



Rancang Bangun Sistem Penanganan Sumbatan Material Otomatis Berbasis DCS Pada *Air Slide 394-AS3*

Tegar Rohmad Nur Razzaq¹, Sonki Prasetya^{2*}, dan Titok Pangesti Aji³

¹Program Studi Konsentrasi Rekayasa Industri Semen, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

³Electrical & Instrument Raw Mill Kiln Narogong 2, PT Solusi Bangun Indonesia Tbk, Narogong Plant

*Corresponding author E-mail address: sonki.prasetya@mesin.pnj.ac.id

Abstrak

Air slide memanfaatkan kombinasi udara dari blower dan gravitasi untuk memindahkan material serbuk halus secara efisien. Namun, air slide 394-AS3 yang beroperasi di area Raw Mill PT. Solusi Bangun Indonesia mengalami permasalahan berupa akumulasi material yang menyebabkan sumbatan, dengan frekuensi 8 kejadian dalam kurun satu tahun terakhir. Salah dua penyebab kondisi ini adalah mekanisme deteksi dan penanganan sumbatan sepenuhnya dilakukan manual oleh patroller. Penelitian ini merancang dan membangun sistem penanganan sumbatan material otomatis berbasis DCS yang mengintegrasikan pressure sensor, solenoid valve, dan Programmable Logic Controller. Sistem bekerja dengan mendeteksi penurunan tekanan di dalam air slide melalui pressure sensor, kemudian DCS memproses sinyal tersebut dan mengirimkan perintah kepada PLC untuk mengaktifkan solenoid valve secara bergantian ketika pressure sensor mendeteksi gangguan proses sehingga udara bertekanan dialirkan ke dalam air slide untuk mengurai sumbatan material secara otomatis. Pengujian sistem menunjukkan peningkatan efisiensi waktu monitoring sebesar 99,77%, dari 7 menit 8 detik menjadi 1 detik. Sistem ini berkontribusi dalam menekan frekuensi downtime akibat sumbatan material, mengurangi ketergantungan pada inspeksi manual, serta meningkatkan keandalan jalur transportasi produk raw mill secara keseluruhan.

Kata-kata kunci: Air Slide, DCS, Plug, Pressure, Purging

Abstract

Air slide utilizes a combination of air from a blower and gravity to efficiently transport fine powder materials. However, air slide 394-AS3 operating in the Raw Mill area of PT. Solusi Bangun Indonesia has experienced recurring material accumulation leading to blockages, with a frequency of 8 incidents over the past year. Two of the contributing factors are that the detection and handling of blockages were carried out entirely through manual inspection by patrollers. This study designs and implements a DCS-based automatic material blockage handling system that integrates a pressure sensor, solenoid valve, and Programmable Logic Controller. The system works by detecting pressure drops inside the air slide through the pressure sensor, after which the DCS processes the signal and sends commands to the PLC to activate the solenoid valves alternately when the pressure sensor detects a process disturbance, allowing compressed air to flow into the air slide to automatically break up the material blockage. System testing shows a 99.77% improvement in monitoring time efficiency, reducing from 7 minutes 8 seconds to 1 second. This system contributes to reducing the frequency of downtime, decreasing reliance on manual inspection, and improving the overall reliability of the raw mill product conveying line.

Keywords: Air Slide, DCS, Plug, Pressure, Purging

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. PENDAHULUAN

Raw mill merupakan salah satu unit utama dalam proses produksi semen yang berfungsi untuk melakukan pengampuran, penggilingan, pengeringan, dan transportasi bahan baku seperti batu kapur, tanah liat, pasir silika, dan pasir besi menjadi bubuk halus yang disebut *raw mix* [1]. Produk hasil penggilingan *raw mill* selanjutnya dialirkan melalui *multicyclone* dan diteruskan menggunakan sistem transportasi *air slide* menuju *blending silo*. *Air slide* merupakan peralatan transportasi material serbuk halus yang memanfaatkan prinsip fluidisasi, yaitu dengan mengalirkan udara bertekanan rendah melalui media berpori [2]. Keandalan sistem transportasi material ini menjadi faktor kritis yang secara langsung mempengaruhi kontinuitas proses produksi, karena gangguan pada jalur transportasi dapat menghambat aliran material dan berdampak pada penghentian operasi *raw mill*.

