

ANALISIS RISIKO MENGGUNAKAN METODE FMECA DAN METODE TOPSIS UNTUK PENENTUAN PRIORITAS PERBAIKAN PADA *STEAM TURBINE* DI PERUSAHAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI

Hafiz Nurcahyo Eka Putra, Arief Subekti, Aulia Nadia Rachmad

Jurusan Teknik Permesinan Kapal

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

hafiz.nurcahyo53@gmail.com

ABSTRAK

Pada proses pembuatan energi listrik dengan menggunakan energi panas bumi, sebuah perusahaan pembangkit listrik harus memiliki sebuah komponen yang berfungsi merubah energi panas bumi yang bersifat gas menjadi energi listrik. *Steam Turbine* adalah sebuah mesin berputar yang mengambil energi dari aliran fluida. *Steam Turbine* tersebut berfungsi mengubah energi kinetik dari putaran *steam turbine* menjadi energi mekanis sehingga menghasilkan energi listrik. Penelitian ini menggunakan metode FMECA yang merupakan suatu metode gabungan yang bertujuan untuk menganalisa suatu risiko yang dapat terjadi pada proses produksi atau sebuah sistem. Metode FMECA adalah gabungan antara metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) dan *Criticality Analysis* (CA). Sedangkan, metode yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan multikriteria yaitu metode *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). Hasil analisa risiko menggunakan metode FMECA ini, didapatkan risiko yang mendapatkan prioritas pengawasan adalah jenis risiko kegagalan sudu mengalami korosi dengan nilai RPN: 336, yang akan digunakan untuk penentuan prioritas menggunakan metode TOPSIS dan menghasilkan nilai prioritas tertinggi pada *failure mode* (F4) yaitu *sludge* menempel pada sudu sehingga menurunkan kualitas putaran *turbine* dengan RPI : 0.709434781, rekomendasi yang dapat diberikan dari analisis risiko menggunakan metode TOPSIS adalah pembuatan jadwal pengecekan berkala dalam rangka pengecekan kualitas putaran *turbine*.

Kata kunci: Analisa risiko, metode FMECA, metode TOPSIS, *steam turbine*

1. PENDAHULUAN

PT.X yang berada pada pegunungan Patuha merupakan salah satu perusahaan pembangkit listrik yang menggunakan tenaga panas bumi untuk sumber bahan bakunya. Perusahaan ini adalah salah satu perusahaan milik negara atau bisa disebut milik BUMN yang bergerak pada pembangkit listrik bertenaga panas bumi seperti sodara terdahulunya yaitu PT.X yang berlokasi pada pegunungan Dieng yang berada di Jawa Tengah.

Selama masa operasi yang sudah berjalan kurang lebih dua tahun ini PT.X sudah mengalami beberapa masalah pada perlengkapan produksinya, seperti contohnya yang baru-baru ini terjadi ialah penyumbatan pada *nozzle* pada *cooling tower* yang disebabkan oleh *sludge* dari gas H₂S yang terkandung didalam panas bumi yang digunakan sebagai sumber energi utama untuk menggerakkan turbin agar generator dapat menghasilkan energi listrik, dampak dari penyumbatan tersebut mengakibatkan penurunan pasokan listrik yang awalnya 50MW menjadi 40MW yang membuat perusahaan mengalami kerugian yang cukup banyak karena turunnya energi listrik yang dihasilkan, serta kerusakan *fan blade* yang berada di *cooling tower* yang juga dapat menyebabkan penurunan produksi listrik yang signifikan pada PT.X.

Berdasarkan studi kasus diatas penulis akan menerapkan sebuah metode analisa risiko yaitu FMECA yang akan dikombinasikan dengan metode pengambilan keputusan yaitu metode TOPSIS (*Technique for Order of Preference*

by *Similarity to Ideal Solution*) untuk membantu pihak perusahaan dalam penentuan prioritas pengawasan dan pemeliharaan terhadap mode kegagalan sebuah komponen dari sistem produksi yang sesuai dengan keinginan perusahaan (Assari dkk., 2012). FMECA yang digabungkan dengan CA (*Criticaly Analsys*) akan menghasilkan rumus hitungan, yaitu RPN (*Risk Priority Number*) yang memiliki tujuan untuk menentukan peringkat prioritas dalam tindakan perbaikan atau langkah pada FMECA (Crow. K, 2002). Akan tetapi, untuk nilai yang sama dari hasil perhitungan RPN tersebut akan menghasilkan tanggapan yang berbeda dari setiap *individu* yang dapat mengakibatkan kesalahan dalam mengambil prioritas perbaikan yang sesuai dengan kondisi perusahaan.

