



Rancang Bangun Sistem Monitoring Magnet Separator Menggunakan Sensor Energy Dengan Dashboard Nodered

Bhaskara Wisnu Ardli Mahardika¹, Lartomo², Rendy Hidayatullah Al Qazwainy³

¹Shift Plant Electrical Foreman, Plant Maintenance Dep, PT. Adaro Indonesia

²Operation Technology Staff, Plant Maintenance Dept, PT. Adaro Indonesia

³Facilities Electrical Supervisor, Plant Maintenance Dept, PT. Adaro Indonesia

E-mail : bhaskarawisnu@gmail.com

Article Info

Article history:

Received October 05, 2025

Revised October 07, 2025

Accepted Oktober 10, 2025

Keywords:

Design, Monitoring, Magnet Separator, Energy Sensor, And Nodered

ABSTRACT

PT. Adaro Indonesia is the second largest coal mining company, which in 2024 produced 55 million tons of coal. The Kelanis Site / CPBL (Coal Processing & Barge Loading) Plant is a facility for crushing and loading coal onto barges. To ensure that the quality of the coal product is not contaminated with metal, and to avoid damage to the crusher teeth due to hard metal contamination, 21 Magnet Separators are installed throughout the CPBL Plant. Inside the Rectifier (Magnet Separator) there is a fuse that will break if there is an unwanted surge in current. A broken fuse causes the magnet separator to not perform optimally. To maintain the performance of the magnet separator, the team periodically checks each Magnet Separator location once a month (35 minutes per location). Checks that are only carried out monthly allow for the potential for suboptimal performance of the magnet separator if there is a blown fuse during the 29-day period when no checks are carried out. Therefore, the team made improvements to create a magnet separator monitoring system using energy sensors and displayed in the form of a NodeRED dashboard. This allows all magnet separator parameters to be monitored in real-time and the potential for suboptimal performance of the magnet separator to be avoided.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Article Info

Article history:

Received October 05, 2025

Revised October 07, 2025

Accepted Oktober 10, 2025

Kata Kunci:

Rancang Bangun, Monitoring, Magnet Separator, Sensor Energy Dan Nodered

ABSTRAK

PT. Adaro Indonesia adalah perusahaan pertambangan batubara terbesar kedua yang pada tahun 2024 telah memproduksi 55 Juta Ton batubara. Site Kelanis / Plant CPBL (Coal Processing & Barge Loading) adalah fasilitas peremukan dan pemuatan batubara ke tongkang, dimana untuk memastikan kualitas produk batubara tidak tercampur kontaminasi metal, maupun untuk menghindari rusaknya gigi crusher akibat kontaminasi logam keras, maka pada Plant CPBL terpasang 21 titik Magnet Separator yang tersebar di semua lokasi Plant CPBL. Didalam Rectifier (Magnet Separator) terdapat fuse yang akan putus jika terdapat lonjakan arus yang tak diinginkan. Fuse putus tersebut menyebabkan performa magnet separator tidak optimal. Untuk tetap menjaga performa magnet separator, maka tim secara periodik setiap bulan melakukan pengecekan 1 per 1 lokasi Magnet Separator (35 menit perlokasi). Pengecekan yang hanya dilakukan



perbulan memungkinkan potensi tidak optimalnya performa magnet separator jika selama periode 29 hari tidak dilakukan pengecekan terdapat fuse putus. Maka dari itu tim melakukan improvement untuk membuat sistem monitoring magnet separator menggunakan sensor energy dan ditampilkan dalam bentuk dashboard NodeRED. Sehingga semua parameter magnet separator dapat dilakukan monitoring secara real-time dan potensi tidak optimalnya performa magnet separator dapat dihindari.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Bhaskara Wisnu Ardli Mahardika

PT. Adaro Indonesia

E-mail: bhaskarawisnu@gmail.com

PENDAHULUAN

PT. Adaro Indonesia adalah perusahaan pertambangan batubara terbesar kedua yang pada tahun 2024 telah memproduksi 55 Juta Ton batubara dan direncanakan produksi sebesar 59,5 Juta Ton pada tahun 2025. Site Kelanis / Plant CPBL (Coal Processing & Barge Loading) adalah fasilitas peremukan dan pemuatan batubara ke tongkang didalamnya terdapat 7 buah Hopper, 53 conveyor dan 7 set crusher. Dimana untuk memastikan kualitas produk batubara tidak tercampur kontaminasi besi/metal, maupun untuk menghindari rusaknya gigi crusher akibat kontaminasi logam keras, maka pada Plant CPBL terpasang 21 titik Magnet Separator dan 19 titik Metal Detector yang tersebar di semua lokasi Plant CPBL.



