

BAB III

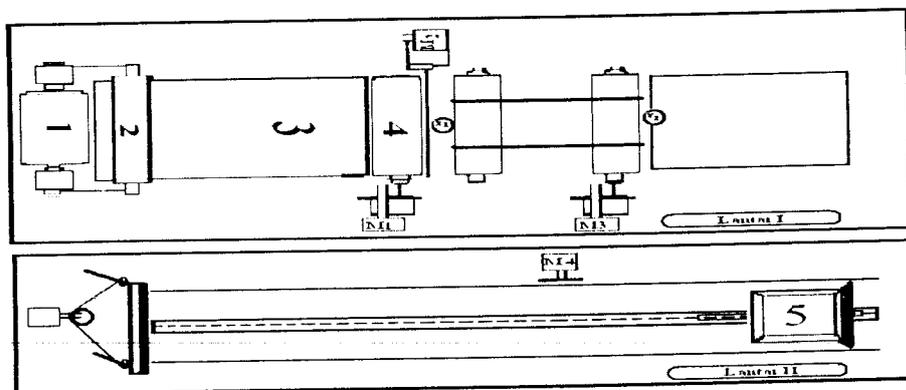
PERANCANGAN SISTEM

3.1 Gambaran Umum Sistem

Hardware yang dibangun merupakan mekanisme perancangan sistem kendali pemotongan kertas pada industri rumah tangga, dimana dengan memanfaatkan media *conveyor* sebagai alat transportasi perpindahan pada kertas tersebut. *Conveyor* digunakan sebagai alat transportasi untuk memindahkan tumpukan kertas hasil pemotongan yang dijatuhkan dari *conveyor* secara melayang.

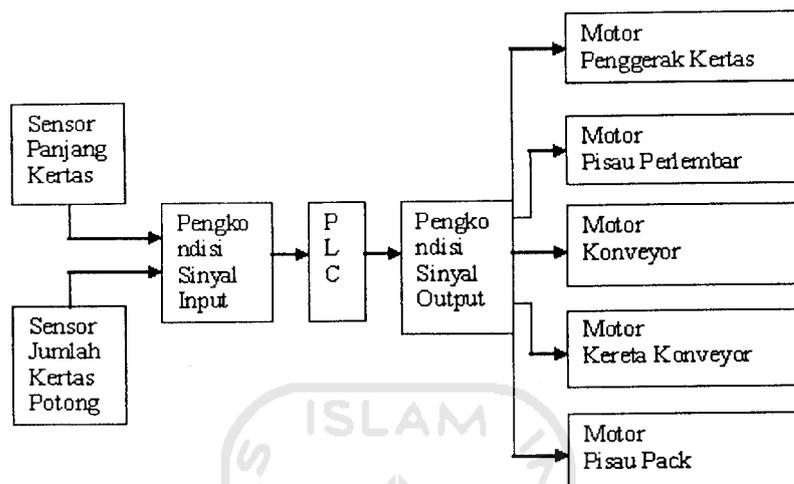
Secara keseluruhan sistem dibagi menjadi beberapa bagian, antara lain:

1. Pemotongan kertas rol menjadi potongan kertas dengan ukuran panjang tertentu.
2. Penggeseran hasil pemotongan kertas per-lembar.
3. Pemindahan tumpukan kertas yang tersusun dari hasil pemotongan per-lembar.
4. Pemotongan secara per-pack.



Gambar 3.1 Konstruksi *hardware* secara umum.

Pengendalian seluruh sistem dikendalikan dengan menggunakan PLC. Konstruksi alat pemotongan kertas dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.2 Blok diagram pengendalian sistem.

Sistem kendali pemotongan kertas ditunjukkan pada Gambar 3.2. PLC menerima masukan dari output sensor dan output saklar. Masukan diolah oleh CPU menghasilkan keluaran yang dapat menggerakkan mekanisme *output device*.

3.2 Perancangan Perangkat Keras

Dalam perancangan mekanis ini akan sangat mempengaruhi dari proses sistem yang akan dibuat, misalnya dari segi bentuk dan ukuran *hardware* yang dibuat akan mempengaruhi titik letak sensor, *switch*, fungsi dan kinerja motor. Perancangan mekanis ini terdapat beberapa proses sistem yang ada.

