

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Berdasarkan penelitian yang dilakukan MELAN SRI HANDANI dkk hasil pengujian menunjukkan bahwa alat pelabel botol otomatis dapat menyelesaikan proses pelabelan dengan waktu rata-rata 20 detik per botol terhitung dari ujung conveyor sampai pada ujung satunya lagi, dengan tingkat keberhasilan pelabelan mencapai 98%[3].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Erwin Komara Mindarta dkk Tujuan utama penelitian ini adalah merancang sistem pelabelan yang lebih cepat, akurat, dan hemat biaya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan mesin dapat mempercepat proses pelabelan hingga 50% dibandingkan metode konvensional, yang pada akhirnya mendukung peningkatan produktivitas serta kapasitas UMKM dalam memenuhi kebutuhan pasar.[5]

Penelitian selanjutnya yang telah dilakukan oleh SITI RAHMAH dkk penerapan ladder diagram pada PLC terbukti memberikan keuntungan dalam proses pengemasan produk telur. Sistem ini mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas waktu, dengan estimasi pengemasan mencapai 3 menit untuk setiap kardus. Selain mempercepat proses, penggunaan PLC juga mempermudah pekerjaan operator dalam kegiatan pengemasan.[6]

Penelitian sebelumnya oleh ARIF SUERSA menunjukkan bahwa hasil uji coba motor stepper pada kecepatan 300 rpm menunjukkan efektivitas terbaik dalam proses pengemasan, dengan waktu rata-rata untuk mengemas setiap produk mencapai 7,84 detik dan total produk maksimum yang dihasilkan sebanyak 36 dalam waktu 5 menit. Sensor Ir Proximity dan Ultrasonic (Plastik) memiliki tingkat akurasi yang tinggi, sekitar 86,7%, sedangkan sensor Ultrasonic (Keripik) memiliki akurasi sekitar 80%. Suhu terbaik untuk sealer dalam menjamin kualitas kemasan keripik adalah 57,9°C; sedangkan suhu yang lebih tinggi, seperti 112,1°C, dapat mengganggu kualitas kemasan secara signifikan. Metode pengemasan semi otomatis jauh lebih efisien dibandingkan dengan metode manual, menghasilkan hampir dua kali lebih banyak produk dalam waktu yang sama.[7]

Penulis melaksanakan penelitian dengan tujuan merancang alat penyetempelan dan pengemasan telur asin berbasis PLC Outseal diharapkan dapat membantu di bidang umkm yaitu efktivitas dan efisiensi.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Telur Asin

Telur asin merupakan hasil dari pengolahan telur itik mentah dengan mencampurkan adonan yang terdiri dari tanah liat merah, garam, dan bahan baku lain yang direndam selama beberapa hari, sehingga menghasilkan telur asin siap konsumsi [8]. Pengolahan telur bebek menjadi telur asin menyebabkan masa simpan lebih panjang, menambah

citarasa, sekaligus mengurangi bau amisnya. Proses pembuatan telur asin dengan metode adonan melalui beberapa tahapan, yaitu penyortiran telur itik mentah, pencucian, pembuatan adonan pemeraman, penambahan garam, pelapisan telur dengan adonan, pemeraman selama beberapa hari, pengupasan adonan, pencucian ulang, perebusan, penirisan, pemberian cap pada telur, dan diakhiri dengan proses pengemasan[9].

2.2.2 Penyetempelan dan Pengemasan

Para ahli memberikan pengertian dalam label produk memiliki isi atau pesan verbal sebagai informasi mengenai produk yang ingin disampaikan sang penjual kepada para konsumennya. Label berfungsi sebagai penunjang identitas sekaligus ciri khas yang melekat pada suatu produk. Selain itu, label yang mengandung makna khusus bagi pelaku usaha diharapkan dapat memberikan nilai positif terhadap produk yang dipasarkan kepada konsumen. Keberadaan label juga memudahkan konsumen dalam menentukan pilihan produk yang akan dibeli serta berperan sebagai penguat bagi keberlangsungan usaha.[10]

