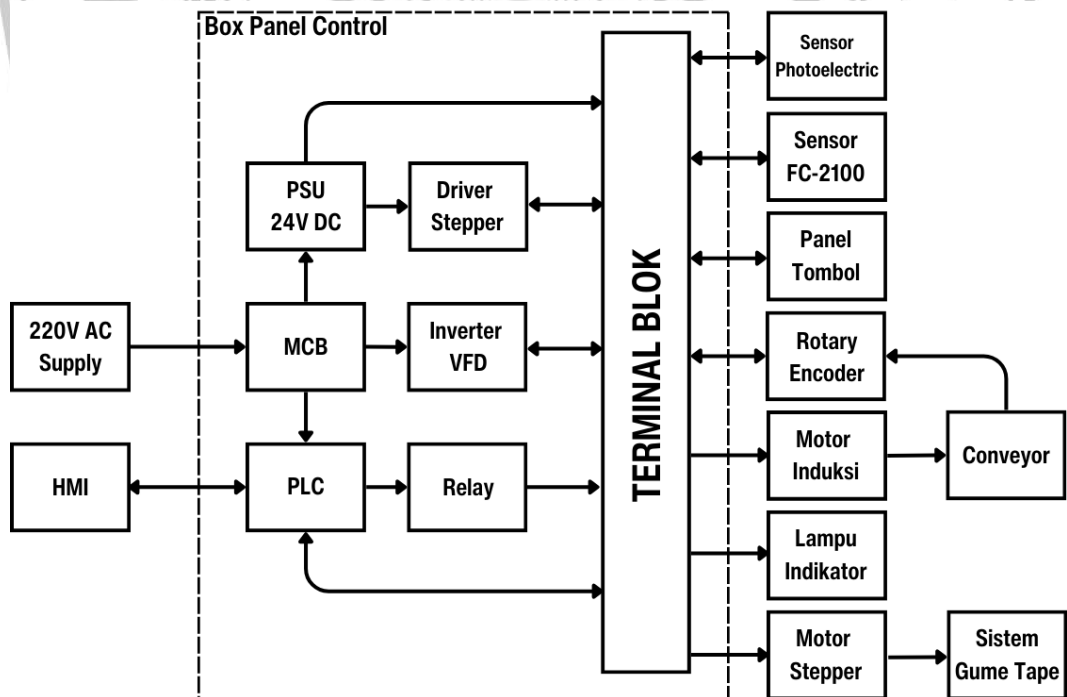


## BAB III

### PERANCANGAN SISTEM

#### 3.1 Diagram Blok Sistem

Pada desain dan pengembangan sistem *gume tape* pada Mesin Label, keseluruhan proses berada pada Box Panel *control*. Box Panel ini memerlukan *input* dan *output* dari penggunaan berupa perintah untuk menyalakan maupun mematikan sistem. Selain *input* dari penggunaan, terdapat *input* berupa sensor seperti Photoelectric, Sensor FC-2100, dan Rotary Encoder. Proses konfigurasi, pengaturan dan monitoring sistem juga terdapat pada HMI yang digunakan sebagai *input* maupun *output* aktual serta Box Panel ini juga memerlukan listrik 220VAC sebagai *supply* komponen elektronik. Nantinya sistem ini akan menghasilkan sinyal *output* sebagai penggerak dari aktuator mesin berupa Motor Induksi dan Motor Stepper serta lampu indikator. Berikut ini merupakan bagan desain diagram blok sistem:



Gambar 3.1 Diagram Blok sistem

## 3.2 Pendahuluan Instruksi PIDAT(191)

### 3.2.1 Deskripsi PIDAT(191)

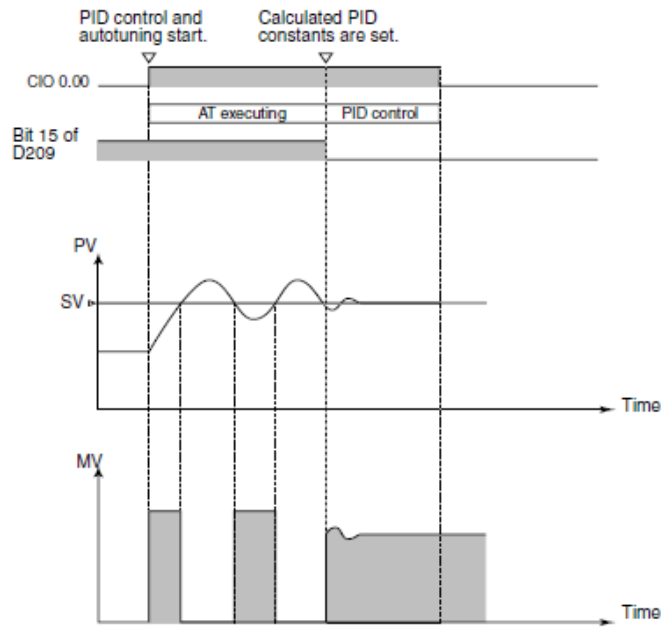
Instruksi PIDAT(191) adalah instruksi pada PLC Omron yang dapat digunakan untuk kontrol suhu, kontrol tekanan, dan kontrol gerak. Instruksi PIDAT(191) memungkinkan PLC mempertahankan *set point* dengan terus menyesuaikan *output* kontrol. Ini adalah alat yang ampuh untuk mencapai kontrol yang tepat dan stabil dalam proses otomasi industri[4].

