

KAJIAN RISIKO KEGAGALAN OPERASIONAL PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DAN UAP (PLTGU)

Nur Hanifah Azzahra¹; Jusafwar²; Nusyirwan³

Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,
Jalan Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425

¹nurhazra102@gmail.com; ²jusafwar@yahoo.com; ³nusyirwan2008@yahoo.com

Abstrak

Pembangkit listrik tenaga gas dan uap (PLTGU) merupakan pembangkit listrik dengan sistem operasi kombinasi. PLTGU memproduksi listrik dengan media gas panas dan steam untuk memutarakan turbin yang dikopel dengan generator. Pada UU NO.15 Tahun 1985 suatu pembangkit listrik dituntut akan keandalannya untuk dapat menghasilkan listrik. Namun, Kegiatan operasional pada PLTGU tidak sepenuhnya berjalan sesuai rencana. Berbagai faktor dapat menjadi pemicu terjadinya gangguan. Menjadikan sistem ketenagalistrikan yang efisien dan handal mengharuskan adanya manajemen yang baik. Oleh karena itu dibutuhkan antisipasi terhadap adanya risiko kegagalan. Penelitian ini bertujuan mengetahui dan mengelola kemungkinan adanya risiko kegagalan operasional pada PLTGU sehingga diharapkan dapat menjadi referensi dalam mengantisipasi risiko yang mengakibatkan hilangnya produksi listrik. Proses dalam penelitian mengacu pada International Organization for Standardization (ISO) 31000 menggunakan matriks risiko. Proses dilakukan pada PT X dengan mengidentifikasi dan menganalisa risiko. Melalui matriks risiko didapatkan 3 nilai tertinggi dari risiko kegagalan. Tiga risiko dengan nilai tertinggi tersebut dilakukan analisa menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Maka diketahui adanya risiko yang mempengaruhi faktor operasional PLTGU diantaranya yaitu pasokan bahan bakar rendah, sistem pendingin terganggu dan risiko Circulating Water Pump failure. Sehingga dapat ditentukan perlakuan terhadap risiko kegagalan berupa tidak lanjut sesuai dengan penyebab dari risiko.

Kata Kunci: FMEA, Keandalan, PLTGU, Risiko Kegagalan, Operasional

Abstract

Gas and steam engine power plant (PLTGU) is a power plant with a combined operating system. PLTGU produces electricity with hot and steam media to rotate turbines coupled with generators. In Law No. 15 of 1985 a power plant is required for its reliability to produce electricity. However, operational activities in PLTGU are not fully implemented as planned. Various factors can trigger the occurrence of interference. Making efficient and reliable power systems requires good management. Therefore, anticipation of the risk of failure is required. This study aims to determine and manage the possibility of operational failure risk in PLTGU so it is expected to be a reference in anticipating the risks that result in loss of electricity production. The research process refers to the International Organization for Standardization (ISO) 31000 using a risk matrix. The process is performed on PT X by identifying and analyzing risk. Through the risk matrix obtained 3 the highest value of the risk of failure. Three risks with the highest value were analyzed using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method. It is known that there are risks that affect the operational factors of PLTGU such as low fuel supply, cooling system disrupted and risk of Circulating Water Pump failure. So it can be determined the treatment of the risk of failure in the form of not advanced according to the cause of the risk.

Keywords: FMEA, Reliability, PLTGU, Failure Risk, Operational

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan teknologi saat ini, permintaan akan kebutuhan listrik masyarakat semakin meningkat. Pemerintah pun terus berkonsentrasi terhadap pembangunan sarana pembangkit listrik dengan kapasitas 35.000 MW[1]. Saat ini sudah sangat berkembang sistem Pembangkit listrik tenaga gas dan uap (PLTGU) yang merupakan pembangkit listrik dengan sistem kombinasi PLTG dan PLTU. PLTGU merupakan sistem pembangkitan dengan peringkat efisiensi tertinggi. Rata-rata pada PLTGU memiliki efisiensi mencapai 35-50%[2]. Keunggulan PLTGU beroperasi yaitu dengan memanfaatkan gas panas hasil pembakaran PLTG untuk menghasilkan steam yang merupakan media produksi PLTU.

PT. X merupakan perusahaan pembangkit listrik yang mengoperasikan beberapa sistem, salah satunya sistem pembangkit listrik tenaga gas dan uap (PLTGU). Pada PLTGU PT X memiliki kapasitas 740 MW, yang terdiri dari 1 Blok PLTGU dengan 2 *Gas Turbine*, 2 *Heat Recovery Steam Generator (HRSG)* dan 1 *Steam Turbine*. PLTGU ini menggunakan bahan bakar gas alam sebesar 100 [BBTU] per hari dengan tegangan keluar sebesar 150 [kV].

