

PERANCANGAN SISTEM KENDALI ADDITIVE TRIPPER BERDASARKAN ENCODER MENGGUNAKAN SIMATIC HMI TP1200 COMFORT DI PT. INDOCEMENT TUNGGAL PRAKARSA TBK. CIREBON

Reinaldo Samuel Sihite^{*)}, Budi Setiyono dan Darjat

Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
Jl. Prof. Sudharto, SH., Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}E-mail: reinaldosihite@students.undip.ac.id,

Abstrak

Perkembangan yang terjadi pada dunia teknologi berpengaruh besar kepada dunia industri. Tugas akhir ini mengambil contoh perusahaan dalam dunia industri semen yaitu PT. Indocement Tunggul Prakarsa. Dalam memproduksi berton-ton semen dalam produksinya selama sehari, dibutuhkan berbagai macam alat serta sistem yang mumpuni, dan tidak tertutup pada pengembangan yang dapat diaplikasikan untuk peningkatan produksi. Salah satu alat yang memiliki peran penting yaitu tripper. Tripper disini merupakan alat untuk memisahkan material pada storage sehingga tidak bercampur. Kinerja alat ini bergantung pada komponen pendukung alat tersebut, terutama pada bagian kontrol. Tripper menggunakan limit switch sebagai penanda posisi selama dia bergerak untuk mengantarkan material yang dikirim ke pile-nya masing-masing. Hal ini dirasa kurang efektif karena limit switch memiliki posisi permanen sehingga area yang dapat diakses sangat terbatas. Untuk itu diambil sebuah penelitian untuk meningkatkan kinerja tripper yaitu dengan menggunakan sensor encoder. Encoder ini sendiri mengeluarkan sinyal pulsa yang dapat dikonversi menjadi data posisi, kecepatan, juga jarak tripper itu. Untuk mendukung komunikasi alat maka digunakan PLC dan juga HMI sebagai antarmuka. PLC berguna untuk mengolah input dari manusia dan diterjemahkan ke dalam mesin. Sedangkan HMI berfungsi mempermudah pengontrolan alat oleh operator. Kedua sistem ini dirancang menggunakan software TIA PORTAL V15.1 yang merupakan produksi Siemens.

Kata kunci: Additive Tripper, Encoder, PLC, HMI, Totally Integrated Automation PORTAL V15.1

Abstract

Rapid development of technologies make a huge impact on industrial world. This thesis take PT Indocement Tunggul Prakarsa as an example of company that participate on cement production industrial world. For producing tons of cement on each day, various excellent device and systems are required, and also available for an improvement that can be applied for production enhancement. Tripper has important role. Tripper is a device that used to separate incoming material to each of their pile on storage room so that the materials don't mixed up. This device performance is based on its supportive component, especially controlling system. Tripper use limit switch as a position tracker when it move along its rail to deliver materials to their pile. This method is considered less effective because limit switch has permanent position so area that tripper can access is limited. Because of that a research is taken to increase tripper performance, and the way is using encoder sensor. This sensor output is a signal that can converted into position, velocity, and also distance data. To support communication to the device, PLC and HMI as an interface is used. PLC is used to convert input from human to machine language. While HMI used to make it easier for operator to controlling tripper. Both of this system is designed using TIA PORTAL V15.1 by Siemens.

Keywords Additive Tripper, Encoder, PLC, HMI, Totally Integrated Automation PORTAL V15.5

1. Pendahuluan

Di tengah pesatnya perkembangan serta perluasan pada dunia industri, ada teknologi yang mendukung perkembangan itu terjadi. Contohnya yaitu pada dunia industri semen, yang cakupannya sangat luas. PT. Indocement Tunggul Prakarsa Tbk., merupakan salah satu perusahaan semen terbesar di Indonesia, menggunakan

teknolog yang canggih untuk memenuhi tuntutan produksi. Dengan adanya teknologi, hal itu dapat terwujud. Berbagai macam alat, komponen serta sistem ada dalam satu alur produksi. Salah satu alat yang memiliki peran penting dalam hal tersebut adalah tripper.

Pada pabrik produksi semen yang berlokasi di Cirebon ini, alat yang menjadi pokok bahasan adalah *tripper*, lebih

tepatnya *additive tripper*. *Tripper*, atau bisa juga disebut *tripper conveyor* adalah alat untuk menyalurkan material ke dalam tempat penyimpanan masing-masing yang terpisah satu sama lain [1]. Jadi material berbeda yang disimpan tidak akan tercampur satu sama lain. *Tripper* ini merupakan salah satu alat yang populer dalam dunia industri, terutama industri yang memerlukan penyimpanan material padat dalam jumlah besar dan secara kontinu, menggantikan fungsi *conveyor belt* konvensional sebagai pengantar barang [2]. Optimisasi model, seperti *input* data, variasi keputusan, kendala serta kebutuhan objektif mempengaruhi penelitian akan posisi *tripper* [3].

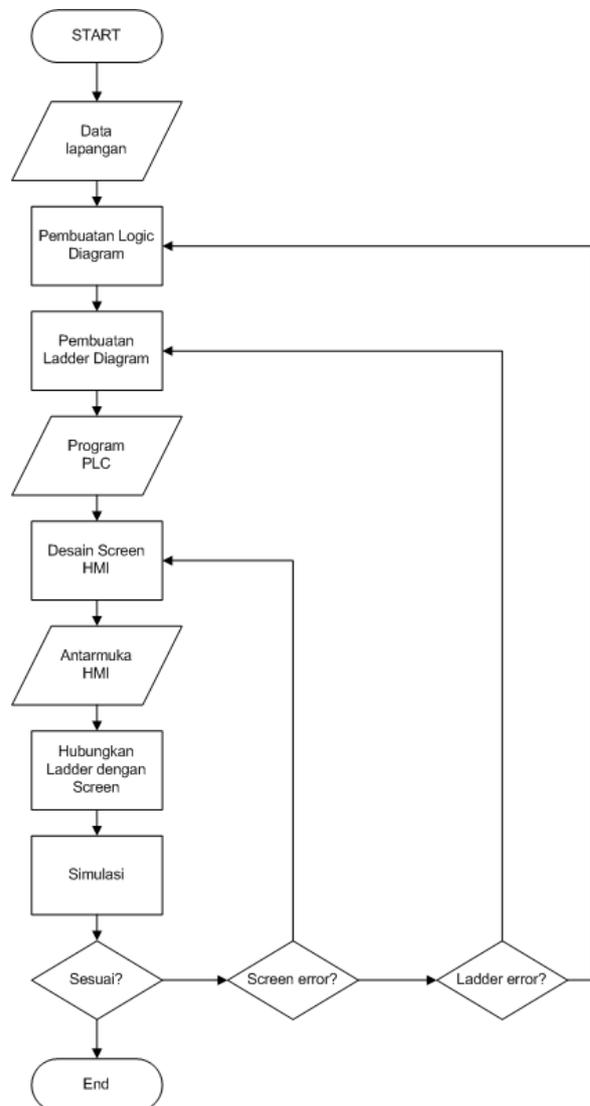
Kebutuhan masing-masing pabrik akan *tripper* ini berbeda-beda. Di PT. Indocement Tungal Prakarasa ini, *tripper* digunakan untuk menyimpan tiga material berbeda dalam satu *storage room*, tiap material mempunyai *pile* masing-masing. Rel tempat Bergeraknya *tripper* dipasang *limit switch* sebagai sensor untuk membatasi ruang gerak serta pembacaan posisi *tripper*. Namun hal ini tidak efektif karena *limit switch* terpasang permanen, sehingga gerakan *tripper* kurang fleksibel [4]. Hal ini yang mendasari adanya penelitian untuk mengembangkan kinerja *tripper* mengikuti perkembangan kondisi pabrik.

Alat yang digunakan tidak diganti karena masih berfungsi dengan baik, hanya saja komponen pendukung, dalam hal ini sensor, yang diganti untuk memenuhi kriteria permintaan. Sensor yang dapat melacak posisi alat dan dapat diprogram secara fleksibel ialah *encoder* [5]. Hal ini didasari oleh penggunaan *encoder* dalam beberapa proyek dan penelitian [6]. *Encoder* merupakan sensor yang dapat membaca posisi dengan cara mendata cahaya (untuk *optical encoder*) yang masuk ke *receiver* lalu di-transmit ke *controller* berupa sinyal elektrik [7]. Seperti yang ada pada penjelasan sebelumnya tentang jenis-jenis *encoder*, *incremental optical rotary shaft encoder* ini menjelaskan cara kerja dari namanya. *Rotary shaft* berarti *encoder* mendeteksi gerakan rotasi dengan mengikuti perputaran rotor dari alat atau motor yang dideteksi sensor ini. *Incremental optical* berarti gerakan yang dideteksi diubah menjadi sandi atau kode dengan deteksi cahaya yang dihalangi oleh *disk* berupa piringan yang memiliki *shaft incremental* [8]. Hal ini akan memicu pembangkitan sinyal digital, sehingga output dari *encoder* jenis ini yaitu sinyal kotak. Kelebihan *encoder* jenis ini adalah mudah didapat dan ketahanan yang mumpuni, serta mampu membaca gerakan yang cepat dan tidak ada batas akumulasi putaran. *Encoder* yang digunakan diproduksi oleh BEI sensors dari Sensata Technologies, dengan jenis DMH5_10//5GTA//00060//G6R dengan spesifikasi 5mm *shaft bore*, 11-30V *voltage* dan *push-pull output*, 60 *cycles/turn* dan M23 12pin CW [9]. Lalu logika pengendalian *additive tripper* yang sudah disesuaikan dengan keperluan pabrik dibuat ke dalam *ladder diagram*, yang tak lain merupakan bagian *Programmable Logic Controller* [10]. PLC ini bertugas menerima *input* dan mengolah data yang diterima sesuai program, lalu memberikan digital *output*

kepada aktuator sehingga *tripper* bekerja sesuai dengan kondisi yang ditentukan. Untuk mempermudah pengontrolan oleh petugas lapangan, antarmuka didesain dan ditampilkan melalui *hardware Human Machine Interface* yang merupakan *device* layar sentuh [11].

Semua komponen PLC dan HMI serta *software* untuk merancang program merupakan besutan Siemens. PLC Siemens S7-300 sebagai *controller*, HMI TP1200 *comfort* sebagai media antarmuka, serta *software* perancangan *ladder diagram* yang terintegrasi dengan *software* desain HMI screen yaitu *Totally Integrated Automation (TIA) Portal* [11] [12].

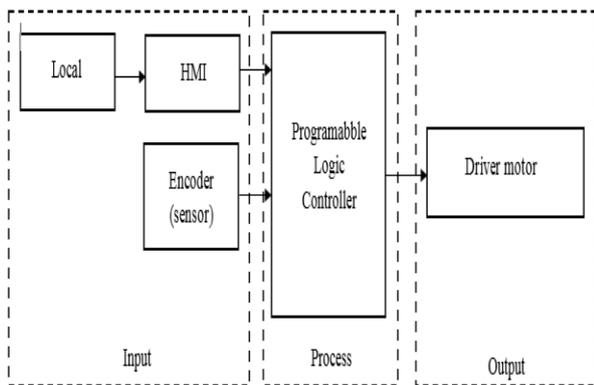
2. Metode



Gambar 1. Flowchart perancangan sistem kendali *additive tripper*

Sistem kendali *additive tripper* menggunakan PLC sebagai kontroler, dan HMI sebagai media operator untuk

berkomunikasi dengan PLC (memberi perintah dan *monitoring* program) [13]. Awal perancangan dengan mengambil data yang diperlukan di lapangan. Data yang diambil dari lapangan memiliki batasan pada sistem kendali saja, terutama dalam melacak posisi *tripper* yang tadinya menggunakan *limit switch* sebagai *toggle*, menjadi *encoder* sebagai pemantau batas secara terus - menerus atau kontinu. Sistem kendali pertama dibuat *logic diagram* untuk mempermudah memahami kondisi dan parameter pergerakan *additive tripper*. Setelah itu dibuat *ladder diagram* pada aplikasi. Setelah *ladder diagram* dibuat, objek pada layar antarmuka mulai didesain untuk proses pengendalian melalui HMI [14]. Setelah *ladder diagram* dan layar antarmuka selesai dibuat, koneksi *tag* antar keduanya dibuat lalu disimulasikan. Sistem pengendalian serta input dan output keseluruhan namun sederhana dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram blok sistem

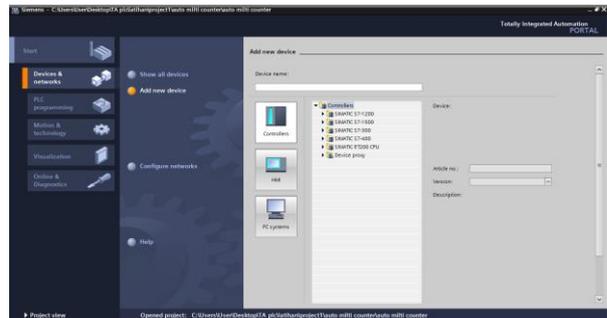
Gambar 2. menjelaskan hubungan input dan output pada sistem PLC. Saat pengontrolan *local* oleh operator di lapangan, HMI berguna sebagai *input* perintah ke PLC untuk diolah dan nanti akan memiliki keluaran sinyal *output*. *Encoder* juga berguna sebagai *input* yang memberikan data posisi *additive tripper*. PLC bekerja diantara input dan output sebagai otak dan penerjemah dari bahasa manusia (perintah input) ke bahasa mesin, begitu juga sebaliknya [15]. Output yang menerima sinyal keluaran dari PLC yaitu driver motor yang akan menggerakkan motor ke arah kanan atau kiri pada lintasan.

2.1. Desain Antarmuka HMI dengan Simatic HMI pada aplikasi TIA PORTAL V15.1

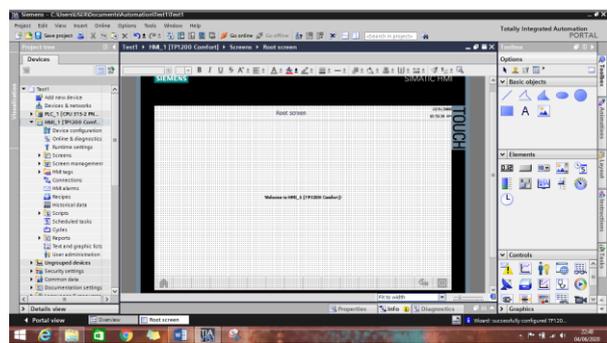
Perancangan desain layar antarmuka HMI menggunakan aplikasi TIA PORTAL V15.1, secara khusus pada *software* Simatic HMI.

Tahap awal memulai program yaitu dengan memasukkan device yang akan digunakan di lapangan, agar semua

fungsi dan parameter sesuai sehingga tidak terjadi galat saat konfigurasi pada perangkat keras. Setelah device HMI yang sesuai dengan perancangan ditambahkan ke dalam aplikasi, maka akan muncul tampilan serta fitur yang ada pada *device* tersebut, dalam Tugas Akhir ini yaitu HMI TP1200 *comfort panel*.



Gambar 3. Add device HMI pada software TIA PORTAL



Gambar 4. Working window untuk desain layar antarmuka HMI

Pada gambar 4 adalah gambar *working window*, tempat membuat desain layar HMI. Disini desainer layar antarmuka dapat memasukkan objek sesuai dengan kebutuhan seperti indikator, tombol, serta media untuk memasukkan dan menampilkan nilai. Selain itu desainer dapat memberikan animasi serta gerakan untuk membuat tampilan indikator dan objek lebih mudah dipahami. Desain yang dibuat mengikuti *ladder diagram* dan nantinya akan dikoneksikan menggunakan *tag*. *Tag* ini memungkinkan fitur dan animasi pada tampilan HMI sinkron dengan kondisi *ladder* [11].

2.2. Perangkat Keras SIMATIC HMI TP1200 comfort

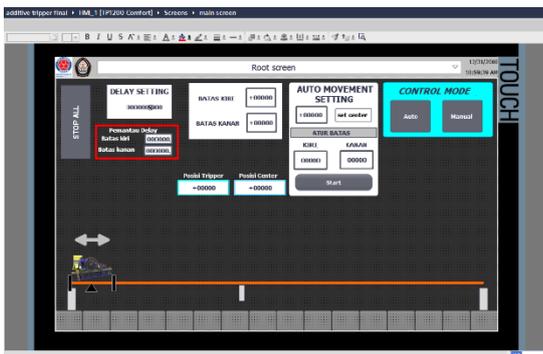
Perangkat keras HMI yang digunakan sebagai penampil antarmuka di lapangan yaitu HMI TP1200 Comfort Panels buatan Siemens AG. Perangkat keras tersebut memiliki parameter tersendiri yang bisa dipilih berdasarkan kebutuhan klien atau perusahaan. Berikut parameter dari *device* yang digunakan :

Tabel 1. Parameter perangkat keras HMI TP1200 *comfort panel* [11]

Parameter	Keterangan
Material lapisan	Aluminium pelapis tekanan
Format pemasangan	Horisontal dan vertikal (Format yang bersangkutan harus ditentukan pada saat konfigurasi awal)
Antarmuka	2 antarmuka PROFINET 1 antarmuka MPI/ PROFIBUS USB 2.0 ports
Tampilan/ layar	High-resolution 12" layar lebar TFT format dengan 16 juta warna
Pengoperasian	Teks dan angka dimasukkan dengan model utama menggunakan sistem keypad
Aplikasi perangkat lunak	Skema operasi intuitif dari model utama berdasarkan teknik yang telah terbukti digunakan untuk layar ponsel Internet Explorer menampilkan halaman web Viewer untuk menampilkan PDF, Word, dan Excel Perangkat lunak runtime dengan logging dan scripting secara fungsional, sistem diagnosa untuk menampilkan tren pada kontroler SIMATIC
Penyimpanan Data	2 slot memory card : <ul style="list-style-type: none"> • Satu slot untuk menyimpan data pengguna • Satu slot untuk konsep layanan agar sistem mulai ulang disederhanakan dalam hal layanan. Data proyek dan pengaturan perangkat diperbarui secara otomatis lama kartu memori. Tidak ada data yang hilang saat terjadinya kegagalan sumber daya. Berlaku untuk perangkat HMI dan masukkan kartu memori SIMATIC HMI ≥ 2 GB.

3. Hasil dan Pembahasan

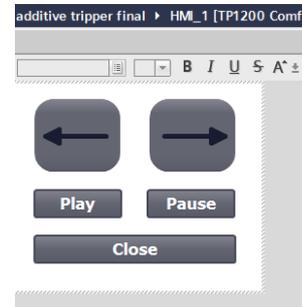
3.1. Hasil desain HMI



Gambar 5. Hasil desain layar antarmuka HMI

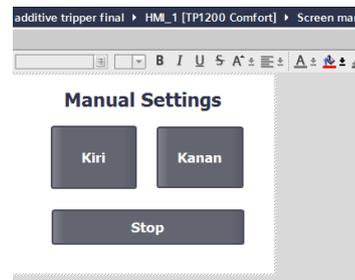
Pada gambar 5. Menunjukkan hasil desain layar antarmuka HMI pada Main Screen. Layar ini merupakan layar utama (*root screen*) yang akan muncul saat HMI dinyalakan. Layar ini berisi pemilihan mode pengendalian, setting

parameter gerak otomatis dan indikator dari tripper serta batas - batas pada lintasan.



Gambar 6. Hasil desain pop-up screen Start Auto

Gambar 6 merupakan hasil desain pada *pop-up screen Start Auto*. Layar ini merupakan kumpulan tombol yang mendukung proses pengendalian secara otomatis.



Gambar 7. Hasil desain pop-up screen Manual Settings

Gambar 7 merupakan hasil desain pada *pop-up screen Manual Settings*. Layar ini digunakan untuk menggerakkan tripper ke kanan dan kiri, serta menghentikan pergerakan tripper pada mode manual. *Pop-up screen (Start Auto dan Manual Settings)* digunakan agar pada *Main Screen* tidak terlalu banyak objek.

3.2. Koneksi Tag HMI dengan Tag PLC

Tabel 1. Daftar koneksi Tag HMI dengan Tag PLC

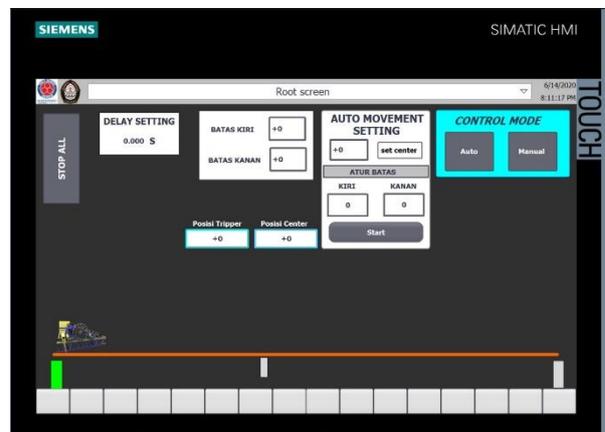
Tag HMI	Objek	Tag PLC	Tipe Data	Alamat
anak panah kanan	Line_2 (<i>visibility</i>)	anak panah kanan	Bool	M11.1
anak panah kiri	Line_3 (<i>visibility</i>)	anak panah kiri	Bool	M11.2
auto on	Button_2 (<i>appearance</i>)	auto on	Bool	M5.1
auto on	Polygon_1, Rectangle_6, Rectangle_10 (<i>visibility</i>)	auto on	Bool	M5.1

Tabel 1. (lanjutan)

Tag HMI	Objek	Tag PLC	Tipe Data	Alamat
batas kanan	Rectangle_6 (horizontal movement)	batas kanan	Int	MW12
batas kiri	Rectangle_10 (horizontal movement)	batas kiri	Int	MW14
delay auto kanan fwd	I/O field_9	delay auto kanan fwd	Timer	T1
delay auto kanan rev	I/O field_10	delay auto kanan rev	Timer	T2
delay auto kiri fwd	I/O field_11	delay auto kiri fwd	Timer	T3
delay auto kiri rev	I/O field_12	delay auto kiri rev	Timer	T4
input data kanan 2 input data kiri led kanan led kiri	I/O field_4, I/O field_7 I/O field_3, I/O field_6 Rectangle_8 (appearance) Rectangle_7 (appearance)	input data kanan 2 input data kiri led kanan led kiri	Word Word Bool Bool	MW16 MW8 M6.4 M6.3
nilai center nilai	I/O field_1 I/O field_5, I/O field_2 Line_2, Line_3, Graphic view_3 (horizontal movement)	nilai center nilai	Int Int Int	MW0 MW2 MW0
nilai center	Polygon_1 (horizontal movement)	nilai center	Int	MW2
pb auto pb manual pb set center pb stop all preset timer pb kiri auto pb kanan auto pb play auto pb pause auto pb manual kiri manual kiri pb manual kanan manual kanan	Button_2 (press) Button_1 (press) Button_3 (press, release) Button_9 (press) I/O field_8 Group Group_1 Button_4 Button_5 (appearance dan event) Button_1 (events) Button_1 (appearance) Button_2 (events) Button_2 (appearance)	pb auto pb manual pb set center pb stop all preset timer pb kiri auto pb kanan auto pb play auto pb pause auto pb manual kiri manual kiri pb manual kanan manual kanan	Bool Bool Bool Bool S5Time Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool	M5.4 M5.5 M6.0 M11.3 MW30 M7.4 M7.3 M7.2 M7.0 M11.6 M5.3 M11.5 M5.2

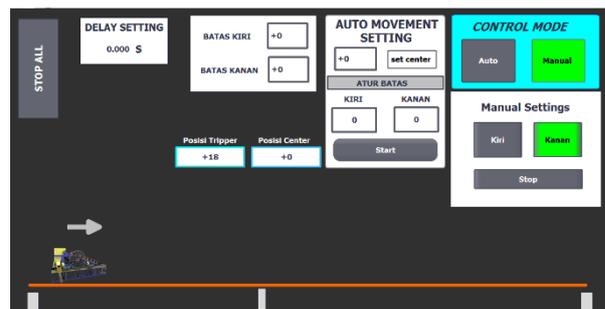
Tabel 1 merinci seluruh tag yang terdapat pada HMI dan PLC. Tag pada HMI berfungsi untuk menghubungkan objek pada HMI dengan tag pada PLC (*ladder diagram*). Penamaan tag bisa sama dan bisa juga berbeda bergantung pada desainer antarmuka HMI. Untuk tugas akhir ini, tag pada *main screen* HMI dibuat sama dengan tag pada PLC agar tidak membingungkan pada saat proses koneksi tag dengan objek. Tipe data tag berbeda – beda mengikuti tag pada PLC. Tag ini digunakan untuk *process value*, berbagai macam animasi (*movements, appearance, visibility*) dan *events (press, release)* pada tiap objek di HMI.

3.3. Hasil Simulasi menggunakan WinCC



Gambar 8. Simulasi Additive tripper pada WinCC

Mode Manual :



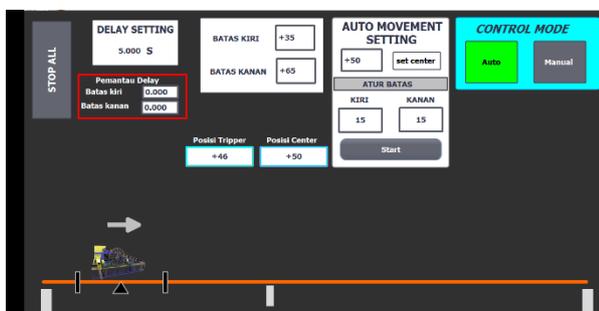
Gambar 9. Simulasi mode manual

Pastikan CPU sudah dalam mode *run* pada PLCsim, lalu tekan *start simulation* pada *taskbar* di *working window*. Proses simulasi antarmuka HMI ini menggunakan *software WinCC*, yang sudah terintegrasi dengan *software TIA Portal*. Setelah simulasi dimulai maka akan muncul tampilan antarmuka seperti terlihat pada gambar 8. Tampilan yang muncul menyerupai tampilan pada perangkat keras HMI TP1200 *comfort panel* seperti yang sudah dikonfigurasi pada *TIA Portal*. Cara mengoperasikan perangkat keras HMI yaitu dengan menekan layar (*touch screen display*) pada bagian tombol,

menu atau fitur *input* pada I/O *field* di HMI, sedangkan jika mengoperasikan di personal computer/ laptop melalui simulasi WinCC, menggunakan *pointer mouse* untuk menekan tombol dan fitur *input* I/O *field*.

Untuk memasuki mode manual cukup dengan menekan tombol dengan teks manual pada bagian *control mode* seperti pada gambar 9. *Tag* yang dikoneksikan pada tombol akan menjalankan program pada PLC. *Pop-up screen* Manual Settings juga akan muncul saat tombol ditekan. Selanjutnya proses pengendalian secara manual melalui *pop-up screen* tersebut. Ketika tombol Kanan atau tombol Kiri pada *pop-up screen* ditekan, maka *tag* yang aktif saat akan menekan tombol akan memberikan perintah ke PLC dan mengolah data. Keluaran yang dihasilkan yaitu motor bergerak ke kanan atau ke kiri sesuai perintah.

Mode Otomatis :



Gambar 10. Simulasi mode otomatis

Pada mode otomatis, *tripper* berjalan sesuai program yang sudah dirancang. Untuk memasuki mode *auto* pertama dengan menekan tombol auto. Lalu *set center* dan masukkan parameter batas kanan kiri serta *delay*. Tekan *start* untuk memunculkan *pop-up screen* Start Auto. Selanjutnya pengendalian dilakukan melalui *pop-up screen* Start Auto.

4. Kesimpulan

Dari hasil perancangan sistem kendali *additive tripper* ini, proses pembuatan keseluruhan program menjadi lebih mudah karena adanya *software* TIA PORTAL V15.1 yang menjadi aplikasi utama perancangan *ladder diagram* dan desain layar antarmuka. Aplikasi ini juga memiliki integrasi terhadap *software* simulasi PLCsim dan WinCC yang mempermudah untuk memantau hasil dari perancangan secara keseluruhan. Hasil penelitian ini masih bisa dikembangkan lebih lanjut. Pada PLC dapat ditambahkan *interlock* pada *ladder diagram* dan dapat

diintegrasikan pada DCS atau SCADA untuk pengendalian jarak jauh. Bagian HMI dapat diberi tambahan *screen* untuk mengurangi jumlah objek pada *screen* sehingga menjadi lebih sederhana. Resolusi dan konfigurasi layar juga dapat dikembangkan agar antarmuka dapat ditampilkan juga pada layar komputer pada *control room*.

Referensi

- [1]. Engineering Conference of the Conveyor Equipment Manufacturers Association, "Belt Conveyors for Bulk Materials". Conveyor Equipment Manufacturers Association Publisher, edisi ke-5. July, 2002.
- [2]. B. A. Wills dan T. Nappier-Munn, "An Introduction to the Practical Aspect of Ore Treatment and Mineral Recovery". Butterworth-Heinemann, edisi ke-8. 2015.
- [3]. Feliper Novaes Caldas dan Alexandre Xavier Martins, "Proposed Solutions to the Tripper Car Positioning Problem," dalam 20th International Conference of Enterprise Information Systems (ICEIS), Portugal, 2018, hal. 344-352.
- [4]. Farid Golnaraghi dan Benjamin C. Kuo, "Automatic Control Systems". John Wiley & Sons, Inc., 9th edition. 2010.
- [5]. Handbook Institute for Astronomy, University of Hawaii, *Encoder Primer*. [Online] Tersedia : <http://irtfweb.ifa.hawaii.edu>. Diakses : 30 Mei 2020.
- [6]. Ioan Iov Incze, Alin Negrea, Maria Imecs, Csaba Szabó. "Incremental Encoder Based Position and Speed Identification: Modelling and Simulation". Faculty of Electrical Engineering, Technical University of Cluj-Napoca. 2010.
- [7]. Iwan Setiawan, "Sensor dan Transduser". Universitas Diponegoro, Semarang, 2009.
- [8]. Jacob Fraden, "Handbook of Modern Sensors Physics, Designs, and Applications," 3rd ed., Advanced Monitors Corporation, Sand Diego, California, 2004, pp. 281-283.
- [9]. Programmable Incremental Encoders, DHM5 Range, BEISensors, France, 2004.
- [10]. Khaled Kamel, Eman Kamel. "Programmable Logic Controllers : Industrial Control". McGraw Hill Company. 2013.
- [11]. SIMATIC HMI Comfort Panel Operating Instructions, Siemens AG, Nurnberg, Germany, 2016.
- [12]. Hans Berger, "Automating with SIMATIC S7-300 inside TIA Portal" 2nd edition, Germany, 2014.
- [13]. Technical Information: Additive Tripper, PT. Mitra Ekatama Expertech, Jakarta Pusat, 2011.
- [14]. Jurgen Kaftan. "PLC Basic Course With SIMATIC S7 First Edition". Industrie Medien GmbH & Co. KG, Würzburg . 2011.
- [15]. John R. Hackworth, Frederick D. Hackworth, Jr. "Programmable Logic Controllers : Programming Methods and Applications". Pearson. 2003.