3.2.1 Sistem pemotongan perlembar

Proses pemotongan perlembar dimulai dari kertas yang masih dalam bentuk gulungan atau rol. Rancangan kertas gulungan tersebut akan digerakkan secara lembaran oleh roda karet dengan cara kertas tersebut diapit dua buah roda

dalam posisi roda atas dan roda di bawah. Roda tersebut dihubungkan ke sebuah pipa yang terbuat dari bahan stainless yang dipasangkan tepat ditengah-tengah roda karet dan digerakkan oleh motor DC.

Roda karet dapat bergerak dari motor dengan menggunakan roda gigi tambahan, untuk menghemat tahanan lamanya motor DC digunakan roda gigi yang berfungsi untuk menyambung antara roda gigi di motor DC itu sendiri dengan roda gigi di as. Dalam hal ini jumlah roda gigi yang digunakan adalah 16 dan 32.

3.2.2 Sistem pemindahan kertas per-lembar

Sistem pemindahan kertas per-lembar disebut sistem *conveyor*. Sistem *conveyor* berfungsi untuk memindahkan kertas dari satu tempat ke tempat lain secara per-lembar. *Conveyor* dalam rangkaian rekayasa sistem pemotongan kertas pada industri rumah tangga digunakan untuk memindahkan kertas yang sudah dipotong dari tempat proses pemotongan ke tempat penumpukan kertas. *Conveyor* akan bekerja jika terdapat kertas yang ada diatas *conveyor* dan dengan otomatis akan berjalan. *Conveyor* digerakkan oleh motor DC yang dikendalikan oleh PLC.

3.2.3 Sistem pemindahan kertas lebih dari satu

Sistem pemindahan kertas lebih dari satu sama seperti sistem pemindahan kertas per-lembar dalam perpindahan kertas potongan. Sistem ini akan berfungsi jika terdapat kertas hasil potongan yang dijatuhkan secara melayang dari sistem pemindahan kertas per-lembar dengan jumlah kertas potongan yang diinginkan.

3.2.4 Sistem pemotongan per - pack

Sistem pemotongan per-pack dalam proses pemotongan kertas akan bekerja ketika *Limit Switch* posisi 3 ditekan (*Close*) oleh sistem pemindahan

kertas lebih dari satu. Mekanisme proses kerja pisau menggunakan dua buah gir dan rantai yang digerakkan oleh motor DC. Sistem ini adalah proses terakhir dari rekayasa sistem kendali pemotongan kertas.

3.2.5 Motor DC *Shunt* 12V

Rangkaian ini dibangun dengan komponen utama berupa motor DC. Keluaran PLC akan membuat relai aktif, keluaran relai dihubungkan ke motor.



Gambar 3.3 Motor DC *Shunt* 12V.

Motor listrik yang digunakan adalah motor DC *Shunt* 12 Volt yang jumlahnya ada lima buah, yang masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda, diantaranya:

- a. Motor pertama berputar kekanan berfungsi untuk menggerakkan kertas.
- b Motor kedua berputar kekiri untuk menaikkan dan menurunkan pisau secara vertikal yang berfungsi untuk memotong kertas perlembar.
- c Motor ketiga berputar kekanan untuk menggerakkan belt, berfungsi untuk menggerakkan kertas yang sudah terpotong untuk dibawa ke *conveyor* dengan cara dijatuhkan secara melayang.
- d Motor keempat berputar kekiri berfungsi untuk menggerakkan *conveyor* pemindahan kertas hasil pemotongan perlembar yang dijatuhkan secara melayang.
- e Motor kelima berputar kekiri berfungsi untuk menggerakkan pisau dengan perantara rantai (rantai mesin sepeda motor).

3.2.6 *Limit Switch*

Pada perancangan ini menggunakan lima buah *Limit Switch* sebagai input NO untuk memberi masukan ke PLC, kelima *Limit Switch* tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Limit Switch 1 Close* ditekan oleh pisau yang berfungsi mendeteksi gerakan pisau untuk mencapai maksimal. Gerakan pisau tersebut akan memberikan sinyal input ke PLC. Sinyal output PLC akan mengendalikan motor 1 yang berputar menggerakkan kertas, berfungsi untuk menarik kertas rol agar bergerak maju.
2. *Limit Switch 2 Close* ditekan oleh *conveyor*, secara tidak langsung *conveyor* tersebut mengaktifkan motor 5 berputar untuk kembali ke posisi awal dan *Limit Switch 2* juga sebagai pembatas maksimal pada *conveyor* untuk berhenti.
3. *Limit Switch 3 Close* berfungsi untuk mengendalikan motor 4 agar berputar kekanan dan menggerakkan pisau *pack* untuk memotong batas maksimal *conveyor* pemindahan kertas tumpukan.
4. *Limit Switch 4 Open* mempunyai 2 fungsi sebagai batas maksimal motor 5 untuk berhenti berputar dari selesai pemotongan kertas dan mengendalikan motor 4 untuk berputar kekanan menggerakkan *conveyor* pengangkut kertas tumpukan.
5. *Limit Switch 5 Close* digunakan sebagai batas maksimal pisau *pack* berhenti.