### 3.2.2 Metode Penggunaan PIDAT

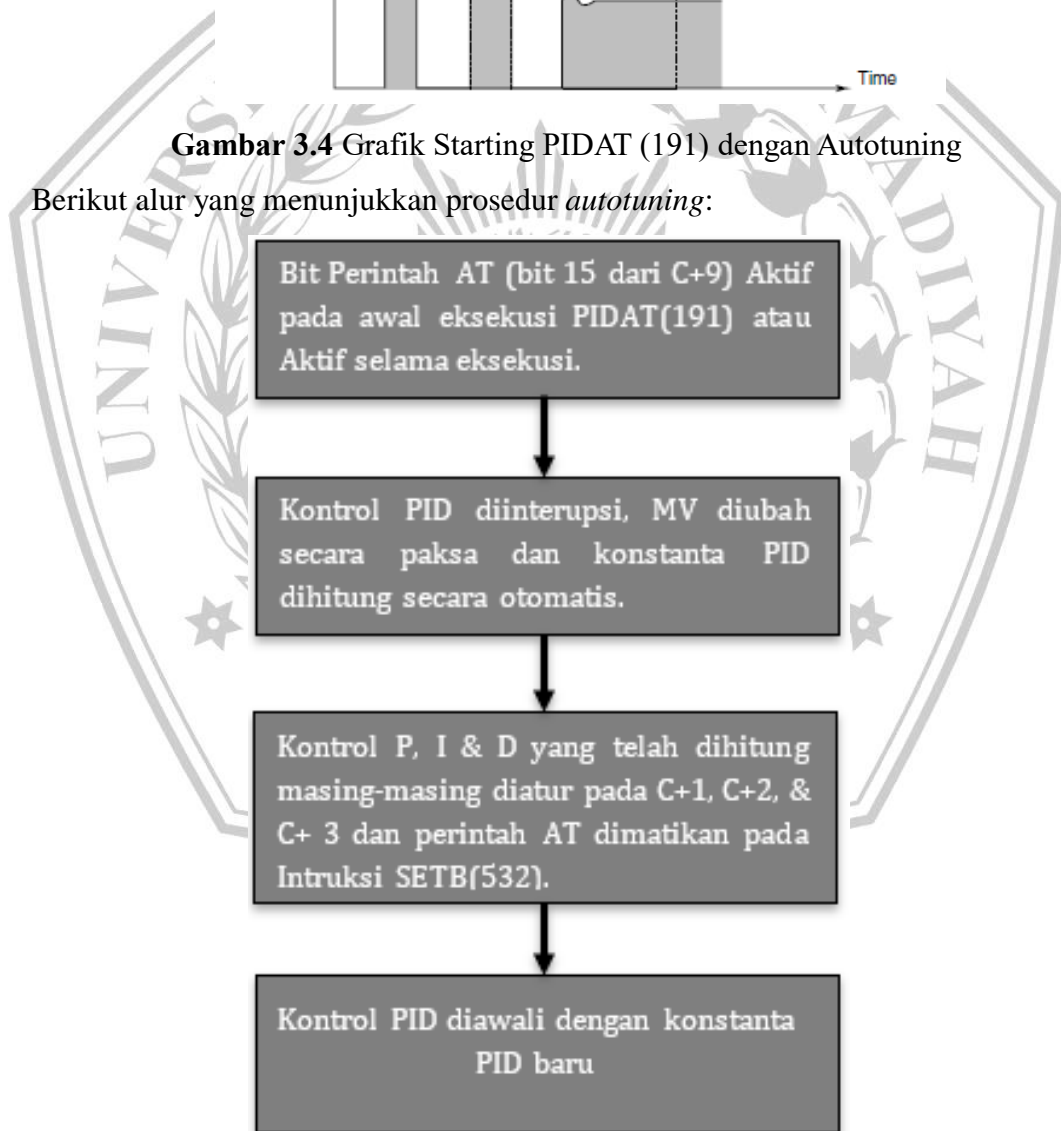
Dengan instruksi PIDAT(191), tidak perlu membuat rumus-rumus matematika dalam program PLC karena instruksi ini memiliki fitur lengkap dan secara otomatis mengkalkulasi keluaran sinyal kontrol yang didasarkan pada parameter yang masuk.

Pengaturan parameter dibaca ketika kondisi eksekusi berubah dari OFF ke ON, dan *error flag* akan menyala jika pengaturan berada di luar rentang yang diizinkan. Jika pengaturan berada dalam rentang yang diizinkan, pemrosesan PID akan dijalankan menggunakan nilai awal.

Mode yang digunakan dipilih antara manual atau *autotuning*. Mode manual dilakukan dengan memasukkan nilai SV (*Set Value*) atau sering disebut setpoint, parameter PID, dan waktu *sampling*. Mode *autotuning* dilakukan dengan memberikan nilai *set point*, waktu *sampling*, dan parameter PID secara acak untuk membantu proses pengaktifan bit *autotuning*. Nilai yang telah dimasukkan akan diproses oleh instruksi PIDAT(191) untuk menghasilkan nilai MV (*Manipulated Variable*) sebagai perintah keluaran sistem untuk menggerakkan motor sesuai set point yang diberikan. *Starting* PID data dilihat pada Gambar 3.4.



**Gambar 3.4** Grafik Starting PIDAT (191) dengan Autotuning  
Berikut alur yang menunjukkan prosedur *autotuning*:

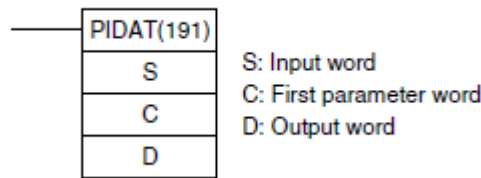


**Gambar 3.5** Prosedur Autotuning

Catatan:

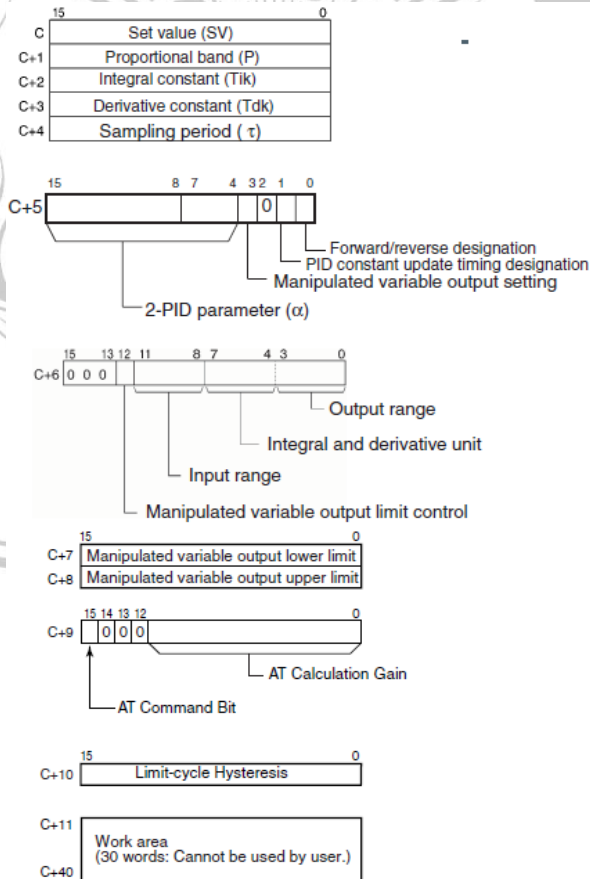
- 1) Jika penyetelan otomatis terganggu karena bit perintah AT OFF selama penyetelan otomatis, kontrol PID akan mulai menggunakan konstanta PID sebelum memulai penyetelan otomatis.
- 2) Selain itu, jika terjadi kesalahan eksekusi AT, kontrol PID akan dimulai menggunakan konstanta PID sebelum memulai penalaan otomatis.

Simbol PIDAT pada Ladder:



**Gambar 3.6** Simbol PIDAT(191) pada ladder program PLC

Diagram berikut menunjukkan lokasi data parameter. Untuk detailnya pada parameter, dapat dilihat pengaturan parameter PID dibawah:



**Gambar 3.7** Parameter Pengaturan PID

Ketika kondisi eksekusi dalam status ON, intruksi PIDAT(191) akan menjalankan kontrol PID sesuai dengan parameter yang ditentukan oleh parameter C (seperti nilai yang ditetapkan, konstanta PID, dll). Modul ini membutuhkan rentang masukan data biner yang diambil dari isi kata masukan S dan menjalankan tindakan PID berdasarkan parameter yang ditetapkan. Hasil dari tindakan PID ini kemudian disimpan sebagai variabel yang dimanipulasi dalam keluaran D pada intruksi Gambar 3.6.

### **3.3 Pendahuluan Modbus RTU**

#### **3.3.1 Deskripsi Modbus RTU**

Modbus RTU adalah sebuah protokol komunikasi yang digunakan dalam sistem komunikasi informasi, terutama dalam industri. Protokol ini merupakan standar untuk perangkat elektrik dan sering digunakan dalam perangkat kendali. Modbus RTU memungkinkan pertukaran informasi melalui komunikasi serial RS-485, yang merupakan standar komunikasi serial industri. Dengan Modbus RTU, informasi dapat dikirim antara perangkat master (biasanya komputer) dan perangkat *slave* (seperti sensor atau aktuator) melalui jaringan RS-485.

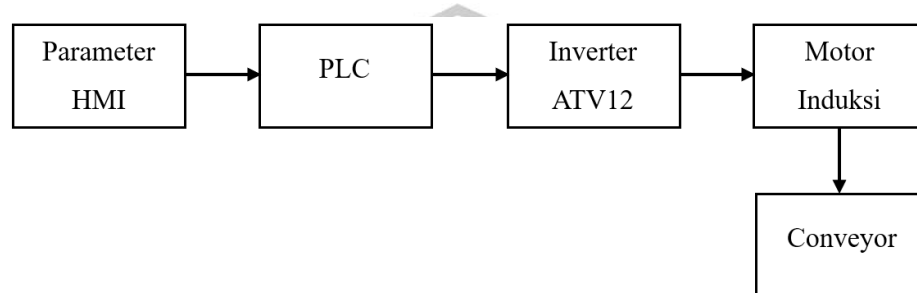
Menurut Ferdiansyah, M. I. (2021), Keuntungan dari Modbus RTU adalah lebih efisien dalam komunikasi karena dapat mengirim lebih banyak data dalam baud rate yang sama[5]. Dalam konteks komunikasi Modbus, perangkat yang mengirimkan perintah atau permintaan data disebut sebagai master, sedangkan perangkat yang menerima perintah atau data tersebut disebut sebagai slave. Peran master adalah aktif dalam proses komunikasi, karena master akan menginisiasi pengiriman permintaan atau query kepada slave. Permintaan ini terdiri dari function code, yang menunjukkan jenis operasi yang diminta (seperti membaca data atau menulis data), serta data yang terkait dengan operasi tersebut.

#### **3.3.2 Metode Penggunaan Modbus RTU**

Perancangan penggunaan Komunikasi Modbus RTU ini dilakukan untuk memvisualisasikan pengaturan motor induksi sebagai penggerak *belt* Konveyor pada HMI Mesin Label. Tujuan dari sistem ini adalah mewujudkan komunikasi dengan menggunakan data protokol Modbus RTU, dengan PLC Omron CP1E-

N30DT-A sebagai *master*, dan Inverter VFD ATV-12 sebagai *slave*. Perancangan terdiri dari beberapa bagian, antara lain perancangan sistem, *setting* Inverter, pemrograman pada PLC, dan desain pada HMI. Secara garis besar, sistem ini digunakan untuk mengetahui parameter pada Inverter sekaligus pengaturan kecepatan Motor Induksi yang di visualisasikan pada HMI.

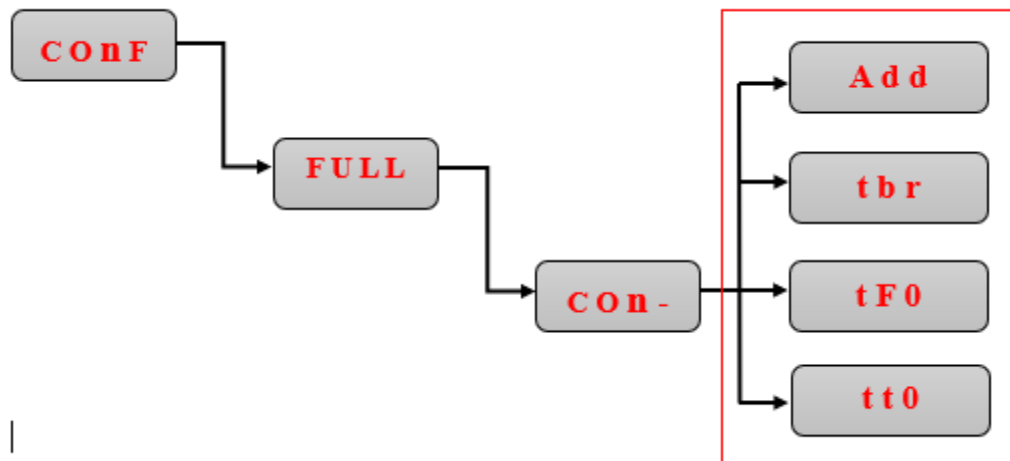
Berikut diagram blok Modbus RTU Inverter dan PLC untuk pengendalian dari sistem Konveyor:



**Gambar 3.8** Diagram Blok Komunikasi Modbus RTU Inverter dan PLC

Untuk membuat sistem komunikasi Modbus RTU ini, membutuhkan HMI sebagai *input* dan *output*, PLC, Inverter ATV12, dan Motor Induksi sebagai penggerak conveyor untuk pengaplikasian dari sistem ini. Seperti yang ditunjukkan oleh diagram blok pada Gambar 3.8. Sistem diawali dengan beberapa parameter *setting* yang dibutuhkan pada HMI, Selanjutnya data akan diolah oleh PLC. Data pada HMI akan di komunikasikan dengan Inverter yang tentunya menggunakan sistem Modbus RTU, kemudian Inverter akan mengendalikan Motor Induksi dan motor tersebut akan menggerakkan Konveyor Mesin Label.

Berikut Konfigurasi Inverter ATV12 untuk mengaktifkan komunikasi Modbus RTU:



**Gambar 3.9** Konfigurasi Port Serial Modbus RTU

Keterangan parameter konfigurasi komunikasi *port* serial Modbus RTU :

**Tabel 3.1** Parameter Konfigurasi Komunikasi *Port* Serial Modbus RTU

Deskripsi Parameter	Rentang nilai	Default	Nilai Setting
Alamat Modbus <i>Add</i>	1 to 247 0 : OFF (broadcast only)	OFF	<i>OFF</i> <i>1... 247</i>
Modbus baud rate <i>tbr</i>	4,8 kbps 9,6 kbps 19,2 kbps 38,4 kbps	19,2 kbps	<i>4. 8</i> <i>9. 6</i> <i>19. 2</i> <i>38. 4</i>
Modbus format <i>tf0</i>	8O1 : 8 bits, odd parity, 1 stop bit. 8E1 : 8 bits, even parity, 1 stop bit. 8N1 : 8 bits, no parity, 1 stop bit. 8N2 : 8 bits, no parity, 2 stop bits.	8 E 1	<i>8 o 1</i> <i>8 E 1</i> <i>8 n 1</i> <i>8 n 2</i>
Modbus Time	Dapat disesuaikan dari 0,1	10,0 Detik	<i>0. 1...</i>

out <i>tt0</i>	hingga 30 detik		<i>30</i>
-------------------	-----------------	--	-----------

Parameter diatas merupakan batas minimal maupun maksimal yang dimiliki oleh Inverter ATV-12, untuk menggunakannya diperlukan kesesuaian komunikasi serial yang dimiliki oleh perangkat internal dalam hal ini PLC. Maka pengaturan yang bisa digunakan untuk PLC seri CP1E yang digunakan untuk kontrol Mesin Label ini sebagai berikut :

Add = 1 (Modbus Address)

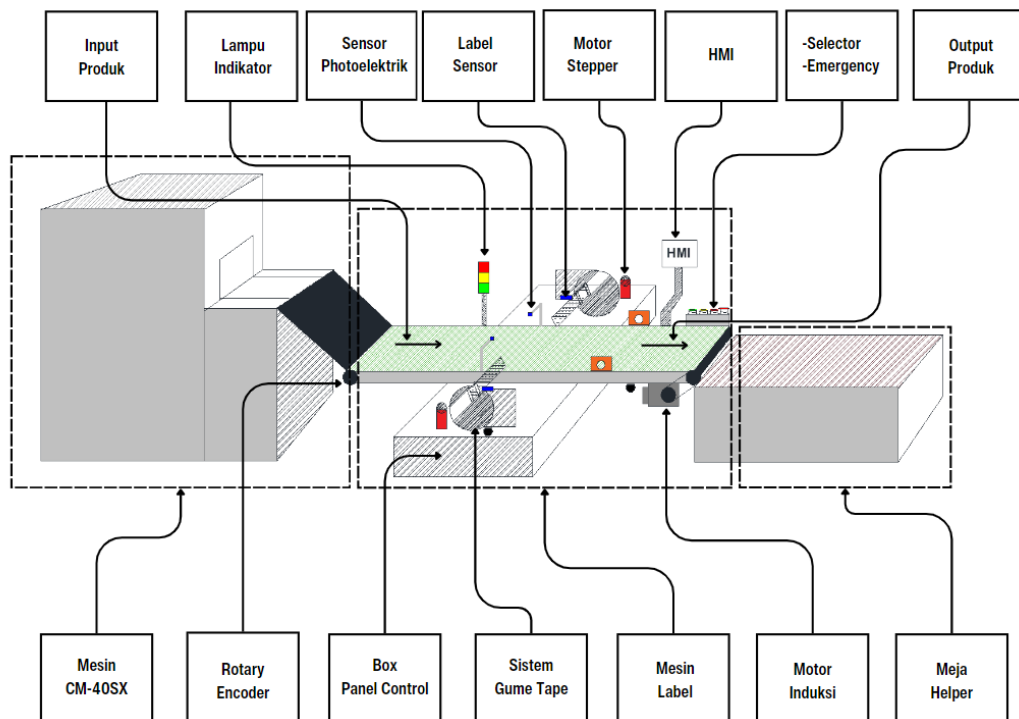
tbr = 9.6 (Baud rate)

tF0 = 8E1 (8bit, Even, Stop bit 1)

tt0 = 3.0 (Timer Detect Com. Error)

### 3.4 Desain Sistem

Desain sistem secara keseluruhan dapat digambarkan sebagai berikut :



**Gambar 3.10** Desain Sistem Keseluruhan



### 3.5 Desain Hardware

#### 3.5.1 PLC

PLC digunakan sebagai kontrol yang terprogram untuk menjalankan sistem mesin dan terkoneksi pada komponen yang terhubung. PLC yang digunakan pada mesin label yang akan dikembangkan ini adalah PLC CP1E-N30DT-A dengan spesifikasi sebagai berikut:

**Tabel 3.2** Spesifikasi PLC CP1E-N30DT-A

Besaran	Keterangan
<i>CPU Type</i>	N30
<i>Program Capacity</i>	16k steps
<i>I/O Points</i>	18 digital inputs, 12 digital outputs
<i>Power Supply</i>	100-240V AC
<i>Operating Temperature</i>	0 to 55°C
<i>Communication Ports</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1x RS-232</li><li>• 1x RS-485</li><li>• 2x High-speed counter inputs</li></ul>
<i>Programing Software</i>	<i>CX-Programer</i>
<i>Programing Language</i>	<i>Relay Ladder Logic (RLL) and Structured Text (ST)</i>
<i>Memory Type</i>	EEPROM
<i>Special Features</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Real-time Clock (RTC)</i></li><li>• <i>High-speed pulse output</i></li><li>• <i>Analog I/O (optional)</i></li><li>• <i>Modbus RTU Communication (optional)</i></li><li>• <i>PID Control</i></li></ul>
<i>Max Input Frequency</i>	100 kHz



**Gambar 3.11** PLC CP1E-N30DT-A

PLC CP1E-N30DT-A ini menjadi pilihan utama untuk kontrol otomatisasi sistem mesin label ini karena alasan sebagai berikut:

- Program yang digunakan cukup mudah untuk dipahami.
- PLC jenis ini merupakan PLC dengan *switching* transistor yang mana bisa digunakan untuk memicu pulse dari driver stepper.
- Kapasitas program yang cukup besar: Dengan kapasitas program sekitar 30k langkah, PLC ini dapat menangani aplikasi kontrol yang kompleks dan memungkinkan pengembangan program yang lebih besar.
- I/O fleksibel: Memiliki 18 *input digital* dan 12 *output digital*, memberikan fleksibilitas yang cukup untuk mengakomodasi berbagai jenis sensor dan aktuator.
- Kemampuan komunikasi yang baik: Dilengkapi dengan port komunikasi RS-232 dan RS-485, memungkinkan PLC ini terintegrasi dengan perangkat lain dan sistem komunikasi industri.
- Kemampuan pemrograman yang luas: Mendukung pemrograman dalam *Relay Ladder Logic* (RLL) dan *Structured Text* (ST), memberikan pilihan pemrograman yang luas sesuai dengan kebutuhan pengguna.
- *Real-time clock* (RTC): Fitur RTC memungkinkan integrasi waktu real dalam program, yang dapat digunakan untuk tugas-tugas yang melibatkan waktu dan penjadwalan.

- *Pulse output* yang cepat: Adanya *output* pulsa berkecepatan tinggi dapat mengatasi aplikasi yang memerlukan pengendalian motor atau perangkat lain dengan kecepatan tinggi.
- Opsi *ekspansi analog* dan komunikasi modbus: Dengan opsi untuk ekspansi modul analog dan kemampuan komunikasi modbus RTU, PLC ini dapat diintegrasikan dengan perangkat analog dan sistem kontrol lainnya.
- *PID control*: Mendukung kontrol PID (*Proporsional, Integral, Derivatif*), yang berguna dalam mengoptimalkan performa dan stabilitas sistem control

### 3.5.2 Sensor Label

Sensor Label yang digunakan adalah FC-2100 yang mana sensor ini sebagai pembacaan jeda material pada sistem *gume tape*. Ketika sistem *gume tape* membaca adanya produk yang terdeteksi dan akan melakukan *labeling* pada produk, maka Sensor FC-2100 akan membaca jeda dari material yang akan menghentikan gerak dari Motor Stepper. Sensor FC-2100 memiliki spesifikasi sebagai berikut:

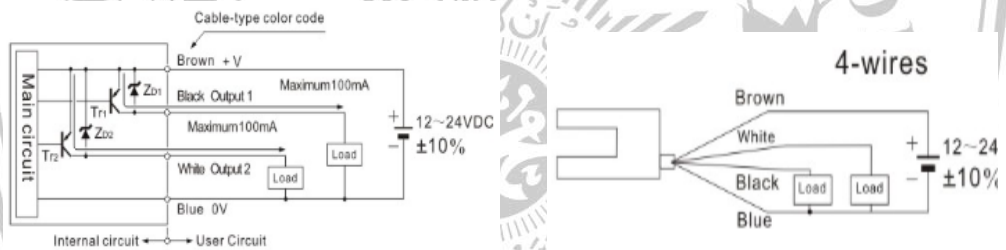
**Tabel 3.3** Spesifikasi Label Sensor FC-2100

Besaran	Keterangan
<i>Emitting Light</i>	<i>RedLED : 640nm</i>
<i>Operating Voltage</i>	<i>DC:12 ~24V±10%(Ripple P-P:10%Max)</i>
<i>Current consumption</i>	<i>15mA Max</i>
<i>Load current</i>	<i>100mA Max at DC 24V</i>
<i>Output type</i>	<i>N=NPN.NO.NC / P=PNP.NO.NC</i>
<i>Protection circuit</i>	<i>Reversed supply circuit protection,short circuit protection output</i>
<i>Response time</i>	<i>50µs Max</i>
<i>Operation mode</i>	<i>NO or NC</i>
<i>Operation current</i>	<i>DC 1.1mA no-load</i>
<i>Operating temperature</i>	<i>-20°C ~+55°C(No freezing allowed )</i>
<i>Ambient humidity</i>	<i>35%~95%RH</i>

storage temperaturure	-20°C ~+55°C(No freezing allowed )
Storage hunidity	35%~95%RH
Material	AL
Wiring method	$\varphi 4 \times 2M/4$ -wires / $\varphi 4 \times 2M / M8(4$ pins)
Protection degree	IP66
Weight	-