Maka dari itu penulis ingin menganalisa risiko kecelakaan menggunakan metode FMECA sebagai metode perhitungan tingkat risiko yang dapat terjadi dan akan dibantu dengan bantuan metode pengambilan keputusan yaitu metode TOPSIS, yang akan digunakan sebagai metode pengambilan keputusan untuk penentuan prioritas perawatan untuk jenis-jenis kerusakan yang dapat terjadi pada komponen-komponen *steam turbine*. Dalam perhitungannya metode TOPSIS memiliki solusi ideal positif yang merupakan pilihan rasional dengan nilai yang lebih baik, sedangkan solusi ideal negatif adalah solusi dengan pilihan yang kurang disukai dengan nilai yang lebih kecil, biasanya solusi positif identik dengan keuntungan dan solusi negatif identik dengan biaya. Sehingga metode TOPSIS akan membantu metode FMECA menghasilkan prioritas pengawasan yang sesuai dengan keinginan perusahaan.

Tujuan dari penelitian ini adalah (1) Menganalisa risiko pada perlengkapan di unit *steam turbine* pada PT.X menggunakan metode FMECA (2) Menentukan prioritas perbaikan menggunakan metode TOPSIS (3) Memberikan urutan prioritas perbaikan yang dihasilkan oleh metode FMECA dan metode TOPSIS.

2. METODOLOGI

a. Steam Turbine

Steam Turbine adalah sebuah mesin berputar yang mengambil energi dari aliran fluida. Turbin sederhana memiliki satu bagian yang bergerak, "*assembly rotor blade*". Fluida yang bergerak menjadikan baling-baling berputar dan menghasilkan energi untuk menggerakkan rotor. Contoh turbin awal adalah kincir angin dan roda air. Sebuah turbin yang bekerja terbalik disebut kompresor atau pompa turbo. turbin gas, uap dan air biasanya memiliki "*casing*" sekitar baling-baling yang memfokus dan mengontrol fluida. "*Casing*" dan baling-baling mungkin memiliki geometri variabel yang dapat membuat operasi efisien untuk beberapa kondisi aliran fluida. Energi diperoleh dari *steam* yang akan dirubah menjadi gaya mekanik untuk memutar baling-baling didalam turbin yang disebut *moving blade* (Leyzerovich & Alexander, 2005).

b. Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah proses pengukuran atau penilaian risiko serta pengembangan strategi pengelolaannya. 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.

c. FMECA

FMECA adalah suatu metode gabungan yang bertujuan untuk menganalisa suatu risiko yang dapat terjadi pada proses produksi atau sebuah system, FMECA diimplementasikan untuk mengidentifikasi bentuk-bentuk potensi kegagalan, menentukan dampaknya terhadap produksi dan mengidentifikasi tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi kegagalan (Crow, 2002).

FMECA akan menganalisa sistem atau komponen yang memerlukan tindakan korektif. Memberikan dasar untuk *reliability*, *maintenance*, *safety* dan *logistics analysis*. FMECA memberikan perkiraan tingkat kegagalan sistem secara kritis, memberikan peringkat kuantitatif system yang paling mungkin untuk mengalami kegagalan, menggunakan perhitungan antara *severity*, *occurence* dan *detection*.

d. TOPSIS

Metode TOPSIS merupakan sebuah teknik berdasarkan pemilihan alternatif yang mempunyai jarak terpendek dari titik idealnya dan memiliki jarak terjauh dengan titik negatifnya. Asumsi dasarnya adalah bahwa solusi terbaik harus sedekat mungkin ke solusi ideal dan yang terjauh dari solusi ideal negative.

