



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research
Volume 3 Nomor 2 Tahun 2023 Page 3452-3464
E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246
Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Perancangan Sistem Monitoring Suhu dan Getaran Turbin Berbasis HMI PLC

Imam Halimi

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta

Email: imam.halimi@elektro.pnj.ac.id

Abstrak

Turbin uap merupakan mesin yang krusial pada suatu pembangkit listrik. Turbin dirancang untuk mengubah energi panas dari uap menjadi energi mekanik berupa putaran poros turbin. Ketika turbin beroperasi banyak faktor yang akan mengganggu kinerja turbin seperti suhu dan getaran pada turbin uap. Suhu tinggi dan peningkatan getaran merupakan beberapa indikator yang menyebabkan kerusakan sudu turbin. Untuk itu, dibuat sistem monitoring untuk memonitor suhu dan getaran pada turbin uap dengan penempatan beberapa sensor suhu dan getaran pada turbin sehingga ketika melebihi nilai standar maka akan mengaktifkan alarm dan mematikan turbin ketika dalam keadaan bahaya. Sistem monitoring ini menggunakan PLC dan HMI Siemens dengan software TIA Portal.

Kata kunci: *Sistem Monitoring, PLC, HMI, suhu, getaran*

Abstract

Steam turbine is a crucial machine in a power plant. The turbine is designed to convert heat energy from steam into mechanical energy in the form of a turbine shaft rotation. When the turbine operates there are many factors that will interfere with turbine performance such as temperature and vibration in the steam turbine. High temperature and increased vibration are some of the indicators that cause turbine blade damage. For this reason, a monitoring system was created to monitor temperature and vibration in the steam turbine by placing several temperature and vibration sensors on the turbine so that when it exceeds the standard value it will activate an alarm and turn off the turbine when it is in a state of danger. This monitoring system uses Siemens PLC and HMI with TIA Portal software.

Keywords: *Monitoring system, PLC, HMI, Temp, vibration*

PENDAHULUAN

Turbin uap merupakan mesin yang dirancang untuk mengubah energi panas dari uap menjadi energi mekanik berupa putaran pada poros turbin. Mesin ini merupakan salah satu jenis mesin yang memiliki tingkat kritis yang tinggi. Ketika turbin mengalami gangguan atau kerusakan akan mengakibatkan kerugian besar baik materiil dan moril serta keselamatan kerja (Budiawan, Parno, & Prasetyo, 2019).

Dalam proses pembangkitan listrik, turbin uap memiliki peranan penting, yaitu sebagai penggerak generator untuk menghasilkan listrik. Komponen yang mengkonversi energi untuk menggerakkan generator disebut sudu turbin (Zulfikar & Laksono, 2019). Saat beroperasi sudu gerak turbin dipengaruhi oleh gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh putaran rotor. Gaya tersebut menimbulkan tegangan bending pada sudu gerak sehingga mempersulit kerja sudu yang pada akhirnya dapat menyebabkan kerusakan dini (Budiawan et al., 2019).

Suhu tinggi dan peningkatan getaran merupakan beberapa indikator yang menyebabkan kerusakan sudu turbin (Risano, 2010). Pada turbin sering ditemui kasus suhu yang melebihi standar yang telah ditentukan dan mengalami overheating sehingga turbin tersebut blackout (Pratikno & Darmana, 2019). Begitu pula dengan getaran rotor yang tinggi dapat mengakibatkan kerusakan yaitu rotor bending, rotor rubs, rotor and casing misalignment dan rotor unbalance (Shamoradi dalam [1]). Berdasarkan kasus-kasus terdahulu, nilai suhu dan getaran dipergunakan untuk mengetahui apakah sebuah turbin masih layak berfungsi secara ideal tanpa mengalami perubahan yang cukup signifikan. Maka dari itu perlu dilakukan monitoring terhadap nilai suhu dan getaran turbin agar kondisi mesin selalu dalam performa yang handal. Adanya pemantauan tersebut juga dapat mendeteksi kerusakan turbin sedini mungkin, sehingga kerusakan lebih lanjut dan kerugian akibat terhentinya mesin dapat dicegah.

