

Perancangan dan Pemasangan Sistem DCS pada *Vaccum Pan* dalam Otomatisasi Proses Produksi Gula

Muhammad Subhan Aditya*, Didik Aribowo, Probo Sasongko

Jurusan Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Ciwaru Raya, Cipare, Kec. Serang, Kota Serang, Banten 42117
E-mail: 2283230027@untirta.ac.id*

Abstract

This study focuses on the design and installation of a Distributed Control System (DCS) for the vacuum pan unit as part of the automation of sugar production processes. The vacuum pan plays a critical role in the crystallization stage, where precise control of parameters such as temperature, pressure, and vacuum level is essential to ensure product quality. By implementing DCS, these parameters can be monitored and controlled automatically, in real time, and in an integrated manner, resulting in more consistent sugar crystallization and improved energy efficiency. The research methodology combines literature review, field observation, and interviews with relevant stakeholders to provide a comprehensive understanding of system requirements and implementation. The design process includes instrument mapping, cable routing, panel termination, and integration with I/O modules and operator interfaces in the Central Control Room (CCR). The results demonstrate that the DCS enhances operational reliability, reduces dependence on manual control, and supports the sustainable operation of sugar factories.

Keywords: Distributed Control System, Otomation Industry, Smart Factory, efficiency

Abstrak

Penelitian ini membahas perancangan dan pemasangan sistem Distributed Control System (DCS) pada unit vacuum pan sebagai bagian dari upaya otomatisasi proses produksi gula. Vacuum pan merupakan salah satu tahap kritis dalam kristalisasi gula yang membutuhkan pengendalian parameter proses secara presisi, seperti suhu, tekanan, dan tingkat vakum. Dengan penerapan DCS, pengendalian parameter tersebut dapat dilakukan secara otomatis, real-time, dan terintegrasi, sehingga kualitas kristalisasi gula lebih konsisten dan efisiensi energi dapat ditingkatkan. Metode penelitian yang digunakan meliputi studi literatur, observasi lapangan, serta wawancara dengan pihak terkait untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai kebutuhan sistem dan implementasinya. Proses perancangan mencakup pemetaan instrumen lapangan, penarikan kabel, terminasi panel, hingga integrasi dengan modul I/O dan antarmuka operator di Central Control Room (CCR). Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem DCS mampu meningkatkan keandalan operasi, mengurangi ketergantungan pada pengendalian manual, serta mendukung keberlanjutan operasional pabrik gula.

Kata kunci: Distributed Control System, Otomation Industry, Smart Factory, efficiency

1. Pendahuluan

Industri gula adalah salah satu sektor vital yang berperan dalam memenuhi kebutuhan pangan nasional. Permintaan gula yang terus meningkat menuntut pabrik gula untuk meningkatkan kapasitas produksi sekaligus menjaga konsistensi mutu produk. Namun, proses produksi gula yang melibatkan tahapan kompleks mulai dari pengolahan nira, pemurnian, evaporasi, kristalisasi, hingga pengepakan sering menghadapi kendala berupa inefisiensi operasional, keterlambatan pengendalian, serta

potensi kesalahan manusia (human error). Kondisi ini menegaskan perlunya penerapan sistem otomasi yang andal dan terintegrasi [1], [2].

Distributed Control System atau DCS adalah sebuah sistem kendali dalam industri yang dirancang untuk mengatur, memantau, dan mengoptimalkan proses produksi secara otomatis dengan cara mendistribusikan fungsi kontrol ke berbagai unit pengendali. Tidak seperti sistem kontrol konvensional yang terpusat pada satu pengendali utama, DCS membagi peran pengendalian ke dalam beberapa controller yang ditempatkan dekat dengan proses yang

dikendalikan. Meskipun tersebar, seluruh unit tersebut tetap terhubung melalui jaringan komunikasi sehingga dapat diawasi dan dikendalikan secara terintegrasi dari ruang control [3], [4].

Distributed Control System (DCS) hadir sebagai solusi modern dalam otomasi industri, termasuk pada pabrik gula. Berbeda dengan sistem kontrol konvensional yang terpusat, DCS mendistribusikan fungsi kendali ke berbagai unit proses sehingga mampu meningkatkan keandalan, fleksibilitas, serta kemudahan pemantauan secara real-time. Melalui integrasi DCS, parameter-parameter penting seperti suhu, tekanan, aliran, dan level cairan dapat dikendalikan secara presisi, sehingga efisiensi energi dan kestabilan kualitas produk dapat tercapai. [5], [6].

