dan tinjauan pustaka yang kemudian dapat diuraikan rumusan masalah, tujuan dan manfaat dari penelitian ini, dan selanjutnya dibuat kerangka konseptual dari penelitian. Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data, yang terdiri dari data primer dan sekunder. Kemudian data diolah pada tahap pengolahan data, yang terdiri dari identifikasi kriteria evaluasi kekritisan komponen mesin, penentuan bobot kriteria menggunakan metode *fuzzy* AHP dan penentuan ranking kekritisan komponen mesin menggunakan metode *fuzzy* TOPSIS. Selanjutnya adalah tahap analisis yang meliputi analisis dan interpretasi hasil serta kesimpulan dan saran. Selengkapnya dapat dilihat pada gambar 1.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

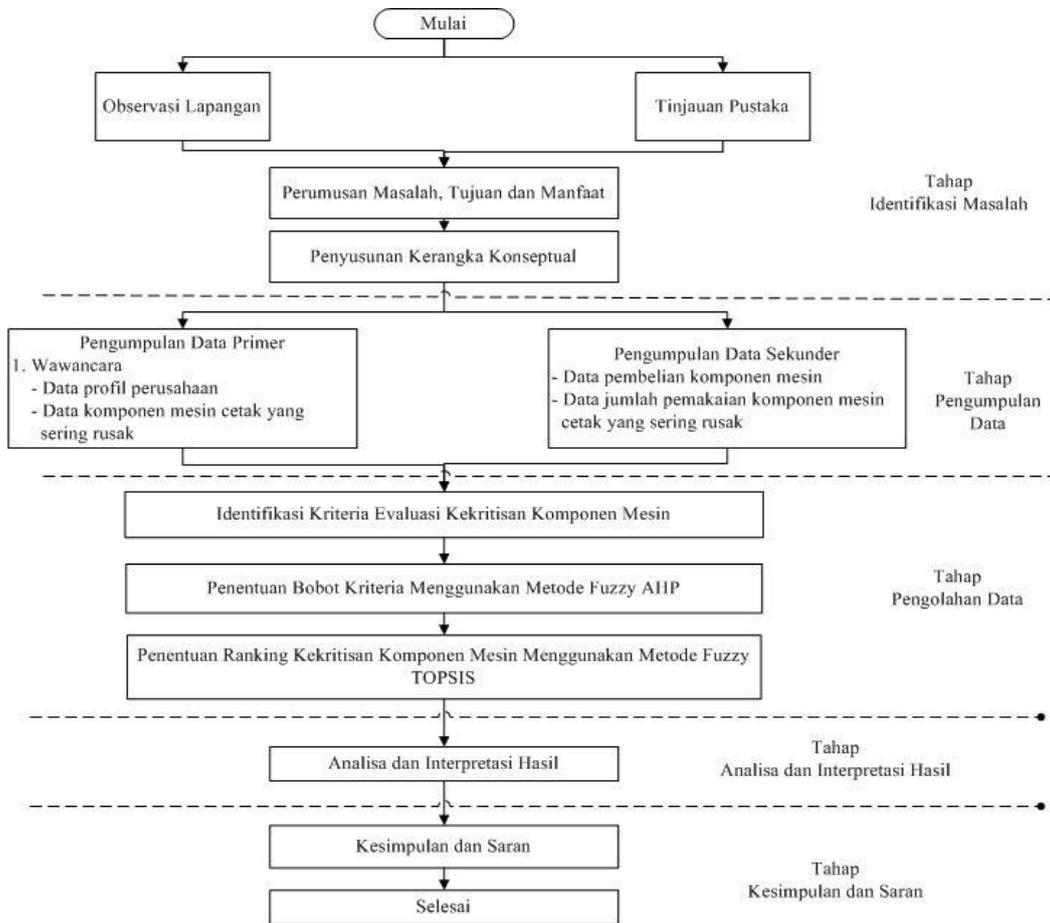
3.1. Penentuan Kriteria dan Subkriteria Penilaian dalam Evaluasi Kekritisan Komponen Mesin Cetak di PT. Solo Grafika Utama

Tujuan tahap ini adalah untuk mengevaluasi kriteria dan subkriteria yang diperoleh dari beberapa paper internasional agar sesuai dengan kriteria dan subkriteria yang digunakan pihak perusahaan dalam melakukan evaluasi kekritisan komponen mesin. Terlebih dulu dilakukan tinjauan pustaka terkait kriteria dan subkriteria yang dapat digunakan dalam evaluasi kekritisan komponen mesin sebelum kemudian disusun pada kuesioner 1. Kriteria dan subkriteria evaluasi kekritisan komponen mesin didapat dari beberapa paper milik Sachdeva dkk., (2009); Huiskonen (2001); Kiris (2013); Braglia (2004) dan Moleaners (2012). Kuesioner 1 kemudian diberikan kepada stakeholder dari perusahaan. Penentuan tingkat kepentingan kriteria dan subkriteria pada kuesioner I menggunakan skala *Likert*. Hasil rekapitulasi kuesioner I dari responden kemudian diagregasi dan menghasilkan kriteria dan subkriteria yang akan digunakan dalam evaluasi kekritisan komponen mesin.