Meningkatnya penggunaan listrik, membutuhkan sistem pembangkit listrik dengan kualitas serta kuantitas yang baik dalam memenuhi kebutuhan listrik. Namun, Kegiatan operasional pada tidak sepenuhnya berjalan sesuai rencana. Berbagai faktor internal ataupun eksternal dapat menjadi pemicu terjadinya gangguan dan hilangnya suplai listrik ke konsumen. Sehingga memungkinkan adanya risiko kegagalan pada operasional. Menjadikan sistem ketenagalistrikan yang efisien dan handal mengharuskan adanya manajemen yang baik dalam mengimplementasikan semua aspek tata kelola pembangkit tenaga listrik. Salah satunya dengan manajemen risiko. Oleh karena itu dibutuhkan antisipasi terhadap risiko kegagalan, dengan mengetahui dan mendalami kelangsungan operasional PLTGU. Makalah ini bertujuan sebagai referensi dalam mengantisipasi kegagalan operasional pada PLTGU.

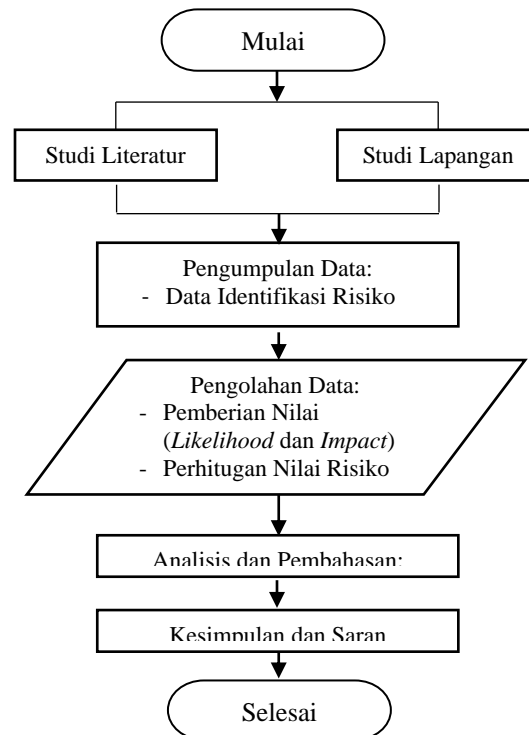
1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang dikemukakan pada tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi risiko kegagalan yang berpengaruh terhadap operasional PLTGU
2. Menentukan tindakan pengelolaan atas risiko yang ada pada PLTGU.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Alir



Gambar.1 Diagram Alir

2.2 Langkah Penelitian

a. Studi literatur dan studi lapangan

Studi literatur merupakan metoda pengumpulan informasi terkait permasalahan yang terjadi dengan mempelajari buku dan jurnal. Sedangkan studi lapangan merupakan pengamatan secara langsung pada PLTGU PT X terkait permasalahan.

b. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan pada PLTGU PT X data meliputi identifikasi sumber risiko, penyebab risiko dan peristiwa risiko. Risiko ini adalah mode kegagalan operasional yang kemungkinan terjadi. Identifikasi risiko dilakukan berdasarkan pengelompokan subsistem PLGTU. Data dikumpulkan melalui proses interview, brainstorming dan penyebaran kuesioner dengan berbagai pihak terkait.

c. Pengolahan data

- Pemberian nilai

Pengolahan data dilakukan dengan memberikan nilai pada data identifikasi risiko. Pemberian nilai dilakukan terhadap *likelihood* dan *consequence* dari suatu risiko. Penilaian *likelihood* berdasarkan frekuensi kejadian suatu mode kegagalan dan nilai *consequence* berdasarkan dampak dari suatu mode kegagalan. Skala yang digunakan pada penilaian yaitu antara 1 sampai dengan 5.

- Perhitungan data identifikasi risiko

Setelah pemberian nilai, selanjutnya dilakukan perhitungan pada data identifikasi risiko. Perhitungan dilakukan dengan mengkalikan nilai *likelihood* dan nilai *consequence* sebagai nilai dari resiko kegagalan pada operasional[3]. Rumus perhitungan risiko terdapat pada persamaan (1).

$$R_i = f(F_i, C_i) \dots\dots\dots (2.1)$$

R = Risiko

F_i = Frekuensi dari sebuah kejadian

C_i = konsekuensi dari sebuah kejadian

d. Analisis dan Pembahasan

Analisis merupakan tahap untuk menentukan level risiko. Analisis pada risiko dilakukan untuk mengetahui level suatu risiko kegagalan yang teridentifikasi. Level risiko ditentukan berdasarkan perhitungan nilai *consequence* dan frekuensi kegagalan. Selanjutnya disusun berdasarkan risiko prioritas sebagai ketentuan level risiko[4]. yang disusun pada table 1.

