DESAIN SISTEM PEMANTAUAN DAN PERINGATAN DINI MOTOR POMPA *JOCKEY* 15 kW

Marwindo[1], Akhmad Fahruzi[2]

[1,2] Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi,
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Email: [1] windo.28@gmail.com, [2]fahruziakhmad@itats.ac.id

Abstract. *Reliable fire protection depends on a jockey pump that keeps system pressure stable at all times. At a facility in East Kalimantan, a 15 kW induction motor drives the jockey pump, and the team currently monitors it only through scheduled preventive maintenance. In practice, this approach struggles to detect sudden faults such as current surges, overheating, or excessive vibration. This study develops a motor condition monitoring system based on sensors and SCADA to continuously track temperature, current, and vibration. The system combines a current transformer (CT), an RTD PT100 temperature sensor, and an IFM VKV022 vibration sensor, all connected to a PLC for data processing and automatic alarm activation. The SCADA interface displays real-time data and alerts, allowing operators to respond quickly and make informed decisions. The proposed system supports early fault detection, improves the reliability of the fire protection system, reduces the risk of unexpected shutdowns, and helps prevent costly motor damage. The study also compares the accuracy of the automated monitoring system with the existing manual method.*
Keywords: *jockey pump, condition monitoring system, temperature sensor, current sensor, vibration sensor, PLC, SCADA, early warning system*

Abstrak. *Proteksi kebakaran yang andal, termasuk pompa jockey untuk menjaga tekanan sistem stabil. Pada suatu fasilitas di Kalimantan Timur, pompa jockey digerakkan motor induksi 15kW yang hanya dipantau dengan pemeliharaan preventif periodik. Metode ini kurang efektif mendeteksi gangguan mendadak seperti lonjakan arus, temperatur berlebih, atau vibrasi ekstrem. Penelitian ini merancang sistem pemantauan kondisi motor berbasis sensor dan SCADA untuk memantau parameter temperatur, arus, dan vibrasi. Sistem mengintegrasikan sensor arus (CT), sensor temperature RTD PT100, dan sensor vibrasi IFM VKV022 yang terhubung ke PLC untuk pengolahan data dan pengaktifan alarm. Hasil pemantauan divisualisasikan melalui SCADA sebagai antarmuka operator. Sistem ini memungkinkan deteksi dini gangguan, meningkatkan keandalan sistem pemadam, mengurangi risiko kegagalan operasional, dan menekan potensi kerusakan motor. Penelitian juga membandingkan keakuratan sistem otomatis dengan metode manual yang ada.*
Kata kunci: *pompa jockey, sistem pemantauan, sensor temperatur, sensor arus, sensor vibrasi, PLC, SCADA, sistem peringatan dini.*

1. Pendahuluan

Fasilitas penyimpanan bahan bakar merupakan area dengan tingkat risiko kebakaran yang sangat tinggi. Keberadaan bahan bakar cair yang bersifat mudah terbakar menjadikan potensi terjadinya kebakaran sebagai ancaman serius, baik terhadap keselamatan manusia, kerusakan lingkungan, kerugian ekonomi, hingga kelangsungan operasional fasilitas itu sendiri. Oleh karena

itu, sistem proteksi kebakaran yang andal dan responsif sangat diperlukan untuk mengantisipasi terjadinya keadaan darurat.

Salah satu komponen penting dalam sistem pemadam kebakaran adalah motor penggerak pompa *jockey*. Pompa ini berfungsi untuk menjaga kestabilan tekanan pada jaringan perpipaan pemadam kebakaran tanpa harus mengoperasikan pompa utama secara terus-menerus. Pompa ini bekerja secara otomatis untuk mengkompensasi penurunan tekanan kecil akibat kebocoran atau pemakaian minor, sehingga sistem pemadam kebakaran selalu berada dalam kondisi siap pakai (T. W. Jaeger, J. R. Bell, and K. M. Bell, 1999) Pada Salah satu perusahaan ABC yang berada di Kalimantan timur, pompa digerakkan oleh motor induksi berkapasitas 15 kW yang mana membutuhkan pemantauan operasional secara akurat yang dapat bekerja optimal saat dibutuhkan.