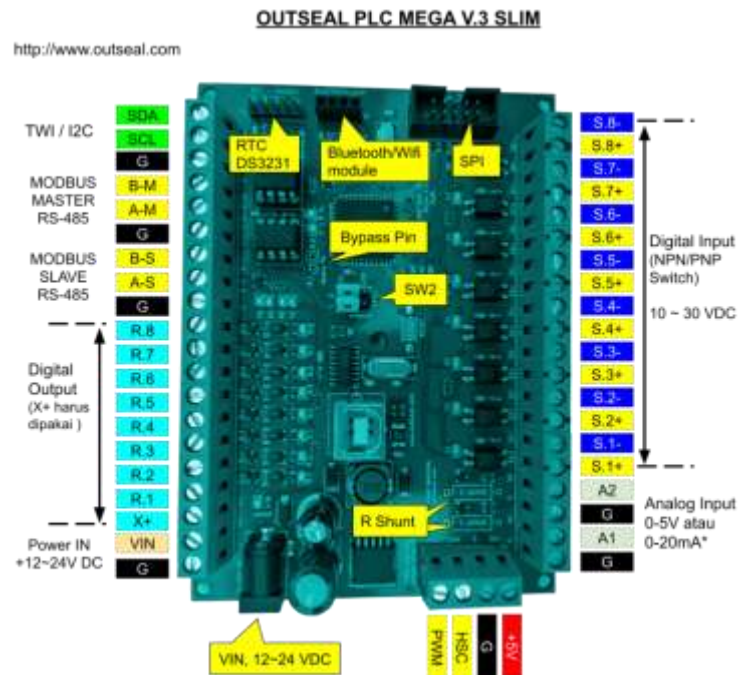
Kemasan adalah salah satu aspek kunci dalam menjual suatu produk. Pada prinsipnya, tujuan utama dari kemasan adalah untuk menampung dan melindungi barang dari berbagai bentuk kerusakan.[11]

Sebagai pelaku UMKM telur asin stempel berguna untuk menamai produk atau sebagai merek. Pada saat ini penyetempelan telur asin masih dilakukan secara manual dengan mengandalkan tenaga manusia,

sehingga pada penelitian ini dibuatnya alat penyetempelan dan pengemasan telur asin otomatis.

2.2.3 Outseal PLC

Outseal PLC merupakan teknologi hasil karya anak bangsa yang berfungsi layaknya PLC pada umumnya dan digunakan dalam perancangan sistem kontrol otomasi industri. Perangkat ini didukung oleh perangkat lunak Outseal Studio, yang juga dikembangkan oleh Outseal. Outseal Studio dijalankan dengan komputer dengan pemrograman visual berbasis ladder diagram. Diagram tersebut berfungsi sebagai rancangan kontrol logika, kemudian dikirim melalui kabel USB dan ditanamkan secara permanen pada perangkat keras Outseal PLC. Setelah proses pemrograman selesai, kabel USB dapat dilepas, dan Outseal PLC mampu menjalankan logika kontrol tersebut secara mandiri tanpa perlu lagi terhubung dengan komputer.[4]



Gambar 2. 1 Pin Out PLC Outseal Mega V3

Rentang tegangan kerja pada Outseal PLC berada pada kisaran 6V hingga 24V, dengan kebutuhan arus minimum sebesar 2A.

Tabel 2. 1 Spesifikasi PLC Outseal Mega V3

No	Spesifikasi	Outseal mega v3	Keterangan
1.	Digital Input	16 pin	S.1, S.2, S.3, S.4, S.5, S.6, S.7, S.8 (sinking) dan S.9, S.10, S.11, S.12, S.13, S.14, S.15, S.16 (sourcing)
2.	Digital Output	16 pin	R.1, R.2, R.3, R.4, R.5, R.6, R.7, R.8, R.9, R.10, R.11, R.12, R.13, R.14, R.15, R.16 dan (+X21)

3.	Analog Input	2 pin	A1 dan A2
4.	High Speed Counter (HSC)	1 pin	~30kHz
5.	Pulse Width Modulation (PWM)	1pin	~10kHz
6.	MODBUS RTU RS485 MASTER	1 pin	AM dan BM
7.	MODBUS RTU RS485 SLAVE	1 pin	AS dan BS
8.	Komunikasi I2C	2 pin	SDA dan SCL
9.	Komunikasi SPI	1 pin	MOSI, MISO, SCK
10.	Konektor Modul	-	Bluetooth, external module HC05/HC06
11.	Konektor Modul	-	WiFi DT06,eksternal
12.	Power supply	VIN dan GND	12–24VDC

2.2.4 Sensor Proximity

Sensor Proximity merupakan perangkat yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tanpa perlu melakukan kontak fisik secara langsung. Sensor ini memiliki karakteristik, yaitu hanya mampu mendeteksi objek pada jarak yang relatif dekat, umumnya berkisar antara 1 mm hingga beberapa sentimeter, tergantung pada jenis dan spesifikasi sensor yang digunakan.[12]



Gambar 2. 2 Sensor Proximity

Tabel 2. 2 spesifikasi sensor proximity

Tegangan	5 VDC
Arus	25mA – 100mA
Tipe	PNP
Pembacaan jarak	3 – 80 cm

2.2.5 Conveyor

Peran utama *conveyor* adalah memindahkan barang dari lokasi asal hingga melalui modul sensor, sehingga barang dapat dialirkan dan disimpan pada penyimpanan yang telah ditetapkan.[13]



Gambar 2. 3 Conveyor

A. Belt Conveyor

Belt conveyor adalah alat yang berbentuk sabuk yang bisa dipakai untuk memindahkan banyak unit dengan kapasitas yang cukup besar. Penggunaan belt Conveyor ini dianggap lebih efektif karena dapat membawa barang dalam jumlah yang banyak sekaligus.[14]



Gambar 2. 4 Belt Conveyor

B. Id Roller

Idler roller adalah komponen pada ban berjalan berbentuk silinder yang umumnya terbuat dari besi cor. Perannya adalah mendukung sabuk conveyor serta material yang diangkut. Idler roller terbagi menjadi dua jenis, yaitu flat roll idler dan troughed roll idler, yang keduanya berfungsi untuk memastikan sabuk conveyor dapat bergerak dengan lancar.[15]



Gambar 2. 5 Id Roller

C. Pillow Block Bearings

Pillow Block digunakan sebagai alas pendukung kerja pada poros dengan bantuan dari bantalan (bearing) yang sesuai dengan ukuran diameter porosnya.[16]



Gambar 2. 6 Pillow Block Bearings

D. Motor Gearbox

Gearbox berperan sebagai perangkat yang memperlambat kecepatan rotasi motor listrik, dengan harapan bisa digunakan untuk mengatur kecepatan serta mengubah daya atau torsi dari motor yang berputar menjadi tenaga yang lebih tinggi.[17]

Tabel 2. 3 spesifikasi motor gearbok

No.	Spesifikasi	keteraangan
1.	Tegangan	12v
2.	Kecepatan	66 rpm
3.	Tanpa beban	35 ma
4.	arus beban	180 ma



Gambar 2. 7 Motor Gearbox

2.2.6 Pneumatic

Pneumatik merupakan sistem yang menggunakan tekanan udara sebagai sumber energi. Dengan kata lain, pneumatik adalah udara yang ditekan oleh kompresor, sehingga dapat menggerakkan peralatan di industri. Tekanan yang dihasilkan tersebut digunakan untuk menggerakkan silinder yang berfungsi mengubah energi dari udara menjadi energi mekanis (gerakan berulang pada silinder). Pada sistem pneumatik, kompresor memulai proses dengan mengaktifkan motor listrik. Setelah itu, udara akan dihisap dan ditekan ke dalam tangki penyimpanan hingga mencapai beberapa bar tekanan. Untuk menyalurkan udara bertekanan tersebut ke sistem pneumatik, digunakan

beberapa komponen pendukung seperti filter, katup penutup, serta pengatur tekanan.[18]

