BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1.Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium PLC, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Rawamangun, Jakarta Timur. Penelitian ini dilaksanakan pada November 2013 – Juli 2014, Semester 100 Tahun Akademik 2013/2014.

3.2.Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk membuat alat ini yaitu menggunakan metode penelitian eksperimen laboratorium. 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

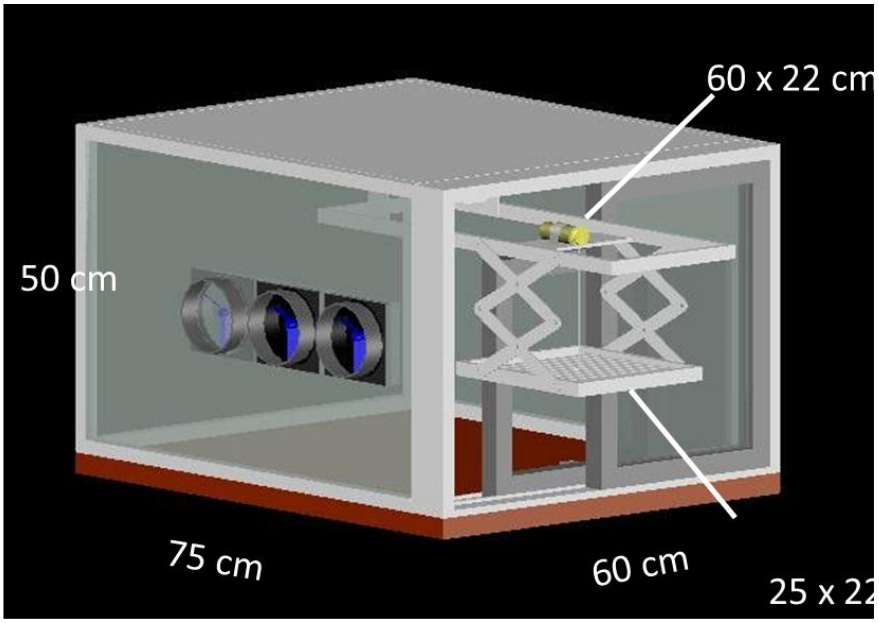
Dikarenakan penelitian ini merupakan pembuatan alat, oleh sebab itu dilakukan pendahuluan dengan cara perancangan alat terlebih dahulu. Sesuai dengan tujuan dan maksud pembuatan alat yang telah dijabarkan pada bab-bab sebelumnya maka langkah selanjutnya juga didasari oleh hal tersebut.

Langkah awal dalam perancangan alat adalah dengan membuat sketsa awal bentuk alat yang akan dibuat.mulai dari perancangan *prototype*, perancangan

rangkaian catu daya, perancangan program PLC, perancangan *tag* pada OPC Kepware, dan perancangan pada SCADA.

3. 3. 1. Perancangan *Prototype*

Perancangan yang untuk memudahkan membuat rancanan aslinya, *prototype* ini memiliki panjang 75cm, lebar 30 cm, dan tinggi 50cm. Prototype ini akan dibuat menggunakan bahan aluminium dengan pintu kaca, dan pembatas dinding sampingnya menggunakan *acrylic*. untuk gambar rancangan lain dapat dilihat pada lampiran.



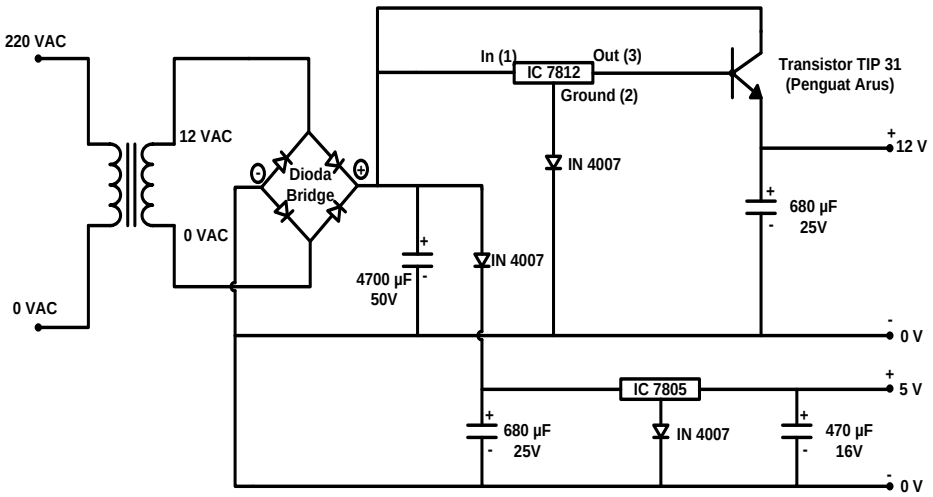
Gambar 3.1. *Prototype* AutoCAD *Design*

Gambar perancangan *prototype* dapat dilihat pada gambar 3.1. diatas, gambar tersebut dibuat dengan menggunakan program AutoCAD 2012 tiga dimensi.

