

**SKRIPSI**  
**PENERAPAN TEKNOLOGI MONITORING JARAK JAUH BERBASIS**  
**SCADA UNTUK PEMANTAUAN SISTEM PEMBANGKITAN LISTRIK**  
**PADA PLTU BUKIT ASAM**



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah  
Palembang

Dipersiapkan dan Disusun Oleh  
**FARIS DAFFA AKBAR**  
132021052

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**  
**2025**

**SKRIPSI**  
**PENERAPAN TEKNOLOGI MONITORING JARAK JAUH BERBASIS**  
**SCADA UNTUK PEMANTAUAN SISTEM PEMBANGKITAN LISTRIK**  
**PADA PLTU BUKIT ASAM**



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

April 2025

Dipersiapkan dan Disusun Oleh

**FARIS DAFFA AKBAR**

**Susunan Dewan Penguji**

Pembimbing 1

Muhammad Hurairah, S.T., M.T

NIDN: 0228098702

Penguji 1

Taufik Barlian, S.T., M. Eng

NIDN: 0218017202

Pembimbing 2

Dr. Bengawan Alfaresi, S.T., M.T., IPM

NIDN: 0205118504

Penguji 2

Dr. Bengawan Alfaresi, S.T., M.T., IPM

NIDN: 0205118504

Menyetujui

Dekan Fakultas Teknik

Ir. A. Junaidi, M.T

NIDN: 0202026502

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Dr. Veby Ardianto, S.T., M.Cs

NIDN: 0207038101



## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapt karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar Pustaka.

Palembang, 10 April 2025

Yang membuat pernyataan



Faris Daffa Akbar

## ABSTRAK

Sistem pembangkit listrik pada Unit 2 PLTU Bukit Asam menghadapi keterbatasan monitoring *real-time* yang berpotensi menyebabkan anomali operasional tidak terdeteksi dan menurunkan keandalan pasokan listrik. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan teknologi monitoring jarak jauh berbasis *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) guna meningkatkan pengawasan efisiensi termal boiler serta parameter kritis seperti tekanan *furnace*. Metode yang digunakan meliputi perancangan arsitektur SCADA dengan komponen *Programmable Logic Controllers* (PLC), *Human-Machine Interface* (HMI), dan server data historis untuk mendukung alur akuisisi, penyimpanan, serta analisis data sensor temperatur, tekanan, dan debit. Efisiensi termal boiler dihitung menggunakan metode langsung, sedangkan analisis *threshold* diterapkan untuk memantau potensi gangguan pada tekanan *furnace*. Hasil pemantauan selama tiga bulan menunjukkan temperatur *outlet steam* stabil pada 502–506°C, tekanan steam rata-rata 101,5 bar, dan debit uap 210 ton/jam. Efisiensi termal boiler mencapai 24,11% dengan heat rate 3.566,31 kcal/kWh. Tekanan *furnace* berada pada kisaran aman, meskipun beberapa titik  $< -9$  mmWC mengindikasikan potensi anomali. Implementasi SCADA terbukti meningkatkan deteksi dini, mengurangi *downtime*, dan mendukung efisiensi serta keberlanjutan operasi PLTU.

**Kata Kunci:** SCADA, PLTU, *Boiler Efficiency*, *Heat Rate*, *Furnace Pressure*.

## **ABSTRACT**

*The power plant system at Unit 2 of Bukit Asam PLTU is facing real-time monitoring limitations which has the potential to cause operational anomalies not to be detected and reduce the reliability of power supply. To overcome this, this research aims to develop remote monitoring technology based on Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) to improve the supervision of boiler thermal efficiency and critical parameters such as furnace pressure. The methods used include the design of SCADA architecture with Programmable Logic Controllers (PLC), Human-Machine Interface (HMI) components, and historical data servers to support the flow of acquisition, storage, and analysis of temperature, pressure, and discharge sensor data. The thermal efficiency of the boiler is calculated using the direct method, while the threshold analysis is applied to monitor the potential disturbance in the furnace pressure. The results of the three-month monitoring showed that the steam outlet temperature was stable at 502–506°C, the average steam pressure was 101.5 bar, and the steam discharge was 210 tons/hour. The implementation of SCADA is proven to increase early detection, reduce downtime, and support the efficiency and sustainability of PLTU operations.*

**Keywords:** SCADA, PLTU, Boiler Efficiency, Heat Rate, Furnace Pressure.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **PENERAPAN TEKNOLOGI MONITORING JARAK JAUH BERBASIS SCADA UNTUK PEMANTAUAN SISTEM PEMBANGKITAN LISTRIK PADA PLTU BUKIT ASAM** yang disusun guna untuk syarat mendapatkan gelar sarjan pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

- Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T, selaku Pembimbing I
- Bapak Dr.Bengawan Alfaresi, S.T ., M.T., IPM selaku Pembimbing II

Dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Prof, Dr, Abid Djazuli, S.E., M.M, selaku Rektor Universitas Muhummadiyah Palembang
2. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
6. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fukultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moril maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis menyadari penulisan

skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca akan penulis terima sangat senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, 10 April 2025

Penulis,

Faris Daffa Akbar

## DAFTAR ISI

|                                                                                 |             |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>                                                      | <b>ii</b>   |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>                                                  | <b>iii</b>  |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                                            | <b>iv</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                                           | <b>v</b>    |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                                                      | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                                          | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                                       | <b>xi</b>   |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>                                                  | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang.....                                                         | 1           |
| 1.2 Tujuan Penelitian.....                                                      | 2           |
| 1.3 Batasan Masalah.....                                                        | 3           |
| 1.4 Sistematika Penulisan.....                                                  | 3           |
| <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                                              | <b>5</b>    |
| 2.1 Penelitian Terdahulu Yang Relevan.....                                      | 5           |
| 2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) .....                                  | 6           |
| 2.2.1 Pengertian Pembangkitan Listrik .....                                     | 8           |
| 2.2.2 Proses Pembangkitan Listrik .....                                         | 9           |
| 2.3 Teknologi Monitoring Jarak Jauh.....                                        | 11          |
| 2.4.1 Pengertian Monitoring Jarak Jauh .....                                    | 11          |
| 2.4.2 Komponen Sistem Monitoring .....                                          | 12          |
| 2.4.3 Kelebihan Monitoring Jarak Jauh dibanding Sistem Manual .....             | 13          |
| 2.5 Penerapan Monitoring Jarak Jauh pada Sistem Tegangan Tinggi.....            | 14          |
| 2.5.1 Contoh Penerapan pada Industri Pembangkitan.....                          | 14          |
| 2.5.2 Studi Kasus Relevan atau Teknologi yang Digunakan di PLTU Bukit Asam..... | 14          |
| <b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>                                             | <b>16</b>   |
| 3.1 Jenis Penelitian .....                                                      | 16          |
| 3.2 Lokasi Penelitian .....                                                     | 16          |
| 3.3 Metode Pengumpulan Data .....                                               | 17          |
| 3.3.1 Observasi Lapangan .....                                                  | 17          |
| 3.3.2 Wawancara .....                                                           | 17          |



|                                         |                                                                              |           |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.3.3                                   | Akuisisi Data Historis dari Sistem SCADA.....                                | 18        |
| 3.4                                     | Diagram Alir Penelitian.....                                                 | 19        |
| <b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b> |                                                                              | <b>23</b> |
| 4.1                                     | Karakteristik Sistem Monitoring dan Operasional PLTU Unit 2 .....            | 23        |
| 4.1.1                                   | Sistem Pembangkit dan Unit yang Diamati .....                                | 23        |
| 4.1.2                                   | Parameter Operasional yang Dimonitor .....                                   | 23        |
| 4.1.3                                   | Akuisisi Data dan Monitoring Jarak Jauh .....                                | 25        |
| 4.2                                     | Evaluasi Sistem Monitoring .....                                             | 25        |
| 4.2.1                                   | Estimasi Efisiensi Boiler .....                                              | 25        |
| 4.2.2                                   | Estimasi <i>Heat Rate</i> .....                                              | 27        |
| 4.2.3                                   | Perhitungan <i>Threshold Analysis</i> (Analisis Ambang Tekanan Furnace)..... | 28        |
| 4.3                                     | Pembahasan dan Analisa .....                                                 | 30        |
| <b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> |                                                                              | <b>34</b> |
| 5.1                                     | Kesimpulan.....                                                              | 34        |
| 5.2                                     | Saran.....                                                                   | 35        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>              |                                                                              | <b>36</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Diagram alur PLTU.....                                     | 7  |
| Gambar 2. 2 Siklus Rankine .....                                       | 8  |
| Gambar 2. 3 Zona Keamanan Operasional Furnace Pressure.....            | 11 |
| Gambar 3. 1 Alur Flowchart .....                                       | 20 |
| Gambar 4. 1 Data Parameter Operasional.....                            | 24 |
| Gambar 4. 3 Hasil Monitoring Furnace Pressure Sepanjang Waktu .....    | 29 |
| Gambar 4. 4 Grafik Rata-Rata Harian Temperatur Steam Outlet.....       | 30 |
| Gambar 4. 5 Boxplot Temperatur HTS (High Temperature Superheater)..... | 31 |
| Gambar 4. 6 Spray Water Flow (Sampling per 6 Jam) .....                | 32 |
| Gambar 4. 8 Rata-Rata Harian Furnace Pressure.....                     | 32 |

## **DAFTAR TABEL**

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| Tabel 4. 1 Parameter Data yang diukur.....  | 23 |
| Tabel 4. 2 Efisiensi Boiler.....            | 26 |
| Tabel 4. 3 Perhitungan Heat Rate (HR) ..... | 28 |

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan salah satu jenis pembangkit listrik yang paling banyak digunakan di Indonesia. Hal ini tidak terlepas dari kemampuannya dalam menghasilkan daya listrik dalam skala besar secara berkelanjutan dan relatif stabil. PLTU menjadi tulang punggung dalam penyediaan energi listrik nasional, khususnya untuk memenuhi kebutuhan industri, rumah tangga, dan sektor publik. Dalam operasionalnya, PLTU mengandalkan sistem yang kompleks dan saling terintegrasi, salah satunya adalah sistem tegangan tinggi yang berperan vital dalam mendistribusikan daya listrik dari unit pembangkit ke jaringan transmisi.

Sistem tegangan tinggi memiliki peran krusial dalam menjaga efisiensi dan keamanan distribusi daya listrik. Gangguan sekecil apapun pada sistem ini dapat menimbulkan dampak yang signifikan terhadap kestabilan sistem kelistrikan, mulai dari penurunan kualitas daya, kehilangan daya, hingga potensi blackout di wilayah yang terdampak. Oleh karena itu, pemantauan terhadap sistem tegangan tinggi harus dilakukan secara intensif, akurat, dan cepat. Namun, pemantauan secara manual yang masih banyak dilakukan hingga saat ini dinilai memiliki berbagai keterbatasan, antara lain keterlambatan dalam mendeteksi kerusakan, keterbatasan jangkauan, serta ketergantungan terhadap tenaga kerja manusia yang rentan terhadap kesalahan (Rahim, Nugroho, & Widodo, 2021).

Dalam era revolusi industri 4.0, kemajuan teknologi digital dan otomasi memberikan peluang besar untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi sistem pemantauan pada instalasi kelistrikan. Salah satu teknologi yang berkembang pesat adalah monitoring jarak jauh berbasis *Internet of Things (IoT)* yang memungkinkan pemantauan kondisi sistem secara real-time, terintegrasi, dan dapat diakses dari lokasi manapun melalui jaringan komunikasi data. Teknologi ini mengintegrasikan sensor cerdas, sistem akuisisi data, serta platform analisis berbasis cloud atau edge

computing untuk mendeteksi potensi gangguan atau anomali secara dini (Yunus & Santosa, 2020).

Penerapan teknologi monitoring jarak jauh telah terbukti meningkatkan responsivitas dalam menangani permasalahan teknis, mengurangi waktu henti operasional (downtime), serta mendukung strategi pemeliharaan berbasis kondisi (condition-based maintenance). Selain itu, sistem ini juga memungkinkan pengambilan keputusan berbasis data (data-driven decision making), yang sangat penting dalam meningkatkan keandalan dan efisiensi operasional sistem kelistrikan (Susanto & Firmansyah, 2019).

PLTU Bukit Asam, sebagai salah satu pembangkit strategis di wilayah Sumatera Selatan, memiliki peran penting dalam mendukung sistem ketenagalistrikan nasional, khususnya pada jaringan interkoneksi Sumatera. Seiring dengan meningkatnya tuntutan terhadap efisiensi dan keandalan sistem, PLTU Tanjung Enim mulai mengadopsi teknologi monitoring jarak jauh untuk memantau kondisi peralatan tegangan tinggi, seperti transformator, pemutus sirkuit (circuit breaker), isolator, dan peralatan lainnya yang sensitif terhadap gangguan (PLTU Tanjung Enim, 2023).

Studi ini bertujuan untuk mengkaji secara mendalam bagaimana teknologi monitoring jarak jauh diterapkan pada sistem tegangan tinggi di PLTU Bukit Asam, meliputi aspek teknis, manfaat yang diperoleh, tantangan yang dihadapi, serta potensi pengembangan di masa depan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem pemantauan yang lebih adaptif, efisien, dan andal, serta menjadi referensi bagi pembangkit-pembangkit lain dalam upaya peningkatan sistem monitoring instalasi tegangan tinggi.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Pembahasan ini digunakan untuk membuat tugas akhir yang dimana syarat untuk menjadi sarjana Teknik Elektro dengan tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengembangkan sistem pemantauan kinerja operasional pada Unit 2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Bukit Asam berbasis Supervisory

Control and Data Acquisition (SCADA) guna meningkatkan visibilitas data operasional secara real-time dan historis.

2. Untuk menganalisis efisiensi termal sistem pembangkitan melalui estimasi efisiensi boiler dan perhitungan *heat rate* berdasarkan data aktual dari parameter pembangkitan seperti konsumsi bahan bakar dan produksi energi listrik bersih.
3. Untuk mengevaluasi kondisi operasional melalui visualisasi parameter utama dan penerapan threshold analysis terhadap tekanan furnace sebagai upaya deteksi dini terhadap potensi anomali yang dapat mempengaruhi kestabilan dan kinerja sistem pembakaran.

