



Rancangan HMI & Kontrol PLC Pada Tripper Car & Belt Conveyor 3B PLTU 2 SULUT 2 X 25 MW

Engel Manuel Punuh¹, Jenerio O.A. Johanis², I Made Haris Martinus³, Christofel Yefta Nayoan⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Manado, Manado, Indonesia

e-mail: *¹alfaengelmanuelpunuh83@gmail.com, ²jeneriojohanis17@gmail.com, ³madeharis03@gmail.com,
⁴christonayoan7@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini membahas perancangan Human-Machine Interface (HMI) dan sistem kontrol Programmable Logic Controller (PLC) untuk Tripper Car dan Belt Conveyor 3B di PLTU 2 SULUT dengan kapasitas 2x25 MW. Sistem ini dirancang untuk mengoptimalkan distribusi batubara menuju bunker penyimpanan, yang merupakan komponen penting dalam proses pembangkit listrik. Tujuan utama dari perancangan ini adalah untuk menciptakan sistem yang dapat dioperasikan dengan mudah oleh operator dan memastikan kestabilan operasi. HMI dirancang untuk memberikan visualisasi yang intuitif serta informasi status real-time mengenai pergerakan Tripper Car dan operasional Belt Conveyor. Sementara itu, PLC digunakan sebagai pusat kendali yang mengatur secara otomatis proses penyortiran dan distribusi batubara ke bunker yang sesuai. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi analisis kebutuhan sistem, perancangan logika kontrol menggunakan ladder diagram pada PLC, serta integrasi antara HMI dan PLC melalui jaringan komunikasi industri. Pengujian dilakukan untuk memastikan keandalan sistem dalam berbagai kondisi operasional. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem HMI dan PLC yang dirancang berhasil meningkatkan efisiensi dan keandalan operasi pengangkutan batubara di PLTU 2 SULUT. Dengan penggunaan teknologi otomatisasi ini, risiko kesalahan manusia dapat diminimalkan, serta operasi dapat dijalankan dengan lebih efisien dan aman.

Kata kunci - HMI, PLC, Tripper Car, Belt Conveyor, PLTU, Otomatisasi, Kendali Industri.

Abstract

This study aims to design a Human-Machine Interface (HMI) and a Programmable Logic Controller (PLC) control system to optimize coal distribution using the Tripper Car and Belt Conveyor 3B at PLTU 2 Sulut 2 x 25 MW. The system is designed to be easily operated by operators and stable in its operation. The HMI provides intuitive visualization and real-time status information regarding equipment movement, while the PLC automatically controls the sorting and distribution process of coal to the appropriate bunkers. The methods used include system requirements analysis, control logic design using ladder diagrams on the PLC, and integration between HMI and PLC through industrial communication networks. Testing was conducted to ensure system reliability under various operational conditions. The results of this study indicate that the designed HMI and PLC systems successfully improve the efficiency and reliability of coal transportation operations at PLTU 2 Sulut. With the use of this automation technology, human error can be minimized, and operations can be carried out more efficiently and safely.

Keywords: HMI, PLC, Tripper Car, Belt Conveyor, PLTU, Automation, Industrial Control.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan batu bara sebagai bahan bakar di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) menghasilkan energi melalui proses pembakaran senyawa karbon, yang berdampak pada produksi emisi gas, terutama gas CO₂[1][2]. PLTU 2 SULUT, yang menggunakan batu bara sebagai sumber energinya, sangat bergantung pada sistem penanganan batu bara (*coal handling system*) untuk memastikan kelancaran suplai bahan bakar dari proses pembongkaran di kapal hingga penyimpanan di *coal bunker*. Sistem *coal handling* ini mencakup berbagai tahap, mulai dari pembongkaran batu bara dari kapal atau tongkang (*unloading area*), penyimpanan



di area *stockpile*, hingga pengisian *coal bunker* untuk pembakaran di *boiler*. Secara umum, *coal handling area* di PLTU dapat dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu: *coal stockpile area*, *coal handling area*, dan *d*

Performa dari *Coal handling* sistem pada industri yang menggunakan batu bara sangatlah berpengaruh pada proses produksi, oleh karena itu keandalannya perlu dijaga agar tetap dalam kondisi baik yaitu tanpa kerusakan, kecelakaan dan pemborosan untuk mencegahnya dilaksanakan perawatan pada sistem *coal handling* untuk menjaga keandalan pada sistem[3][4].