Perancangan dan integrasi sistem DCS dalam proses produksi gula tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan produktivitas, tetapi juga mendukung transformasi digital industri menuju konsep *smart factory*. Dengan adanya sistem ini, operator dapat melakukan monitoring dan pengendalian dari satu pusat kendali, mengurangi ketergantungan pada intervensi manual, serta mempercepat respons terhadap perubahan kondisi proses [7], [8].

Distributed Control System (DCS) hadir sebagai solusi modern dalam otomasi industri, termasuk pada pabrik gula. Berbeda dengan sistem kontrol konvensional yang terpusat, DCS mendistribusikan fungsi kendali ke berbagai unit proses sehingga mampu meningkatkan keandalan, fleksibilitas, serta kemudahan pemantauan secara real-time. Melalui integrasi DCS, parameter-parameter penting seperti suhu, tekanan, aliran, dan level cairan dapat dikendalikan secara presisi, sehingga efisiensi energi dan kestabilan kualitas produk dapat tercapai [9], [10].

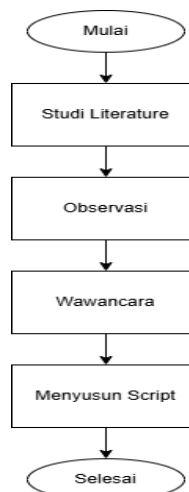
Induksi keselamatan, juga dikenal dengan safety induction adalah program yang mengajarkan dasar-dasar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) kepada kontraktor, pekerja baru, dan tamu di tempat kerja, terutama di gedung bertingkat tinggi. Program safety induction merupakan kegiatan penginformasian keselamatan yang diberikan kepada tenaga kerja baru, tamu atau pihak-pihak yang terlibat dalam kegiatan perusahaan. Tujuan dari safety induction adalah untuk mengkomunikasikan bahaya-bahaya yang terdapat selama pekerjaan/kunjungan, sehingga diketahui tindakan pengendalian terhadap bahaya tersebut [11], [12].

Perancangan dan integrasi sistem DCS dalam proses produksi gula tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan produktivitas, tetapi juga mendukung transformasi digital industri menuju konsep *smart factory*. Dengan adanya sistem ini,

operator dapat melakukan monitoring dan pengendalian dari satu pusat kendali, mengurangi ketergantungan pada intervensi manual, serta mempercepat respons terhadap perubahan kondisi proses [13], [14].

2. Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan selama satu bulan, mulai dari 7 Juli 2025 hingga 7 Agustus 2025 di PT. Duta Sugar International dengan melakukan observasi terhadap peralatan sistem kendali DCS (Distributed Control System) pada vacuum pan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif. Metode ini dipilih karena berfokus pada pemahaman fungsi sistem kendali secara menyeluruh, bukan pengujian numerik, sehingga dapat menggambarkan keterkaitan Scada, sistem DCS (Distributed Control System), dan sensor *lainnya* sesuai kondisi nyata di lapangan.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari tiga pendekatan: Observasi dilakukan secara langsung pada objek penelitian untuk memperoleh gambaran faktual mengenai aktivitas dan proses yang berlangsung. Seluruh hasil pengamatan dicatat secara sistematis agar dapat dianalisis secara komprehensif.

Selain itu, wawancara dilaksanakan dengan menggunakan format semi-terstruktur. Responden dipilih secara purposif, yakni individu yang memiliki pengalaman dan pengetahuan relevan dengan topik penelitian. Teknik ini memungkinkan peneliti untuk menggali informasi secara mendalam, sekaligus memberikan fleksibilitas bagi responden dalam menyampaikan pandangan mereka. Hasil wawancara kemudian ditranskrip dan dianalisis untuk menemukan pola,

tema, serta informasi penting yang mendukung tujuan penelitian.

Studi literatur digunakan untuk memperkuat landasan teoritis dan membandingkan temuan lapangan dengan penelitian terdahulu. Sumber yang ditelaah meliputi buku, artikel jurnal, laporan penelitian, serta dokumen resmi yang relevan. Melalui kajian pustaka, peneliti dapat mengidentifikasi celah penelitian, memperkuat argumen, serta memastikan penelitian ini memiliki kontribusi baru.

Tahapan Pengambilan Data

Tahapan dalam pengambilan data yang dilakukan oleh penulis:

1. Observasi

Observasi dilakukan secara langsung terhadap objek penelitian untuk mendapatkan gambaran faktual mengenai aktivitas dan proses yang terjadi. Semua hasil pengamatan dicatat secara sistematis supaya dapat dianalisis secara menyeluruh.