PT. CI yang berada di Kalimantan Barat merupakan perusahaan produsen Crude Palm Oil (CPO). Perusahaan ini memanfaatkan turbin uap dalam proses produksinya, dimana generator digerakkan oleh uap dari boiler. Turbin yang terpasang hanya dilengkapi dengan thermometer yang nilainya dibaca secara manual. Diperlukan modifikasi sistem monitoring yang dilengkapi instrumentasi untuk mengukur perubahan suhu dan getaran pada saat turbin beroperasi. Untuk mengukur suhu dan getaran di sekitar turbin digunakan temperature transducer (TT) dan vibration transducer (VT) yang mempunyai kemampuan mengukur temperature sampai 100 C dan vibration sampai berapa. Namun keluaran TT dan VT tidak dalam satuan celcius dan ms, melainkan dalam bentuk keluaran arus dari 4-20 mA.

Dalam penelitian ini dirancang bangun suatu sistem monitoring suhu dan getaran turbin yang nilainya akan dipantau melalui Human Machine Interface (HMI). Nilai yang tampil pada HMI merupakan hasil dari proses yang dilakukan oleh Programmable Logic Controllers (PLC). Perancangan system ini menggunakan PLC agar dapat mengkonversi output TT dan VT dari bentuk keluaran arus menjadi tampilan suhu dan getaran. Selain itu, controller ini juga dapat beroperasi pada keadaan temperatur tinggi, kotor dan berdebu, dan mempunyai daya tahan terhadap getaran bahkan benturan yang cocok digunakan di area produksi. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk kemajuan teknologi di industri, terutama pada sistem pemantauan suhu dan getaran turbin.

METODE PENELITIAN

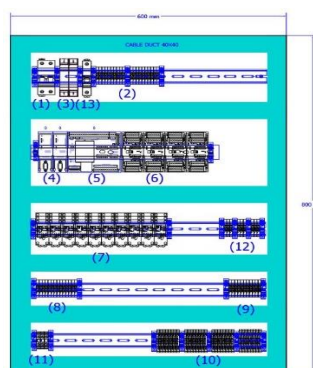
Metode penelitian yang diterapkan adalah rancang bangun system monitoring suhu dan getaran turbin menggunakan HMI berbasis PLC. Tahapan penelitian dimulai dari:

1. Perancangan panel monitoring yang terdiri dari pemilihan spesifikasi, peletakan komponen, dan wiring diagram.
2. Pemasangan komponen dan pengkabelan pada panel monitoring
3. Pembuatan program PLC
4. Pembuatan program HMI
5. Koneksi PLC-HMI
6. Running program PLC-SCADA
7. Uji fungsi

1. Deskripsi Alat

Sistem ini bekerja dengan membaca nilai yang diperoleh sensor suhu dan sensor getaran berdasarkan kondisi di sekitar turbin. Rancangan rangka panel terlihat pada Gambar 1.

1.



Gambar 1 Part Layout

2. Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat/komponen yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Alat

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1	CPU PLC	Siemens / SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, DC/DC/DC	1 Unit
2	Analog Input	Siemens / SIMATIC S7-1200, Analog input, SM 1231, 8 AI	4 Unit
3	HMI	Siemens / SIMATIC HMI TP1200 Comfort, 12" widescreen	1 Unit
4	MCB	Schneider / 1C60N, 2P, 6A, C curve	1 Unit
5	Surge Arrester	OBO / 2-pole, 12V AC/DC	1 Unit
6	Relay	Schneider / Zelio RXM 2 C/O 24 V DC 12 A with LED	10 Unit
7	Sensor Getaran	IFM / VKV021 Vibration Monitor, range 0-25 mm/s	1 Unit
9	Sensor Suhu PT100	PT100 SS304, Range 0C-150C, Output 4-20mA	1 Unit

3. Cara Kerja

Terdapat 2 nilai yang dapat dimonitoring dengan deskripsi kerja sebagai berikut:

Monitoring Getaran

1. Sistem bekerja sesuai input getaran yang terbaca oleh sensor getaran.
2. Hasil pengukuran getaran akan diproses PLC dan nilai aktualnya ditampilkan melalui HMI.
3. Tombol interlock di aktifkan (ON).
4. Menginput nilai setpoint warning dan alarm pada layar HMI.

5. Ketika getaran aktual naik melebihi setpoint warning, maka status warning menyala.
6. Ketika getaran aktual naik melebihi setpoint alarm, maka dalam 2 detik status alarm menyala dan mengaktifkan buzzer dan mengakibatkan cut off pada turbin.
7. Tekan tombol reset untuk menonaktifkan alarm cut off turbin (nilai aktual getaran harus dibawah setpoint agar dapat di reset)
8. Tekan Tombol OFF interlock jika tidak ingin menggunakan sistem cut off turbin (jika alarm aktif maka sistem tidak akan otomatis melakukan cut off turbin).

