

Pendampingan dan Pelatihan Operasional Mill Station Smart Distributed Control Sytem di PG Prima Alam Gemilang

Dwi Junianto¹, Pangki Suseno¹, Ela Rolita Arifianti¹, Yeni Roha Mahariani¹

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Bhinneka PGRI

INFO ARTIKEL

Diserahkan 11/03/2026
Direvisi 25/03/2026
Diterima 29/03/2026
Diterbitkan 03/04/2026

Kata Kunci:

Smart Mill System,
Pendampingan Operator,
Distributed Control System,
Pabrik Gula

ABSTRAK

Pabrik Gula Prima Alam Gemilang telah mengadopsi teknologi Smart Distributed Control Sytem berbasis Smart Mill System untuk meningkatkan stabilitas proses, keandalan peralatan, dan optimalisasi ekstraksi nira. Namun, kompleksitas sistem menimbulkan tantangan berupa belum meratanya kompetensi operator dalam memahami prosedur operasional, sistem interlock, pengaturan parameter, serta penanganan gangguan. Kegiatan pendampingan ini dilakukan sebagai upaya peningkatan kapasitas sumber daya manusia agar mampu mengoperasikan sistem secara efektif dan sesuai standar operasional prosedur. Tujuan kegiatan adalah memastikan keseragaman kemampuan operator, meningkatkan pemahaman terhadap fitur sistem, serta meminimalkan potensi gangguan proses giling. Metode yang digunakan meliputi penyusunan materi berbasis buku manual, pemaparan materi di kelas, praktik langsung di lapangan, observasi kinerja, serta pemberian umpan balik. Hasil pendampingan menunjukkan peningkatan kompetensi operator dalam menjalankan operasional mesin secara mandiri sesuai SOP. Indikator keberhasilan terlihat dari ketepatan pengaturan parameter dan kemampuan identifikasi gangguan yang kini dilakukan tanpa kesalahan prosedur, sesuai dengan standar instruction manual perusahaan. Secara keseluruhan, pendampingan ini berkontribusi terhadap peningkatan kesiapan operasional dan mendukung keberlangsungan proses produksi yang lebih stabil dan efisien. Kedepannya metode pelatihan sejenis dapat dilakukan secara internal berbasis metode peer teaching dan problem based learning.

Corresponding author email:
dwi.junianto@ubhi.ac.id



Copyright@ Author (2026). Published by Alesha Media Digital. This is an open access article under the [CC BY SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license. All writings published in this journal are personal views of the author and do not represent the views of this journal and the author's affiliated institutions.

1. PENDAHULUAN

Komoditas gula di Indonesia menduduki posisi strategis sebagai bahan dari ketahanan pangan nasional baik sebagai sumber kalori dan rantai pasok berbagai industri hilir seperti sektor energi, makanan, minuman maupun farmasi. Selain itu permintaan tersebut juga dipicu oleh faktor demografis di mana jumlah populasi penduduk melebihi 200 juta jiwa. Artinya, sektor ini memiliki economic of scale dengan adanya tingkat pertumbuhan konsumsi yang positif menciptakan peluang pasar yang besar [1]. Pemerintah Indonesia melalui program swasembada gula 2028 mendorong peningkatan kapasitas produksi melalui pembangunan dan modernisasi pabrik gula di berbagai wilayah, baik yang dikelola oleh BUMN maupun swasta [2]. Namun, tantangan seperti produktivitas tebu yang rendah, pabrik gula yang tidak efisien, dan lahan yang terbatas untuk budidaya tebu tetap ada [3]. Selain itu, pemerintah telah menerapkan kebijakan untuk melindungi dan mempromosikan industri gula, termasuk tarif impor dan program untuk mempercepat produksi gula nasional [4]. Terlepas dari upaya ini, tren peningkatan impor gula terus berlanjut karena ketidakmampuan produksi dalam negeri untuk

mengimbangi meningkatnya konsumsi, didorong oleh pertumbuhan penduduk dan permintaan industri [5].

Transformasi industri menuju era Industri 4.0 mendorong penerapan sistem otomatisasi dan digitalisasi pada sektor manufaktur, termasuk industri gula. Implementasi Distributed Control System (DCS) pada pabrik gula modern memungkinkan pengendalian proses secara terpusat dan real-time sehingga meningkatkan efisiensi energi [6], stabilitas proses, konsistensi kualitas produk, serta optimalisasi ekstraksi nira [7]. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa integrasi DCS dalam sistem manufaktur berkontribusi pada peningkatan keandalan peralatan [7], produktivitas dan kemudahan akuisisi data [8], monitoring peralatan berputar secara real-time [9], serta mendukung penerapan predictive maintenance [10] dan fault diagnosis berbasis data [11]. Konsep dasar DCS sebagai arsitektur kendali terdistribusi yang mengintegrasikan controller, sensor, aktuator, dan jaringan komunikasi dalam satu sistem terpadu memberikan landasan teoritis bagi terciptanya stabilitas parameter proses, termasuk pengaturan kecepatan rol gilingan, suhu imbibisi, dan laju umpan tebu.

Penerapan Sistem Kontrol Terdistribusi (DCS) dalam Sistem Smart Mill di PT. Prima Alam Gemilang memperkenalkan tantangan operasional yang signifikan, terutama mengenai kompetensi operator. Hasil observasi awal menunjukkan bahwa operator menghadapi kesulitan dalam memahami arsitektur sistem, logika kontrol, dan prosedur pemecahan masalah, yang sangat penting untuk menjaga stabilitas proses dalam lingkungan operasional 24 jam [12]. Meskipun sistem Smart Mill berbasis DCS telah diimplementasikan, efektivitasnya terhambat oleh rendahnya literasi teknis operator yang sebelumnya terbiasa dengan sistem manual. Kondisi awal menunjukkan operator sering mengalami kebingungan dalam menginterpretasikan fluktuasi data pada layar monitor, yang memicu kesalahan fatal seperti keterlambatan penyesuaian parameter tekanan dan suhu ekstraksi. Akibatnya, sering terjadi human error berupa ketidaktepatan urutan start-up yang berisiko merusak komponen elektrik sistem. Ketidakmampuan identifikasi gangguan secara dini ini menyebabkan fungsi kendali terpusat justru menjadi titik lemah yang memicu downtime produksi tidak terencana.

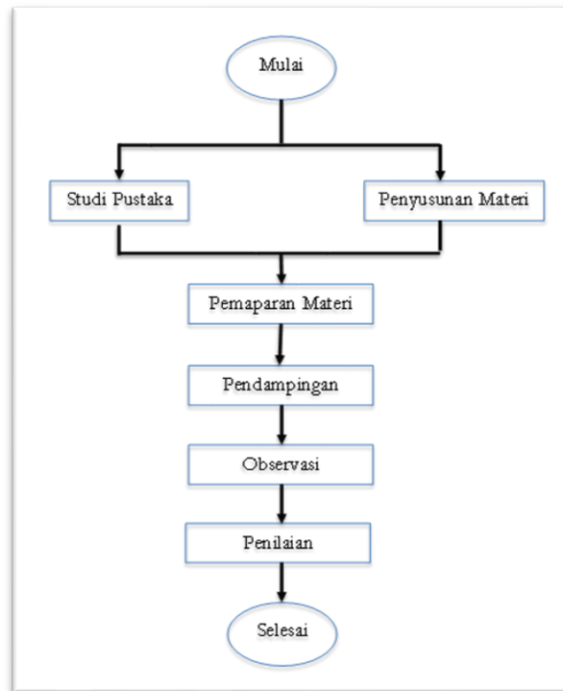
Studi terdahulu menekankan bahwa tanpa meningkatkan kapasitas sumber daya manusia, risiko kerusakan operasional, inefisiensi energi, dan penurunan throughput dapat meningkat [13]. Selain itu, kompleksitas sistem interlock dan manajemen alarm selama gangguan operasional dapat membanjiri operator, memerlukan sistem pendukung yang ditingkatkan untuk meningkatkan kesadaran situasional dan kemampuan pengambilan keputusan [14]. Oleh karena itu, mengatasi tantangan ini melalui pelatihan yang ditargetkan dan sistem dukungan operator canggih sangat penting untuk mengoptimalkan kinerja DCS dan memastikan operasi pabrik yang andal [15].

Berdasarkan kebutuhan faktual tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini mengusulkan program pendampingan operasional dan pelatihan sistematis berbasis transfer teknologi. Pendekatan yang digunakan mengacu pada konsep capacity building dan experiential learning, di mana peningkatan kompetensi dilakukan melalui kombinasi pembelajaran klasikal dan praktik langsung pada sistem DCS. Materi yang diberikan mencakup pengaturan rasio kecepatan antar rol (top roll, feed roll, dan discharge roll), pemahaman sistem interlock dan level chute, pengaturan parameter recipe, serta analisis penyebab gangguan giling. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman komprehensif operator terhadap prinsip kerja DCS, memperkuat kemampuan troubleshooting, serta memastikan optimalisasi kinerja Smart Mill System secara berkelanjutan.

Harapan dari pelaksanaan kegiatan ini adalah tercapainya peningkatan kompetensi operator secara merata pada setiap shift kerja, terwujudnya stabilitas proses gilingan, peningkatan efisiensi energi dan ekstraksi nira, serta menurunnya potensi gangguan produksi. Secara lebih luas, kegiatan ini diharapkan dapat mendukung pencapaian target produksi gula nasional melalui penguatan aspek teknologi dan sumber daya manusia di tingkat industri, sejalan dengan agenda modernisasi industri gula dan transformasi menuju sistem manufaktur cerdas berbasis Industri 4.0.

2. METODE PELAKSANAAN

Untuk mendapatkan gambaran yang komprehensif pelaksanaan pendampingan ini akan di sajikan pada Gambar sebagai berikut.



Gambar 1 Alur Kegiatan Pendampingan

Adapun alur kegiatan pendampingan operasional Smart Mill System dimulai permintaan dan komunikasi dengan pengguna. Tujuan akhir pelaksanaan ini adalah agar setiap operator mampu menjalankan secara baik dan benar sesuai Standard Operasional Procedur (SOP). Pelaksanaan kegiatan berlangsung dari tanggal 21 September 2024 – 21 Oktober 2024 di Pabrik Gula Prima Alam Gemilang. Pelaksanaan kegiatan pendampingan ini dilakukan melalui pendekatan pendampingan partisipatif yang terbagi dalam empat tahapan utama sebagai berikut:

1. Tahap Identifikasi dan Persiapan (Pre-Assessment)

Pada tahap awal, tim melakukan observasi lapangan di control room untuk memetakan kesenjangan (gap) antara standar operasional sistem DCS Smart Mill dengan praktik yang dilakukan operator. Tim juga melakukan bedah materi terhadap Instruction Manual Smart Mill System untuk menyusun modul ringkas yang lebih mudah dipahami oleh operator di lapangan.

2. Tahap Transfer Pengetahuan (Theoretical Coaching)

Tahap ini dilakukan melalui pemaparan materi secara intensif yang berfokus pada:

- Logika Kendali Sistem, penjelasan hubungan sebab-akibat antar parameter mesin dalam sistem DCS.
- Threshold Parameter, penetapan batasan nilai normal dan kritis pada indikator operasional Smart Mill.
- Protokol K3 dan SOP, penekanan pentingnya urutan pengoperasian yang baku sesuai manual pabrikan untuk menghindari kerusakan sistem.

3. Tahap Pendampingan Praktik (Hands-on Mentoring)

Tahap ini inti dari kegiatan, di mana operator melakukan simulasi dan pengoperasian langsung di bawah pengawasan tim ahli. Metode yang digunakan adalah Supervised Practice, yaitu operator menjalankan sistem

secara mandiri, sementara tim melakukan intervensi hanya jika terjadi kekeliruan prosedur. Tahap ini bertujuan untuk mengonversi pemahaman teori dari instruction manual menjadi keterampilan psikomotorik dalam menekan urutan tombol pada interface DCS.

4. Metode Evaluasi Peningkatan Kemampuan

Tahap ini dilakukan untuk mengukur efektivitas pendampingan secara rinci, evaluasi dilakukan menggunakan dua instrumen utama:

- Checklist Unjuk Kerja (Performance Checklist), yaitu tim menilai ketepatan operator dalam menjalankan 10 poin kritis urutan pengoperasian (startup hingga shutdown).
- Perbandingan Kualitatif, yaitu dengan membandingkan rata-rata waktu respons operator dalam menangani anomali sistem sebelum dan sesudah pendampingan.

Evaluasi dilakukan melalui sesi umpan balik terstruktur, di mana operator memberikan penilaian mandiri terhadap kemampuannya dalam memahami logika kendali dan mengidentifikasi gangguan sistem berdasarkan pengalaman praktik langsung yang telah dilakukan.

3. HASIL & PEMBAHASAN

Kegiatan pendampingan dimulai dengan sesi pemaparan materi yang menyelaraskan isi instruction manual dengan tampilan riil pada layar DCS Smart Mill. Smart Mill System adalah sebuah sistem yang digunakan pada stasiun gilingan tebu untuk mengontrol motor-motor yang digunakan pada penggilingan tebu serta komponen-komponen pendukungnya. Pengontrolan terhadap motor-motor di stasiun gilingan ini bertujuan terjadi sinkronisasi antar peralatan untuk mendapatkan hasil ekstrasi nira secara maksimal. Sistem kerja dari Smart Mill System dilakukan secara otomatis dari cane preparation dan empat unit mill tandem dimana satu unit mill terdiri atas enam buah motor listrik. Selain itu, terdapat sejumlah komponen pendukung seperti oil pump dan external fan yang akan dikendalikan melalui meja operator.

Operasional dari Smart Mill System juga melakukan pemantauan status pada setiap motor stasiun gilingan. Status yang dapat dipantau antara lain adalah kondisi aktif (running) serta nonaktif daripada motor (stop), kecepatan motor, arus motor, kondisi aktif serta nonaktif daripada oil pump dan kondisi aktif serta nonaktif daripada external fan. Selain itu dapat juga dilakukan pemantauan pada status alarm yang dapat muncul saat sistem tidak berjalan dengan normal.

Kegiatan pendampingan ini dimulai dengan sesi kelas dimana dihadiri oleh operator gilingan baik layer 1 dan layer 2. Kegiatan berlangsung selama 2 hari seperti tampilan pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2 Kegiatan In-House Training Smart Mill System

Respon awal menunjukkan adanya antusiasme tinggi, namun disertai kekhawatiran dari para operator terkait kompleksitas logika kendali sistem baru tersebut. Selama sesi diskusi, terungkap bahwa hambatan utama

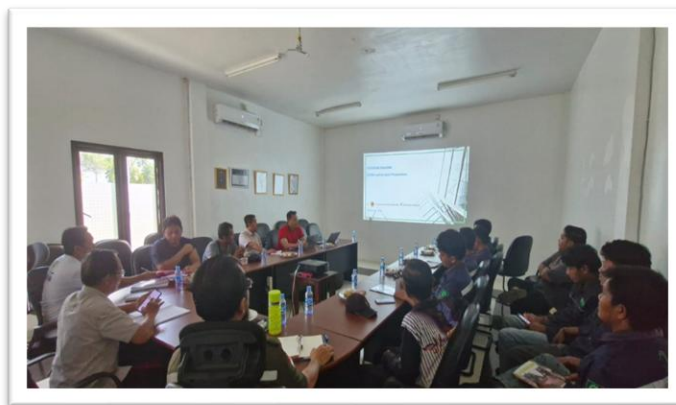
selama ini adalah bahasa teknis manual yang terlalu teoritis dan sulit diterjemahkan ke dalam tindakan operasional. Pendampingan ini berhasil menjembatani kendala tersebut dengan menyederhanakan terminologi teknis melalui metode demonstrasi langsung, di mana operator diajak untuk melakukan observasi interaktif terhadap setiap perubahan parameter yang terjadi di lini produksi secara real-time.

Operasional dari Smart Mill System juga melakukan pemantauan status pada setiap motor stasiun gilingan. Status yang dapat dipantau antara lain adalah kondisi aktif (*running*) serta nonaktif daripada motor (*stop*), kecepatan motor, arus motor, kondisi aktif serta nonaktif daripada oil pump dan kondisi aktif serta nonaktif daripada external fan. Selain itu dapat juga dilakukan pemantauan pada status alarm yang dapat muncul saat sistem tidak berjalan dengan normal.

Pada sesi awal menjelaskan tentang cane preparation system mulai dari cara pengaktifan power yaitu motor control center, programable logic controller (PLC) dan komputer di meja operator. Materi selanjutnya menjelaskan pada mode pengoperasian secara manual atau remote dan sejumlah sistem interlock. Interlock pada cane preparation system antara lain cross cane carrier, main cane carrier, shredder cane elevator, unscreened juice pump, screen juice pump. Materi ini akan memberikan gambaran kondisi dimana peralatan satu dengan yang lainnya dapat dijalankan secara berurutan dan dapat memberikan sistem proteksi.

Untuk memberikan pemahaman kepada operator adalah bagaimana cara melakukan setting parameter besaran arus pada motor listrik. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengetahui berapa arus nominal yang dapat dibaca pada name plate motor sehingga dapat disetting berapa nilai saat terjadinya alarm dan batas maksimum arus yang diijinkan. Parameter arus harus diketahui secara baik karena terdapat berbagai daya motor yang berbeda sehingga dapat menghindari kerusakan peralatan.

Sesi pelatihan berikutnya adalah memasuki cara mengoperasikan Smart Mill System sesuai tampilan pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3 Kegiatan In-House Training Smart Mill System

Pada sesi kedua ini memberikan penjelasan cara mengaktifkan daya atau power secara berurutan mulai dari panel utama distribusi, panel kontrol distribusi, panel utama variable speed drive (VSD), panel kontrol VSD, panel motor control center (MCC), panel PLC, panel lokal, panel di ruangan meja operator. Untuk menjalankan operasional gilingan juga harus mematuhi standar operating prosedur (SOP) dimana terlebih dahulu mengoperasikan motor pompa oli, extra fan dan mengatur mode operasi. Kesiapan operasi peralatan juga diperlukan pengecekan secara visual seperti level oli dalam gearbox dan dipastikan saat dioperasikan secara aman.

Pada Smart Mill System ketika auto mode sudah aktif, maka auto hysteresis mode dapat diaktifkan dengan mengubah posisi selector switch pada posisi auto hysteresis mode. Auto hysteresis mode akan mengatur kecepatan rol dengan menyesuaikan beban yaitu tinggi dan rendahnya arus pada motor top rol. Sedangkan pada sistem interlock ini bertujuan agar sistem dapat terintegrasi secara maksimal dalam proses ekstraksi nira.

Sistem ini terdapat pada unit gilingan 1, unit gilingan 2, unit gilingan 3, dan unit gilingan 4 dengan cara mengaktifkan menggunakan remote auto mode. Pada unit gilingan 1 misalnya dapat mempergunakan fitur remote auto mode apabila pada peralatan intermediate carrier 1 telah aktif dan sebaliknya. Hal berlaku juga untuk unit gilingan 2, gilingan 3 dan gilingan 4.

Pada Smart Mill System juga dilengkapi tombol bypass untuk setiap unit gilingan yang bertujuan untuk memberikan permission bagi sistem agar tetap dapat berjalan walaupun syarat jalan yang sebenarnya tidak terpenuhi. Kondisi ini berlaku untuk kegiatan perawatan atau adanya perbaikan mesin yang harus dilakukan. Untuk memantau malfunction peralatan, operator dapat melihat tabel alarm yang terjadi selama operasional yang sedang aktif. Untuk mendapatkan hasil pemerahan nira maka kendali kecepatan gilingan dapat dijalankan pada kondisi slow speed, medium speed dan high speed. Kondisi kecepatan rol ini telah terintegrasi dengan ketinggian chute dan kerataan feeding bahan baku tebu.

Setelah sesi kelas selesai maka kegiatan berikutnya berupa pendampingan operasional yang seperti terlihat pada Gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4 Kegiatan Briefing Operator (kiri), Pendampingan Operasional (kanan)

Pada Gambar 4 kegiatan pendampingan dilaksanakan yang terlebih dahulu diadakan sesi briefing yang menjelaskan secara singkat pedoman dalam operasional Smart Mill System dan pengenalan berbagai menu yang akan dipergunakan. Kegiatan ini bertujuan untuk mengingatkan kembali mengenai materi yang telah disampaikan saat di sesi kelas dan berbagai diskusi tentang permasalahan yang pernah terjadi. Kegiatan inti pendampingan seperti pada Gambar 4 Pendampingan Operasional dengan melakukan asistensi yang akan membimbing langsung operasional sesuai SOP. Kegiatan pendampingan ini agar operator langsung pada aktivitas secara langsung mengoperasikan, memantau parameter proses dan berdiskusi secara mendalam.

Pada sesi ini juga setiap operator akan diminta untuk menjelaskan berbagai menu yang terdapat di layar monitor, urutan menjalankan mesin, keadaan peralatan yang memiliki interlock dan melakukan setting parameter. Selain itu, setiap operator harus dapat mengidentifikasi mode operasi baik secara manual dan remote maupun dalam keadaan bypass aktif. Dengan menjalankan simulasi tersebut pengetahuan operator menjadi lebih baik. Sesi pendampingan dimana mentor selalu memberikan permasalahan atau pertanyaan dan sekaligus memberikan masukan untuk peningkatan kompetensi. Kegiatan selanjutnya mentor melakukan pengamatan dimana setiap operator akan dipantau dan dinilai mengenai tata cara menjalankan berdasarkan SOP. Selama kegiatan pendampingan ini dimulai dari sebelum operasional giling dan selama musim giling.

Peningkatan kemampuan operator dianalisis melalui hasil praktik dan umpan balik terstruktur pasca-pendampingan. Secara signifikan, terjadi pergeseran dari ketergantungan instruksi menjadi kemandirian operasional. Indikator penguatan kompetensi ini terlihat dari ketepatan operator dalam menjalankan urutan start-up dan shut-down mesin tanpa deviasi prosedur. Sebelumnya, operator sering melewati tahapan pengecekan sensor awal, namun pasca-pendampingan, urutan tersebut dilakukan secara sistematis sesuai checklist. Berdasarkan umpan balik mandiri, para operator menyatakan bahwa simulasi gangguan yang

dilakukan selama pendampingan memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai "logika kendali" dibandingkan hanya membaca manual secara pasif. Hal ini membuktikan bahwa metode praktik langsung efektif dalam mengonversi pengetahuan teoretis menjadi keterampilan teknis yang aplikatif.

Akhir sesi kegiatan pendampingan mentor memberikan umpan balik selama kegiatan berlangsung berkaitan hal-hal yang masih mendapatkan perhatian. Secara keseluruhan kegiatan berlangsung secara lancar dan setiap operator mampu menjalankan dan beradaptasi dengan teknologi baru. Berdasarkan hasil evaluasi, jika sebelumnya operator sering mengalami kebingungan dan keterlambatan respon dalam menginterpretasikan sinyal alarm, setelah simulasi praktik, operator mampu merespons alarm secara instan. Hal ini berdampak langsung pada penurunan frekuensi intervensi darurat dari teknisi senior dan meminimalisir risiko kegagalan sistem akibat salah input parameter.

Secara substantif, hasil kegiatan ini tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis, tetapi juga membangun kepercayaan diri operator dalam menghadapi anomali sistem Smart Mill. Umpan balik positif dari supervisor menunjukkan bahwa komunikasi teknis antar-shift kini menjadi lebih standar karena penggunaan terminologi yang selaras dengan instruction manual. Peningkatan kapasitas dan pemahaman mitra terhadap sistem baru memiliki dampak signifikan pada efisiensi produksi dan keberlanjutan operasional, terutama dalam konteks sistem otomatisasi. Dengan meningkatnya pemahaman operator, risiko downtime akibat kesalahan prosedur dapat diminimalisir. Untuk mengembangkan kedepannya pelaksanaan ini dapat dilakukan dengan metode peer-teaching dan problem based learning.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pelaksanaan kegiatan pendampingan operasional Smart Mill System di Pabrik Gula Prima Alam Gemilang, diperoleh hasil bahwa program ini berhasil meningkatkan kompetensi dan kemandirian operator dalam mengoperasikan sistem DCS Smart Mill sesuai standar SOP. Hasil evaluasi melalui praktik langsung dan umpan balik menunjukkan peningkatan ketepatan dalam pengaturan parameter serta kecepatan identifikasi potensi gangguan operasional. Penguatan keterampilan ini secara langsung berkontribusi pada stabilitas proses produksi dan meminimalisir risiko human error di lini produksi pabrik. Sebagai langkah keberlanjutan, metode pelatihan berbasis peer teaching disarankan untuk menjaga konsistensi kompetensi operator secara internal. Namun kegiatan ini mempunyai keterbatasan terkait waktu pelaksanaan yang relatif singkat dibandingkan kompleksitas sistem. Selanjutnya, pengembangan dapat dilakukan melalui pelatihan berkelanjutan berbasis peer teaching dan problem based learning agar kompetensi operator semakin merata dan adaptif terhadap perkembangan teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Syahfitri, E. Nurhadi, and I. T. Amir, "Bisnis Model Kanvas Pada PT. Pabrik Gula Candi Baru Sidoarjo Jawa Timur," *J. Indones. Agribus*, vol. 10, no. 1, pp. 63–75, Jun. 2022, doi: 10.29244/jai.2022.10.1.63-75.
- [2] Y. H. Saputra, "PERSPEKTIF KETERSEDIAAN GULA DOMESTIK DAN SWASEMBADA GULA NASIONAL Perspective of Domestic Sugar Availability and National Sugar Self-sufficiency," *Perspektif*, vol. 19, no. 1, pp. 63–78, 2020, doi: 10.21082/PSP.V19N1.2020.63-78.
- [3] W. R. Susila and B. M. Sinaga, "Analisis Kebijakan Industri Gula Indonesia," *Journal of Agricultural Education*, vol. 23, no. 1, pp. 30–53, Sep. 2016, doi: 10.21082/JAE.V23N1.2005.30-53.
- [4] P. T. Seta and K. D. Hartomo, "Mapping Land Suitability for Sugar Cane Production Using K-means Algorithm with Leaflets Library to Support Food Sovereignty in Central Java," *khif*, vol. 6, no. 1, pp. 15–25, Apr. 2020, doi: 10.23917/khif.v6i1.9027.
- [5] E. Johnson, H. Jusril, L. Pratiwi, S. Trisnasari, A. M. Thow, and C. N. Rachmi, "Looking towards the sweet,