Table.1 Level Risiko

<i>Level</i>	<i>Consequences</i>	<i>Likelihoods</i>	<i>Risk Prioritas</i>
<i>A</i>	<i>Insignificant Or Negligible</i>	<i>Rare</i>	<i>Low</i>
<i>B</i>	<i>Minor</i>	<i>Unlikely</i>	
<i>C</i>	<i>Moderate</i>	<i>Possible</i>	<i>Medium</i>
<i>D</i>	<i>Major</i>	<i>Likely</i>	<i>High</i>
<i>E</i>	<i>Catastrophic Or Severe For Risks</i>	<i>Almost Certain</i>	<i>Extreme</i>

Dale Copper, dkk 2015

Kemudian nilai dari risiko kegagalan dikelompokan berdasarkan matriks risiko. Risiko yang masuk dalam kategori kritikal berdasarkan nilai risiko tertinggi dengan tingkat “Ekstrem”. Risiko kegagalan dengan status ekstrim selanjutnya dilakukan pengelolaan dengan menggunakan metode FMEA.

Table.2 Basic Priority-Setting Matrix

<i>Likelihood</i>	<i>Consequence</i>	
	<i>low</i>	<i>High</i>
<i>High</i>	<i>Medium risk</i>	<i>High risk</i>
<i>low</i>	<i>Low risk</i>	<i>Medium risk</i>

Dale Copper, dkk 2015

e. Hasil akhir

Hasil akhir merupakan hasil dari analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, untuk dapat diambil suatu kesimpulan untuk menjawab permasalahan yang ada.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konteks untuk menentukan risiko kegagalan yang akan dibahas mengacu pada keandalan yang merupakan indikator pembangkit listrik. Kegagalan diidentifikasi berdasarkan susunan aktivitas PLTGU yang terbagi menjadi beberapa aspek, yaitu keadaan bahan bakar, keadaan lingkungan, performa peralatan, tools dan material, sumber daya manusai, dan kondisi operasi. Dari data identifikasi didapatkan 31 mode kegagalan operasional.

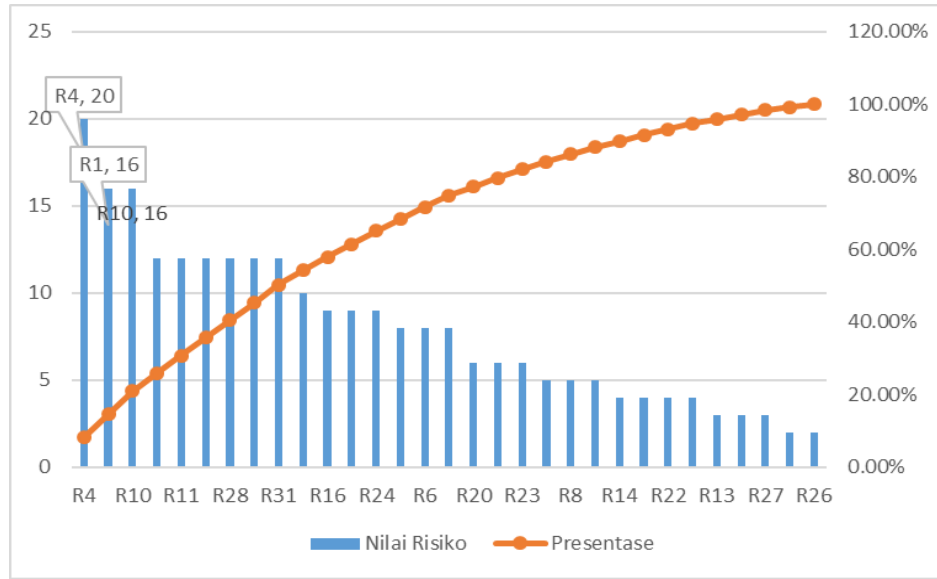
Mode kegagalan yang menjadi variabel selanjutnya dilakukan analisis untuk mengetahui nilai dari risiko dan sebagai penentu risiko yang sangat berpengaruh terhadap operasional PLTGU. Untuk menentukan nilai risiko, dilakukan perhitungan dengan mengkalikan hasil penilaian *likelihood* dan *consequence* dari kegagalan.

