

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Digital dan Mikrokontroler Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Rawamangun, Jakarta Timur. Waktu Penelitian ini dilaksanakan pada Semester 103 Tahun Akademik 2015/2016.

3.2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Metode R&D (*Research and Development*), yaitu untuk menghasilkan alat dan menguji keefektifan alat tersebut kemudian melakukan uji program untuk menerapkannya pada sistem rangkaian kendali sederhana yang terintegrasi secara otomatis. Penelitian dilakukan dengan membuat alat yang dimulai dengan perancangan alat terlebih dahulu yang akan dibahas pada bagian Rancangan Penelitian, selanjutnya dilakukan pembuatan alat berdasarkan perancangan yang dibuat dan dilanjutkan dengan pengujian alat.

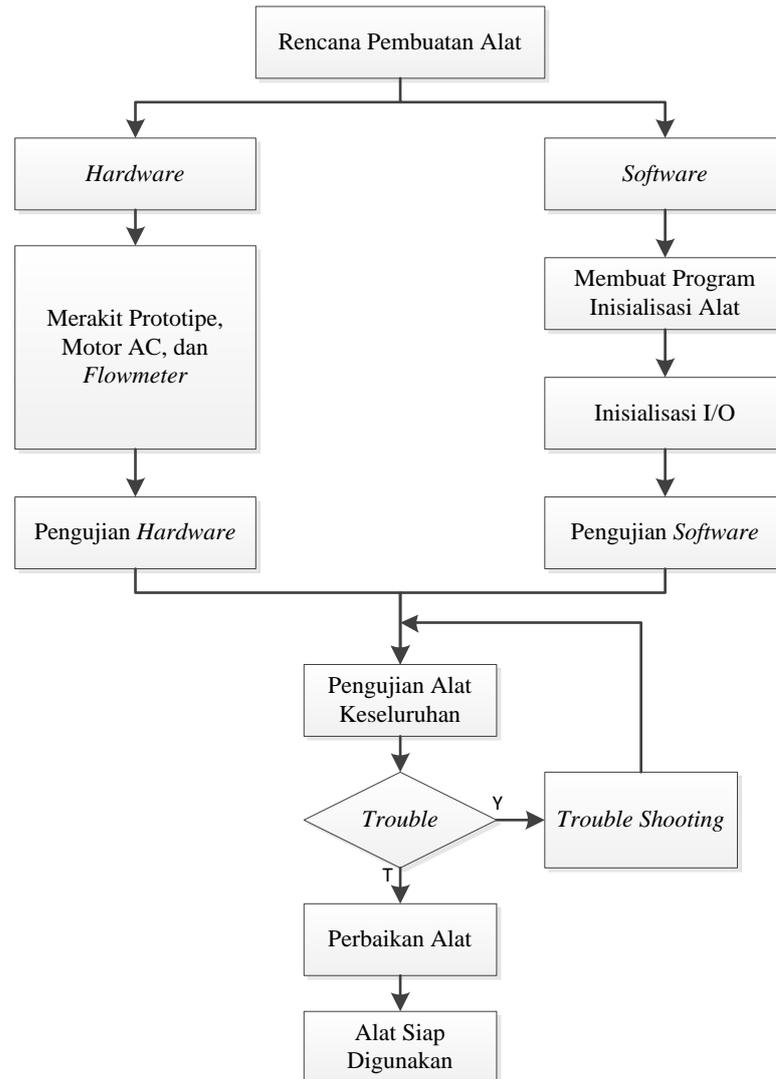
3.3. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian diperlukan sebagai gambaran perencanaan pembuatan alat. Dikarenakan penelitian ini merupakan pembuatan alat, oleh sebab itu dilakukan kegiatan pendahuluan dengan cara melakukan perancangan alat terlebih dahulu. Sesuai dengan tujuan dan maksud pembuatan alat yang telah dijabarkan pada bab-bab sebelumnya, langkah awal dalam perancangan alat

adalah dengan membuat sketsa awal bentuk alat yang akan dibuat. Alat yang dibuat berbentuk '*Prototype* Pengisian Bahan Bakar Minyak Otomatis'.

Perancangan dan pembuatan simulasi kendali pengisian bahan bakar minyak otomatis berbasis PLC terdiri dari dua (2) bagian yaitu pembuatan perangkat keras dan pembuatan perangkat lunak. Untuk pembuatan perangkat keras terdiri atas pembuatan *prototype* dan pembuatan rangkaian instalasi penyaluran bahan bakar minyak yang akan dipompa, sedangkan untuk pembuatan perangkat lunak terdiri atas pembuatan, program, *flow chart* dan pembuatan *ladder diagram*.

Perencanaan yang baik diharapkan dapat menghasilkan alat dengan cepat dan terorganisir sehingga alat bekerja sesuai dengan apa yang diinginkan. Rancangan penelitian dalam membuat alat ditunjukkan pada gambar 3.1 di halaman berikutnya.



Gambar 3.1 Gambar Rancangan Alat

Penelitian dibagi menjadi dua tahap perancangan yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*).

Perancangan perangkat keras (*hardware*) diawali dengan perakitan *prototype*, motor pompa AC, dan *flow meter*.

Setelah perangkaian selesai maka dilanjutkan ke tahap perancangan perangkat lunak (*software*).

