

# Modifikasi *Cutter Carrier* Menggunakan Motor Servo dengan Kendali PLC untuk Menurunkan *Cycle Time* Mesin *Bias Cutter*

Eka Samsul Ma'arif<sup>1</sup>, M. Afif Assidiq<sup>2</sup>, dan Husnibes Muchtar<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Jakarta, <sup>2</sup> Mekatronika, Politeknik Astra

Coprespondent Author : [eka.samsul@umj.ac.id](mailto:eka.samsul@umj.ac.id)

**Abstract** — PT. SRI is a motorcycle tire manufacturer whose production process machine is a *Bias Cutter*. This machine serves to cut the tire cord transversely to a certain size using a cutting system with a conveyor belt drive called a *cutter carrier*. The machine has problems with bumps and over cutting caused by the acceleration and brake functions of the *cutter driving motor* not working properly. This problem makes it difficult to reduce machine cycle time to increase daily productivity. Modifications are made by replacing the motor that previously used a single-phase induction motor into a servo motor as a *cutter carrier driver* and adding a PLC as a pulse generator which has a special role in adjusting the position, speed, and braking of the servo motor. This modification contributes to reducing the cycle time of the cutting process from 3.8 seconds to 3.0 seconds and increasing the production capability of tire cord from 20,432 pcs/day to 24,899 pcs/day. **Keyword** — Cycle Time, Linear position, Servo Motor, PLC.

**ABSTRAK** — PT. SRI adalah perusahaan pembuat ban sepeda motor yang salah satu mesin proses produksinya adalah *Bias Cutter*. Mesin ini berfungsi untuk memotong kain ban secara melintang dengan ukuran tertentu menggunakan sistem pemotong dengan penggerak *conveyor belt* yang disebut *cutter carrier*. Mesin memiliki masalah dengan adanya hentakan dan *over cutting* yang disebabkan fungsi akselerasi dan rem pada motor penggerak *cutter* tidak bekerja dengan baik. Masalah ini menyulitkan penurunan *cycle time* mesin guna meningkatkan produktifitas harian. Modifikasi dilakukan dengan mengganti motor yang sebelumnya menggunakan motor induksi 1 fasa menjadi motor servo sebagai penggerak *cutter carrier* dan penambahan PLC sebagai *pulse generator* yang berperan khusus melakukan pengaturan posisi, kecepatan, dan pengereman motor servo. Modifikasi ini berkontribusi dalam menurunkan *cycle time* proses cutting dari 3.8 detik menjadi 3.0 detik dan meningkatkan kemampuan produksi kain ban dari 20.432 *pcs/day* menjadi 24.899 *pcs/day*.

**Kata kunci** — Cycle Time, Motor Servo, Pengaturan Posisi, PLC

## I. PENDAHULUAN

PT. SRI adalah suatu perusahaan yang bergerak di bidang industri otomotif, khususnya dalam pembuatan ban dalam dan ban luar untuk sepeda motor. Dalam proses pembuatan ban luar ada beberapa proses, yaitu: *Mixing*, *SA (Special Article)*, *Building*, *Curing*. Di area SA ada beberapa proses, yaitu : *Callendering*, *Bias Cutting*, *Bead Wire*. *Callendering* adalah proses penggabungan *compound* dan *nylon* yang menghasilkan produk yang dinamakan *topping cord* yang merupakan bahan dasar untuk *bias cutting*. *Bias Cutting* adalah proses pemotongan material *topping cord* menjadi *ply cord* dengan size tertentu antara lain untuk ban belakang dan untuk ban depan dengan ukuran 14". Pada proses pemotongan *topping cord*, mesing *bias cutter*

memiliki *cycle time* 3,8 detik. Angka ini harus diturunkan untuk memenuhi target kenaikan produksi *ply cord* sebesar 20%. Namun Target tersebut sulit dicapai karena motor pemutar *cutter skiver* yang berperan menggerakkan *cutter carrier* maju mundur pada mesin *bias cutter* masih menggunakan motor induksi, dimana kecepatan motor induksi tidak dapat dikontrol oleh PLC yang saat ini ada di mesin tersebut. Pengereman motor juga tidak bekerja dengan baik sehingga proses potong sering melampaui batas dan *cutter* menabrak *stopper* pembatas. Sehingga perlu adanya modifikasi pada sistem penggerak motor *cutter skiver* agar dapat diatur posisi dan kecepatan pergerakan secara tepat. Batasan penggerak dan sistem kendali harus memenuhi standar industri karena akan dioperasikan pada lini produksi.