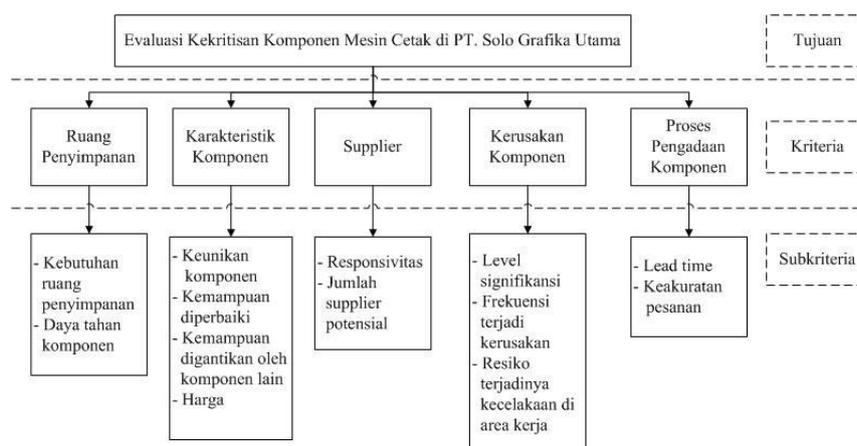
3.2. Penentuan Bobot Kriteria dan Subkriteria Menggunakan Metode Fuzzy AHP

Dalam proses pengambilan keputusan dengan metode *Fuzzy* AHP dibutuhkan penyusunan struktur hirarki permasalahan. Struktur hirarki permasalahan mencakup tujuan utama serta kriteria

dan subkriteria yang digunakan untuk mengevaluasi kekritisitas mesin cetak yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 1. Flowchart metodologi penelitian



Gambar 2. Struktur hirarki evaluasi kekritisitas komponen mesin

Kuesioner 2 disusun untuk menentukan besarnya bobot penilaian pada masing-masing kriteria dan subkriteria evaluasi kekritisitas komponen mesin cetak melalui perbandingan berpasangan. Pada kuesioner ini digunakan metode *Fuzzy AHP* dengan skala linguistik, yaitu skala

1 sampai 9. Kuesioner yang telah disusun kemudian diberikan kepada stakeholder dari PT. Solo Grafika Utama yang terkait dengan evaluasi kekritisan komponen mesin cetak.

Hasil penilaian para responden terhadap kuesioner II direkapitulasi, kemudian dilakukan agregasi hasil penilaian tersebut. Tujuannya untuk menggabungkan penilaian responden menjadi satu nilai. Agregasi dilakukan dengan menggunakan perhitungan rata-rata geometrik penilaian responden. Hasil dari agregasi akan merupakan sebuah matriks berpasangan antar kriteria atau antar subkriteria.

Pada metode *Fuzzy AHP*, terdapat beberapa tahap untuk membuktikan kekonsistenan dari matriks perbandingan berpasangan yang diperoleh. Tahap pertama adalah menghitung *eigen vector*. *Eigen vector* ditentukan dari rata-rata entri matriks yang terdapat dalam satu baris. Tahap selanjutnya adalah menghitung bobot prioritas yang didapat dari hasil pembagian vektor jumlah bobot dengan vektor prioritas. Vektor jumlah bobot merupakan perkalian matriks perbandingan berpasangan dengan vektor prioritas. Kemudian dilakukan perhitungan λ_{max} , CI dan CR seperti ditunjukkan pada persamaan 1 dan 2. CR hasil perhitungan untuk bobot kriteria adalah sebesar 0.051, maka penelitian dianggap konsisten. Namun jika nilai $CR > 0,1$ maka dianggap tidak konsisten dan harus dilakukan penelitian ulang (Saaty, 2012).