Berdasarkan data *Technical Information System* (TIS) pada gambar 1, *air slide* 394-AS3 yang menghubungkan *raw mill* dengan *blending silo* mengalami kejadian sumbatan material (*plug*) sebanyak 8 kali dalam satu tahun terakhir. Hal ini mengakibatkan *raw mill* mengalami *downtime* kumulatif selama 23,8 jam dengan rata-rata durasi penanganan 2,6 jam per kejadian. Kondisi ini menimbulkan potensi kerugian produksi senilai Rp968.112.600. Banyaknya kejadian sumbatan material disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu ketiadaan sensor pemantau kondisi di dalam *air slide* 394-AS3 yang mengharuskan *patroller* melakukan inspeksi langsung ke lokasi dengan waktu tempuh sekitar 7 menit, serta penanganan terhadap sumbatan material dilakukan sepenuhnya secara *manual* oleh *patroller*. Apabila tidak ditangani secara cepat, kondisi *plug* akan semakin parah hingga mengakibatkan penghentian operasi *raw mill* dalam durasi yang panjang.

Stopdate	Startdate	Duration (jam)	Equipment	Major cause	Reason 1	Function log	Explanation
01.11.2025 13:55:00	01.11.2025 14:52:00	0.95	304+HOUR+RA MEAL_RHR	Production and Process	394-AS3 plug up	NR.364-RM1	394-AS3 Plug up
27.10.2025 18:28:00	27.10.2025 19:14:00	0.77	304+HOUR+RA MEAL_RHR	Production and Process	394-AS3 plug up	NR.364-RM1	394 AS 3 Plug up
27.10.2025 16:03:00	27.10.2025 17:27:00	1.4	304+HOUR+RA MEAL_RHR	Production and Process	394 AS 3 Plug up	NR.364-RM1	394 AS 3 Plug up
27.10.2025 13:00:00	27.10.2025 14:52:00	1.87	304+HOUR+RA MEAL_RHR	Production and Process	394-AS3 plug up	NR.394-AS3	394-AS3 plug up
27.10.2025 04:07:00	27.10.2025 11:16:00	7.15	304+HOUR+RA MEAL_RHR	Production and Process	394-AS3 plug up & repair 314 BC1 sambungan sudah mau putus	NR.364-RM1	394-AS3 plug up & repair 314 BC1 sambungan sudah mau putus
27.10.2025 02:17:00	27.10.2025 03:40:00	1.38	304+HOUR+RA MEAL_RHR	Production and Process	394-AS3 plug up	NR.364-RM1	394-AS3 plug up
22.08.2025 00:08:00	23.08.2025 00:55:00	4.78	304+HOUR+RA MEAL_RHR	Production and Process	394-AS3 BLOCKING	NR.394-AS3	394-AS3 BLOCKING
02.03.2025 20:44:00	03.03.2025 01:04:00	4.33	304+HOUR+RA MEAL_RHR	Production and Process	394-AS3 plug up	NR.394-AS3	394-AS3 plug up

Gambar 1. Data stoplog raw mill

Beberapa penelitian telah mengkaji solusi atas permasalahan serupa. Pada penelitian sebelumnya [3] dibangun sistem monitoring *air slide* berbasis sensor sebagai *early warning* terhadap kejadian *plug* sehingga sistem dapat mengurangi durasi stop produksi. Namun demikian, penelitian tersebut masih memiliki keterbatasan, yaitu sistem yang dibangun hanya berfokus pada monitoring kondisi *air slide* tanpa dilengkapi mekanisme penanganan sumbatan secara otomatis ketika kondisi *plug* terdeteksi. Pada penelitian lainnya [4] dibuat sebuah sistem yang dapat membersihkan sumbatan pada jalur produksi tembakau. Penelitian tersebut membuktikan bahwa mekanisme *purging valve* menggunakan udara bertekanan efektif dalam mengurai sumbatan material pada jalur penyalur. Tetapi, sistem *purging* tersebut hanya diimplementasikan pada pipa penyalur.