Untuk mengoptimalkan keandalan dan efisiensi operasional, banyak industri besar saat ini menggunakan Programmable Logic Controller (PLC) dan Human Machine Interface (HMI). HMI sangat banyak digunakan di industri industri besar saat ini Salah satu keunggulan PLC yaitu dapat mengontrol mesin industri [5][6][7]. PLC menawarkan beberapa keunggulan, termasuk kemampuan untuk mengontrol mesin industri dengan cara yang terstruktur dan efisien. Salah satu contohnya adalah penggunaan PLC dalam mengontrol *Traveling Tripper Car* [8], yang sangat penting dalam sistem penanganan batu bara. *Traveling Tripper Car* memastikan perpindahan batu bara dari *conveyor* utama ke bunker atau tempat penyimpanan berlangsung lancar, sehingga meningkatkan efisiensi dan efektivitas keseluruhan sistem penanganan.

Belt conveyor merupakan alat transportasi yang digunakan untuk memindahkan material, baik dalam bentuk satuan maupun curah, dan dapat beroperasi secara horizontal atau pada sudut kemiringan tertentu[6], sedangkan *Tripper Car* adalah salah satu alat dalam sistem penanganan batubara yang berfungsi mirip dengan *stacker reclaimer*, yaitu untuk memindahkan batubara dari conveyor (*scraper conveyor*) ke *coal bunker*. Alat ini juga dikenal sebagai *tripper car* karena dapat bergerak menuju setiap *coal bunker*[9][10][11]. Namun, apabila terjadi masalah dalam sistem *coal handling*, suplai bahan bakar ke PLTU dapat terganggu. Sebagai contoh, sistem *Traveling Tripper Car 3B* pada PLTU ini tidak dapat dikendalikan dari jarak jauh (*remote control*), sehingga proses pemindahan batu bara dari tongkang ke tempat penampungan (*shelter*) terhambat. Gangguan ini memaksa pengendalian manual secara lokal, yang menurunkan efisiensi.

Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini bertujuan merancang sistem kontrol yang menggunakan HMI berbasis perangkat lunak CX-Designer dan merancang logika kontrol berbasis *ladder diagram* menggunakan aplikasi CX-Programmer. Selain itu, diagram *ladder* akan dikonversi pada perangkat lunak ZEN untuk diunggah ke PLC. Sistem ini akan diintegrasikan dengan Distributed Control System (DCS) sebagai kontrol jarak jauh. DCS berfungsi sebagai platform yang mengotomatiskan operasi industri, bertindak sebagai "otak" dari sistem kendali [12][13]. DCS mengintegrasikan HMI, pengendali, penyimpan data historis, basis data, serta manajemen alarm dalam satu sistem otomatisasi [14][15][16]. Dalam sistem ini, DCS akan dihubungkan ke PLC yang kemudian dikendalikan melalui HMI DCS. Sistem ini juga memungkinkan pemantauan berbagai proteksi yang bekerja, seperti proteksi *Thermal Overload Relay* (TOR) dan proteksi lainnya.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah metode pengembangan dengan merancang simulasi HMI dan kontrol PLC pada *Tripper Belt Conveyor 3B* memerlukan metodologi yang terstruktur untuk memastikan sistem yang dibangun dapat beroperasi secara efektif dan efisien. Berikut adalah langkah-langkah metodologi pengembangannya

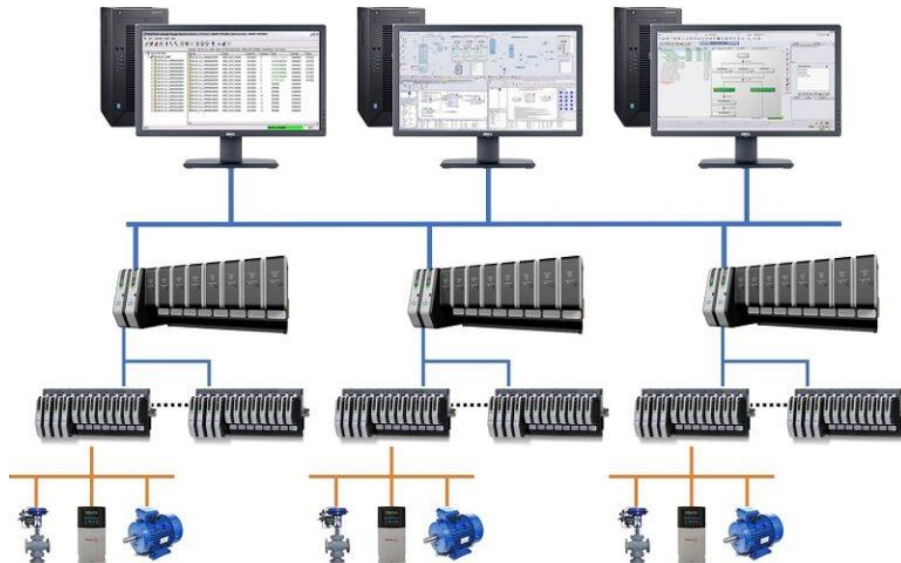
- a. Analisis Kebutuhan
 - **Identifikasi kebutuhan sistem:** Tentukan spesifikasi teknis dan fungsionalitas yang diinginkan dari *Tripper Car Belt Conveyor 3B*.
 - **Studi literatur:** Tinjau literatur yang relevan dan standar industri untuk memahami persyaratan dan praktik terbaik dalam penggunaan PLC pada sistem conveyor.
- b. Desain Sistem
 - Desain arsitektur sistem buat diagram alur dan blok diagram untuk sistem kontrol PLC (*Programmer Logic Control*), termasuk *input*, *output*, dan interkoneksi antara komponen.
- c. Pengembangan dan Pengujian

- **Pemrograman PLC:** Kembangkan program PLC berdasarkan desain logika kontrol yang telah dibuat. Gunakan software PLC (*Programmer Logic Control*) seperti CX-Programmer, CX Designer, Haiwell, ZenOmron. untuk mengimplementasikan program.
 - **Pengujian perangkat keras:** Setelah simulasi berhasil, implementasikan program PLC (*Programmer Logic Control*) pada perangkat keras dan lakukan pengujian untuk memastikan semua komponen bekerja dengan baik.
- d. Implementasi dan penerapan
- **Instalasi sistem:** Pasang semua komponen perangkat keras di lokasi operasional. Pastikan semua koneksi listrik dan komunikasi terhubung dengan benar.
 - **Uji coba lapangan:** Lakukan uji coba lapangan untuk memastikan sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi. Lakukan penyesuaian jika diperlukan.

3. PEMBAHASAN DAN HASIL

3.1. Analisis Kebutuhan Sistem

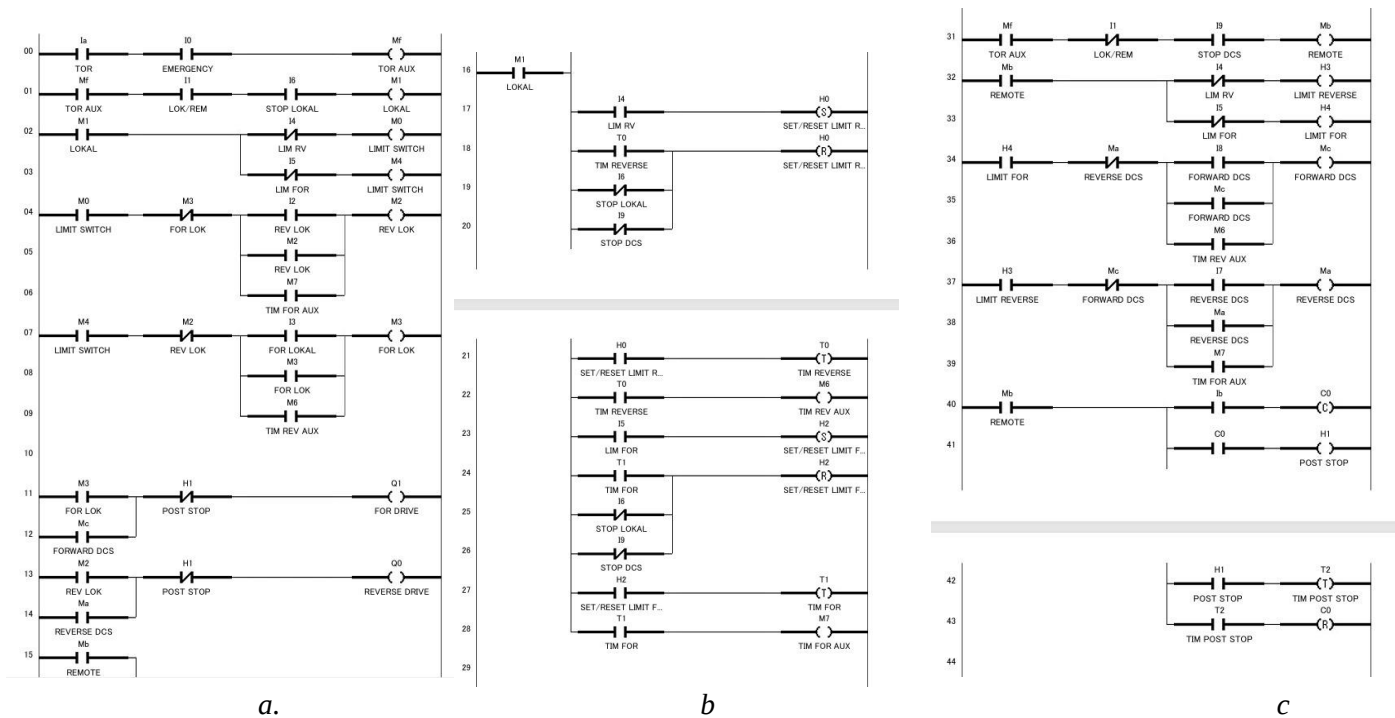
Sistem kerja pada *Traveling Tripper Car* ini menggunakan logika *forward* dan *reverse* untuk *Belt Conveyor* juga menggunakan logika *forward reverse* dengan 2 pengendalian secara remote atau lokal sistem pada *Tripper 3B* ini sudah tidak lagi memerlukan kontaktor, OL (*Overload*), *Push Button*, dikarenakan sudah ada terpasang dan telah dinormalisasi tapi hanya bisa dikendalikan secara lokal dan start dan stop-nya menggunakan kontrol manual, dikarenakan sistem terdahulu terjadi short dan terbakar sehingga PLC dan komponen lainnya rusak. Penggunaan OL akan digunakan pada motor *Belt Conveyor* dan motor penggerak *Tripper Car* dengan menggunakan PLC OMRON ZEN berikut sistem DCS.