A. Silinder Pneumatik

Silinder pneumatik, yang juga dikenal sebagai silinder udara, adalah perangkat mekanis yang berfungsi dengan cara bergerak maju dan mundur, memanfaatkan tekanan udara untuk penggerakannya. Gaya yang dihasilkan oleh udara bertekanan ini mendorong sebuah piston di dalam silinder, sehingga tiang penghubung (stroke) bergerak menuju area dengan tekanan udara yang lebih rendah. Stroke ini kemudian dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi. Silinder pneumatik sering dipilih untuk sistem kendali karena operasionalnya yang lebih tenang dibandingkan dengan perangkat motor. Selain itu, keunggulan lain dari silinder pneumatik adalah kebutuhan ruang yang lebih kecil untuk menyimpan udara.[19]



Gambar 2. 8 Silinder Pneumatik

B. Solenoid valve

Katup yang dioperasikan dengan energi listrik, dilengkapi dengan kumparan sebagai penggerak yang berfungsi untuk

menggerakkan plungernya. Plunger ini dapat digerakkan oleh arus listrik AC (arus bolak-balik) maupun DC (arus searah)[20]. Solenoid valve dibedakan menjadi dua bagian yaitu solenoid valve single acting dan solenoid valve double acting keduanya mempunyai cara kerja yang sama.

Tabel 2. 4 spesifikasi solenoid valve

Merek	AIRTAC
Tipe	4v210 08, lubang 2/5
voltage	24 VDC
Tekanan kerja	0,8 mpa – 8 bar
Daya	3.0 watt



Gambar 2. 9 Solenoid valve

C. Air Servis Unit

Unit layanan udara juga bertugas mengelola tekanan udara dan memberikan pelumasan pada alat pneumatik. Udara yang berasal dari unit layanan udara diteruskan ke motor pneumatik melalui pengaturan katup yang proporsional.[21]



Gambar 2. 10 Air Servis Unit

D. Selang PU

Selang PU berfungsi untuk menyalurkan udara bertekanan dari satu bagian ke bagian lainnya dalam sistem pneumatik.[22]



Gambar 2. 11 Selang PU

E. Kompresor

Kompresor adalah perangkat atau mesin yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan udara maupun gas dengan cara menekan dan memindahkan fluida gas dari kondisi bertekanan rendah ke kondisi bertekanan lebih tinggi. Umumnya, kompresor mengambil udara dari atmosfer, namun pada kondisi tertentu dapat pula menarik udara atau gas dengan tekanan lebih tinggi dari atmosfer. Dalam hal ini, kompresor berfungsi sebagai penguat (booster).[23]



Gambar 2. 12 Kompresor

F. Fiiting atau Konektor

Konektor itu sendiri berfungsi untuk menyambung atau menjepit selang agar tersambung erat dengan selang yang digunakan.



Gambar 2. 13 Fiiting atau Konektor

2.2.7 Power Supply

Power supply adalah perangkat yang menerima arus bolak-balik (AC) dari sumber listrik PLN dan mengubahnya menjadi arus searah (DC) dengan tegangan yang sesuai untuk kebutuhan sistem.[24]

Tabel 2. 5 spesifikasi power supply

Tegangan input	110 – 240 VAC
Tegangan output	12 VDC
Arus output	10 ampere



Gambar 2. 14 Power Supply

2.2.8 Relay

Relay adalah saklar listrik yang bekerja berdasarkan prinsip elektromekanik, terdiri dari dua elemen pokok, yakni elektromagnet sebagai penggerak dan kontak saklar sebagai komponen mekanis yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutus arus listrik.[25]



Gambar 2. 15 relay

Relay sering digunakan dalam bentuk modul relay yang lebih praktis dan siap pakai untuk penerapannya dalam sistem otomatisasi. Modul relay dirancang untuk terhubung dengan mikrokontroler atau PLC dan memiliki antarmuka input yang sesuai untuk menerima sinyal kendali tegangan rendah.



Gambar 2. 16 modul relay

Tabel 2. 6 spesifikasi modul relay

Spesifikasi	Keterangan
Power	12 VDC
Trigger current	5 mA
Input	IN1-IN4
Output	NO1-N4 COM1-COM4 NC1-NC4

2.2.9 Outseal Studio

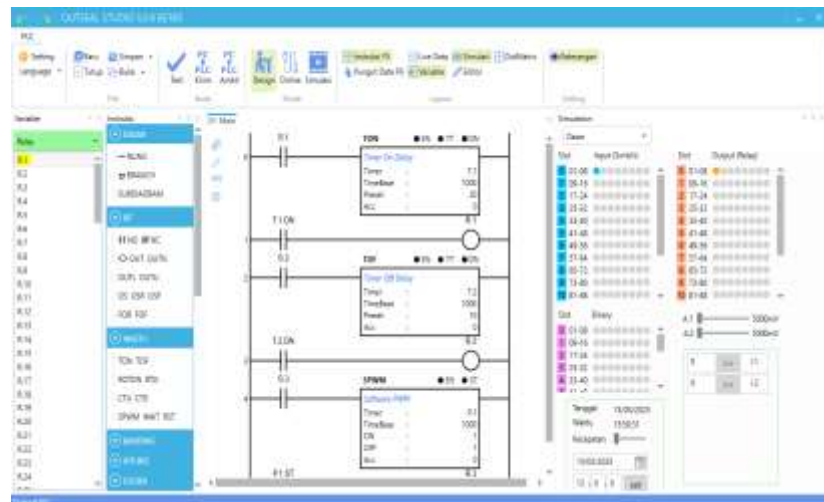
Outseal Studio merupakan perangkat lunak berbasis Windows yang digunakan untuk membuat rancangan sistem kontrol. Pemrograman dilakukan dengan basis ladder diagram, serupa dengan metode pemrograman yang umum digunakan pada PLC.[26]



Gambar 2. 17 Outseal Studio

2.2.10 Diagram Tangga

Salah satu jenis bahasa pemrograman yang memiliki sifat acak dapat menjalankan instruksi berikutnya sebelum menyelesaikan yang sebelumnya. Diagram tangga atau *ladder diagram* merupakan skema diagram yang dipakai untuk memprogram sistem otomatis, terutama pada PLC (*Programmable Logic Controller*) dalam sektor industri. Disebut "tangga" karena tampilannya mirip tangga, dengan dua garis vertikal di sisi kiri dan kanan, serta beberapa garis horizontal di tengah yang menyerupai anak tangga.



Gambar 2. 18 Diagram Tangga

Notasi variabel dalam diagram tangga PLC adalah kode atau lambang yang digunakan untuk merepresentasikan elemen logika seperti input, output, memori, timer, counter, dan komponen lainnya dalam program PLC (*Programmable Logic Controller*). Notasi variabel pada plc outseal bisa dilihat pada tabel 2.6 berikut

Tabel 2. 7 Notasi Variabel

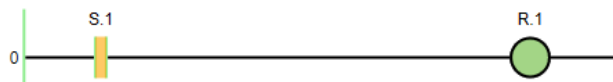
Notasi	Keterangan
S	Simbol untuk switch
R	Simbol untuk relay
T	Simbol untuk timer
C	Simbol untuk counter
B	Simbol untuk Binary
P	Simbol untuk PWM
D	Simbol untuk waktu

A. *Switch Normally Open (NO)*

Switch NO atau saklar *Normally Open* adalah komponen input yang dalam kondisi normal (tidak diaktifkan) tidak menghubungkan rangkaian listrik. Saat saklar NO tidak aktif, terminal input PLC akan membaca sinyal logika "0" (OFF), dan berubah menjadi "1" (ON) begitu saklar diaktifkan.



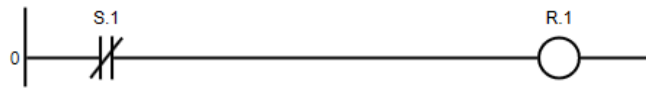
Gambar 2. 19 NO saat tidak berjalan



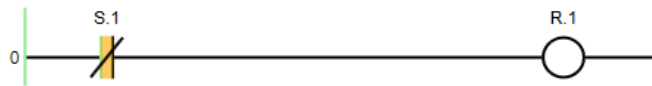
Gambar 2. 20 NO saat berjalan logika "true"

B. *Switch Normally Close (NC)*

Saat saklar *normally close* (NC) tidak diaktifkan, arus mengalir dari sumber positif melalui saklar ke input PLC, sehingga PLC membaca sinyal "1". Saat saklar diaktifkan (terbuka), aliran arus terputus, dan input PLC beralih ke "0". Berbanding trbalik dengan switch *normally open*.



Gambar 2. 21 NC saat tidak berjalan



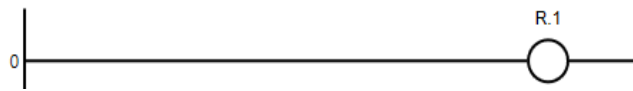
Gambar 2. 22 NC saat berjalan logika "false"



Gambar 2. 23 NC saat berjalan logika "true"

C. Output (R)

Instruksi ini memiliki fungsi untuk menuliskan nilai logika, yaitu true atau false, ke dalam bit tujuan yang merupakan variabel dengan notasi R atau B. Penulisan nilai logika ini ditentukan oleh kondisi jalur masuk. Jika jalur masuk dalam keadaan berenergi (aktif), maka nilai true akan dituliskan ke bit tujuan. Sebaliknya, jika jalur masuk tidak berenergi (nonaktif), maka nilai false yang akan dituliskan. Penting untuk dipahami bahwa kondisi pada jalur keluar akan selalu mengikuti kondisi jalur masuk, dan bukan mengikuti nilai logika yang ditulis ke bit tujuan tersebut.



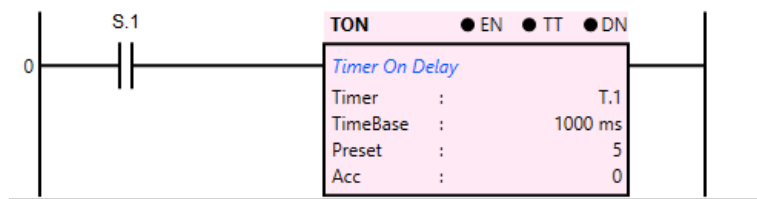
Gambar 2. 24 relay saat tidak berjalan



Gambar 2. 25 relay saat berjalan

D. Timer ON Delay (TON)

Instruksi TON (Timer On Delay) berfungsi sebagai pengatur waktu yang memberikan jeda atau penundaan terhadap perubahan status logika dari false menjadi true, dengan lama waktu tunda yang dapat ditentukan oleh pengguna.



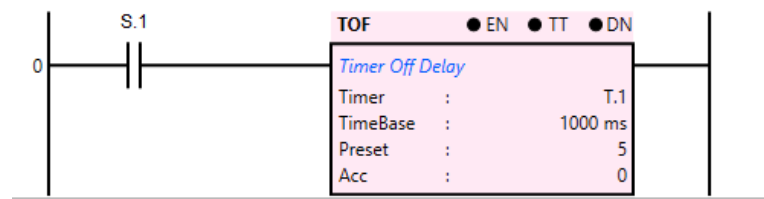
Gambar 2. 26 intruksi timer on delay

Lama keterlambatan dapat diatur dengan menentukan nilai interval dan preset. Interval adalah satuan waktu dasar yang digunakan sebagai acuan, sedangkan preset adalah jumlah berapa kali satuan waktu tersebut akan dihitung. Misalnya, jika ingin menghasilkan keterlambatan selama 5 detik, kita bisa menggunakan interval 1 detik dan

preset 5, yang artinya 1 detik dihitung sebanyak 5 kali. Alternatif lainnya, bisa juga digunakan interval yang lebih kecil seperti 10 milidetik dengan preset 500, sehingga 10 milidetik dikalikan 500 menghasilkan total keterlambatan 5 detik.

E. Timer Off Delay (TOF)

Instruksi TOF (Timer Off Delay) berfungsi sebagai pengatur waktu yang memberikan jeda atau penundaan terhadap perubahan status logika dari false menjadi true, dengan lama waktu tunda yang dapat ditentukan oleh pengguna. Instruksi TOF kebalikan dari TON. Berikut ini adalah gambar dari simbol TOF.