2. Wawancara

Di samping itu, wawancara dilakukan dengan pendekatan semi-terstruktur. Responden dipilih secara purposif, yaitu individu yang mempunyai pengalaman dan pengetahuan yang relevan dengan topik yang diteliti. Metode ini memudahkan peneliti untuk menggali informasi secara mendalam dan juga memberikan keleluasaan bagi responden untuk menyampaikan pendapat mereka. Hasil wawancara kemudian ditranskrip dan dianalisis demi menemukan pola, tema, serta informasi signifikan yang mendukung tujuan penelitian.

3. Studi Literatur

Digunakan untuk memperkuat dasar teoritis dan membandingkan temuan lapangan dengan hasil penelitian sebelumnya. Sumber-sumber yang ditinjau meliputi buku, artikel jurnal, laporan penelitian, serta dokumen resmi yang relevan. Melalui tinjauan pustaka, peneliti dapat menentukan celah dalam penelitian, memperkuat argumen, dan memastikan bahwa penelitian ini memberikan kontribusi yang baru.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Safety Induction

Adapun untuk sebelum melakukan pemasangan dan rancangan sistem DCS (Distributed Control System) ini melakukan kegiatan safety induction, yaitu untuk menonton

video berupa peraturan pemakaian safety pada PT. Duta Sugar International. Dalam video tersebut membahas tentang penggunaan alat pelindung diri yang harus di pakai di perusahaan tersebut, Di larang memasuki area berbahaya tanpa di dampingi oleh pembimbing lapangan, Di larang merokok dan menimbulkan percik api atau panas lainnya yang dapat menimbulkan kebakaran, mengikuti anjuran rambu-rambu keselamatan dan lalu lintas yang ada di perusahaan, mematuhi kebijakan dan prinsip LK3 yang berlaku di perusahaan tersebut. jadi yang dimaksud dengan safety induction merupakan tahap pengenalan dasar mengenai Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang diberikan kepada karyawan baru, pengunjung, kontraktor, atau siapa saja yang akan memasuki lokasi kerja. Tujuan kegiatan safety induction ini adalah untuk memastikan bahwa setiap orang menyadari kemungkinan risiko di tempat kerja, memiliki pengetahuan tentang prosedur keselamatan, serta dapat bertindak dengan benar dalam situasi darurat.



Gambar 2. Kegiatan Safety Induction

Induksi keselamatan, juga dikenal dengan safety induction adalah program yang mengajarkan dasar-dasar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) kepada kontraktor, pekerja baru, dan tamu di tempat kerja, terutama di gedung bertingkat tinggi. Program safety induction merupakan kegiatan penginformasian keselamatan yang diberikan kepada tenaga kerja baru, tamu atau pihak pihak yang terlibat dalam kegiatan perusahaan. Tujuan dari safety induction adalah untuk mengkomunikasikan bahaya-bahaya yang terdapat selama pekerjaan/kunjungan, sehingga diketahui tindakan pengendalian terhadap bahaya tersebut.

3.2. Pengambilan Panel DCS

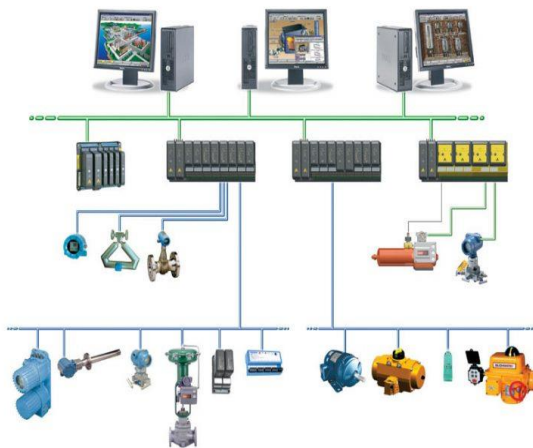
Selanjutnya melakukan pengambilan panel DCS, Selanjutnya, dilakukan proses pemindahan peralatan tersebut dengan hati-hati dan sesuai

standar keselamatan kerja, ke lantai dua Gedung Proses. Peralatan kemudian diarahkan ke ruang panel MCC, yaitu tempat sistem kontrol utama berada.



Gambar 3. Pengambilan Panel DCS

Adapun untuk dalam proses produksi pembuatan gula menggunakan proses sistem DCS (Distributed Control Systems), jadi sistem ini digunakan untuk melakukan monitoring dan pengendalian peralatan yang terdistribusi.