Selama ini, pemantauan kondisi motor pompa *jockey* dilakukan dengan metode pemeliharaan preventif yang bersifat periodik, seperti inspeksi rutin setiap enam bulan sekali. Aktivitas ini mencakup pengecekan alignment antara motor dan pompa, inspeksi kondisi isolasi lilitan motor, pengukuran temperatur operasi, pemantauan arus listrik, serta analisis vibrasi pada badan motor (Sularso, 2006). Meskipun metode ini dapat mendeteksi degradasi secara bertahap, namun kurang efektif dalam mengantisipasi kerusakan mendadak seperti *overheating*, lonjakan arus, atau vibrasi ekstrem yang bisa terjadi sewaktu-waktu. Akibatnya, jika gangguan tidak segera terdeteksi, dapat menyebabkan kerusakan motor secara tiba-tiba, gangguan operasional sistem pemadam kebakaran, bahkan potensi kegagalan sistem saat kondisi darurat.

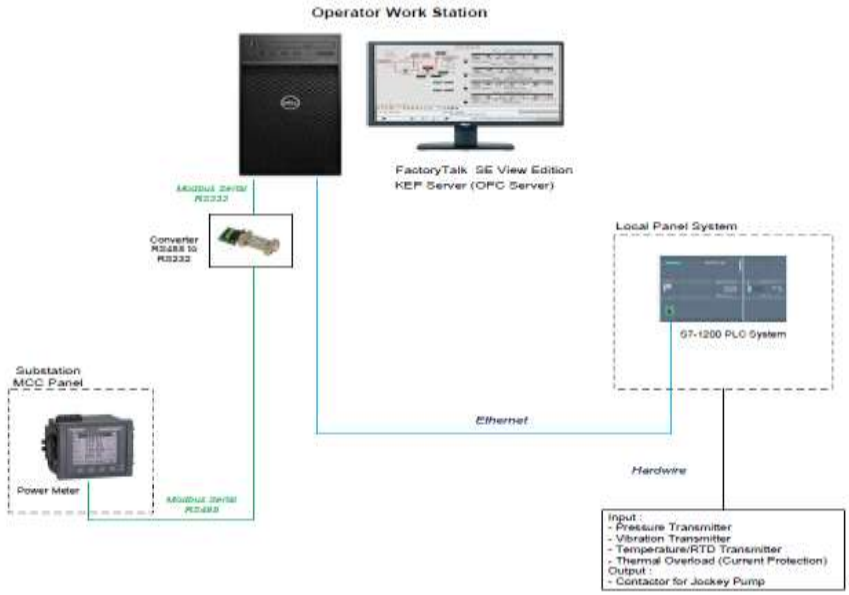
Melihat permasalahan tersebut, dibutuhkan suatu sistem pemantauan dan peringatan dini (*early warning system*) yang mampu memantau kondisi motor secara terus-menerus serta memberikan notifikasi atau *alarm* saat terjadi anomali pada parameter operasional motor. Parameter yang perlu dipantau mencakup arus listrik, temperatur, dan vibrasi, yang menjadi indikator utama kondisi kesehatan motor.

Desain sistem pemantauan ini dapat diwujudkan dengan mengintegrasikan beberapa perangkat seperti sensor arus (CT) yang terhubung dengan power meter Easy Logic PM2100, sensor temperatur tipe RTD PT100, dan sensor vibrasi seperti IFM VKV022. Data analog dari sensor-sensor ini akan diolah oleh Programmable Logic Controller (PLC), yang selanjutnya melakukan analisis terhadap parameter yang masuk dan memberikan notifikasi dalam bentuk *alarm* atau tampilan peringatan pada sistem SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*). SCADA berfungsi sebagai antarmuka visual yang memudahkan operator dalam memantau status motor pompa *jockey* secara langsung. Dengan sistem pemantauan dan peringatan dini yang terintegrasi ini, operator dapat melakukan tindakan preventif lebih cepat saat mendeteksi potensi gangguan. Hal ini secara langsung akan meningkatkan keandalan sistem pemadam kebakaran, mengurangi risiko *downtime*, dan meminimalkan potensi kerusakan motor serta kerugian yang lebih besar.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, maka dirancanglah sistem pemantauan dan peringatan dini motor pompa *jockey* 15kW berbasis sensor dan SCADA, yang diharapkan mampu memberikan solusi yang lebih efektif dan responsif dalam menjaga kinerja sistem proteksi kebakaran pada fasilitas penyimpanan bahan bakar.