Gambar 1. PT.Adaro Indonesia Site Kelanis / Plant CPBL

Dalam hal ini penulis berfokus pada Magnet Separator sebagai salah satu peralatan penjaga kualitas Batubara. Magnet Separator terdiri dari Kumparan Magnet dan Rectifiernya. Kumparan Magnet berfungsi untuk mengubah Listrik Searah (DC) menjadi Medan Elektromagnet, sedangkan Rectifier berfungsi mengubah Listrik Bolak-Balik (AC) 3 Phase menjadi Listrik Searah (DC).



Gambar 2. Rectifier dan Kumpanan Magnet

Didalam Rectifier terdapat fuse yang akan putus jika terdapat panas maupun lonjakan arus yang tak diinginkan. Fuse putus tersebut menyebabkan performa magnet separator tidak optimal, hal ini disebabkan karena daya yang diubah menjadi Medan Elektromagnet tidak optimal. Untuk tetap menjaga performa magnet separator, maka tim secara periodik setiap bulan melakukan pengecekan/inspeksi satu-persatu lokasi Magnet Separator dari total 21 Lokasi Magnet Separator. Setiap pengecekan/inspeksi memerlukan waktu sekitar 35 menit, karena tim harus; datang ke lokasi magnet separator, membuka tutup cover rectifier, melakukan pengukuran-pengukuran parameter dalam keadaan bertegangan (seperti: tegangan & arus setiap phasanya), dan diakhiri dengan menutup cover rectifier. Pengecekan yang hanya dilakukan perbulan memungkinkan potensi tidak optimalnya performa magnet separator jika selama periode 29 hari tidak dilakukan pengecekan terdapat fuse putus.



Gambar 3. Pengecekan/Inspeksi Magnet Separator

Dari permasalahan utama yaitu turunnya performa Magnet Separator karena putus fuse pada Rectifier-nya, serta aspek keselamatan pekerja dari pekerjaan bertegangan live, maka tim merencanakan untuk membuat sebuah sistem monitoring sehingga operator dapat melihat semua parameter magnet separator dari 1 halaman. Sehingga harapannya semua parameter magnet separator dapat dilakukan monitoring secara real-time dan potensi tidak optimalnya performa magnet separator dapat dihindari.



Sensor yang digunakan untuk mendeteksi fuse putus direncanakan menggunakan Sensor Energy (Schneider Power Tag A9MEM1570) yang dilengkapi dengan concentrator wireless communication-nya (Schneider Power Tag Link).



Gambar 4. Sensor Energy (PowerTag dan PowerTag Link)

Sinyal Data berjenis Modbus TCP IP dari concentrator wireless communication (Schneider Power Tag Link) akan dibaca oleh PLC (Allen-bradley 1756-L65 ControlLogix 5565) melalui Modul Card Tambahan (ProSoft MVI56E-MNET).



Gambar 5. ControlLogix 5565 dan Card MVI56E-MNET

Data yang dibaca oleh PLC ini kemudian akan dibaca oleh Komputer Server yang terinstall NodeRED sehingga dapat menampilkan ke Dashboard (NodeRED). Dashboard ini dapat dibuka di seluruh komputer jaringan kantor di Plant CPBL PT. Adaro Indonesia (Site Kelanis) dengan cara membuka Web Browser, kemudian dilanjutkan mengakses IP/Alamat server NodeRED (Laksmi, 2024).



Gambar 6. Contoh Dashboard NodeRED



KAJIAN PUSTAKA

Magnet Separator

Magnet Separator pada berbagai industri, umumnya digunakan untuk memisahkan produk mentah atau produk jadi dari kontaminasi logam/metal. Dengan Magnet Separator ini kontaminasi logam/metal dapat tertarik ke arah magnet sedangkan produk jadi atau mentah tetap berjalan di jalur produksi berbagai industry.