Gambar 3.12 Label sensor FC-2100



Gambar 3.13 Pengkabelan Sensor Label FC-2100

### 3.5.3 Inverter

Inverter digunakan untuk mengatur kecepatan dari Motor Induksi sebagai penggerak Konveyor. Inverter yang digunakan adalah Schneider Inverter Altivar ATV12 0.37kW 1P - ATV12H037M2 dengan spesifikasi sebagai berikut:

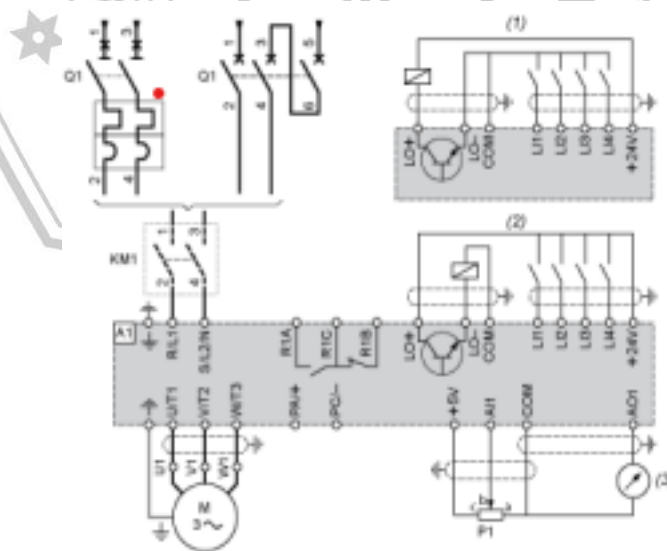
Tabel 3.4 Spesifikasi Inverter Altivar ATV12 0.37kW 1P - ATV12H037M2.

Besaran	Keterangan
Network number of phase	1 phase
Rated supply voltage	200...240V = 15...10%
Motor power kW	0.37kW

<i>Motor power hp</i>	<i>0.55hp</i>
<i>Communication port protocol</i>	<i>Modbus</i>
<i>Line current</i>	<i>5.9A at 200V</i> <i>4.9A at 240V</i>
<i>Speed range</i>	<i>1...20</i>
<i>Transient overtorque</i>	<i>150...170%</i>
<i>Asynchronous motor control profile</i>	<i>Sensorless flux vector control</i> <i>Voltage/frequency ratio (V/F)</i> <i>Quadratic voltage/frequency ratio</i>
<i>Noise level</i>	<i>0dB</i>



**Gambar 3.14** Inverter Altivar ATV12 0.37kW 1P - ATV12H037M2



**Gambar 3.15** Single-Phase Power Supply Wiring Diagram Inverter ATV12

Keterangan :

- A1 : Drive
- KM1 : Contactor (only if a control circuit is needed)
- P1 : 2.2k $\Omega$  reference potentiometer. This can be replace by a 10k $\Omega$  potentiometer (maximum)
- Q1 : Circuit breaker
- (1) : Negative logic (Sink)
- (2) : Positive logic (Source) (factory set configuration)
- (3) : 0...10V or 0...20mA

Kelebihan menggunakan Inverter jenis ini sebagai driver motor induksi untuk penggerak konveyor adalah:

- Kontrol Kecepatan Motor:

Mengatur kecepatan motor sesuai dengan kebutuhan aplikasi, meningkatkan efisiensi energi dan kinerja sistem.

- Penyesuaian Tegangan dan Frekuensi:

Memungkinkan penyesuaian tegangan dan frekuensi output, optimal untuk kinerja motor dan perangkat terkait.

- Perlindungan Motor:

Dilengkapi dengan fitur perlindungan seperti deteksi arus lebih dan pengendalian suhu, melindungi motor dari kerusakan.

- Soft Start dan Stop:

Meminimalkan tekanan mekanis pada motor, memperpanjang umur pakai dan mengurangi lonjakan arus saat start.

- Desain Kompak:

Desain yang ringkas memudahkan pemasangan di berbagai ruang terbatas.

- Antarmuka Pengguna yang Ramah:

Dilengkapi dengan antarmuka pengguna yang mudah digunakan untuk pengaturan dan pemantauan.

- Keandalan Tinggi:

Produk dari produsen terkemuka cenderung memiliki tingkat keandalan yang tinggi, mengurangi risiko kerusakan dan downtime.

- Kompatibilitas dengan Sistem Otomasi:

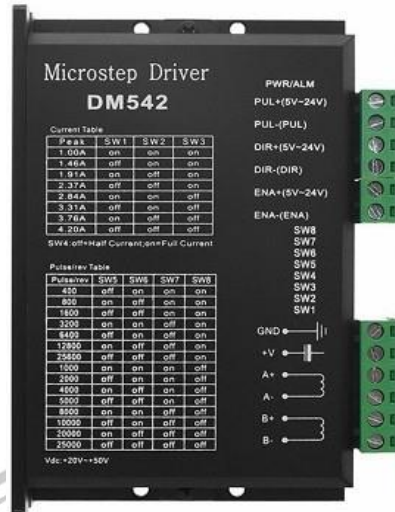
Dapat diintegrasikan dengan sistem otomasi dan kendali lainnya, meningkatkan efisiensi pengendalian dalam suatu sistem.

### 3.5.4 Driver Stepper

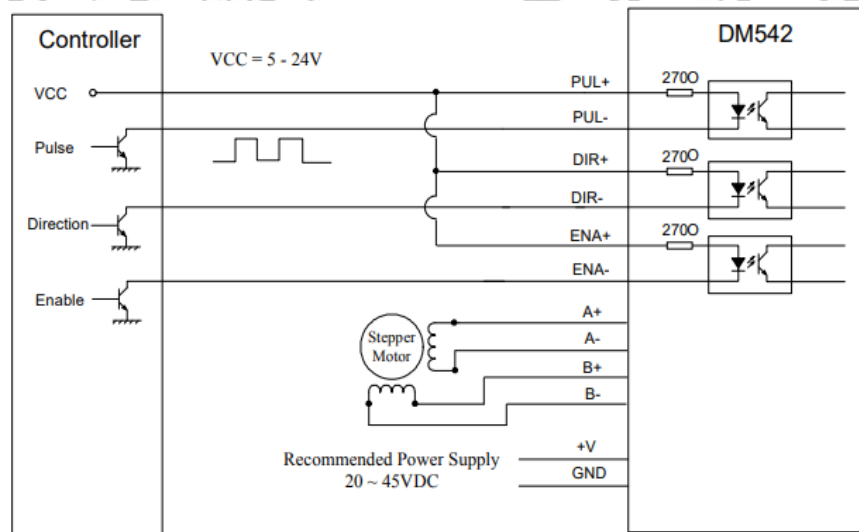
Driver stepper digunakan sebagai kontrol motor *stepper* yang akan menggerakkan roller sistem *gume tape* untuk melakukan pelabelan pada produk dengan material stiker. Driver stepper yang digunakan adalah DM542 dengan spesifikasi pada Tabel 3.5 sebagai berikut :

**Tabel 3.5** Spesifikasi Driver Stepper DM542

<i>Parameters</i>	DM542			
	<i>Min</i>	<i>Typical</i>	<i>Max</i>	<i>Unit</i>
<i>Output Current</i>	1.0	-	4.2(3.0 RMS)	A
<i>Input Voltage</i>	+20	+36	+50	VDC
<i>Logic Signal Current</i>	7	10	16	mA
<i>Pulse input frequency</i>	0	-	200	kHz
<i>Pulse Width</i>	2.5	-	-	uS
<i>Pulse Voltage</i>	5	-	24	VDC
<i>Isolation resistance</i>	500	-	-	MΩ
<i>cooling</i>	<i>Natural Cooling or Forced cooling</i>			
<i>Operating Environment</i>	<i>Environment</i>	<i>Avoid dust, oil fog and corrosive gases</i>		
	<i>Ambient Temperature</i>	0°C - 50°C		
	<i>Humidity</i>	40%RH - 90%RH		
	<i>Operating Temperature</i>	70°C		
	<i>Vibration</i>	5.9m/s <sup>2</sup> Max		
<i>Storage Temperature</i>	-20°C - 65°C			
<i>Weight</i>	<i>Approx. 300g (10.60oz)</i>			



Gambar 3.16 Driver Stepper DM542



Gambar 3.17 Diagram Pengkabelan Driver DM542

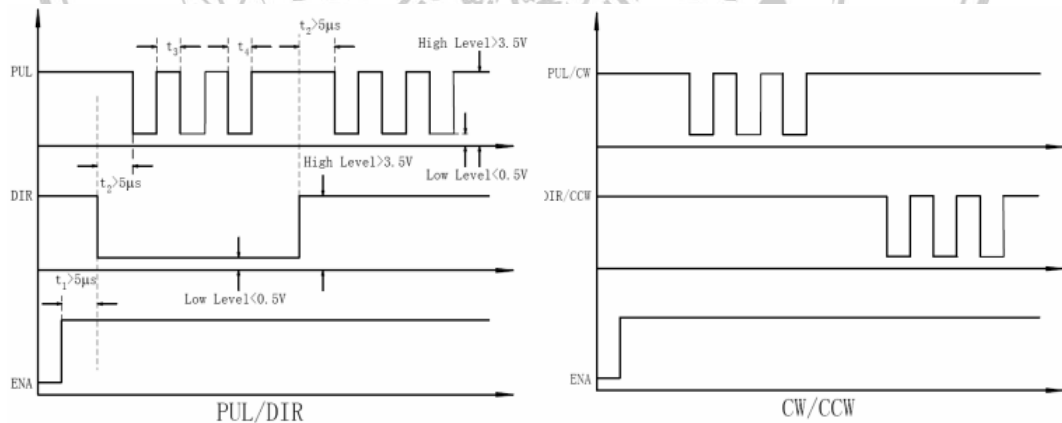


Berikut konfigurasi konektor Driver DM542 yang ditunjukkan pada Tabel 3.6 Sebagai Berikut:

**Tabel 3.6** Connector Configuration

Pin Function	Details
PUL+	<i>Pulse Signal</i> : Dalam mode pulsa tunggal ( <i>Pulse/direction</i> ), <i>input</i> ini mewakili sinyal pulsa, masing-masing tepi naik atau turun aktif, 5-24V saat PUL-HIGH, 0-0,5V saat PUL-LOW. Dalam mode CCW, input ini mewakili pulsa searah jarum jam (CW). Untuk sinyal respon yang bagus, lebar pulsa harus lebih panjang dari 2,5 us.
PUL-	
DIR+	<i>DIR signal</i> : Dalam mode pulsa tunggal, sinyal ini memiliki level tegangan rendah/tinggi, mewakili dua arah putaran motor; dalam mode CW/CCW, sinyal ini adalah <i>counter-clock</i> .
DIR-	
ENA+	<i>Enable signal</i> : sinyal ini digunakan untuk mengaktifkan/menonaktifkan driver. <i>High level</i> untuk mengaktifkan driver dan <i>low level</i> digunakan untuk menonaktifkan driver.
ENA-	

Untuk menghindari beberapa operasi kesalahan dan penyimpangan, PUL, DIR dan ENA harus mematuhi beberapa aturan yang ditunjukkan pada diagram berikut :



**Gambar 3.18** Diagram sinyal kontrol

### 3.5.5 Power Supply

Power supply digunakan untuk sumber tegangan driver stepper dan komponen lain yang membutuhkan sumber tersebut. Power supply yang digunakan adalah SMPS 24V/20A.



**Gambar 3.19** Power Supply 24V 20A

### 3.5.6 Sensor Photoelectric

Sensor photoelectric digunakan sebagai pembacaan produk pada Konveyor serta sebagai pemicu Driver Stepper untuk menghidupkan Motor Stepper yang akan melakukan pelabelan produk pada sistem *gume tape*. Sensor Photoelectric yang digunakan adalah D18-3N10N2 M18 DC6V ke 36V 3 Wire NPN NC OA02 dengan spesifikasi sebagai berikut:

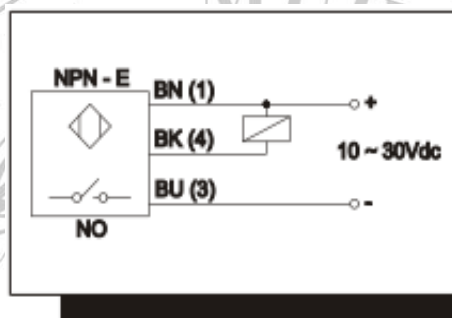
**Tabel 3.7** Spesifikasi Sensor Photoelectric D18-3N10N2 M18

Besaran	Keterangan
<i>Supply Voltage</i>	10 to 30VDC
<i>Ripple</i>	< 10%
<i>Consumption current</i>	30mA
<i>Output current</i>	200mA
<i>Voltage drop</i>	3V
<i>Maximum Switching Frequency</i>	50 Hz
<i>Signaling</i>	Led
<i>Immunity to Sunlight</i>	11.000lux.
<i>Immunity to ambient light</i>	3.500lux
<i>Maximum operating temperature</i>	0°C to 60°C
<i>Relative Humidity</i>	38% to 85%
<i>Protection Rate</i>	IP65



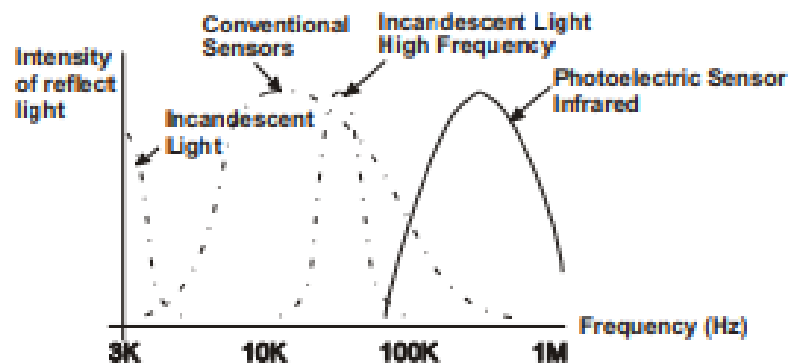
**Gambar 3.20** Sensor Photoelectric D18-3N10N2 M18

Berikut tipe konfigurasi pengkabelan pada sensor Photoelectric D18-3N10N2 M18 :



**Gambar 3.21** Pengkabelan Sensor Photoelectric dengan Konfigurasi NPN

Sensor ini memiliki kekebalan terhadap terhadap cahaya sekitar karena akan beroperasi dengan frekuensi yang berbeda. Namun akan berpengaruh jika dipengaruhi oleh cahaya yang sangat kuat seperti intensitas cahaya lampu neon 40Watt yang berjarak 15cm dari sensor, atau sinar matahari yang terfokus langsung pada lensa sensor .



**Gambar 3.22** Grafik Immunity Sensor Photoelectric

### 3.5.7 Relay

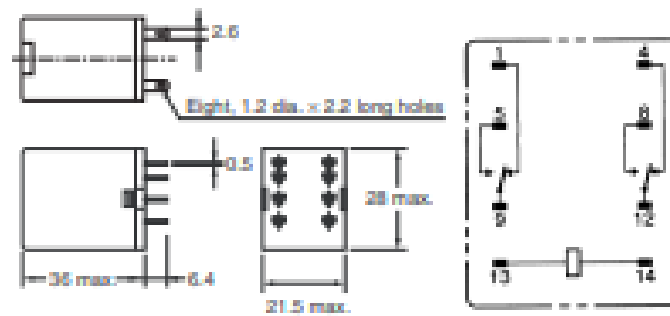
Relay yang digunakan adalah omron MY2N 24VDC. Relay ini dipilih karena dapat langsung diatur dengan sumber tegangan DC 24V (tegangan ini sama dengan tegangan suplai power supply) dan memiliki *rating* yang sesuai dengan beban. Berikut spesifikasi dari relay MY2N :

**Tabel 3.8** Spesifikasi Relay Omron MY2N

Besaran	Keterangan
<i>Rated voltage</i>	24V
<i>Rated current</i>	37.7mA
<i>Coil resistance</i>	636 $\Omega$
<i>Inductance (reference value)</i>	Arm. OFF 3.20H Arm. ON 5.75H
<i>Must operate</i>	80% max
<i>Must release</i>	10% min
<i>Max voltage</i>	110%
<i>Power consumption (approx)</i>	0.9W



**Gambar 3.23** Relay MY2N 24V DC



Gambar 3.24 Diagram Relay MY2N

### 3.5.8 MCB

MCB digunakan untuk pengaman komponen jika terjadi adanya *short circuit* serta mencegah kerusakan sistem. MCB yang digunakan adalah Schneider Electric NEW DOMAE MCB 2A 1P - DOMF01102.



Gambar 3.25 MCB Schneider Electric DOMF01102

### 3.5.9 Rotary Encoder

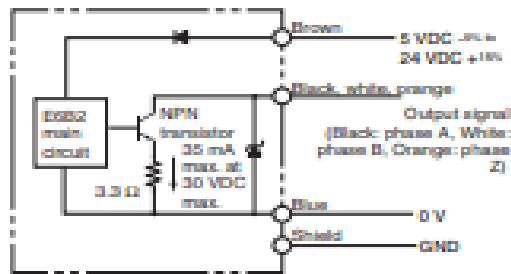
Rotary Encoder digunakan untuk memberikan nilai RPM sebagai umpan balik pada PID kontrol yang akan melakukan *auto tuning* sebagai sinkronisasi antara sistem *gume tape* dengan Konveyor. Rotary Encoder yang digunakan adalah BI-38S-1000-PU dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 3.9 Spesifikasi Omron Rotary Encoder E6B2-CWZ6C

Besaran	Keterangan
Output Circuit	NPN
Supply Voltage	5-30 VDC
Pulse Frequency	Max. 250 kHz
Max Speed	6000 RPM
Weight	150g
Outer Case Material	Iron
Disk Material	Glass
PPR	1000



**Gambar 3.26** Rotary Encoder BI-38S-1000-PU



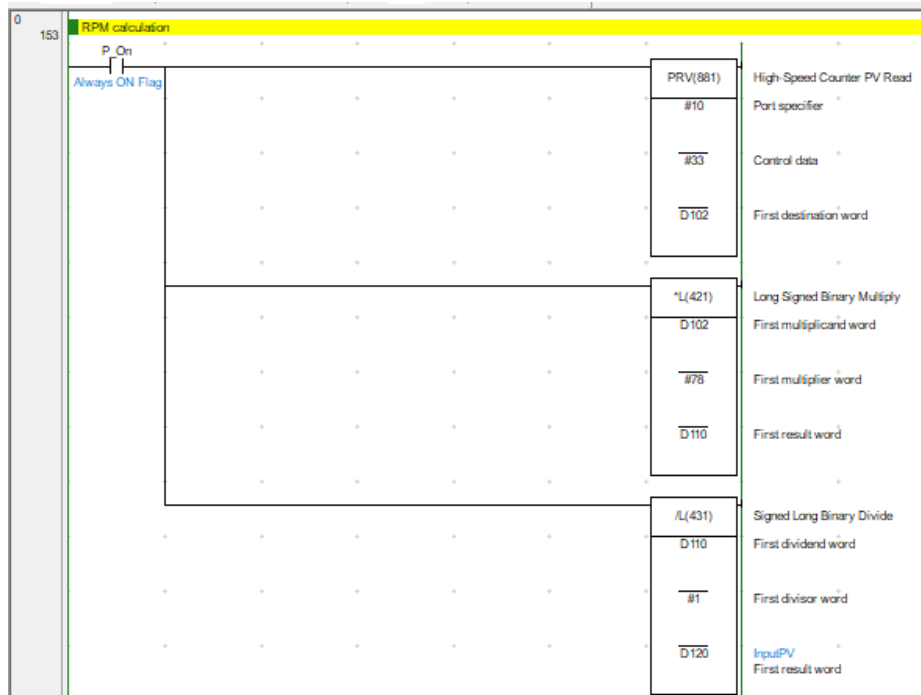
**Gambar 3.27** Wiring Diagram Rotary Encoder BI-38S-1000-PU

$$\begin{aligned} \text{Resolusi Encoder} &= \frac{\text{Jumlah Pulsa yang diinginkan}}{\text{Jumlah Putaran per Menit (RPM)}} \\ &= \frac{1000}{80} = 12.5 \text{ pulsa per RPM} \end{aligned}$$

Aplikasi Encoder digunakan sebagai pembacaan kecepatan Konveyor pada Mesin Label, yang mana akan menghasilkan nilai RPM sebagai input kontrol PID. Untuk mengetahui kecepatan pengukuran Rotary Encoder dapat menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{RPM} = \frac{\text{pulse per second}}{\text{pulse per rotation}} \times 60$$

Berikut perhitungan pada program PLC menggunakan intruksi PRV yang ditunjukkan pada Gambar 3.28.