Prototype ini nantinya memiliki 6 gerakan utama, yaitu membuka dan menutup pintu, mendorong dan menarik jemuran, serta menaikan dan menurunkan jemuran.

3. 3. 2. Perancangan Rangkaian Catu Daya

Pada *prototype* pengendali jemuran otomatis ini menggunakan catudaya 12v dan 24v untuk menggerakan motor, *minifan*, LED, dan input serta output pada PLC. Pada rangkaian catudaya ini menggunakan transformator *step down* yang dipasang pada tegangan 220VAC dan dirubah menjadi 12VAC yang nantinya akan dirubah menjadi tegangan DC oleh *dioda bridge* lalu dirubah menjadi tegangan 12VDC menggunakan IC7812 dan pada tegangan 5VDC menggunakan IC7805, tetapi tegangan 5VDC tidak digunakan dalam rangkaian ini . Pada rangkaian catu daya 24VDC menggunakan catu daya laboratorium PLC.



Gambar 3.2. Rangkaian Catudaya 5V dan 12V

Rangkaian catu daya 12VDC dan 5VDC dapat dilihat pada gambar 3.2. diatas.

3. 3. 3. Perancangan Program PLC

Dalam merancang program PLC ada beberapa langkah yang harus dilakukan, langkah pertama adalah menentukan deskripsi kerja sistem dari *prototype*, penetapan input dan output dari PLC untuk dimasukan pada pemrograman CX-Programmer, pembuatan *ladder diagram* pada CX-Programmer, dan *wiring* pada PLC CJ1M untuk ID211 dan OC211.

a. Deskripsi Kerja Sistem *Prototype*

1. Mengeluarkan jemuran

   - Kondisi awal, sensor yang aktif adalah *limitswitch* 2, *limit switch* 4, *photo sensor.*
   - Pada saat PB 1 ditekan sistem siap dan motor 1A akan membuka pintu ruangan. Setelah pintu terbuka maksimal, maka pintu akan menekan *limit switch* 1 (pintu terbuka) dan otomatis mematikan motor 1A pembuka pintu dan *limit switch 1* mengaktifkan motor 2A untuk mendorong jemuran kedepan sampai akhirnya menyentuh *limit switch 3*. Lalu setelah *limit switch* 3 dan *limit switch* 1 aktif, maka pintu jemuran akan tertutup kembali dengan menggunakan motor 1B yang akan dimatikan saat menyentuh *limit switch* 2.

2. Sistem penarikan jemuran

   - Penarikan jemuran karena terdeteksi hujan
   - Kondisi awal sensor aktif (*Rain sensor, limit switch* 2, *limit switch* 3,)
   - *Rain sensor* akan aktif dengan mendeteksi adanya tetesan air (air hujan) dan mengaktifkan rangkaian penarik jemuran. Pada awalnya pintu akan terbuka motor 1A akan bekerja, lalu pintu akan menyentuh

limit switch 1. Dan akan mengaktifkan motor penarik jemuran Motor 2B, lalu setelah bekerja akan dimatikan oleh *limit switch* 4. Setelah itu pintu akan kembali tertutup Motor 1B, dan akan dimatikan oleh limit switch 2. Lalu *minifan* dan LED akan menyala untuk membantu pengeringan jemuran di dalam ruangan.

- Penarik jemuran pada malam hari

- Kondisi awal sensor aktif (LDR *dark sensor, limit switch* 2, *limit switch* 3)
- *Dark sensor* akan mendeteksi gelap dan memberikan perintah untuk melakukan penarikan jemuran. Pada awalnya pintu akan terbuka motor 1A akan bekerja, lalu pintu akan menyentuh *limit switch* 1. Dan akan mengaktifkan motor penarik jemuran Motor 2B, lalu setelah bekerja akan dimatikan oleh *limit switch* 4. Setelah itu pintu akan kembali tertutup Motor 1B, dan akan dimatikan oleh *limit switch* 2.