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah ini dibuat untuk memfokuskan penulisan skripsi kepada inti permasalahan, sehingga penulis dapat langsung membahas pokok permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem pemantauan kinerja operasional Unit 2 PLTU Bukit Asam berbasis Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) yang dapat merekam dan memvisualisasikan data parameter operasional secara efektif?
2. Bagaimana melakukan estimasi efisiensi termal boiler dan menghitung nilai *heat rate* dari data produksi dan konsumsi bahan bakar untuk menilai performa pembangkitan?
3. Bagaimana menganalisis kestabilan dan potensi anomali operasional, khususnya tekanan furnace, dengan pendekatan threshold analysis untuk mendukung keandalan sistem?

### **1.4 Sistematika Penulisan**

Dimana dalam penyusunan tugas akhir ini, sistematika penulisan akan disusun secara sistematis yang terbagi beberapa bab, dimana sebagai berikut:

## **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab ini berisikan tentang, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

## **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan membahas landasan teori yang mendukung penelitian. Pembahasan dimulai dengan penjelasan tentang Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), termasuk prinsip kerja dan peran sistem tegangan tinggi dalam proses pembangkitan dan distribusi daya listrik.

## **BAB 3 METODE PENELITIAN**

Pada bab ini dimana membahas tentang jenis penelitian yang akan digunakan dalam proposal ini, lokasi penelitiannya serta metode pengumpulan apa saja yang akan digunakan.

## **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini disajikan hasil pengolahan data yang diperoleh dari sistem monitoring SCADA Unit 2 PLTU Bukit Asam, meliputi kondisi sistem, visualisasi data operasional, estimasi efisiensi dan heat rate, serta analisis ambang tekanan furnace. Pembahasan dilakukan secara naratif berdasarkan grafik, tabel, dan hasil perhitungan yang telah dilakukan.

## **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab terakhir berisi kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan selama penelitian serta saran-saran yang dapat dijadikan referensi untuk pengembangan sistem monitoring atau penelitian lanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Marsudi, D., (2005), *Pembangkitan Energi Listrik*, Jakarta, Penerbit Erlangga.
- Netmonk Team. (2019). *Kelebihan dan kekurangan remote network monitoring (RMON)*. Netmonk. <https://netmonk.id/kelebihan-dan-kekurangan-remote-network-monitoring-rmon>
- PLTU Tanjung Enim. (2023). Laporan penerapan sistem monitoring jarak jauh pada peralatan tegangan tinggi. Dokumentasi Teknis. PLN Sektor Sumatera Selatan.
- PT Bukit Energi Servis Terpadu. (n.d.). *Wilayah kerja*. <https://bestpower1.co.id/wilayah-kerja/>
- Pujotomo, I. (2015). Implementasi sistem SCADA untuk pengendalian jaringan distribusi 20 KV. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 1(1), 51–58. [https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as\\_sdt=0%2C5&q=Implementasi+Sistem+SCADA+Untuk+Pengendalian+Jaringan+Distribusi+20+KV&btnG=#d=gs\\_qabs&t=1744530549591&u=%23p%3D1ZUG5ploOJQJ](https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=Implementasi+Sistem+SCADA+Untuk+Pengendalian+Jaringan+Distribusi+20+KV&btnG=#d=gs_qabs&t=1744530549591&u=%23p%3D1ZUG5ploOJQJ)
- Rahim, A., Nugroho, D., & Widodo, S. (2021). Implementasi sistem monitoring berbasis IoT pada infrastruktur kelistrikan. *Jurnal Teknologi dan Energi*, 8(2), 112–120.
- Siregar, E., & Nasution, F. Z. (2020). *Perancangan sistem monitoring jarak jauh berbasis mikrokontroler*. Open Library Telkom University. <https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/pustaka/files/90835/bab1/perancangan-dan-implementasi-sistem-monitoring-jarak-jauh-berbasis-protokol-ax-25-dengan-menggunakan-mikrokontroler.pdf>
- Suripto, S. (n.d.). *Sistem tenaga listrik*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Susanto, B., & Firmansyah, A. (2019). Peningkatan efisiensi operasional melalui pemantauan real-time pada sistem tegangan tinggi. *Jurnal Rekayasa Energi*, 11(1), 45–53.
- Yunus, M., & Santosa, R. (2020). Peran IoT dalam transformasi digital sistem kelistrikan. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Terapan*, 6(1), 55–61.



Yuniarti, N & Aji, I. W. (2019), *Modul Pembelajaran Pembangkit Tenaga Listrik*, Yogyakarta.