2. Metodologi

Pada penelitian ini, sistem dirancang dalam bentuk blok diagram seperti ditunjukkan pada gambar 1, yang terdiri dari beberapa perangkat yang saling terintegrasi. Diagram tersebut menampilkan tiga sensor sebagai input, yaitu sensor tekanan, sensor vibrasi, dan sensor temperature/RTD, yang berfungsi memantau kondisi operasi peralatan. Sinyal dari sensor diproses oleh satu perangkat kontroler (PLC) sebagai pusat pengendali sistem.



Gambar 1. Blok diagram system

2.1 Sensor

Sensor merupakan komponen utama dalam sistem pemantauan kondisi motor pompa jockey karena berfungsi mendeteksi parameter penting yang menunjukkan kesehatan dan kinerja motor. Pemantauan dilakukan terhadap besaran listrik dan mekanis yang berpengaruh langsung terhadap keandalan operasi.

Sensor arus Current Transformer (CT) digunakan untuk mengukur arus listrik motor. Data arus mencerminkan beban kerja motor dan dapat digunakan untuk mendeteksi kondisi overload, ketidakseimbangan beban, maupun gangguan kelistrikan (Sugiarto, 2015).

Sensor temperatur RTD PT100 digunakan untuk mengukur temperatur motor secara akurat. Kenaikan temperatur yang tidak normal dapat mengindikasikan adanya beban berlebih, pendinginan yang tidak optimal, atau kerusakan pada lilitan motor (Pratama et al., 2018).

Sensor vibrasi digunakan untuk mendeteksi getaran mekanis pada motor. Vibrasi yang melebihi batas normal dapat menjadi indikasi misalignment poros, keausan bantalan, ketidakseimbangan putaran, atau kerusakan mekanis lainnya (Prakarsa Ade Putra Surbakti & Muhammad Sabri, 2021).

Data yang diperoleh dari ketiga sensor tersebut memberikan informasi kondisi motor secara menyeluruh sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi gejala awal kerusakan dan mendukung tindakan pemeliharaan preventif.



(a) (b)

Gambar 2 (a) Sensor temperatur *(RTD),* (b) Sensor vibrasi

2.2 Power meter Easy Logic PM2100

Power meter Schneider Electric PM2100 adalah perangkat pengukuran energi listrik yang digunakan untuk memantau parameter kelistrikan pada motor pompa jockey. Alat ini mampu mengukur berbagai besaran listrik penting seperti tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, faktor daya, frekuensi, serta konsumsi energi listrik. Dalam penelitian ini, power meter digunakan untuk

memperoleh data konsumsi arus motor secara akurat dan *real-time*. Informasi ini penting untuk mengevaluasi efisiensi operasional motor, mendeteksi kondisi beban berlebih, serta mengidentifikasi ketidakseimbangan fasa yang dapat mempengaruhi kinerja dan umur peralatan (Electric, 2016).

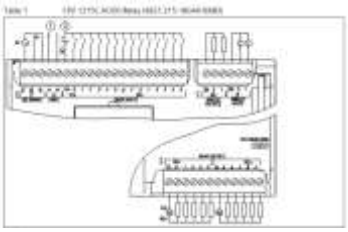


Gambar 3. Power meter easy logic PM 2100

2.3 Kontroler

Kontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah PLC (Programmable Logic Controller) Siemens SIMATIC S7-1200 CPU 1215 AC/DC/Relay. Perangkat ini berfungsi sebagai pusat pengendali yang menerima, mengolah, dan mengirimkan data dari berbagai sensor yang terpasang pada sistem pemantauan motor pompa jockey.

PLC ini menerima sinyal input dari sensor arus, temperatur, dan vibrasi yang terhubung melalui modul input analog maupun digital. Data yang diterima kemudian diproses secara *real-time* berdasarkan logika pemrograman yang telah dirancang untuk menentukan kondisi operasi motor, termasuk mendeteksi kondisi abnormal atau parameter yang melebihi ambang batas (Salkic et al., 2022).