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \quad (1)$$

Dimana: CI = indeks konsistensi
 λ_{maks} = rata-rata nilai *eigenvalue*
 n = ordo matriks

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

Dimana: CR = rasio konsistensi
 CI = indeks konsistensi
 RI = *random index*

Langkah selanjutnya adalah konversi skala *linguistik AHP* menjadi *Triangular Fuzzy Number* (TFN). Bentuk dari TFN adalah (l, m, u) sebagai bilangan *fuzzy*. Setelah diubah menjadi bilangan TFN maka kemudian dilakukan perhitungan nilai *Fuzzy Synthetic Extent* (FSE). Tujuannya adalah untuk melakukan penilaian bobot tiap kriteria dan subkriteria terhadap tujuan utama dari hirarki. Rumus yang digunakan untuk menentukan nilai *Fuzzy Synthetic Extent* (S_i) adalah sebagai berikut (Chang, 1992):

$$S_i = \sum_{j=1} M_{gi}^i \oplus \left[\sum_{i=1} \sum_{j=1} M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (3)$$

Sebelum melakukan normalisasi terhadap hasil pengolahan data perlu dilakukan perhitungan perbandingan tingkat kemungkinan antar FSE dengan nilai minimumnya. Tahap tersebut disebut dengan perhitungan nilai *degree of possibility* menggunakan persamaan (4).

$$V(M_2 > M_1) = \begin{cases} 1 & , m_2 \geq m_1 \\ 0 & , l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{sebaliknya} \end{cases} \quad (4)$$

Dari hasil perhitungan nilai *degree of possibility*, dapat dilakukan tahap akhir dalam metode *Fuzzy AHP* yaitu normalisasi bobot. Tahap ini merupakan proses *defuzzifikasi* untuk mengubah bilangan dalam vektor menjadi *non-fuzzy (crisp)* sehingga dapat menjadi analog bobot kriteria dan subkriteria. Rumus yang digunakan untuk menentukan nilai *crisp* adalah sebagai berikut:

$$CRISP (d_i) = \frac{d'_i}{\sum_{i=1}^n d'_i} \quad (5)$$

Dimana : d_i = nilai crisp untuk kriteria i

d'_i = nilai minimum degree of possibility untuk kriteria i

Tabel 1. Normalisasi bobot kriteria utama

	MIN		Bobot Crisp
d'C1	0.13	C1	4.7%
d'C2	0.49	C2	17.9%
d'C3	0.22	C3	8.0%
d'C4	1.00	C4	36.5%
d'C5	0.90	C5	33.0%

3.3 Penentuan Ranking Kekritisitas Komponen Mesin Cetak Menggunakan Metode Fuzzy TOPSIS

Pada tahap pengolahan data menggunakan TOPSIS ini, hanya digunakan subkriteria saja dalam penilaiannya, sehingga digunakan bobot global dari tiap subkriteria. Bobot global untuk tiap subkriteria didapatkan dari hasil perkalian bobot kriteria dengan bobot parsial subkriteria. Secara umum prosedur fuzzy TOPSIS mengacu pada penelitian Ningrum (2012). Langkah pertama adalah menyusun kuesioner 3. Tujuan penyusunan kuesioner III adalah untuk menentukan besarnya penilaian yang berbentuk variabel *linguistik* untuk masing-masing alternatif, yang dalam kasus ini berupa komponen mesin cetak terhadap tiap subkriteria evaluasi kekritisitas komponen mesin cetak. Terdapat 21 komponen mesin yang dinilai menggunakan metode ini. Hasil penilaian kemudian direkapitulasi dan kemudian dilakukan agregasi. Namun sebelum melakukan agregasi, terlebih dahulu dilakukan konversi dari variabel *linguistik* menjadi bilangan *fuzzy*.

Langkah selanjutnya adalah menyusun matriks keputusan berdasarkan hasil agregasi penilaian alternatif serta melibatkan bobot tiap kriteria. Matriks tersebut kemudian dilakukan normalisasi. Normalisasi dilakukan untuk memastikan *triangular fuzzy number* yang ternormalisasi berada pada interval [0,1].

Tabel 2. Matriks keputusan penilaian alternatif berdasarkan tiap kriteria

KRITERIA	C11	C12	C21	C22	dst
BOBOT /KOMPONEN	0.0187	0.0281	0.034	0.02	
1	(5.4 , 7.4 , 9)	(4.6 , 6.6 , 8.6)	(4.2 , 6.2 , 8.2)	(1.8 , 3.8 , 5.8)	
2	(5.4 , 7.4 , 9)	(4.2 , 6.2 , 8.2)	(4.6 , 6.6 , 8.6)	(2.2 , 4.2 , 6.2)	
3	(4.2 , 6.2 , 8.2)	(4.6 , 6.6 , 8.6)	(1.8 , 3.8 , 5.8)	(2.2 , 3.4 , 4.6)	
4	(5 , 7 , 9)	(4.2 , 6.2 , 8.2)	(1.4 , 3 , 4.6)	(1.8 , 3 , 4.2)	
5	(4.2 , 6.2 , 8.2)	(4.6 , 6.6 , 8.6)	(1.8 , 3.4 , 5)	(1.8 , 3.4 , 5)	
dst					