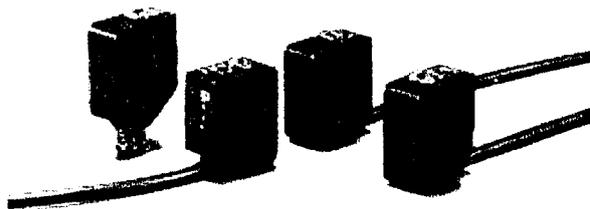
3.2.7 Catu Daya

Catu Daya yang digunakan pada peralatan masukan dan peralatan keluaran yaitu tegangan DC 13.5 V, dan tegangan DC 24 V dari PLC. Tegangan DC 4.18 V dalam perancangan sistem kendali pemotongan kertas difungsikan untuk mencatu daya motor menggerakkan kertas.

Tegangan 7.09 V dengan arus 22.5 A difungsikan untuk mencatu daya motor penggerak pisau perlembar dan pisau per-*pak*, serta untuk mensuplai motor menggerakkan *conveyor*.

3.2.8 Sensor Photoelectric Switch

Dalam perancangan rekayasa sistem pemotongan kertas, untuk mendeteksi adanya kertas dengan menggunakan sebuah sensor (*Sensor Pack*) dengan seri E3Z. Sensor mempunyai kelebihan dalam kepekaan pendeteksi yang sangat signifikan serta dapat diukur jarak deteksi sesuai kebutuhan. Sensor dapat aktif dengan Catu Daya 12 V sampai 24 V. Sensor dapat memberi input pada PLC dengan nilai 1 / 0 (kondisi *close / open*). Bentuk *Sensor Photoelectric* dapat dilihat pada Gambar 3.4.



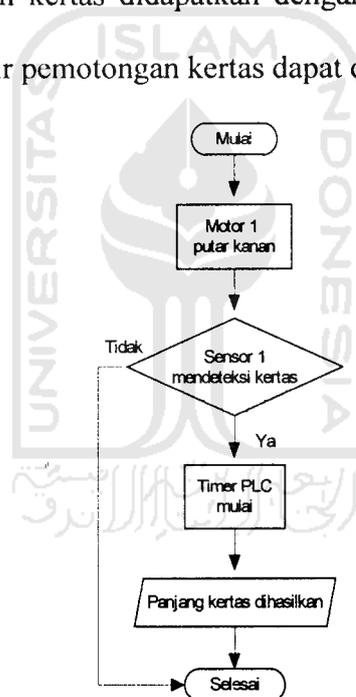
Gambar 3.4 Bentuk *sensor Photoelectric Switch*.

3.3 Diagram alir sistem

Pengendalian keseluruhan sistem merupakan kendali yang berurutan, dimana setiap keadaan mempengaruhi keadaan yang lain. Urutan pengendalian sistem dapat digambarkan dengan diagram alir secara per-blok dan secara keseluruhan.

3.3.1 Diagram alir sistem pemotongan untuk panjang kertas

Gambar 3.5 dijelaskan proses pemotongan kertas dengan ukuran panjang yang diinginkan. Ukuran kertas didapatkan dengan memberikan masukan pada *Timer* PLC. Diagram alir pemotongan kertas dapat dilihat pada Gambar 3.5.

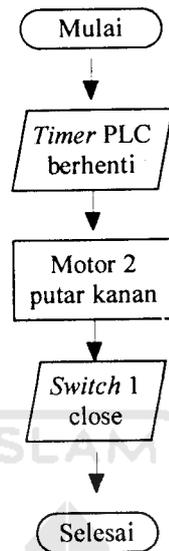


Gambar 3.5 Diagram alir pemotongan untuk panjang kertas.