Gambar 4. Sistem DCS

Distributed Control System atau DCS adalah sebuah sistem kendali dalam industri yang dirancang untuk mengatur, memantau, dan mengoptimalkan proses produksi secara otomatis dengan cara mendistribusikan fungsi kontrol ke berbagai unit pengendali. Tidak seperti sistem kontrol konvensional yang terpusat pada satu pengendali utama, DCS membagi peran pengendalian ke dalam beberapa *controller* yang ditempatkan dekat dengan proses yang dikendalikan. Meskipun tersebar, seluruh unit tersebut tetap terhubung melalui jaringan komunikasi sehingga dapat diawasi dan dikendalikan secara terintegrasi dari ruang kontrol.

Sistem ini biasanya terdiri dari *controller*, modul input-output yang menghubungkan sensor dan aktuator, antarmuka manusia-mesin atau Scada yang digunakan operator untuk memantau kondisi proses, serta jaringan komunikasi yang memungkinkan pertukaran data secara real-time. Karakteristik utama DCS adalah sifatnya yang terdistribusi, terintegrasi, memiliki tingkat keandalan tinggi karena adanya redundansi, serta mudah diperluas sesuai kebutuhan industri.

Dalam praktiknya, DCS banyak digunakan di sektor-sektor yang membutuhkan pengendalian proses yang kompleks dan berkesinambungan, seperti industri minyak dan gas, pembangkit listrik, pabrik kimia, farmasi, hingga pabrik semen. Sistem ini memungkinkan operator menjaga kestabilan proses, meningkatkan efisiensi, serta meminimalkan risiko kegagalan. Dibandingkan dengan PLC yang lebih cocok untuk kontrol mesin spesifik dan cepat, DCS lebih unggul dalam mengelola proses industri yang melibatkan banyak variabel dan membutuhkan koordinasi menyeluruh.

3.3. Pembuatan *Junction Box*



Gambar 5. Pembuatan *Junction Box*

Berdasarkan pada gambar 4 merupakan kegiatan pembuatan *junction box*, adapun untuk pembuatan glending kabel untuk *junction box* ini yaitu untuk dua panel membuat glendingnya atau jalur glending kabel yang dibuat ada sekitar 40 lubang glending kabel, jadi untuk total glending kabel yang kita buat ada 80 glending.

Junction box panel adalah sebuah kotak atau wadah yang digunakan dalam instalasi listrik untuk menyatukan dan melindungi sambungan kabel atau komponen listrik lainnya. Fungsinya adalah untuk menjaga keamanan sambungan, mencegah korsleting, dan mengatur kabel agar rapi dan mudah diakses untuk pemeliharaan.

3.4. Pemasangan Kabel ke *Junction Box*

Berdasarkan pada gambar 5 merupakan pemasangan kabel ke *junction box*, proses ini dimulai dengan persiapan jalur kabel di dalam *junction box*, memastikan titik-titik koneksi telah ditandai dan dipetakan dengan tepat sebelum

dilakukan penarikan. Kabel *digital output* tersebut kemudian ditarik dari *junction box* menuju ruangan CCR (*Central Control Room*) yang terletak di lantai 2 gedung proses. Sepanjang jalur penarikan, setiap sambungan dan kelokan kabel diperiksa untuk menghindari gangguan sinyal. Dalam sistem DCS, kabel digital output yang ditarik ini nantinya akan membawa sinyal perintah dari controller di CCR menuju aktuator di lapangan, misalnya membuka katup, menyalakan pompa, atau mengaktifkan alarm. Dengan demikian, proses penarikan kabel ini bagian dari rantai kendali yang menjamin komunikasi dua arah antara lapangan dan pusat kendali berjalan lancar.



Gambar 6. Pemasangan Kabel ke Junction Box

3.5. Pemasangan Kabel Selenoid ke Panel DCS
Selanjutnya yaitu pemasangan kabel *solenoid* ke panel DCS dengan melakukan penarikan kabel yang dari solenoid valve menuju junction box lalu menuju ruang ccr room dan dimasukkan ke panel DCS A3. Untuk sebelum penarikan kabel, para tim pekerja melakukan kegiatan pengukuran kabel untuk kabel yang dibutuhkan itu untuk dari *solenoid* ke panel DCS A3 dibutuhkan 18 meter kabel. Setelah mendapatkan 18 meter kabel maka kabel siap ditarik menuju panel DCS A3.



Gambar 7. Pemasangan Kabel Selenoid ke Panel DCS

3.6. Pembuatan Marking Kabel

Selanjutnya melakukan proses pembuatan marking kabel dengan melakukan identifikasi dan

penandaan secara sistematis terhadap komponen *solenoid valve, transmitter, control valve, dan agitator/motor*.