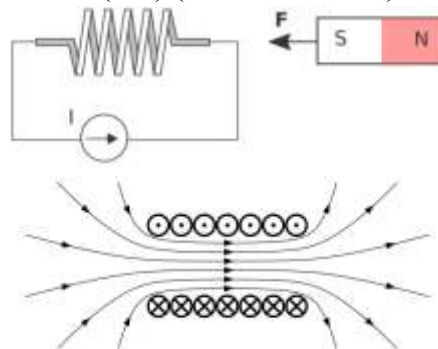


Gambar 7. Magnet Separator di atas Conveyor

Pada industri pertambangan (khususnya Batubara), magnet separator umumnya dipasang pada sebelum crusher, maupun sebelum Batubara keluar dari area pengolahan Batubara (dimuat ke tongkang/transportasi lain). Tujuan Magnet Separator dipasang sebelum Crusher (mesin peremuk Batubara) adalah untuk menghindari rusaknya gigi crusher karena kontaminasi logam berat. Sedangkan tujuan Magnet Separator dipasang di sebelum Batubara keluar dari area pengolahan Batubara (dimuat ke tongkang/transportasi lain) adalah agar menjaga kualitas Batubara, sehingga conveyor atau peralatan pembeli tidak terjadi kerusakan akibat kontaminasi logam didalam Batubara yang dibelinya (Agus Santoso, 2022).

Medan Elektromagnetik

Medan Elektromagnet merupakan medan magnet yang diciptakan dari Listrik. Dimana untuk menghasilkan Medan Magnet Searah maka memerlukan Sebuah Kumparan Tembaga yang di aliri Listrik Searah (DC) (Steven W.,2018)



Gambar 8. Elektromagnet dari kumparan yang di aliri Listrik DC

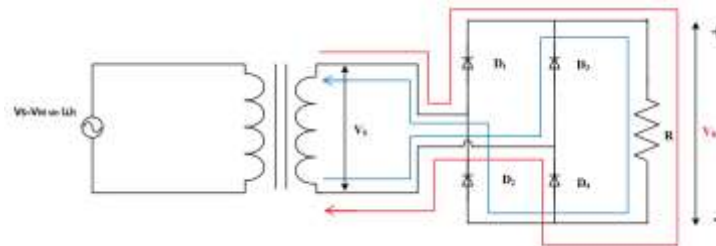
Rectifier

Rectifier (Penyearah) merupakan rangkaian yang digunakan untuk mengubah tegangan arus bolak-balik (AC) menjadi tegangan arus searah (DC).

1. Rectifier 1 Fasa



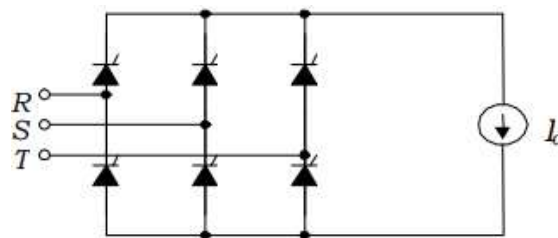
Rectifier 1 Fasa menggunakan 4 buah dioda yang disusun menjadi rangkaian dioda bridge (Jain, 2018). Gambar skema rangkaian penyearah dengan dioda bridge dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 9. Rangkaian Rectifier 1 Fasa

2. Rectifier 3 Fasa

Rectifier 3 Fasa menggunakan 6 buah dioda yang disusun menjadi rangkaian dioda bridge (Jain, 2018).. Gambar skema rangkaian penyearah dengan dioda bridge dapat dilihat pada Gambar dibawah ini. Rectifier Magnet Separator menggunakan jenis Rectifier 3 Fasa yang dilengkapi dengan fuse



Gambar 10. Rangkaian Rectifier 3 Fasa

PLC

PLC sering digunakan dalam berbagai industry seperti manufaktur, otomasi industri, serta control proses. Beberapa metode pemrograman yang umum digunakan oleh PLC diantaranya ladder diagram, dan function block diagram. PLC juga sudah dilengkapi dengan modul-modul komunikasi seperti RS232, RS485, Ethernet, serta port USB untuk berkomunikasi dengan perangkat lainnya (Abdul Muchlis, 2024).



Gambar 11. PLC dan Aksessorisnya

Komunikasi Modbus TCP IP

Protokol komunikasi Modbus TCP/IP telah digunakan secara luas dalam industri untuk menghubungkan perangkat-perangkat suatu sistem kontrol. Komunikasi Modbus dapat dilakukan dengan perantara kabel Ethernet ataupun jaringan Wi-Fi dengan memanfaatkan komunikasi Modbus TCP/IP. Pengiriman Data Modbus dapat dilakukan didalam jaringan local maupun internet. Komunikasi ModbusTCP/IP digunakan untuk mentransfer data antara



perangkat elektronik melalui jaringan TCP/IP. ModbusTCP/IP menggunakan model komunikasi client/server, Dimana master bertindak sebagai client sementara slave bertindak sebagai sever. Protokol Modbus TCP/IP mendukung beberapa jenis fungsi, seperti membaca dan menulis data (input dan output), membaca status register, mengendalikan perangkat, dan lainnya. Dengan system Modbus protocol TCP/IP dapat memungkinkan untuk komunikasi antar device dan menunjukkan data yang realtime. Dalam pengembangan aplikasi Modbus TCP/IP, perlu untuk memperhatikan konfigurasi perangkat, pengaturan Alamat IP dan port, serta pemrograman untuk mengimplementasikan fungsi Modbus yang sesuai (Tosin, 2021).



