

KEANDALAN SISTEM INSTRUMENTASI PLTG DI PT. PLN TELUK LEMBU PEKANBARU

Poppy Dewi Lestari¹, Rino Eldika²

¹UIN Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru

²UIN Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru

dewi.lestari@uin-suska.ac.id¹, rino.te07@gmail.com²

Tel : 08127581266 Fax : 076123968

Abstrak

PT. PLN PLTD/G Teluk Lembu adalah salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pembangkit listrik, yang dalam operasinya menggunakan peralatan yang telah terintegrasi antara satu dengan yang lain dan memiliki sistem instrumentasi untuk setiap pengontrolannya. Kemampuan yang besar dari instrumentasi ini juga diikuti dengan resiko hilangnya daya pada saat terjadi kegagalan distribusi listrik. Hal ini tentunya tidak dikehendaki oleh PT. PLN, karena terjadinya failure mengakibatkan hilangnya pendapatan dan kesempatan. Oleh sebab itu PT. PLN menerapkan sistem instrumentasi pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) yang dapat memberikan pengontrolan sehingga dapat meningkatkan keandalan.

Keandalan merupakan salah satu parameter performansi yang penting karena hasil prediksi keandalan dapat digunakan untuk menentukan pilihan terhadap pemakaian suatu instrumentasi dan implementasinya pada suatu pembangkit. Parameter keandalan suatu pembangkit mencakup ketersediaan (availability), down time system dan Mean Time to Failure (MTTF) atau prediksi usia pakai suatu jaringan. Dengan menganalisis parameter-parameter di atas didapatkan tingkat ketersediaan sistem instrumentasi PLTG di PT. PLN PLTD/G Teluk Lembu lebih besar dari 99,99%. Tingkat ketersediaan (availability) yang didapat memiliki rata-rata 99,99873259 %, dengan nilai down time system sebesar 6,66150696 menit/tahun, dan Mean Time to Failure (MTTF) adalah 69,98554999 tahun.

Dengan hasil perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa sistem instrumentasi PLTG di PT. PLN memenuhi persyaratan yang telah distandarkan untuk proses industri.

Kata Kunci : *Availability, Down Time System, Instrumentasi , keandalan, MTTF*

Abstract

PT. PLN PLTD / G Teluk Lembu is one company engaged in power generation, which in its operations using equipment that has been integrated with each other and have a system of instrumentation for each controller. Great ability of this instrumentation was also followed by the risk of loss of power in the event of failure of electricity distribution. This is certainly not desired by PT. PLN, because of the failure resulted in loss of income and opportunity. Therefore PT. PLN implement instrumentation system on Power Plant Gas (PLTG) that can provide controlled so as to boost the reliability.

Reliability is one important performance parameter for the reliability prediction results can be used to determine the choice to use an instrumentation and its implementation at a power plant . Reliability parameters of a generator includes the availability (availability), system downtime and Mean Time To Failure (MTTF) or the lifetime prediction of a network. By analyzing the above parameters obtained power plant instrumentation system availability levels in the PT. PLN PLTD / G Teluk Lembu is greater than 99.99%. Level of availability (availability) has gained an average of 99.99873259%, with a value of 6.66150696 system downtime minutes per year, and Mean Time To Failure (MTTF) is 69.98554999 years.

With the calculation results in It can be concluded that the power plant instrumentation system on PT. PLN to meet the requirements that have been standardized for industrial processes.

Key Words: *Availability, Down Time System, Instrumentation PLTG, reliability and MTTF*

1. Pendahuluan

Proses-proses di industri sering kali melibatkan sistem instrumentasi, salah satunya sistem instrumentasi pada pembangkit listrik, dimana sistem instrumentasi bertujuan untuk mempertahankan kondisi kerja dari pembangkit itu sendiri dengan mengatur parameter yang ada di dalamnya yaitu temperatur, tekanan, getaran (vibration) maupun alarm. Hal ini sebenarnya dilakukan untuk mempertahankan kesinambungan terhadap proses kerja dari pembangkit listrik itu sendiri. Selain itu, hasil keluaran instrumentasi berupa data pengontrolan dari unit pembangkit seperti kompresor, combuster, turbin maupun generator. Kemampuan instrumentasi yang berada di unit pembangkit tidak bisa bertahan lama dan sering mengalami kegagalan pada proses kerja dikarenakan usia pakai maupun gagal fungsi dari setiap instrumentasi.