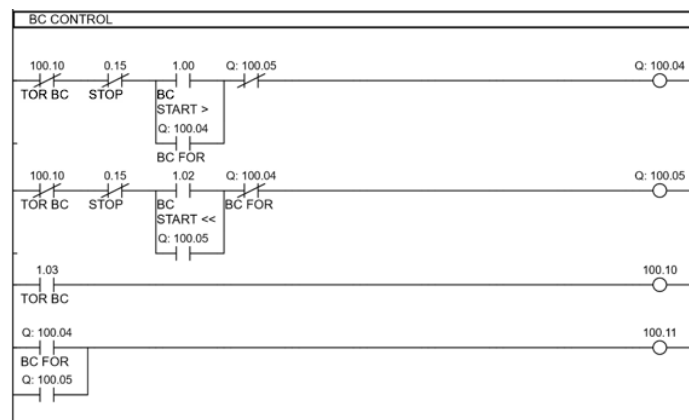
Gambar 1 Alur kontrol DCS

3.2. Design Sistem Ladder dan HMI

a. Ladder PLC ZENTOOOL TRIPPER CAR



Gambar 2. a, b, dan c. Ladder Tripper Car ZEN



Gambar 3. Ladder Belt Conveyor

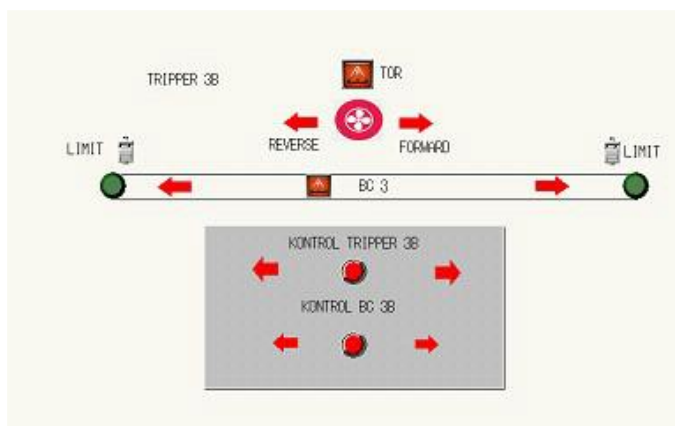
Gambar 2. menunjukkan logika ladder yang telah dibuat untuk pengendalian *Tripper Car* Gambar 3 merupakan kontrol ladder *Belt Conveyor*, dalam ladder tersebut terbagi beberapa baris utama yaitu baris untuk logika *Tripper Car auto-lokal*, *Output*, *Timmer*, dan *BC*. Sistem logika kerjanya sebagai berikut. Sistem BC (*Belt Conveyor*) sudah tersedia untuk rangkaian kontrolnya masih menggunakan existing untuk itu rangkaian BC ini digunakan untuk sebagai SIMULASI, Berikut hasil simulasi

Tabel 1. Hasil Simulasi Tripper

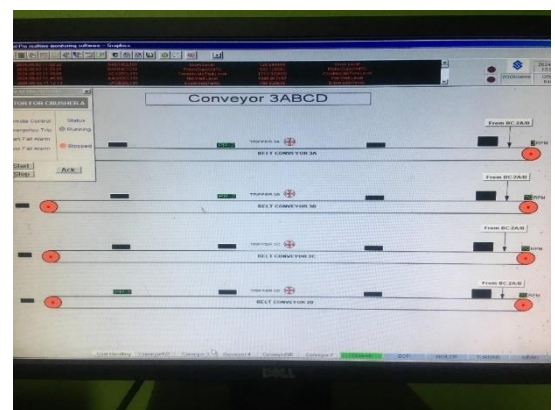
KONDISI	SISTEM KERJA
LOKAL MANUAL	Saat I1 pada PLC diberikan input digital = 1 maka akan masuk pada kondisi Manual kondisi lokal manual maka sistem akan bekerja secara manual forward dan reverse pada <i>tripper</i> dan pada <i>belt conveyor</i>
AUTOMATIC DCS	Saat I1 pada PLC diberikan input digital = 0 maka akan masuk pada kondisi Auto dimana kondisi auto maka sistem akan bekerja secara auto/semi auto dengan pengendalian dari sistem HMI dari DCS <i>coal handling</i> pengendalian sistem DCS adalah memberikan signal pada inputan PLC signal yang digunakan adalah <i>DIGITAL</i> = 1 OR 0 atau <i>True or False</i> dan dapat mengirim signal dari PLC ke DCS berdasarkan output PLC Pengendalian ini ada beberapa kondisi - Jika <i>Tripper car</i> berjalan dengan arah <i>forward</i> dan telah menyentuh <i>limit-switch</i> maka akan berhenti dan menunggu 10 detik dan akan kembali bergerak dengan arah <i>reverse</i> begitu juga sebaliknya - Pada <i>Tripper car</i> memiliki post pemberhentian pada sepanjang rel berjalan, dalam keadaan otomatis berjalan dan pengisian batubara / material maka tiap melewati post maka sensor akan mendeteksi post dan akan berhenti jika batu bara telah penuh sensor leveling akan mendeteksi dan akan melanjutkan berjalan sampai post berikut Belt conveyor dapat dikendalikan dari HMI <i>forward & reverse</i>
PROTEKSI	Jika proteksi bekerja maka semua kontak NC akan berubah menjadi NO yang terhubung pada inputan PLC yang akan merubah NC = 1 menjadi NO = 0 maka semua sistem tidak dapat dijalankan sampai sistem proteksi di reset proteksi seperti OL atau TOR dikarenakan terhubung pada PLC maka sistem DCS dapat mendeteksi

b. Design HMI CX-Designer dan HMI sistem DCS Advantrolpro

Gambar dibawah ini merupakan HMI yang digunakan pada simulasi dan pengontrolan pada DCS



Gambar 4. HMI Cx-Designer



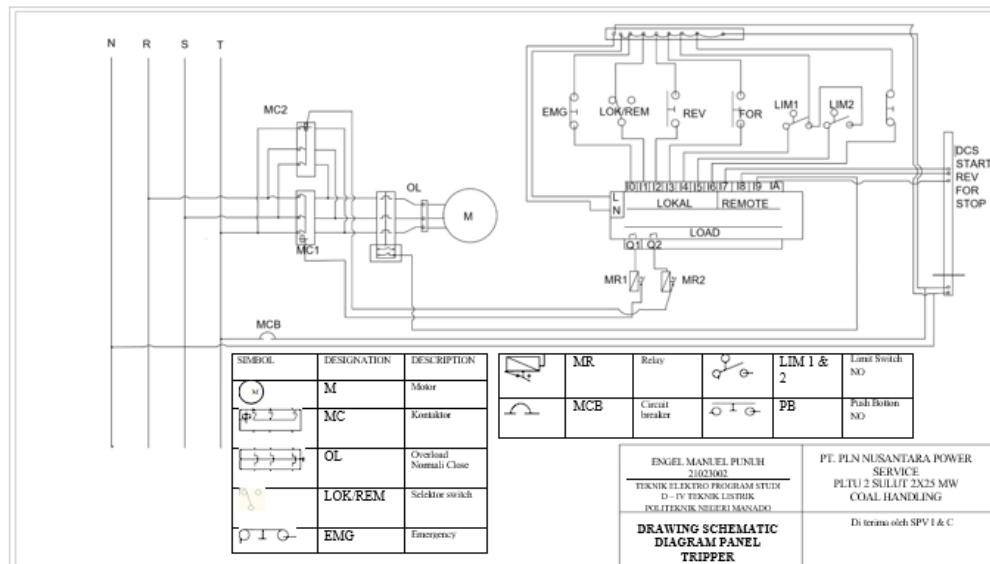
Gambar 5. HMI advantrolpro

HMI pada gambar 4 merupakan HMI CX-Designer dan digunakan sebagai simulasi sistem dan gambar 5 merupakan HMI yang terhubung pada sistem DCS pada gambar tersebut terdapat indikator seperti sistem berjalan atau tidak, memiliki indikasi sistem proteksi pada *Tripper Car* dan *Belt Conveyor* Perangkat I/O yang tersambung ke PLC dikendalikan dengan suatu alamat memori tertentu, atau dengan kata lain alamat I/O. Alamat tersebut adalah unik untuk mengidentifikasi perangkat I/O (Input/Output), alamat terdiri dari alamat word (CH=channel) dan angka bit, serta ditampilkan dalam bentuk desimal.

Setiap perangkat digital yang tersambung ke Unit Input atau Unit Output diberikan bit tunggal. Perangkat tersebut diberi alamat, tergantung pada jumlah terminal sebagai titik koneksi input dan output. Alamat yang biasanya digunakan untuk perangkat I/O disebut area “CIO (Core IO/IO Inti)”.

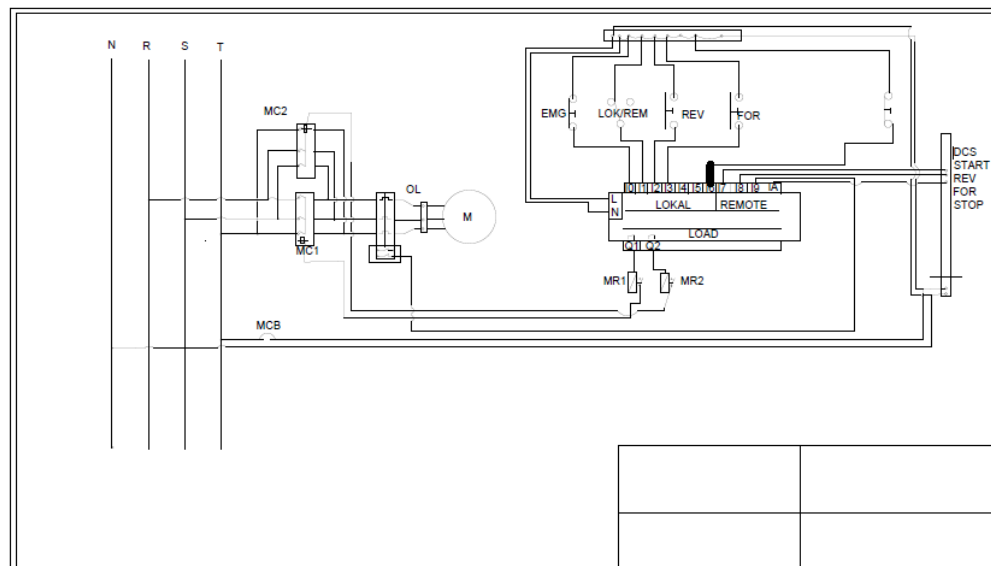
3.3. Implementasi

Untuk memasang sistem ini di lokal dilakukan menyesuaikan panel dikarenakan pengontrolan yang baru, berikut diagram schematic untuk motor tripper car,



Gambar 6. Diagram Schematic motor tripper

Berikut gambar diagram schematic BC



Gambar 7. Diagram Schematic BC



Setelah melakukan pemasangan berikut hasil yang didapatkan saat pengujian dilapangan hasilnya semua input dan output dapat bekerja sesuai dengan logika ladder yang telah download dari komputer ke PLC yang terpasang.

Tabel 2. Hasil pengujian

ADDRESS	LOGIC	DESIGNATION	DESCRIPTION	HASIL
I0	NOT	EMG	EMERGENCY	Saat di tekan Pengoprasian Tripper tidak bisa
I1	OR	LOK/REM	KONTROL REMOTE DAN LOKAL SELECTOR SWITCH	Lokal/Remot dapat di set dengan NO Remote, NC Lokal
I2	OR	REV	REVERSE	Dapat berfungsi dengan baik terdapat fungsi interlock antara push button REV dan FOR, Jika push button REV di tekan dan motor running REVERSE push button FOR tidak bisa menginterupsi kerja REVERSE
I3	OR	FOR	FORWARD	Push button FOR untuk menggerakkan motor arah FORWARD dengan fungsi interlock dengan Push button REV
I4	OR	LIM	LIMIT SWITCH REVERSE	Berfungsi; sebagai sttoper motor jika sudah sampai di ujung Kiri. Setting pada limit switch ini menggunakan logika DIFU Differentiate UP penggunaan logika ini berfungsi untuk mengirimkan data impuls pada HOLD RELAY PLC dan akan menghidupkan timer serta langsung mengirimkan perintah untuk menghentikan motor dan akan otomatis akan menghidupkan motor dengan arah kanan (FORWARD) pengalihan ini membutuhkan waktu 20.000ms (20SEC)
I5	OR	LIM	LIMIT SWITCH FORWARD	Berfungsi dengan prinsip kerja sama dengan LIMIT SWITCH REVERSE kedua limit switch menggunakan INTERLOCK jika limit Switch REVERSE bekerja maka limit Switch FOR tidak dapat mengirimkan impulse
I6	NOT	STOP	STOP	Berfungsi untuk menghentikan Motor
I7	OR	REV	REVERSE FROM DCS	Mengendalikan motor dari remote DCS *Pengetesan melakukan simulasi dengan langsung menghubungkan menggunakan Push button dan hasilnya bekerja dengan baik prinsip start stop dari DCS ini seperti start stop dari lokal menggunakan fungsi interlock
I8	OR	FOR	FORWARD FROM DCS	Berfungsi
I9	NOT	TOR/OL	THERMAL OVER RELAY	Melakukan simulasi dengan menghubungkan dengan menggunakan push button NO dan saat ditekan menggambarkan TOR (Thermal over relay) bekerja maka semua fungsi tidak bisa beroperasi dan tidak bisa di oprasikan darimanapun
Ia	NOT	STOP	STOP FROM DCS	Stop melalui DCS dengan menggunakan simulasi push button bekerja dengan baik dengan menghentikan oprasi pada motor

Sistem kontrol *Belt Conveyor* sudah ada di lokal maka dilakukan pengetesan dengan menggunakan simulasi langsung dari PLC dan HMI tanpa menghubungkannya langsung ke motor drive *Belt-conveyor* dengan hasil yang didapatkan bekerja sesuai dengan logika ladder yang telah di buat.

Tabel 3. Hasil pengetesan Belt Conveyor

Hasil TRIPPER BELT CONVEYOR				
ADDRESS	LOGIC	DESIGNATION	DESCRIPTION	HASIL
I : 0.15	NOT	STOP	EMERGENCY	Saat di tekan akan menghentikan proses berjalan BC
I : 1.00	OR	REV	KONTROL REVERSE	Dapat berfungsi untuk menggerakkan motor driver BC dalam mode Reverse
I : 1.02	OR	FOR	FORWARD	Dapat berfungsi untuk menggerakkan motor driver BC dalam mode Forward
I : 1.03	OR	TOR	PROTEKSI	Jika TOR (<i>Thermal Overload Relay</i>) bekerja maka NC berubah menjadi NO dan akan mengirimkan signal ke PLC = 0 sehingga semua sistem mati tidak bisa berfungsi sampai sisten proteksi di reset

4. KESIMPULAN

- **Keefektifan Simulasi:** Simulasi kontrol PLC pada tripper belt conveyor 3B telah berhasil menunjukkan efektivitas dalam meningkatkan kontrol dan manajemen operasional sistem *conveyor*.
- **Manfaat Implementasi:** Implementasi kontrol PLC tidak hanya meningkatkan efisiensi dan akurasi operasi, tetapi juga memungkinkan penghematan biaya dan waktu dalam pemeliharaan serta perbaikan.
- **Penerapan Praktis:** Hasil simulasi menunjukkan bahwa penerapan kontrol PLC pada aplikasi ini dapat diterapkan secara praktis dan memberikan dampak positif secara signifikan terhadap kinerja sistem.
- **Tantangan dan Pengembangan Masa Depan:** Meskipun berhasil, terdapat tantangan dalam integrasi teknologi PLC yang lebih canggih atau adaptasi dengan sistem konveyor yang lebih kompleks untuk pengembangan masa depan.
- **Kesimpulan Strategis:** Kesimpulan ini memberikan gambaran tentang nilai tambah dari penggunaan kontrol PLC dalam industri pengangkutan dan pengolahan material seperti *Tripper Belt Conveyor* 3B, serta menegaskan pentingnya investasi dalam teknologi kontrol otomatisasi untuk meningkatkan *efisiensi operasional*.

5. SARAN

Evaluasi dan Peningkatan keamanan sistem melakukan audit keamanan secara berkala untuk mengidentifikasi dampak masalah yang akan muncul dan menutup potensi celah keamanan dalam panel sistem kontrol. Agar tidak terjadi *short circuit* dan terbakar seperti yang pernah terjadi, seperti melakukan perawatan *Priventive Maintenance* (PM).