Setelah membuat matriks keputusan maka selanjutnya adalah membuat matriks keputusan ternormalisasi terbobot. Caranya adalah dengan mengalikan matriks keputusan ternormalisasi dengan bobot tiap kriteria masing-masing. Kemudian ditentukan solusi ideal positif (A^*) dan solusi ideal negatif (A^-) dari matriks keputusan ternormalisasi terbobot yang sudah dibuat. Nilai solusi ideal positif tiap kriteria didapat dari nilai *fuzzy* terbesar pada tiap kriteria, sedangkan nilai solusi ideal negatif tiap kriteria didapat dari nilai *fuzzy* terkecil pada tiap kriteria.

Langkah selanjutnya adalah menghitung *separation measure* atau jarak alternatif terhadap solusi ideal positif dan solusi ideal negatif. Tahap terakhir adalah menghitung kedekatan relatif atau *coefficient closeness* (CCj) dari tiap alternatif terhadap solusi ideal. Berdasarkan nilai CCj yang

didapat, maka akan diperoleh ranking alternatif, dimana nilai CC_j terbesar merupakan alternatif dengan ranking nomer 1.

$$CC_j = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}; i = 1, 2, \dots, m \text{ dengan } 0 < CC_j < 1 \quad (6)$$

Tabel 3. Kedekatan relatif terhadap solusi ideal

ALTERNATIF	Si*	Si-	CCj	Ranking
1	0.320940872	0.47835171	0.598468845	1
2	0.323759489	0.47788312	0.596129891	2
19	0.351465956	0.4639946	0.568996986	3
dst				

4. KESIMPULAN

Evaluasi kekritisian komponen mesin dalam manajemen perawatan adalah salah satu aktivitas pengambilan keputusan untuk demi mengurangi jumlah *downtime* dan biaya inventori. Paper ini menunjukkan metode untuk mengatur inventori berdasarkan *fuzzy* AHP dan *fuzzy* TOPSIS untuk mengevaluasi kekritisian komponen mesin cetak di PT. Solo Grafika Utama. Hasil akhir dari metode ini adalah berupa ranking tingkat kekritisian komponen mesin cetak di PT. Solo Grafika Utama. Logika *fuzzy* digunakan untuk mengatasi ketidakpastian penilaian oleh responden. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa komponen *bearing RAL 012* adalah komponen paling kritis dengan nilai 0,598, *bearing 6004* bernilai 0,596, *socket screw* bernilai 0,569 dan seterusnya diranking sampai 21 komponen.

DAFTAR PUSTAKA

- Braglia, Marcello., Grassi, Andrea., and Montanari, Roberto., (2004), Multi-attribute classification method for spare parts inventory management, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 10, pp.
- Chang, D.Y., (1992), Extent Analysis and Synthetic Decision, *Optimization Techniques and Applications*, 1, pp. 352-355.
- Duran, Orlando., (2015), Spare Parts Criticality Analysis Using A Fuzzy AHP Approach, *Tehnički vjesnik*, 22, pp. 899-905.
- Huiskonen, Janne, (2001), Maintenance spare parts logistics: Special characteristics and strategic choices, *International Journal of Production Economics*, 71, pp. 125-133.
- Jajimoggala, Sarojini., (2013), Spare Parts Criticality Evaluation Using Hybrid MCDM Technique, *Indian Journal of Applied Research*, 3, pp. 178-182.
- Kiris, Safak., (2013), Multi-Criteria Inventory Classification by Using a Fuzzy Analytic Network Process (ANP) Approach, *Informatica*, 24, pp. 199-217.
- Moleaners, An., Herman, Baets., Liliane, Pintelon., and Waeyenbergh, Geert., (2012), Criticality classification of spare parts: A case study, *International Journal of Production Economics*, 140, pp. 570-578.
- Ningrum, Meliya., Sutarman, and Sitepu, Rachmad., (2012), Aplikasi Metode TOPSIS Fuzzy dalam Menentukan Prioritas Kawasan Perumahan di Kecamatan Percut Sei Tuan, *Sanitia Matematika*, 1, pp. 101-115.
- Saaty, T.L. and Vargas, L.G., (2012), Models, Methods, Concepts and Applications of the Analytic Hierarchy Process. *International Series in Operations Research & Management Science*, 2nd Ed., Springer, New York, pp. 27-46.
- Sachdeva, Anish., Kumar, Dinesh., and Kumar, Pradeep., (2009), Multi-factor failure mode critically analysis using TOPSIS, *Journal of Industrial Engineering International*, 5, pp. 1-9.