Mengacu pada permasalahan yang telah diuraikan, diperlukan sebuah solusi berupa sistem penanganan sumbatan material yang tidak hanya mampu mendeteksi kondisi sumbatan secara otomatis, tetapi juga mengaktifkan mekanisme *purging* sebagai respons penanganan sumbatan secara otomatis. Implementasi sistem ini diharapkan dapat mempersingkat waktu *troubleshooting* serta menekan durasi *downtime*.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem penanganan sumbatan material otomatis yang terintegrasi dengan DCS. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi waktu monitoring kondisi *air slide* 394-AS3.

Lokasi Tugas Akhir

Lokasi dari penelitian ini dilakukan pada *air slide* 394-AS3 yang beroperasi di *Raw Mill* Narogong 2, seperti yang diperlihatkan kotak merah pada gambar 2 dibawah ini.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

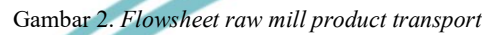
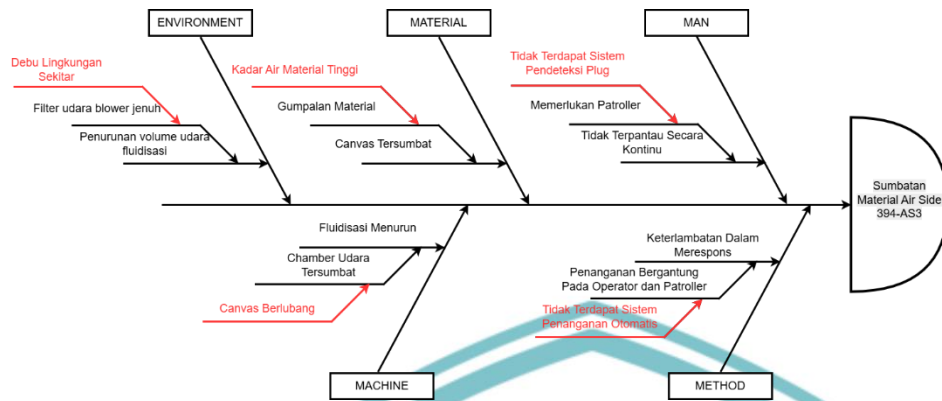


Diagram Alir Penelitian



Root Cause Analysis

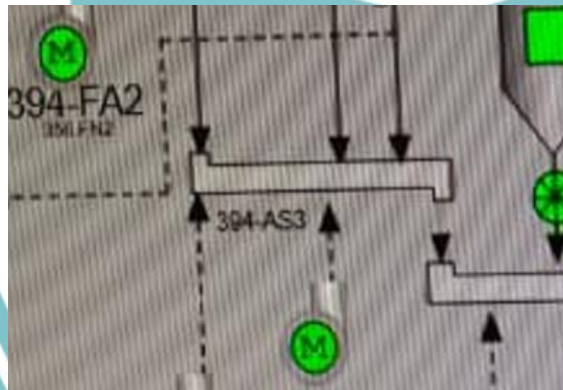
3



Gambar 4. Fishbone diagram

Analisis akar masalah menggunakan metode *fishbone* terhadap kejadian sumbatan material pada *air slide* 394-AS3 mencakup lima faktor, yaitu *man*, *machine*, *material*, *method*, dan *environment*. Dari kelima faktor tersebut, dua akar masalah utama berhasil diidentifikasi. Pertama, dari sisi *man*, *air slide* 394-AS3 tidak memiliki sistem pendeteksi *plug*, sehingga pemantauan kondisi sepenuhnya bergantung pada inspeksi manual oleh *patroller* yang tidak dapat dilakukan secara kontinu mengingat *patroller* harus memantau seluruh area pabrik. Kondisi ini berpotensi menyebabkan keterlambatan dalam pendeteksian *plug* sehingga akumulasi sumbatan material dapat semakin parah sebelum tindakan penanganan dilakukan. Kedua, dari sisi *method*, ketiadaan sistem penanganan otomatis menyebabkan penanganan terhadap kondisi *plug* sepenuhnya bergantung pada koordinasi antara *operator* CCR dan *patroller*. Terdapat kasus ketika *operator* CCR baru menyadari adanya ketidaknormalan sekitar 30 menit setelah terjadi penurunan konsumsi daya pada *bucket elevator*. Faktor *machine*, *material*, dan *environment* tidak dapat dibuktikan sebagai penyebab langsung kejadian *plug* pada *air slide* 394-AS3 berdasarkan data dan riwayat yang tersedia.