3.3.2 Diagram alir sistem pada pisau

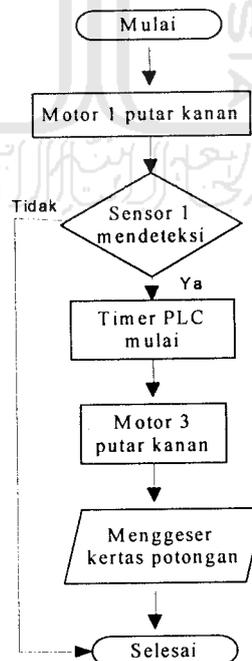
Sistem pisau bekerja seperti pada Gambar 3.6, pisau digerakkan oleh motor 2. Motor 2 berjalan ketika motor 1 selesai menggerakkan kertas dengan *Timer* yang diberikan. Setelah *Timer* berhenti mencacah motor 1 berhenti dan motor 2 menggerakkan pisau. Motor 2 berhenti setelah pisau menyentuh *Limit*

Switch dan proses akan kembali seperti awal. Diagram alir sistem pada pisau memotong kertas dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Diagram alir sistem pada pisau.

3.3.3 Diagram alir sistem pada *conveyor* penggeser kertas

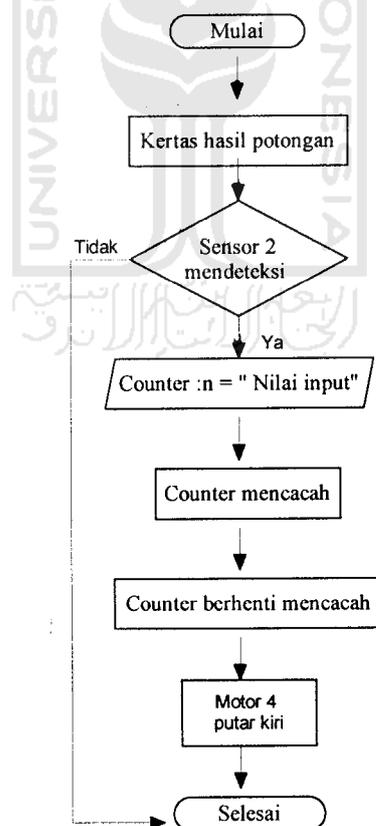


Gambar 3.7 Diagram alir sistem *conveyor* penggeser kertas.

Sistem kerja *conveyor* dikendalikan oleh sensor yang mendeteksi kertas. Keluaran sensor memberi masukan ke PLC kemudian keluaran dari PLC memberi perintah motor 3 putar kanan dan menggerakkan *conveyor* penggeser kertas. Diagram alir pada sistem *conveyor* penggeser kertas dapat dilihat pada Gambar 3.7.

3.3.4 Diagram alir sistem *conveyor* pengangkut kertas

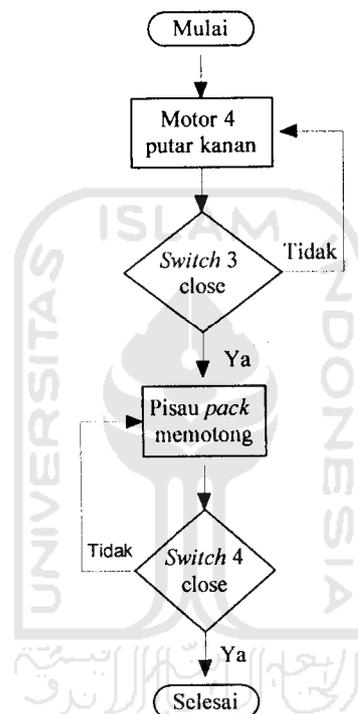
Gambar 3.8 ditunjukkan bahwa pencacah digunakan sebagai pengendalian *conveyor* untuk mengangkut kertas tumpukan hasil potongan. Counter akan memberi input pada motor 4 untuk jalan jika counter tersebut selesai mencacah. Diagram alir sistem *conveyor* pengangkut kertas dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Diagram alir sistem *conveyor* pengangkut kertas.