- Penarik jemuran secara manual

- Kondisi awal sensor aktif (*limit switch* 2, *limit switch 3*)

  Untuk menarik jemuran secara manual bisa menggunakan *pushbutton2*. Pada awalnya pintu akan terbuka motor 1A akan bekerja, lalu pintu akan menyentuh *limit switch* 1. Dan akan mengaktifkan motor penarik jemuran Motor 2B, lalu setelah bekerja akan dimatikan oleh *limit switch* 4. Setelah itu pintu akan kembali tertutup Motor 1B, dan akan dimatikan oleh *limit switch* 2.

b. Pengalamatan Input dan Output PLC

Tabel 3.1 Alamat *Input* PLC

Alamat *Input* PLC			
No.	**Input**	**Alamat**	**Keterangan**
1	*Push Button 1*	0.00	Tombol *Forward* jemuran
2	*Push Button 2*	0.01	Tombol *Reverse* jemuran
3	*Push Button 3*	0.02	Tombol Pembuka Pintu
4	*Push Button 4*	0.03	Tombol Penutup Pintu
5	*Push Button 5*	0.04	Tombol Menurunkan Jemuran
6	*Push Button 6*	0.05	Tombol Menaikan Jemuran
7	*Push Button Off*	0.06	Tombol darurat mematikan alat
8	*Limit Switch 1*	0.07	LS Pintu Terbuka
9	*Limit Switch 2*	0.08	LS Pintu Tertutup
10	*Limit Switch 3*	0.09	LS Jemuran Depan
11	*Limit Switch 4*	0.10	LS Jemuran Belakang
12	Sensor 1	0.11	Sensor Gelap (LDR *dark sensor)* 1
13	Sensor 2	0.12	Sensor Benda (*Photosensor)*
14	Sensor 3	0.13	Sensor Hujan (*Rain Sensor*) 1

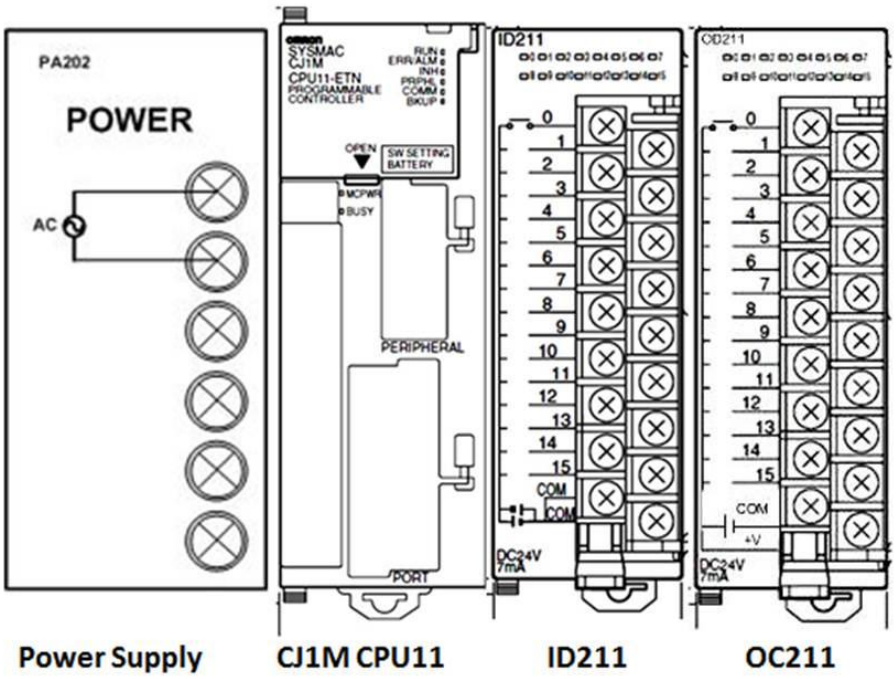
Tabel pengalamatan input PLC dapat dilihat pada gambar 3.1. diatas, dan tabel pengalamatan output PLC dapat dilihat pada tabel 3.2. dihalaman selanjutnya.

Tabel 3.2 Alamat *Input* PLC

Alamat *Output* PLC			
No.	**Output**	**Alamat**	**Keterangan**
1	Motor 1 A (CCW)	1.00	Motor pembuka pintu
2	Motor 1 B (CW)	1.01	Motor penutup pintu
3	Motor 2 A (CW)	1.02	Motor pendorong jemuran
4	Motor 2 B (CCW)	1.03	Motor penarik jemuran
5	Motor 3 A (CW)	1.04	Motor menurunkan jemuran
6	Motor 3 B (CCW)	1.05	Motor untuk menaikan jemuran
7	*Minifan* dan LED	1.06	*Minifan* dan LED

Pada pengalamatan input dan output PLC disini menggunakan tujuh push button, empat limit switch, tiga motor DC, minifan, serta LED. Tujuh push button dan empat limit switch digunakan sebagai masukan pada ID211. Tiga motor DC digunakan menjadi enam output PLC, yang mana satu motor dapat bergerak dua arah yaitu clock wise dan counter clock wise yang nantinya output PLC 24VDC mengaktifkan relay 24VDC. Pengalamatan input dimulai dengan angka 0, contohnya 0.00 dikarenakan ID211 menempati main rack nomor 0. Dan pengalamatan output dimulai dengan angka 1, seperti 1.00 dikarenakan OC211 menempati main rack nomor 1 sehingga penomoran outputnya memakai angka1.