Gambar 12. Simbol Modbus

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Rancang Bangun sesuai dengan dibawah ini dimana penelitian dimulai dari pengumpulan data, perancangan sistem, perancangan perangkat keras, implementasi, pembuatan perangkat lunak, pengujian, dan kesimpulan.

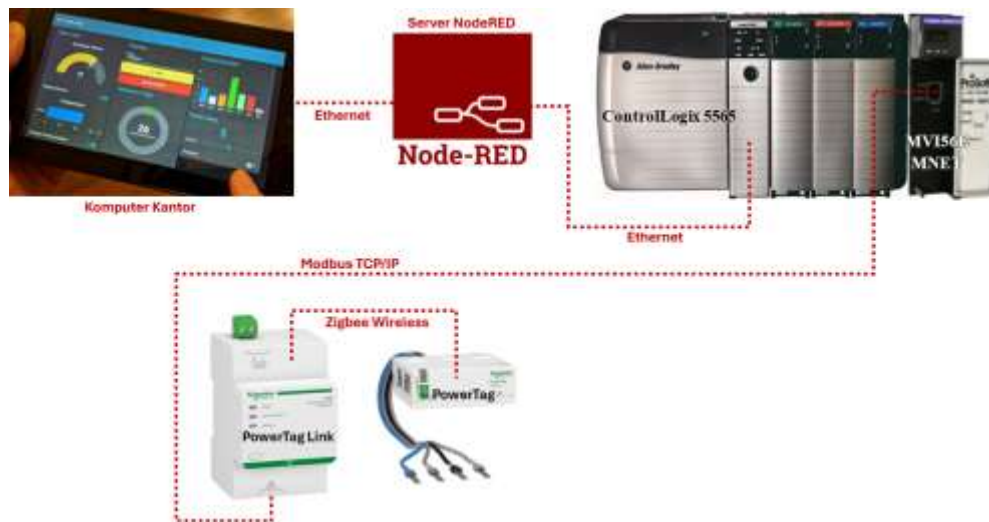


Gambar 13. Flowchart Metode Rancang Bangun

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Sistem

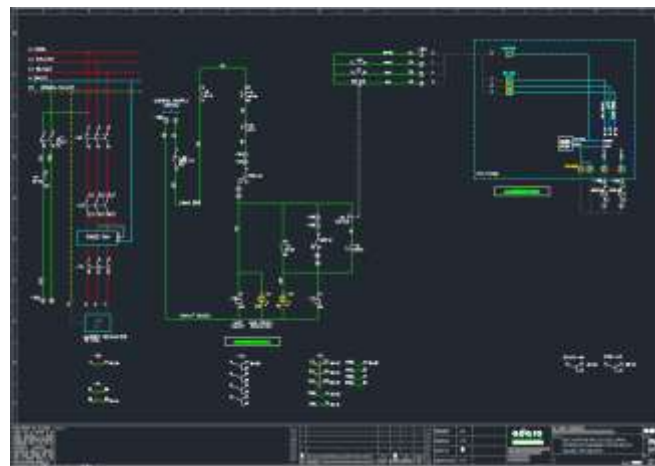
Perancangan Sistem Monitoring dari mulai Sensor Energy, PLC, Server NodeRED sampai ke Dashboard monitoring di Komputer Kantor sesuai dengan gambar dibawah ini.



Gambar 14. Sistem Monitoring Magnet Separator

a. **Perancangan Perangkat Keras, Implementasi dan Pembuatan Perangkat Lunak**

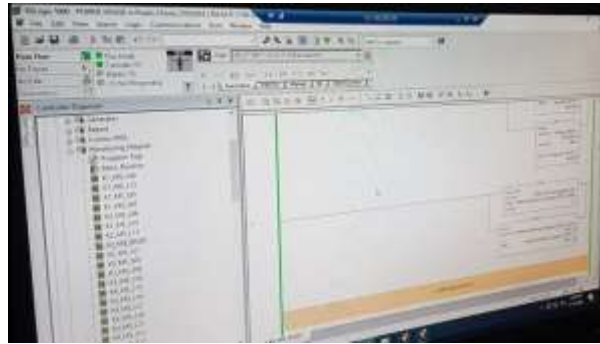
Perancangan Perangkat Keras dimulai dari Drawing dari Instalasi Kelistrikan Sensor Energy. Setelah itu dilanjutkan **Implementasi** Instalasi Sensor Energy. Terakhir dilakukan **Pembuatan Perangkat Lunak**, yaitu; Programming PLC dan Programming Dashboard NodeRED.