Gambar 4. Programmable Logic Controller (PLC)

2.4 Motor induksi 3 fasa

Motor induksi tiga fasa tegangan rendah merupakan jenis motor yang paling banyak digunakan di lingkungan industri. Motor ini dipilih karena memiliki konstruksi yang sederhana, kuat dan andal dalam pengoperasian, serta ekonomis dari sisi biaya instalasi maupun perawatan. Dalam praktiknya, motor induksi tiga fasa digunakan secara luas pada berbagai aplikasi industri dan sistem penggerak listrik. Berbagai gangguan yang dapat terjadi meliputi hubung singkat, beban lebih, ketidakseimbangan arus, kehilangan fasa, tegangan rendah, dan kenaikan temperatur. Oleh karena itu, pemantauan parameter arus, tegangan, dan temperatur menjadi aspek penting dalam sistem proteksi guna mencegah kerusakan dan memperpanjang umur operasi motor (Popa & Diniș, 2020).



Gambar 5. ***Motor induksi 3 fasa***

3. Hasil dan Analisa

Pengujian sensor dilakukan untuk memastikan bahwa setiap sensor yang digunakan dalam sistem pemantauan motor pompa *jockey* memiliki tingkat akurasi dan keandalan yang memadai sebelum sistem dioperasikan secara terintegrasi. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk memverifikasi kesesuaian nilai pembacaan sensor terhadap kondisi aktual di lapangan serta memastikan konsistensi data yang diterima oleh sistem PLC–SCADA.

Metode pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor yang terhubung ke PLC dengan alat ukur referensi (*portable instrument*). Pengambilan data dilakukan setiap 10 menit selama total waktu pengujian 1 jam. Selama proses pengujian, motor dijalankan dengan beban pompa pompa sesuai dengan kondisi operasi normal.

Pada setiap interval pengambilan data, parameter temperatur, arus, dan vibrasi dicatat secara bersamaan oleh sistem PLC–SCADA dan alat ukur pembanding. Data hasil pengujian tersebut selanjutnya dianalisis untuk mengevaluasi tingkat akurasi dan keandalan pembacaan masing-masing sensor sebelum sistem dioperasikan secara terintegrasi.

3.1 Pengujian sensor temperatur

Tahap ini bertujuan untuk memverifikasi data pembacaan sensor RTD dengan membandingkannya terhadap alat ukur standar (*Thermogun*). Pengujian dilakukan untuk mengetahui besaran selisih atau *error* relatif yang muncul selama proses pemantauan temperatur operasional motor. Data ini menjadi acuan untuk memastikan validitas parameter temperatur sebelum digunakan oleh sistem proteksi otomatis.

Tabel 1. Pengujian sensor temperatur

Waktu (menit)	RTD (°C)	Thermogun (°C)	Error Relatif (%)
0	34,41	34,6	0,55
10	35,95	36,6	1,78
20	37,8	37,7	0,27
30	39,7	39,7	0
40	41,2	41,1	0,24
50	42,5	42,1	0,95
60	43,5	43,4	0,23

Berdasarkan data pengujian (Tabel 1), sensor RTD menunjukkan tingkat presisi yang konsisten terhadap alat pembanding. Kurva hasil pengukuran RTD dan *Thermogun* terlihat berhimpit di sepanjang durasi 60 menit pengujian. Selisih pembacaan atau *error* relatif tercatat berada pada rentang yang sangat rendah, yaitu antara 0% hingga 1,78%. Meskipun terjadi deviasi tertinggi sebesar 1,78% pada menit ke-10, nilai tersebut segera menurun dan cenderung stabil di bawah 1% pada pengukuran-pengukuran berikutnya.

Data menunjukkan adanya kenaikan temperatur secara bertahap seiring bertambahnya durasi operasional motor. Temperatur dimulai dari kisaran 34,41 °C dan meningkat secara konstan hingga mencapai angka 43,5 °C pada menit ke-60. Respon sensor RTD terbukti mampu mengikuti perubahan panas motor secara linear dan selaras dengan hasil pengukuran dari alat standar *Thermogun*.