Monitoring Suhu

9. Sistem bekerja sesuai input suhu yang terbaca oleh sensor suhu.
10. Hasil pengukuran suhu akan diproses PLC dan nilai aktualnya ditampilkan melalui HMI.
11. Tombol interlock di aktifkan (ON).
12. Menginput nilai setpoint warning dan alarm pada layar HMI.
13. Ketika suhu aktual naik melebihi setpoint warning, maka status warning menyala.
14. Ketika suhu aktual naik melebihi setpoint alarm, maka dalam 2 detik status alarm menyala dan mengaktifkan buzzer dan mengakibatkan cut off pada turbin.
15. Tekan tombol reset untuk menonaktifkan alarm cut off turbin (nilai aktual suhu harus dibawah setpoint agar dapat di reset)
16. Tekan Tombol OFF interlock jika tidak ingin menggunakan sistem cut off turbin (jika alarm aktif maka sistem tidak akan otomatis melakukan cut off turbin).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Realisasi Alat

Panel monitoring ini merupakan sistem yang menampilkan nilai suhu dan getaran turbin untuk pemantauan kondisi dan sebagai proteksi ketika nilai suhu ataupun getaran diatas standar yang ditentukan. Komponen utama yaitu PLC SIMATIC S7-1200 dan SIMATIC HMI TP1200. Komunikasi PLC dengan HMI adalah komunikasi Ethernet. Realisasi rangka panel terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2

Pada baris pertama disusun komponen proteksi dan terminal distribusi daya 24VDC. Komponen proteksi yang dimiliki panel ini adalah MCB 2P 6A sebagai pengaman beban lebih dan surge arrester sebagai pengaman lonjakan tegangan. MCB dan surge arrester diletakkan di baris pertama karena merupakan komponen pertama yang akan dilalui sumber listrik. Terminal distribusi daya 24VDC diletakkan disebelah kanan komponen proteksi. Peletakan ini dilakukan untuk mempermudah pendistribusian kabel-kabel ke komponen lain yang membutuhkan daya.

Baris kedua berisi komponen-komponen control, yaitu modul komunikasi, CPU PLC, dan analog input module. Peletakan ini merujuk pada estetika wiring dan dapat mempermudah pengecekan. Panel ini mempunyai 2 modul komunikasi. Modul komunikasi pertama untuk menghubungkan amperemeter, sedangkan modul komunikasi kedua untuk menghubungkan powermeter.

Baris ketiga berisi susunan relai 24VDC dan terminal komunikasi. Kabel yang terhubung pada input relai merupakan keluaran dari digital output module. Input terminal komunikasi terhubung dengan modul komunikasi menggunakan kabel profibus. Maka dari itu, relai dan terminal komunikasi disusun secara horizontal pada baris ketiga guna meminimalisir penggunaan kabel.

Baris keempat hanya berisi terminal digital input dan terminal digital output. Kedua jenis terminal ini diletakkan terpisah, terminal digital input di sisi kiri sedangkan terminal digital output di sisi kanan untuk mempermudah pengecekan. Hal ini juga menjadi antisipasi jika ada penambahan terminal. Jumlah terminal yang dipasang disesuaikan dengan jumlah slot digital input dan digital output pada CPU PLC, yaitu 14 digital input dan 10 digital output.

Baris kelima berisi terminal input 24VDC dan terminal analog input. Terminal input menerima tegangan 24VDC dari power supply 24VDC yang terpasang di panel yang berbeda. Kabel tegangan input 24VDC masuk melalui cable gland yang terpasang di permukaan bawah panel. Hal tersebut yang menyebabkan terminal input 24VDC dipasang di baris terbawah panel. Terminal analog input diletakkan di baris kelima karena jumlahnya yang cukup banyak sehingga tidak memungkinkan untuk diletakkan di baris keempat.

Setiap digital output, digital input, dan analog input terhubung dengan terminal block agar memudahkan dalam perawatan penggantian perangkat. Masing masing modul PLC membutuhkan supply 24 VDC dari terminal block 24 VDC. Selain modul PLC relay membutuhkan supply 24 VDC untuk menghidupkan coil dan menghubungkan kontak relay pada output.