Gambar 8. Pembuatan Marking Kabel

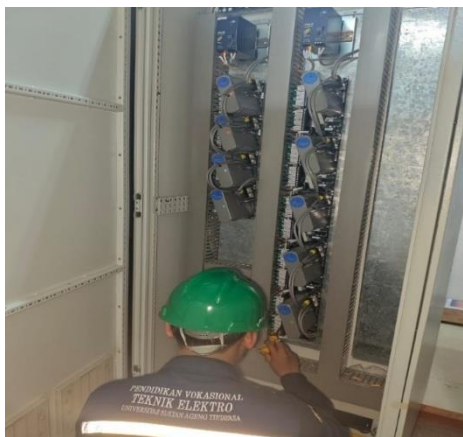
Tujuan dari aktivitas ini adalah untuk memastikan bahwa setiap komponen dapat dikenali dengan mudah, sehingga mempermudah proses instalasi, pemeliharaan, maupun troubleshooting di masa mendatang. Adapun untuk tabel penandaannya sebagai berikut:

Tabel 1.
Data Marking Kabel

| Solenoid Valve | Marking CLS | Marking OPN | Marking CMD |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| SV-140604A | SV-140604A-CLS | SV-140604A-OPN | SV-140604A-CMD |
| SV-140604 | SV-140604B-CLS | SV-140604B-OPN | SV-140604B-CMD |
| SV-140604D | SV-140604D-CLS | SV-140604D-OPN | SV-140604D-CMD |
| SV-140604E | SV-140604E-CLS | SV-140604E-OPN | SV-140604E-CMD |
| SV-140604F | SV-140604F-CLS | SV-140604F-OPN | SV-140604F-CMD |
| SV-140604H | SV-140604H-CLS | SV-140604H-OPN | SV-140604H-CMD |
| SV-140604I | SV-140604I-CLS | SV-140604I-OPN | SV-140604I-CMD |
| SV-140604L | SV-140604L-CLS | SV-140604L-OPN | SV-140604L-CMD |
| SV-140604N | SV-140604N-CLS | SV-140604N-OPN | SV-140604N-CMD |
| SV-140604O | SV-140604O-CLS | SV-140604O-OPN | SV-140604O-CMD |
| SV-140604P | SV-140604P-CLS | SV-140604P-OPN | SV-140604P-CMD |

| | | | |
|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| SV-140604Q | SV-140604Q-CLS | SV-140604Q-OPN | SV-140604Q-CMD |
| BCV-140604A | BCV-140604A(+P) | BCV-140604A(-)N | - |
| BCV-140604E | BCV-140604E(+P) | BCV-140604E(-)N | - |
| LCV-140604D1 | LCV-140604E(+P) | LCV-140604E(-)N | - |
| AG-140604 | AG-140604-RUN | AG-140604-TRIP | AG-140604-CMD |
| AG-130614 | AG-130614-RUN | AG-130614-TRIP | AG-130614-CMD |
| LT-140604 | LT-140604(+P) | LT-140604(-)N | - |
| BxT-140604 | BXT-140604(+P) | BXT-140604(-)N | - |
| Solenoid Valve | Marking CLS | Marking OPN | Marking CMD |
| PT-140604B | PT-140604(+P) | PT-140604(-)N | - |
| PT-140604C | PT-140604C(+P) | PT-140604C(-)N | - |
| TT-140604 | TT-140604(+P) | PT-140604(-)N | - |
| LT-130614 | LT-113614(+P) | LT-113614(-)N | - |

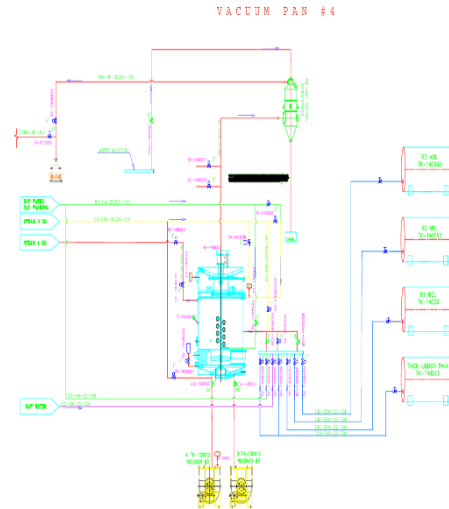
3.7. Terminasi Panel dan Uji Coba Sistem



Gambar 9. Terminasi Power Panel DCS

Kegiatan terminasi panel DCS dimulai dari tahap penerimaan kabel lapangan yang sudah ditarik dari instrumen atau perangkat di area proses menuju ruang kontrol. Setiap kabel yang masuk terlebih dahulu diidentifikasi melalui label atau kode sesuai dengan *wiring diagram* dan *loop diagram* yang telah disiapkan. Identifikasi ini

penting agar tidak terjadi kesalahan sambungan yang dapat mengganggu fungsi sistem.