Observasi Alat

Gambar 5. Tampilan *air slide* 394-AS3 pada monitor CCR

Gambar 5 menunjukkan tampilan *air slide* 394-AS3 pada layar monitor CCR. Berdasarkan tampilan tersebut, tidak terdapat indikasi parameter apapun yang merepresentasikan kondisi di dalam *air slide* 394-AS3, selain tombol kontrol untuk mengoperasikan *blower*. Hal ini mengonfirmasi bahwa *air slide* 394-AS3 tidak dilengkapi dengan sensor yang mampu mendeteksi kondisi abnormal seperti sumbatan material secara langsung. Dalam praktik operasional yang berjalan selama ini, *operator* CCR hanya mengandalkan pemantauan konsumsi daya *bucket elevator* 394-BE1 sebagai indikasi adanya gangguan pada jalur transportasi produk *raw mill*. Namun demikian, parameter tersebut merepresentasikan kondisi keseluruhan jalur transportasi, sehingga tidak dapat secara spesifik mengidentifikasi lokasi gangguan, termasuk pada *air slide* 394-AS3.

Diskusi

Tahap wawancara dan diskusi dilakukan dengan beberapa pihak terkait, meliputi *operator* CCR untuk mengidentifikasi parameter yang dapat digunakan dalam mendeteksi *plug* pada jalur transportasi *air slide*, serta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



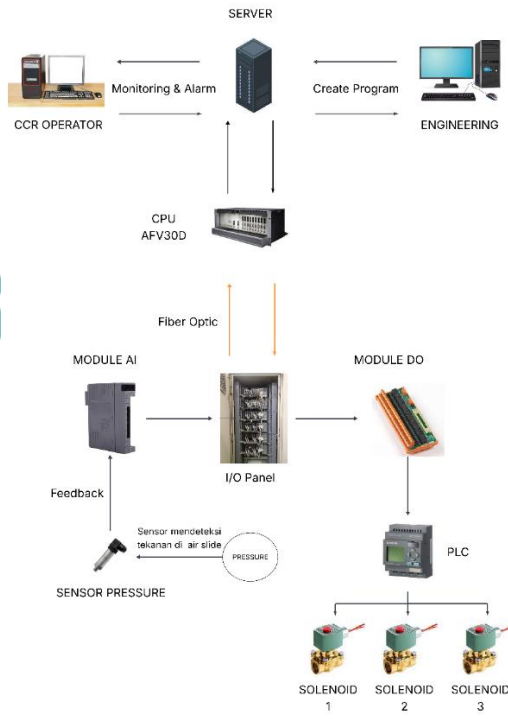
Hak Cipta: © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

patroller untuk memahami penyebab dan prosedur *troubleshoot* ketika terjadi sumbatan material. Diskusi dengan pembimbing lapangan dilakukan untuk menentukan komponen yang sesuai, membahas konsep sistem, serta memastikan proses fabrikasi tidak mengganggu jalannya produksi. Selain itu, bimbingan bersama dosen pembimbing dilakukan untuk menyusun sistematika laporan sesuai dengan ketentuan penulisan yang berlaku.