Penelitian sebelumnya, Waradiba, Safarina (2007), menjelaskan tentang Boiler Feed Pump Turbin (BFPT) merupakan salah satu komponen penting di dalam suatu Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) karena merupakan komponen penyedia feed water dan power yang dibutuhkan Boiler Feed Water (BFW). Dimana analisis reliability instrument pada (BFPT) menggunakan Metode Failure Modes and Effect Analysis (FMEA), yang menganalisis Risk Priority Number (RPN) tertinggi dengan mengidentifikasi mode-mode dan akibat kegagalannya.^[4]

Oleh karena itu, untuk mengatasi kegagalan pengoperasian pembangkit diperlukan suatu sistem instrumentasi yang andal. Untuk menganalisis keandalan sistem instrumentasi di PT. PLN PLTD/G Teluk Lembu yang dikhususkan pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dengan menggunakan metode Markov. Adapun parameter keandalan yang akan dibahas adalah menganalisis Availability (ketersediaan), Down Time System, dan Mean Time to Failure (MTTF) atau prediksi usia pakai instrumentasi di PT. PLN PLTD/G Teluk Lembu.

2. Metodologi penelitian

Metode yang dipakai ada tiga yaitu:

2.1. Studi Literatur

Referensi yang dipakai dikumpulkan dari buku-buku dan paper dari internet yang berkaitan dengan judul sekaligus pendekatan metode markov terhadap sistem instrumentasi.

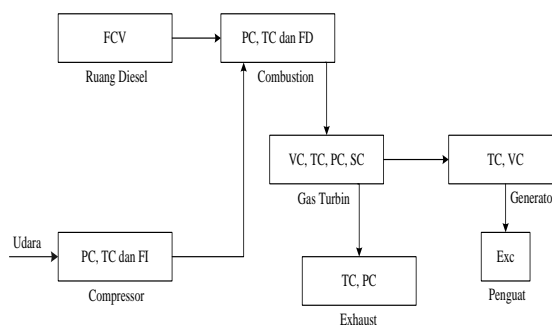
2.2. Observasi Lapangan

Peninjauan secara langsung ke lapangan yaitu di PT. PLN PLTD/G Teluk Lembu Pekanbaru di mana yang menjadi target utama adalah pengumpulan data-data yang berkaitan pada sistem instrumentasi pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) terhadap laju kerusakan dan laju perbaikan disetiap komponen instrumentasi. Seperti instrumentasi di mesin diesel, combuster, compressor, exhaust dan generator.

2.3. Analisa Data

Menganalisis data-data yang telah diperoleh sekaligus melakukan langkah-langkah pendekatan sistem instrumentasi kedalam perhitungan dengan menggunakan metode markov.

a) Sistem Instrumentasi PLTG



Gambar 1 Blok Diagram Sistem Instrumentasi PLTG

Keterangan :

- a. FCV : Fuel Control Valve
- b. PC : Pressure Control
- c. TC : Temperature Control
- d. FI : Flow Indicator
- e. VC : Vibration Control
- f. SC : Speed Control
- g. FD : Flame Detector
- h. Exc : Exciter

Penjelasan Blok Diagram :

Proses dimulai dari bahan bakar solar atau High Speed Diesel (HSD) yang berada di Ruang Diesel, kemudian dialirkan dengan pompa dan dikontrol oleh Fuel Control Valve (FCV) menuju Ruang Bakar/Combustion. Bersamaan dengan itu, udara yang telah difilter untuk mendapatkan tekanan dan temperaturnya yang sangat tinggi digunakan Pressure Control, Temperature Control dan diindikasikan dengan Flow Indicator sebagai pendeteksi aliran. Di dalam Ruang Bakar/Combustion terjadi proses pengkabutan antara udara, HSD dan diberi pengapian ignition sehingga terjadi proses pembakaran, hasil pembakaran berupa gas bertekanan dan bersuhu tinggi yang dikontrol menggunakan Temperature Control dan Pressure Control untuk memutar sudu-sudu turbin, turbin yang terhubung dengan generator menghasilkan energi listrik. Dan generator menghasilkan daya kemudian dikuatkan menggunakan Exciter untuk di distribusikan ke Gardu Induk (GI). Di dalam turbin terdapat pengontrolan vibrasi (getar), Speed Control (kontrol kecepatan) pada bearing-bearing turbin yang berfungsi menjaga agar putaran turbin konstan. Hasil gas untuk pemutar turbin tidak dimanfaatkan, tetapi di buang ke atmosfer atau yang disebut exhaust. Dimana di dalam exhaust terdapat beberapa instrument seperti Temperature Control dan Pressure Control yang berfungsi sebagai pendeteksi sekaligus mengontrol temperatur dan tekanan yang keluar dari hasil putaran turbin untuk di buang ke udara.