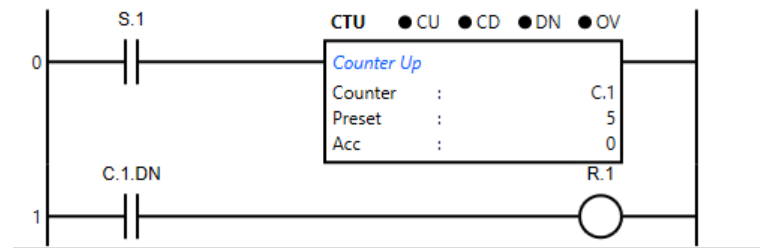


Gambar 2. 27 intruksi timer off delay

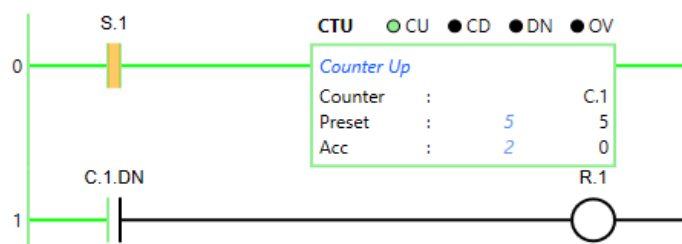
F. Counter UP (CTU)

CTU merupakan instruksi yang digunakan untuk melakukan pencacahan atau perhitungan pulsa. Instruksi ini bekerja dengan cara menghitung secara naik (increment), yaitu nilai hitungannya akan bertambah setiap kali terjadi perubahan status jalur masuk dari tidak berenergi menjadi

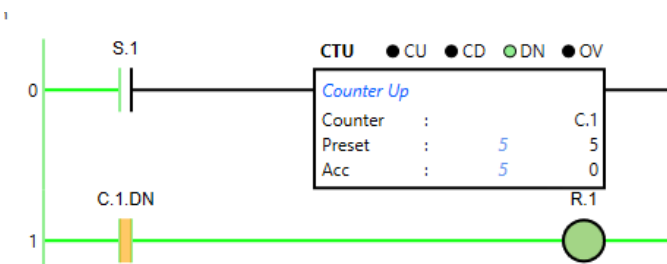
berenergi.



Gambar 2. 28 CTU saat tidak berjalan



Gambar 2. 29 CTU saat berjalan



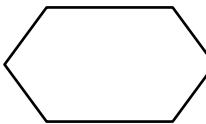
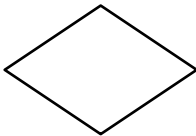
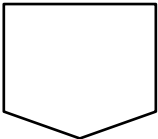
Gambar 2. 30 CTU saat berjalan

2.2.11 Flowchart

Diagram alir, atau *flowchart*, merupakan metode sederhana untuk memvisualisasikan tahapan dalam mengatasi suatu permasalahan. Biasanya dibuat secara sederhana, ringkas, dan logis agar mudah dipahami. Dalam *flowchart*, digunakan simbol-simbol tertentu yang mewakili tiap proses atau kegiatan yang dilakukan. Berikut ini adalah tabel yang berisi simbol-simbol

flowchart yang sering dipakai, lengkap dengan arti dari masing-masing simbolnya.

Tabel 2. 8 simbol-simbol flowchart

Simbol	Keterangan
	Terminator/Terminal Untuk menentukan kondisi awal dan akhir suatu <i>Flowchart</i> program.
	Preparation/Persiapan Untuk mengenali <i>variable-variable</i> yang akan digunakan dalam program.
	Input Ouput / Masukan Keluaran Simbol yang digunakan untuk memasukkan dan menampilkan nilai dari suatu <i>variable</i> .
	Process / Proses Digunakan untuk memberikan nilai tertentu pada suatu variabel, baik berupa rumus, hasil perhitungan counter, maupun penetapan nilai langsung.
	Decision / Simbol Keputusan Digunakan untuk menentukan kondisi (ya/tidak), dengan ciri khas memiliki setidaknya dua jalur keluaran.
	Connector / Konektor Digunakan untuk menghubungkan simbol dalam flowchart agar aliran program lebih sederhana dan jelas.
	Arrow / Arus Untuk menentukan aliran sebuah <i>Flowchart</i> program.