Fluktuasi *error* relatif memberikan gambaran mengenai performa sensor selama masa pengujian. Pada menit ke-30, nilai *error* mencapai titik 0% yang menandakan pembacaan identik antara RTD dan alat ukur standar. Mengacu pada rata-rata kesalahan yang sangat kecil dan nilai maksimal di bawah 2%, sensor ini dinyatakan memenuhi syarat teknis sebagai input data pada sistem monitoring temperatur pompa.

3.2 Pengujian sensor arus

Pengujian ini dilakukan untuk memvalidasi akurasi pembacaan arus pada *Power Meter* PM 2100 dengan membandingkannya terhadap alat ukur *clamp meter* sebagai referensi. Fokus

 ISSN: 2579-566X (Online)
ISSN: 2477-5274 (Print)

utama pengujian adalah mengamati konsistensi pengukuran arus operasional motor pompa *jockey*

Tabel 2. Pengujian sensor arus

Waktu (menit)	CT (A)	Clamp Meter (A)	Error Relatif (%)
0	0	0	0
10	21	21,3	1,41
20	21,02	20,3	3,55
30	21,01	20,1	4,53
40	21	20	5
50	20,8	19,8	5,05
60	20,7	19,5	6,15

Hasil pengujian (Tabel 2) menunjukkan bahwa sensor arus (CT) pada sistem memiliki pola pembacaan yang searah dengan alat ukur referensi *clamp meter*. Nilai arus operasional motor terpantau stabil pada kisaran 19,5 A hingga 21,3 A sepanjang durasi pengujian. Meskipun terdapat perbedaan nilai pembacaan, kedua instrumen menunjukkan respon yang konsisten terhadap beban kerja motor.

Data mencatat adanya tren penurunan arus yang landai seiring dengan bertambahnya durasi pengoperasian. Pada awal pengujian (menit ke-10), *clamp meter* mencatat nilai 21,3 A sementara sistem (CT) terbaca 21 A. Hingga menit ke-60, nilai arus menurun menjadi 19,5 A pada *clamp meter* dan 20,7 A pada sistem. Konsistensi pola ini menunjukkan bahwa sensor mampu mengikuti fluktuasi beban motor secara reliabel tanpa adanya gangguan data yang drastis.

Persentase *error* relatif mengalami kenaikan bertahap selama waktu pengujian. Kesalahan terkecil tercatat pada menit ke-10 sebesar 1,41% dan terus meningkat hingga mencapai titik tertinggi sebesar 6,15% pada menit ke-60. Walaupun terjadi peningkatan deviasi di akhir pengujian, karakteristik sensor tetap menunjukkan konsistensi dalam pemantauan beban motor industri. Hasil ini mengonfirmasi kelayakan sensor sebagai sumber data utama bagi sistem proteksi beban lebih pada PLC–SCADA.

3.3 Pengujian sensor vibrasi

Pengujian ini dilakukan untuk memverifikasi akurasi pembacaan sensor vibrasi pada sistem dengan membandingkannya terhadap alat ukur standar berupa *Vibrometer* portable. Proses validasi ini penting untuk memastikan bahwa setiap gejala ketidakteraturan mekanis pada motor pompa *jockey* dapat terdeteksi secara akurat sebelum mencapai ambang batas bahaya.

Berdasarkan hasil pengamatan, sensor vibrasi menunjukkan nilai pembacaan yang berada pada rentang rendah dan stabil di bawah ambang batas aman 2,3 mm/s. Selisih pembacaan antara sensor sistem dan *Vibrometer* referensi menunjukkan fluktuasi yang terkendali, dengan nilai absolut vibrasi berkisar antara 0,3 mm/s hingga 0,35 mm/s.

Tabel 3. Pengujian sensor arus

Waktu (menit)	Sensor (mm/s)	Vibrometer (mm/s)	Error Relatif (%)
0	0	0	0
10	0,31	0,3	3,33
20	0,31	0,3	3,33
30	0,3	0,3	0
40	0,35	0,3	16,67
50	0,33	0,3	10
60	0,34	0,3	13,33

Data dari Tabel 3 menunjukkan bahwa tingkat vibrasi motor berada pada kondisi operasional yang sangat baik sepanjang 60 menit durasi pengujian. Grafik mencatat nilai vibrasi yang konsisten di angka 0,3 mm/s pada menit ke-30, yang bertepatan dengan titik deviasi terendah. Respon sensor terbukti cukup sensitif untuk menangkap perubahan kecil intensitas vibrasi, seperti kenaikan ke angka 0,35 mm/s pada menit ke-40.