Perancangan

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 6. Skema sistem

Sistem kontrol penanganan sumbatan material pada *air slide* 394-AS3 dirancang secara terintegrasi berbasis DCS dengan hierarki kontrol dari tingkat manajemen hingga tingkat lapangan yang saling terhubung melalui jaringan komunikasi [7]. *Distributed Control System* (DCS) merupakan sistem kontrol yang terdiri atas sensor *pressure transmitter*, kontroler, serta komputer yang didistribusikan pada berbagai bagian *plant* untuk melakukan pengendalian dan pengawasan proses industri[8]. Seperti yang diperlihatkan gambar 6, Pada tingkat atas, server berfungsi sebagai pusat pengelolaan data yang terhubung dengan *operator* CCR untuk keperluan monitoring dan penerimaan *alarm*, serta pihak *engineering* untuk pengelolaan program sistem[9]. Perintah dari server diteruskan ke CPU AFV30D sebagai unit pemroses utama yang mengendalikan seluruh logika sistem melalui jaringan *fiber optic* menuju *I/O panel*. *I/O panel* dilengkapi dengan modul *Analog Input* (AI) untuk menerima sinyal dari *pressure sensor* yang terpasang pada *air slide*, serta modul *Digital Output* (DO) untuk mengirimkan perintah aktivasi kepada PLC. PLC selanjutnya mengendalikan tiga *solenoid valve* yang bekerja secara bergantian untuk mengalirkan udara bertekanan sebagai mekanisme penguraian sumbatan material di sepanjang *air slide* 394-AS3. Sistem dapat dijalankan secara *manual* di lokal, *manual* melalui *operator* CCR, dan otomatis berdasarkan nilai parameter proses tekanan *air slide* 394-AS3 dari *pressure transmitter* yang mengeluarkan sinyal 4-20mA [10] dan konsumsi daya *bucket elevator* 394-BE1.

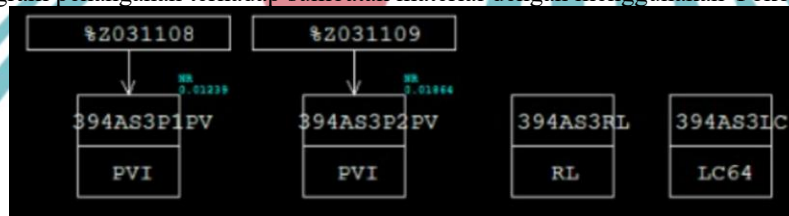
Penelitian ini menggunakan beberapa komponen utama yang saling terintegrasi dalam membangun sistem penanganan sumbatan material otomatis. Komponen pertama adalah *pressure sensor* Schun Technology SPT-100 dengan rentang pengukuran 0–2,5 bar dan sinyal keluaran 4–20 mA. Komponen kedua adalah *solenoid valve* ASCO 8210G026 dengan tegangan kerja 110 VAC. Komponen ketiga adalah PLC Siemens LOGO 230RC yang dilengkapi dengan *display* program. Keseluruhan sistem diintegrasikan dan dikendalikan melalui *Distributed Control System* (DCS) Yokogawa CENTUM VP dengan unit pemroses CPU AFV30D yang menghubungkan seluruh komponen melalui jaringan *fiber optic*. Dalam proses perancangan dan implementasi sistem, digunakan tiga perangkat lunak utama, yaitu Yokogawa CENTUM VP untuk pemrograman logika kontrol dan antarmuka HMI pada layar monitor CCR, AutoCAD 2D untuk perancangan *wiring*, serta AutoCAD Plant 3D untuk perancangan jalur perpipaan sistem *purging*.

Pembuatan

Proses pembuatan sistem pada *air slide* 394-AS3 dilaksanakan melalui tiga tahap utama. Tahap pertama adalah pemasangan *pressure sensor* pada *air slide* 394-AS3. Sensor dipasang pada dua titik, yaitu sisi timur dan sisi barat *air slide*, kemudian dihubungkan ke modul *Analog Input* pada *I/O panel* DCS melalui kabel sinyal 4–20 mA yang diinstalasi di sepanjang jalur kabel yang tersedia. Tahap kedua adalah pembuatan panel lokal yang berfungsi sebagai pusat instalasi komponen kontrol sistem. Panel lokal difabrikasi dengan memasang *DIN rail* sebagai penopang komponen utama meliputi PLC, relay, dan *terminal block* pada sisi internal panel, serta *push button*, selektor, dan lampu indikasi pada pintu panel sebagai antarmuka operasi langsung di lapangan. Tahap ketiga adalah pembuatan jalur angin yang merupakan sistem perpipaan udara bertekanan yang menghubungkan sumber udara pabrik dengan tiga titik *solenoid valve* yang terpasang di sepanjang *air slide* 394-AS3. Jalur angin dirancang menggunakan pipa galvanis berdiameter $\frac{3}{4}$ inch dengan total panjang 37 meter, yang diinstalasi berdasarkan *isometric drawing* yang telah dirancang menggunakan AutoCAD Plant 3D. Ketiga *solenoid valve* ditempatkan pada bagian awal, tengah, dan akhir *air slide* untuk memastikan distribusi udara *purging* merata di sepanjang jalur transportasi material.