3.3.5 Diagram alir sistem pisau *pack*

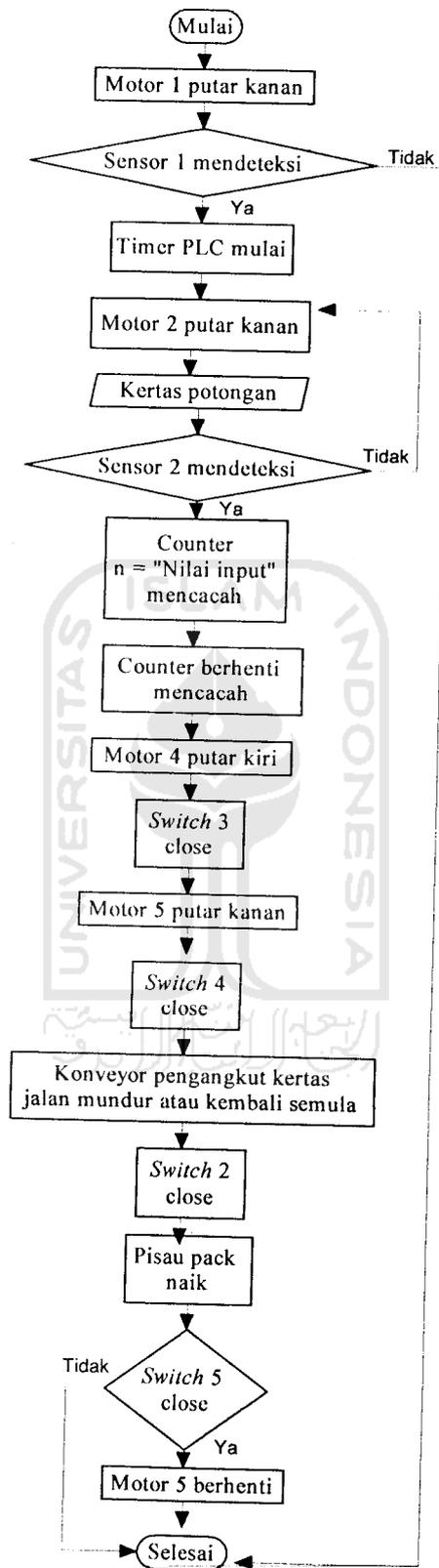
Kerja pisau diperlihatkan pada Gambar 3.9, pisau akan memotong jika *conveyor* mengangkut kertas hasil potongan hingga menekan *Limit Switch*. Saat *Limit Switch* tertekan pisau akan memotong kertas. Diagram alir sistem pisau *pack* dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Diagram alir sistem pisau *pack*.

3.3.6 Diagram alir secara keseluruhan

Sistem pengendalian secara keseluruhan merupakan kendali berurutan dan setiap keadaan dipengaruhi keadaan yang lain. Dalam pengendaliannya *Limit Switch* berfungsi sebagai saklar. Diagram alir secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Diagram alir secara keseluruhan

3.4 Diagram *Ladder* Sistem

Alamat PLC untuk sistem utama dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Alamat PLC untuk sistem utama

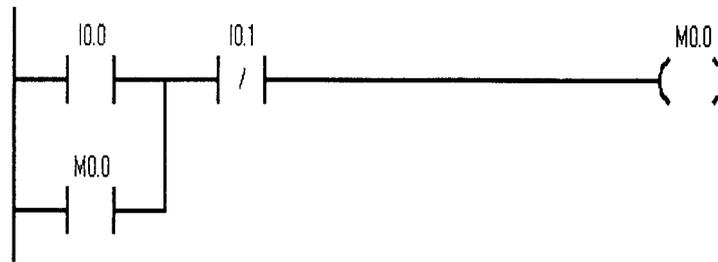
Alamat	Modul I/O	Fungsi
I 0.0	Input	<i>Start</i>
I 0.1	Input	<i>Stop</i>
I 0.2	Input	Sensor pendeteksi kertas posisi 1

Langkah pertama dalam pembuatan diagram *ladder* PLC adalah menentukan alamat masukan dan keluaran.

Tabel 3.2 Alamat PLC yang digunakan

Alamat	Modul I/O	Fungsi
I 0.2	Input	Sensor pendeteksi
I 0.0	Input	Tombol <i>start</i>
I 0.3	Input	<i>Limit Switch</i> posisi 1
M0.0	Output	Sistem
Q 0.1	Output	Penggerak motor 1
Q 0.2	Output	Penggerak motor 2
I 0.4	Input	Sensor pendeteksi
Q 0.3	Output	Penggerak motor 3
I 0.5	Input	<i>Limit Switch</i> posisi 3
Q 0.4	Output	Pengerak motor 4
I 0.6	Input	<i>Limit Switch</i> posisi 4
Q 0.5	Output	Penggrak motor 5
Q 0.6	Output	Penggerak motor 6 "
I 1.1	Input	<i>Limith Switch</i>
Q 0.7	Output	Pengerak motor7

