

# Modifikasi Sistem *Counter Length Tread* Pada Mesin *Building PT ASD*

Surhayati<sup>1)</sup>

Teknologi Informasi, Politeknik Gajah Tunggal  
[surhayati@poltek-gt.ac.id](mailto:surhayati@poltek-gt.ac.id)

Adik Susilo Wardoyo<sup>2)</sup>

Teknik Elektronika, Politeknik Gajah Tunggal  
[adikusilo@poltek-gt.ac.id](mailto:adikusilo@poltek-gt.ac.id)

Ihsan Samudra Hidayah<sup>3)</sup>

Teknik Elektronika, Politeknik Gajah Tunggal  
[ihsansamudra78@gmail.com](mailto:ihsansamudra78@gmail.com)

Muhammad Farid Zacky<sup>4)</sup>

Teknologi Informasi, Politeknik Gajah Tunggal  
[faridzacky123@gmail.com](mailto:faridzacky123@gmail.com)

## ABSTRAK

Sistem pengaturan posisi *photocell* pada *counter length tread* mesin *tire building PT ASD* masih dilakukan secara manual dan didasarkan atas *feeling* dari operator. Operator membutuhkan beberapa kali percobaan pengaturan posisi *photocell* agar menghasilkan panjang potongan *tread* yang sesuai dengan *spec*. Dari percobaan yang berulang tersebut menciptakan rata-rata sekitar 75% *tread NG* (*Not good* atau gagal) dari total frekuensi percobaan yang telah dilakukan dalam satu proses pengaturan panjang *tread*. Pada makalah ini penulis melakukan modifikasi terhadap sistem *counter length tread* untuk mengubah sistem manual menjadi sistem otomatis yang dapat menentukan posisi *photocell* secara akurat untuk mendapatkan hasil panjang potongan *tread* yang sesuai. Sistem kontrol yang dibuat terdiri dari PLC sebagai pengendali utama, *encoder* sebagai pembaca posisi, *inverter* dan motor listrik sebagai penggerak *photocell*. Berdasarkan hasil pengujian setelah modifikasi, didapatkan tingkat akurasi pemosisian *photocell* sebesar 99,5% dan tingkat penurunan terjadinya *tread NG* pada saat pengaturan sebesar 60,72%.

Kata Kunci : *Sistem Kontrol, PLC, Encoder, HMI*

## ABSTRACT

*The positioning system for the photocell on the PT ASD tire building machine's tread counter length is still manually operated and relies on the operator's intuition. The operator needs several attempts to adjust the photocell's position to produce tread cuts that meet specifications. These repeated trials result in an average of about 75% NG (Not Good or failed) tread from the total number of trials conducted in one tread length adjustment process. In this paper, the author modifies the tread counter length system to change the manual system into an automatic one that can accurately determine the photocell position to achieve the desired tread cut length. The control system created consists of a PLC as the main controller, an encoder as the position reader, and an inverter and electric motor as the photocell movers. Based on testing results after the modification, a photocell positioning accuracy of 99.5% was achieved, and the occurrence of NG tread during adjustment decreased by 60.72%.*

*Keywords: Control System, PLC, Encoder, HMI*

## I. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

PT ASD merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yang memproduksi ban (*tire*). PT ASD adalah perusahaan terkemuka dalam memproduksi ban di wilayah Asia Tenggara. PT ASD juga menghasilkan serta mengedarkan beragam jenis ban berkualitas tinggi untuk berbagai kendaraan, termasuk mobil penumpang, SUV/truk ringan, *off-road*, kendaraan industri, dan sepeda motor. Selain itu, kami juga memproduksi serta mendistribusikan berbagai produk karet terkait lainnya, seperti karet sintetis, benang ban, ban dalam, *flap*, *o-ring*, dan masih banyak lagi. PT ASD memiliki beberapa plant salah satunya *Plant I*. *Plant I* memproduksi ban (*tire*) motor. Dalam proses produksi ban motor di *Plant I* terdapat beberapa departemen, yaitu *Material*, *Building*, *Curing*, dan *Final Inspection*.

Departemen *building* merupakan departemen yang bertugas untuk menggabungkan seluruh komponen-komponen ban seperti *inner liner*, *ply*, *bead grommet*, dan *tread* yang telah diproduksi dari departemen *material* menjadi ban mentah atau disebut dengan *Green Tire*. Departemen *building* memiliki beberapa jenis mesin, yaitu BTU (*Bladder Turn Up*), HBT (*Herberlt*), dan *Jingyie*.

Salah satu proses pada mesin *building* adalah pemasangan *tread*. Proses ini dimulai dari pemotongan gulungan *tread* menjadi lembaran potongan *tread*, penyaluran melalui *conveyor tread* ke operator, dan terakhir operator menyatukan *tread* ke *green tire*. Panjang potongan *tread* yang akan digunakan ditentukan oleh *counter length tread* yang berada di atas *conveyor tread*. Pada bagian ini terdapat *photocell* yang berfungsi mendeteksi keberadaan *tread* yang berjalan di atas *conveyor tread*. Posisi dimana *photocell* berada menjadi penentu panjang dari potongan *tread* yang akan digunakan. Posisi dari *photocell* tersebut diatur berdasarkan *spec* panjang *tread* yang digunakan. Pengaturan posisi *photocell* ini dilakukan secara manual seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Pengaturan *Photocell* Secara Manual

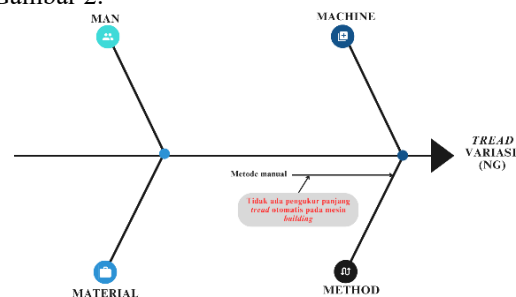
Gambar 1 merupakan proses pengaturan posisi *photocell* pada *conveyor tread* yang masih

dilakukan secara manual. Pengaturan posisi *photocell* dilakukan ketika pergantian *tread size* sesuai dengan "*spec*" yang dibutuhkan ataupun ketika terjadi perubahan panjang *tread* yang terjadi di luar kendali. Pada saat pengaturan posisi dari *photocell* hanya dilakukan berdasarkan "*feeling*" dari operator, sehingga hasil pengaturan panjang *tread* tidak kurang akurat. Ketika panjang *tread* tidak sesuai maka perlu dilakukan pengaturan manual berulang hingga berhasil mendapatkan panjang *tread* yang sesuai dengan *spec*. Kondisi tersebut juga akan menghasilkan adanya *tread NG* (*Not Good*) hasil dari percobaan pengaturan yang belum berhasil. Adapun data percobaan pengaturan posisi *photocell* pada *conveyor tread* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Percobaan Pengaturan Manual *Photocell*

Pengaturan	Frekuensi Percobaan (kali)	Tread NG	Persentase Tread NG
1	4	3	75 %
2	5	4	80 %
3	3	2	66.7 %
4	3	2	66.7 %
5	5	4	80%
6	4	3	75 %
<b>Total</b>	24	18	75 %

Pada Tabel 1, terdapat 6 sampel data yang didapat dari observasi dengan menghitung frekuensi dari percobaan pengaturan posisi *photocell* dan *tread NG* yang dihasilkan selama dilakukannya percobaan pengaturan tersebut hingga didapat panjang *tread* yang sesuai dengan *spec*. Dari data tersebut ditemukan total 75% *tread NG* dari total percobaan yang dilakukan. Adapun analisa yang dilakukan melalui diagram *fishbone* terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Fishbone* Diagram

Berdasarkan *fishbone* di atas, ditemukan berupa ujung masalah yaitu variasi panjang *tread* (*NG*). Permasalahan variasi panjang *tread* (*NG*) disebabkan oleh penentuan posisi *photocell* pada

*conveyor tread* yang masih menggunakan metode manual yang menyebabkan terjadinya variasi panjang *tread*.

Berdasarkan latar belakang ini, penelitian ini bertujuan untuk mengatasi *tread* NG dengan melakukan modifikasi pada sistem *counter length tread* dengan mengubah sistem penentuan panjang *tread* dari sistem pengaturan manual menjadi sistem pengaturan otomatis.

Modifikasi sistem *counter length tread* menggunakan sistem kontrol elektrik berbasis PLC. PLC berfungsi menerima data dari HMI dan *encoder*, mengatur operasi *inverter* yang menuju motor listrik, dan mengirim data ke HMI.