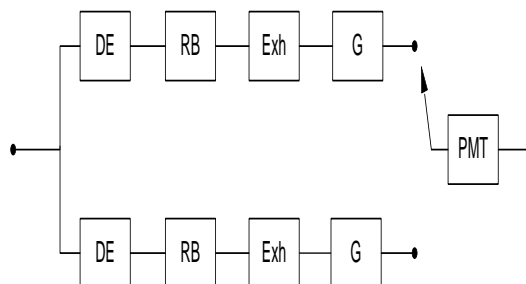
b) Teori Keandalan dan Metode Markov

Keandalan Sistem adalah probabilitas atau peluang sistem dapat berfungsi seperti yang diharapkan untuk rentang waktu tertentu di bawah kondisi yang ditetapkan.^[1]

Pada prakteknya, sistem sering dimodelkan dengan menggunakan jaringan (network) di mana komponen-komponen pada sebuah sistem dihubungkan dalam pola hubungan seri, paralel, dan sistem redundansi.^[3]

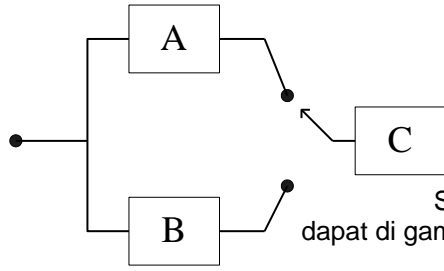
3. Hasil dan Analisis Keandalan Sistem Instrumentasi PLTG

Identifikasi State

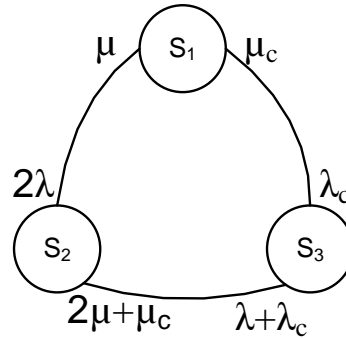


Gambar 2 Sistem PLTG Unit 1 dan Unit 2 Aktif (1+1)

Pada penerapan konfigurasi PLTG unit 1 dan unit 2 yang akan digunakan untuk menganalisis nantinya terdapat instrumentasi. Dengan menggunakan sistem proteksi aktif (1+1), dimana ujung transmisi dihubungkan ke PMT (Pemutus Tegangan). Selama operasi normal aktif, sistem mentransmisikan listrik secara terus menerus pada kedua line tersebut. Pada pemasangan di PT. PLN Teluk Lembu digunakan line yang sama, tetapi jalur / rute berbeda.



Gambar 3 Penyederhanaan Blok Keandalan Dua PLTG dengan Redundansi Aktif (1+1) Sistem PLTG unit 1 dan unit 2 aktif (1+1) di atas dapat di gambarkan dalam diagram keadaan berikut ini:



Gambar 4 Diagram Keadaan Sistem Redundansi aktif (1+1)

Matriks probabilitas p untuk diagram keadaan di atas adalah :

$$\begin{matrix}
 & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 \end{matrix} \\
 \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 2\lambda & \lambda_c \\ \mu & 0 & \lambda + \lambda_c \\ \mu_c & 2\mu + \mu_c & 0 \end{bmatrix}
 \end{matrix}$$

Persamaan differensial dalam notasi matriks :

$$\begin{bmatrix} P'_1(t) \\ P'_2(t) \\ P'_3(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -(2\lambda + \lambda_c) & \mu & \mu_c \\ 2\lambda & -(\mu + \lambda + \lambda_c) & 2\mu + \mu_c \\ \lambda_c & \lambda + \lambda_c & -2(\mu + \mu_c) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_1(t) \\ P_2(t) \\ P_3(t) \end{bmatrix}$$

Untuk keadaan steady state dan dengan $P_1 + P_2 + P_3 = 1$, maka :