Penelitian tentang pengatur posisi dan kecepatan telah banyak dilakukan dengan menggunakan motor servo sebagai pengaturan posisi. Lin Prasetyani (2021) membuat rancangan mesin penempatan piston dengan menggunakan 2 buah servo sebagai aksis X dan Y yang dikendalikan oleh keluaran pulsa dari PLC. Rancangan ini mampu memberikan proyeksi efisiensi proses sebesar 2,5% [1]. Proses potong pada *bias cutter* memerlukan pemosisian motor kembali ke *home* dengan tepat. Hal ini dapat dipenuhi oleh motor servo. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Riski Indra Kafila (2020) tentang sistem auto homing motor servo dengan kendali PLC. PLC yang digunakan adalah Omron CPH dengan keluaran pulsa hingga 100 kHz. Hasil pengujian membuktikan motor servo dapat kembali keposisi *home* saat perintah diberikan [2]. Penerapan PLC telah jamak digunakan sebagai kendali pada proses produksi ataupun simulasi, dengan hasil yang menunjukkan keakuratan dan kehandalan yang tinggi. Seperti penerapan pada mesin sortir benda untuk membedakan ukuran [3], atau proses otomatisasi menggunakan pneumatik[4].

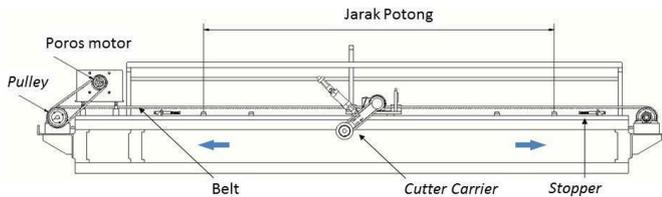
Oleh karena itu, proses modifikasi sistem penggerak dipilih dengan menggunakan motor servo dengan penambahan PLC yang berfungsi hanya untuk mengendalikan putaran motor servo.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Analisa Masalah

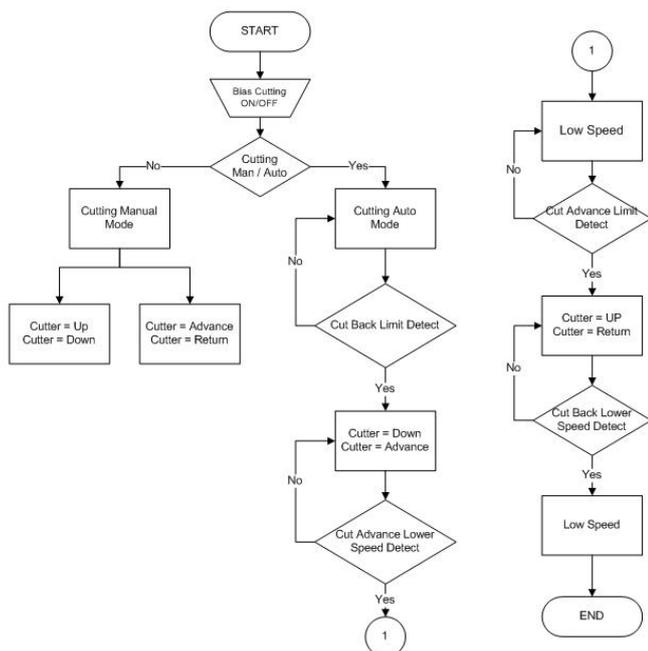
*Bias Cutter* merupakan mesin pemotong yang digunakan untuk memotong *nylon cord* menjadi lembaran lembaran

yang dinamakan *Ply cord* dengan lebar sesuai dengan spesifikasi standar perusahaan. *Ply cord* yang telah dipotong dengan lebar dan sudut tertentu disambung ujungnya dengan ujung *ply cord* berikutnya menjadi lembaran, kemudian digulung dengan *liner*. Gambar berikut adalah sistem *cutter skiver* dengan bagian tengah adalah *cutter carrier*.



Gambar 1. *Cutter skiver* pembawa *cutter carrier* dengan penggerak motor AC.

Cara pemotongan adalah dengan menggunakan pisau cakram berputar yang disebut *cutter carrier*. *Cutter carrier* digerakkan maju mundur untuk memotong *ply cord* dengan bantuan sistem belt, dimana belt tersebut digerakkan oleh motor AC 1 fasa. Berikut ini adalah flowchart proses potong sebelum modifikasi.



Gambar 2. Diagram alir proses pemotongan sebelum modifikasi.

Saat cutter berjalan maju (advance), *cutter carrier* akan dideteksi oleh sensor Cut Advance Limit untuk melakukan pengereman motor AC hingga berhenti di Cut Advance Limit, lalu kembali ke titik asal dengan gerakan Return dan berhenti di posisi *home*. Masalah yang muncul adalah pengereman untuk mendapatkan *low speed* tidak bekerja dengan baik dan *cutter carrier* menabrak *stopper*. Kelebihan gerakan tersebut menyebabkan pemborosan waktu, terlebih lagi setelah terakumulasi dalam 1 hari proses produksi.

Tabel 1 adalah produktifitas mesin sebelum adanya modifikasi.

TABEL 1  
PRODUKTIFITAS MESIN SEBELUM MODIFIKASI

Size	C/T Cutting	Cutt/Min	Set Roll/Jam	Set Roll / Day (21h)	Pcs tire/Day	Target
	(A)	B=60 /A	(Set Roll)	(Set Roll)	(Pcs/day)	(pcs/day)
	(Sec)	(Cutt)				
<b>B M-071</b>	3,8	15,8	26	475	20.423	23.000

*Cycle time* mesin sebelum modifikasi adalah 3,8 detik sehingga menghasikan kapasitas produksi 20.423 pcs per hari, dimana kapasitas produksi tersebut masih di bawah target 23.000 per hari. Proses *cutting* bergantung sepenuhnya pada kecepatan gerak *cutter carrier*, fokus modifikasi adalah penggantian sistem motor dengan jenis yang dapat bergerak dengan posisi lebih tepat dan kecepatan yang lebih tinggi [5].

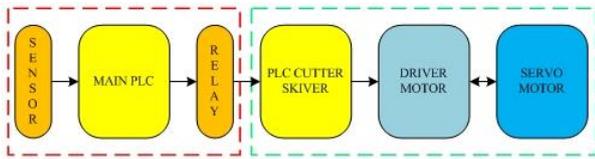
**B. Langkah Modifikasi**

Pengembangan modifikasi memiliki tantangan untuk dapat mencapai target penurunan *cycle time* dengan tanpa melakukan perubahan proses kerja mesin dan program PLC yang saat ini ada (*Main PLC*) dan seminimal mungkin perubahan instalasi pengkabelan sebatas pada sistem *cutter carrier*. Motor servo dipilih sebagai motor pengganti karena memiliki semua kriteria yang diperlukan pada pergerakan *cutter carrier*, yaitu ketepatan dalam pengaturan posisi dan kecepatan gerak yang tinggi.

Berikut ini adalah konsep modifikasi penggerak *cutter skiver* :

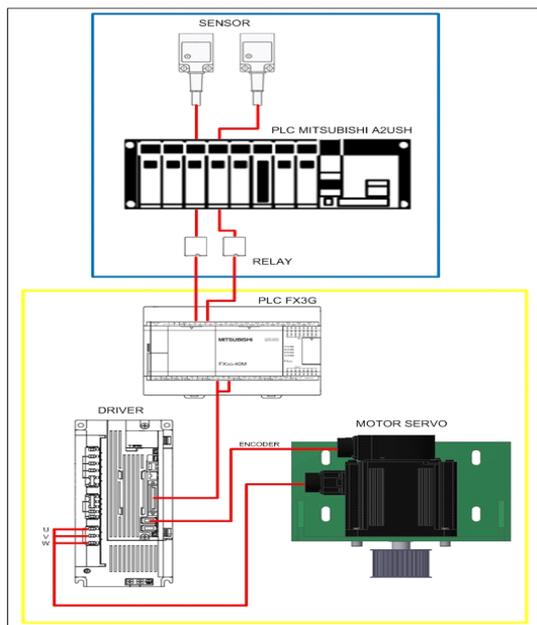
1. Motor yang digunakan sebagai penggerak *cutter carrier* adalah motor servo dengan internal encoder yang dapat bergerak secara otomatis melakukan gerakan *cutting* dengan presisi dan kecepatan yang mudah diatur.
2. Tegangan kerja motor yang dipilih harus sesuai dengan spesifikasi *Main PLC*.
3. Pergerakan proses *cutting* dapat dilakukan secara manual dengan menggunakan Panel kontrol dan atau secara otomatis yang dikontrol dengan menggunakan *Main PLC*.
4. Sistem kontrol pergerakan proses *cutting* menggunakan sensor – sensor yang saat ini terpasang.
5. Penambahan kendali baru harus memiliki tegangan kerja dan prinsip kemampuan integrasi dengan sistem yang telah ada.

Gambar 3 adalah skema diagram penambahan *New PLC*, yaitu PLC untuk mengatur motor servo.



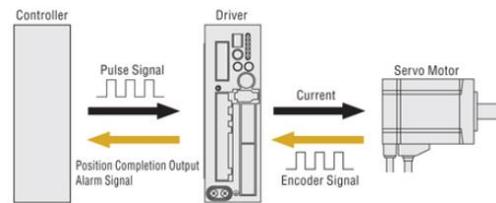
Gambar 3. Skema penambahan *New PLC* untuk penggerak motor servo cutter skiver.

Motor servo harus dikendalikan secara terpisah dengan PLC lain (*New PLC*) agar tidak memerlukan perubahan program di *Main PLC*. *Main PLC* berfungsi memberikan perintah pada *New PLC* untuk memulai pergerakan motor servo. Setelah motor servo selesai melakukan pergerakan dan kembali ke posisi *home*, maka akan terdeteksi oleh sensor batas belakang memberikan signal pada *Main PLC* untuk meneruskan proses berikutnya. Gambar 3 adalah skema penyambungan keluaran *Main PLC* pada *New PLC* dengan bantuan relay.



Gambar 4. Skema penambahan *New PLC* untuk penggerak motor servo cutter skiver.

Pada Gambar 3, kotak biru adalah panel utama pada *Main PLC*, yaitu PLC Mitsubishi A2USH, dengan penambahan 2 buah relay. PLC ini memberikan perintah pergerakan *advance* (maju) dan *return* (mundur) sesuai dengan urutan proses kerja dan pembacaan sensor yang saat telah terpasang. Kotak kuning adalah panel tambahan yang berisi *New PLC*, yaitu PLC Mitsubishi FX3G dengan output pulsa. Output pulsa ini dapat digunakan sebagai pengendali jumlah putaran dan kecepatan putaran motor servo maupun motor stepper [7]. Output pulsa disambungkan pada *driver* pengendali motor servo. Skema pengendalian posisi dan kecepatan motor servo ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

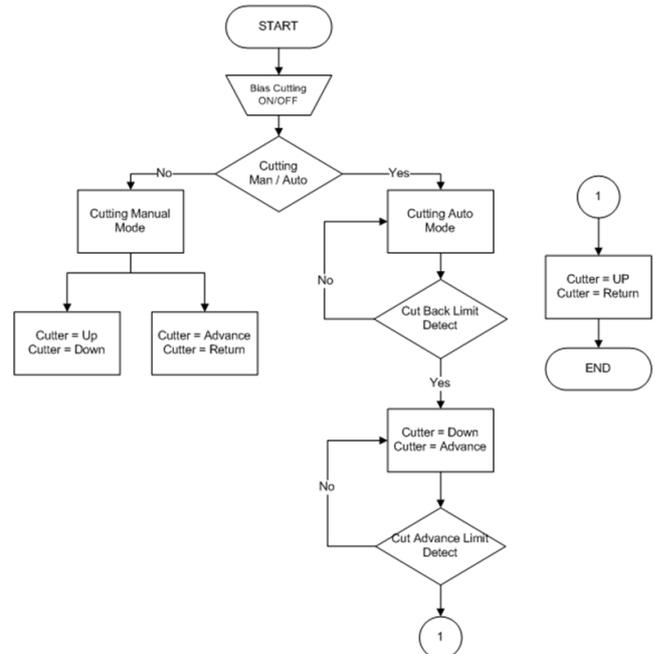


Gambar 5. Skema pengendalian posisi dan kecepatan pada motor servo

Motor servo dikendalikan oleh driver dengan referensi sudut dan kecepatan berupa pulsa yang diberikan oleh controller, dalam hal ini adalah PLC. Kecepatan dan posisi berhenti dikontrol sesuai dengan jumlah pulsa yang diberikan [6].

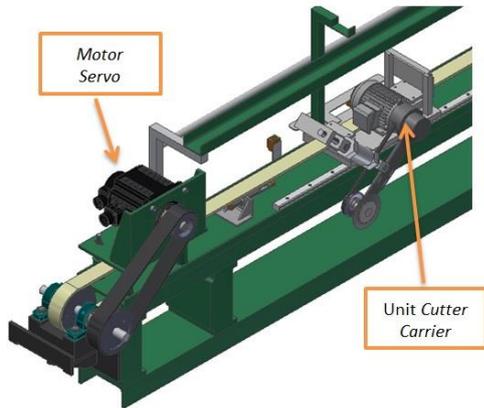
Motor servo berputar dalam proporsi jumlah pulsa yang ditangkap oleh encoder, ketika jumlah pulsa telah mencukupi sesuai referensi PLC, maka motor akan diberhentikan. Pada kendali kecepatan, kecepatan referensi akan dibandingkan dengan kecepatan feedback yang didapat dari kalkulasi perubahan encoder terhadap waktu. Outputnya akan berupa referensi arus untuk dibandingkan dengan feedback arus yang kemudian mengendalikan driver untuk menggerakkan motor. Adanya feedback arus akan mengantisipasi jika beban pada motor bertambah sehingga motor melakukan percepatan. Proses percepatan dan perlambatan motor dapat diatur pada pulsa yang diberikan untuk menghindari *over step*. Sehingga motor servo dapat melakukan mengatur posisi dengan tepat dan berkecepatan tinggi.

Dengan adanya penambahan sistem penggerak menggunakan motor servo, maka diagram alir kerja setelah modifikasi adalah sebagai berikut:



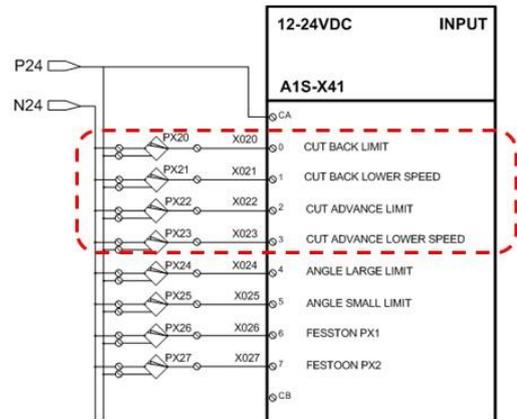
Gambar 6. Diagram alir proses pemotongan setelah modifikasi.

Perubahan utama terdapat pada tidak adanya sensor untuk memberikan perintah pengereman, karena sistem pengereman motor servo berjalan secara otomatis saat perhitungan pulsa yang menjadi target akan segera tercapai. Gambar 7 menunjukkan rancangan pemasangan motor servo pada *cutter skiver*.



Gambar 7. Rancangan pemasangan motor servo pada *cutter skiver*

Bagian lain pada modifikasi ini adalah penyambungan kabel input dan output PLC. Tidak terdapat perubahan pada sensor-sensor yang tersambung pada *Main PLC*, namun demikian beberapa sensor tidak lagi difungsikan.



Gambar 8. Penyambungan Input pada *Main PLC*

III. HASIL DAN ANALISA

A. Perakitan Komponen

TABEL 2  
MOTOR PENGGERAK SEBELUM DAN SESUDAH MODIFIKASI

Sebelum	Sesudah
Sistem Skiver	
Dudukan Motor	

Tabel 2 menunjukkan perubahan *cutter skiver* sebelum dan sesudah adanya modifikasi. Pada gambar sistem *skiver* tidak terdapat perubahan yang signifikan kecuali pada penggantian motor AC menjadi motor Servo. Penggantian ini mengharuskan adanya perubahan *mounting* sebagai dukungan motor untuk menyesuaikan kondisi pada motor servo.

Terdapat 4 buah sensor utama dalam pergerakan *cutter carrier*, yaitu:

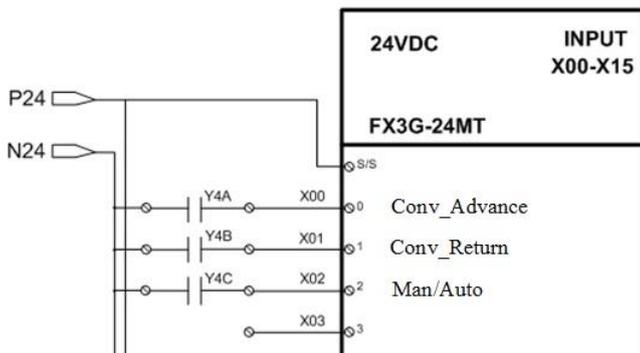
- *Cut Back Limit* sebagai Sensor Batas posisi *home* (ujung belakang)
- *Cut Back Lower Speed* sebagai Sensor Pengereman sebelum *cutter* mencapai *home* di *Cut Back Limit*
- *Cut Advance Limit* sebagai Sensor Batas posisi *advance* (ujung depan)
- *Cut Advance Lower Speed* sebagai Sensor Pengereman sebelum *cutter* mencapai *Cut Advance Limit*

Pengereman motor servo dilakukan oleh program perintah program saat perhitungan encoder akan mencapai posisi ang menjadi target, sehingga *Cut Back Lower Speed* dan *Cut Advance Lower Speed* tidak lagi diperlukan.

Selanjutnya adalah penyambungan kabel *New PLC* untuk menerima perintah arah gerakan konveyor yang membawa *cutter carrier*. Tabel 3 berikut ini adalah alamat penyambungan input dan output pada *New PLC*.

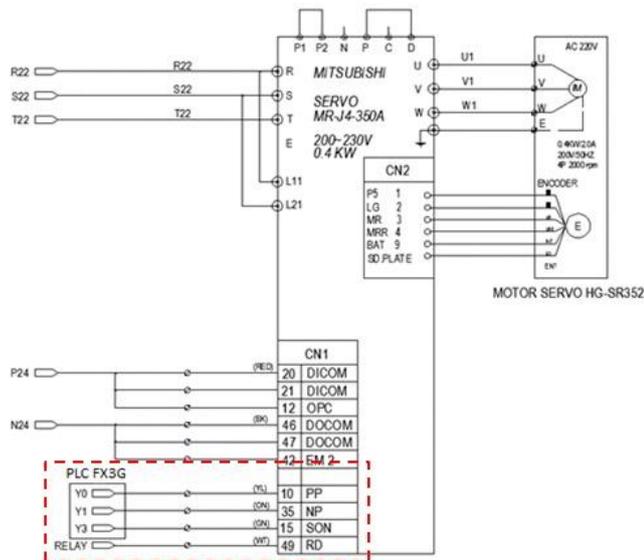
TABEL 3  
ALAMAT PENYAMBUNGAN I/O NEW PLC

Alamat	Komp	Keterangan
X000	Relay	Conv_Advance
X001	Relay	Conv_Return
X002	Relay	Man / Auto (New PLC)
Y0	MR-J4-350A	FWD / RVS Rotation
Y1	MR-J4-350A	FWD / RVS Direction
Y3	MR-J4-350A	Servo On



Gambar 9. Penyambungan Input pada New PLC

Pada gambar 9, perintah Conv\_Advance dan Conv\_Return pada input New PLC (X000 dan X001) adalah signal dari Main PLC melalui relay Y4A dan Y4B. Saat Y4A aktif oleh main PLC, maka Input Conv\_Advance akan aktif untuk memberi perintah On pada motor servo dan mengarahkan gerakan Cutter = Advance. Perintah Advance diberikan oleh kombinasi perintah servo On oleh output Y3 aktif, signal pulsa oleh Y0 aktif dan arah Forward oleh output Y1 aktif pada New PLC, perhatikan Gambar 9. Setelah posisi potong advance sesuai pulsa telah tercapai, maka motor servo berhenti berputar. Saat cutter terdeteksi oleh Cut Advance Lower Speed maka Y4B aktif untuk memberi perintah Cutter = Return (kombinasi perintah Y3 aktif, Y0 aktif dan Y1 non aktif, pada Gambar 9) hingga mencapai jumlah pulsa yang diberikan dan berhenti di Cut Back Limit.



Gambar 10. Penyambungan output New PLC pada driver motor servo

B. Pengujian Sistem

Pengujian sistem meliputi pembacaan signal input, uji manual putaran motor, uji pemotongan dan pencatatan waktu pergerakan. Uji signal input dilakukan dengan mengaktifkan relay Y4A, Y4B dan Y4C secara bergantian. Jika saat diaktifkan indikator PLC sesuai alamat input dapat menyala, maka status OK. Berikut adalah hasil pengujian pembacaan input.

TABEL 4  
PENGUJIAN PEMBACAAN INPUT PLC

Alamat	Komponen	Keterangan	Cara Pengujian	Status
X000	Relay	Conv_Advance	Aktifkan relay	OK
X001	Relay	Conv_Return	Aktifkan relay	OK
X002	Select or	Man / Auto (New PLC)	Aktifkan relay	OK

Uji manual putaran motor dilakukan saat belt tidak tersambung pada pulley. Proses uji dilakukan dengan mengaktifkan output Y0, Y1 dan Y3 sesuai dengan kombinasi arah putaran. Status OK diberikan jika arah putaran sesuai dengan signal Y0, Y1 dan Y3.

TABEL 5  
PENGUJIAN MANUAL PUTARAN MOTOR

Pengujian	Cara Pengujian	Status
Arah Putaran Forward (Advance)	Aktifkan output Y3, Y0 dan Y1, maka motor berputar Forward	OK
Arah Putaran Reverse (Return)	Aktifkan output Y3 dan Y0, matikan Y1, maka motor berputar Reverse	OK

Uji pemotongan dilakukan dengan menyambungkan motor penggerak dengan sistem cutter skiver. Lebar jarak potong (Gambar 1) adalah 2390 mm. Untuk mendapatkan jumlah pulsa yang diperlukan oleh motor servo untuk menempuh jarak tersebut adalah sebagai berikut:

1. Posisikan cutter pada Cutter Back Limit, titik ini dijadikan sebagai referensi home. Pemosisian dilakukan dengan perintah homing, yaitu perintah putar reverse hingga posisi cutter terdeteksi oleh Cutter Back Limit.
2. Aktifkan Conv\_Advance secara manual agar bergerak dari Cutter Back Limit hingga Cutter Advance Limit. Pada proses ini encoder digunakan untuk merekam jumlah pulsa untuk menempuh jarak tersebut.
3. Pada posisi Cutter Advance Limit, aktifkan Conv\_Return secara manual hingga mencapai Cutter

Back Limit. Nilai pembacaan pulsa saat pergerakan kembali ke home juga direkam.

- Jumlah pulsa saat Advance dan Return selanjutnya dimasukkan ke dalam program PLC sebagai referensi jarak potong.

Berikut ini adalah hasil pencatatan pulsa dari 5 kali percobaan cutting advance dan cutting return.

TABEL 6  
PENCATATAN PULSA PERGERAKAN

Uji	Pulsa Advance	Pulsa Return
1	33.000.453	33.000.844
2	32.999.578	32.999.904
3	33.000.732	33.000.127
4	33.000.201	33.000.452
5	32.999.859	32.999.933
<b>Rata-rata</b>	<b>33.000.165</b>	<b>33.000.252</b>

Perbedaan pulsa yang direkam oleh encoder disebabkan adanya selisih putaran antara poros motor dengan poros pulley konveyor yang dihubungkan dengan belt. Dengan adanya pendekatan nilai rata-rata ini, jarak pemotongan tetap dapat tercapai.

Uji waktu pemotongan dilakukan dalam kondisi mesin telah berjalan stabil dengan ketersediaan material plycord, diperoleh waktu potong per ply adalah 3.0 detik. Tabel 7 perbandingan jumlah produksi sebelum dan sesudah modifikasi, terdapat kenaikan jumlah produksi per jam.

TABEL 7  
PERBANDINGAN JUMLAH PRODUKSI PER JAM

Siz e	C/T Cutti ng	Cutt/ Min	Delay Cutter		Net C/T + Del ay	Cutt/ Min	Cutt/ Jam
			Sec/ Cut	Min			
	A	B=60/ A	C		D= A+ C	E= 60/D	F= 60*E
	Sec	Cutt	Sec/ Cut	Min	Sec	Cutt/ Min	Cutt/ Jam
Sebelum Modifikasi							
<b>BM - 071</b>	3.8	15.8	0.65	0.17	4.45	13.48	809
Setelah Modifikasi							
<b>BM - 071</b>	3.0	20.0	0.65	0.22	3.65	16.44	986

TABEL 8  
PERBANDINGAN JUMLAH PRODUKSI PER HARI

Siz e	Set Rol/ jam	Net C/T/Set Roll	Set Roll/Day (21h)	Pcs tire/Dsay
	G=F/31	H=D*31	L=K/H	M=L*43
	Set Roll	Sec/set roll	Set Roll	Pcs/day
Sebelum Modifikasi				
<b>BM - 071</b>	26	138,0	475,0	20.423
Setelah Modifikasi				
<b>BM - 071</b>	32	113,2	579,1	<b>24.899</b>

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan acuan Set Rol per jam yang dihabiskan oleh mesin. Referensi nilai I, J, dan K untuk dua kondisi adalah sama, yaitu sebagai berikut :

TABEL 9  
REFERENSI WAKTU PRODUKSI

Siz e	Prod Time	Non Operasional Time	Operasional Time
	I	J	K=I-J
	Sec	Sec	Sec
<b>BM - 071</b>	75.900	10.380	65.520

Tabel 8 menunjukkan hasil modifikasi berkontribusi pada kenaikan jumlah produksi menjadi 24.899 pcs/hari.

#### IV. KESIMPULAN

Perancangan modifikasi sistem penggerak telah diterapkan dengan penambahan motor servo dan PLC khusus untuk mengendalikan motor tersebut. Sistem baru dapat bekerja sesuai urutan kerja dengan sistem yang telah dulu ada tanpa merubah program. Pengujian secara terpisah telah dilakukan dan menunjukkan hasil input dan output bekerja sesuai diagram alir kerja. Hasil uji pemotongan menunjukkan penurunan cycle time dari 3,8 detik menjadi 3,0 detik, dan mampu menaikkan jumlah produksi dari 20.423 pcs/day menjadi 24.899 pcs /day, atau setara dengan 21,92%.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Prasetyani, A. D. Dini and E. S. Ma'arif, "Automation Control Design of An Storage Machine Based on Omron PLC System," 2021 8th International Conference on Information Technology, Computer and Electrical Engineering (ICITACEE), 2021, pp. 30-34, doi: 10.1109/ICITACEE53184.2021.9617469.
- [2] Riski Indra Kafila, Hendri Maja Saputra, and Abdurrahman Nurhakim. "Sistem Auto Homing pada Motor Servo Berbasis Programmable Logic Controller (PLC)." Prosiding-Seminar Nasional Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung. 2020.
- [3] Irvawansyah, Mukhlisin, and Mukhlisin Mukhlisin. "Rancang Bangun Sistem Sortir Benda Berbasis Programable Logic Control (PLC)." *Patria Artha Technological Journal* 3.2 (2019): 36-40.
- [4] Jaelaludin, St Nawal Jaya, dan Achmad Nur Aliansyah. "Rancang Bangun Alat Pemilah Logam Berdasarkan Ukuran Menggunakan Elektropneumatik Berbasis PLC". *Jurnal Fokus Elektroda*, Volume 06 No 04, Hal. 208-211. 2021.
- [5] Shuai Zhang, "Research on servo motor motion control system based on Beckhoff PLC". *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. 1852. 022002. 10.1088/1742-6596/1852/2/022002.
- [6] Sujatmino, Aeri Sujatmiko. "Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin Industri Menggunakan Motor AC sebagai Servo Posisi Berbasis PLC". *JREC Journal of Electrical and Electronics* Vol. 3 No. 2. 2015
- [7] Eka Samsul Ma'arif. "Alat Peraga Kendali Posisi pada Linear Axis dengan Penggerak Motor Stepper Berbasis PLC." *Technologic* 11.1 (2020).