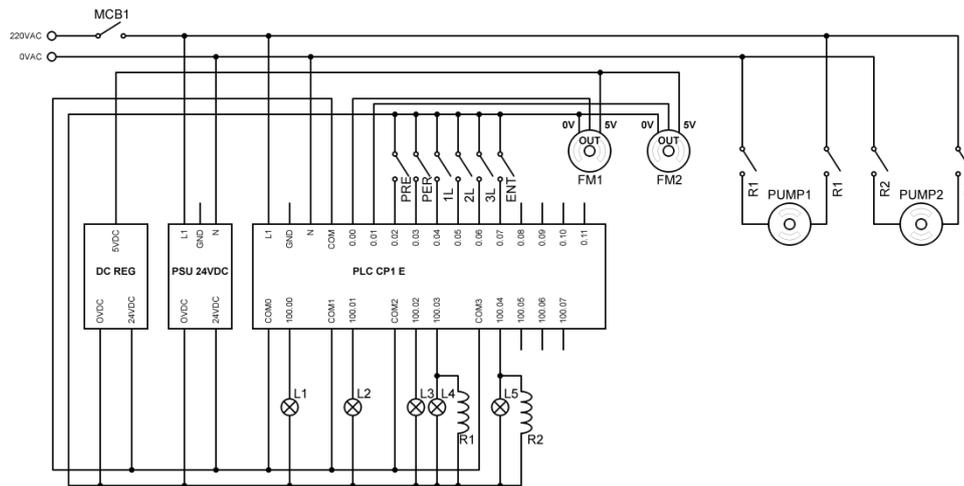
Sebelum merancang program perangkat lunak (*software*), peneliti membuat diagram alur (*flowchart*) terlebih dahulu. Diagram alur (*flowchart*) berfungsi

untuk menggambarkan urutan proses kerja suatu program secara terstruktur sehingga jika terjadi masalah kita dapat dengan mudah menelusuri kesalahan dalam pemrograman.

Setelah seluruh program tersebut teruji dan berhasil, maka akan dilakukan penyatuan antara *hardware* dan *software*. Bila penyatuan antara *hardware* dengan *software* belum berhasil maka akan dilakukan analisa rancangan (*trouble shooting*). Bila *trouble shooting* telah terselesaikan dan *hardware* dengan *software* telah sejalan atau dapat bekerja dan dapat diujikan, maka tahap terakhir yaitu mengambil kesimpulan.

3.4. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dimulai dari pembuatan rencana alat dan juga proses sampai pelaksanaan pembuatan alat. Pembuatan alat dimulai dari perancangan masing-masing blok rangkaian berdasarkan tingkat kesulitannya. Kemudian masing-masing blok diujikan sehingga sesuai dengan rencana yang telah dibuat, kemudian disatukan semua blok rangkaian, yang kemudian dijadikan bahan acuan untuk tahap perancangan perangkat lunak (*software*). Setelah blok *hardware* telah selesai dibuat dan juga perangkat lunak (*software*) telah dibuat, semua blok disatukan dan kemudian diujikan. Untuk lebih memahami rancangan alat dibuat *wiring diagram* yang dapat dilihat pada gambar 3.2 di halaman berikutnya.



Gambar 3.2 Wiring Diagram

3.5.1. Desain Alat

Desain alat dibutuhkan untuk merangkai bahan dan komponen ke dalam *prototype* pengisian bahan bakar minyak.

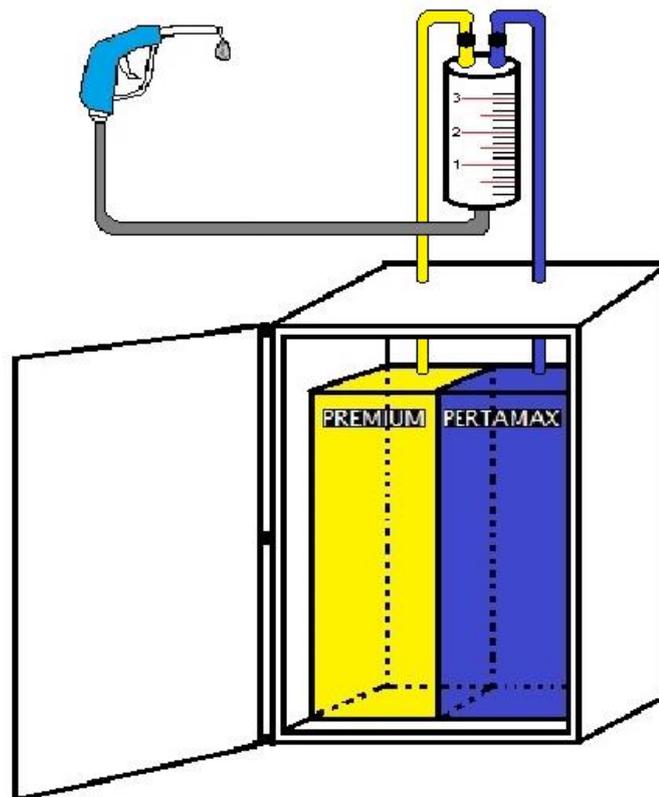
3.5.1.1. Alat

Perangkat atau alat yang digunakan untuk membuat *prototype* ini meliputi :

1. Perangkat lunak yang digunakan pada *prototype* adalah *CX-programmer*.
2. Perangkat keras yang digunakan:
 - a. *Hacksaw* (gergaji tangan).
 - b. Tang buaya.
 - c. Tang potong.
 - d. *Screw drivers* (macam-macam obeng).
 - e. *Soldering iron* (solder listrik).