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -(2\lambda + \lambda_c) & \mu & \mu_c \\ 2\lambda & -(\mu + \lambda + \lambda_c) & 2\mu + \mu_c \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_1(t) \\ P_2(t) \\ P_3(t) \end{bmatrix}$$

Penyelesaian persamaan differensial

$$\begin{aligned}
 P_1 &= \frac{\mu(2\mu + \mu_c) + \mu_c(\mu + \lambda + \lambda_c)}{D} \\
 P_2 &= \frac{(2\lambda + \lambda_c)(2\mu + \mu_c) + 2\lambda\mu_c}{D} \\
 P_3 &= \frac{(2\lambda + \lambda_c)(\mu + \lambda + \lambda_c) - 2\lambda\mu}{D}
 \end{aligned}$$

Dengan

$$D = (3\mu + \lambda + \lambda_c)(2\lambda + \lambda_c + \mu_c)(2\mu + \mu_c - 2\lambda)(\mu - \mu_c)$$

Karena sistem tersebut tersusun secara seri, maka ketersediaan sistem adalah :

$$A = P_1 + P_2$$

$$A = \frac{(2\mu + \mu_c)(2\lambda + \lambda_c + \mu) + \mu_c(\mu + 3\lambda + \lambda_c)}{(3\mu + \lambda + \lambda_c)(2\lambda + \lambda_c + \mu_c)(2\mu + \mu_c - 2\lambda)(\mu - \mu_c)}$$

MTTF sistem:

$$MTTF = \frac{3\lambda + \lambda_c + \mu}{(2\lambda + \lambda_c)(\mu + \lambda + \lambda_c) - 2\lambda\mu}$$

- Data Perangkat

Tabel 1 Data Laju Kerusakan dan Laju Perbaikan Komponen

Elemen Perangkat	Laju kerusakan (λ)		Laju perbaikan (μ)	
	FITs	Per-jam	MTTR (jam)	Per-jam
Diesel Engine (DE)	42	$4,2 \times 10^{-8}$	6	$9,722 \times 10^{-2}$
Ruang Bakar (RB)	539	$5,39 \times 10^{-7}$	12-24	$7,111 \times 10^{-1} - 1,422$
Exhaust Hi Hi (Exh)	1023	$1,023 \times 10^{-6}$		1,15 – 2,23
Generator (G)	52	$5,2 \times 10^{-8}$	6	0,1
PMT	1631	$1,631 \times 10^{-6}$	24-48	1,070 -2,140

*Referensi : PT. PLN PLTD/G Teluk Lembu Pekanbaru^[2]

Dengan konsep dasar seperti telah dijelaskan sebelumnya mengenai pendekatan Markov untuk sistem yang terdiri dari komponen-komponen yang terhubung secara seri dan paralel, besarnya laju kerusakan dan laju perbaikan unit A, B dan C dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut:

- Laju Kerusakan dan Laju Perbaikan Unit A (Utama)
- Laju Kerusakan

$$\begin{aligned} \lambda_A &= \lambda_{DE} + \lambda_{RB} + \lambda_{Exh} + \lambda_G \\ &= 4,2 \times 10^{-6} + 5,39 \times 10^{-7} + 1,023 \times 10^{-6} + 5,2 \times 10^{-8} \end{aligned}$$

- Laju Perbaikan

$$\mu_A = \frac{1}{r_A}$$

Maka

$$\begin{aligned} r_A &= \frac{1}{\lambda_A} \sum_{i=1}^n \lambda_i r_i \\ r_A &= \frac{1}{\lambda_A} [(r_{DE} \times \lambda_{DE}) + (r_{RB} + \lambda_{RB}) + (r_{Exh} \times \lambda_{Exh}) + (r_G + \lambda_G)] \\ &= \frac{1}{1,656 \times 10^{-6}} [(6 \times 4,2 \cdot 10^{-8}) + (24 \times 5,39 \cdot 10^{-7}) + (24 \times 1,023 \cdot 10^{-6}) \\ &\quad + (6 \times 5,2 \cdot 10^{-8})] \end{aligned}$$

- Laju kerusakan dan Perbaikan Unit B (unit proteksi)
Unit utama identik dengan unit proteksi sehingga laju kerusakan dan laju perbaikan unit B sama dengan unit A ($\lambda_A = \lambda_B$ dan $\mu_A = \mu_B$).

- Laju kerusakan dan Perbaikan Unit C
- Laju Kerusakan

$$\lambda_C = \lambda_{PMT} = 1,631 \times 10^{-6}$$

- Laju Perbaikan

$$r_C = 48$$

$$\mu_C = 0,02083333333 / \text{jam}$$

Laju kerusakan dan laju perbaikan unit A, B dan C dari hasil perhitungan diatas dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Laju Kerusakan dan Laju Perbaikan Unit-Unit pada PLTG

Unit	Laju Kerusakan (per-jam)	Laju Perbaikan (per-jam)
A	$1,656 \times 10^{-6}$	0,04351789405
B	$1,656 \times 10^{-6}$	0,04351789405
C	$1,631 \times 10^{-6}$	0,02083333333

Untuk menghitung ketersediaan instrumentasi pembangkit PLTG, maka digunakan persamaan:

- $A = P1+P2$

$$A = \frac{(2\mu + \mu_c)(2\lambda + \lambda_c + \mu) + \mu_c(\mu + 3\lambda + \lambda_c)}{(3\mu + \lambda + \lambda_c)(2\lambda + \lambda_c + \mu_c)(2\mu + \mu_c - 2\lambda)(\mu - \mu_c)}$$

$$A = 0,9999873259 = 99,99873259 \%$$

$$\text{Ketidakterersediaan} = U = 100\% - A$$

$$= 0,00126741 \%$$

$$= 1,26741 \times 10^{-5}$$

$$\text{Down Time System} = 24 \text{ Jam} \times 365 \text{ Hari}$$

$$\times U$$

$$= 0,111025116 \text{ jam/tahun}$$

$$= 6,66150696 \text{ menit/tahun}$$

Untuk menghitung MTTF sistem menggunakan persamaan :

$$MTTF = \frac{3\lambda + \lambda_c + \mu}{(2\lambda + \lambda_c)(\mu + \lambda + \lambda_c) - 2\lambda\mu}$$

$$= 613073,4179 \text{ jam}$$

$$= 69,98554999 \text{ tahun}$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan ketersediaan 99,99873259 %, down time system 6,66150696 menit/tahun, dan MTTF atau usia pakai sistem instrumentasi disetiap komponen 69,98554999 tahun.

Dari nilai ketersediaan dan down time system memenuhi standar yang berlaku bagi instrumentasi dan proses Industri bahkan jauh lebih baik.^[4]

4. Kesimpulan dan Saran

a) Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisis pada bab-bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

- Keandalan untuk komponen pembangkit pada sistem instrumentasi PLTG telah memenuhi persyaratan untuk proses industri.
- Dengan menggunakan metode Markov, didapatkan nilai ketersediaan sebesar 99,99873259 %, down time system sebesar 6,66150696 menit/tahun, dan MTTF atau usia pakai sistem instrumentasi disetiap komponen adalah 69,98554999 tahun. Bahkan jauh lebih baik untuk standar industri.

b) Saran

Untuk penelitian selanjutnya, pengembangan bisa dilakukan. Tidak hanya menggunakan metode Markov yang dapat menentukan keandalan instrumentasi, metode lain yang dapat menganalisis keandalan instrumentasi seperti Fault Tree Analysis (FTA) yang menganalisis keandalan dengan bentuk diagram pohon atau metode Failure Modes And Effect Analysis (FMEA).

Daftar pustaka

- [1] Gunawan, Arief Hamdani dan Franky Ferdinand. 2002. "Kajian Keandalan SDH pada JARLOKAF", Elektronika Indonesia, no. 44, Thn IX.
- [2] Habdbook PT. PLN PLTD/G Teluk Lembu Pekanbaru
- [3] Henley, E.J. dan Hiromitsu Kumamoto, 1992. "Probabilistic Risk Assesment", "reliability engineering, Design and Analysis", Halaman 20-50, New York, IEEE Press.
- [4] Ramakumar, R. 1993. "Engineering Reliability", "Fundamentals and Applications", Halaman 50-112, New Jersey, Englewood Cliffs.
- [5] Waradiba, Safarina (2007), Analisis Reliability Instrument Menggunakan Metode Failure Modes And Effect Analysis (FMEA) pada Boiler Feed Pump Turbin (BFPT) Untuk Memperbaiki Kinerja Terencana di PT. IPMOMI. Laporan Skripsi, ITS, Surabaya.