**Gambar 3.28** Ladder Program Rotary Encoder

Keterangan :

**Tabel 3.10** Keterangan Intruksi PRV untuk Rotary Encoder

Fungsi	Intruksi	Keterangan
PRV	#10	High-speed counter 0
	#33	1s sampling method
	D102	Destination Word
*L	D102	First Multiplicand Word
	#3C	Multiplier (60 detik)
/L	D110	First dividend word
	#1	1 pulsa per rotasi
	D120	Result

Encoder dengan 1000 PPR dapat diimplementasikan pada PLC yang akan digunakan dengan seri CP1E-N30DT-A, berikut perhitungan dari frekuensi sinyal yang dihasilkan:

Frekuensi sinyal encoder

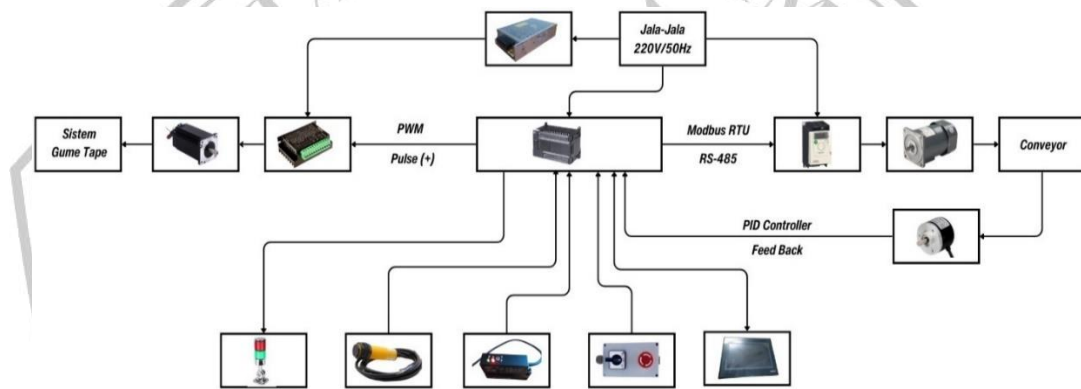
- Encoder dengan 1000 PPR
- Kecepatan maksimum mesin label 1200 RPM

Frekuensi sinyal (Hz) dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\begin{aligned} \text{Frekuensi} &= \frac{\text{PPR} \times \text{RPM}}{60} \\ &= \frac{1000 \times 1200}{60} = 20000 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Jadi, frekuensi sinyal yang dihasilkan oleh encoder adalah 20 kHz hal ini menyimpulkan bahwa PLC Omron CP1E-N30DT-A mampu membaca sinyal dari rotary encoder dengan 1000 PPR pada kecepatan maksimum 1200 RPM karena frekuensi sinyal maksimum yang dihasilkan oleh encoder (20 kHz) masih di bawah batas maksimum input frequency dari PLC (100 kHz).

### 3.6 Keseluruhan



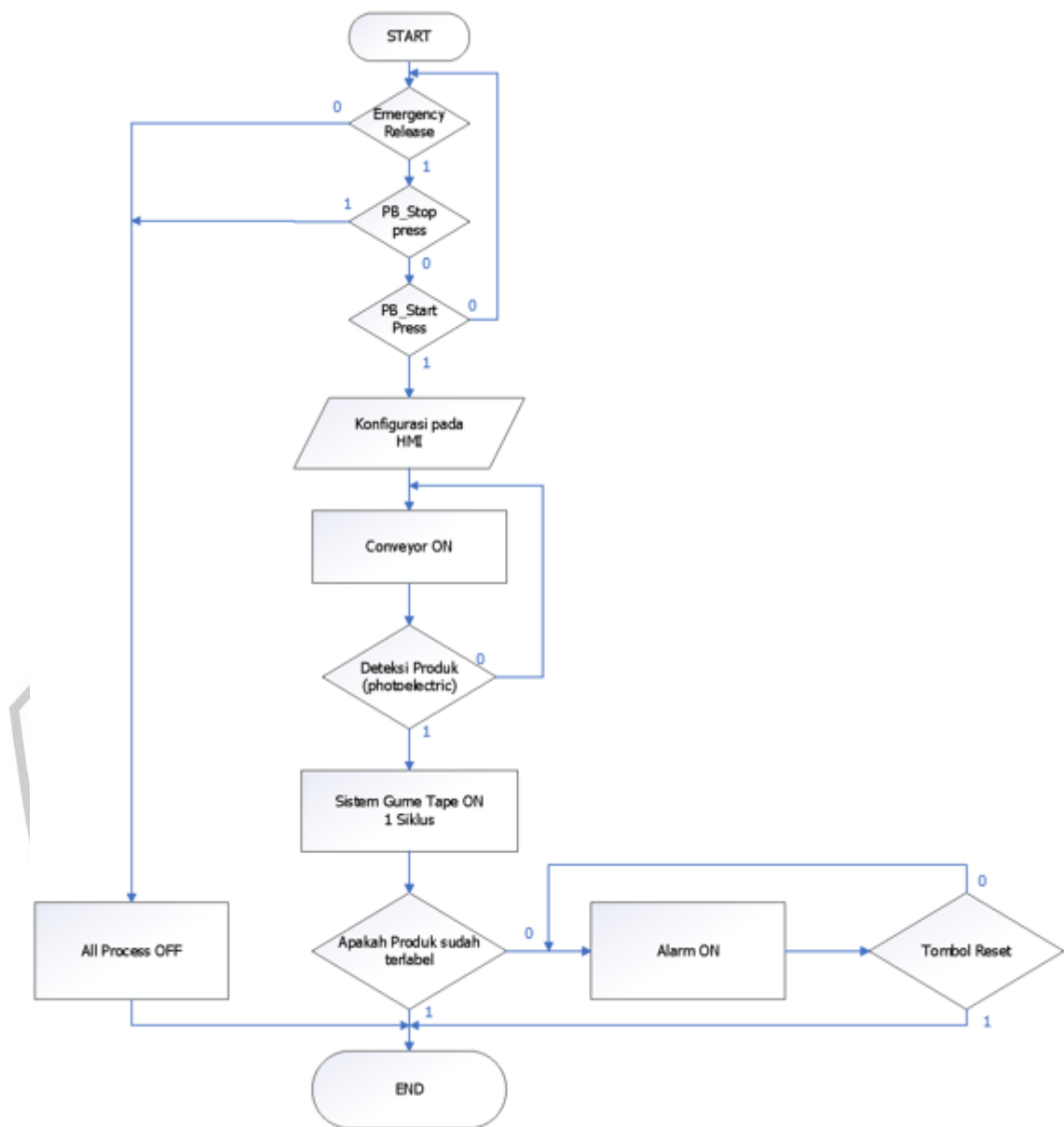
Gambar 3.29 Sistem Keseluruhan

### 3.7 Desain Software

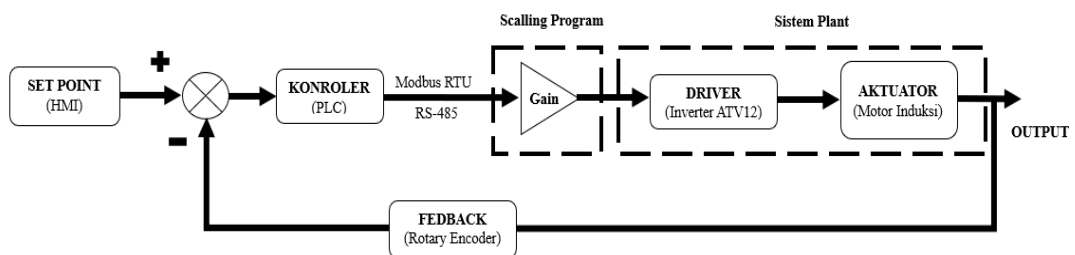
Program yang digunakan dalam otomatisasi mesin label yang akan digunakan adalah aplikasi CX-Programmer sebagai program untuk controller (PLC), dan NB-Designer sebagai program untuk HMI.

Pada subbab ini menjelaskan mengenai *software* yang akan digunakan. Selain *software* yang penting untuk disajikan adalah *flowchart* pemrograman beserta fungsi dan prosedur yang akan digunakan.





Gambar 3.30 Flowchart program sistem



Gambar 3.31 Diagram alur sistem menggunakan PID