Implementasi Program

Pada bagian implementasi dijelaskan mengenai proses pembuatan program sinyal untuk monitoring kondisi *air slide* dan program penanganan terhadap sumbatan material dengan menggunakan Yokogawa.



Gambar 7. Function block DCS

Gambar 7 menunjukkan *function block* pada pemrograman sistem DCS Yokogawa CENTUM VP yang dilakukan dalam dua tahap utama. Tahap pertama adalah pemrograman pembacaan *pressure sensor* menggunakan *function block* PVI yang dihubungkan dengan *link block* PIO untuk mendefinisikan alamat sensor pada modul *Analog Input*. Rentang pembacaan sensor dikonfigurasi melalui *Function Block Detail Builder* agar sesuai dengan spesifikasi sensor yang digunakan.

Tahap kedua adalah pemrograman logika kontrol *digital output* menggunakan *block* LC64 dan *block* RL. *Block* LC64 berfungsi mengimplementasikan logika biner sebagai dasar pengambilan keputusan sistem, sedangkan *block* RL mendefinisikan nilai komparator untuk evaluasi kondisi parameter. Logika kontrol dikembangkan menggunakan gerbang logika AND, OR, dan NOT.



Gambar 8. Tampilan sistem pada HMI CCR

Hasil antarmuka sistem pada layar monitor CCR ditampilkan pada gambar 8. Antarmuka mencakup indikator mode operasi *auto/manual*, status kontrol *on/off*, nilai pembacaan *pressure sensor*, serta teks peringatan otomatis ketika nilai parameter tekanan *air slide* berada di bawah 0,005 bar atau konsumsi daya *bucket elevator* di bawah 90 kW.



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Coba Pembacaan *Pressure Sensor*

Pengujian fungsional pembacaan *pressure sensor* dilakukan untuk memverifikasi bahwa sensor yang terpasang pada *air slide* 394-AS3 dapat membaca tekanan dan menampilkan nilai pembacaan secara *real-time* pada layar monitor CCR. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor berhasil menampilkan perubahan nilai tekanan secara dinamis setiap detiknya melalui halaman *Product Convey* pada sistem DCS, sekaligus terekam pada fitur tren di *Technical Information System* (TIS) dengan representasi grafik kuning untuk sensor sisi timur dan grafik biru untuk sensor sisi barat seperti pada gambar 9.

Pengujian dilanjutkan dengan simulasi kondisi *plug* yang dilakukan pada pukul 11.12 tanggal 24 April 2026 dengan menutup *valve* jalur sensor secara manual. Berdasarkan hasil pengujian, sensor berhasil mendeteksi penurunan nilai tekanan secara signifikan hingga di bawah 0,005 bar, sebagaimana ditunjukkan oleh pola penurunan pada grafik kuning. Kondisi tersebut mengonfirmasi bahwa sistem mampu mengidentifikasi kondisi *plug* pada *air slide* 394-AS3 secara akurat berdasarkan perubahan nilai tekanan yang terdeteksi oleh sensor.