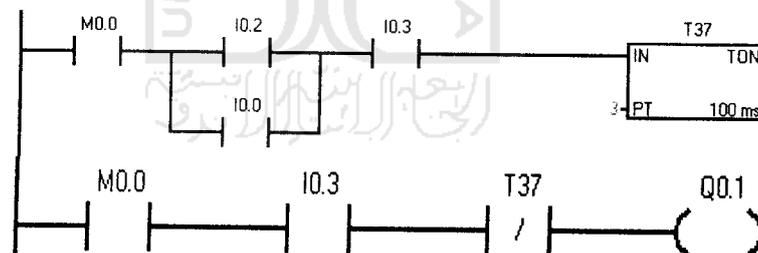
3.4.1 Diagram ladder untuk *start* dan *stop* sistem



Gambar 3.11 Diagram *ladder* untuk *start* dan *stop* sistem

Diagram ladder untuk *start* dan *stop* sistem dapat dilihat pada Gambar 3.11. Pembuatan *ladder* untuk *start* dan *stop* berfungsi untuk memastikan agar sistem pasti pada kondisi *ON* saat tombol *start* ditekan dan pada kondisi *OFF* saat tombol *stop* ditekan. M0.0 merupakan alamat internal *relai* yang digunakan sebagai keluaran yang tidak berhubungan langsung dengan modul keluaran. Keluaran M0.0 digunakan pada awal pembuatan diagram *ladder*.

3.4.2 Diagram *ladder* untuk ukuran panjang kertas

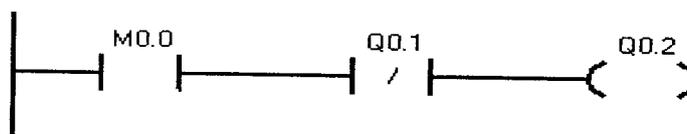


Gambar 3.12 Diagram *ladder* untuk panjang kertas

Gambar 3.12 dijelaskan pada saat tombol *start* I0.0 ditekan maka *Timer* akan aktif sehingga motor 1 akan berputar. Lamanya putaran motor 1 digunakan untuk menentukan panjang kertas. Diagram *ladder* untuk panjang kertas dapat dilihat pada Gambar 3.12.

3.4.3 Diagram *ladder* untuk pisau

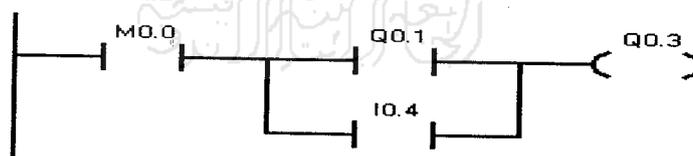
Diagram *ladder* untuk pisau memotong dapat dilihat pada Gambar 3.13. Sistem kerja pisau potong bekerja berlawanan dengan fungsi kerja motor 1. Motor 2 akan berputar ketika motor 1 berhenti setelah menggerakkan kertas.



Gambar 3.13 Diagram *ladder* untuk pisau potong

3.4.4 Diagram *ladder* pada *conveyor* penggeser kertas

Sistem *conveyor* merupakan pengkondisi keadaan, dimana *conveyor* akan dalam keadaan 1 (jalan) jika dilewati kertas potong. Proses *conveyor* akan terjadi jika ada kertas potongan yang masih diatas *conveyor*. Proses jalannya *conveyor* ini menggunakan sensor keadaan dan sensor akan memberi masukan pada PLC, sehingga keluaran yang terhubung pada katub akan aktif dan menggerakkan motor 3. Diagram *ladder* untuk *conveyor* jalan dapat dilihat pada Gambar 3.14.

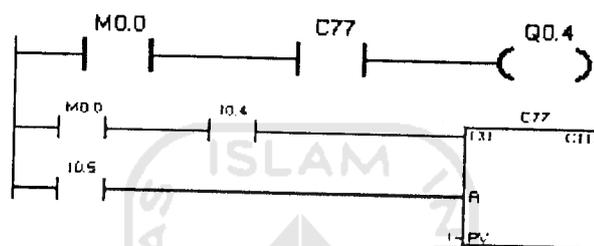


Gambar 3.14 Diagram *ladder* untuk *conveyor* jalan.