Berikut adalah langkah-langkah metode TOPSIS :

- Membangun matriks perbandingan kriteria pada TOPSIS. TOPSIS dimulai dengan membangun sebuah matriks keputusan,

$$X = [X_{ij}] \tag{1}$$

- Normalisasi matriks perbandingan kriteria asli.

Digunakan persamaan (Deng et al., 2002 dalam Sachdeva et al., 2009) untuk mengubah setiap elemen $[x]$ yang diberikan di bawah ini :

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \tag{2}$$

- Perhitungan bobot setiap perbandingan kriteria.

Perhitungan perbandingan berat masing-masing kriteria didasarkan pada perhitungan nilai entropi dan kemudian mengubahnya menjadi berat digambarkan dalam dua langkah berikut :

$$v_{ij} = r_{ij} \times w_j \tag{3}$$

4. Penetapan solusi ideal positif v^+ dan solusi ideal negatif v^- untuk masing-masing perbandingan kriteria dapat menggunakan rumus dibawah ini :

$$v^+ = (\max(r_{ij1}), (\max(r_{ij2}), \dots, (\max(r_{ijn}))) \\ = v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+ \tag{4}$$

$$v^- = (\min(r_{ij1}), (\min(r_{ij2}), \dots, (\min(r_{ijn}))) \\ = v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^- \tag{5}$$

- Perhitungan jarak pada setiap kriteria antara solusi ideal positif v^+ dan solusi ideal negatif v^- .

Untuk menghitung jarak *eulidean* d dari setiap alternatif ke v^+ dan v^- menggunakan persamaan berikut :

$$d^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij}^+ - r_{ij})^2}, j = 1, 2, \dots, m$$

$$d^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_{ij} - v_{ij}^-)^2}, j = 1, 2, \dots, m \tag{6}$$

6. Perhitungan relatif *Risk Priority Index* (RPI) dari solusi ideal.

Peringkat akhir dari alternatif-alternatif didapat dengan mengacu pada nilai relatif kedekatan terhadap solusi ideal. Untuk setiap kriteria yang dibandingkan, perhitungan *Risk Priority Index* (RPI) dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$RPI = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \text{ dan } 0 \leq RPI \leq 1 \tag{7}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap awal dilakukan identifikasi risiko kecelakaan serta efek risiko dan menentukan prioritas perbaikannya menggunakan metode FMECA yang dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

Table 1. Hasil Perhitungan Metode FMECA dan Metode TOPSIS

| Prioritas | FMECA | |
|-----------|-------|-----------------|
| | RPN | Jenis Kerusakan |
| 1 | 336 | F3 |
| 2 | 320 | F4 |

| FMECA | | |
|-----------|-----|-----------------|
| Prioritas | RPN | Jenis Kerusakan |
| 3 | 320 | F1 |
| 4 | 294 | F5 |
| 5 | 288 | F2 |
| 6 | 280 | F11 |
| 7 | 224 | F9 |
| 8 | 210 | F6 |
| 9 | 210 | F17 |
| 10 | 180 | F8 |
| 11 | 175 | F13 |
| 12 | 168 | F7 |
| 13 | 168 | F14 |
| 14 | 166 | F20 |
| 15 | 144 | F12 |
| 16 | 140 | F15 |
| 17 | 140 | F16 |
| 18 | 140 | F19 |
| 19 | 126 | F10 |
| 20 | 126 | F18 |

Risiko kecelakaan yang teridentifikasi tersebut kemudian dipakai sebagai variabel dalam kuisioner untuk mendapatkan nilai kriteria *severity*, *occurence* dan *detection* untuk setiap variabel. Setelah mendapatkan nilai untuk masing-masing kriteria pada masing-masing variabel, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan dengan menggunakan TOPSIS. Berikut adalah urutan langkah untuk mendapatkan nilai *Risk Priority Index* :