- sweet future: a political economy analysis of sugar and nutrition policy in Indonesia,” *Public Health Nutrition*, vol. 28, no. 1, 2025, doi: 10.1017/s1368980025100566.
- [6] D. Hou, P. Xiang, C. Huang, Y. Zhu, X. Yao, and S. Chen, “Construction and research: An automation control system of sugarcane balanced crushing,” in *2015 Sixth International Conference on Intelligent Control and Information Processing (ICICIP)*, Nov. 2015, pp. 480–484. doi: 10.1109/ICICIP.2015.7388219.
- [7] R. A. Surya, L. D. Fathimahhayati, and F. D. Sitania, “ANALISIS PENGARUH SHIFT KERJA TERHADAP BEBAN KERJA MENTAL PADA OPERATOR DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM (DCS) DENGAN METODE NASA-TAKS LOAD INDEX (TLX) (Studi Kasus: PT. Cahaya Fajar Kaltim),” *Matrik : Jurnal Manajemen dan Teknik Industri Produksi*, vol. 19, no. 1, pp. 63–76, Oct. 2018, doi: 10.30587/matrik.v19i1.510.
- [8] M. F. R. Setiawan, E. Endryansyah, S. I. Haryudo, and A. I. Agung, “Optimasi Sistem Monitoring Penghitung Produk Gula dengan Menggunakan SCADA Berbasis Distributed Control System (DCS),” *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, vol. 11, no. 3, pp. 463–470, Sep. 2022, doi: 10.26740/jte.v11n3.p463-470.
- [9] A. Iqbal and A. Nurahmawati, “PENAMBAHAN PROGRAM INTERLOCK DARI SENSOR VIBRASI KE DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM CEMENT MILL TUBAN PLANT SEBAGAI SAFETY DEVICEIndonesia,” *Rekayasa Sistem Energi dan Manufaktur (ReSEM)*, vol. 3, pp. 148–157, Mar. 2025, doi: 10.30651/resem.v3i1.21908.
- [10] R. Benotsmane, A. Mohammed, M. Al-Jaal, A. Obaidi, and K. Stoyanova, “Machine Learning-Based Predictive Maintenance for Flow Instrumentation in DCS and SCADA Systems,” May 2025, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICCC65605.2025.11022817.
- [11] D. Zhen, D. Li, G. Feng, H. Zhang, and F. Gu, “Rolling bearing fault diagnosis based on VMD reconstruction and DCS demodulation,” *International Journal of Hydromechatronics*, vol. 5, no. 3, pp. 205–225, Aug. 2022, doi: 10.1504/ijhm.2022.125092.
- [12] P. Guiming, L. Linfu, L. Liqiang, C. Huaping, and W. Xiaohong, “Intelligent vertical mill control system based on distributed control system (DCS),” 2017
- [13] F. O. Onyekwe, O. Odujubi, F. E. Adikwu, and T. Y. Elete, “Advancements in the integration and optimization of control systems: Overcoming challenges in DCS, SIS, and PLC deployments for refinery automation,” *Open access research journal of multidisciplinary studies*, vol. 4, no. 2, pp. 094–101, Dec. 2022, doi: 10.53022/oarjms.2022.4.2.0095.
- [14] P. Swuste, J. Theunissen, P. Schmitz, G. Reniers, G. Reniers, and P. Blokland, “Process safety indicators, a review of literature,” *Journal of Loss Prevention in The Process Industries*, vol. 40, pp. 162–173, 2016, doi: 10.1016/J.JLP.2015.12.020.
- [15] D. Selisteanu, M. Roman, D. Sendrescu, E. Petre, and B. Popa, “A distributed control system for processes in food industry: Architecture and implementation,” in *SciSpace - Paper*, IEEE, May 2018, pp. 128–133. doi: 10.1109/CARPATHIANCC.2018.8399615.