Gambar 9. Grafik TIS pembacaan *pressure sensor*

Uji Coba Perbandingan Waktu Monitoring

Pengujian efisiensi waktu monitoring dilakukan untuk membandingkan waktu yang dibutuhkan dalam pemantauan kondisi *air slide* 394-AS3 sebelum dan sesudah implementasi sistem. Sebelum implementasi, proses monitoring dilakukan secara manual oleh *patroller*. Berdasarkan hasil pengukuran, *patroller* membutuhkan waktu 7 menit 8 detik untuk menyelesaikan proses inspeksi tersebut dengan berjalan dari pos produksi menuju *air slide* 394-AS3. Setelah implementasi sistem, *operator* CCR hanya membutuhkan waktu kurang lebih 1 detik untuk memantau kondisi *air slide* 394-AS3 melalui layar monitor CCR tanpa harus melakukan pengecekan langsung ke area produksi. Berdasarkan data tersebut, diperoleh efisiensi waktu monitoring menggunakan persamaan (1) berikut[11]:

$$\text{Efisiensi} = \frac{t_{\text{sebelum}} - t_{\text{sesudah}}}{t_{\text{sebelum}}} \times 100\% \quad (1)$$

Dengan:

t_{sebelum} : Waktu sebelum pemasangan

t_{sesudah} : Waktu sesudah pemasangan

Berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan (1), implementasi sistem monitoring berbasis DCS menghasilkan peningkatan efisiensi waktu monitoring sebesar 99,77%, yang membuktikan bahwa sistem secara signifikan mempercepat proses pemantauan kondisi *air slide* 394-AS3 bagi *operator* CCR maupun *patroller*.

Uji Coba Sistem Kerja Penanganan Material

Pengujian sistem kerja dilakukan dalam empat skenario untuk memverifikasi bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sesuai perancangan. Pertama, pengujian *manual* lokal dilakukan dengan memutar *selector switch* ke posisi kontrol lokal kemudian menekan tombol *start* pada panel. Hasil pengujian menunjukkan lampu indikasi dan PLC berhasil aktif, dan sistem berhenti ketika tombol *stop* ditekan.

Kedua, pengujian *manual remote* dilakukan dengan memberikan perintah aktivasi melalui antarmuka DCS di CCR. Hasil pengujian menunjukkan bahwa PLC di panel lokal berhasil merespons perintah dari CCR, yang ditandai dengan indikator berwarna hijau ketika sistem aktif dan merah ketika sistem dihentikan.

Ketiga, pengujian *auto remote* dilakukan dengan mensimulasikan kondisi *plug* menggunakan mode *cal* pada sistem DCS untuk menginputkan nilai tekanan di bawah batas yang telah ditetapkan. Ketika nilai pembacaan *pressure sensor* menunjukkan angka 0,004 bar, sistem kontrol *purging* berhasil aktif secara otomatis disertai teks peringatan pada layar monitor CCR, yang mengonfirmasi bahwa logika kontrol DCS telah berjalan sesuai perancangan seperti yang ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10. Pengujian sistem kerja

Keempat, pengujian parameter PLC dilakukan dengan mengkonfigurasi nilai *off time* sebesar 2 detik, *on time* sebesar 5 detik, dan jumlah *output* aktif sebanyak 3 titik *solenoid valve*. Hasil pengujian menggunakan *test pen* mengonfirmasi bahwa PLC berhasil mengirimkan tegangan secara berurutan ke seluruh *solenoid valve*, yang ditandai dengan indikasi cahaya merah pada setiap terminal serta suara aktivasi koil pada masing-masing *solenoid valve*.

Pembahasan

Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa sistem berhasil memenuhi seluruh tujuan yang telah ditetapkan. Dari segi monitoring, implementasi *pressure sensor* yang terintegrasi dengan sistem DCS berhasil meningkatkan efisiensi waktu pemantauan kondisi *air slide* sebesar 99,77%, dari 7 menit 8 detik melalui inspeksi manual menjadi 1 detik melalui layar monitor CCR. Capaian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang membangun sistem monitoring *air slide* berbasis sensor sebagai *early warning* terhadap kejadian *plug* [3]. Namun demikian, sistem yang dibangun pada penelitian ini memiliki keunggulan, yaitu tidak hanya menyediakan fungsi monitoring secara *real-time*, tetapi juga dilengkapi dengan mekanisme penanganan sumbatan secara otomatis melalui aktivasi siklus *purging*.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan, pemasangan, dan pengujian alat sistem penanganan sumbatan material otomatis berbasis DCS pada *air slide* 394-AS3, maka kesimpulan yang dapat dihasilkan dari penelitian ini adalah:

1. Sistem penanganan sumbatan material otomatis pada *air slide* 394-AS3 berhasil dirancang dan dibangun dengan mengintegrasikan *pressure sensor* SPT-100, *solenoid valve* ASCO, dan PLC Siemens LOGO yang dikendalikan melalui DCS Yokogawa CENTUM VP dan ditampilkan melalui layar operator CCR serta penyimpanan data dalam *Technical Information System* (TIS) untuk mempermudah analisis. Seluruh skenario pengujian sistem kerja, meliputi *manual* lokal, *manual remote*, *auto remote*, dan konfigurasi parameter PLC, menunjukkan bahwa sistem berhasil berjalan sesuai dengan perancangan yang telah ditetapkan.
2. Implementasi sistem monitoring berbasis DCS berhasil meningkatkan efisiensi waktu monitoring kondisi *air slide* 394-AS3 sebesar 99,77%, dari 7 menit 8 detik melalui inspeksi manual oleh *patroller* menjadi 1 detik melalui layar monitor CCR.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk. atas dukungan finansialnya pada penelitian ini dan Politeknik Negeri Jakarta atas dukungannya dalam keikutsertaan dalam kegiatan ilmiah



ini. Penulis juga berterima kasih kepada dosen pembimbing dan *team Electric & Instrument Raw Mill Kiln Nar* 2 atas dukungan dan arahan yang telah diberikan selama proses pengerjaan.

REFERENSI

- [1] F. A. Putri, K. Sa, and F. Wibowo, "EVALUASI EFISIENSI KINERJA RAW MILL INDARUNG VI PT SEMEN PADANG," vol. 10, no. 9, pp. 370–381, 2024.
- [2] F. Werner, "Air-slides," vol. 8.
- [3] R. A. Kurniawan, S. Prasetya, and A. Abadi, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Flow Material Pada Inlet Separator Berbasis DCS untuk Menjaga Kestabilan Quality Product pada Semen EzPro," pp. 1–10, 2024.
- [4] L. B. Setyawan, "Simulasi Sistem Purging valve Pipa Penyalur Tembakau pada Industri Rokok di PT . Djarum Kudus," pp. 51–64, 2019.
- [5] N. Sembiring and Sawaluddin, "Identifikasi Masalah dengan Fishbone Diagram Terhadap Upaya Peningkatan Kapasitas Produksi Menggunakan Analisis SWOT pada PT Semen Padang TALENTA Conference Series Identifikasi Masalah dengan Fishbone Diagram Terhadap Upaya Peningkatan Kapasitas Produksi," vol. 2, no. 3, 2019, doi: 10.32734/ee.v2i3.761.
- [6] F. Faturahman and Rendiyatna Ferdian, "PENERAPAN METODE ROOT CAUSE ANALYSIS DAN PENDEKATAN PLAN, DO, CHECK, ACTION PADA MESIN TIN SEALER UNTUK MENGENDALIKAN KUALITAS PRODUK PT XYZ," vol. 7, no. 12, 2022.
- [7] A. R. SIGIT, "PENGUNAAN DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM SEBAGAI SISTEM PENGONTROLAN KETINGGIAN AIR PADA MINIATUR BENDUNGAN," 2018.
- [8] K. V. S. Srinidhi, "Distributed Control Systems & it ' s Industrial Applications," vol. 9, no. 1, pp. 15–19, 2020.
- [9] M. Fitra, "Distributed control system (dcs) pada area multifuel boiler (mb)-24," 2025.
- [10] L. A. Fatimah and Rahmat Hidayat, "Analisis Hasil Studi Kasus Kalibrasi Pressure Transmitter dengan Metode Zero Calibration," *J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 1, 2024.
- [11] E. Rusnita and F. H. Prabowo, "Peningkatan Efisiensi Waktu Proses Produksi Sample Menggunakan Mesin Laser Berbasis Value Stream Mapping (VSM)," no. 2, pp. 98–112, 2025.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA