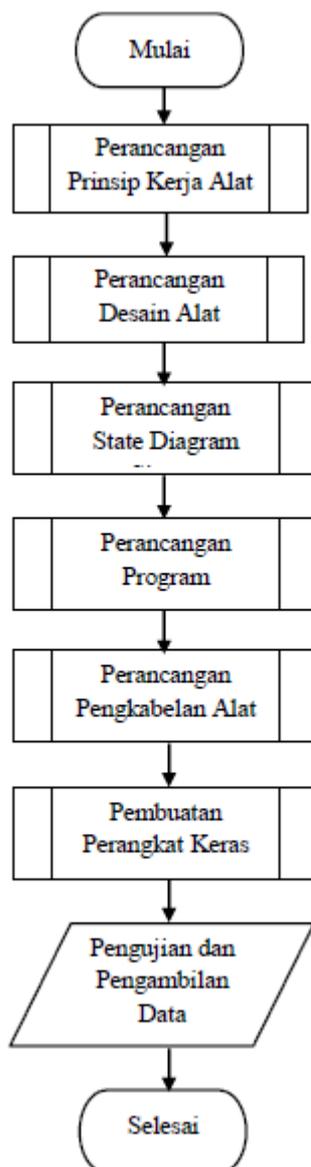


BAB III METODE PENELITIAN

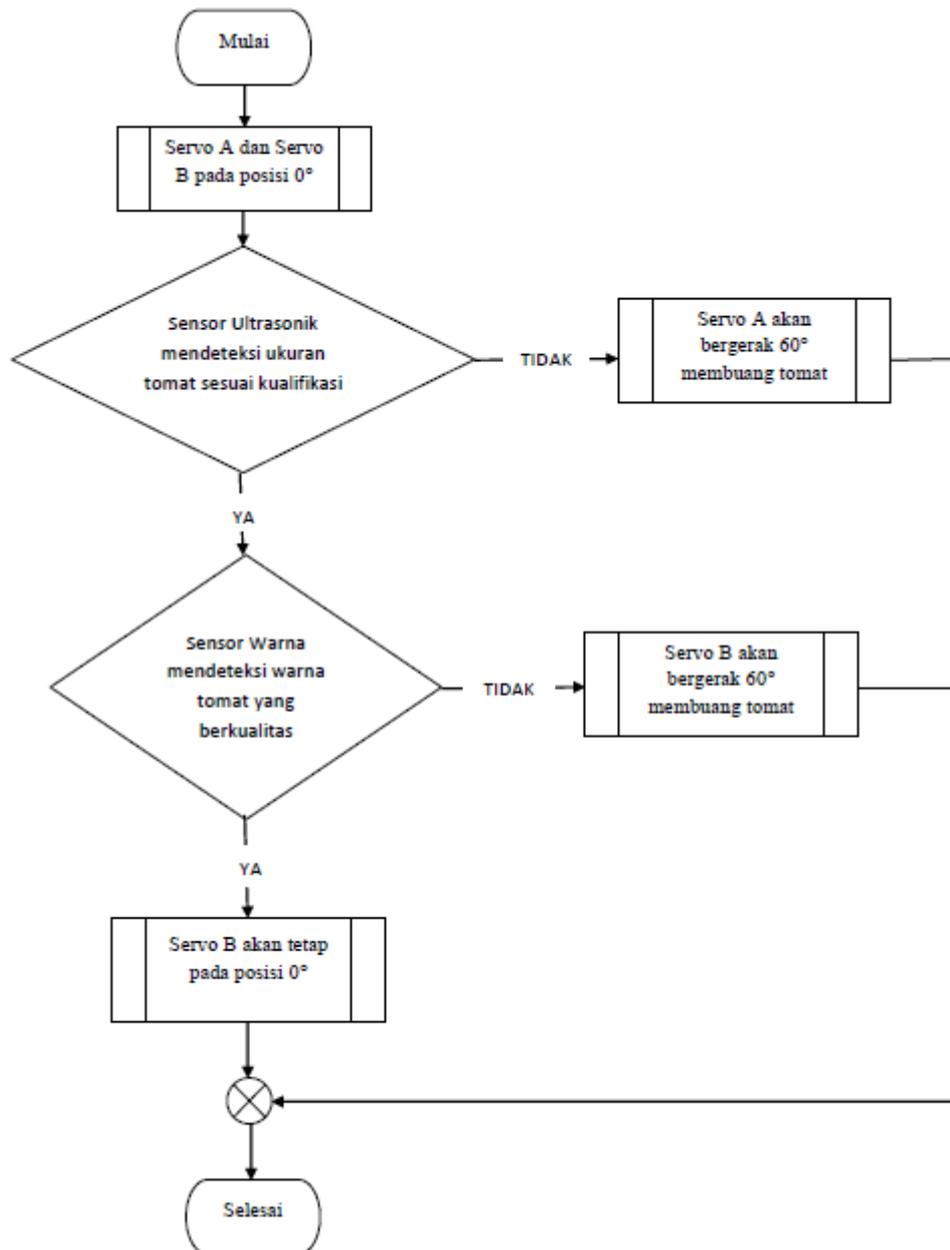
Penyusunan skripsi ini merupakan penelitian yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasiian alat agar dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mengacu pada rumusan masalah. Langkah-langkah yang dilakukan untuk mendesain prototipe alat penyortir tomat dapat dilihat dalam diagram alir metode penelitian yang ditunjukkan dalam Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

3.1 Perancangan Prinsip Kerja Alat

Perancangan prinsip kerja alat penyortir tomat dapat dilihat dalam diagram alir yang ditunjukkan dalam Gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2 Diagram Alir Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja alat penyortir tomat adalah dengan meletakkan tomat satu per satu pada konveyor untuk diperiksa ukurannya lalu disortir berdasarkan warnanya. Motor DC pada konveyor diaktifkan menggunakan force ON pada alamat START di program CX-Programmer. Kemudian motor DC akan aktif dan akan menggerakkan konveyor. Tomat akan bergerak menuju ke tempat pemeriksaan ukuran tomat.

Sensor ultrasonik HC-SR04 yang telah disusun sedemikian rupa akan memeriksa ukuran tomat. Jika nilai yang diterima sensor ultrasonik sesuai atau lebih dari dengan ukuran yang telah ditentukan yaitu 5 x 7 cm maka motor servo pemilah tomat kecil tidak akan aktif. Namun jika nilai yang diterima oleh sensor ultrasonik kurang dari ukuran yang telah ditentukan maka pemilah tomat kecil akan aktif. Pemeriksaan ukuran tomat berlangsung selama 0,3 detik.

Setelah proses pemeriksaan selesai konveyor akan mengarahkan tomat yang sudah diperiksa. Jika tomat berukuran besar ($\geq 5 \times 7$ cm) maka tomat akan bergerak terus menuju proses selanjutnya. Namun jika tomat yang sudah dideteksi berukuran kecil ($< 5 \times 7$ cm) maka pemilah tomat kecil akan aktif dan tomat akan keluar dari konveyor tanpa perlu menuju proses selanjutnya. Pemilah tomat kecil akan mempertahankan posisi aktif selama 2 detik dan akan kembali lagi pada posisi awal.

Tomat yang lolos kualifikasi ukuran akan bergerak menuju sensor warna TCS3200. Sensor warna akan mendeteksi warna tomat untuk dipilah. Pemeriksaan warna tomat berlangsung selama 1 detik. Jika tomat yang dideteksi berwarna hijau ($R = 42, G = 40, B = 55$) atau oranye ($R = 53, G = 94, B = 85$) maka pemilah warna tomat akan bergerak ke kiri. Jika tomat berwarna merah ($R = 60, G = 102, B = 89$) maka pemilah warna tomat tidak akan bergerak karena sudah pada posisi ke kanan.

Setelah proses pemeriksaan warna selesai maka konveyor menggerakkan tomat ke pemilah warna tomat. Jika tomat berwarna hijau atau oranye maka sekat pemilah warna tomat akan bergerak ke kiri dan tomat akan menggelinding ke sebelah kanan. Jika tomat berwarna merah maka tomat akan menggelinding ke arah kiri dan pemilah tidak aktif karena posisi sekat sudah bergerak ke kanan dari awal. Pemilah warna tomat akan mempertahankan posisi aktif selama 2 detik dan kemudian akan kembali ke posisi awal.

Proses pengulangan akan terjadi setelah pemilah warna tomat berada pada posisi normal. Konveyor akan tetap berjalan terus dan sensor ultrasonik mendeteksi tomat lagi

sampai sistem dimatikan. Proses akan berhenti jika saklar dimatikan dan akan menggunakan force OFF pada alamat START di program. Dari prinsip kerja prototipe alat penyortir tomat tersebut, dapat ditentukan *input* dan *output* dari sistem tersebut yang dapat dilihat dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1
Keterangan Desain Prototipe Alat Penyortir Tomat

No.	Keterangan	Singkatan	Tabel Input Output	
			ON	OFF
1	START	I1	1	0
2	Sensor Ultrasonik	I2	1	0
3	Sensor Warna	I3	1	0
4	Konveyor	Q1	1	0
5	Pemilah Tomat Kecil	Q2	1	0
6	Pemilah Warna Tomat	Q3	1	0

Untuk melanjutkan pada tahapan pembuatan program agar sistem dapat dijalankan, dibuat alamat-alamat untuk diagram tangga, dengan tujuan keadaan diwakili oleh alamat dan dapat dibaca oleh program, hal ini dapat dilihat dalam Tabel 3.2.

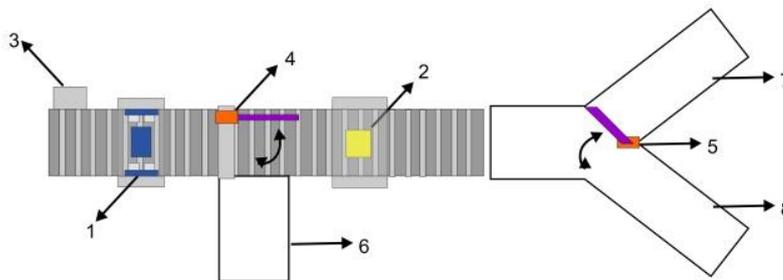
Tabel 3.2
Daftar Tugas Untuk Program PLC

Alamat	Keadaan	Singkatan Pada Program	Keterangan
0.01	START	START	Tombol <i>START</i> berfungsi untuk memulai dan menghentikan jalannya proses.
0.02	Sensor Ultrasonik	Sensor_Ultra	Sensor ultrasonik akan mendeteksi ukuran tomat.
0.03	Sensor Warna	Sensor_Warna	Sensor warna akan mendeteksi tingkat kematangan tomat melalui warnanya.
100.06	Konveyor	MOTOR_DC_KONVEYOR	Motor DC akan menggerakkan konveyor untuk membawa tomat dari awal hingga akhir proses.
100.03	Pemilah ukuran tomat	Pemilah_1	Motor DC servo akan menggerakkan pemilah jika ukuran tomat tidak sesuai dengan kriteria yang diinginkan.
T0001	Perhitungan waktu <i>hold</i> pemilah ukuran tomat	TIM_Pemilah_1	Terjadi perhitungan waktu yang menandakan lamanya waktu <i>hold</i> untuk pemilah tomat kecil agar tetap dalam posisi aktif sebelum kembali ke posisi semula.

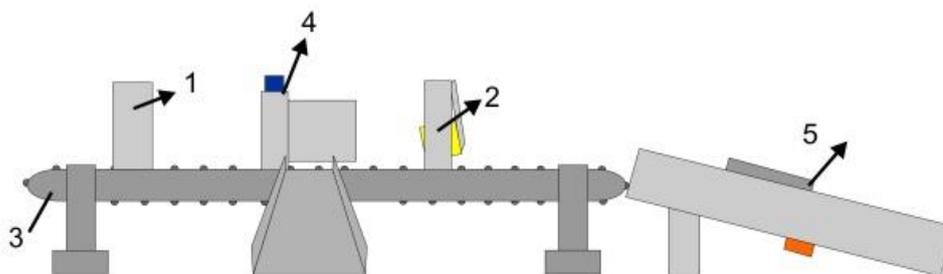
Alamat	Keadaan	Singkatan Pada Program	Keterangan
100.04	Pemilah warna tomat	Pemilah_2	Motor DC servo akan menggerakkan pemilah jika warna tomat tidak sesuai dengan kriteria yang diinginkan.
T0002	Perhitungan waktu <i>hold</i> pemilah warna tomat	TIM_Pemilah_2	Terjadi perhitungan waktu yang menandakan lamanya waktu <i>hold</i> pada pemilah warna tomat agar tetap dalam posisi aktif (kiri) sebelum kembali ke posisi semula.

3.2 Perancangan Desain Alat

Perancangan desain alat yang akan dibuat terdiri dari konveyor yang digerakkan oleh motor DC, sensor ultrasonik HC-SR04, sensor warna TCS3200, motor servo, dan PLC OMRON tipe CP1L-L20DTI-D. Konveyor didesain dengan ukuran sendiri, motor DC digunakan sebagai penggerak konveyor. *Relay* digunakan sebagai pemutus untuk dapat mematikan dan menyalakan kembali motor DC serta untuk menghubungkan Arduino dengan PLC. PLC dalam sistem ini digunakan sebagai kontroler utama. Perkiraan perancangan prototipe plant alat penyortir tomat dapat dilihat dalam Gambar 3.3.a dan Gambar 3.3.b berikut:



Gambar 3.3.a Desain Prototipe Plant Alat Penyortir Tomat Tampak Atas



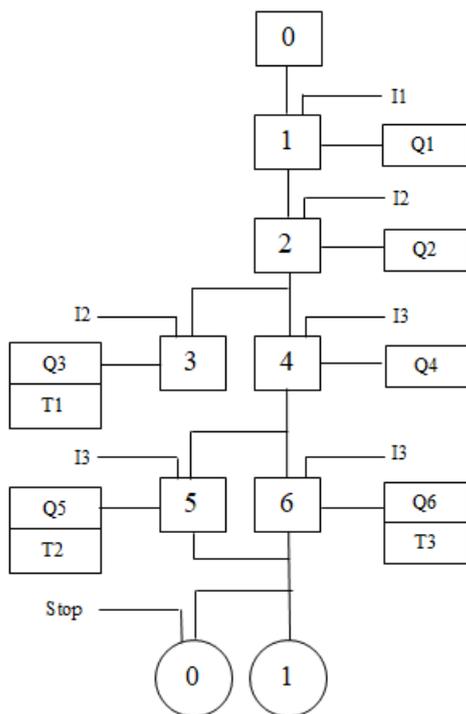
Gambar 3.3.b Desain Prototipe Plant Alat Penyortir Tomat Tampak Samping

Keterangan:

1. Sensor ultrasonik HC-SR04.
2. Sensor warna TCS3200.
3. Motor DC penggerak konveyor.
4. Motor servo penggerak pemilah tomat kecil.
5. Motor servo penggerak pemilah warna tomat.
6. Penampung tomat kecil.
7. Penampung tomat mentah dan tomat busuk.
8. Penampung tomat matang.

3.3 Perancangan *State Diagram* Sistem

State diagram menggambarkan cara kerja dari prototipe plant alat penyortir tomat. Perancangan *state diagram* dari plant alat penyortir tomat, disusun seperti dalam Gambar 3.4 berikut:



Gambar 3.4 *State Diagram* Plant Alat Penyortir Tomat

Penjelasan state diagram dalam Gambar 3.4 ditunjukkan dalam Tabel 3.3 sebagai berikut:

Tabel 3.3

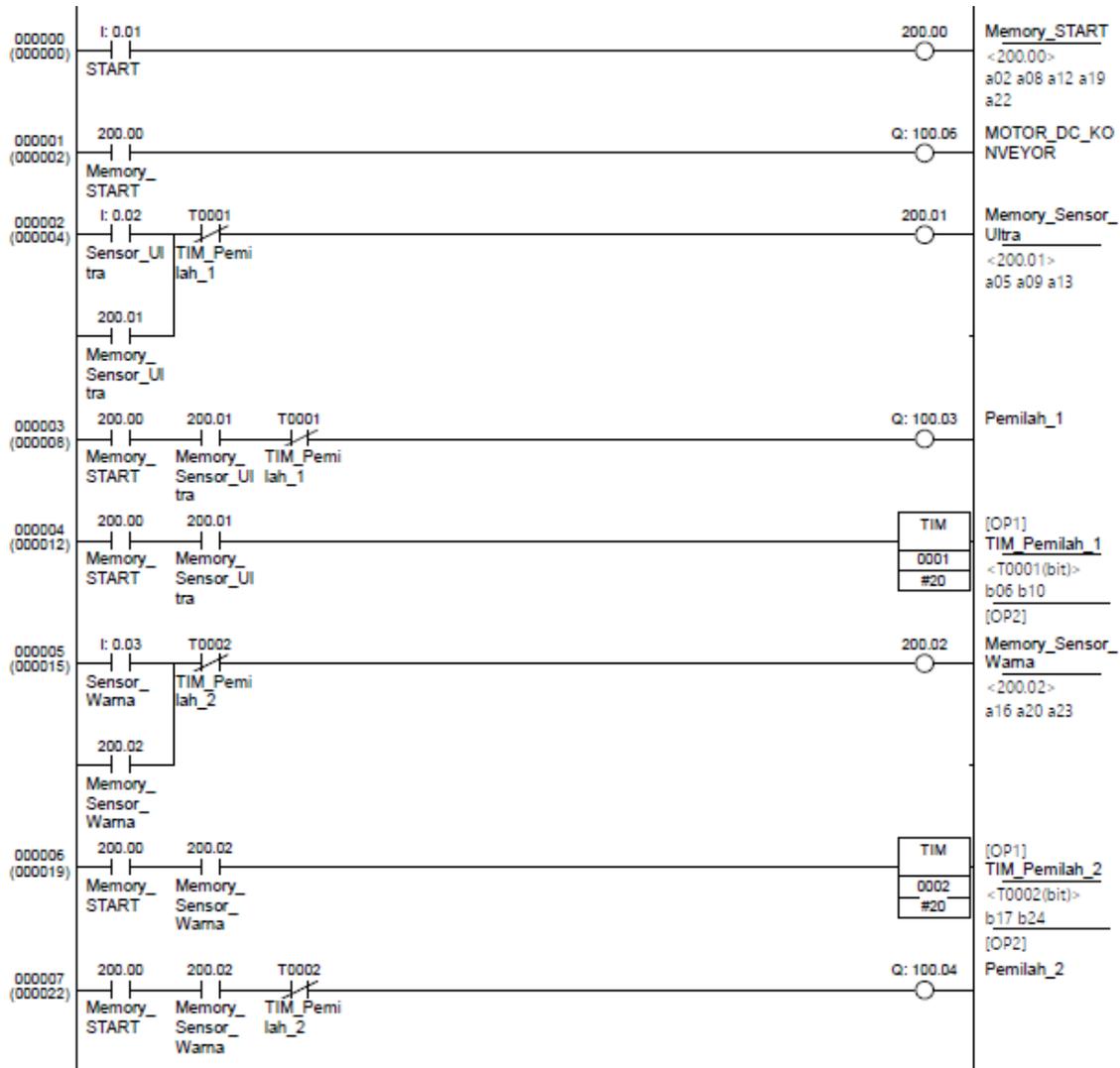
Penjelasan dari State Diagram Plant Alat Penyortir Tomat

Simbol	Penjelasan
0	0 adalah proses penghapusan memori dari sisa-sisa proses sebelumnya
1	1 adalah proses mulainya program, yang ditandai dengan berjalannya konveyor untuk menggerakkan tomat yang ditunjukkan oleh Q1. Q1 aktif jika dipicu oleh tombol START yang ditandai dengan I1.
2	2 merupakan proses pengecekan ukuran tomat oleh sensor ultrasonik, proses ini ditandai dengan konveyor yang tetap berjalan dan ditandai dengan Q2. Tomat dideteksi sensor ultrasonik yang dilambangkan dengan I2. Ketika tomat yang diidentifikasi adalah tomat yang berukuran kecil (< 5 x 7 cm) maka proses akan berlanjut ke 3, jika tomat yang dideteksi adalah tomat yang memenuhi kualifikasi ukuran maka proses akan dilanjutkan ke 4.
3	3 merupakan proses pemisahan tomat untuk keluar dari konveyor menuju tempat pembuangan. Proses ini ditandai dengan sekat yang dilambangkan dengan Q3 yang aktif jika tomat yang dideteksi oleh sensor ultrasonik adalah tomat berukuran kecil. Saat proses pembuangan sekat akan aktif selama T1.
4	4 merupakan proses pengecekan warna tomat. Sensor warna dilambangkan dengan I3. Konveyor tetap berjalan dan dilambangkan dengan Q4. Jika tomat berwarna hijau atau oranye maka proses akan berlanjut ke proses 5. Sedangkan jika tomat berwarna merah maka proses akan berlanjut ke proses 6.
5	5 adalah proses ketika tomat yang dicek warnanya dengan aktifnya sensor warna yang ditandai dengan I3. Tomat berwarna hijau atau oranye maka motor servo yang telah dipasang sekat ditandai dengan Q5 akan aktif selama T2.
6	6 adalah proses ketika tomat yang dicek warnanya dengan aktifnya sensor warna yang ditandai dengan I3. Tomat berwarna merah maka motor servo yang telah dipasang sekat ditandai dengan Q6 akan aktif selama T3.
Simbol	Penjelasan
6	Proses akan mengulang kembali menuju 1 dan terus berulang sampai saklar dimatikan untuk menghentikan sistem.

3.4 Perancangan Program

Setelah membuat *state diagram*, agar program PLC dapat bekerja dengan baik maka dibuat sebuah *ladder diagram* atau diagram tangga yang didasarkan pada *state diagram* yang telah dibuat. Diagram tangga terbentuk dari saklar-saklar yang disusun sesuai dengan logika yang diinginkan. Pada diagram tangga menggunakan saklar *Normally Open* (N/O) dan saklar *Normally Close* (N/C).

Diagram tangga dari sistem yang digunakan untuk menjalankan prototipe alat penyortir tomat dapat dilihat dalam Gambar 3.5 berikut:

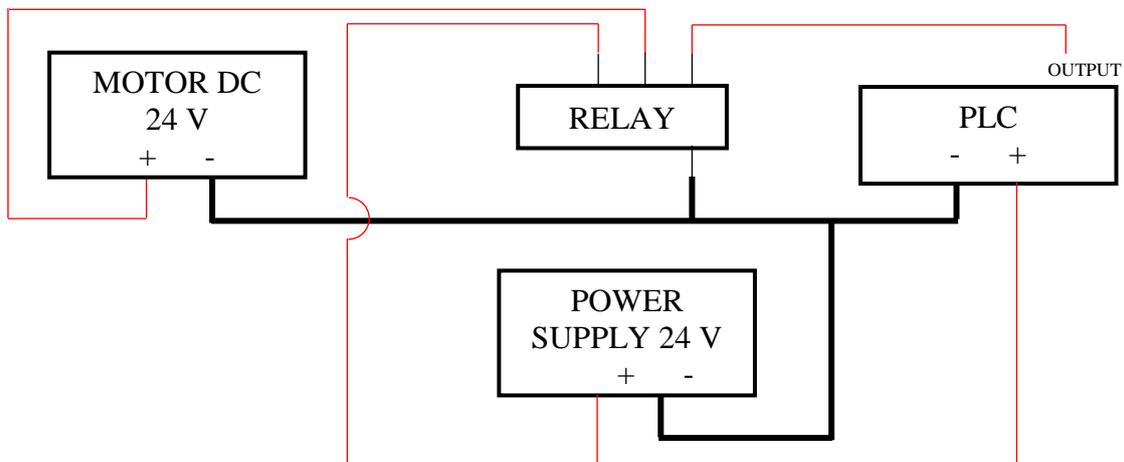


Gambar 3.5 Ladder Diagram Plant Alat Penyortir Tomat

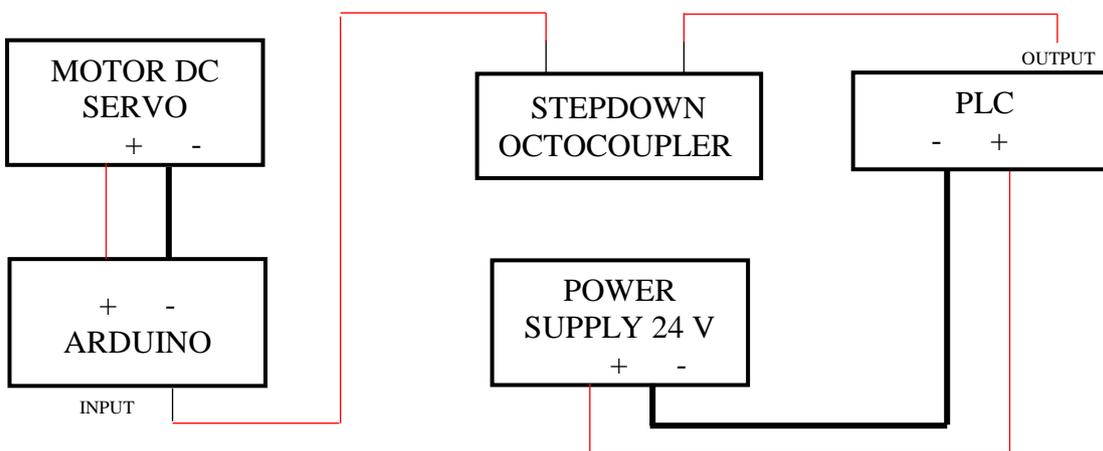
3.5 Perancangan Pengkabelan Alat

Setelah pembuatan program untuk sistem selesai maka dibuatlah skema pengkabelan yang akan diterapkan pada perangkat keras. Skema yang dibuat harus sesuai agar sistem dapat berjalan sesuai dengan rancangan awal yang diinginkan.

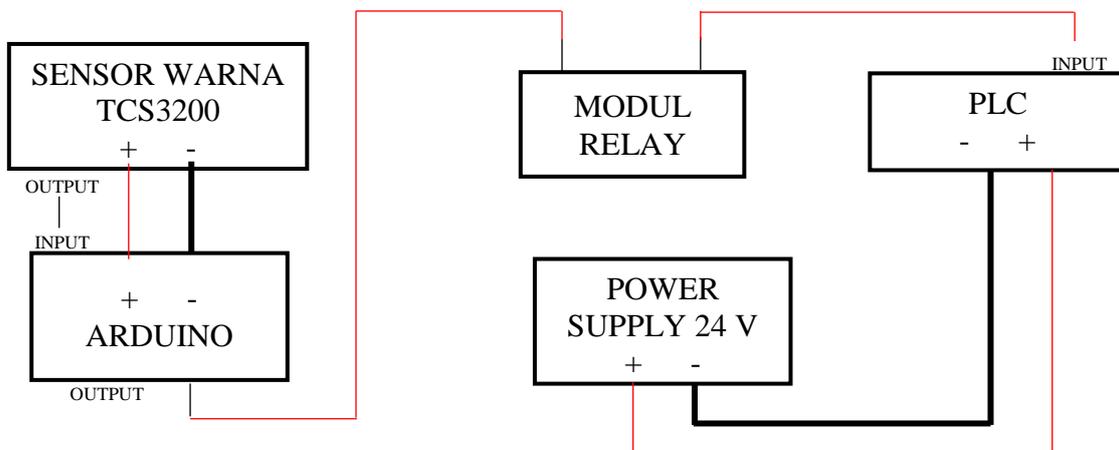
Skema pengkabelan tiap bagian alat penyortir tomat dapat dilihat dalam Gambar 3.6, 3.7, 3.8, dan 3.9 sebagai berikut:



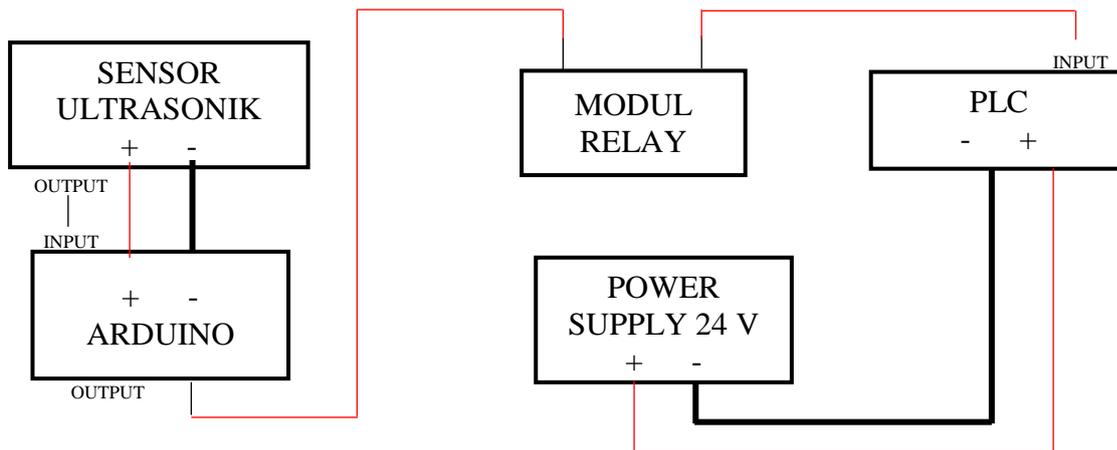
Gambar 3.6 Pengkabelan Motor DC-Relay-PLC