Sensor yang digunakan adalah temperature transmitter dan vibration transmitter dengan output analog 4-20mA. Sensor mengirimkan sinyal analog ke module analog input PLC. Sinyal analog 4-20mA yang diterima PLC di konversikan menggunakan Analog Digital Converter (ADC) menjadi bilangan desimal dengan range 0-27648. Pemasangan sensor suhu dan sensor getaran terlihat seperti Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3 Pemasangan Sensor Suhu Pada Turbin

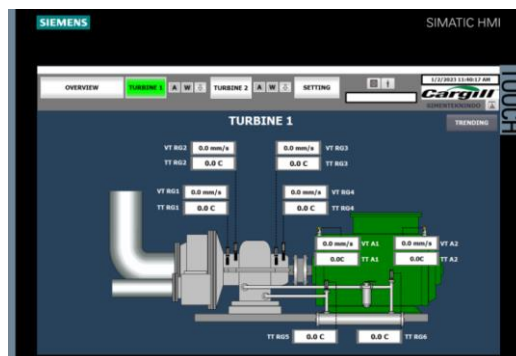
Sensor suhu ditempatkan pada turbin (Gambar 3) untuk mengukur suhu sekaligus memonitor suhu pada turbin agar sesuai dengan standar turbin. Ketika turbin memiliki suhu yang tidak wajar (melebihi dari standar) maka akan berpengaruh pada kinerja turbin.



Gambar 4 Pemasangan Sensor Getaran Pada Turbin

Sensor getaran dipasang seperti Gambar 4. Fungsi sensor getaran pada turbin untuk memonitor suhu pada turbin agar sesuai dengan standar turbin sesuai dengan standar turbin (105°C), PLS (115°C), ataupun PLST (120°C) (Jurnal, 2016).

Realisasi Sistem



Gambar 5 Tampilan HMI

Tampilan sistem monitoring seperti Gambar 5. Tampilan pada HMI terdiri dari proses, parameter yang aktif, alarm apabila tidak sesuai dengan setpoint, dan trending dari setiap parameter. Pada bagian atas terdapat tombol dan symbol yang memiliki fungsinya masing-masing. Penjelasan fungsi tombol dan symbol dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Keterangan Fungsi Tombol

Tombol/Symbol	Fungsi
Overview	Menampilkan layout turbin 1 dan turbin 2 dengan nilai suhu dan getaran aktual turbin.
Turbine 1	Menampilkan layout turbin 1 beserta dengan monitoring nilai suhu dan getaran aktual.
Turbine 2	Menampilkan layout turbin 2 beserta dengan monitoring nilai suhu dan getaran aktual.
	Menampilkan pop up status status instrument pada masing-masing turbin.
Setting	Menampilkan pengaturan nilai maksimum dan minimum scaling pada turbin 1 dan turbin 2
	Memberi tanda bahwa turbin dalam status <i>warning</i> .
	Memberi tanda bahwa turbin dalam status alarm.
	Menampilkan halaman login user.
	Tombol logout user.
	Menampilkan status user yang sedang login.

Menampilkan status user yang sedang login.



Gambar 6 Tampilan HMI pada Panel

Nilai dari sensor suhu dan getaran ditampilkan pada layar setiap turbin seperti Gambar 6. Alarm akan aktif jika suhu atau getaran melebihi setpoint standar yang ditentukan pada turbin. Alarm nantinya akan dicatat secara realtime untuk mengetahui waktu normal maupun gangguan agar dapat dianalisa untuk perawatan oleh operator.

Pengujian Sensor Suhu dan Getaran

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui respon dari sensor suhu dan getaran terhadap sistem monitoring secara real time. Sensor memiliki output 4-20mA dan nilai tersebut dikonversi menggunakan ADC menjadi bilangan desimal dengan range 0-27648. Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa, nilai 0 yang diberikan pada PLC berarti sensor mengeluarkan output 4mA. Sensor suhu dan getaran akan bekerja saat program pada software TIA Portal V16 dijalankan dan diberikan trigger nilai sebesar 27648. Total sensor yang akan diuji sebanyak 14 sensor yang terdiri dari 8 sensor suhu dan 6 sensor getaran, maka pengujian dilakukan sebanyak 14 kali percobaan. Setiap percobaan dilakukan pengujian setiap 1 menit untuk melihat respon dan nilai dari sensor suhu dan getaran. Data hasil pengujian sensor suhu dan getaran dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Sensor

Sensor	Tes Inject Arus	Nilai Hasil pada PLC	Kondisi
Sensor Getaran 1 (VT RG1)	20 mA	20138	Normal
Sensor Getaran 2 (VT RG2)	20 mA	20126	Normal

Sensor	Tes Inject Arus	Nilai Hasil pada PLC	Kondisi
Sensor Getaran 3 (VT RG3)	20 mA	20102	Normal
Sensor Getaran 4 (VT RG4)	20 mA	20085	Normal
Sensor Getaran 5 (VT RG5)	20 mA	20211	Normal
Sensor Getaran 6 (VT RG6)	20 mA	20127	Normal
Sensor Suhu 1 (TT RG1)	20 mA	20129	Normal
Sensor Suhu 2 (TT RG2)	20 mA	201118	Normal
Sensor Suhu 3 (TT RG3)	20 mA	20082	Normal
Sensor Suhu 4 (TT RG4)	20 mA	20112	Normal
Sensor Suhu 5 (TT RG5)	20 mA	20101	Normal
Sensor Suhu 6 (TT RG6)	20 mA	20122	Normal
Sensor Suhu 7 (TT A1)	20 mA	20131	Normal
Sensor Suhu 8 (TT A2)	20 mA	20117	Normal

Data Sistem Monitoring

Tabel 4 menampilkan monitoring nilai suhu dalam selama 15 menit. Terlihat bahwa nilai suhu turbin dalam kondisi normal (aman). Suhu turbin memiliki 2 jenis proteksi yaitu warning dan alarm (Muchtar & Prasetyo, 2017). Warning sebagai peringatan pada sistem monitoring tanpa Tindakan cut off mesin turbin sedangkan alarm sebagai proteksi pada sistem monitoring dengan melakukan cut off pada turbin.

Tabel 4 Data Monitoring Suhu

Waktu	Suhu (°C)	Warning (°C)	Alarm (°C)
4.00 PM	101	105	115
4.05 PM	99		

Waktu	Suhu (°C)	Warning (°C)	Alarm (°C)
4.10 PM	102		
4.15 PM	100		
4.20 PM	100		

Tabel 4 menampilkan monitoring nilai getaran dalam selama 15 menit. Dari data diatas menunjukkan bahwa selama waktu tersebut nilai getaran selalu dalam batas normal. Suhu dan getaran turbin dalam keadaan normal sehingga tidak membahayakan alat, operator maupun lingkungan sekitar.

Tabel 5 Data Monitoring Getaran

Waktu	Getaran (mm/s)	Set point (mm/s)	Warning (mm/s)
3.40 PM	1,1	1-1,2	5
3.45 PM	1		
3.50 PM	1,1		
3.55 PM	1,2		
3.60 PM	1		

SIMPULAN

Kesimpulannya adalah Perancangan panel kontrol terkait erat dengan ketentuan client, perusahaan dan standar elektrik. Perancangan part layout dan diagram wiring, diperlukan peranan datasheet dan manual book komponen elektrik untuk mengetahui jenis sambungan, tipe serta konfigurasi lainnya. Serta program PLC dan HMI dapat berfungsi sesuai target & deskripsi kerja.

DAFTAR PUSTAKA

Budiawan, I., Parno, Raharjo, & Prasetyo, Prasetyo. (2019). Inspeksi Getaran Pada Turbin Uap Penggerak Pompa di Industri Pupuk. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 14(1), 7–14.

- Jurnal, Redaksi Tim. (2016). STUDI ANALISIS SISTEM MONITORING TEMPERATUR RUANG BEARING: Tri Joko Pramono, Adang Maksus. *Energi & Kelistrikan*, 8(2), 92–98.
- Muchtar, Husnibes, & Prasetyo, Zuli Agus. (2017). ANALISA TRIP GAS TURBIN DARI PROTEKSI FLAME OFF DI PLTGU MUARA TAWAR. *ELEKTUM*, 13(2), 16–20.
- Pratikno, Pandegani Yuana, & Darmana, Eka. (2019). STUDI NAIKNYA TEMPERATUR PADA TURBIN UAP MEREK SHINKO BERDAYA 4000 KW PADA PT. PERKEBUNAN NUSANTARA X DI PABRIK GULA DJOMBANG BARU. *Prosiding NSMIS Book*, 1(1), 55–61.
- Risano, Yudi Eka. (2010). Review dan analisa karakteristik dan penyebab kerusakan sudu turbin gas. *MECHANICAL*, 1(1).
- Zulfikar, Pertaonan Harahap, & Laksono, Henry Agung. (2019). Analisa Perbandingan Pengaruh Variasi Jumlah Sudu 4 Dan 8 Pada Turbin Angin Savonius Terhadap Tegangan Dan Arus Generator Dc. *Jurnal Rele: Jurnal Teknik Elektro. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*, 2(1).