Table 2. Hasil perhitungan risk priority index (RPI)

| Jenis kerusakan | RPI | Ranking |
|-----------------|-------------|---------|
| F1 | 0.692614719 | 3 |
| F2 | 0.692624677 | 2 |
| F3 | 0.616600027 | 5 |
| F4 | 0.709434781 | 1 |
| F5 | 0.585856224 | 6 |
| F6 | 0.236913588 | 20 |
| F7 | 0.441593041 | 13 |
| F8 | 0.236913597 | 19 |
| F9 | 0.49213586 | 10 |
| F10 | 0.55964225 | 7 |
| F11 | 0.632927216 | 4 |

| Jenis kerusakan | RPI | Ranking |
|-----------------|-------------|---------|
| F12 | 0.237491784 | 17 |
| F13 | 0.49233586 | 8 |
| F14 | 0.307375323 | 16 |
| F15 | 0.441593841 | 12 |
| F16 | 0.237491769 | 18 |
| F17 | 0.307375374 | 15 |
| F18 | 0.441593941 | 11 |
| F19 | 0.367072784 | 14 |
| F20 | 0.49223586 | 9 |

Sehingga kita dapat menarik hasil yaitu, prioritas yang dihasilkan oleh metode FMECA adalah F3 (Sudu mengalami korosi) mendapatkan *ranking* pertama dalam pengawasan karena tingkat *severity* dengan nilai 8 yang mengartikan bahwa gangguan pada alat tinggi dapat merusak semua fungsi alat dengan waktu perbaikan yang lama, dengan nilai *occurrence* pada angka 6 yang mengartikan bahwa kegagalan dapat terjadi 1/200 kemungkinan kerusakan yang dapat terjadi .

Sedangkan pada metode TOPSIS *failure mode* dengan kode F3 (sudu mengalami korosi) terletak pada nomor 5, itu dikarenakan masih ada *mode* kegagalan lain yang dapat mengakibatkan terjadinya kegagalan nomor F3 pada sudu, yaitu *failure mode* dengan kode F4 (*sludge* menempel pada sudu-sudu). Karena awal terjadinya korosi adalah permukaan sudu yang mengalami kelembaban yang diakibatkan oleh *sludge* yang menempel pada permukaan sudu.

• KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terkait dengan analisis risiko menggunakan metode FMECA dan metode TOPSIS untuk penentuan prioritas perbaikan pada *steam turbine* di PT.X, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisa risiko menggunakan metode FMECA menunjukkan bahwa *failure mode* dengan kode F3 (sudu mengalami korosi) mendapatkan prioritas utama dalam pengawasan dengan RPN = 336.
2. Sedangkan pada metode TOPSIS prioritas pengawasan diterima oleh *failure mode* dengan kode F4 (*sludge* menempel pada sudu-sudu) dengan jumlah RPI = 0.709434781.
3. Rekomendasi yang dapat diberikan dari analisis risiko menggunakan metode TOPSIS adalah :
 1. Pembuatan jadwal pengecekan berkala dalam rangka pengecekan kualitas putaran *turbine*
 2. Pemberian sistem pengawasan putaran *turbine*
 3. Penambahan sistem penyangring *steam*

5. DAFTAR PUSTAKA

Andri, 2013. *Mengenal Teknologi Pembangkit Listrik*. [http:// www.mengenal-teknologi-pembangkit-listrik-panasbumi.html](http://www.mengenal-teknologi-pembangkit-listrik-panasbumi.html) (Diakses tanggal 27 november 2016).

Assari. A, Maheshand. T.M & Erfan. A, 2012. *Role of Public in Sustainability of Historical City : Usage of TOPSIS Method, Vol 5, No. 3 pp 1-9*

Crow. K, 2002. *Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)*. DRM Associates

Drbal. L, Westra. K & Boston. P, 2012. *Power Plant Engineering*, Kluwer Academic Publishers, London.

Hwang. C.L & Yoon. K, 1981. *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer-Verlag, New York.

Kaplan. S, Gerick. B.J, 1981. *On The Quantitative Definition of Risk*. Risk Analysis, vol 1, 11-27

Leyzerovich & Alexander, 2005. *Wet-steam Turbines for Nuclear Power Plants*. Tulsa OK: PennWell Books. P. 111. ISBN 1593700326

Sachdeva, A. K, 2009. *Multi-Factor Mode Critically Analysis Using TOPSIS, International Journal of Industrial Eneineering , Vol. 5, No. 8 pp 1-9*.

Tchankova.L, 2002. *Risk identification - Basic stage in risk management*. emerald.

Crow. K, 2002. *Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)*. DRM Associates