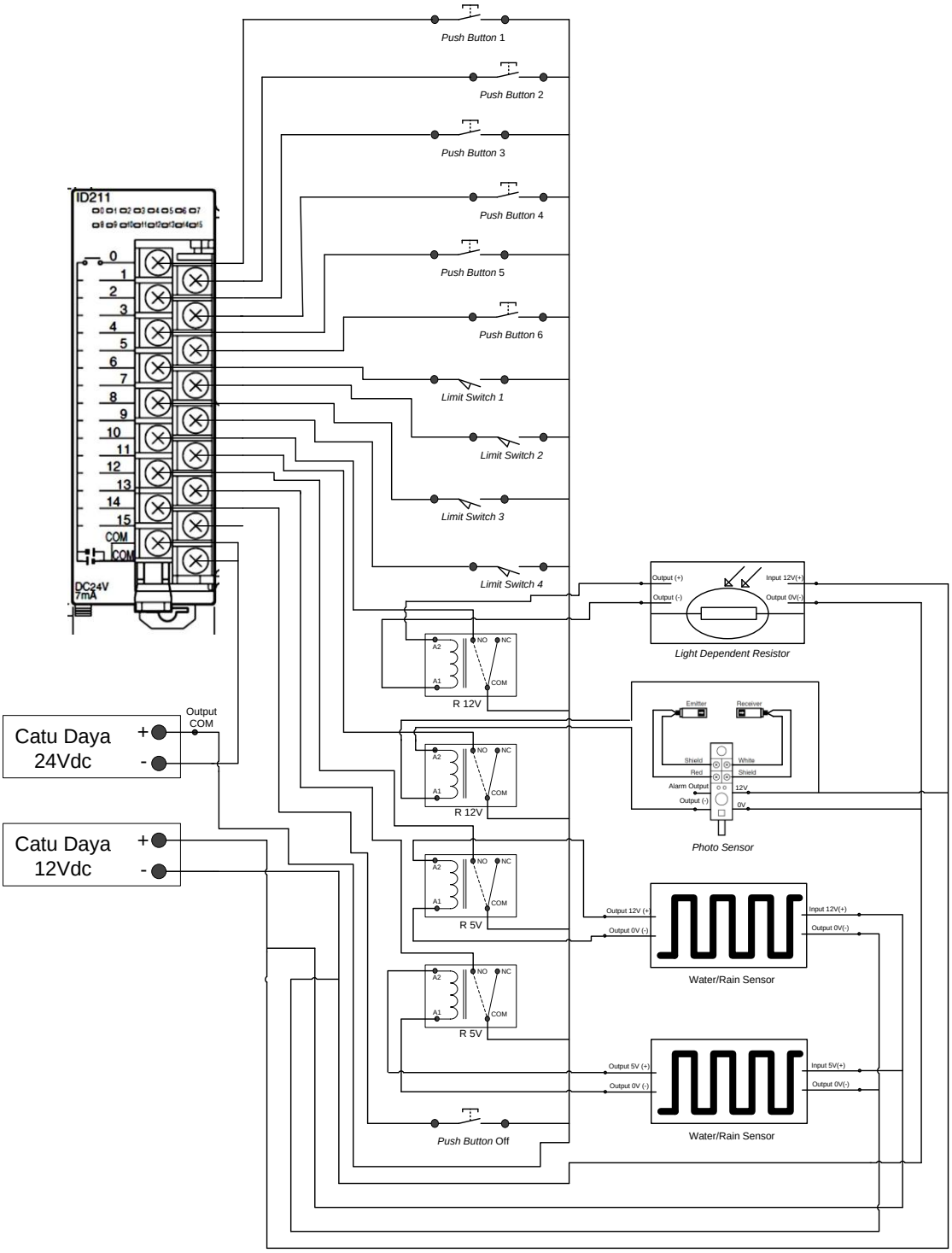
c. Wiring Diagram PLC



Gambar 3.3. Gambar Slot PLC dan Rak Ekspansi CJ1M

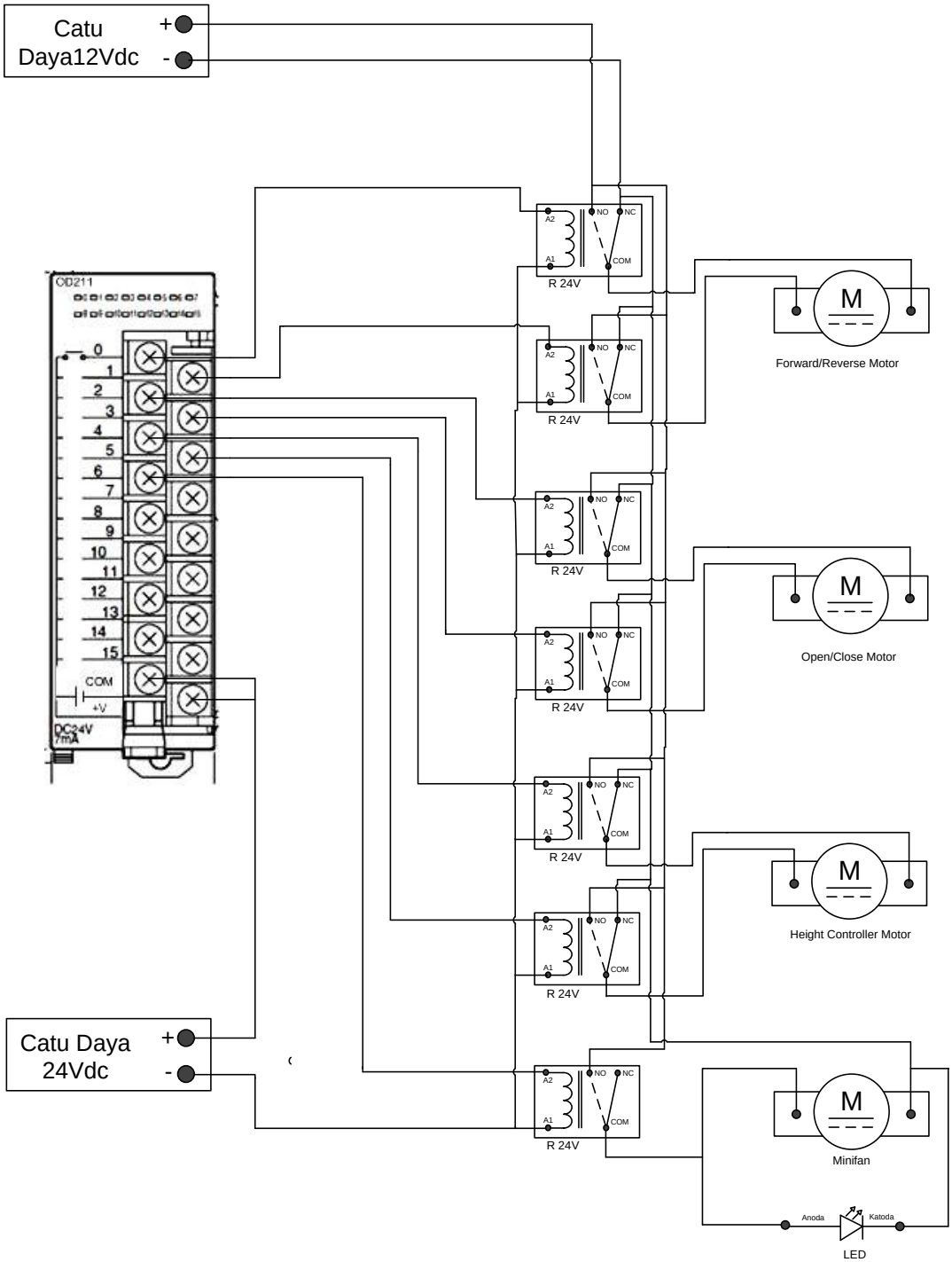
Gambar 3.3. diatas adalah gambar *slot* PLC dengan urutan pada *main rack*. Dimana *slot* ke-0 yang merupakan *input* ID211 akan memulai program *input* pada CX-Programmer dengan *word* 0, sedangkan *slot* ke-1 merupakan *output* OC211 dan akan menggunakan bilangan *word* 1 untuk pemrograman pada CX-Programmer. PLC CJ1M diatas akan menerima sinyal masukan sebesar 24 Volt, yang mana pada *address input* akan menerima tegangan positif 24V dan COM inputnya akan menerima tegangan negatif 0V. Sedangkan pada address *output* akan mengeluarkan tegangan positif 24V dan menerima masukan COM positif pula. Gambar pengawatan pada ID211 (input) dan OC211 (output) dapat dilihat pada gambar 3.4. dan 3.5. dibawah ini.

1. *Wiring Diagram Input* PLC CJ1M



Gambar 3.4. *Wiring Diagram* Input pada ID211

2. *Wiring Diagram Output* pada PLC CJ1M



Gambar 3.5. *Wiring Diagram* Output pada OC211

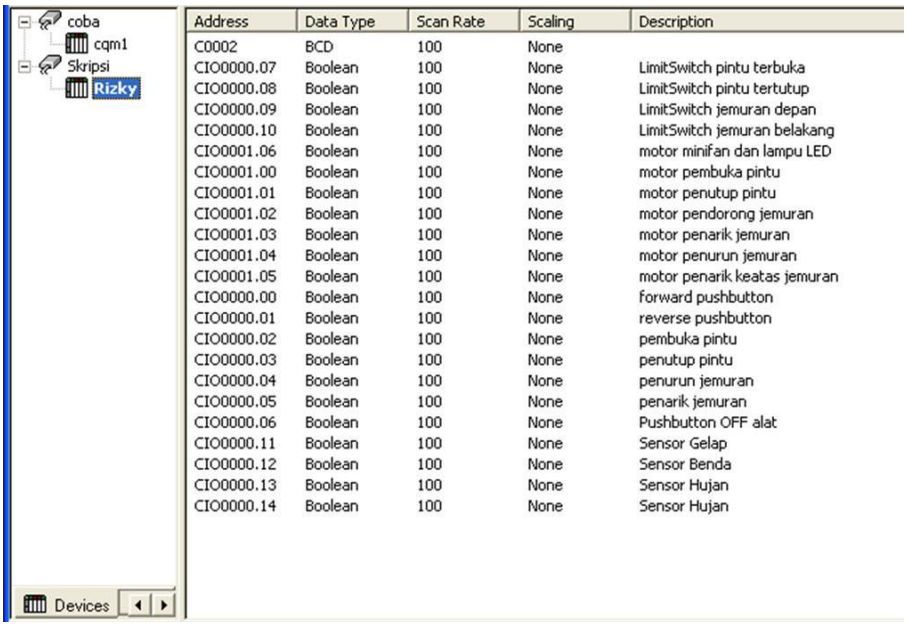
d. Perancangan Program PLC (*Programmable Logic Control*)

Perancangan program PLC ini menggunakan *software* CX-Programmer V9.0 dengan menggunakan beberapa instruksi seperti *And, Or, Timer, Counter,* DIFU (*Diferensial Up),* dan DIFD (*Diferensial Down*). Dimana *Timer* dan *Counter* digunakan untuk menghitung mundur sistem *prototype* off, sedangkan DIFU dan DIFD digunakan sebagai *looping system* untuk sensor gelap dan sensor hujan. Untuk *ladder diagram* alat dapat dilihat dalam lampiran.

3. 3. 4. Perancangan pada OPC Kepware Menggunakan KepServerEx V4.0

Pada perancangan di KepServerEx 4, pertama-tama dengan menentukan tipe *device driver* yaitu Omron FINS Serial, karena perangkat komunikasi yang digunakan adalah RS 232 USB to Serial. Dengan menggunakan *device model* CJ1 dan menggunakan *port* COM 3.

Dimana tipe data seperti c*ounter* menggunakan tipe data BCD (*Binary Code Decimal*) dan tipe data *discrete* menggunakan tipe data *bolean* yang memiliki dua nilai kemungkinan true (1) atau false (0).



Address	Data Type	Scan Rate	Scaling	Description
C0002	BCD	100	None	
CIO0000.07	Boolean	100	None	LimitSwitch pintu terbuka
CIO0000.08	Boolean	100	None	LimitSwitch pintu tertutup
CIO0000.09	Boolean	100	None	LimitSwitch jemuran depan
CIO0000.10	Boolean	100	None	LimitSwitch jemuran belakang
CIO0001.06	Boolean	100	None	motor minifan dan lampu LED
CIO0001.00	Boolean	100	None	motor pembuka pintu
CIO0001.01	Boolean	100	None	motor penutup pintu
CIO0001.02	Boolean	100	None	motor pendorong jemuran
CIO0001.03	Boolean	100	None	motor penarik jemuran
CIO0001.04	Boolean	100	None	motor penurun jemuran
CIO0001.05	Boolean	100	None	motor penarik keatas jemuran
CIO0000.00	Boolean	100	None	forward pushbutton
CIO0000.01	Boolean	100	None	reverse pushbutton
CIO0000.02	Boolean	100	None	pembuka pintu
CIO0000.03	Boolean	100	None	penutup pintu
CIO0000.04	Boolean	100	None	penurun jemuran
CIO0000.05	Boolean	100	None	penarik jemuran
CIO0000.06	Boolean	100	None	Pushbutton OFF alat
CIO0000.11	Boolean	100	None	Sensor Gelap
CIO0000.12	Boolean	100	None	Sensor Benda
CIO0000.13	Boolean	100	None	Sensor Hujan
CIO0000.14	Boolean	100	None	Sensor Hujan

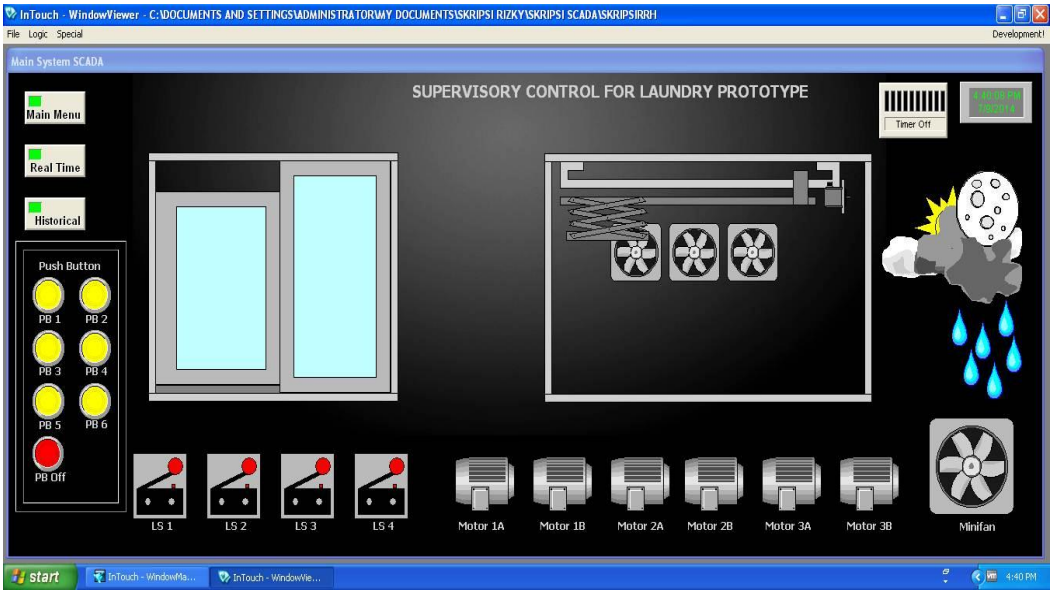
Gambar 3.6. *Design* Input dan Output di OPC KepServer

Perancangan *tag* (label) seperti yang dapat dilihat pada gambar 3.6. merupakan perancangan yang digunakan untuk menjembatani antara PLC dan SCADA sebagaimana telah dijelaskan sebagai fungsi OPC sebelumnya. Dengan memasukan nama *channel* “Skripsi” dan nama *device* “Rizky”. Untuk *data sheet addressing* Omron FINS Serial dapat dilihat pada lampiran.

3. 3. 5. Perancangan SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*)

Perancangan SCADA menggunakan software Wonderware Intouch 10.0. dalam perancangan window maker. Ada tiga tipe data yang digunakan dalam window maker di SCADA yang dibuat ini, *yaitu I/O Discrete, I/O Integer*, dan *Memory Integer*. Dimana input dan output seperti *push button, limit switch*, dan motor menggunakan tipe data *I/O Discrete* karena langsung terhubung pada PLC dan memiliki pengalamatan pada KepServerEx dan CX-Programmer. Sedangkan

pada counter menggunakan tipe data *I/O Integer*. Dan untuk animasi yang digunakan dalam *script* menggunakan *memory Integer* karena animasi ini sifatnya seperti simulasi dan nilainya memiliki *range* tertentu.



Gambar 3.7. SCADA Wonderware InTouch *Design*

3.4.Instrumen Penelitian

Alat ukur yang akan digunakan adalah AVO Meter Multitester Digital untuk mengukur tegangan dan memeriksa koneksi jalur PLC dan kabel penghubung. *Software* CX-Programmer V9.0, *software* KepServerEx V4.0, dan Wonderware InTouch 10.1

3.5.Kriteria Pengujian Alat

Pengujian alat dilaksanakan ketika alat telah jadi dan siap digunakan. Pengujian alat akan dilakukan dengan mencoba menutup cahaya menuju sensor LDR dan meneteskan air pada *rain sensor* "Apakah PLC dapat bekerja otomatis?", "Apakah motor DC dapat bergerak dua arah sesuai *wiring* dan perintah program?", "Apakah OPC Kepware dapat menghubungkan PLC dan SCADA","Apakah SCADA dapat melakukan pengawasan dan pengontrolan pada *prototype*?".

