

LADDER DIAGRAM CONTROL SISTEM CONVEYOR UNTUK PROSES PAINTING DAN SANDBLASTING BERBASIS ELEKTRO-HIDROLIK

Muhammad Arfian Alfi Rachmadhani

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: muhammadarfian.20043@mhs.unesa.ac.id

Endryansyah, Bambang Suprianto, Puput Wanarti Rusimamto.

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: endryansyah@unesa.ac.id, bambangsuprianto@unesa.ac.id, puputwanarti@unesa.ac.id

Abstrak

Dalam industri manufaktur *modern*, otomatisasi memainkan peran penting dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi. Salah satu tahapan kritis dalam proses fabrikasi struktur adalah *finishing*, yang mencakup *sandblasting* dan pengecatan. Penelitian ini membahas rancangan sistem *conveyor* berbasis elektro-hidrolik untuk proses *sandblasting* dan *painting* yang dikendalikan menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*) dan sensor *proximity* agar proses dapat berjalan secara otomatis. metode penelitian yang digunakan bersifat kuantitatif dengan pendekatan simulasi menggunakan *Software Automation Studio*. perancangan sistem ini melibatkan integrasi berbagai komponen seperti *push button*, sensor *proximity*, solenoid valve, serta motor 3 fasa yang dikendalikan melalui *ladder diagram* pada PLC. Pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang mampu mengontrol pergerakan *conveyor*, mengaktifkan dan menonaktifkan proses *sandblasting* serta *painting* secara otomatis berdasarkan deteksi material oleh sensor *proximity*. hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan PLC dan sensor *proximity* dapat meningkatkan efisiensi serta memastikan konsistensi kualitas dalam proses *finishing*. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan implementasi sistem *monitoring* berbasis *Internet of Things* (IoT) guna meningkatkan pemantauan performa sistem secara *real-time*.

Kata Kunci: conveyor, elektro-hidrolik, sensor *proximity*, motor 3 fasa, PLC, Automation Studio.

Abstract

In the modern manufacturing industry, automation plays a crucial role in enhancing production efficiency and quality. one of the critical stages in the fabrication process of structures in finishing, which includes sandblasting and painting. This study discusses the design of an electro-hydraulic-based conveyor system for sandblasting and painting processes, controlled using a Programmable Logic Controller (PLC) and proximity sensors to enable automated operation. The research methodology employed is quantitative, utilizing a simulation approach with Automation Studio software. The system design involves the integration of various components such as push buttons, proximity sensors, solenoid valves, and a three-phase motor, all controlled through a ladder diagram on the PLC. Testing indicates that the designed system is capable of controlling conveyor movement, activating and deactivating the sandblasting and painting processes automatically based on material detection by proximity sensors. The research findings demonstrate that the implementation of PLC and proximity sensors can enhance efficiency and ensure consistent quality in the finishing process. For further development, it is recommended to implement an Internet of Things (IoT)-based monitoring system to improve real-time performance.

Keywords: conveyor system, electro-hydraulic, proximity sensor, 3 phase motor, PLC, Automation Studio.

PENDAHULUAN

Dalam perkembangan industri modern, khususnya dalam produksi massal, otomatisasi telah diterapkan secara luas pada berbagai tahapan manufaktur, seperti pemotongan, perakitan, dan pengecatan yang sebelumnya bergantung pada tenaga kerja manusia (Moedjahedy, 2018). Tidak dapat disangkal bahwa

dalam kondisi tertentu, peran manusia dapat tergantikan oleh mesin, mengingat efisiensi dan konsistensi yang ditawarkan oleh teknologi otomatisasi. Otomasi teknologi merupakan jenis teknologi yang mengintegrasikan elemen mekanis, elektronik, dan komputasi dalam suatu sistem terpadu yang dirancang untuk mengatur serta mengontrol berbagai tahapan dalam proses produksi. Sistem ini

bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, konsistensi, dan keandalan dalam operasional industri melalui penerapan prinsip – prinsip rekayasa dan teknologi canggih (Maulana, 2024).

Setiap perusahaan yang bergerak di sektor industri harus melalui berbagai tahapan dalam proses produksi guna memastikan kualitas produk yang optimal. Salah satu tahapan penting dalam proses fabrikasi struktur adalah tahap *finishing* yang berperan dalam menentukan kelayakan produk akhir. *Finishing* dalam fabrikasi struktur umumnya mencakup proses *sandblasting* dan *painting* (Kharisma et al., 2023). *Sandblasting* adalah suatu teknik yang melibatkan penyemprotan material abrasif seperti pasir silika atau *steel grit* menggunakan tekanan tinggi terhadap suatu permukaan (Meana et al., 2021). *Painting* merupakan salah satu proses pelapisan atau *coating* pada suatu material yang berfungsi sebagai perlindungan terhadap permukaan material dari berbagai faktor lingkungan (Mulyanto et al., 2020). Setiap tahapan dalam proses ini memerlukan pengendalian yang optimal guna memastikan tingkat konsistensi serta kualitas produk yang terjaga.

Pemanfaatan teknologi elektro-hidrolik dan sistem konveyor dapat menjadi solusi efektif dalam meningkatkan efisiensi proses *finishing*. Sistem elektro-hidrolik mengombinasikan teknologi kelistrikan dan hidrolik untuk mengontrol pergerakan serta tekanan dalam berbagai aplikasi industri (Xu et al., 2020). Sementara itu, sistem konveyor berfungsi sebagai mekanisme transportasi material atau produk secara kontinu dalam lini produksi (Strobel et al., 2020). Integrasi kedua teknologi ini berpotensi menciptakan sistem manufaktur yang lebih efisien, terotomatisasi, serta memiliki tingkat pengendalian yang lebih optimal.

Pada tahun 2021 terdapat penelitian yang dilakukan oleh Faisal Arif Pambudi tentang “Rancang Bangun Alat *Sandblasting* Sebagai Pembersih Kotoran pada Permukaan Logam” (Pambudi et al., 2021). Penelitian ini berfokus pada pengembangan alat *sandblasting* yang dilengkapi dengan ruangan khusus. Namun, proses *sandblasting* dalam penelitian ini masih dilakukan secara manual.

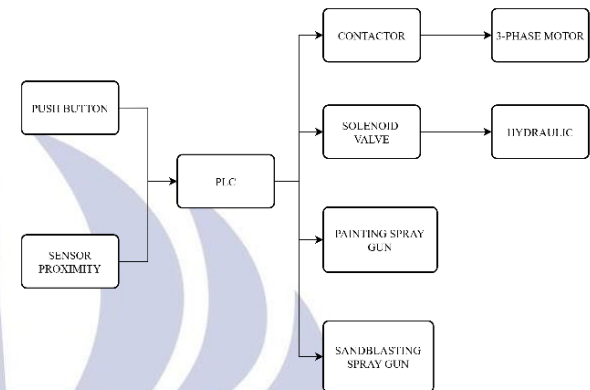
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti mengidentifikasi peluang untuk mengembangkan sistem ini dengan menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*) dan sensor proximity agar sistem *conveyor painting* dan *sandblasting* berbasis elektro-hidrolik dapat berjalan secara otomatis.

METODE

Pendekatan Penelitian

Peneliti menerapkan pendekatan kuantitatif dalam penelitian ini. Data yang digunakan diperoleh melalui pengujian hipotesis dengan mengamati dampaknya (Sarwono & Handayani, 2021). Dalam penelitian ini, peneliti menyusun simulasi menggunakan *software Automation Studio*.

Perancangan Sistem



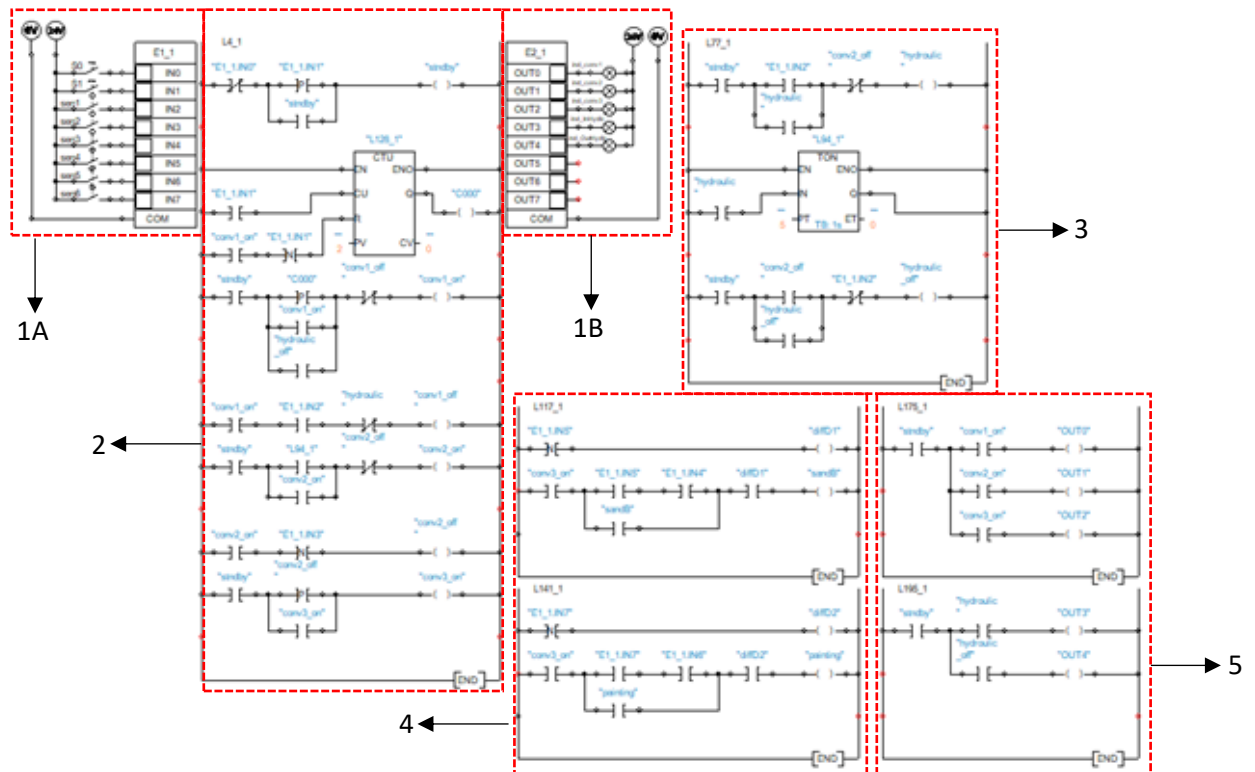
Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem digunakan untuk menggambarkan secara grafis hubungan fungsional antar komponen – komponen yang membentuk suatu sistem. Pada Gambar 2, PLC (*Programmable Logic Controller*) berfungsi sebagai pusat kendali utama dalam sistem ini. *Push button* serta sensor *proximity* berperan sebagai perangkat *input* yang akan memicu aktivasi pin *input* pada PLC. Sedangkan pin *output* yang dihasilkan mencakup kontaktor yang berfungsi sebagai relay untuk mengoperasikan motor 3 (tiga) fasa yang nantinya digunakan sebagai motor penggerak pada *conveyor 1*, *conveyor 2* dan *transfer conveyor*. Selanjutnya, terdapat solenoid valve yang berperan dalam mengontrol aliran fluida hidrolik melalui mekanisme elektromagnetik (Angadi & Jackson, 2022; Li et al., 2023). Selain itu, *painting spray gun* digunakan untuk proses pengecatan permukaan plat. Sementara *sandblasting spray gun* berfungsi untuk menyemprotkan media abrasif dengan tekanan tinggi untuk membersihkan atau menghaluskan permukaan material.

Perancangan Sistem Kontrol

Ladder diagram merupakan representasi grafis dari logika kontrol yang digunakan dalam sistem kendali berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC). Diagram ini bertujuan untuk menyederhanakan pemahaman dan penerapan logika kontrol dalam sistem yang dikendalikan.

Ladder Diagram Control Sistem Conveyor untuk Proses *Painting* dan *Sandblasting* Berbasis Elektro-Hidrolik

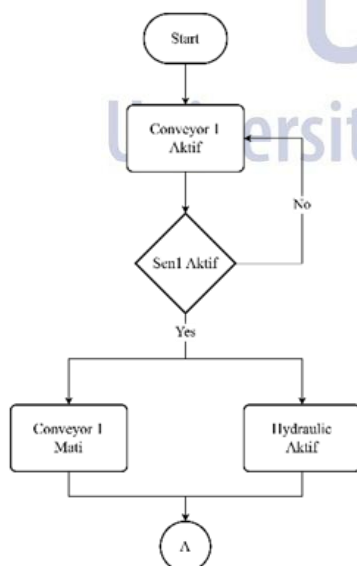


Gambar 2. Ladder Diagram Sistem

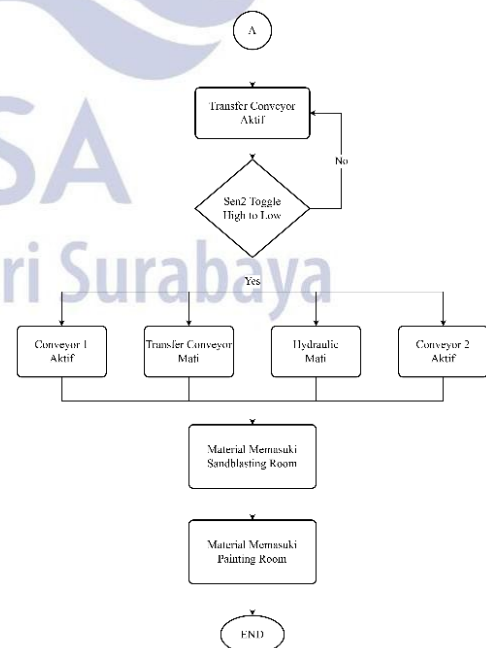
Pada Gambar 3 menunjukkan keseluruhan *ladder diagram* yang digunakan untuk mengontrol Sistem Conveyor untuk Proses *Painting* dan *Sandblasting* Berbasis Elektro-Hidrolik. Bagian nomor 1A dan 1B yang ditunjukkan pada gambar tersebut merupakan *input* dan *output* dari PLC, bagian nomor 2 merupakan *ladder* untuk pengontrol motor, bagian nomor 3 menunjukkan *ladder* untuk kontrol hidrolik, bagian nomor 4 menunjukkan *ladder* untuk kontrol *nozzle sandblasting* dan *nozzle painting*, dan yang terakhir bagian nomor 5 merupakan *ladder output* PLC.

Gambar 4 menunjukkan *flowchart* kerja sistem yang dimulai ketika tombol ditekan (*push button*) yang menyebabkan conveyor 2 beroperasi untuk memintahkan material ke *transfer conveyor*. Setelah itu, sensor *proximity* 1 (sen1) mendeteksi keberadaan material, yang mengakibatkan penghentian conveyor 1. Pada tahap ini, sistem hidrolik yang terpasang di bawah *transfer conveyor* akan mengangkat material ke atas.

Pengujian



Gambar 3. Flowchart Sistem 1



Gambar 4. Flowchart Sistem 2

Pada Gambar 5, ketika *transfer conveyor* diaktifkan, material akan dipindahkan ke *conveyor 2* yang selanjutnya akan mengaktifkan sensor *proximity* 2 (sen2). Fungsi dari sensor tersebut adalah sebagai *differential down* yang bertugas untuk menghentikan operasi *transfer conveyor*, menggerakkan piston hidrolik untuk turun, dan mengaktifkan *conveyor 2*.

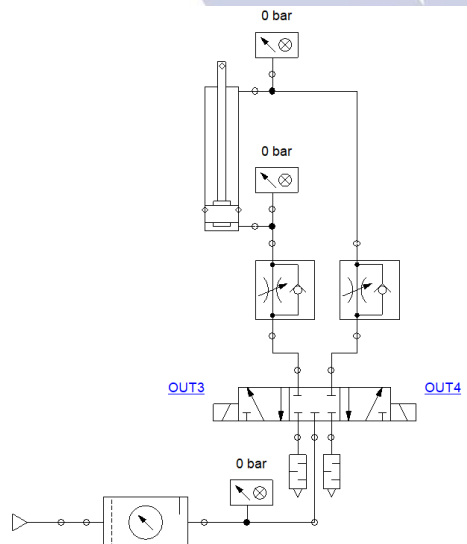
Ketika *conveyor 2* beroperasi, material akan diarahkan menuju ruang *sandblasting*. di dalam ruang *sandblasting*, terdapat 2 sensor *proximity* yaitu *proximity* sensor 3 (sen3) dan *proximity* sensor 4 (sen4). *Proximity* sensor 3 (sen3) berfungsi sebagai kontak *stanby* untuk *proximity* sensor 4 (sen4), sementara *proximity* sensor 4 (sen4) bertugas untuk mengontrol proses pengaktifan dan penghentian *nozzle sandblasting*.

Setelah proses *sandblasting* selesai, material akan dipindahkan ke ruang pengecatan. Di dalam ruang pengecatan terdapat 2 sensor *proximity*, yaitu *proximity* 5 (sen5) dan *proximity* 6 (sen 6). *Proximity* 5 berfungsi sebagai kontak *stanby* untuk *proximity* 6, sementara *proximity* 6 digunakan untuk mengatur pengaktifan dan penonaktifan *nozzle* pengecatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Diagram Rangkaian Hydraulic

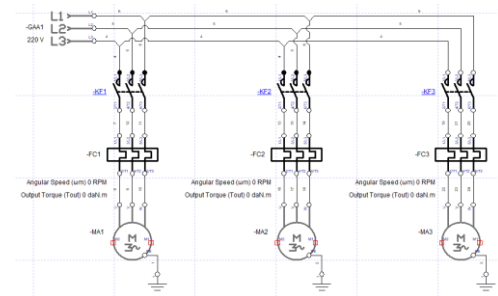
Gambar 5 merupakan diagram rangkaian *hydraulic* yang menggambarkan cara kerja suatu sistem *control actuator hydraulic* menggunakan katup-katup solenoid.



Gambar 5. Diagram Rangkaian Hydraulic

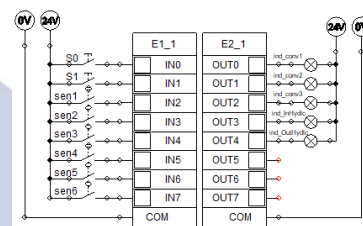
Diagram Rangkaian Hydraulic

Gambar 6 menunjukkan rangkaian pengendali motor induksi 3 fasa untuk tiga *conveyor* yang masing – masing digerakkan oleh motor MA1, MA2, dan MA3.



Gambar 6. Diagram Rangkaian Motor 3 Fasa

Input Output PLC



Gambar 7. Input Output PLC

Gambar 7 merupakan hubungan antara *input* dan *output* pada PLC dari Gambar 3 bagian nomer 1A dan 1B, dimana E1_1 merujuk pada alamat *input* PLC, dan E2_1 merujuk pada alamat *output* PLC. Untuk masing – masing fungsi pin *input* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Keterangan Pin Input

Pin Input	Keterangan
IN0	Trigger pin berasal dari <i>push button</i> S0, pin IN0 berfungsi untuk menonaktifkan sistem.
IN1	Trigger pin berasal dari <i>push button</i> S1, pin IN1 berfungsi untuk mengaktifkan sistem agar masuk dalam kondisi <i>standby</i> dan mengontrol <i>conveyor</i> .
IN2	Trigger pin berasal dari <i>proximity</i> sensor (sen1), pin IN2 berfungsi untuk mengontrol <i>hydraulic</i> .
IN3	Trigger pin berasal dari <i>proximity</i> sensor (sen2), pin IN3 berfungsi untuk mengontrol <i>hydraulic</i> .
IN4	Trigger pin berasal dari <i>proximity</i> sensor (sen3), pin IN4 berfungsi agar <i>sanblasting room</i> dalam keadaan <i>standby</i> .
IN5	Trigger pin berasal dari <i>proximity</i> sensor (sen4), pin IN5 berfungsi untuk mengaktifkan <i>nozzle sanblasting</i> .
IN6	Trigger pin berasal dari <i>proximity</i> sensor (sen5), pin IN6 berfungsi agar <i>painting room</i> dalam keadaan <i>standby</i> .
IN7	Trigger pin berasal dari <i>proximity</i> sensor (sen6), pin IN7 berfungsi untuk mengaktifkan <i>nozzle painting</i> .

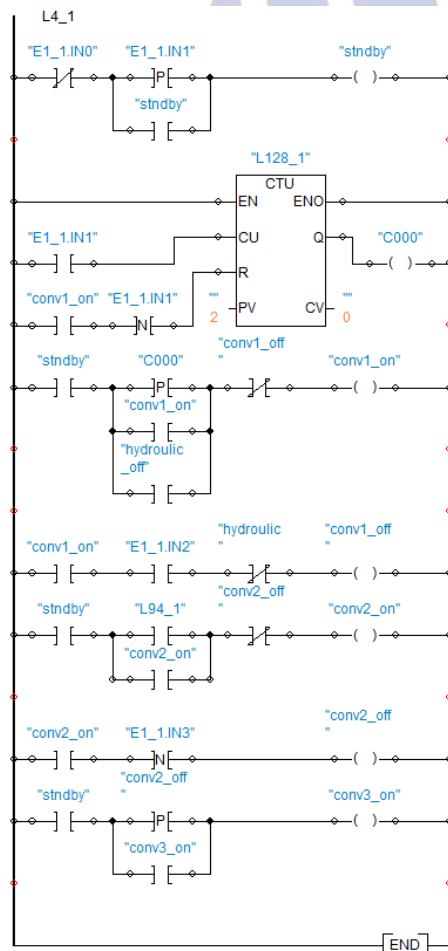
Ladder Diagram Control Sistem Conveyor untuk Proses *Painting* dan *Sandblasting* Berbasis Elektro-Hidrolik

Kemudian untuk masing – masing fungsi dari pin *output*, ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Keterangan Pin *Output*

Pin <i>Output</i>	Keterangan
OUT0	Berfungsi untuk meng-aktifkan/mematikan conveyor 1.
OUT1	Berfungsi untuk meng-aktifkan/mematikan <i>Transfer conveyor</i> .
OUT2	Berfungsi untuk meng-aktifkan/mematikan conveyor 2.
OUT3	Berfungsi untuk mengaktifkan <i>hydraulic</i> .
OUT4	Berfungsi untuk mematikan <i>hydraulic</i> .

Ladder Control Conveyor



Gambar 8. Ladder Diagram Control Conveyor

Gambar 8 merupakan potongan yang ditunjukkan pada Gambar 3 bagian nomor 2 ladder diagram PLC yang berfungsi sebagai pengontrol conveyor. Tabel 3 menunjukkan hubungan antara *input* dan *output* yang

digunakan untuk mengaktifkan serta menonaktifkan sistem.

Tabel 3. Deskripsi Alamat *Starting* Sistem

Input	Input Comment	Output	Output Comment
E1_1.IN0	NC untuk stop sistem		
E1_1.IN1 (diff up)	Differential up NO	stnby	Internal coil kondisi standby
stnby	Interlock internal coil stnby		

Pada bagian pertama dari kontrol ladder conveyor, proses perngaktifan dan pematian sistem dilakukan. “E1_1.IN1” merupakan kontak NO *differential up* yang dipicu oleh tombol S1, yang berfungsi untuk mengaktifkan internal coil “stnby” dan juga kontak bantu “stnby” sebagai *interlock*. Sementara itu, “E1_1.IN0” adalah kontak *normally closed* (NC) yang dipicu oleh tombol S0 dengan fungsi untuk mematikan coil “stnby”. Tabel 4 menunjukkan hubungan antara alamat *input* dan *output* yang digunakan untuk mengaktifkan serta mematikan conveyor 1 setelah sistem diaktifkan.

Tabel 4. Deskripsi Alamat PLC *Control Conveyor 1*

Input	Input Comment	Output	Output Comment
E1_1.IN1	Trigger counter	L128_1	Counter PV = 2
E1_1.IN1 (diff down)	Reset counter		
conv1_on	Kontak bantu NO coil (conv1_on)	C000	Coil output counter
stnby	Kontak bantu NO coil (stnby)		
C000	Kontak bantu NO coil (C000)		
conv1_off	Kontak bantu NC coil (conv1_off)	conv1_on	Internal coil output conv1_on
hydraulic_off	Kontak bantu NO coil (hydraulic_off)		
E1_1.IN2	Trigger input proximity sensor (sen1)	conv1_off	Internal coil output conv1_off
hydraulic	Kontak bantu NC coil (hydraulic)		

Bagian kedua pada ladder control conveyor yaitu mengaktifkan dan mematikan conveyor 1. “L128_1”

berfungsi sebagai *counter* untuk mengaktifkan *coil* “C000” yang akan aktif jika alamat “E1_1.IN1” mendapatkan *trigger* sebanyak 2 kali dari *push button* S1. “E1_1.IN1 (diff down)” berperan sebagai *reset counter* ketika kontak bantu NO *internal coil* “conv1_on” telah aktif. Ketika “C000” aktif, maka *conveyor* 1 akan bekerja dan akan mati ketika “E1_1.IN2” mendapatkan *trigger* dari *proximity sensor* (sen1). Tabel 5 menunjukkan alamat hubungan antara *input* dan *output* yang digunakan mengaktifkan dan mematikan *Transfer conveyor*.

Tabel 5. Deskripsi Alamat PLC Control *Transfer conveyor*

Input	Input Comment	Output	Output Comment
L94_1	Kontak bantu timer		
conv2_off	Kontak bantu NC coil (conv2_off)	conv2_on	Internal coil conv2_on
conv2_on	Kontak bantu NO coil (conv2_on)		
E1_1.IN3 (diff down)	Trigger dari proximity sensor (sen2)	conv2_off	Internal coil conv2_off

Bagian ketiga pada *ladder control conveyor* yaitu mengaktifkan dan mematikan *Transfer conveyor*. “L94_1” merupakan *timer* yang akan aktif ketika alamat “hydraulic” aktif, setelah 5 detik akan mengaktifkan *internal coil* “conv2_on”. “E1_1.IN3 (diff down)” akan mengaktifkan *coil* “conv2_off” ketika *proximity sensor* (sen2) aktif lalu mati.

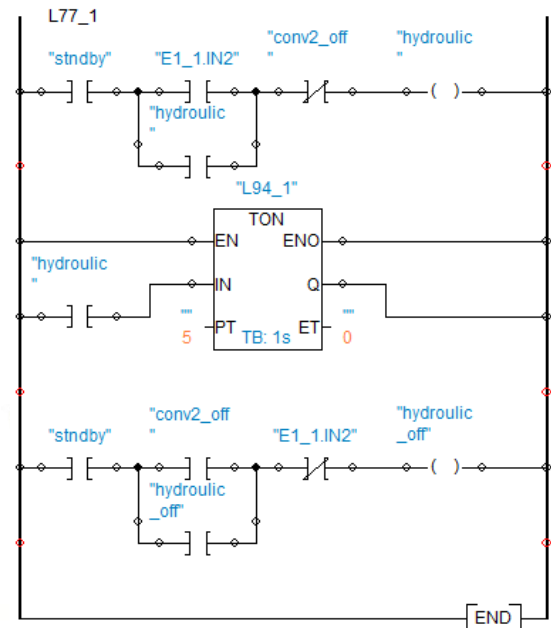
Ketika “conv2_off” aktif, maka *coil* “conv2_on” akan mati dikarenakan kontak bantu NC dari *internal coil* “conv2_off”. Tabel 6 menunjukkan alamat hubungan antara *input* dan *output* yang digunakan mengaktifkan dan mematikan *conveyor* 2.

Tabel 6. Deskripsi Alamat PLC Control *Conveyor 2*

Input	Input Comment	Output	Output Comment
conv2_off (diff up)	Kontak bantu NO coil (conv2_on)	conv3_on	Internal coil conv3_on
conv3_on	Kontak bantu NO coil (conv3_on)		

Bagian ketiga pada *ladder control conveyor* yaitu mengaktifkan dan mematikan *conveyor* 2. “conv2_off (diff up)” berfungsi untuk mengaktifkan *internal coil* serta kontak bantu NO *coil* “conv3_on”.

Ladder Kontrol Hidrolik



Gambar 9. Ladder Diagram Control Hydraulic

Gambar 9 merupakan potongan yang ditunjukkan pada Gambar 3 bagian nomor 3 *ladder diagram* PLC yang fungsinya untuk mengontrol *hydraulic*. Tabel 7 menunjukkan alamat hubungan antara *input* dan *output* yang digunakan mengaktifkan *hydraulic*.

Tabel 7. Deskripsi Alamat PLC Control Hydraulic Aktif

Input	Input Comment	Output	Output Comment
stnby	Kontak bantu NO coil (stnby)		
E1_1.IN2	Trigger dari proximity sensor (sen1)		
conv2_off	Kontak bantu NC coil (conv2_off)	hydraulic	Internal coil hydraulic
hydraulic	Kontak bantu NO coil (hydraulic)		

Bagian pertama dari *ladder diagram control hydraulic* berfungsi untuk menyalakan *hydraulic*. *Hydraulic* akan aktif jika alamat “E1_1.IN2” diaktifkan oleh *proximity sensor* (sen1) dan akan mati jika *internal coil* dari “conv2_off” aktif. Tabel 8 menunjukkan alamat hubungan antara *input* dan *output* yang digunakan mematikan *hydraulic*.

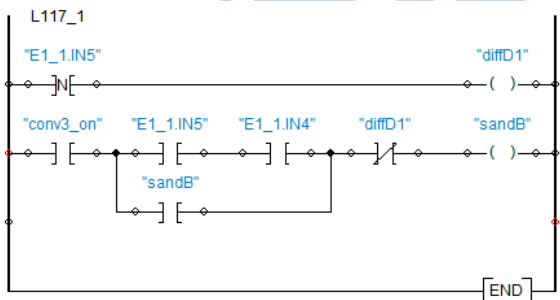
Ladder Diagram Control Sistem Conveyor untuk Proses *Painting* dan *Sandblasting* Berbasis Elektro-Hidrolik

Tabel 8. Deskripsi Alamat PLC
Control Hydraulic Non-Aktif

Input	Input Comment	Output	Output Comment
conv2_off	Kontak bantu NO coil (conv2_off)		
hydraulic_off	Kontak bantu NO coil (hydraulic_off)	hydraulic_off	Internal coil hydraulic_off
E1_1.IN2	Trigger dari proximity sensor (sen1)		

Bagian kedua dari *ladder diagram control hydraulic* berfungsi untuk mematikan *hydraulic*. Ketika kontak bantu NO dari *coil* “conv2_off” aktif maka *internal coil* dari “hydraulic_off” akan menyala.

Ladder Kontrol Sandblasting



Gambar 10. Ladder diagram Control Sandblasting

Gambar 10 merupakan potongan detail dari *ladder diagram* PLC yang ditunjukkan pada Gambar 3, khususnya pada bagian nomer 4. Potongan ini memiliki peran krusial dalam mengontrol proses *sandblasting* yang dilakukan di dalam *sandblasting room*. *Ladder diagram* pada bagian ini dirancang untuk mengatur urutan operasi dan logika kontrol yang diperlukan agar proses *sandblasting* berjalan secara otomatis, efisien, dan aman.

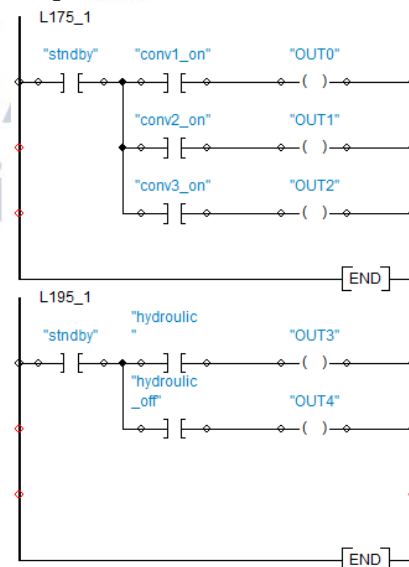
Selain itu, pada Tabel 9 menyediakan informasi detail mengenai alamat hubungan antara *input* dan *output* yang digunakan dalam sistem kontrol ini. Alamat – alamat tersebut menghubungkan sensor *proximity* dengan *internal coil*. Dengan memahami Gambar 11 dan Tabel 9, kita dapat menganalisis bagaimana sistem kontrol PLC memastikan bahwa proses *sandblasting* berjalan sesuai dengan parameter yang telah diinginkan.

Tabel 9. Deskripsi Alamat PLC
Control Sandblasting

Input	Input Comment	Output	Output Comment
E1_1.IN5	Trigger dari (diff proximity down) sensor (sen4)	diffD1	Internal coil diffD1
conv3_on	Kontak bantu NO coil (conv3_on)		
E1_1.IN5	Trigger dari proximity sensor (sen4)		
E1_1.IN4	Trigger dari proximity sensor (sen3)	sandB	Internal coil sandB
diffD1	Kontak bantu NC coil (diffD1)		
sandB	Kontak bantu NO coil (sandB)		

Pada bagian ini, berfungsi untuk mengontrol penyemprotan dari *sandblasting*. *Sandblasting* akan melakukan penyemprotan jika alamat “E1_1.IN5” dan “E1_1.IN4” keduanya aktif, sehingga *coil* dari “sandB” akan mengaktifkan *sandblasting*. *Sandblasting* akan putus jika “diffD1” aktif dan “diffD1” ketika “E1_1.IN5” berubah kondisi dari logika 1 ke 0.

Ladder Output PLC



Gambar 11. Ladder diagram Output PLC

Gambar 11 merupakan potongan yang ditunjukkan pada Gambar 3 bagian nomor 5 hubungan antara *internal coil* yang ada pada *ladder diagram* sistem dan *output* PLC. Fungsinya agar dari PLC dapat disambungkan ke komponen lainnya. Tabel 10 menunjukkan alamat hubungan antara *internal coil* PLC dengan *output* dari PLC.

Tabel 10. Deskripsi Alamat Output PLC

Input	Input Comment	Output	Output Comment
conv1_on	Kontak bantu NO coil (conv1_on)	OUT0	Output PLC
conv2_on	Kontak bantu NO coil (conv2_on)	OUT1	
conv3_on	Kontak bantu NO coil (conv3_on)	OUT2	
hydroulic	Kontak bantu NO coil (hydroulic)	OUT3	
hydraulic_off	Kontak bantu NO coil (hydraulic_off)	OUT4	

Pada Tabel 10 menunjukkan bahwa “conv1_on” akan mengaktifkan “OUT0”, “conv2_on” mengaktifkan “OUT1”, “conv3_on” mengaktifkan “OUT2”, “hydroulic” mengaktifkan “OUT3”, dan “hydraulic_off” mengaktifkan “OUT4”.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, setelah melalui proses analisis data, pengujian, dan pembahasan secara menyeluruh, dapat disimpulkan bahwasannya penerapan sensor *proximity* dan juga PLC (*Programmable Logic Controller*) menjadikan sistem dapat berkerja secara otomatis.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis mengajukan beberapa rekomendasi yang dapat menjadi acuan dalam pengembangan penelitian di masa mendatang.

1. Sistem perlu diuji lebih lanjut dalam kondisi kerja nyata untuk memvalidasi performa dan daya tahan terhadap kondisi variable di lapangan.
2. Menambahkan sistem monitoring berbasis IoT untuk memantau performa dan kondisi sistem

secara *real-time*, sehingga pemeliharaan dapat dilakukan secara preventif.

DAFTAR PUSTAKA

- Angadi, S. V., & Jackson, R. L. (2022). A Critical Review On The Solenoid Valve Reliability, Performance And Remaining Useful Life Including Its Industrial Applications. *Engineering Failure Analysis*, 136, 106231.
- Kharisma, I. A., Rachman, F., & Karuniawan, B. W. (2023). Analisis Parameter Sandblasting Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Material Baja A36 Menggunakan Metode Taguchi. *Proceedings Conference On Design Manufacture Engineering And Its Application*, 7(1), 1–7.
- Li, Y., Li, R., Yang, J., Yu, X., & Xu, J. (2023). Review Of Recent Advances In The Drive Method Of Hydraulic Control Valve. *Processes*, 11(9), 2537.
- Maulana, R. (2024). Perancangan Dan Pembuatan Trainer Sistem Kontrol Berbasis Plc Sebagai Pengembangan Media Pembelajaran Di Smk-Smti Padang. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains Dan Teknologi*, 2(4), 21–32. <https://doi.org/10.572349/Scientica.V2i4.1155>
- Meana, V., Cuesta, E., & Álvarez, B. J. (2021). Testing The Sandblasting Process In The Manufacturing Of Reference Spheres For Non-Contact Metrology Applications. *Materials*, 14(18), 5187.
- Moedjahedy, J. (2018). Implementasi Cron Job Linux Sebagai Bel Pergantian Kelas Otomatis Di Universitas Klabat. *Cogito Smart Journal*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.31154/Cogito.V4i1.97.1-10>
- Mulyanto, T., Supriyono, & Parama Arta, S. (2020). Pengaruh Perlakuan Awal Terhadap Daya Rekat Dan Kekuatan Lapisan Pada Proses Pengecatan Serbuk. *Jurnal Asimetrik: Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi*, 2(1), 25–32. <https://doi.org/10.35814/Asimetrik.V2i1.1186>
- Pambudi, F. A., Naubnome, V., & Fauzi, N. (2021). Rancang Bangun Alat Sandblasting Sebagai Pembersih Kotoran Pada Permukaan Logam. *Din. J. Ilm. Tek. Mesin*, 12(2), 65.
- Sarwono, A. E., & Handayani, A. (2021). *Metode Kuantitatif*. Unisri Press.

Ladder Diagram Control Sistem Conveyor untuk Proses Painting dan Sandblasting Berbasis Elektro-Hidrolik

Strobel, J., Sumpf, J., Bartsch, R., & Golder, M. (2020). Real-Time Measuring And Monitoring Of Relevant Parameters In Complex Chain Conveyor Systems. *Innotrac Journal*, 1, 64–73.

Hydraulic Control Valves Oriented To Industry 4.0: A Review. *Chinese Journal Of Mechanical Engineering*, 33, 1–20.

Xu, B., Shen, J., Liu, S., Su, Q., & Zhang, J. (2020). Research And Development Of Electro-