Table.3 Identifikasi Risiko Kegagalan Operasional PLTGU

Aspek	Kode	Failure Mode	Identifikasi Risiko	Nilai <i>Frequense</i>	Nilai <i>consequence</i>	Nilai <i>Risiko</i>
BAHAN BAKAR	R1	Pasokan Bahan Bakar Rendah	Pasokan bahan bakar turun	4	4	16
	R2	CO2 Pada Bahan Bakar Tinggi	Pembakaran tidak maksimal	3	3	9
	R3	Pressure Bahan Bakar Rendah	Bahan bakar tidak dapat disuplai	2	4	8
KONDISI ALAM	R4	Musim Penghujan	Saringan kotor	5	4	20
	R5	Banjir	Peralatan terendam	2	5	10
	R6	Air Laut Surut	Level air pendingin turun	2	4	8
	R7	Tsunami	Unit Trip	1	5	5
	R8	Gempa Bumi	Kerusakan peralatan	1	5	5
PERFORMA PERALATAN	R9	Kebakaran	Unit Trip	1	5	5
	R10	Lube Circulating Water Pump Failure	Circulating Water Pump (CWP) Trip	4	4	16
	R11	Kotor Pada Kondensor	Daerating/penurunan beban	3	4	12
	R12	Kebocoran Pada Kondensor	Daerating/penurunan beban	2	4	8
	R13	Kebocoran Pada Pipa & Valve HRSG	Daerating/penurunan beban	1	3	3
	R14	Tidak Terdapat Pembakaran Pada Ruang Bakar	Gas turbin trip	1	4	4
R15	TCA Fan Failure	Daerating/penurunan	3	4	12	

			beban			
	R16	Damper Failure	Open cycle	3	3	9
	R17	Pendinginan H2 Pressure Rendah	Generator panas/ Unit trip	1	4	4
	R18	Proteksi Tidak Berfungsi	Gangguan/Peralatan Trip	1	3	3
TOOLS & MATERIAL	R19	Ketidaktersediaan Data Material	Keterlambatan pengerjaan/perbaikan	3	3	9
	R20	Keterlambatan Sparepart Kritis	Keterlambatan pengerjaan/perbaikan	2	3	6
	R21	Kesalahan Spesifikasi	Keterlambatan pemeliharaan	2	3	6
	R22	Kerusakan Material & Tools	Keterlambatan pemeliharaan	2	2	4
SDM	R23	Kekurangan Jumlah SDM	Pekerjaan sulit terkendali/Vendor	2	3	6
	R24	Minimnya Tenaga Ahli	Pekerjaan sulit terkendali/Vendor	3	3	9
	R25	Pemindahan Tenaga Kerja	Pekerjaan sulit terkendali	1	2	2
	R26	Tidak Bekerja Sesuai SOP	kegiatan operasional kurang maksimal	1	2	2
	R27	Kinerja Rendah	kegiatan operasional kurang maksimal	1	3	3
KONDISI OPERASI	R28	Change Over Peralatan	Pemakaian sendiri meningkat	3	3	9
	R29	Start UP Berulang	Life time peralatan turun	4	3	12
	R30	Tingginya Frekuensi Blowdown	Daya rendah	2	2	4
	R31	Perubahan Vacum Kondensor	Penurunan beban	3	4	12

Setelah diketahui nilai risiko, selanjutnya dianalisa dengan menggunakan pareto diagram. Dari 31 risiko maka didapatkan tiga risiko tertinggi. Terlihat pada gambar 2 grafik pareto diagram;



Gambar.2 Diagram Pareto Nilai Risiko

Diketahui dari diagram paroto diatas, terdapat 3 risiko memiliki tingkat tertinggi dengan presentasi yang masih dibawah 20%, yaitu R4, R1 dan R10. Kemudian setelah diketahui nilai suatu risiko, maka disusunlah urutan prioritas risiko. Nilai suatu risiko dikelompokan berdasarkan tingkatan risiko, mulai dari tingkat risiko tertinggi, sampai pada resiko terendah. Risiko yang tidak dapat diterima/ditoleransi merupakan suatu risiko yang dapat menjadi prioritas untuk segera ditangani. Mengetahui besarnya tingkat risiko dan prioritas risiko, maka perlu disusun suatu peta risiko melalui matriks risiko. Risiko dengan nilai 15-25 memiliki status extreme dan harus dilakukan tindakan lebih lanjut untuk menurunkan atau bahkan menghilangkan risiko kegagalan tersebut;

Table 4 Matriks Risiko

		KONSEKUENSI				
		Tidak Beratri	Kecil	Sedang	Besar	Sangat Besar
PROBABILITAS	Sangat Jarang		R25, R26	R13, R18, R27	R14, R17	R7, R8, R9
	Jarang		R22, R30	R20, R21, R23	R3, R6, R12	R5
	Moderat			R16, R19, R24	R2, R11, R15, R31	
	Hampr Pasti			R28, R29	R10, R1	
	Pasti				R4	