Persentase *error* relatif yang ditunjukkan oleh garis hijau mengalami fluktuasi yang cukup dinamis dibandingkan parameter lainnya. Nilai *error* mencapai titik terendah 0% pada menit ke-30 dan menyentuh angka tertinggi 16,67% pada menit ke-40. Meskipun persentase kesalahan terlihat tinggi secara angka, hal ini disebabkan oleh nilai penyebut (referensi) yang sangat kecil. Secara teknis, selisih absolut hanya sebesar 0,05 mm/s, sehingga sensor ini tetap dinyatakan layak dan andal untuk memantau status kesehatan mekanis motor pompa *jockey*.

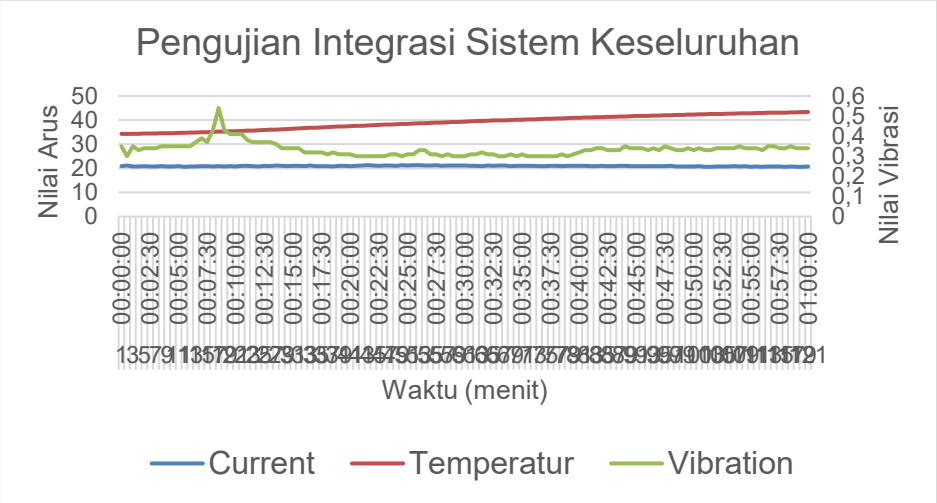
3.4 Pengujian Intregrasi Sistem Keseluruhan

Tahap pengujian integrasi sistem dilakukan untuk memastikan sinkronisasi seluruh parameter sensor, meliputi arus, temperatur, dan vibrasi, saat bekerja secara bersamaan dalam satu platform pemantauan. Pengujian ini bertujuan untuk mengamati stabilitas transmisi data dari sensor melalui PLC hingga ditampilkan pada antarmuka SCADA saat motor beroperasi penuh.

Metode pengujian dilakukan dengan mengaktifkan motor pompa *jockey* pada beban operasional normal. Pengambilan data dilakukan secara otomatis melalui sistem SCADA dengan interval setiap 30 detik selama total durasi satu jam. Prosedur ini memungkinkan evaluasi terhadap korelasi antar parameter dan konsistensi sistem dalam menyajikan data secara berkelanjutan di sepanjang waktu pengujian.

Berdasarkan grafik integrasi (Gambar 6), terlihat bahwa sistem mampu menyajikan data dari ketiga sensor secara sinkron. Parameter temperatur menunjukkan tren kenaikan yang linear dan stabil, dimulai dari kisaran 34 °C hingga mencapai 43,95 °C pada akhir pengujian. Di sisi lain, parameter arus (*current*) terpantau stabil pada kisaran 20 A hingga 21 A, yang menunjukkan bahwa beban kerja motor tetap konsisten selama kenaikan temperatur berlangsung. Parameter vibrasi menunjukkan nilai yang rendah dan stabil di kisaran 0,3 mm/s hingga 0,54 mm/s, mengindikasikan kondisi mekanis motor tetap terjaga selama periode operasional.