3.6. Teknik Analisis Data

3.6.1. Kriteria Pengujian *Hardware*

Pengujian yang pertama adalah pengujian jarak baca antara *emitter* dan *receiver* pada *photosensor.* Pengujian ini akan dilakukan dengan penggaris yang memiliki satuan centimeter dengan posisi lurus antara kedua *emitter* dan *receiver.* Seperti pada tabel 3.3. di bawah.

Tabel 3.3. Pengujian Jarak Baca *Photosensor*

No	Jarak Baca	Terbaca (Ya/Tidak)	Keterangan
1	50 cm		-
2	45 cm		-
3	43 cm		-
4	42 cm		-
5	40 cm		-
6	35 cm		-
7	20 cm		-
8	5 cm dst.		-

Pengujian yang kedua adalah pengujian beban pakaian saat pakaian dalam keadaan basah dan juga pengujian pakaian pada saat pakaian dalam keadaan kering seperti pada tabel 3.4. di bawah.

Tabel 3.4. Pengujian Beban Pakaian

No.	**Jenis Pakaian**	**Beban (gram)**	
		5 Pakaian	**Maks. 10 Pakaian**
1.	Pakaian Kering		
2.	Pakaian Basah		

Pengukuran selanjutnya adalah pengukuran waktu kerja pada motor, waktu kerja motor ini yang akan menentukan jumlah waktu kerja saat penarikan dan pendorongan jemuran dari pintu terbuka sampai pintu kembali tertutup seperti yang dapat dilihat pada tabel 3.5. di bawah.

Tabel 3.5. Pengujian Waktu Kerja Motor

No.	Jenis Motor Penggerak	Waktu Kerja
1.	Motor 1A (Pembuka Pintu)	
2.	Motor 1B (Penutup Pintu)	
3.	Motor 2A (Pendorong Jemuran)	
4.	Motor 2B (Penarik Jemuran)	
5.	Motor 3A (Penurun Jemuran)	
6.	Motor 3B (Penarik Jemuran)	

Pengujian yang terakhir dalam pengujian *hardware* adalah pengujian tegangan dan arus masukan pada saat input bernilai 0 dan 1. Pengujian ini dilakukan dengan mengukur tegangan pada soket PLC dan kumparan dari masing-masing relai. Tebel pengujian tegangan dapat dilihat pada tabel 3.6.

Tabel 3.6. Pengujian Tegangan Pada *Prototype*

No.	Jenis Item	Tegangan Pada Soket PLC		Tegangan Pada *Coil* Relai		Ket.
		0	1	0	1	
1	PB 1					
2	PB 2					
34	PB 3					
5	PB 4					
6	PB 5					
7	PB 6					
8	PB Off					
9	LS 1					
10	LS 2					
11	LS 3					
12	LS 4					
13	*PhotoSensor*					
14	*Dark Sensor*					
15	*Rain Sensor 1*					
16	Motor 1 A					
17	Motor 1 B					
18	Motor 2 A					
19	Motor 2 B					
20	Motor 3 A					
21	Motor 3 B					
22	*Minifan* dan LED					

3.6.2. Kriteria Pengujian *Software*

3. 6. 2. 1. Kriteria pengujian *software* pada CX-Programer PLC

Pengujian *addressing* atau pengalamatan pada PLC untuk mengetahui bila input yang digunakan dapat menggerakan output yang tertera (√ atau ×).

Tabel 3.7. Pengujian *Software PLC*

No.	Alamat Input	Output						
		Motor 1A	Motor 1B	Motor 2A	Motor 2B	Motor 3A	Motor 3B	Minifan & LED
1	PB 1							
2	PB 2							
3	PB 3							
4	PB 4							
5	PB 6							
6	PB Off							
7	S1							
8	S2							
9	S3							
10	S4							

3. 6. 2. 2. Pengujian Alamat Pada OPC

Pengujian alamat pada KepServer Ex dengan melihat nama objek, alamat, kualitas, dan koneksi yang terhubung pada PLC dengan menggunakan OPC Client.

Tabel 3.8. Pengujian Pada OPC

No.	Alamat OPC	Tag Name	Tipe Data	Nilai Awal	Kualitas Koneksi
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

3. 6. 2. 3. Pengujian Tag pada SCADA

Pengujian tag objek pada SCADA Wonderware InTouch dan disesuaikan dengan tag name pada KepServer Ex kemudian alamatnya pada PLC Omron CJ1M.

Tabel 3.9. Pengujian Pada SCADA

No.	**SCADA Wonderware InTouch**			**OPC KepServer**	**PLC CJ1M**
	Tag Name	**Type**	**Animation**		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
...					
34					