

Modifikasi HMI Dan Program PLC Sebagai Monitoring Debit Aliran Cooling Sistem Mesin Cold Runner 2000CC (20pt)

Yogi Tama Muhammad Ardiyansyah¹⁾
Teknik Mesin, Politeknik Gajah Tunggal
yogi.tama276@gmail.com

Ari Kuswanti²⁾
Teknik Elektronika, Politeknik Gajah Tunggal
ari@poltek-gt.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini membahas pemantauan laju aliran yang digunakan sebagai media pendingin untuk mesin curing tipe cold runner yang dilengkapi dengan sensor aliran dan terintegrasi dengan PLC Omron dan HMI TS1100 untuk meningkatkan hasil produksi pada mesin curing IMD-50. Sistem ini dirancang untuk memantau dan mengontrol aliran pendingin secara akurat, sehingga dapat menjaga kualitas produk. Pengujian dilakukan menggunakan metode uji Wilcoxon untuk menganalisis data NG sebelum dan sesudah penerapan modifikasi penambahan sensor aliran IFM SM7000, guna memastikan peningkatan efisiensi dan kualitas produksi yang signifikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sensor aliran IFM SM7000 pada mesin curing cold runner 2000 cc dan integrasi PLC Omron serta HMI TS1100 secara signifikan meningkatkan kontrol proses dan mengurangi produk NG cetakan sobek dan pendek. Selain itu, analisis payback period menunjukkan bahwa investasi dalam sistem ini dapat kembali dalam waktu yang relatif singkat, menjadikannya solusi yang ekonomis dan efektif bagi industri manufaktur. Dengan demikian, penerapan teknologi ini tidak hanya memberikan manfaat teknis tetapi juga manfaat finansial yang signifikan bagi perusahaan.

Kata Kunci : Cold Runner, flow sensor, PLC Omron, HMI TS1100, uji Wilcoxon, payback period.

ABSTRACT

This research discusses monitoring the flow rate used as a cooling medium for a cold runner type curing machine which is equipped with a flow sensor and integrated with an Omron PLC and HMI TS1100 to increase production results in the IMD-50 curing machine. This system is designed to monitor and control coolant flow accurately, so as to maintain product quality. Tests were carried out using the Wilcoxon test method to analyze NG data before and after implementing the modification to add the SM7000 IFM flow sensor, to ensure a significant increase in production efficiency and quality. The research results show that the use of the IFM SM7000 flow sensor on a 2000 cc cold runner curing machine and the integration of the Omron PLC and HMI TS1100 significantly improves process control and reduces torn and short mold NG products. In addition, payback period analysis shows that investments in this system can be returned in a relatively short time, making it an economical and effective solution for the manufacturing industry. Thus, the implementation of this technology not only provides technical benefits but also significant financial benefits for companies.

Keywords: Cold Runner, flow sensor, Omron PLC, TS1100 HMI, Wilcoxon test, payback period.

I. PENDAHULUAN

PT RIC adalah perusahaan kerja sama antara Perusahaan Lokal di Indonesia dan Perusahaan dari Jepang. Usaha patungan ini dimulai sekitar 45 tahun yang lalu, dengan perusahaan yang memproduksi suku cadang karet untuk Otomotif & Industri lainnya. Selain untuk pasar lokal, produk kami juga diekspor ke seluruh dunia seperti Jepang, Eropa, Australia, Asia Tenggara, Asia Selatan, Timur Tengah, dll. Keberhasilan perusahaan hingga saat ini adalah dengan memiliki pendekatan yang inovatif. Dengan perluasan lini produk dan terus berkembangnya industri karet berwarna, dan menatap masa depan dengan optimisme. PT IRC mempunyai jaringan pelanggan yang luas dan berasal dari berbagai bidang industri, seperti Otomotif (OEM), Sepeda Motor (OEM), Transportasi, Pabrik Kereta Api & Perawatan Kereta Api, Kereta Api, Pertambangan, Pembangkit Listrik, Pabrik Ban, Infrastruktur, Pertanian, Galangan Kapal, Pesawat Terbang, dll.

Dalam menjalankan proses produksinya PT RIC memiliki beberapa departemen salah satunya departemen *mould*. Departemen *mould* merupakan departemen yang proses produksinya menggunakan cetakan untuk menghasilkan produk. Ada 2 item yang di produksi pada departemen *mould* yaitu FASI dan FTH. Dalam membantu proses produksi di departemen *mould* terdapat 2 jenis mesin yaitu *cool runner* dan *hot runner*. Setiap mesin dibekali cc yang berbeda, terdapat mesin yang memiliki 1000 cc dan 2000 cc di *cold runner*. Penelitian ini hanya berfokus pada mesin *cool runner* 2000 cc yang mempunyai masalah pada *chiller* yang terjadi karena aliran mengalami penyumbatan atau mampet hal ini sering mengakibatkan *overheat* dan berdampak pada produk *NG (not good)* dan menambah *waste*. Berikut data *waste* terbesar bulan maret 2024.



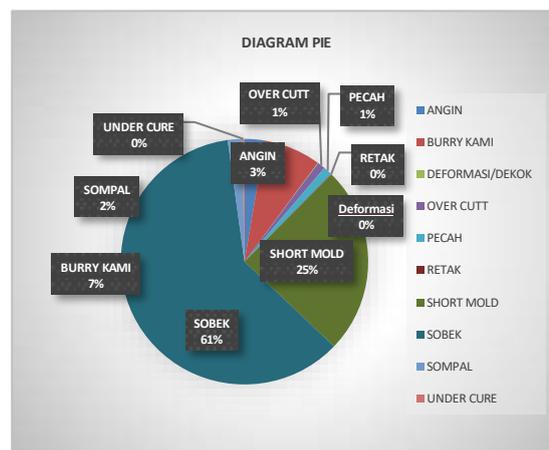
Gambar 1. Data *Waste* Bulan Maret

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa *waste* terbesar diantara jenis *part* lainnya adalah *part* Fasi-007. Hal ini menjadi fokus pada penelitian karena Fasi-007 memiliki jumlah order produksi dengan jumlah besar.

Tabel 1. Total Produksi Fasi-007 Bulan Maret

Item	Tanggal	Tot Qty	Qty OK	Qty Reject	% Reject	ANGIN	BURRY KAMI	DEFORMASI/DEKOK	OVER CUTT	PECAH	RETAK	SHORT MOLD	SOBEK	SOMPAL	UNDER CURE
	01/03/2024	1039	912	127	12	6	14	0	0	4	0	14	86	3	0
	02/03/2024	608	576	32	5	1	1	0	0	0	0	30	0	0	0
	04/03/2024	1418	1344	74	5	4	10	0	2	2	0	7	46	3	0
	05/03/2024	1467	1440	27	2	0	3	0	0	1	0	2	21	0	0
	06/03/2024	1916	1828	88	5	1	11	0	5	4	0	33	32	2	0
	07/03/2024	1603	1548	55	3	10	5	0	4	0	0	7	24	5	0
	08/03/2024	837	728	109	13	12	9	1	0	1	0	33	45	8	0
	09/03/2024	934	792	142	15	10	17	0	0	0	0	19	87	8	1
	12/03/2024	1531	1440	91	6	16	11	0	3	11	0	11	38	1	0
	13/03/2024	1343	1300	43	3	6	5	1	3	2	0	6	16	4	0
	14/03/2024	1734	888	846	49	6	76	1	4	3	0	335	406	13	2
	15/03/2024	1428	1312	116	8	12	11	0	3	5	0	13	68	4	0
FASI-0070	16/03/2024	1220	1152	68	6	4	3	0	3	4	2	13	28	11	0
	18/03/2024	1494	1368	126	8	5	5	0	2	3	0	14	88	8	1
	19/03/2024	2879	2092	787	27	5	38	0	3	0	0	250	486	4	1
	20/03/2024	382	336	46	12	0	0	0	0	0	0	0	46	0	0
	21/03/2024	1523	1432	91	6	7	7	0	1	0	0	9	66	1	0
	22/03/2024	1783	1616	167	9	3	4	0	2	0	0	2	155	1	0
	23/03/2024	1060	896	164	15	2	7	0	1	0	0	2	149	1	2
	24/03/2024	432	432	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	25/03/2024	5063	4896	167	3	4	14	0	2	9	0	4	128	4	2
	26/03/2024	4137	4080	57	1	0	1	0	0	0	0	10	42	0	4
	27/03/2024	3156	2304	852	27	0	66	0	3	0	0	280	503	0	0
	28/03/2024	1944	1944	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	29/03/2024	1298	1248	50	4	1	4	0	2	2	0	5	36	0	0
	30/03/2024	1320	1320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		43549	39224	4325	247	115	322	3	43	51	2	1069	2626	81	13

Tabel 1 merupakan jumlah order produksi part Fasi-007 pada bulan maret dengan total *quantity* 43.549, dengan jumlah NG sobek dan *short mold* yaitu 3.695 menyumbang Ng dengan presentase sejumlah 8,48 % dari total produksi dan apabila dirupiahkan yaitu Rp.53.126.710.



Gambar 2. Diagram *Pie* Jenis NG

Dari jumlah *waste part* Fasi-007 terdapat berbagai jenis NG, dan dapat dilihat dari diagram *pie* NG terbesar adalah sobek dan *short mold* penelitian ini focus dalam mengatasi NG sobek dan *short mold*. Penyebab terjadinya NG tersebut dikarenakan sulit sekali mendeteksi aliran mampet atau disebabkan proses monitoring masih dilakukan secara manual dan tidak adanya alat monitoring aliran.

Penyebab Ng tersebut antara lain adalah sirkulasi pendingin *cold runner*, *heater*, *man power*. Sehingga peneliti focus terhadap penanggulangan masalah pada sirkulasi pendingin *cold runner*. Adapun peneliti juga melakukan *trial* di *part* fasi 007 dikarenakan *part* fasi 007 memiliki *waste* yang cukup tinggi. *Trial* dilakukan dengan mengambil data NG *chiller* normal dan *chiller* ditutup full dan membandingkan apakah ada perbedaan antara *chiller* normal dengan *chiller* yang ditutup full. Berikut data aliran *chiller* normal dan ditutup.

Tabel 2. *Trial Chiller Normal*

Chiller Normal		
Nama defect	Jumlah defect	% defect
Sobek	7	8,75%
Short mould	1	1,25%
Part OK	72	90,00%
Total	80	100

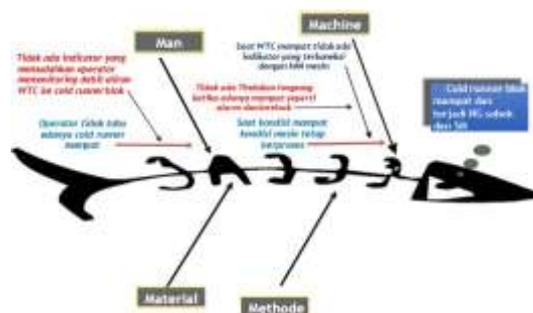
Tabel 3. *Trial Chiller Ditutup Full*

Chiller ditutup full		
Nama defect	Jumlah defect	% defect
Short mould	79	83,75%
Part OK	53	66,25%
Total	80	100

Dari hasil *trial* tersebut dapat diketahui pengaruh *chiller* mampat terhadap keberhasilan suatu produk jadi. Maka perlu dilakukan alat untuk mendeteksi aliran air untuk membantu memantau aliran air tersebut. Sedangkan persentase produk OK yang dihasilkan ketika *chiller* ditutup full yaitu 66,25 % dan *chiller* dalam keadaan normal atau tidak mampat sebesar 90%. Oleh karena itu, dirancanglah suatu alat bantu *monitoring* yang menggunakan *sensor flow meter*, sistem PLC sebagai solusi inovatif untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi, dan pemanfaatan *display digital* dalam alat bantu ini bertujuan untuk membantu proses pemantauan dengan mengetahui debit air pada sirkulasi *chiller* pada *curing cool runner 2000cc*. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat memantau sirkulasi *chiller* dengan lebih akurat dan efisien. Selanjutnya, integrasi sistem PLC memberikan kontrol yang lebih baik dan presisi dalam melakukan pemantauan dan sistem alarm untuk memberitahu operator, mengurangi resiko *upnormal* yang tidak diketahui, dan meningkatkan perbaikan dengan waktu waktu yang cepat. Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan NG.

Alat bantu *monitoring* flow sensor ini berguna dalam peningkatan kualitas produk dan meningkatkan produktivitas hasil produksi. Dengan menggunakan alat ini, diharapkan dapat mengurangi beban kerja pekerja dan secara signifikan meningkatkan *output* dengan kualitas lebih baik saat

produksi. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap daya saing industri, memajukan teknologi dalam konteks produksi pada mesin *curing cool runner 2000cc*, dan menciptakan lingkungan produksi yang lebih efisien dan berkelanjutan di *Plant RIC*. Dilakukan analisis untuk mengetahui apakah aliran mampat atau tidak dengan menggunakan fishbone diagram, berikut analisis terkait *monitoring* aliran mampet pada *chiller* sebagai berikut.



Gambar 3. *Fishbone Diagram* Permasalahan WTC

Dari hasil analisa tersebut penelitian ini berfokus pada pemasangan sensor aliran yang berfungsi untuk memonitoring aliran ada pada *chiller* di mesin *cool runner*. Dalam perancangan ini

akan digunakan sensor pada selang *chiller* yang berguna untuk mendeteksi apakah aliran terjadi mampet atau tidak.

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi ketidaknormalan sistem sirkulasi WTC dan *cold runner* block secara cepat dan efektif, merancang sistem alat bantu monitoring sirkulasi tersebut, serta merancang sistem sensor flow meter berbasis PLC dan display digital atau HMI. Permasalahan yang dihadapi meliputi waktu perbaikan yang lama sehingga menurunkan produktivitas, kebutuhan solusi inovatif untuk efisiensi produksi, ketiadaan indikator aliran WTC yang menyebabkan perbaikan terlambat, dan pemantauan sirkulasi yang masih manual tanpa monitoring digital. Pertanyaan penelitian mencakup dampak masalah pada produktivitas, cara pemantauan debit aliran *chiller*, dan indikasi ketidaknormalan aliran serta waktu perbaikan. Batasan masalah mencakup fokus penelitian pada WTC dan PLC di mesin *curing cold runner 2000cc*, data NG yang berkaitan dengan aliran, serta asumsi bahwa NG sobek dan short mould disebabkan oleh aliran. Manfaat penelitian bagi peneliti meliputi peningkatan wawasan tentang proses produksi, kontribusi pada peningkatan kualitas produk perusahaan, dan penilaian kemampuan diri. Bagi perusahaan, manfaatnya termasuk membantu monitoring sirkulasi *chiller*, mengurangi risiko NG akibat aliran pendingin yang abnormal, dan menjaga kualitas part produksi.

Berikut merupakan kajian Pustaka yang digunakan pada penelitian:

Tabel 4. Kajian Sebelumnya

Sumber	Hasil Kajian
Vedy Julius H. Munthe, Marvin Hutabarat (2023)	Perancangan ini menggunakan modul Arduino Uno R3 328P dan Water Flow Sensor sebagai alat pengukur, dimana hasil pengukurannya dikonversikan dan diproses didalam Arduino Uno. Prinsip kerja alat ini adalah dengan menghitung setiap putaran rotor pada water flow sensor, kemudian data hasil pengukurannya akan ditampilkan langsung pada layar LCD. Pengujian pengukuran kecepatan aliran dilakukan dengan menyalurkan air lewat pipa dan otomatis diukur oleh water flow sensor. Hasil dari pengujian pada alat menunjukkan bahwa alat dapat bekerja dengan dengan baik sesuai penggunaanya.
(Ramadhani & Wahyuni, 2023)	Kajian yang diperoleh dari jurnal ini ialah penggunaan HMI yang diintegrasikan dengan PLC dan cara menghubungkannya dengan modul input analog PLC.
(Farhan et al., 2023)	Kajian yang diperoleh dari jurnal ini adalah mengetahui penggunaan seluru komponen dan fungsinya yang akan digunakan dalam penelitian penulis.
(Supriyono et al., 2021)	Kajian Tentang Penerapan Progamable Logic Controller (PLC) pada sistem pengisian membantu penulis dalam melakukan penelitian.

Debit aliran air merupakan sebuah satuan hidrologis yang digunakan untuk mendekati nilai - nilai hidrologis proses yang terjadi di lapangan, atau dalam kata lain debit adalah jumlah volume air yang mengalir dalam suatu waktu tertentu melalui suatu penampang baik itu saluran aliran terbuka maupun saluran aliran tertutup seperti pipa atau kran, [1].

Pada penelitian ini media cold runner yang digunakan pada mesin curing adalah air. Dimana debit aliran sangat berpengaruh pada hasil pemasakan. Suhu air yang digunakan pada cold runner juga harus disesuaikan dengan kebutuhan. Untuk itu diperlukan mesin yang mengatur suhu dan jumlah debit yang akan digunakan sebagai

media pendingin, yaitu WTC.

WTC (Water Temperatur Control) adalah mesin untuk mengatur *temperature* air yang akan digunakan sebagai media pendingin pada mesin *curing cold runner*, *temperature* air disetting dengan suhu 50°C, dengan kemampuan maksimal pompa adalah 27 l/m.

Pada masa ini perusahaan industri berharap bisa menghasilkan jumlah produksi yang maksimal dengan penekanan jumlah pekerja supaya lebih efisien. Maka perusahaan industry memerlukan sistem kontrol otomatis yang akan membantu untuk meningkatkan jumlah produksi mereka tanpa harus mempekerjakan lebih banyak pegawai sehingga proses produksi akan menjadi lebih efektif dan efisien. Salah satu peralatan otomatis yang saat ini banyak diganakan adalah PLC, . PLC merupakan sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan relay yang digunakan pada kendali konvensional. PLC bekerja dengan cara mendeteksi masukan (melalui sensor-sensor terkait), kemudian melakukan proses dan melakukan tindakan sesuai dengan yang dibutuhkan, yang berupa menghidupkan atau mematikan keluarannya (logic, 0 atau 1, hidup atau mati). 17 Pengguna membuat program yang kemudian program tersebut akan dijalankan oleh PLC, [2] .



Gambar 4. PLC Omron CJ2M CPU33

PLC memiliki beberapa jenis dan memiliki spesifikasi tersendiri, salahsatunya adalah modular PLC seperti Omron CJ2M. PLC Omron CJ2M adalah jenis Pengontrol Logika yang Dapat

Diprogram (PLC) Omron dirancang dengan kecepatan pemrosesan tinggi dan transparansi penuh. Omron PLC memberi pengguna berbagai fungsi dan kontrol mulai dari peralatan skala kecil hingga seluruh lini produksi, [3]. PLC Omron CJ2M memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Kapasitas Program: 30K langkah.
- Kapasitas Memori Data: 64K kata.
- Kecepatan Pemrosesan: 0,04 μ s per instruksi dasar.
- Komunikasi: Port Ethernet/IP standar, port USB, dan opsi untuk port serial (RS-232C atau RS-422A/485).
- Ekspansi: Mendukung hingga 2.560 poin I/O dengan modul ekspansi.

PLC mesin curing cold runner pada penelitian

ini menggunakan jenis PLC Omron CJ2M dengan berisikan CJ1W-PA202, CJ2M-CPU33, CJ1W-ID261, CJ1W-OD261, CJ1W-ID211, CJ1W-DA021, CJ1W-AD041-V1, dan CJ1W-TC001.



Gambar 5. Modul Analog CJ1W-AD041

Modul PLC OMRON CJ1W-AD041 adalah modul konverter analog-ke-digital (A/D converter) yang digunakan untuk mengubah sinyal analog menjadi data digital yang dapat diproses oleh Programmable Logic Controller (PLC) OMRON. Modul ini memungkinkan PLC untuk membaca dan memproses sinyal analog dari berbagai sensor dan perangkat *input* lainnya [4]. Tujuan dari modul ini adalah memungkinkan PLC menerima dan mengolah sinyal analog dari sensor dan perangkat eksternal, seperti suhu, tekanan, atau level cairan, dengan mengubahnya menjadi data digital yang dapat diproses oleh PLC. Fungsi utama modul ini adalah mengonversi sinyal analog (seperti tegangan atau arus) menjadi data digital yang dapat dibaca dan diolah oleh PLC, sehingga memungkinkan PLC untuk melakukan pemantauan, kontrol, dan analisis terhadap proses yang diukur oleh sensor.

HMI Monitouch adalah sistem antarmuka yang memungkinkan interaksi antara manusia (operator) dengan mesin atau sistem otomasi. Tujuannya adalah untuk memberikan antarmuka yang mudah digunakan dan intuitif bagi operator untuk memantau, mengendalikan, dan mengelola operasi peralatan industri, [2]. Fungsinya termasuk menampilkan informasi kondisi operasional sistem secara visual, memungkinkan operator memberikan instruksi, mengatur parameter, dan memonitor kondisi sistem melalui layar sentuh atau tombol yang tersedia. Selain itu, HMI Monitouch berperan sebagai jembatan komunikasi antara operator dan sistem otomasi, serta mendukung integrasi dengan berbagai perangkat lain seperti PLC, sensor, aktuator, dan sistem SCADA.

Komponen dan Bagian HMI serta fungsinya antara lain:

- Layar Sentuh: Komponen utama HMI

Monitouch yang digunakan untuk menampilkan informasi grafis dan memungkinkan operator berinteraksi langsung dengan sistem menggunakan sentuhan.

- Prosesor: Memproses data dari sistem otomasi dan menyajikan informasi dalam bentuk yang mudah dipahami oleh operator.
- Antarmuka Komunikasi: Memungkinkan HMI Monitouch terhubung dengan berbagai perangkat seperti PLC, sensor, aktuator, dan sistem SCADA melalui protokol komunikasi umum seperti Modbus, Profibus, Ethernet/IP, dan lainnya.
- Memori: Menyimpan program aplikasi HMI dan data operasional sementara yang diperlukan untuk pemrosesan informasi dan pengoperasian sistem.

HMI Monitouch adalah komponen kunci dalam sistem otomasi industri yang memberikan kontrol lebih baik, pemantauan real-time, dan visualisasi proses yang membantu meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional.

Address Scaling pada PLC (Programmable Logic Controller) mengacu pada proses penyesuaian rentang nilai *input* atau *output* yang dibaca atau dihasilkan oleh perangkat PLC. Hal ini penting untuk memastikan bahwa data yang diukur oleh sensor atau dikirim ke aktuator berada dalam kisaran yang dapat ditangani oleh perangkat, [2].

Seperti halnya sensor flow meter yang dipakai pada sistem *monitoring* debit aliran dapat mengeluarkan sinyal tegangan antara 4mA dan 20mA yang sesuai dengan kisaran debit aliran 0 - 20 l/m. Dalam konteks ini, penskalaan alamat digunakan untuk mengubah sinyal tegangan tersebut menjadi nilai debit aliran akurat yang dapat dibaca oleh PLC. Begitu pula dengan keluaran, diperlukan penskalaan agar sinyal yang dihasilkan PLC dapat diinterpretasikan dengan benar oleh aktuator atau HMI (*Human Machine Interface*).

Proses pengaturan skala melibatkan perhitungan matematis untuk mengubah nilai masukan mentah menjadi nilai yang bermakna. Hal ini biasanya dilakukan dengan menggunakan rumus yang memperhitungkan rentang masukan asli dan rentang keluaran yang diinginkan. Tanpa penskalaan yang tepat, data yang diterima atau dikirim oleh PLC mungkin tidak akurat atau tidak berguna, yang dapat menyebabkan masalah pada pengoperasian sistem automasi. Secara umum, penskalaan alamat merupakan langkah penting dalam pemrograman dan pengoperasian PLC untuk memastikan bahwa sistem bekerja dengan benar dan efisien. Hal ini memungkinkan beberapa perangkat dengan karakteristik sinyal berbeda untuk berinteraksi secara lancar dalam satu sistem automasi.

Diagram tangga dalam program PLC merupakan representasi visual yang digunakan untuk menggambarkan logika kontrol dalam sistem otomasi industri [5]. Bahasa pemrograman ini paling

umum digunakan di PLC dan menjelaskan operasi logika menggunakan simbol-simbol seperti kontak relai, kumparan relai, pengatur waktu, pencacah, dan instruksi logika lainnya. Dinamai demikian karena strukturnya menyerupai tangga, dengan garis horizontal melambangkan kontak relai dan garis vertikal melambangkan perangkat keluaran (kumparan).

Tujuan penggunaan diagram tangga adalah untuk memberikan cara yang intuitif dan visual bagi pengguna agar dapat memahami dan mengembangkan logika kontrol sistem dengan mudah. Ini memungkinkan pemrogram dan teknisi untuk dengan cepat merancang, memodifikasi, dan memahami pengoperasian sistem otomatisasi yang kompleks.

Fungsi Ladder diagram

- Menetapkan Logika Kontrol: Diagram tangga digunakan untuk menetapkan cara operasi sistem berdasarkan kondisi *input* yang diterimanya. Ini melibatkan penggunaan logika seperti operasi AND, OR, NOT, dan kombinasi lainnya untuk mengatur perilaku perangkat di lapangan.
- Mempermudah Pemantauan dan Debugging: Diagram tangga memungkinkan pengguna untuk memonitor aliran logika dari *input* ke *output* dengan mudah. Hal ini sangat membantu dalam proses debugging dan pemecahan masalah untuk mengidentifikasi serta memperbaiki kesalahan dalam program PLC.
- Fleksibilitas dalam Pemrograman: Diagram tangga menawarkan fleksibilitas yang besar dalam pemrograman karena mudah dimodifikasi dan diperluas sesuai dengan perubahan kebutuhan aplikasi industri.
- Menghemat Waktu Pengembangan: Penggunaan diagram tangga dapat mengurangi waktu pengembangan program PLC karena representasi visualnya memungkinkan pengguna dengan cepat memahami dan menerapkan logika kontrol.

Dengan demikian, diagram tangga dalam program PLC bertujuan untuk memberikan representasi visual yang jelas tentang logika kontrol dalam sistem otomatisasi, sambil memungkinkan pengguna untuk merancang dan mengembangkan program secara efisien dan efektif.



Gambar 6. Apk Setting HMI

V-SFTV6 adalah *software* yang dapat membantu dalam pemrograman dan perancangan seri *MoniTouch* HMI. *Software* ini digunakan untuk membuat dan mengelola layar antarmuka *Human Machine Interface* (HMI). Perangkat lunak ini memungkinkan pengguna untuk merancang dan mengonfigurasi layar HMI dengan berbagai fungsi seperti grafik, kontrol, dan pemantauan data. V-SFTV6 mendukung banyak fitur termasuk pengeditan visual, simulasi, dan kompatibilitas dengan berbagai model perangkat keras. Perangkat lunak ini membantu dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam pengembangan dan pengoperasian sistem HMI [6].



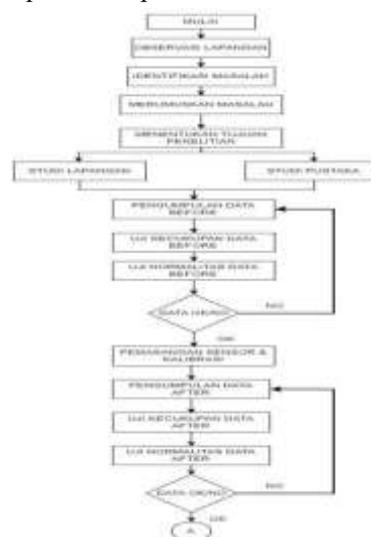
Gambar 7. Apk Setting Ladder PLC

CX-Programmer adalah *software* untuk membantu membuat pemrograman untuk semua seri PLC Omron, terintegrasi penuh kedalam rangkaian perangkat lunak CX-one dengan Bahasa pemrograman,[7]. *Software* ini menyertakan berbagai fitur untuk mempermudah dan mempercepat pengembangan program PLC.

II. METODE PENELITIAN

Alur Penelitian

Alur penelitian mencakup tahapan-tahapan yang dilaksanakan dalam penelitian ini. Alur penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Alur Penelitian

Jadwal Penelitian

Jadwal penelitian mencakup waktu aktivitas peneliti saat melakukan penelitian dengan waktu yang tersedia.

Tabel 5. Jadwal Penelitian

No	Aktivitas	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Observasi lapangan						
2	Identifikasi masalah						
3	Merumuskan masalah						
4	Menentukan Tujuan						
5	Penelitian Studi Lapangan						
6	Studi Pustaka						
7	Pengumpulan Data						
8	Pengolahan Data						
9	Pengujian Data						
10	Penambahan Alat Analisis dan Hasil						

Alat dan Bahan

Tabel 6. Alat Penelitian

No	Alat	Jumlah
1	Kunci Inggris	1
2	Tang Potong	1
3	Tang Jepit	1
4	Obeng +	1
5	Pemanas Akrilik	1
6	Meteran	1
7	Kabel Ethernet	1
8	Multi Tester	1
9	Cutter	1
10	Tang Crimping	1
11	Kalibrator Modul	1

Tabel 7. Bahan Penelitian

No	Bahan	Jumlah
1	Cover Sensor Akrilik	1
2	Sensor IFM SM7000	1
3	Selang Neple Fleksibel (2m)	2
4	Input Analog PLC (CJIW-AD041-V1)	1
5	Adaptor Fitting Pipe (male 1/2") (female 3/8")	2
6	Kabel Screen (4m)	1
7	Sealtape (12mm)	1
8	Kabel Nyaf 0.75mm ² (2m)	1
9	Kabel serial RS232 (2m)	1
10	Kabel skun (16mm)	4
11	Kabel Tis	20
12	Solasi	1

Peta Morfologi

Pembentukan morfologi *chart* bertujuan untuk mengetahui berbagai kemungkinan variasi dari desain suatu produk, dengan memberikan berbagai pilihan terhadap konsep produk. Penulis bebas dalam menentukan komponen penyusun produk, berdasarkan peta morfologi, diperoleh konsep yang digunakan dalam rancang bangun alat sistem monitoring debit aliran, berikut spesifikasi dan pertimbangan penggunaan komponen :

A. Cover Sensor

Aluminium profil yang digunakan memiliki ukuran 30 x 30 mm². Aluminium profil dipilih sebagai landasan sensor karena memiliki bobot yang ringan tetapi kuat dan juga profil yang ada pada permukaannya memungkinkan untuk pemasangan sensor yang dapat disesuaikan ketinggiannya, untuk *cover* tampilan sensornya yaitu menggunakan akrilik karena memiliki karakteristik transparan serta lentur sehingga mudah dibentuk dan untuk penyangga sensornya yaitu menggunakan plat.

B. Selang Fleksibel

Selang fleksibel yang digunakan memiliki panjang 3 m dipilih karena terbuat dari stainless steel membantu mencegah kebocoran saat dialiri air dan mempunyai kemampuan elastis sehingga dapat menyesuaikan bentuk yang diinginkan.

C. Input Analog PLC CJIW-AD041-V1

Modul CJIW-AD041-V1 dipilih karena dapat menerima *input* analog dengan range tinggi yaitu 0-4000 dan terdapat 4 channel, sehingga pembelian *part* dapat bermanfaat untuk improvisasi yang lain.

D. Adaptor Fitting Pipe

Adaptor fitting pipe yang digunakan terbuat dari bahan stainless steel. Alasan penggunaan agar mempermudah pemasangan antara sensor dan pipa dan memiliki sifat anti karat maupun tahan kebocoran.

E. Sensor

Sensor yang digunakan merupakan sensor *flow meter*. Sensor ini dipilih karena memiliki kemampuan membaca dengan detail, respons yang cepat, tahan suhu sampai 80°C, dapat mengukur beberapa parameter selain aliran.

F. Kabel Screen

Kabel Screen sepanjang 4 m yang memiliki pelindung tambahan terbuat dari foil logam. Kabel ini digunakan karena dapat melindungi sinyal yang dikirim oleh konduktor sensor dari gangguan elektromagnetik eksternal.

G. Kabel Nyaf

Kabel ini memiliki dimensi 0.75mm² sepanjang 3 meter yang digunakan untuk menghubungkan CPU ke modul analog *input* digunakan karena spesifikasi diperlukan terpenuhi seperti dapat melindungi sinyal yang dikirim dengan baik, tahan terhadap tekanan, kuat dan

fleksibel untuk berbagai alur kelistrikan yang ada.

H. Sealtape

Sealtape dengan lebar 13 mm dipilih karena tahan terhadap air, tekanan, tahan suhu tinggi, fleksibel/lentur, tahan zat kimia dan dapat digunakan untuk ulit, pipa maupun lainnya.

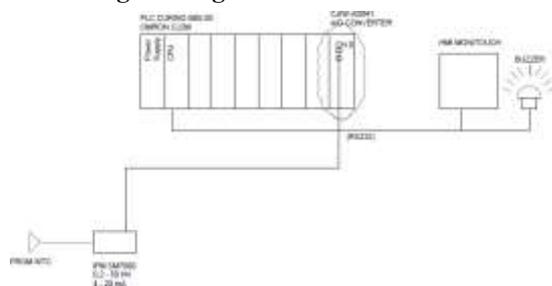
I. Kabel serial RS232

Kabel yang digunakan memiliki 2 ujung untuk menghubungkan PLC dan HMI digunakan karena ujung kabel yang digunakan sesuai dengan kebutuhan, dapat menjaga sinyal atau data yang dikirim dengan baik.

J. Kabel Skun

Kabel skun yang dipilih dari yang lain karena dapat melindungi sambungan kabel dan skrup maupun baut dan melapisi isolator agar melindungi dari konsleting terjadi.

Perancangan Design



Gambar 9. Basic Design

Penjelasan Urutan Kerja Alat

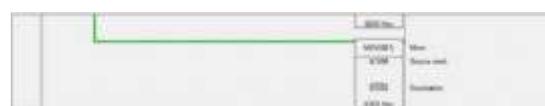
- WTC bekerja mensirkulasi aliran menuju cold runner 2000cc
- Sensor membaca debit aliran yang melalui sensor saat WTC mulai bekerja, sensor disetting untuk membaca debit aliran 0-20 l/m kemudian sensor mengirim sinyal 4mA-20mA ke analog input.
- Input analog menerima sinyal dari sensor, kemudian CPU merubah sinyal yang diterima oleh modul analog input menjadi 200-1000, setelah perhitungan selesai maka dirubah lagi menjadi 0-20 l/m bertujuan untuk ditampilkan di layar HMI.
- CPU mengirim data yang sudah diolah sesuai setting ladder diagram pada PLC ke HMI dan Buzzer.
- HMI menampilkan data berbentuk digital hasil pengolahan perhitungan PLC yang dikirim oleh CPU.
- Buzzer berbunyi apabila sensor mendeteksi debit yang mengalir < 2 l/m

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ladder Diagram



Gambar 10. Ladder Diagram 1



Gambar 11. Ladder Diagram 2

A. D2061 Analog Input PLC

Analog input sensor adalah sinyal kontinyu dari perangkat input ke sistem kendali PLC. Input analog ditandai oleh sinyal dengan rentang nilai lebih besar dari nol dan satu. Sinyal analog flow sensor SM-7000 adalah 4mA-20mA. Dalam sistem PLC, modul input analog mengukur sinyal arus maupun tegangan dari input. 2061 adalah Alamat untuk mengirim sinyal dari flow sensor SM-7000 yang sudah di setting membaca dari 0-20 l/m, maka sinyal yang masuk pada analog input sensor akan dikirim dan dikonversi ke D2000 sebagai address scaling.

B. D2000 Address Scaling

Alamat PLC pada ladder diagram diatas menunjukkan D2000 adalah first parameter word, maka D2000 menjadi address scaling (alamat pengukuran) yang mencakup 4 program scaling antara lain D2001, D2002, D2003 dan D2001 sendiri pada ladder diagram PLC seperti dalam gambar. Selain menjadi address scaling D2000 juga diprogram untuk menjadi angka minimal yang akan ditampilkan HMI yaitu 0 l/m, di ladder ditulis #000, jadi hasil D2000 menunggu dari D2001. Address scaling sendiri bertujuan untuk merubah sinyal yang diterima analog input D2061 menjadi value sesuai setting program pada ladder diagram PLC seperti dalam gambar.

C. D2001 Angka Minimal dibaca Sensor

Alamat D2001 pada ladder diagram diatas adalah mengatur angka minimal yang dibaca sensor yaitu #0200. Jika hasil dari sensor flow meter mengirim sinyal 4mA ke D2061 maka alamat D2001 akan merubah menjadi nilai 200 sebagai nilai minimal sensor, berhubungan dengan alamat D2000 jika muncul angka 200 maka D2000 akan

memunculkan 0 l/m.

D. D2002 Angka Maksimal Tampilan HMI

Alamat D2002 memiliki sistem yang sama dengan D2000 yang berbeda adalah D2002 diprogram sebagai angka maksimal yaitu #200 yang akan ditampilkan oleh HMI #200 berarti 3 digits angka 1 decimal maka sebenarnya adalah 20.0, hasil yang ditampilkan menunggu hasil dari D2003 lalu D2002 akan mengirim hasil perhitungan nilai ke D2100 untuk di tampilkan di HMI.

E. D2003 Angka Maksimal Dibaca Sensor

Alamat ladder diagram D2003 adalah *scalling* untuk menentukan angka maksimal yang dibaca sensor, angka maksimal yang dibaca sensor adalah 20 l/m dan sinyal yang dikirim oleh sensor flow meter adalah 20mA maka sinyal yang di dapat dari D2061 akan dirubah oleh D2003 menjadi 1000, lalu akan di kirim ke D2002 dan dirubah sesuai penjelasan alamat D2002.

F. D2100 Angka Tampilan HMI

Program ladder diagram D2100 adalah program perintah untuk menampilkan hasil perhitungan *address scalling* seperti penjelasan diatas, untuk menampilkan hasil maka harus merubah tampilan pada HMI disetiap tampilan sistem agar mempermudah operator dan dapat dilihat saat berada di menu manapun seperti gambar dibawah. Semua hasil *address scalling* akan dikirim ke alamat D2100 untuk ditampilkan dan dapat berjalan dengan selaras antara sinyal sensor, nilai modul analog *input* PLC, HMI.

Setting Alarm



Gambar 12. Notifikasi Alarm Before

Setelah *setting* ladder digram, kemudian dilakukan *setting* alarm guna menentukan indikator pencegahan produk yang dihasilkan NG. Untuk itu dilakukan *trial* dengan cara pembatasan debit aliran dengan cara menutup valve WTC dan dengan 3 kali *trial* besar aliran yaitu 3 l/M, 2 l/M, dan 1 l/M. Dari *trial* tersebut diperoleh data sebagai berikut:

Besar debit aliran (l/M)	Jumlah NG pada shot										Total NG
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11

Gambar 13. Trial Setting Alarm

Dari hasil *trial* tersebut dapat disimpulkan bahwa produk NG meningkat dikisaran debit 2 l/M dan semakin parah pada debit 1 l/M. Untuk itu kami menyetting 2 paramater peringatan, yaitu ketika aliran debit yang mengalir 2 l/M maka alarm akan berbunyi dan muncul notifikasi peringatan pada HMI. Kemudian ketika debit turun mencapai 1 l/M maka *curing* tidak dapat dilakukan proses memasak atau interlock akan tetapi ketika aliran turun mencapai 1 l/M pada kondisi ditengah proses *curing*, maka proses *curing* tersebut akan diselesaikan kemudian proses *curing* tidak dapat dilakukan. Berikut adalah ladder *setting* alarm.

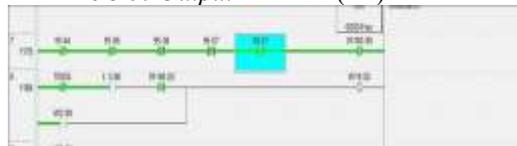


Gambar 14. Ladder Setting Alarm

A. 98.06 Output Alarm 1 (L)

Alarm ini adalah alarm peringatan pertama untuk melakukan pengecekan dan memastikan aliran terus berjalan dengan kondisi mesin tetap beroperasi jadi tidak mengganggu proses produksi. Alarm pertama akan aktif jika debit aliran dibawah 2 l/m dan HMI akan menampilkan notifikasi berupa kalimat "LOW CIRCULATION TCU" dan lampu indicator akan menyala lalu Notifikasi akan keluar pada kolom hitam pada gambar dibawah.

B. 98.07 Output Alarm 2 (LL)



Gambar 15. Setting Interlock

Alarm ini berfungsi sebagai peringatan kedua untuk melakukan pengecekan dan perbaikan agar tidak menambah resiko terjadinya NG pada *part*, walaupun akan sedikit mengganggu proses produksi tetapi jika masalah tidak terdeteksi dan ditangani dengan cepat maka akan menimbulkan peningkatan jumlah NG yang akan menjadi kerugian bagi perusahaan . Alarm kedua terjadi saat aliran sirkulasi hanya 1 l/m dan berbeda fungsi dengan alarm pertama selain akan menyalakan lampu indikator untuk notifikasi akan menampilkan "CIRCULATION TCU IS BLOCKED" dan akan mengaktifkan sistem interlock sesudah menyelesaikan proses yang sudah berjalan atau saat proses belum berjalan dengan cara memutus aliran listrik pada 98.07 dalam gambar rangkaian ladder diagram diatas sehingga W100.00 yang berfungsi sebagai *Push Button Automation Start* tidak dapat menerima arus listrik, bertujuan untuk mencegah memulai proses selanjutnya yang akan membuat hasil produksi tidak maksimal. Hal ini bertujuan

untuk mencegah NG yang semakin banyak dalam tiap prosesnya jika sirkulasi tidak berjalan dengan baik menyebabkan panas berlebih pada *cold runner* dan memicu NG lain berkemungkinan terjadi. Jadi alarm dan sistem *interlock* ini tidak akan berhenti sampai PLC membaca nilai debit aliran yang normal hasil perhitungan CPU dan sinyal yang diterima modul *Analog Input* yang menerima sinyal dari sensor flow meter. Tampilan HMI sesudah dilakukan *setting* notifikasi alarm dapat dilihat pada gambar dibawah di dalam kotak merah.



Gambar 16. After Setting Notifikasi Alarm

7. Setting HMI



Gambar 17. Setting Tampilan Digital HMI

- A. Setting Alamat PLC menuju HMI untuk ditampilkan pada layar HMI

Setting ini dilakukan menggunakan aplikasi V-SFTV6, setting ini bertujuan sebagai alamat ladder diagram 2100. Setting tampilan tersebut akan menampilkan tiga digit dengan satu decimal point, sehingga pada ladder diagram juga menggunakan format yang sama seperti pada maksimal debit yang dibawa 20 l/m, maka yang di tulis pada ladder dan HMI adalah #200 jika minimal alarm menyala 1/m maka ditulis #10.

- B. Setting tampilan yang akan muncul di HMI (Human Machine Interface)



Gambar 18. Tampilan Before HMI

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2024)

Tampilan HMI di *setting* menggunakan aplikasi V-SFTV6 secara menyeluruh dari semua tampilan HMI yang terdapat menu tampilan seperti yang berada di kotak merah gambar diatas. Tampilan skala 0-20 l/m dari debit aliran sitem pendingin *Cold Runner2000cc* akan ditampilkan diseluruh menu yang terdapat tampilan menu skala debit aliran tersebut. Perubahan pada tampilan HMI akan di tampilkan di gambar bawah yang terdapat kotak hijau.



Gambar 19. Tampilan After HMI

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut.

Berdasarkan hasil dari observasi lapangan yang dilakukan, bahwa alat *monitoring* aliran WTC perlu dilakukan agar ketika terjadi *keabnormalan* pada debit aliran *cold runner* dapat terdeteksi dengan cepat dan segera dilakukan tindakan perbaikan untuk pencegahan produk NG lebih banyak lagi.

Monitoring debit aliran dilakukan dengan menambahkan *flow sensor* antara WTC dan *Cold Runner Block*, Prinsip kerja *flow sensor* ini yaitu *magnetic-inductive* dimana besar kecilnya debit aliran akan mempengaruhi tegangan magnet dan kemudian diubah menjadi sinyal analog. *Output* sinyal analog sensor dihubungkan dengan PLC kemudian ditampilkan pada HMI mesin dan juga disetting alarm ketika terjadi *ubnormal* pada debit aliran WTC yang masuk dalam cetakan.

Pemasangan *monitoring* debit aliran cold runner ini berhasil dilakukan dan sudah dijalankan pada mesin *curing cold runner* IMD-50. Dari data pemasangan sensor terjadi NG sebesar 282 pcs dan setelah pemasangan sensor NG menjadi 133 pcs. Terjadi penurunan NG sebanyak 149 pcs. Setelah pemasangan sensor telah terjadi 3 kali sensor bunyi, hal itu tentu membuktikan bahwa aliran mampat pada WTC benar adanya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. R. Amelia, "Pembuatan Alat Ukur

- Debit Air,” *J. Tek. Energi*, vol. 11, no. 2, pp. 7–12, 2023, doi: 10.35313/energi.v11i2.3898.
- [2] F. Raihan and B. A. Herlambang, “Jurnal Komputer Multidisipliner,” *J. Komput. Multidisipliner*, vol. 7, no. 1, pp. 95–100, 2024.
- [3] N. Ahmad, S. Sahlan, E. Johana, and Y. A. Wahab, “Plc design for automatic power transfer of 11kv switchgear,” pp. 23–40, 2022.
- [4] Y. Sanjiwani, V. Y. Risonata, and S. Subarkah, “Ilham Afif Employee PT Pindad (Persero) Effect of SCADA Implementation to Productivity in Ammunition Industry: A Review,” no. 1, pp. 37–42, 2020.
- [5] A. Dindarian and S. Chakravarthy, “Chapter 7. Traceability of Electronic Waste Using Blockchain Technology,” 2019, pp. 188–212. doi: 10.1039/9781788018784-00188.
- [6] J. T. Mesin, F. T. Industri, and U. I. Indonesia, “PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI DATA AKUISISI,” 2021.
- [7] K. Xii and T. Smkn, “Puput Wanarti Rusimamto,” vol. 05, pp. 349–358.