Data yang tercatat pada tabel pengujian menunjukkan kemampuan sistem dalam menangkap fluktuasi kecil secara presisi. Sebagai contoh, pada detik ke-08:30, tercatat adanya kenaikan nilai vibrasi ke angka 0,54 mm/s namun segera kembali stabil pada titik-titik pengambilan data berikutnya. Sinkronisasi ini membuktikan bahwa jalur komunikasi data dari perangkat keras ke perangkat lunak berfungsi dengan baik tanpa adanya kendala keterlambatan data yang signifikan.



Gambar 6. Grafik pengujian integrasi sistem keseluruhan

Melalui integrasi ini, sistem terbukti andal dalam mengklasifikasikan status kondisi motor berdasarkan gabungan data sensor. Meskipun temperatur terus meningkat, status sistem tetap berada pada kategori aman karena seluruh nilai parameter masih berada di bawah ambang batas bahaya (*setpoint*). Konsistensi data yang dihasilkan selama 121 titik pengambilan data memastikan bahwa sistem SCADA layak digunakan sebagai instrumen monitoring dan proteksi terpadu pada pompa.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pengujian dan juga analisa pada hasil pengujiannya maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Sistem telah berhasil diimplementasikan secara fisik dan fungsional. PLC Siemens S7-1200 terintegrasi dengan sensor temperatur (RTD), arus (CT & Power Meter), dan vibrasi (IFM VKV022). Data dari ketiga sensor tersebut berhasil dikirim, diproses, dan ditampilkan pada antarmuka SCADA.
2. Sistem proteksi dengan mekanisme *alarm* dan *trip* telah berhasil diuji dan berfungsi sesuai ambang batas yang ditetapkan.
   - Temperatur: *Alarm* aktif pada >80°C dan motor *trip* otomatis pada >90°C.
   - Vibrasi: *Alarm* aktif pada >2.3 mm/s dan motor *trip* otomatis pada >2.8 mm/s.
   - Arus: *Alarm* peringatan dini aktif saat arus mencapai ≥30.5A.
3. Pengujian perbandingan dengan alat ukur standar lapangan menunjukkan sistem memiliki akurasi yang tinggi dan andal.
   - Temperatur: Error relatif sangat rendah (0% - 1.78%), membuktikan akurasi tinggi sensor RTD.
   - Arus: Pola pembacaan sensor searah dengan referensi, dengan error relatif 1.41% - 6.15%, menunjukkan keandalan untuk pemantauan.
   - Vibrasi: Selisih absolut pembacaan sangat kecil (0.05 mm/s). Error relatif terlihat besar (hingga 16.67%) hanya karena nilai referensinya sangat kecil, namun sensor dinyatakan layak dan andal untuk pemantauan kondisi mekanis.

Referensi

Electric, S. (2016). *EasyLogic™ PM2100 series*. 1–78.

Popa, Gabriel Nicolae, G. N., & Diniş, Corina Maria, C. M. (2020). *Complex electronic protection for low-voltage three-phase induction motors*. WSEAS Transactions on Electronics, 11(I), 11–17. https://doi.org/10.37394/232017.2020.11.2 (hal. 1)

Jaeger, T. W., T. W., Bell, J. R., J. R., & Bell, K. M., K. M. (1999). *Technical Committee on Fire Pumps*. (hal. 24–25).

Salkic, Adnan, A., Muhovic, Haris, H., & Jokic, D., D. (2022). Siemens S7-1200 PLC DC motor control capabilities. *IFAC-PapersOnLine, 55*(4), 103–108. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.06.017 (hal. 2)

Sugiarto, A.. (2015). Pemakaian dan pemeliharaan transformator arus (Current Transformer/CT). *Forum Teknologi, 5*(1), 1–7.

Sularso. (2006). *Pompa & Kompresor Sularso*. (hal. 283–289).

Surbakti, Prakarsa Ade Putra, P. A. P., & Sabri, Muhammad, M. (2021). Identifikasi eksperimental vibrasi pada sistem transmisi mesin sludge separator. *Dinamis, 9*(1), 12. https://doi.org/10.32734/dinamis.v9i1.7968