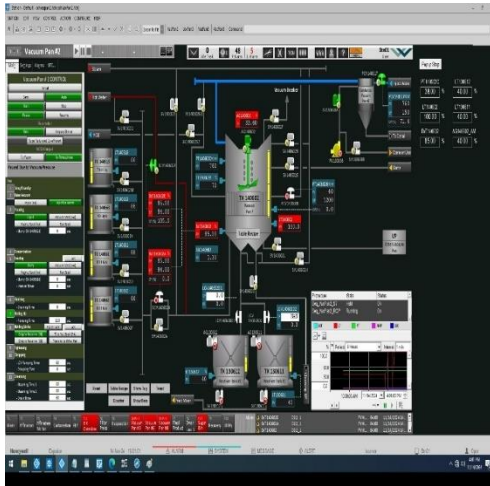
Gambar 10. Diagram Wiring Vaccum PAN

Setelah kabel dikenali, dilakukan persiapan ujung kabel dengan cara mengupas isolasi luar, memasang ferrule, atau lug konektor sesuai standar. Persiapan ini bertujuan untuk memastikan kualitas koneksi yang baik, tahan lama, dan aman dari risiko longgar atau korsleting. Langkah berikutnya adalah penyambungan kabel ke terminal block di dalam panel DCS. Terminal block berfungsi sebagai titik penghubung antara kabel lapangan dengan modul I/O (Input/Output) yang ada di dalam sistem. Proses ini dilakukan dengan hati-hati menggunakan obeng atau alat khusus, memastikan setiap kabel terpasang kuat dan sesuai dengan nomor terminal yang tercantum pada diagram.

Setelah semua kabel terpasang, dilakukan pemeriksaan ulang. Pengecekan ini meliputi kesesuaian nomor kabel dengan diagram, kekencangan koneksi, serta pengujian kelistrikan menggunakan multimeter untuk memastikan kontinuitas jalur dari instrumen lapangan hingga ke modul DCS. Tahap ini juga mencakup verifikasi polaritas dan tegangan agar tidak terjadi kesalahan fungsi saat sistem dioperasikan.

Tahap selanjutnya adalah penataan kabel (*cable dressing*). Kabel yang sudah terhubung ditata rapi menggunakan *cable tie* atau ducting agar jalur terlihat teratur, mudah ditelusuri, dan aman dari gangguan mekanis. Penataan yang baik juga memudahkan proses pemeliharaan di kemudian hari. Setelah semua tahapan selesai, panel ditutup kembali dan siap untuk tahap commissioning, yaitu pengujian fungsi sistem secara menyeluruh. Pada tahap ini, sinyal dari lapangan diuji apakah dapat diterima dengan benar oleh modul DCS, dan sebaliknya, sinyal

perintah dari DCS diuji apakah dapat menggerakkan aktuator di lapangan sesuai desain. Dengan alur ini, kegiatan terminasi panel DCS tidak hanya sekedar menyambungkan kabel, tetapi merupakan proses yang memastikan keandalan komunikasi antara lapangan dan pusat kendali.



Gambar 11. Tampilan SCADA Sistem DCS

Hasil uji coba sistem Distributed Control System (DCS) pada unit proses vakum di PT Duta Sugar Internasional menunjukkan bahwa sistem telah mampu menjalankan fungsi kontrol dan monitoring secara real-time dengan tingkat integrasi yang tinggi. Antarmuka menampilkan diagram alir proses yang kompleks, mencakup komponen seperti tangki umpan vakum, pompa vakum, receiver, filter, dan feeder, yang semuanya terhubung melalui jalur aliran material dan sinyal kontrol. Ini mengindikasikan bahwa sistem telah berhasil mengintegrasikan berbagai perangkat keras dan sensor ke dalam satu platform kendali terpusat.

Sebagai pembandingan terhadap kondisi sebelum penerapan DCS, berikut disajikan tabel yang menunjukkan perbedaan kinerja operasional antara sistem konvensional dan sistem yang telah menggunakan DCS.

| Parameter Produksi | Sebelum DCS | Sesudah DCS | Peningkatan |
|------------------------------|-------------|-------------|----------------------|
| Efisiensi Ekstraksi Tebu (%) | 78% | 88% | +10% |
| Suhu | 75 | 89 | Stabilitas meningkat |
| Recovery Gula (%) | 70% | 82% | +12% |

| | | | |
|--|-------------|-------------|----------------------|
| Kapasitas Giling (ton tebu/jam) | 290 ton/jam | 340 ton/jam | +17% |
| Konsumsi Energi per Ton Gula (kWh/ton) | 420 kWh | 310 kWh | -110 kWh |
| Downtime Tidak Terencana (jam/bulan) | 26 jam | 9 jam | -65% |
| Gula Diproduksi (ton/musim) | 62.500 ton | 75.800 ton | Stabilitas meningkat |
| Reject / Gula Tidak Sesuai Grade | 4,8% | 2,1% | Stabilitas meningkat |
| Waktu Operasi Efektif | 82% | 94% | Stabilitas meningkat |
| Variasi Tekanan Uap | ±0,9 bar | ±0,3 bar | Stabilitas meningkat |
| Efisiensi Penguapan (Evaporator) | 72% | 86% | +14% |

Berdasarkan data diatas menunjukkan bahwa pengendalian parameter kritis seperti suhu, tekanan, dan tingkat vakum yang sebelumnya dilakukan secara manual kini dapat dikendalikan secara otomatis, presisi, dan terintegrasi, sehingga menghasilkan performa operasional yang lebih stabil dan produktif, dari sisi efisiensi, terjadi peningkatan ekstraksi tebu dari 78% menjadi 88%, yang menunjukkan bahwa proses pemisahan nira dari ampas berlangsung lebih optimal. Efisiensi penguapan pada unit evaporator juga meningkat dari 72% menjadi 86%, mencerminkan kemampuan sistem DCS dalam menjaga kestabilan suhu dan tekanan uap selama proses pemekatan nira. Selain itu, konsumsi energi per ton gula menurun secara signifikan dari 420 kWh menjadi 310 kWh, yang menunjukkan efisiensi pemanfaatan energi akibat pengaturan beban dan distribusi panas yang lebih terkontrol.

Keandalan sistem produksi juga mengalami peningkatan yang substansial. Downtime tidak terencana menurun dari 26 jam menjadi 9 jam per bulan, yang mengindikasikan bahwa sistem DCS mampu mendeteksi dan merespons gangguan secara cepat sebelum terjadi kerusakan yang lebih besar. Kapasitas giling meningkat dari 290

ton/jam menjadi 340 ton/jam, menunjukkan bahwa stabilitas operasi memungkinkan peningkatan throughput tanpa mengorbankan kualitas. Jumlah gula yang diproduksi per musim giling naik dari 62.500 ton menjadi 75.800 ton, yang merupakan hasil dari peningkatan waktu operasi efektif dari 82% menjadi 94%, dari aspek konsistensi, kualitas produk menunjukkan peningkatan yang signifikan. Variasi tekanan uap berkurang dari $\pm 0,9$ bar menjadi $\pm 0,3$ bar, yang berdampak langsung terhadap kestabilan proses kristalisasi. Persentase reject gula yang tidak sesuai grade menurun dari 4,80% menjadi 2,10%, menandakan bahwa parameter mutu seperti warna (ICUMSA), ukuran kristal, dan kemurnian dapat dijaga dalam rentang yang diinginkan secara konsisten. Stabilitas suhu juga meningkat, dari nilai fluktuatif menjadi lebih terkendali, yang berkontribusi terhadap peningkatan recovery gula dari 70% menjadi 82%.

Secara keseluruhan, data menunjukkan bahwa penerapan DCS tidak hanya meningkatkan efisiensi teknis dan operasional, tetapi juga memperkuat keandalan sistem dan konsistensi mutu produk. Hal ini sejalan dengan karakteristik utama DCS sebagai sistem kontrol terdistribusi yang mampu mengintegrasikan sensor, aktuator, dan logika kontrol dalam satu platform terpadu, sehingga mendukung pengambilan keputusan berbasis data secara real-time dan adaptif terhadap dinamika proses industri.

4. Simpulan

Perancangan dan pemasangan sistem Distributed Control System (DCS) pada unit vacuum pan terbukti mampu meningkatkan efisiensi, keandalan, dan konsistensi dalam proses produksi gula. Dengan penerapan DCS, pengendalian parameter kritis seperti suhu, tekanan, dan tingkat vakum dapat dilakukan secara otomatis, presisi, dan terintegrasi, sehingga kualitas kristalisasi gula lebih terjaga. Sistem ini juga meminimalkan ketergantungan pada pengoperasian manual, mengurangi potensi kesalahan manusia, serta mempercepat respons terhadap perubahan kondisi proses. Selain itu, integrasi DCS memungkinkan pemantauan real-time dari Central Control Room (CCR), sehingga operator dapat mengawasi seluruh tahapan produksi dengan lebih mudah dan mengambil keputusan berbasis data. Dari sisi teknis, pemasangan sistem ini memperlihatkan pentingnya perencanaan jalur kabel, terminasi panel, serta pengujian fungsi untuk memastikan komunikasi antara instrumen lapangan dan pusat kendali berjalan optimal. Dengan demikian, penerapan DCS pada vacuum pan tidak hanya

mendukung otomatisasi proses produksi gula, tetapi juga memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan produktivitas, penghematan energi, dan keberlanjutan operasional industri gula.

Daftar Pustaka

- [1] R. Nuraini And D. Harsono, "Simulasi Otomatisasi Proses Evaporasi Di Pabrik Gula Menggunakan Dcs Simulator Panel Berbasis Centum Vp," In *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (Sentrinov)*, 2022, Pp. 1–8.
- [2] M. Kamal And N. Safitri, "Modifikasi Sistem Pengendalian Proses Back Wash Berdasarkan Sensor Pdt Pada Sirkulasi Cooling Water Berbasis Dcs Di Pt. Pupuk Iskandar Muda," *Jurnal Tektro*, Vol. 3, No. 1, 2019.
- [3] J. Gunawan, F. Fatahula, And J. Juhartono, "Perubahan Sistem Kontrol Dari Plc Ke Dcs Pada Grup Bag Filter 563-Bf1," *Politeknik Negeri Jakarta, Depok*, 2018.
- [4] R. T. Jurnal, "Analisa Dcs (Distributed Control System) Pada Proses Polimerisasi: Syarif Hidayat, Irsyadi Akbar Jay," *Sutet*, Vol. 7, No. 1, Pp. 54–62, 2017.
- [5] P. A. S. Ralston, J. H. Graham, And J. L. Hieb, "Cyber Security Risk Assessment For Scada And Dcs Networks," *Isa Trans*, Vol. 46, No. 4, Pp. 583–594, 2007.
- [6] S. Uddin, D. Alia, D. D. Suharso, P. Kapal, And P. P. Banten, "Monitoring And Control Of A Variable Frequency Drive Using Plc And Scada," *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi*, Vol. 5, No. 6, 2022.
- [7] H. N. Rosyadi, D. Harsono, And S. Supriyono, "Simulasi Kendali Boiler B-1102 Pt. Petrokimia Gresik Berbasis Dcs Centum Vp," In *Prosiding Seminar Nasional Nciet*, 2020, Pp. 150–161.
- [8] M. R. M. Rifa'i, A. Aripriharta, And D. Edo, "Analisis Metode Pid Pada Mini Plant Pasteurisasi Susu Berbasis Sistem Dcs (Distributed Control System)," *Jurnal Inovasi Teknologi Dan Edukasi Teknik*, Vol. 1, No. 10, Pp. 747–757, 2021.
- [9] N. Nurpadmi, "Pengontrolan Rasio Udara Dan Bahan Bakar Pada Boiler Ppsdm Migas Menggunakan Dcs," *Swara Patra: Majalah Ilmiah Ppsdm Migas*, Vol. 8, No. 4, Pp. 37–43, 2018.
- [10] I. Pujotomo, T. Elektro, And S. Tinggi Teknik -Pln, "Pengendalian Jaringan Distribusi 20 Kv Dengan Menggunakan Sistem Scada."

- [11] F. D. Irawan, L. Yuliana, L. Luqmantoro, And E. Ananta, “Efektivitas Safety Induction Pt. Anggraini Putri Pratama,” *Identifikasi*, Vol. 9, No. 2, Pp. 802–810, 2023.
- [12] S. Manajemen, B. Internasional, J. Administrasi, N. Politeknik, And N. B. Oleh, “Bali Nusra Regional 3 Disusun Untuk Melengkapi Tugas Dan Syarat Lulus Sarjana Terapan Program.”
- [13] J. T. Elektro, “Skripsi Halaman Depan Distributed Control System (Dcs) Pada Area Multifuel Boiler (Mb)-24 Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Studi Diploma Iii.”
- [14] F. Montoya, I. Irwanto, And O. H. D. Prastyo, “Sistem Kendali Jumlah Cycle Pada Mesin Cooling Bed Dalam Proses Pendinginan Produk Baja Profil (Section Mill),” *Teknika*, Vol. 8, No. 2, Pp. 47–57, 2023.