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada dosen yang telah membimbing dalam pembuatan jurnal ini dan kepada rekan- rekan PLTU 2 SULUT yang telah membimbing dan memberikan masukan dalam pembuatan project, ini serta semua yang terlibat semua pihak dalam penyelesaian project ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Suardi, N. Chairat, F. Muhammad, T. B. Impak, and B. Tekuk, "Analisi efisiensi boiler dengan metode heat loss," no. 4, 2017.
- [2] T. Wahyudi and Yuriadi Kusuma, "Analisis Rugi-Rugi Heat Rate Pltu Banten 3 Lontar Akibat Deviasi Parameter Pada Kondisi Aktual Menggunakan Analisis Gap," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 9, pp. 8–19, 2023, doi: 10.21009/jkem.9.1.2.
- [3] E. A. Tampubolon, "Optimalisasi Waktu Pelaksanaan Coal Handling System di PLTU Cilacap dengan Menggunakan Lean Six Sigma," *Inst. Teknol. Sepuluh Nop.*, pp. 9–57, 2014, [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/291472888.pdf>
- [4] A. Hastanto, B. F. T.K, and J. Windarta, "Studi Potensi Penghematan Energi pada Coal Handling System PLTU Jawa IV Menggunakan Analisis Regresi Multivarian," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 5, no. 2, pp. 130–144, 2024, doi: 10.14710/jebt.2024.23950.
- [5] T. A. Ardiansyah and R. Risfendra, "Rancangan Sistem Mounting Device Berbasis PLC Menggunakan HMI," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 49–54, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.16.
- [6] A. Yanuar Chrise, J. Teknik Mesin, U. Riau, and K. Bina Widya Panam, "Perancangan Bark Belt Conveyor 27B Kapasitas 244 Ton/Jam," *Jom FTEKNIK*, vol. 4, no. 2, p. 1, 2017.
- [7] I. Rizaldi, M. A. Murti, and E. Susanto, "Perancangan Sistem Kendali Boiler Menggunakan Algoritma PID Pada PLC (programmable Logic Controller) Omron," *e-Proceeding Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 1949–1956, 2015.
- [8] Y. Badruzzaman, "Sistem Monitoring Kendali Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Variable Speed Drive Berbasis Plc Dan Scada," *Orbith*, vol. 11, no. 2, pp. 147–152, 2015.
- [9] A. A. Jagtap, S. D. Vaidya, A. R. Samrutwar, R. G. Kamadi, and N. V Bhende, "Design of Material Handling Equipment: Belt Conveyor System for Crushed Biomass Wood Using V Merge Conveying System," *Int. J. Mech. Eng. Rob. Res.*, vol. 4, no. 2, pp. 38–48, 2015, [Online]. Available: <http://www.ijmerr.com/uploadfile/2015/0415/20150415111336481.pdf>
- [10] T. Taufik and W. Putri, "Perancangan Prototype Early Warning System pada Kontrol On/Off Belt Conveyor Menggunakan PLC Siemens S7-300," *J. Optimasi Sist. Ind.*, vol. 14, no. 1, p. 116, 2016, doi: 10.25077/josi.v14.n1.p116-137.2015.
- [11] M. M. Muchid, D. Yustianto, S. Subaderi, and A. Wahyu Nugroho, "TTG Mesin Penghalus Pipa Roll Conveyor Pengganti Mesin Bubut Wilayah Surabaya Barat," *Pros. Konf. Nas. Pengabdi. Kpd. Masy. dan Corp. Soc. Responsib.*, vol. 2, pp. 177–183, 2019, doi: 10.37695/pkmcsr.v2i0.433.
- [12] Y. Irwanto, D. Harsono, and Sutanto, "Automation of mixing tank system in STTN-BATAN mini plant using DCS Centum VP," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1436, no. 1, p. 012128, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1436/1/012128.
- [13] M. Rajalakshmi, V. Saravanan, V. Arunprasad, C. A. T. Romero, O. I. Khalaf, and C. Karthik, "Machine learning for modeling and control of industrial clarifier process," *Intell. Autom. Soft Comput.*, vol. 32, no. 1, pp. 339–359, 2022, doi: 10.32604/iasc.2022.021696.
- [14] Suwahyono, "Analisa Kontrol Level Drum Pada Proses Boiler Dengan Menggunakan Yokogawa Distributed Control System (DCS) CS3000 Pada PT. PERTAMINA Unit Pengolahan V, Balikpapan-Kalimantan Timur," 2008.
- [15] A. N. F, D. Harsono, and J. Sunardi, "SIMULASI KENDALI PROSES PEMURNIAN NIRA MENTAH MENGGUNAKAN DCS SIMULATOR PANEL STTN-BATAN," *Semin. Nas. Terap. Ris. Inov. Ke-8*, vol. 8, no. 1, pp. 223–230, 2022.
- [16] R. T. Wahyuni and Z. Zulkifli, "Analisis Dampak Penerapan Sistem Proteksi Plugging pada Chute Conveyor Berbasis PLC di PLTU Tenayan," *Infomatek*, vol. 24, no. 1, pp. 51–58, 2022, doi: 10.23969/infomatek.v24i1.4623.