Gambar 15. Drawing Instalasi Kelistrikan Sensor Energy



Gambar 16. Instalasi Sensor Energy



Gambar 17. Programming PLC



Gambar 18. Programming Dashboard NodeRED

b. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan memutus koneksi salah satu fasa dari suplai listrik 3 fasa yang mengarah ke Rectifier Magnet Separator sehingga sistem monitoring mampu mendeteksi adanya fuse putus yang ditandai dengan Arus 0A, seperti -yang dapat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 19. Tes Sistem Monitoring dan Pendeteksian Fuse Putus

KESIMPULAN

- Sistem Monitoring Magnet Separator dapat diimplementasikan yang mana dashboard-nya dapat dibuka di semua komputer kantor yang terkoneksi dengan jaringan kantor.
- Sistem Komunikasi Data dari awal Wireless Sigbee, Modbus TCP/IP dan Ethernet dapat diimplementasikan dengan baik.
- Sensor Energy mampu mengirimkan hasil pengukuran tegangan dan arus dengan baik.
- PLC mampu membaca data dari sensor energy dengan komunikasi Modbus TCP/IP.



- e. NodeRED dapat membaca data dari PLC dengan komunikasi dengan Ethernet dan bekerja sesuai dengan fungsi Dashboard dengan baik.
- f. Dengan adanya system monitoring ini maka tim dapat mengurangi waktu untuk inspeksi/pengecekan magnet separator yang awalnya 735 menit (35 menit x 21 lokasi) hanya menjadi 1 menit, karena dapat langsung melihat semua parameter magnet di semua lokasi Magnet Separator.
- g. Aspek Safety Risk karena Pengecekan/Inspeksi sebelumnya yang dilakukan pada saat live/bertegangan dapat dihilangkan.
- h. Kerusakan Gigi Crusher atau terkirimnya kontaminasi metal/logam ke buyer dapat dihindari karena Performance Magnet Separator dapat dioptimalkan.

SARAN

- a. Menambahkan Alarm/Notifikasi ke Client Tertentu dalam bentuk email/chat whatsapp jika terdapat alarm fuse putus yang ditandai dengan salah satu fasa mengalami 0 A pada pembacaannya.
- b. Membuat Sistem Efisiensi Energy yang akan memberikan notifikasi ke tim operasional untuk mematikan Magnet Separator saat jalur produksi pengolahan batubara sedang tidak beroperasi. Kemudian dilakukan penghitungan kWh menggunakan Sensor Energy yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Jain, T. (2018). Diagnosis Kesalahan untuk Gangguan Sirkuit Terbuka dalam Penyearah 3-Fase Tidak Terkendali dari Sistem Konversi Tenaga Energi Angin. Konferensi Internasional tentang Kontrol, Otomasi, Robotika, dan Visi (ICARCV) (hlm. 92-97). IEEE Mengeksplorasi.
- Laksmi, Nur Vidia (2024). Monitoring battery charging using Node-RED. Vokasi Unesa Bulletin of Engineering, Technology and Applied Science (VUBETA). Vol. 1, No. 1, Month 2024, pp. 1~13.
- Muchlis, Abdul (2024). Pengabdian Masyarakat Pengenalan Program Logic Controller (Plc) Terhadap Otomasi Industri. Jurnal Abdi Masyarakat Multidisiplin (JAMMU). Vol 3 No.1. Hal. 7-10.
- Santoso, Agus (2022). Analisis Keandalan Kinerja Magnet Separator Terhadap Material Logam yang Bersifat Feromagnetik di PT. Bukit Asam Tbk, Unit Pelabuhan Tarahan. Jurnal Ilmiah Teknik Elektro UML (JITRO-UML). Vol. 5, No.1,Hlm. 34-40.
- T. Tosin, "Perancangan dan Implementasi Komunikasi RS-485 Menggunakan Protokol Modbus RTU dan Modbus TCP Pada Sistem Pick-By-Light," *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, vol. 10, no. 1, pp. 85–91, Mar. 2021, doi: 10.34010/komputika.v10i1.3557.
- Teng Jonathanetal, *Sistem Pembacaan Data Power Meter Dengan Komunikas Imodbus Secara Terpusat*. Surabaya, 2019.