Keterangan:

<i>Low</i>	<i>Medium</i>	<i>High</i>	<i>Extreme</i>
1 - 3	4 - 6	8 - 12	15 - 25

Pada matriks risiko menunjukkan bahwa terdapat 5 risiko dengan tingkat *low*, 10 risiko dengan tingkat *moderat*, 13 risiko dengan tingkat *high* dan 3 risiko dengan tingkat *ekstrim*. Risiko dengan tingkatan ekstrim

yaitu risiko dengan kode R1, R4 dan R10 yang merupakan risiko kegagalan akibat kualitas bahan bakar, keadaan saat musim penghujan dan kegagalan saat CWP *lube low*.

FMEA Pada Risiko Extreme

Pengelolaan risiko extreme dengan menggunakan metode FMEA. Diawali dengan identifikasi risiko yang mempengaruhi pembangkit, penyebab-penyebab dari adanya risiko, dampak atau pengaruh dari penyebab risiko serta pengelolaan atau pencegahan agar penyebab risiko tidak dapat terjadi. Berikut FMEA yang dihasilkan dari risiko extreme berupa dampak, penyebab dan metode pencegahannya, dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 5 FMEA Risiko ekstrem

Kode	Risiko	Kemungkinan Penyebab	Kemungkinan Dampak	Pencegahan
R4	Apabila Saringan Pendingin Kotor, Pengurangan Daya Sebesar 115 Mw	Biota laut terbawa aliran	Flow system pendingin rendah	Pembersihan sistem saringan secara berkala
R1	Apabila Pasokan Bahan Bakar Rendah, terjadi pengurangan daya Sebesar 93 [Mw]	Permasalahan pada pipa distribusi	Bahan bakar tidak ada suplai	Menyediakan bahan bakar lain (HSD) Kontrak dengan suplayer lain
		Pressure bahan bakar rendah	Bahan bakar tidak ada suplai	Menambahkan <i>compresor gas</i>
		Harga bahan bakar terjadi kenaikan	Boros penggunaan bahan bakar gas	Mengatur pola pembebanan yang tepat. Antisipasi menggunakan bahan bakar lain
R10	Apabila <i>Circulating Water Pump Failure</i> . <i>Steam Turbine trip</i> , terjadi pengurangan Daya sebesar 260 [MW]	Strainer & Screen kotor	Flow rendah	pemeliharaan pada strainer secara rutin
		Pompa CWP <i>lube Failure</i>	<i>Flow lube pump low/hunting</i>	Pengecekan rutin pada level air laut dan flow CWP
		CWP motor <i>Cooling Flow Low</i>	<i>CWP motor trush bearing high temperature</i>	Pengecekan rutin pada pendinginan Analisis kembali proses pendinginan pada CWP

4. KESIMPULAN

- a. Risiko kegagalan operasional pada PLTGU PT.X diketahui, terdapat 5 risiko dengan tingkat *low*, 10 risiko dengan tingkat *moderat*, 13 risiko dengan tingkat *high* dan 3 risiko dengan tingkat ekstrem.
- b. Hasil dari analisis risiko kegagalan operasional PLTGU PT.X, terdapat 3 risiko ekstrem yang memerlukan tindak lanjut untuk menurunkan tingkat risiko, diantaranya;
 - Risiko kegagalan akibat strainer pendingin kotor yang berakibat pengurangan daya sebesar 115 [MW], dengan melakukan tindakan mitigasi atau pencegahan berupa pembersihan saringan secara berkala.
 - Pasokan bahan bakar rendah berakibat pengurangan daya sebesar 93 [MW], dengan melakukan tindakan mitigasi berupa penyediaan bahan bakar lain
 - *Circulating Water Pump* rusak berakibat pengurangan daya sebesar 260 [MW], dengan melakukan tindakan mitigasi berupa pengecekan kembali pada auxiliary CWP

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ESDM, “Program 35.000 MW,” 2017. [Online]. Available: www.esdm.go.id. [Accessed: 16-Maret-2018].
- [2] Nusyirwan. Manajemen pembangkit tenaga listrik. Jakarta: INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL 2010
- [3] *Michel Nicolet-Monnier, dkk. Quantitative Risk Assessment of Hazardous Materials Transport Systems. :1996*
- [4] *Cooper, D., Grey, S., Raymond, G., & Walker, P. (2005). Project Risk Management Guidelines. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd*