

PERANCANGAN SISTEM KENDALI ADDITIVE TRIPPER BERDASARKAN ENCODER MENGGUNAKAN PLC SIEMENS S7-300 DI PT. INDOCEMENT TUNGGAL PRAKARSA TBK. CIREBON

Wicitra Adam Sanjaya^{*)}, Budi Setiyono dan Darjat

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

^{*)}E-mail: adamsanjaya@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 Tungal 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 Tungal 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 system 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 on this problem 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, a software that produced 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 Tungal 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].

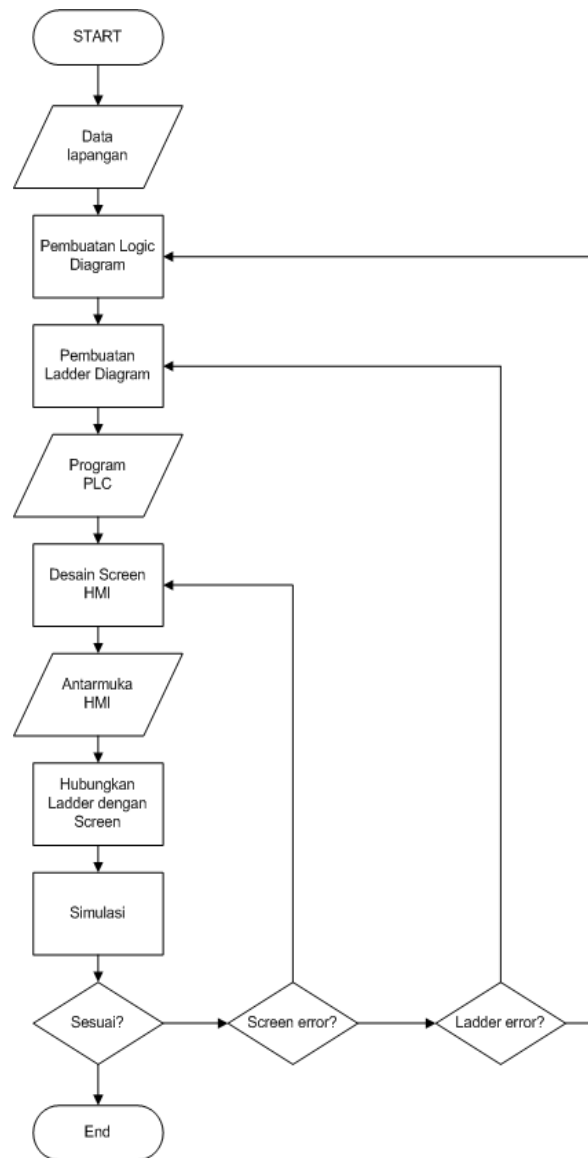
Kebutuhan masing-masing pabrik akan *tripper* ini berbeda-beda. Di PT. Indocement Tungal Prakarta ini, *tripper* digunakan untuk menyimpan tiga material berbeda dalam satu *storage room*, tiap material mempunyai *pile* masing-masing. Rel tempat Bergeraknya *tripper* dipasang *limit switch* sebagai sensor 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 *ouput*

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].

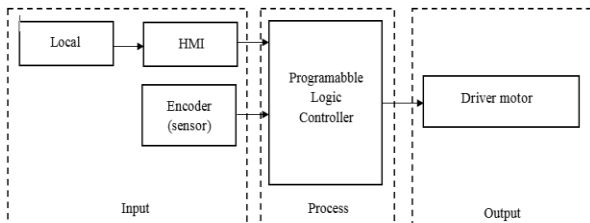
Semua komponen PLC dan HMI serta *software* untuk merancang program merupakan besutan Siemens. PLC Siemens S7-300 sebagai *controller*, HMI TP1200 *comfort* sebagai media antarmuka, serta *software* perancangan *ladder diagram* yang terintegrasi dengan *software* desain HMI *screen* yaitu *Totally Integrated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



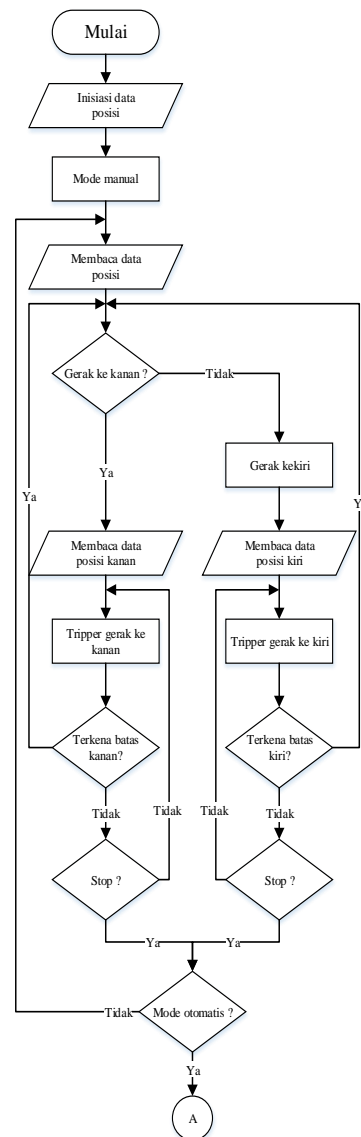
Gambar 2. Diagram blok sistem

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.

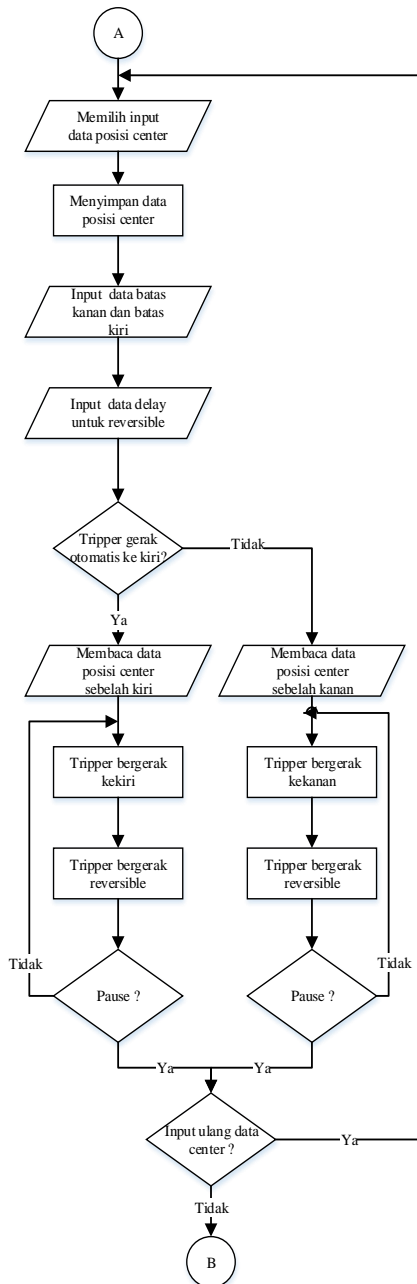
2.1. Perancangan pemrograman *ladder diagram* dengan PLC Siemens S7-300 pada aplikasi TIA PORTAL V15.1

Ketika sinyal input diterima oleh *Programmable Logic Controllers* (PLC) lalu dimulailah pengekseskuan sinyal perintah berdasarkan pemrograman logika *ladder diagram* yang telah dirancang. Pengekseskuan pertama kali pada perancangan sistem kendali *additive tripper* adalah mengekseskui *additive tripper* untuk berjalan pada mode manual. Pada mode manual *additive tripper* berjalan untuk diarahkan pada posisi center. Setelah posisi *additive tripper* berada pada posisi center maka user menekan tombol *stop* pada HMI yang bertujuan untuk memerintakan PLC agar memberhentikan *additive tripper*. Kemudian menetapkan data posisi center tersebut dan disimpan dalam

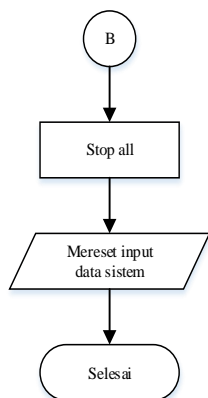
memori PLC. Setelah *additive tripper* berada pada posisi *center* lalu sistem pemrograman berpindah pada mode otomatis yang berfungsi untuk mengendalikan *additive tripper* sehingga dapat bergerak bolak-balik secara otomatis sesuai pada posisi yang diinginkan. Sebelum menjalankan *additive tripper* perlu dilakukan pengaturan batas maksimal pada posisi ujung kanan dan kiri dengan cara memberi data nilai posisi maksimal sebelah kanan dan kiri pada HMI. Setelah pengaturan selesai dilakukan maka tersedia dua pilihan pergerakan awal *additive tripper* untuk memulai bergerak bolak-balik secara otomatis yaitu kearah kanan atau kiri terlebih dahulu. Setelah menekan tombol tersebut maka *additive tripper* bergerak sesuai tombol yang dipilih dan bergerak bolak-balik/*reversible* secara otomatis hingga mendapat perintah berhenti dari *user*. Prinsip kerja Sistem kendali *additive tripper* pada *Programmable Logic Controllers* (PLC) tersebut dapat digambarkan pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir pemrograman sistem kendali *additive tripper* pada PLC



Gambar 3. lanjutan



Gambar 3. lanjutan

2.2. Perangkat Keras PLC Siemens S7-300

Perangkat keras PLC yang digunakan untuk memrogram sistem kendali *additive tripper* dilapangan yaitu menggunakan SIMATIC S7-300 dengan CPU 315-2 PN/DP. Perangkat keras tersebut memiliki spesifikasi diantaranya sebagai berikut:

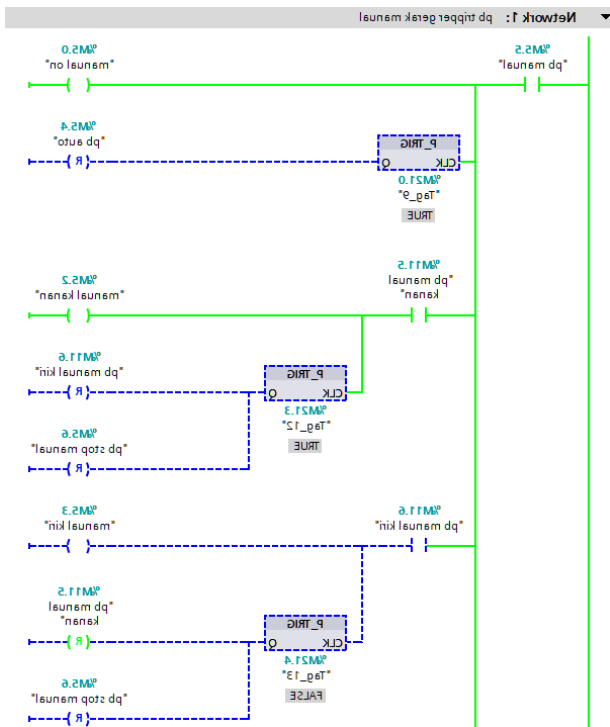
Tabel 1. Parameter PLC Siemens S7-300 CPU 315-2 PN/DP

Parameter	Keterangan
Aplikasi pemrograman	STEP 7 V5.5 atau diatasnya
Tegangan	24 V DC, rentang tegangan terendah yang diijinkan 20.4 V, dan rentang tegangan tertinggi yang diijinkan 28.8 V
memori	Terintegrasi 384 kbyte
Waktu proses CPU untuk operasi bit	Untuk operasi bit 0.05 µs, untuk operasi word 0.09 µs
Area pengalamatan I/O	Inputs 2048 byte, Outputs 2048 byte
jumlah total blok pada CPU konfigurasi perangkat keras	1024 (DB,FC,FB)
antarmuka	Maksimum 4 rak dan setiap rak maksimal terisi 8 modul Ethernet Profinet: 2 ports (switch) RJ45 RS 485: 1; digabungkan MPI/profibus DP
Berat	340 g
Dimensi	Panjang : 130mm Lebar : 40 mm Tinggi : 125 mm

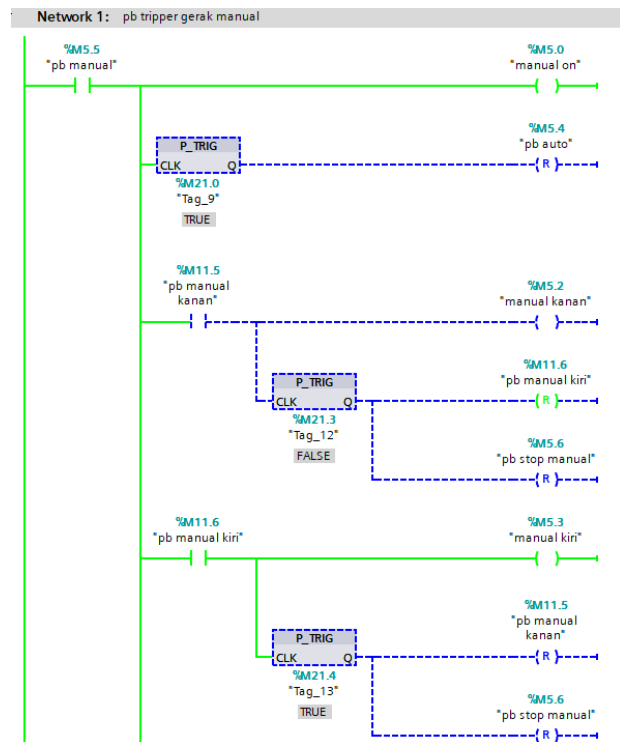
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Program *Ladder Diagram* pada Sistem Kendali Manual

Pada gambar 4. adalah program pada *function blok_sistem_1 network 1* yang berfungsi untuk mengoperasikan sistem kendali *additive tripper* kekanan/*forward* pada mode manual. Cara mengoperasikannya dengan mengaktifkan atau memberi *input 1* pada kontaktor “pb manual”, setelah aktif maka *additive tripper* dapat digerakan kekanan/*forward*.



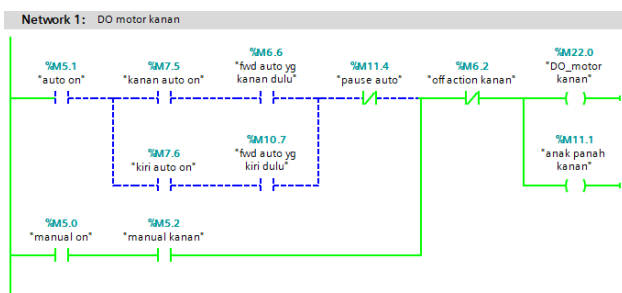
Gambar 4. Monitoring pemrograman ladder diagram pada network pengoperasian additive tripper mode manual bergerak kearah kanan/forward



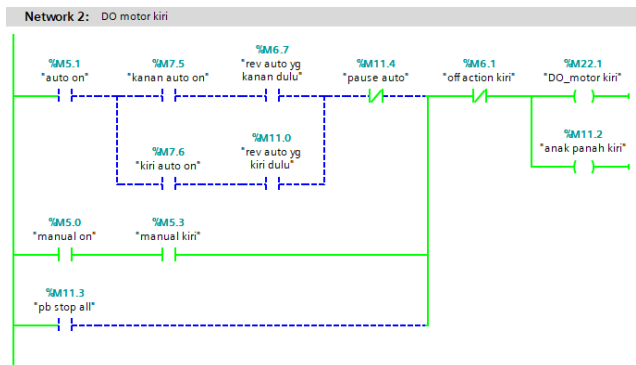
Gambar 6. Monitoring pemrograman ladder diagram pada network pengoperasian additive tripper mode manual bergerak kearah kiri/reverse

Setelah gambar 4. memberikan perintah untuk menggerakkan arah gerak *additive tripper* ke arah kanan/forward yaitu dengan mengaktifkan kontaktor “pb manual kanan”. Maka akan terhubung pada *network 1 function* blok_sistem_2 seperti gambar 5. sehingga akan mengaktifkan motor untuk bergerak kearah kanan/forward.

Setelah gambar 6. memberikan perintah untuk menggerakkan arah gerak *additive tripper* ke arah kekiri/reverse yaitu dengan mengaktifkan kontaktor “pb manual kiri”. Maka akan terhubung pada *network 2 function* blok_sistem_2 seperti gambar 7. sehingga akan mengaktifkan motor untuk bergerak kearah kiri/reverse.



Gambar 5. Monitoring pemrograman ladder diagram mode manual pada network DO_motor additive tripper bergerak kearah kanan/forward



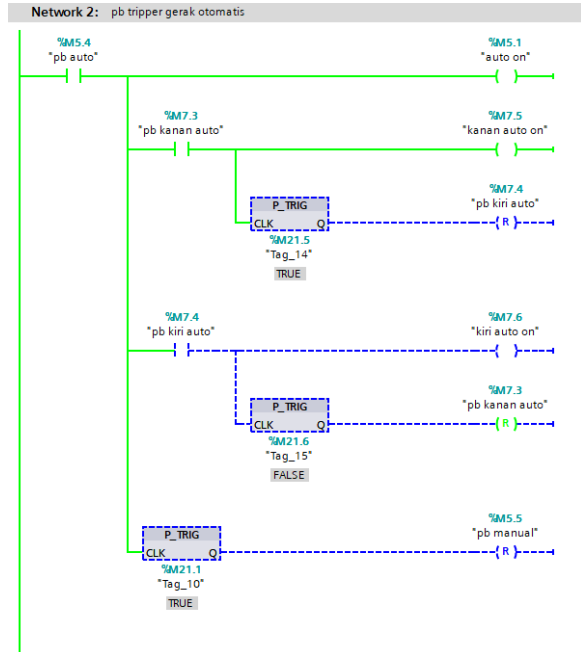
Gambar 7. Monitoring pemrograman ladder diagram mode manual pada network DO_motor additive tripper bergerak kearah kiri/reverse

Pada gambar 2.6 adalah program dari *function* blok_sistem_1 *network 1* yang berfungsi untuk mengoperasikan sistem kendali *additive tripper* kekiri/reverse pada mode manual. Cara mengoperasikannya dengan mengaktifkan atau memberi *input 1* pada kontaktor “pb manual”, setelah aktif maka *additive tripper* dapat digerakan kekiri/reverse.

3.2 Hasil Program Ladder Diagram pada Sistem Kendali Otomatis

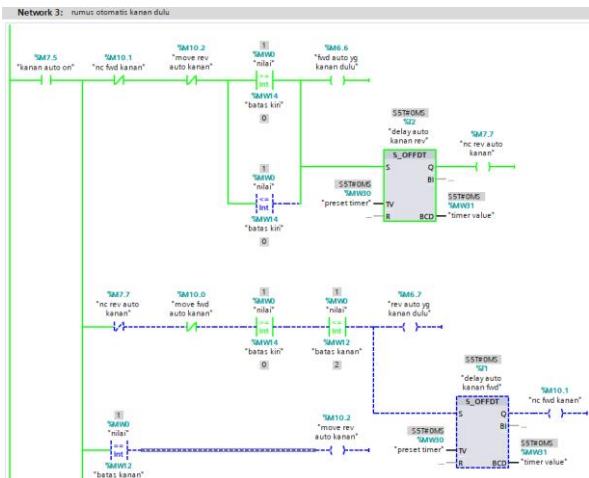
Pada gambar 8. hingga gambar 10. adalah hasil *monitoring* pemrograman *ladder diagram* pada sistem kendali

otomatis dengan arah gerak awal dimulai kearah kanan/forward. gambar 8. berfungsi untuk mengoperasikan *additive tripper* bergerak kekanan dahulu kemudian bergerak bolak-balik secara otomatis.



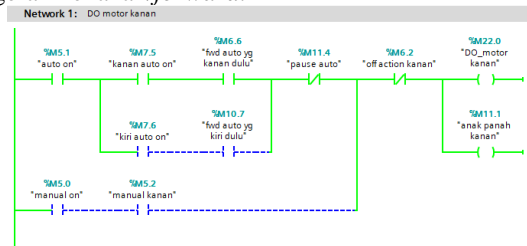
Gambar 8. Monitoring pemrograman ladder diagram pada network pengoperasian *additive tripper* mode otomatis dengan gerak awal kearah kanan/forward

Gambar 9. adalah program dari sistem kendali *additive tripper* dengan mode otomatis. Motor bergerak kekanan/forward hingga menyentuh batas kanan. Setelah menyentuh batas maka *additive tripper* akan berubah arah gerak menjadi ke kiri/reversible seperti gambar 11. begitu seterusnya.



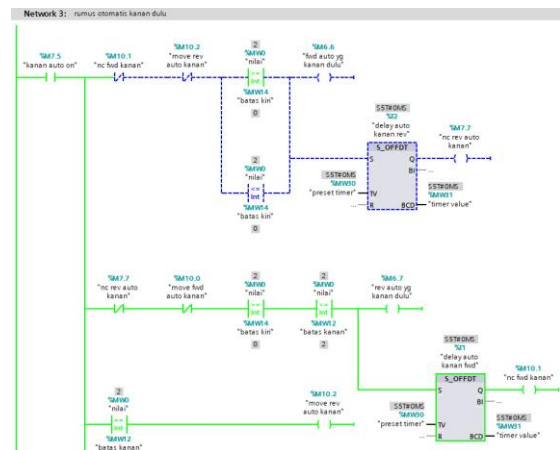
Gambar 9. Monitoring pemrograman ladder diagram pada network sistem kendali *additive tripper* mode otomatis dengan gerak kearah kanan/forward

Gambar 10. merupakan hasil ketika koil “fwd auto yg kanan dulu” pada gambar 9. aktif, maka *additive tripper* bergerak kekanan/forward.



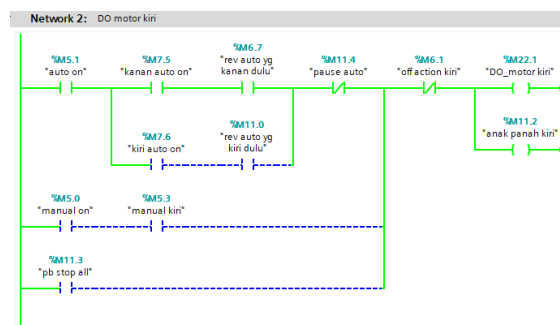
Gambar 10. Monitoring pemrograman ladder diagram mode otomatis pada network DO_motor *additive tripper* bergerak kearah kanan/forward

Pada gambar 11. hingga gambar 12. adalah gambar monitoring program setelah bergerak kearah kiri/reverse ketika sampai pada posisi batas kanan, kemudian *additive tripper* bergerak membalik secara otomatis terus menerus hingga mendapat perintah baru dari user.



Gambar 11. Monitoring pemrograman ladder diagram pada network sistem kendali *additive tripper* mode otomatis dengan gerak kearah kiri/reverse

Gambar 12. merupakan hasil ketika koil “rev auto yg kanan dulu” pada gambar 11. aktif, maka *additive tripper* bergerak ke kiri/reverse.



Gambar 12. Monitoring pemrograman ladder diagram mode otomatis pada network DO_motor *additive tripper* bergerak kearah kiri/reverse

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 Ekataama 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.