3.5.1.2. Pembuatan *Prototype* Pemompa Bahan Bakar

Prototype pemompa bahan bakar ini akan dibuat dengan bahan yang ringan, hemat biaya, dan mudah didapat dengan mempertimbangkan kuat dan aman pada saat pemakaian. Ilustrasi rancangan alat dapat dilihat pada gambar 3.3 di bawah ini :



Gambar 3.3 Ilustrasi Prototipe Alat

Keterangan untuk gambar 3.3 :

1. Simpan bensin kedalam penampungan utama dengan cara masukan bensin yang sudah di beli dari SPBU, melalui tempat mencurahkan BBM yang telah sediakan.

2. Setelah bensin tersimpan ke dalam penampungan lalu gunakan motor pompa AC, dengan alat pompa ini bensin akan naik ke penampungan/ tabung ukur. Pada tabung ukur ini sudah ada garis-garis pembatas ukuran 1 sampai 3 liter (maksimum 3 liter).
3. Saat bahan bakar di pompa oleh motor pompa AC ke tabung pengukur, aliran bahan bakar pada PVC akan melewati *flow meter* sebelum bahan bakar tersebut tertampung pada tabung ukur. Kegunaan *flow meter* pada *prototype* ini adalah sebagai alat penghitung debit bahan bakar yang telah terpompa oleh motor pompa AC ke tabung pengukur.
4. Setelah tabung penampungan/ tabung ukur terisi kini siap berjualan bensin dengan menggunakan *nozzle*. Melalui selang ini bensin dialirkan ke tangki motor. Tinggal tekan *nozzle* nya maka bensin akan mengalir.

3.5.1.3. Realisasi Prototipe Pengisian Bahan Bakar Minyak Otomatis

Pada realisasi prototipe pengisian bahan bakar minyak otomatis seperti yang terlihat pada gambar 3.4 di halaman selanjutnya, terlihat panel untuk koneksi prototipe terhadap PLC, *control board*, penampung utama bahan bakar, dan penampung takaran bahan bakar minyak yang telah dibuat ringkas agar bila terjadi kerusakan mudah untuk diidentifikasi.



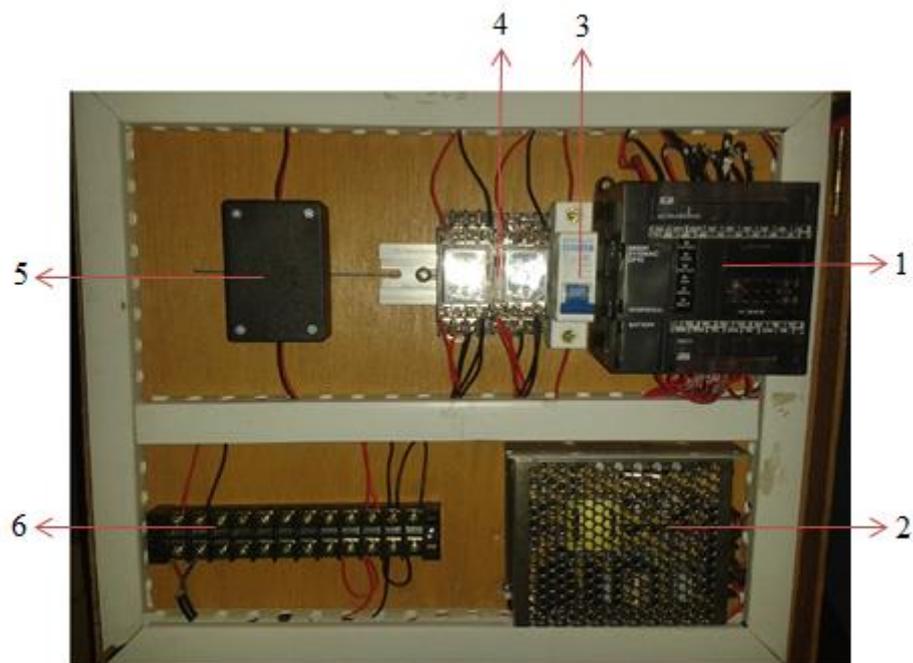
Gambar 3.4 Realisasi Tampak Depan Prototipe

Pada gambar 3.4 dapat dilihat realisasi tampak depan *prototype* pengisian bahan bakar minyak otomatis. terlihat *control board* yang digunakan, memiliki 1 saklar yang berfungsi untuk menentukan *mode OFF*, *mode premium* dan *mode pertamax*, memiliki 3 tombol *push button* warna biru yang berfungsi untuk menentukan debit bahan bakar yang akan dipompa dan 1 tombol *push button* warna kuning yang berfungsi sebagai tombol *enter*. realisasi *control board* di tunjukkan pada gambar 3.5 di halaman berikutnya.



Gambar 3.5 Realisasi Control Board

lalu *prototype* menggunakan PLC Omron CP1E, MCB, dua *relay* motor pompa, dua *flow meter* dan sebuah *power supply*.



Gambar 3.6 Realisasi Panel Kontrol dan PLC

Keterangan gambar 3.6 :

1. PLC

Pin yang digunakan adalah PLC CP1E yang lebih mudah dikoneksikan ke komputer, *input* dan *output* yang digunakan yaitu sebanyak 11 pada *input* dan sebanyak 8 pada *output*.

2. *Power Supply*

Sebagai penyuplai arus listrik yang sebelumnya diubah dari bentuk arus listrik yang berlawanan atau AC, menjadi arus listrik yang searah atau DC.

3. MCB

MCB digunakan untuk membatasi arus sekaligus sebagai pengaman instalasi

4. Rangkaian *Relay*

Rangkaian *relay* berfungsi untuk menghubungkan *input* dan *output* PLC guna menghidupkan motor pompa AC yang terdapat pada prototipe.

5. *DC Converter*

DC converter digunakan untuk mengubah tegangan dari 24V ke 5V untuk daya yang digunakan oleh *flow meter*.

6. Terminal Kabel

Terminal kabel berfungsi untuk menghubungkan antar kabel agar terkoneksi.

3.5.2. Perancangan Alat pada PLC

PLC dalam prototipe ini berfungsi sebagai saklar yang akan memutus dan menghubungkan tegangan kerangkaian kontrol. Dalam pembuatan prototipe ini PLC yang digunakan adalah PLC Omron Sysmac CP1E. Sedangkan bahasa pemrograman PLC yang digunakan adalah *Cx-One Programmer*.

3.5.2.1. Rancangan Program PLC

Dalam pembuatan prototipe ini PLC yang digunakan adalah PLC Omron CP1E. Bahasa yang digunakan untuk pemrograman adalah *ladder diagram*. *Ladder diagram* rancang bangun prototipe parkir mobil vertikal otomatis berbasis PLC ini bisa dilihat pada lampiran. Untuk konfigurasi *hardware* PLC OMRON dilakukan dengan menggunakan *software Cx-Programmer*. Konfigurasi harus sama dan tepat dengan PLC yang akan digunakan, karena program hanya akan dapat dikirimkan dan dieksekusi apabila penentuan *hardware* dalam pemograman sesuai dengan PLC yang digunakan.

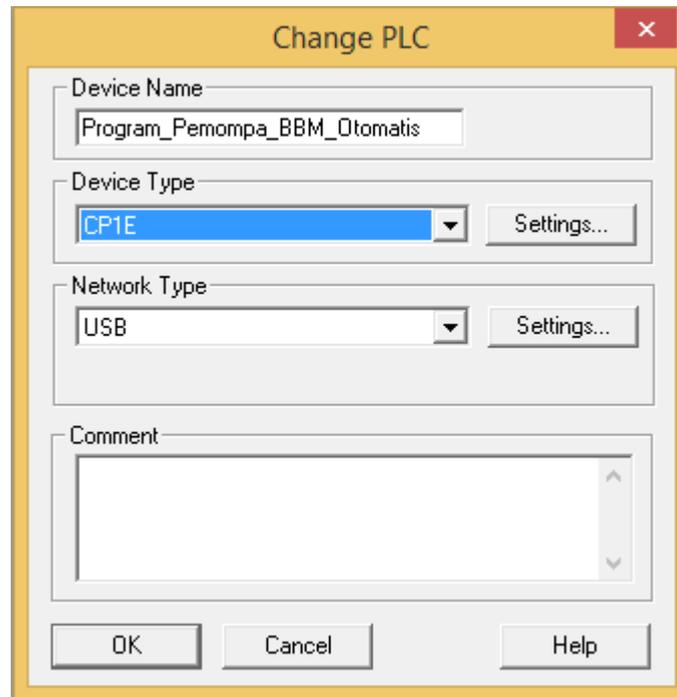
Untuk memulai membuat konfigurasi program pada *cx-programmer* ada beberapa hal yang harus diketahui sebagai berikut :

- a. Buka aplikasi *cx-programmer* dan akan menampilkan jendela seperti pada gambar 3.7 di bawah ini.