Gambar 3.7 Pengkabelan Motor DC Servo-Arduino-Optocoupler-PLC

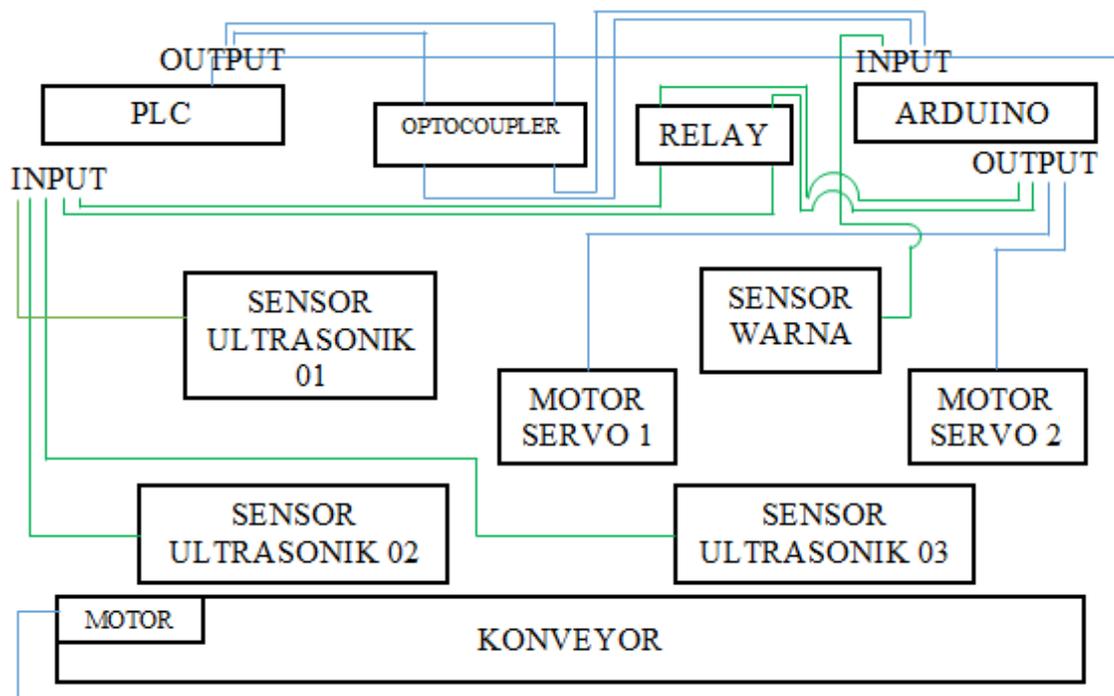


Gambar 3.8 Pengkabelan TCS3200-Arduino-Relay-PLC



Gambar 3.9 Pengkabelan Sensor Ultrasonik-Arduino-Relay-PLC

Sedangkan skema pengkabelan pada keseluruhan sistem alat penyortir tomat dapat dilihat dalam Gambar 3.10 sebagai berikut:



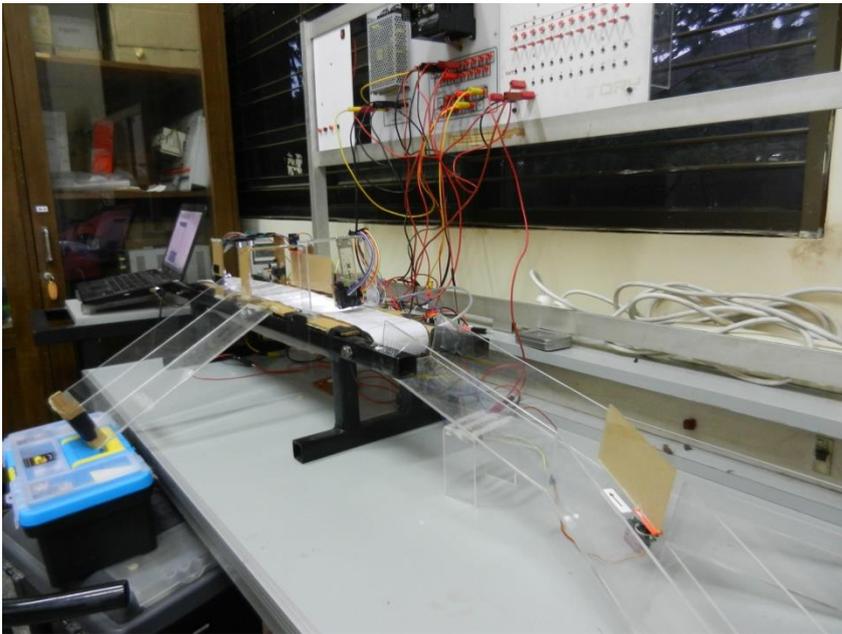
Gambar 3.10 Pengkabelan Hardware Alat Penyortir Tomat Secara Keseluruhan

3.6 Pembuatan Perangkat Keras

1. Saklar berfungsi sebagai tombol ON dan OFF pada rangkaian plant.
2. Motor DC 24 V sebagai penggerak konveyor.
3. PLC *Control Unit* berfungsi sebagai kontroler, menganalisa sinyal *input* dan mengatur sesuai keadaan *output* yang diinginkan. PLC yang digunakan adalah Omron tipe CP1L.

4. *PLC Programming Unit* berfungsi sebagai perancang program dengan menggunakan ladder diagram sebelum dihubungkan ke plant yang akan digunakan.
5. Motor DC servo sebagai penggerak penyortir tomat.
6. Sensor warna TCS3200 sebagai pengidentifikasi kematangan dan kebusukan tomat.
7. *Relay* sebagai pemutus untuk dapat mematikan dan menyalakan kembali Motor DC
8. Sensor ultrasonik disusun sedemikian rupa sebagai sensor ukuran tomat
9. Rangkaian *optocoupler* sebagai driver untuk menurunkan tegangan dari PLC sebesar 24V menjadi 5V agar sesuai dengan input Arduino.
10. Modul *Relay* sebagai driver untuk menaikkan tegangan dari Arduino sebesar 5V menjadi 24V agar sesuai dengan input PLC.

Ketika semua bagian perancangan dan komponen telah disiapkan maka selanjutnya akan dirangkai menjadi alat penyortir tomat agar dapat dilakukan pengujian pada langkah selanjutnya. Alat penyortir tomat dapat dilihat dalam Gambar 3.11 berikut:



Gambar 3.11 Prototipe Alat Penyortir Tomat