3.4.5 Diagram *ladder* pada *conveyor* pengangkut kertas

Sistem *conveyor* merupakan pengkondisi keadaan, dimana *conveyor* akan dalam keadaan 1 (jalan) jika dilewati kertas potongan. Proses *conveyor* akan terjadi jika ada kertas potongan yang masih diatas *conveyor*. Proses jalannya *conveyor* ini menggunakan sensor keadaan dan sensor akan memberi masukan pada PLC, sehingga keluaran yang terhubung pada katub akan aktif dan

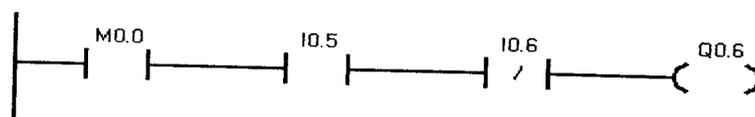
menggerakkan motor 3. *Conveyor* pengangkut kertas berjalan setelah counter mencacah dan memberi perintah pada motor 4 untuk jalan. Counter akan mencacah kembali pada keadaan semula jika counter tersebut ter-reset. *Limit Switch* 3 mempunyai fungsi untuk mereset counter agar keadaan menjadi semula atau nol. Counter yang digunakan adalah jenis counter “CTU”. Counter CTU adalah Counter mencacah dengan cara menjumlahkan.



Gambar 3.15 Diagram *ladder* untuk *conveyor* pengangkut kertas jalan maju

3.4.6 Diagram *ladder* pada pisau *pack*

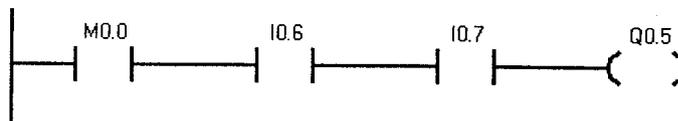
Proses sistem kerja pisau *pack* akan diperintah jalan jika mendapat masukan. *Limit Switch* 3 merupakan salah satu keadaan yang dapat memberikan masukan 1 motor 5 jalan.



Gambar 3.16 Diagram *ladder* untuk pisau *pack* memotong

Proses sistem kerja pisau *pack* akan diperintah jalan jika mendapat masukan. *Limit Switch* 3 merupakan salah satu keadaan yang dapat memberikan masukan 1 motor 5 jalan. Diagram *ladder* untuk pisau *pack* memotong dapat dilihat pada Gambar 3.16.

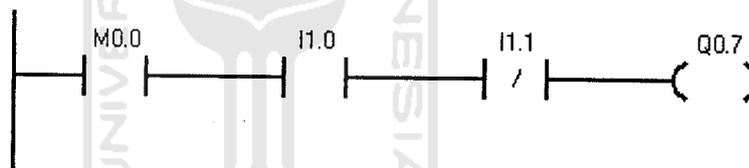
3.4.7 Diagram *ladder conveyor* pengangkut kertas jalan mundur



Gambar 3.17 Diagram *ladder conveyor* pengangkut kertas jalan mundur

Setelah proses sebelumnya pada saat posisi memotong atau pisau turun, maka pisau berada pada batas minimum. Proses selanjutnya *Limit Switch* 4 berfungsi untuk batas potong minimum. *Limit Switch* mempunyai fungsi sebagai pen-saklar pada keadaan 1, yang artinya *Limit Switch* tersebut tidak sengaja memberi perintah pada *conveyor* pengangkut kertas untuk jalan. Diagram ladder *conveyor* pengangkut kertas jalan mundur dapat dilihat pada Gambar3.17.

3.4.8 Diagram *ladder* pada pisau *pack* naik



Gambar 3.18 Diagram *ladder* pada pisau *pack* naik

Diagram ladder diatas merupakan diagram ladder terakhir dari proses pemotongan. Setelah proses berakhir maka akan kembali posisi semula. *Limit Switch* 2 ditekan bersamaan dengan kembalinya *conveyor* pengangkut kertas pada posisi semula. *Limit Switch* 2 sebagai pembatas maksimal pada *conveyor* pengangkut kertas untuk memberi masukan input 0 (putus) pada PLC, dengan cara *Limit Switch* 2 ditekan. Pisau 2 juga mempunyai batas maksimal, batas tersebut berfungsi pada saat pisau *pack* kembali ke posisi awal. Batas yang digunakan adalah *Limit Switch* posisi 5 dengan cara ditekan. Diagram ladder pada pisau *pack* naik dapat dilihat pada Gambar 3.18.