Gambar 3. *Programmable Logic Controller (PLC)*

*Programmable Logic Controller (PLC)* adalah perangkat yang sangat mudah digunakan berbasis mikroprosesor, berupa komputer khusus yang mencakup berbagai jenis dan kompleksitas fungsi kontrol. PLC dapat diprogram, dikendalikan, dan dioperasikan oleh seseorang yang tidak terlalu mahir menggunakan *Personal Computer (PC)*. PLC menggunakan bahasa pemrograman khusus yang disebut *ladder diagram* (diagram tangga) untuk pemrograman sistem PLC. *Ladder diagram* adalah turunan dari teknologi *relay* konvensional, sehingga memudahkan operator dalam menggunakan PLC untuk pengendalian mesin industri[1].



Gambar 4. *Software GX Works2*

GX Works2 adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan pemrograman pada PLC. Pemrograman menggunakan GX Works2 dapat dilakukan melalui tiga metode, yaitu *Ladder Diagram*, *SFC (Sequential Flow Chart)*, dan *Intelligent Function*. Ketiga metode ini bertujuan untuk menyederhanakan proses koneksi antara pengguna dan PLC melalui komputer atau laptop [2].



Gambar 5. *Human Machine Interface (HMI)*

*Human Machine Interface (HMI)* adalah antarmuka perangkat lunak yang menghubungkan

mesin atau pabrik dengan operator atau pengamat. Biasanya, HMI terdiri dari sebuah komputer pusat atau beberapa komputer yang terpisah, yang berfungsi untuk memantau dan mengendalikan mesin, pabrik, atau proses dalam suatu fasilitas produksi. Tujuan dari HMI adalah untuk mengumpulkan dan menampilkan informasi mengenai proses yang terjadi di pabrik. HMI ini dapat dihubungkan langsung dengan *Programmable Logic Controllers (PLC)*. Dengan kemajuan teknologi yang pesat, penggunaan PLC dan HMI telah menjadi hal yang penting dalam pembuatan mesin produksi [3].

Menurut [4] perhitungan jarak dalam satuan mm tiap pulsa pada *ball screw* dapat ditentukan melalui persamaan berikut:

$$\text{Jarak per pulsa} = \frac{\text{Pitch}}{\text{Pulsa}} \quad (1)$$

Dimana:

*Pitch* = Jarak antar puncak ulir (mm)

*Pulsa* = Jumlah pulsa dalam satu rotasi *ball screw*

*Encoder* adalah perangkat elektromekanik yang dapat memantau gerakan dan posisi. Biasanya, *encoder* menggunakan sensor optik untuk menghasilkan serangkaian pulsa yang mewakili gerakan, posisi, dan arah. Dengan demikian, posisi sudut poros yang berputar dapat diubah menjadi informasi digital oleh *rotary encoder* dan diteruskan oleh sistem kendali. *Encoder* sering digunakan sebagai sensor untuk mengukur kecepatan pada motor. Desain mekanik *encoder* mencakup penggunaan sensor yang sensitif terhadap cahaya. Cahaya dari sumber cahaya akan ditransmisikan ke penerima ketika melewati lubang-lubang tertentu dan dipantulkan ketika tidak melewati lubang tersebut, menghasilkan pulsa untuk setiap putaran. Pulsa ini kemudian dihitung selama periode waktu tertentu untuk mendapatkan kecepatan. Proses elektronik diperlukan untuk mengatur waktu pulsa dan mengubahnya menjadi sinyal analog [5].

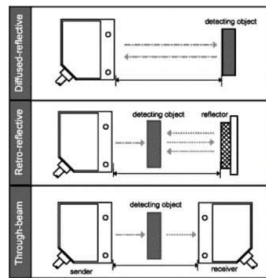


Gambar 6. *Inverter*

*Inverter* adalah sebuah komponen yang sering digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor listrik. *Inverter* bekerja dengan mengatur frekuensi sinyal listrik. Selain digunakan untuk mengatur kecepatan motor, *inverter* juga memiliki kemampuan untuk memulai motor secara lembut (*soft starter*) dan mengoperasikan motor dalam mode maju-mundur (*reverse-forward*). Oleh karena itu, *inverter* dapat dianggap sebagai sebuah

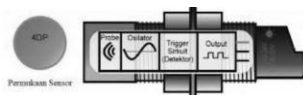
komponen serbaguna yang mendukung berbagai kebutuhan operasional motor listrik di industri [6].

Motor listrik adalah sebuah perangkat elektrik yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi gerakan mekanik, biasanya berupa putaran. Motor ini umumnya digunakan dalam berbagai peralatan elektronik seperti kipas angin, pompa air, mesin cuci, *mixer*, penyedot debu, dan lainnya. Konsep motor listrik pertama kali muncul dari ide menggabungkan baterai dengan pembangkit medan listrik dari arus listrik dan elektromagnetik (Umam et al., 2017).



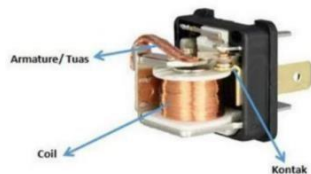
Gambar 7. Sensor *photocell*

Sensor fotoelektrik adalah alat yang berfungsi untuk mendeteksi adanya objek, biasanya yang berbentuk padat. Sensor ini bekerja dengan memanfaatkan energi cahaya yang dihasilkan dari energi listrik sebagai media pendeteksian. Secara umum, berdasarkan cara kerjanya, sensor ini terbagi menjadi dua jenis. Jenis pertama adalah tipe refleksi, di mana pemancar cahaya (*transmitter*) dan penerima cahaya (*receiver*) ditempatkan di lokasi yang sama [1].



Gambar 8. Sensor *Proximity*

Sensor *proximity* adalah sensor yang dapat mendeteksi objek di sekitarnya tanpa kontak fisik (non kontak). Sensor ini menggunakan medan elektromagnetik untuk mendeteksi keberadaan objek. Terdapat dua jenis sensor *proximity*, yaitu *proximity inductive* dan *proximity capacitive*. Sensor *proximity inductive* mampu mendeteksi objek logam seperti besi, baja, aluminium, dan lainnya. Sementara itu, sensor *proximity capacitive* dapat mendeteksi objek non-logam seperti kayu, plastik, kaca, dan lainnya [1].



Gambar 9. *Relay* Elektrik

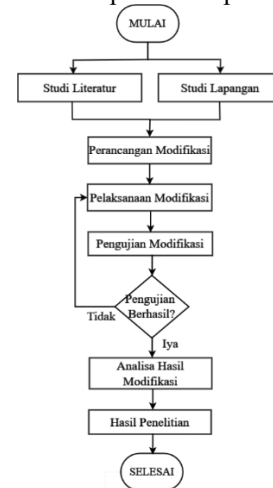
*Relay* adalah komponen elektronik berupa saklar atau *switch* elektrik yang bekerja dengan listrik. *Relay* sering disebut sebagai komponen

elektromekanis yang terdiri dari dua bagian utama yaitu kumparan atau elektromagnet dan kontak saklar mekanis. Komponen *relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar. *Relay* menggunakan arus listrik kecil atau berdaya rendah, *relay* dapat mengalirkan arus listrik dengan tegangan lebih tinggi [7].

## II. METODE PENELITIAN

### Alur Penelitian

Alur penelitian merupakan tahapan yang dilakukan untuk merealisasikan serta menjelaskan penelitian yang sedang dilakukan agar terstruktur dengan baik. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Alur Penelitian

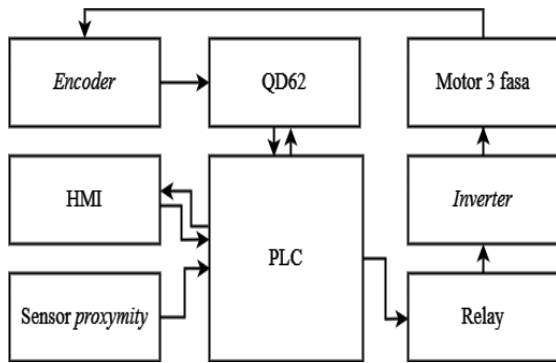
### Studi Lapangan Dan Studi Literatur

Pada tahap studi lapangan dilakukan studi terhadap proses dan data aktual di lapangan yang dapat menunjang proses penelitian serta dapat dijadikan referensi atau pedoman dalam proses modifikasi agar penelitian lebih terukur dan memiliki keberhasilan yang kuat. Tahap ini dilakukan dengan cara wawancara dan observasi langsung di lapangan.

Pada tahap studi literatur dilakukan studi terhadap kegiatan-kegiatan atau penelitian-penelitian serupa serta pencarian tentang teori yang terkait dengan penelitian yang dilakukan yang tertulis dalam buku, jurnal, maupun artikel ilmiah yang dijadikan untuk referensi atau pedoman agar penelitian lebih terarah dan memiliki dasar teori yang kuat.

### Rancangan Sistem Counter Length Tread

Gambar 11 merupakan rancangan sistem *counter length tread*. Sistem dirancang untuk mengatur posisi *photocell* sebagai penentu panjang *tread*. Posisi *photocell* akan bergeser ketika motor berjalan *forward* ataupun *reverse*. Sistem dapat dijalankan secara otomatis maupun manual untuk menentukan posisi *photocell*.



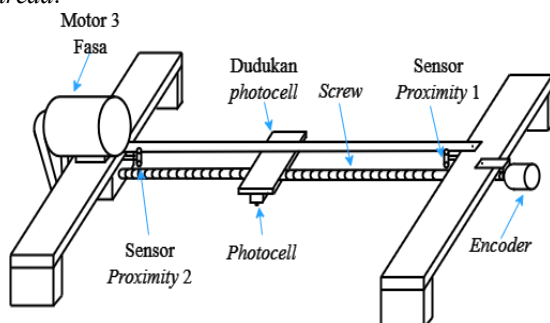
Gambar 11. Diagram Blok Sistem Counter Length Tread

Diagram tersebut meliputi komponen *input* antara lain HMI, *encoder*, dan *sensor proximity*. Komponen proses antara lain PLC dan QD62. Komponen *output* antara lain *relay*, *inverter*, dan motor 3 fasa. PLC berfungsi sebagai komponen yang memproses kerja sistem. HMI berperan sebagai komponen pemantau sistem dan pemberi masukan ke PLC berupa instruksi untuk menjalankan sistem secara otomatis maupun instruksi untuk menjalankan sistem secara manual.

Pada sistem otomatis, HMI mengirimkan *set point* nilai panjang *tread* ke PLC. Untuk memenuhi nilai *set point* tersebut, PLC kemudian mengaktifkan *relay* dan *inverter* sehingga motor 3 fasa beroperasi. *Encoder* yang terhubung dengan putaran motor akan memberikan keluaran pulsa ke QD62, kemudian nilai pulsa yang diterima oleh QD62 akan diteruskan ke PLC untuk mencapai nilai *set point*. Ketika nilai tercapai, maka secara otomatis motor dihentikan sekaligus menghentikan pergeseran *photocell*. Hal ini berarti nilai panjang yang dibutuhkan telah sesuai, yang ditunjukkan melalui letak dimana posisi *photocell* tersebut berhenti. Sedangkan pada sistem manual, sistem dijalankan secara manual untuk menjalankan motor 3 fasa melalui HMI.

#### Rancangan Konstruksi Counter Length Tread

Pada tahap ini ditampilkan sebuah rancangan dari konstruksi *counter length tread* yang telah dibuat sesuai fungsional dan estetikanya. Berikut rancangan konstruksi dari *counter length tread*.



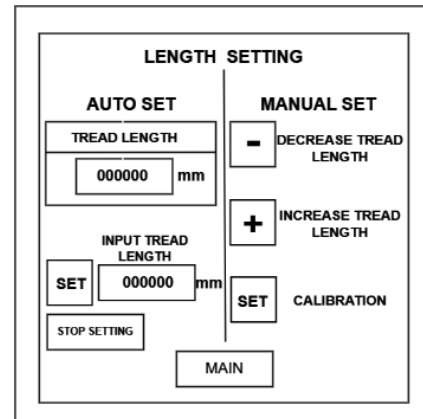
Gambar 12. Desain Rancangan Konstruksi Counter Length Tread

Gambar 12 merupakan desain rancangan dari konstruksi *counter length tread* yang akan

diterapkan. Desain tersebut diharapkan mampu menyelesaikan permasalahan yang ada.

#### Rancangan Desain Tampilan HMI

Pada tahap ini ditampilkan sebuah rancangan dari konstruksi *counter length tread* yang telah dibuat sesuai fungsional dan kemudahan dalam penggunaannya. Setiap elemen dipilih agar pengguna bisa dengan mudah mengoperasikan sistem. Desain yang sederhana dan modern diharapkan dapat membantu pengguna memahami fungsi-fungsi utama dengan cepat. Berikut rancangan desain dari HMI untuk *counter length tread*.



Gambar 13. Rancangan Desain Tampilan HMI

Gambar 13 adalah desain perancangan HMI untuk mengatur serta mengoperasikan secara manual maupun otomatis *counter length tread*/posisi *photocell* nantinya. Untuk mengatur *counter length tread* / posisi *photocell* secara otomatis dapat dilakukan dengan cara memasukkan nilai pada menu “*input tread length*”, sedangkan untuk operasi manual dapat dilakukan dengan menekan “*decrease/increase tread length*”.

#### Pelaksanaan Modifikasi

Pada tahap ini, proses modifikasi dilaksanakan sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan.

#### Pengujian Modifikasi

Pada tahap ini merupakan tahap pengujian terhadap hasil kerja *counter length tread* untuk mengetahui kesesuaian dengan cara kerja alat sudah tersinkronisasi sesuai yang diharapkan atau tidak.

#### Analisis Hasil Modifikasi

Pada tahap ini dilakukan kajian hasil modifikasi yang telah dilakukan. Analisis yang dilakukan berupa perbandingan sebelum dan sesudah dilakukannya modifikasi posisi *barcode* dan *counter length tread*.

Tabel 2. Alat

No	Alat	Jumlah
1	Laptop	1
2	Software GX Works2	1

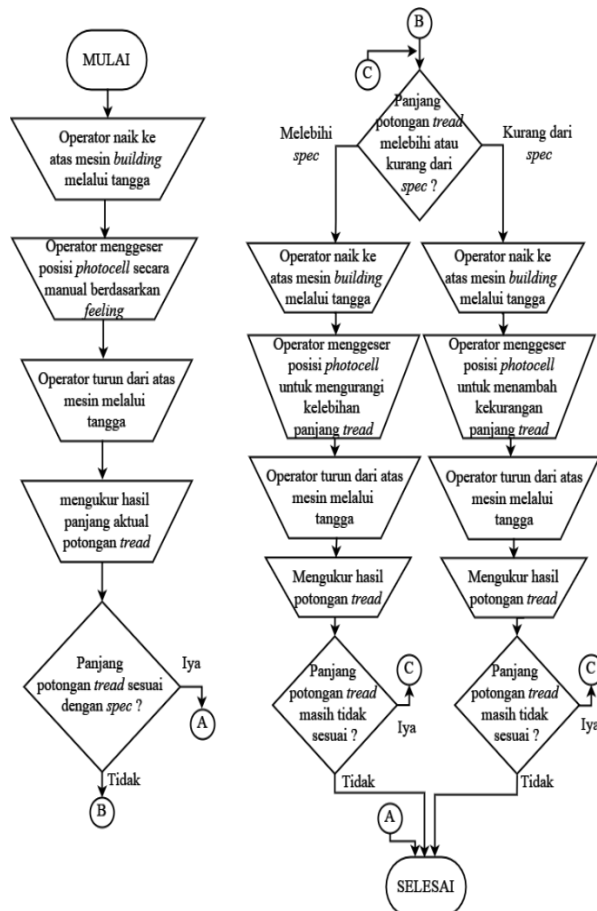
Tabel 3. Bahan

No	Bahan	Jumlah
1	Kabel	Secukupnya
2	Inverter Sumitomo HF5204-3A7	1
3	Relay OMRON MY4N	2
4	Motor AC 3 Fasa AEVFTB	1
5	Sensor Photoelectric NX-22M	1
7	Isolasi	Secukupnya
8	Encoder OMRON E6B2-CWZ5B	1
10	Sensor Proximity	2
11	Rantai Kabel	1 meter
12	QD62	1

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Flowchart Kerja Alat Sebelum Modifikasi

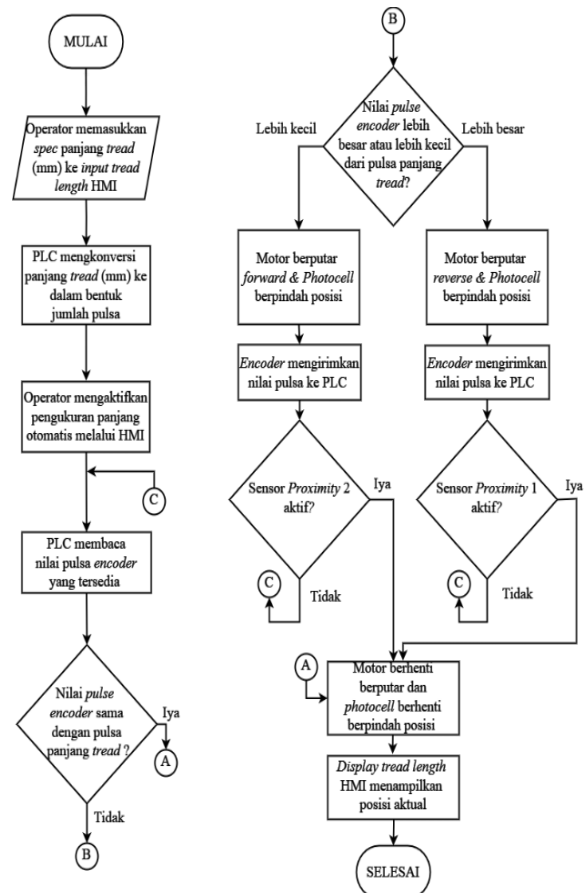
Sebelum dilakukan modifikasi, *counter length tread* masih diterapkan sistem manual yang hanya didasarkan melalui perkiraan dari operator saja untuk menentukan posisi *photocell*.



Gambar 14. Flowchart Kerja Counter Length Tread Sebelum Modifikasi

#### Flowchart Sistem Otomatis Alat Setelah Modifikasi

Sistem otomatis berfungsi untuk menentukan posisi *photocell* secara otomatis melalui perhitungan agar didapat posisi *photocell* yang sesuai dengan *spec* panjang *tread*.



Gambar 15. Flowchart Sistem Otomatis Alat Setelah Modifikasi

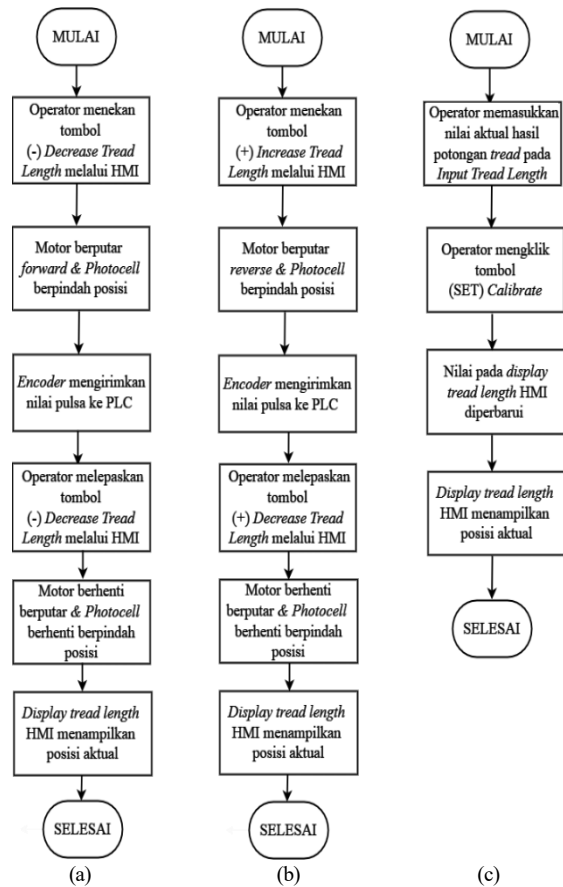
Gambar 15 merupakan *flowchart* kerja *counter length tread* setelah dilakukan modifikasi. Untuk melakukan pengaturan, operator memasukkan nilai panjang *tread* berdasarkan *spec* melalui HMI. Kemudian oleh program pada PLC dilakukan konversi dari panjang *tread* ke dalam bentuk *pulse*. Ketika operator menekan tombol "SET" pada HMI maka akan dilakukan proses membandingkan antara *pulse* dari pembacaan *encoder* dengan *pulse* panjang *tread*. Dari hasil perbandingan, apabila nilai keduanya bernilai sama maka tidak ada perpindahan posisi *photocell*, akan tetapi bila berbeda maka akan masuk ke tahap perbandingan selanjutnya, ketika nilai *pulse* dari pembacaan *encoder* lebih besar dari *pulse* panjang *tread* maka motor akan berputar secara *reverse*. Namun, ketika nilai *pulse* dari pembacaan *encoder* lebih kecil dari *pulse* panjang *tread* maka motor akan berputar secara *forward*.

Putaran motor tersebut digunakan untuk memutar screw yang terhubung dengan *photocell* dan *encoder*, sehingga selama motor berputar akan membuat *photocell* berpindah posisi dan *encoder* akan mengirimkan *pulse* ke PLC. Proses ini akan terus berulang hingga *pulse* dari pembacaan *encoder* sama dengan nilai dari *pulse* panjang *tread*, ketika kondisi ini tercapai maka akan menghentikan putaran motor sekaligus perpindahan posisi

*photocell*. Hal ini menandakan bahwa posisi *photocell* telah sesuai dengan *spec* yang digunakan.

**Flowchart Sistem Manual Alat Setelah Modifikasi**

Sistem manual berfungsi menjalankan alat secara manual untuk memindahkan posisi *photocell* dan melakukan kalibrasi pada pengukuran.

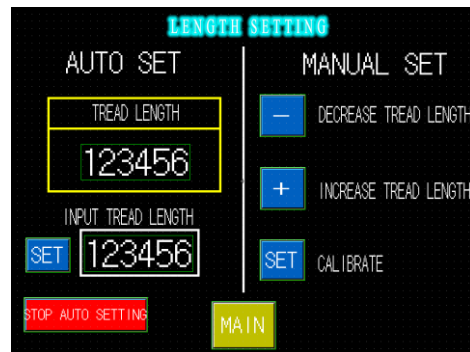


Gambar 16. Flowchart Sistem Manual Alat, (a) Mengurangi Panjang Tread, (b) Menambah Panjang Tread, (c) Kalibrasi Nilai Panjang Aktual Tread

Sistem manual *counter length tread* memiliki beberapa jenis pengaturan yang dapat dilakukan. Pada Gambar 16 (a) merupakan fitur pengaturan manual menjalankan *counter length tread* untuk mengurangi panjang *tread*. Pada Gambar 16 (b) merupakan fitur pengaturan manual menjalankan *counter length tread* untuk menambah panjang *tread*. Pada Gambar 16 (c) merupakan fitur untuk melakukan kalibrasi atau penyesuaian antara hasil pengukuran yang ditampilkan pada HMI dengan hasil aktual panjang potongan *tread*.

**Tampilan Screen HMI Counter Length Tread**

Proses pengaturan *counter length tread* dilakukan melalui HMI, sehingga dilakukan juga modifikasi terhadap program HMI untuk menambah *screen* pengaturan *counter length tread*, tampilan *screen* pengaturan dapat dilihat pada gambar 33.



Gambar 17. Tampilan Menu Pengaturan Counter Length Tread

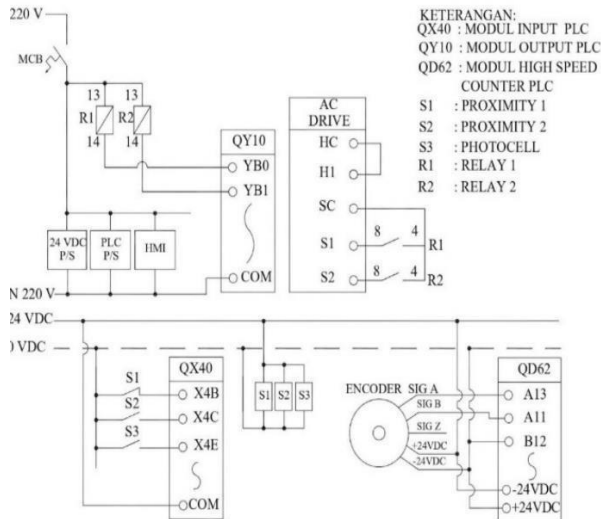
Pada gambar 17 merupakan tampilan *screen* pengaturan yang telah dibuat dimana disediakan beberapa fitur untuk melakukan pengaturan dan pemantauan terhadap *counter length tread*. Adapun keterangan dari gambar 17 dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Keterangan Screen HMI Counter Length Tread

No	Nama Fitur	Fungsi
1	Tread Length	Sebagai <i>display</i> yang memantau panjang aktual <i>tread</i> berdasarkan posisi <i>photocell</i> .  • Berfungsi sebagai fitur <i>input</i> untuk memasukkan panjang <i>tread</i> yang dibutuhkan. Ketika tombol “SET” ditekan, maka secara otomatis <i>counter length tread</i> akan menentukan panjang <i>tread</i> yang dibutuhkan. Proses berjalan dapat dihentikan melalui tombol “STOP SETTING”.
2	Input Tread Length	• Berfungsi untuk memasukkan nilai panjang <i>tread</i> aktual yang akan dikalibrasi. Ketika tombol “SET” Calibrate ditekan, nilai pada <i>display tread length</i> akan diperbarui ke nilai panjang <i>tread</i> aktual yang baru.
3	Decrease Tread Length	Berfungsi untuk mengurangi nilai penentuan panjang <i>tread</i> secara manual.
4	Increase Tread Length	Berfungsi untuk menambah nilai penentuan panjang <i>tread</i> secara manual.
5	Calibrate	Berfungsi untuk menyesuaikan hasil pengukuran otomatis menjadi panjang aktual pada potongan <i>tread</i> .
6	Stop Auto Setting	Berfungsi untuk menonaktifkan putaran motor ketika proses pengaturan <i>photocell</i> mode otomatis

**Wiring Kontrol Counter Length Tread**

Berikut adalah rangkaian kontrol dari *counter length tread*:



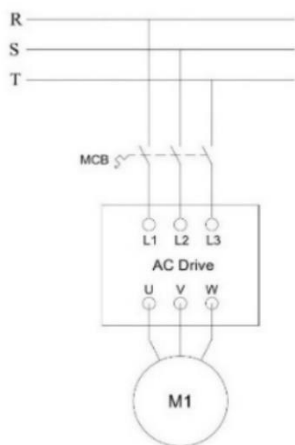
Gambar 18. Wiring Kontrol Counter Length Tread

Gambar 18 merupakan rangkaian / wiring kontrol pada mesin *counter length tread* yang dimana terdapat beberapa komponen input dan output. Pada gambar 22 terdapat modul QD62 yang terhubung dengan *encoder* berfungsi untuk membaca nilai *pulse* guna sebagai acuan pergerakan *photo cell*.

Kemudian pada gambar 22 terdapat *AC Drive* Sumitomo HF5204-3A7 yang berfungsi sebagai penggerak motor 3 phase. *Digital input* (QX40) berfungsi sebagai penerima sinyal, dan *digital output* (QY10) berfungsi sebagai pengendali aktuator.

**Wiring Daya Counter Length Tread**

Berikut adalah rangkaian daya dari *counter length tread*:



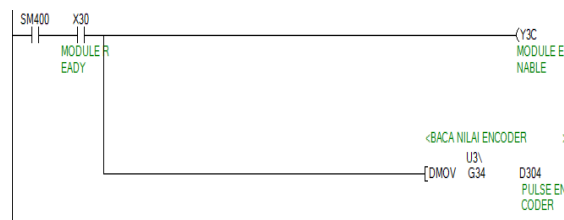
Gambar 19. Wiring Daya Counter Length Tread

Gambar 19 merupakan *wiring* daya listrik 3 fasa pada sistem *counter length tread* yang telah dimodifikasi dari manual menjadi otomatis. Pada gambar 23 terdapat *ac drive* yang berfungsi sebagai driver motor 3 fasa. *Inverter* dikontrol melalui *wiring ac drive* pada *wiring kontrol counter length tread*.

**Program PLC Counter Length Tread**

Modifikasi yang telah dilakukan pada *counter length tread* juga dengan menambahkan program *counter length tread* menggunakan *software GX Works 2* ke dalam PLC Mitsubishi *Q Series*. Program tersebut menggunakan *ladder diagram* sebagai bahasa pemrogramannya. Terdapat beberapa *ladder* yang ada pada program *counter length tread* yang memiliki fungsinya masing-masing.

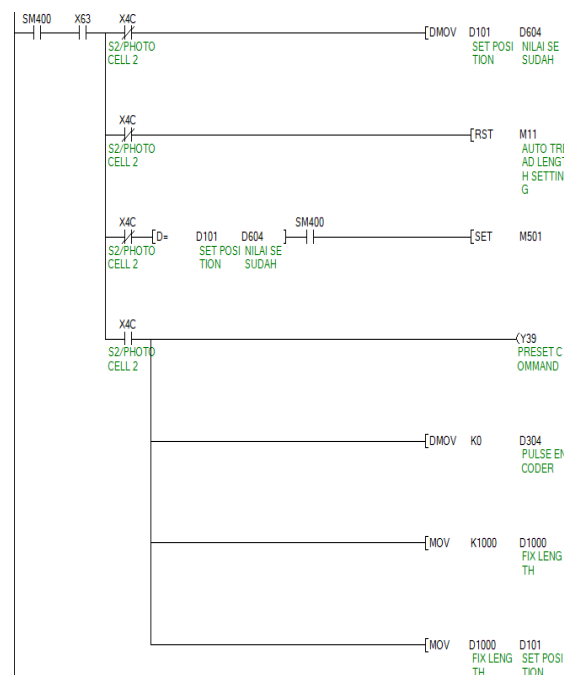
**A. Ladder Diagram QD62 Module Dan Encoder**



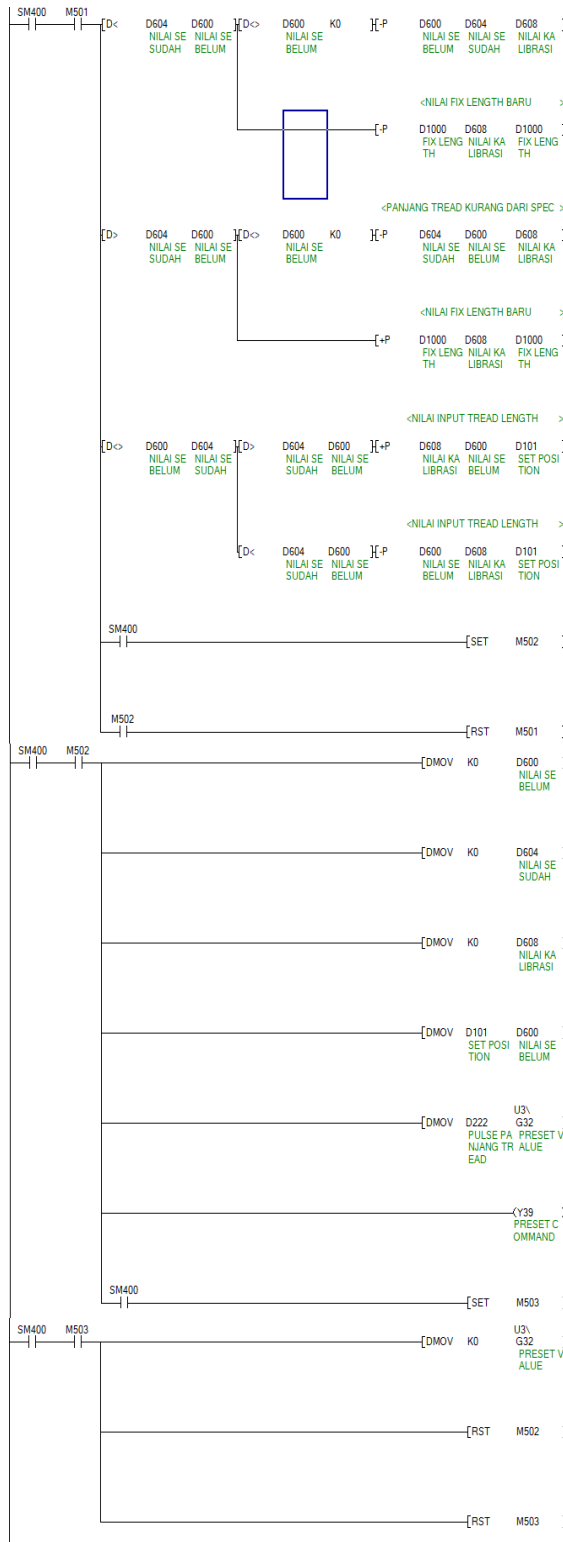
Gambar 20. Ladder Diagram QD62 Module Dan Encoder

Gambar 20 merupakan *ladder diagram* untuk mengaktifkan modul QD62 dan membaca data pulsa dari *encoder*.

**B. Ladder Diagram Kalibrasi Sistem**



Gambar 21. Ladder Diagram Kalibrasi Sistem

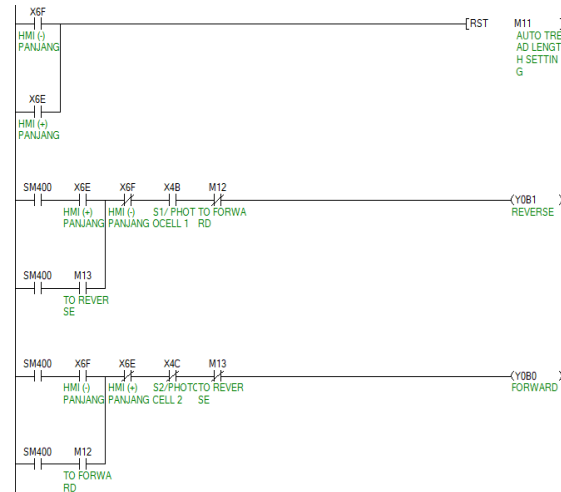


Gambar 22. Lanjutan Ladder Diagram Kalibrasi Sistem

Gambar 21 dan Gambar 22 merupakan *ladder diagram* untuk melakukan kalibrasi atau penyesuaian pengukuran apabila terjadi perbedaan nilai panjang *tread* pada nilai aktual pada HMI dengan panjang aktual hasil potongan *tread*. *Ladder diagram* kalibrasi juga akan memperbarui nilai pembacaan pulsa *encoder* sesuai dengan nilai

panjang aktual dari potongan *tread* yang telah dikalibrasi.

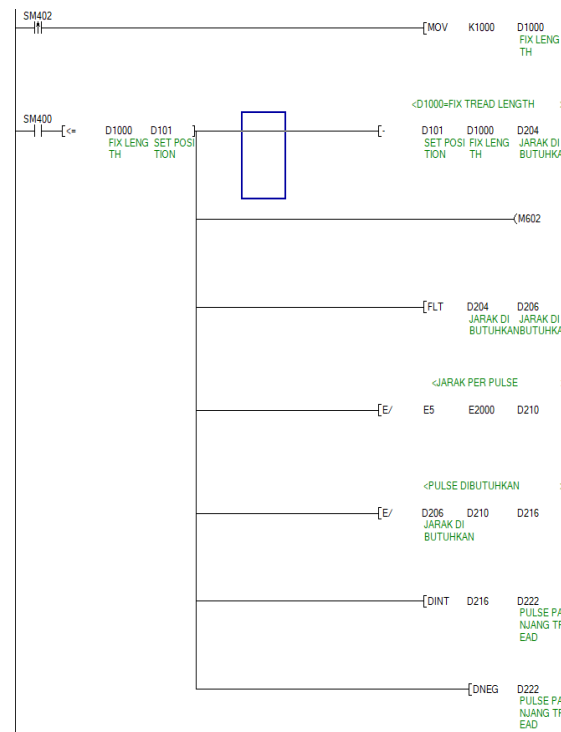
C. Ladder Diagram Motor 3 Fasa dan Inverter



Gambar 23. Ladder Motor 3 Fasa dan AC Drive

Gambar 23 merupakan *ladder diagram* untuk menjalankan motor 3 fasa baik secara manual maupun melalui sistem otomatis

D. Ladder Diagram Konversi Panjang Tread ke Pulsa



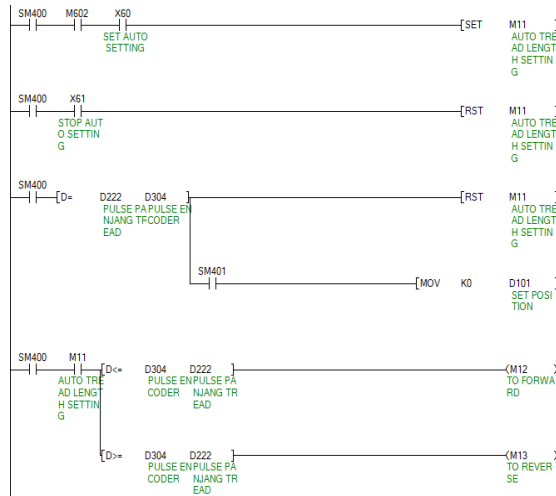
Gambar 24. Ladder diagram Konversi Panjang Tread ke Pulsa

Gambar 24 merupakan *ladder diagram* untuk menentukan jumlah pulsa yang dibutuhkan setelah dimasukkan panjang *tread* sesuai *spec* pada HMI kemudian dikonversi ke dalam bentuk pulsa

melalui Persamaan 1 yang nantinya akan dibandingkan dengan pulsa dari *encoder*.

$$\text{Jarak per pulsa} = \frac{\text{Pitch}}{\text{Pulsa}}$$

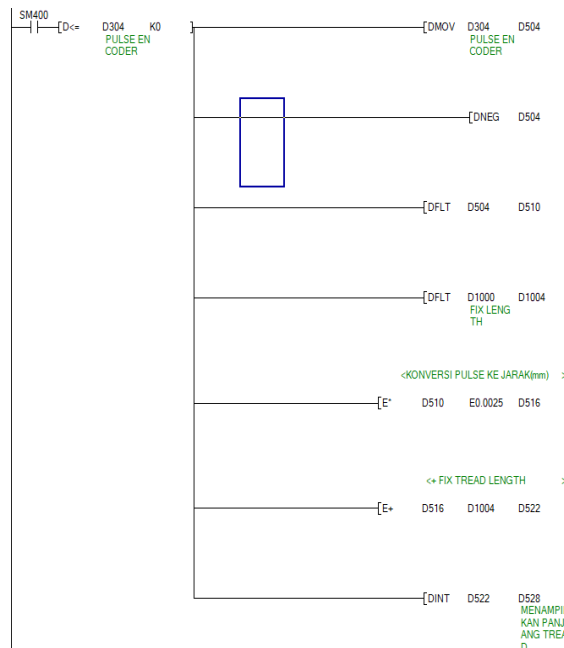
### E. Ladder Diagram Auto Setting Tread Length



Gambar 25 Ladder Auto Setting Tread Length

Pada Gambar 25, merupakan *ladder diagram Auto Setting Tread Length* atau sistem otomatis melalui perbandingan pulsa.

### F. Ladder Diagram Penampil Posisi Aktual Tread



Gambar 26. Ladder Diagram Penampil Posisi Aktual Tread

Gambar 26 merupakan *ladder* untuk menampilkan posisi aktual dari penentuan panjang *tread* yang ditampilkan melalui HMI. Nilai penampilan tersebut akan berubah ketika terdapat perubahan posisi *photocell* yang terjadi ketika

dilakukan *auto setting* ataupun ketika posisi *photocell* dipindahkan secara manual melalui HMI.

### Setting Parameter Inverter Sumitomo HF5204-3A7

*Inverter* digunakan sebagai penggerak motor 3 fasa. Terdapat beberapa parameter yang diatur pada *Inverter* sebelum digunakan untuk menggerakkan motor 3 fasa. Adapun parameter tersebut sebagai berikut:

#### A. b1-01: Frequency Reference

Tabel 5 menerangkan *parameter* b1-01 yang merupakan *parameter* yang digunakan untuk menentukan sumber masukan referensi frekuensi.

Tabel 5. Frequency Reference Parameter

No	Nama	Keterangan
B1-01	Frequency Reference	0: Digital operator

Pada keterangan tabel 5 dapat dilihat bahwa *parameter* b1-01 diatur ke nilai 0 yang bertujuan untuk mengatur sumber masukan referensi dari AC drive bersumber dari *digital operator*.

#### B. b1-02: Run Command

Tabel 6 menerangkan *parameter* b1-02 yang merupakan *parameter* yang digunakan untuk menentukan sumber masukan perintah.

Tabel 6. Run Command Parameter

No	Nama	Keterangan
B1-02	Run Command	1: Digital input terminals

Pada keterangan Tabel 6 dapat dilihat bahwa *parameter* b1-02 diatur ke nilai 1 yang bertujuan untuk mengatur sumber masukan perintah untuk AC drive bersumber dari *digital operator terminals*.

#### C. b1-04: Reverse Operation Selection

Tabel 7 menerangkan *parameter* b1-04 yang merupakan *parameter* yang digunakan untuk menentukan penggunaan putaran *reverse* pada motor 3 fasa.

Tabel 7 Reverse Operation Selection Parameter

No	Nama	Keterangan
b1-04	Reverse Operation Selection	0: Reverse Enabled

Pada keterangan Tabel 7 dapat dilihat bahwa *parameter* b1-04 diatur ke nilai 0 yang bertujuan untuk mengijinkannya putaran *reverse* pada motor 3 fasa.

#### D. c1-01: Acceleration Time

Tabel 8 menerangkan *parameter* c1-04 yang merupakan *parameter* yang digunakan untuk menentukan waktu akselerasi motor 3 fasa dari kondisi diam hingga mencapai kecepatan maksimal.

Tabel 8. Acceleration Time Parameter

No	Nama	Keterangan
c1-01	Acceleration Time	0.1s

Pada keterangan Tabel 8 dapat dilihat bahwa *parameter* c1-01 diatur ke nilai 0.1s, sehingga motor 3 fasa akan bergerak dari kondisi diam hingga mencapai kecepatan maksimal dalam waktu 0,1 detik.

E. c1-02: *Deceleration Time*

Tabel 9 menerangkan *parameter* c1-02 yang merupakan *parameter* yang digunakan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan motor 3 fasa untuk melakukan deselerasi kecepatan dari kondisi bergerak hingga berhenti.

Tabel 9. *Deceleration Time Parameter*

No	Nama	Keterangan
c1-02	<i>Deceleration Time</i>	0.1s

Pada keterangan Tabel 9 dapat dilihat bahwa *parameter* c1-01 diatur ke nilai 0.1s, sehingga motor 3 fasa akan berhenti dari kondisi bergerak hingga mencapai kondisi diam dalam waktu 0,1 detik.

F. d1-01: *Frequency References*

Tabel 10 menerangkan *parameter* d1-01 yang merupakan *parameter* yang digunakan untuk menentukan frekuensi yang digunakan AC *drive* ketika menjalankan motor 3 fasa.

Tabel 10. *Frequency References Parameter*

No	Nama	Keterangan
d1-01	<i>Frequency References</i>	50.00Hz

Pada keterangan Tabel 10 dapat dilihat bahwa *parameter* d1-01 diatur ke nilai 50.00Hz. Nilai ini merupakan frekuensi yang digunakan AC *drive* ketika menjalankan motor 3 fasa.

G. E1-01: *Input Voltage Setting*

Tabel 11 menerangkan *parameter* E1-01 yang merupakan *parameter* yang digunakan untuk menentukan nilai tegangan dari *power supply* yang digunakan menjalankan motor 3 fasa.

Tabel 11. *Input Voltage Parameter*

No	Nama	Keterangan
E1-01	<i>Input Voltage Setting</i>	220 V

Pada keterangan Tabel 11 dapat dilihat bahwa *parameter* E1-01 diatur ke nilai 220V. Nilai ini merupakan nilai tegangan yang akan digunakan motor 3 fasa.

H. E1-04: *Maximum Output Frequency*

Tabel 12 menerangkan *parameter* E1-01 yang merupakan *parameter* yang digunakan untuk menentukan nilai frekuensi maksimal dari motor 3 fasa berdasarkan pada *nameplate* motor.

Tabel 12. *Maximum Output Frequency*

No	Nama	Keterangan
E1-04	<i>Maximum Output Frequency</i>	50 Hz

Pada keterangan Tabel 12 dapat dilihat bahwa *parameter* E1-04 diatur ke nilai 50 Hz. Nilai ini merupakan nilai frekuensi maksimal dari motor 3 fasa.

I. E1-05: *Maximum Output Voltage*

Tabel 13 menerangkan *parameter* E1-05 yang merupakan *parameter* yang digunakan untuk menentukan nilai tegangan keluaran maksimal dari motor 3 fasa berdasarkan pada *nameplate* motor.

Tabel 13. *Maximum Output Voltage*

No	Nama	Keterangan
E1-05	<i>Maximum Output Voltage</i>	400 V

Pada keterangan Tabel 13 dapat dilihat bahwa *parameter* E1-05 diatur ke nilai 400 V. Nilai ini merupakan nilai tegangan keluaran maksimal dari motor 3 fasa.

J. E2-01: *Motor Rated Current*

Tabel 14 menerangkan *parameter* E2-01 yang merupakan *parameter* yang digunakan untuk menentukan nilai arus dari motor 3 fasa berdasarkan pada *nameplate* motor.

Tabel 14. *Motor Rated Current Parameter*

No	Nama	Keterangan
E2-01	<i>Motor Rated Current</i>	2.1 A

Pada keterangan Tabel 14 dapat dilihat bahwa *parameter* d1-01 diatur ke nilai 2.1 A. Nilai ini merupakan nilai arus yang akan digunakan motor 3 fasa.

K. E2-04: *Number of Motor Poles*

Tabel 15 menerangkan *parameter* E2-01 yang merupakan *parameter* yang digunakan untuk menentukan jumlah *poles* yang dimiliki motor 3 fasa berdasarkan pada *nameplate* motor.

Tabel 15. *Motor Rated Current Parameter*

No	Nama	Keterangan
E2-04	<i>Number of Motor Poles</i>	4

Pada keterangan Tabel 15 dapat dilihat bahwa *parameter* d1-01 diatur ke nilai 4. Nilai ini merupakan jumlah *poles* yang dimiliki motor 3 fasa.

L. E2-11: *Motor Rated Output*

Tabel 16 menerangkan *parameter* E2-11 yang merupakan *parameter* yang digunakan untuk menentukan nilai keluaran atau daya dari motor 3 fasa berdasarkan pada *nameplate* motor.

Tabel 16 *Motor Rated Current Parameter*

No	Nama	Keterangan
E2-01	<i>Motor Rated Current</i>	0.4 kW

Pada keterangan Tabel 16 dapat dilihat bahwa *parameter* d1-01 diatur ke nilai 0.4 kW. Nilai ini merupakan nilai daya yang akan digunakan motor 3 fasa.

**Uji Verifikasi Sistem Kontrol Counter Length Tread**

Pengujian alat dilakukan untuk memastikan bahwa sistem *counter length tread* dapat beroperasi sesuai dengan fungsi kerja yang dibutuhkan. Adapun data uji verifikasi alat dilihat pada tabel 17.

Tabel 17. Data Uji Verifikasi Sistem Kontrol Counter Length Tread

Uji	Keterangan	Hasil
HMI	A. Operator dapat memasukkan nilai <i>spec</i> panjang <i>tread</i> melalui menu "INPUT TREAD LENGTH" pada mode <i>auto set</i> .	Sesuai
	B. Operator dapat menekan tombol "SET" pada mode <i>auto set</i> untuk mengirimkan instruksi menjalankan pengaturan <i>tread length</i> otomatis ke PLC.	Sesuai
	C. Operator dapat menekan tombol "(-)" pada mode manual <i>set</i> untuk mengirimkan instruksi <i>decrease tread length</i> ke PLC.	Sesuai
	D. Operator dapat menekan tombol "(+)" pada mode manual <i>set</i> untuk mengirimkan instruksi <i>decrease tread length</i> ke PLC.	Sesuai
	E. Operator dapat menekan tombol "SET" pada mode manual <i>set</i> untuk menentukan titik paling awal posisi <i>photocell</i> .	Sesuai
	F. <i>Display</i> "TREAD LENGTH" dapat menampilkan perubahan nilai posisi aktual pengukuran panjang <i>tread</i> baik selama proses pengukuran maupun hasil akhir ketika proses pengukuran berakhir.	Sesuai
PLC	A. Membaca data <i>spec</i> panjang <i>tread</i> dari HMI.	Sesuai
	B. Mengkalkulasi nilai <i>spec</i> ke dalam satuan jumlah pulsa.	Sesuai
	C. Memberikan instruksi untuk mengaktifkan <i>relay</i> .	Sesuai
	D. Mengkalkulasi nilai hasil posisi aktual penentuan panjang <i>tread</i> berdasarkan pulsa <i>encoder</i> , kemudian mengirim ke menu "TREAD LENGTH" pada <i>screen</i> HMI.	Sesuai
Relay	<i>Relay</i> aktif ketika mendapat instruksi <i>output</i> dari PLC dan dapat mengalirkan tegangan untuk memberi masukan ke <i>inverter</i> .	Sesuai
Inverter	A. Menjalankan motor secara <i>forward</i> ketika pin S1 mendapat tegangan dari pin SC	Sesuai
	B. Menjalankan motor secara <i>reverse</i> ketika pin S2 mendapat tegangan dari pin SC	
Motor 3 Fasa	A. Berjalan secara <i>forward</i> berdasarkan instruksi dari <i>inverter</i> .	Sesuai
	B. Berjalan secara <i>reverse</i> berdasarkan instruksi dari <i>inverter</i> .	
Encoder	Menghasilkan pulsa ketika <i>encoder</i> aktif dan porosnya diputar.	Sesuai
Sensor Photocell	Aktif ketika mendeteksi adanya keberadaan <i>tread</i> .	Sesuai
Sensor Proximity	Aktif ketika mendeteksi adanya kedudukan <i>photocell</i> .	Sesuai

### Uji Tingkat Keakuratan Letak Posisi Photocell

*Counter length tread* memindahkan posisi *photocell* ke titik dimana *tread* akan dihentikan. Setelah alat dapat beroperasi sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan, dilakukan uji keakuratan pada hasil penentuan letak *photocell* yang dihasilkan oleh *counter length tread* melalui mode otomatis.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keakuratan antara *spec* panjang *tread* yang telah dimasukkan pada fitur *input tread length* di HMI dengan panjang aktual hasil pengukuran *counter length tread* yang diketahui melalui letak dari posisi *photocell*. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur jarak tempuh dari perpindahan *photocell* dimulai dari titik mulai *photocell* berpindah hingga titik akhir dimana *photocell* berhenti setelah melakukan perpindahan. Hasil pengukuran jarak yang didapat kemudian dibandingkan dengan *spec* yang telah dimasukkan sehingga dapat diketahui tingkat keakuratan dari penentuan letak dari posisi *photocell*.

Tabel 18. Data Uji Keakuratan Letak Posisi Photocell

No	Spec Panjang Tread (mm)	Titik mulai <i>photocell</i> (mm)	Titik berhenti <i>photocell</i> (mm)	Jarak yang dibutuhkan (mm)	Jarak aktual pindah yang didapat (mm)	Selisih (Toleransi +/- 7 mm)	Error (%)
1	1150	1000	1151	150	151	1	0,67
2	1300	1151	1301	149	150	1	0,67
3	1450	1301	1451	149	150	1	0,67
4	1200	1450	1199	-250	-251	-1	0,4
5	1000	1199	1000	-199	-199	0	0
6	1213	1000	1214	213	214	1	0,47
Rata-rata selisih							0,48
Rata-rata tingkat keakuratan							99,5

Pada hasil pengujian pada Tabel 18, *spec* panjang *tread* merupakan nilai panjang *tread* yang menjadi target pengukuran *counter length tread*, titik mulai *photocell* merupakan titik dimana *photocell* diam sebelum dilakukan pengaturan, dan titik berhenti merupakan titik dimana *photocell* berhenti setelah dilakukan pengaturan dan mencapai nilai target *spec*. Berdasarkan data tersebut, dari enam kali percobaan didapat rata-rata *error* dalam penentuan posisi *photocell* yaitu sebesar 0,48 % dan rata-rata keakuratan *counter length tread* dalam memindahkan *photocell* ke posisi yang dibutuhkan yaitu sebesar 99,5%.

### Uji Kesesuaian Hasil Potongan Tread Dengan Nilai Spec Pada HMI

Letak posisi *photocell* pada *counter length tread* menentukan panjang potongan dari *tread* yang akan dipotong. *Tread* akan berhenti ketika terdeteksi

oleh *photocell*. Pada tahap ini dilakukan pengujian untuk mengetahui kesesuaian dari *spec* panjang pada HMI yang digunakan dalam pengaturan *counter length tread* dengan panjang aktual dari hasil potongan *tread*. Adapun data pengujian terdapat pada Tabel 19.

Tabel 19 Data Uji Kesesuaian Hasil Potongan *Tread* Dengan Nilai *Spec* Pada HMI

Potongan <i>Tread</i> Ke-	Nilai Panjang <i>Tread</i> Pada HMI (mm)	Panjang Aktual Potongan <i>Tread</i> (mm)	Selisih (mm)	Hasil (Toleransi +/- 7mm)
1	1213	1218	5	Sesuai
2	1213	1220	7	Sesuai
3	1213	1213	6	Sesuai
4	1213	1218	5	Sesuai
5	1213	1217	4	Sesuai
6	1213	1219	6	Sesuai
Rata – rata selisih			5,5	Sesuai

Pada Tabel 19, nilai panjang *tread* yang digunakan pada *counter length tread* adalah 1213 mm. Diambil 6 sampel dari potongan *tread* setelah dipotong oleh *cutter tread*, kemudian dari tiap hasil potongan *tread* masing-masing diukur. Hasil dari pengukuran dimasukkan ke tabel pada kolom panjang aktual potongan *tread*. Berdasarkan data tersebut, nilai panjang *tread* yang ditampilkan pada HMI yang didapat dari perhitungan pada sistem *counter length tread* memiliki selisih nilai dengan nilai aktual yang ada pada *tread* setelah diukur manual. Pada panjang aktual dari 6 potongan *tread* memiliki rata-rata kelebihan sebesar 5,5 mm. Hal ini terjadi akibat masih adanya sisa putaran pada *conveyor tread* setelah motor *conveyor tread* berhenti. Sehingga ketika *photocell* mendeteksi adanya *tread*, *tread* tidak berhenti seketika tepat dibawah *photocell*. Namun dengan adanya toleransi yang diberikan terhadap panjang *tread* pada *spec* sebesar +7 mm, sehingga kelebihan yang ada pada panjang aktual *tread* masih masuk ke kategori sesuai.

Perbedaan panjang yang terjadi pada HMI dengan panjang aktual *tread* perlu dilakukan kalibrasi melalui fitur kalibrasi pada HMI agar nilai antara keduanya sama. Proses kalibrasi dilakukan dengan cara memasukkan nilai panjang aktual *tread* ke dalam fitur *input tread length* kemudian menekan *SET calibrate* pada HMI. Ketika fitur kalibrasi diaktifkan, nilai yang ada pada *input tread length* dan *display tread length* HMI secara otomatis akan diperbarui ke nilai aktual panjang *tread*,

sehingga nilai panjang *tread* yang ditampilkan pada HMI akan sesuai dengan panjang *tread* sebenarnya. Setelah nilai keduanya bernilai sama maka perlu dilakukan pengaturan kembali dengan cara memasukkan *spec* awal kemudian menjalankan mode *auto* agar posisi *photocell* dipindahkan ke posisi yang sesuai dengan *spec*.

#### Perbandingan Frekuensi Percobaan Pengaturan *Counter Length Tread*

Setelah modifikasi, dilakukan percobaan untuk mengetahui jumlah percobaan pengaturan dan jumlah *tread* NG yang dihasilkan hingga mendapat panjang aktual pada hasil potongan *tread* yang sesuai dengan *spec*, kemudian dibandingkan dengan data percobaan pengaturan pada *counter length tread* sebelum modifikasi. Perbandingan tersebut bertujuan untuk mengetahui perbedaan dari frekuensi percobaan yang dilakukan untuk mencapai panjang. Adapun data perbandingan frekuensi percobaan antara sebelum modifikasi dan sesudah modifikasi dapat dilihat pada tabel 20.

Tabel 20. Data Perbandingan Percobaan Pengaturan Sesudah Modifikasi

Pengaturan	Frekuensi Percobaan Ketika Pengaturan (Kali)		<i>Tread</i> NG (Buah)		Persentase	
	Before	After	Before	After	Before	After
1	4	2	3	1	75%	25%
2	5	1	4	0	80%	0%
3	3	1	2	0	66,7%	0%
4	3	1	2	0	66,7%	0%
5	5	1	4	0	80%	0%
6	4	1	3	0	75%	0%
<b>Total</b>	24	7	18	1	75%	14,3%

Pada tabel 20, pada *counter length tread* sebelum modifikasi, dari total 6 kali pengaturan panjang *tread*, didapat 24 kali percobaan yang menghasilkan sebanyak 18 buah *tread* NG dengan persentase dihasilkannya *tread* NG sebesar 75%. Sedangkan pada *counter length tread* sesudah modifikasi, dari total 6 kali pengaturan panjang *tread*, didapat 7 kali percobaan yang menghasilkan sebanyak 1 buah *tread* NG dengan persentase dihasilkannya *tread* NG sebesar 14,28%. Berdasarkan data tersebut didapat penurunan timbulnya *tread* NG pada saat pengaturan panjang *tread* sebesar 60,72%.

#### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat berdasarkan penelitian ini adalah modifikasi sistem *counter length tread*

dilakukan dengan memodifikasi sistem, dari sistem manual menjadi otomatis menggunakan motor 3 fasa, *inverter*, dan *encoder* berbasis sistem pemrograman PLC yang dibangun menggunakan aplikasi GX Works2 dan melakukan pembuatan *screen* HMI untuk mengoperasikan *counter length tread* dengan menggunakan aplikasi GT Designer 3.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Dafa, D. Rezaputra, M. Ridwan, And A. Cahyono, "Mitsubishi Type-Q Plc Based Press Roll Automatic Control System On Building Tire Machine," 2021.
- [2] H. Fernando Sitorus And R. Harahap, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Smarthome Berbasis Plc," 2023.
- [3] K. Agung Syahputra And F. R. A Bukit, "Perancangan Hmi (Human Machine Interface) Sebagai Pengontrol Dan Pendeteksi Dini Kerusakan Kapasitor Bank Berbasis Plc," 2022.
- [4] A. Lailiah, G. Heryana, And I. Suriaman, "Analisa Keakurasian Mesin Cnc (Computer Numerical Control) Laser Cutting Co2 Pada Persumbuan X Dan Y," *Journal Of Applied Mechanical Technology*, Vol. 2, No. 2, Pp. 34–40, Nov. 2023, Doi: 10.31884/Jamet.V2i2.45.
- [5] A. Prasetia, T. Hariyanto, A. Huda, L. Sartika, And Fitriani, "Monitoring Dan Kendali Kecepatan Motor Universal Menggunakan Human Machine Interface (Hmi)," *Elektrika Borneo (Jeb)*, Vol. 9, Apr. 2023.
- [6] T. U. Syamsuri, H. Mukti, And R. Duanaputri, "Analisis Penggunaan Variable Speed Drive (Vsd) Pada Motor Kompresor," *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, Vol. 8, No. 3, 2021.
- [7] M. Nasrudin, *Buku Ajar Sistem Kontrol Dan Kelistrikan Mesin*. Penerbit Nem, 2021.