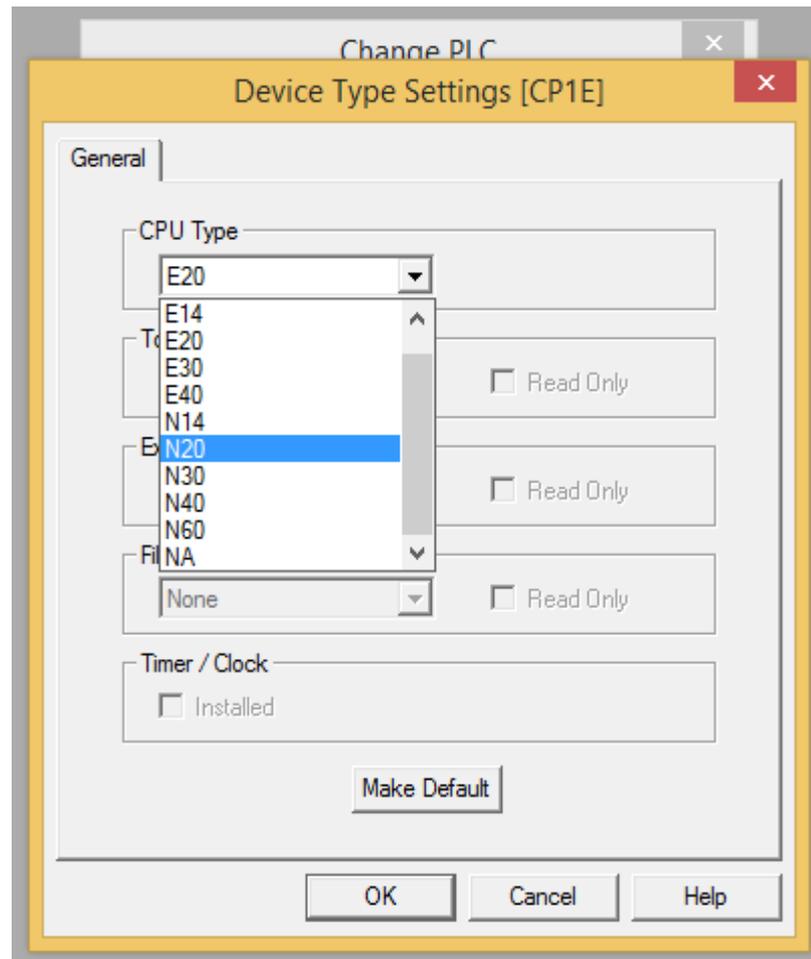
Gambar 3.7 Jendela *Cx-Programmer*

- b. Selanjutnya klik *File* dan pilih *new* untuk membuat program baru. Kemudian akan muncul tampilan seperti terlihat pada gambar 3.8 di bawah ini.



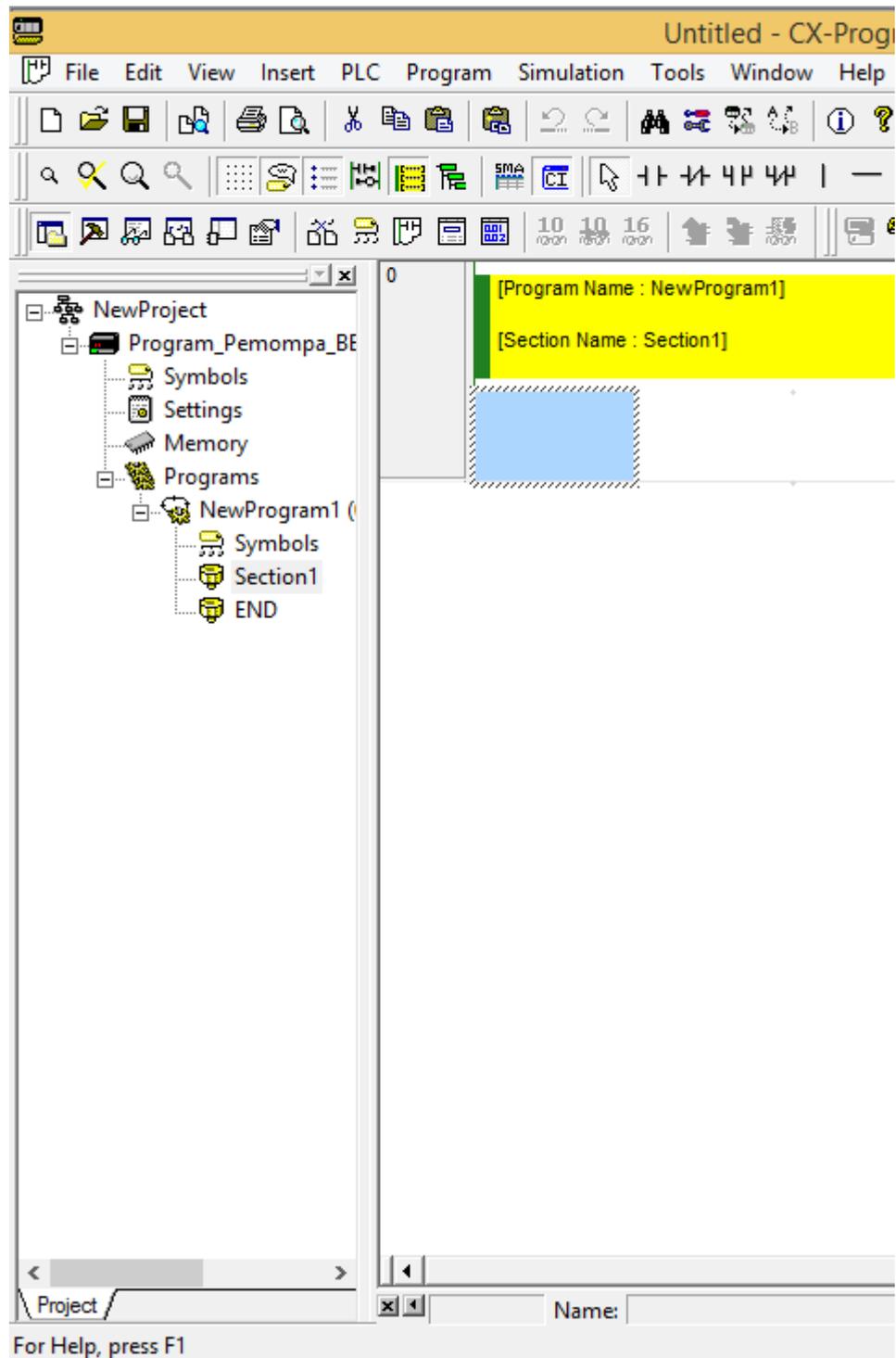
Gambar 3.8 Setting PLC

- c. Pada jendela *new* (Gambar 3.8) pilih *Device Name* (A) untuk menentukan judul halaman, dapat ditulis dengan “Program_Pemompa_BBM_Otomatis”. Lalu pada kotak *Device Type* (B) untuk menentukan jenis PLC yang akan digunakan. pilih jenis PLC dengan CP1E dan kemudian pada kotak *Network Type* (C) pilih menu *USB*. lalu sebelum menekan *OK* pilih bagian *Settings* pada kotak *Device Type* (B) . kemudian akan muncul tampilan seperti pada gambar 3.9 di halaman berikutnya.



Gambar 3.9 Setting Jumlah I/O PLC

- d. Selanjutnya klik *CPU Type* dan pilih jumlah I/O N20 karena I/O yang dimiliki PLC CP1E adalah 20, yaitu 12 *Input* dan 8. Kemudian klik OK dan akan muncul tampilan seperti terlihat pada gambar 3.10 di halaman berikutnya.



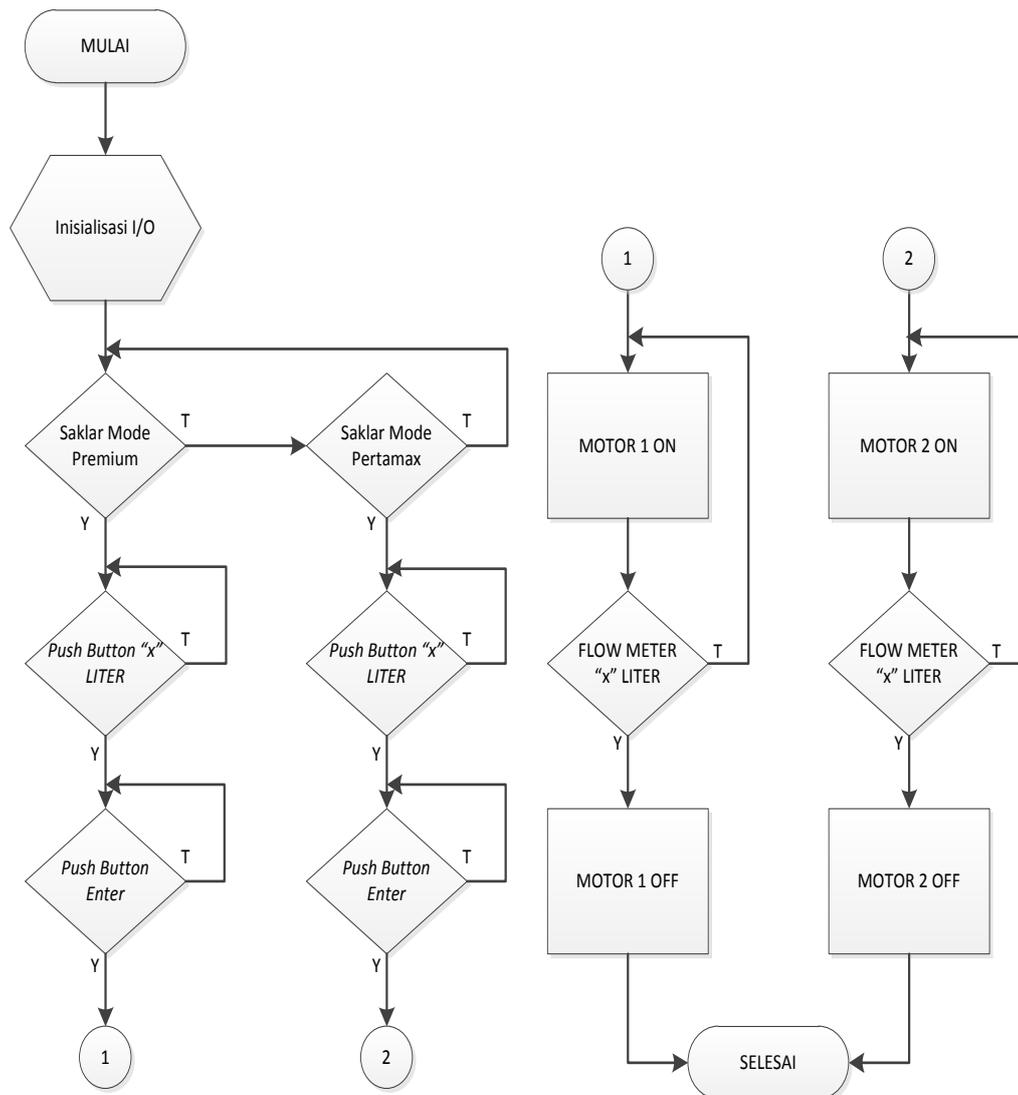
Gambar 3.10. Tampilan Memulai *CX Programmer*

- e. Konfigurasi PLC CP1E terbilang lebih mudah dibandingkan PLC lainnya. Setelah berhasil melakukan konfigurasi *CX-Programmer* PLC CP1E dapat digunakan.

3.5.3. Perancangan *Flowchart*

Flowchart menjelaskan tentang jalur dari program yang digunakan atau cara kerja dari program untuk mengendalikan baik masukan maupun keluaran. Algoritma dapat dilihat dengan menggunakan analisa secara *flowchart* seperti terlihat pada gambar 3.11.

Pada analisa secara *flowchart* ini terdiri dari ‘*START*’, simbol ‘*KONDISI*’, dan simbol ‘*PROSES*’.



Gambar 3.11. *Flowchart*

3.5.4. Tabel I/O

Tabel 3.1. *Input dan Output pada PLC*

Pin PLC	Nama	Fungsi
L	<i>Input PLC</i>	Sumber tegangan PLC
L2/N	<i>Input PLC</i>	Sumber netral PLC
+24	<i>Output DC</i>	Sumber tegangan DC
-24	<i>Output DC</i>	Sumber negatif DC
0.00	<i>Input 1</i>	<i>Flow meter premium</i>
0.01	<i>Input 2</i>	<i>Flow meter pertamax</i>
0.02	<i>Input 3</i>	Saklar mode premium
0.03	<i>Input 4</i>	Saklar mode pertamax
0.04	<i>Input 5</i>	<i>Push button</i> tombol 1 liter
0.05	<i>Input 6</i>	<i>Push button</i> tombol 2 liter
0.06	<i>Input 7</i>	<i>Push button</i> tombol 3 liter
0.07	<i>Input 8</i>	<i>Push button</i> tombol enter
100.00	<i>Output 1</i>	Lampu 1 liter
100.01	<i>Output 2</i>	Lampu 2 liter
100.02	<i>Output 3</i>	Lampu 3 liter
100.03	<i>Output 4</i>	Pompa premium
100.04	<i>Output 5</i>	Pompa pertamax

Tabel 3.1 di atas menunjukkan pin input dan output yang digunakan pada PLC CP1E. Terdapat 8 *input* dan 5 *output* dengan kegunaan yang telah dideskripsikan pada tabel di atas.

3.5. Instrumen Penelitian

Adapun alat bantu penelitian yang digunakan pada penelitian yaitu lembar pengamatan alat yang berisi data pengukuran tegangan, arus, dan daya untuk mencatat hasil pengujian alat.

1. *Multitester analog* dan *digital* digunakan untuk mengukur tegangan, arus dan sambungan kabel pada sebuah rangkaian alat penelitian.
2. PLC CPlE digunakan untuk mengetahui *input* dan *output* dari program yang telah dibuat.
3. PC (*Personal Computer*)/*Laptop* digunakan untuk menulis *ladder* diagram, simulasi, kompilasi, serta transfer program dalam sebuah PLC.
4. *Software CX-Programmer* digunakan untuk pembuatan dan uji coba program *ladder diagram* pada PLC.

3.7. Kriteria Pengujian Alat

Kriteria sistem pengujian prototipe pengisian bahan bakar otomatis meliputi : proses pengujian alat dilakukan terhadap catu daya, peralatan *input* dan *output*, dan kalibrasi *flowmeter* premium dan pertamax. Untuk memberikan hasil penelitian yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan, maka diperlukan ketentuan langkah-langkah yang harus dilakukan untuk pengujian dan analisis data terhadap sistem.

3.7.1. Pengujian Catu Daya

Catu daya / PSU (*Power Supply Unit*) merupakan sumber daya dari seluruh sistem pada *prototype* pengisian bahan bakar minyak pada pertamini dengan menggunakan motor listrik sebagai pemompa otomatis berbasis PLC. Rangkaian

catu daya memberikan sumber tenaga yang akan digunakan oleh rangkaian kendali utama pada *prototype*.

Proses pengujian dilakukan dengan cara memasang kabel *power* utama ke tegangan sumber PLN lalu mulai dilakukan pengukuran tegangan menggunakan multimeter, diawali dengan mengukur tegangan masuk yang bersumber dari PLN, lalu dilanjutkan dengan mengukur tegangan keluaran catudaya *switching* 24 VDC. Tabel pengujian dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2. Pengujian Catu Daya

NO	Pengujian	Kriteria Pengujian	Hasil Pengujian
1	<i>Input PLC CP1E</i>	220 VAC	VAC
2	<i>Output Power Supply</i>	24 VDC	VDC

3.7.2. Pengujian Peralatan *Input*

Pengujian *input* dilakukan pada perbedaan tegangan yang didapat dengan hasil pengukuran *push button* pada panel kontrol yang terdiri dari Saklar premium, saklar pertamax, saklar *OFF*, *push button* 1 liter, *push button* 2 liter, *push button* 3 liter, dan *push button enter*.

Pengujian ini dilakukan dalam keadaan kondisi *push button* tidak ditekan dan saat *push button* dalam keadaan kondisi ditekan. Pengujian ini menggunakan alat ukur multimeter dengan cara menyentuhkan probe merah hitam pada multimeter ke peralatan input yang dituju. Tabel pegujian *input push button* yang terkoneksi dengan alamat *input PLC* dapat dilihat pada tabel 3.3 di halaman selanjutnya.

Tabel 3.3. Pengujian Peralatan *Input*

NO	Komponen	Alamat <i>Input</i> PLC	Kriteria pengujian alat	Tegangan (Volt)	
				ON	OFF
1	<i>Flow meter</i> premium	0.00	24 V		
2	<i>Flow meter</i> pertamax	0.01	24 V		
3	Saklar mode premium	0.02	24 V		
4	Saklar mode pertamax	0.03	24 V		
5	<i>Push button</i> tombol 1 liter	0.04	24 V		
6	<i>Push button</i> tombol 2 liter	0.05	24 V		
7	<i>Push button</i> tombol 3 liter	0.06	24 V		
8	<i>Push button</i> tombol <i>enter</i>	0.07	24 V		

3.7.3. Pengujian Peralatan *Output*

Pada pengujian peralatan *Output* terdiri dari motor pompa premium, motor pompa pertamax, lampu indikator mode premium dan mode pertamax, lampu indikator 1 liter, 2 liter, dan 3 liter. Pengujian yang dilakukan untuk mengukur besar tegangan pada setiap titik peralatan *output* yang diuji. Pengujian ini menggunakan alat ukur multimeter dengan cara menyentuhkan probe merah hitam pada multimeter ke peralatan *output* yang dituju. Tabel pegujian peralatan *output* yang terkoneksi dengan alamat *input* PLC dapat dilihat pada tabel 3.4 di halaman selanjutnya.

Tabel 3.4. Pengujian Peralatan *Output*

Sumber Tegangan Kumparan Relai (24 VDC)	Komponen Output PLC	Alamat Output PLC	Tegangan (Volt)	
			ON	OFF
VDC	Lampu indikator 1 liter	100.00		
	Lampu indikator 2 liter	100.01		
	Lampu indikator 3 liter	100.02		
	Motor pompa premium	100.03		
	Motor pompa pertamax	100.04		

3.7.4. Pengujian *Flow Meter*

Pada pengujian *flow meter* ini dibagi menjadi dua jenis bahan bakar yaitu bahan bakar premium dan bahan bakar pertamax. Pengujian *flow meter* dilakukan untuk mendapatkan jumlah debit BBM yang diinginkan. Untuk mendapatkan debit BBM yang diinginkan diperlukan rumus untuk mencari pulsa *flow meter* yang tepat. Rumus tersebut yaitu :

$$X = \frac{Y}{Z} \times k$$

Keterangan :

X : Pulsa Nilai *Flow Meter* (*Pulse*)

Y : Debit BBM Keluar yang Diinginkan (mL)

Z : Debit BBM Keluar Hasil Pengujian (mL)

k : Ketetapan Pulsa *Flow Meter* Perliter

Ketetapan pulsa *flow meter* :

- a. Untuk 1 Liter BBM = 480 *Pulse*
- b. Untuk 2 Liter BBM = 960 *Pulse*
- c. Untuk 3 Liter BBM = 1440 *Pulse*
- d. Untuk pengujian pertama nilai pulsa yang dimasukkan ke dalam program *ladder* adalah nilai ketetapan pulsa di atas.

Contoh :

Untuk 1 liter BBM yang diinginkan, diketahui debit BBM keluar hasil pengujian adalah 850 mL. Kemudian nilai pulsa yang dimasukkan pada program *ladder* PLC adalah 480 *pulse*. Untuk mendapatkan hasil BBM keluar yang diinginkan yakni 1 liter maka kita masukkan data hasil penelitian di atas ke dalam rumus:

$$X = \frac{Y}{Z} \times k$$

$$X = \frac{1000 \text{ mL}}{850 \text{ mL}} \times 480 \text{ pulse}$$

$$X = 1,18 \times 480$$

$$X = 565 \text{ pulse}$$

Dari nilai pulsa *flow meter* yang di dapat, selanjutnya nilai tersebut dimasukkan ke dalam program *ladder* PLC menggantikan nilai pulsa yang dipakai

sebelumnya untuk memulai penelitian ke dua agar menghasilkan debit BBM yang diinginkan yakni 1 liter.

3.7.4.1. Pengujian Kalibrasi *Flow Meter* Premium

Pengujian ini dilakukan menggunakan bahan bakar berjenis premium hingga mendapatkan nilai pulsa dan nilai debit bahan bakar yang diinginkan. Pengujian kalibrasi *flow meter* premium dapat dilihat pada tabel 3.5 di bawah ini.

Tabel 3.5. Pengujian Kalibrasi *Flow Meter* Premium

Pengujian ke -	Jumlah BBM	Nilai pulsa <i>Flow Meter</i> (<i>pulse</i>)	Debit BBM Keluar (mL)	Keterangan (Error)
1	1 Liter			
2	1 Liter			
1	2 Liter			
2	2 Liter			
1	3 Liter			
2	3 Liter			

3.7.4.2. Pengujian Kalibrasi *Flow Meter* Pertamina

Pengujian ini dilakukan menggunakan bahan bakar berjenis premium hingga mendapatkan nilai pulsa dan nilai debit bahan bakar yang diinginkan. Pengujian kalibrasi *flow meter* Pertamina dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3.6. Pengujian Kalibrasi *Flow Meter* Pertamina

Pengujian ke -	Jumlah BBM	Pulsa <i>flow meter</i> (<i>pulse</i>)	Debit BBM keluar (mL)	Keterangan (Error)
1	1 Liter			
2	1 Liter			
1	2 Liter			
2	2 Liter			
1	3 Liter			
2	3 Liter			