

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN

Pada subbab ini membahas mengenai beberapa peralatan berupa perangkat keras serta perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisis integrasi sistem SCADA pada PLC Omron dan Schneider untuk *monitoring* level air dan motor DC yang terdapat pada penelitian ini.

**Tabel 3.1 Alat dan Bahan Penelitian**

No.	Alat dan Bahan	Jumlah
1	PC	1
2	Miniatur <i>plant</i> tangki air	1
3	Sensor Sharp GP2Y0E03	1
4	PT970101A Advanced PLC Trainer	1
5	PT93221 – <i>Servo trainer</i>	1
6	PLC Omron CP1L-M60DT1-D	1
7	PLC Schneider TM221CE16R	1
8	Rangkaian <i>Op-Amp</i>	2
9	<i>Ethernet Switch</i>	1
10	Kabel RJ45	3
11	<i>Software</i> Wonderware InTouch	1
12	<i>Software</i> CX-Programmer	1
13	<i>Software</i> Machine Expert - Basic	1
14	<i>Software</i> KEPServerEX 6	1

##### 3.1.1 PC

Pada penelitian ini PC digunakan sebagai perangkat untuk melakukan pemrograman *ladder diagram* PLC Omron dan Schneider, serta *software* SCADA Wonderware InTouch. Adapun PC yang digunakan memiliki spesifikasi yakni Acer Aspire E5-474G-52SR dengan prosesor Intel Core i5-6200U, RAM 12GB DDR3L, VGA NVIDIA GeForce 920M, dengan sistem operasi Windows 10.

##### 3.1.2 Miniatur *Plant* Tangki Air

Pada penelitian ini miniatur *plant* tangki air digunakan sebagai perangkat untuk melakukan pengukuran level air. Tinggi tangki yang digunakan 42 cm dengan diameter tangki sebesar 21 cm, namun kapasitas tinggi air yang dapat ditampung maksimal hanya berada di level 35 cm. Pengukuran level air pada tangki ini

menggunakan sensor jarak analog Sharp GP2Y0E03. *Plant* tangki air yang terdapat sensor jarak ini terhubung dengan PLC Omron CP1L sebagai *input* analog.

### **3.1.3 Sensor Sharp GP2Y0E03**

Pada penelitian ini perangkat berupa sensor jarak analog Sharp GP2Y0E03 digunakan sebagai alat untuk mengukur ketinggian air pada miniatur *plant* tangki air dan terhubung dengan PLC Omron CP1L yang terdapat pada PT970101A *Advanced PLC Trainer*.

### **3.1.4 PT970101A Advanced PLC Trainer**

Pada penelitian ini PT970101A *Advanced PLC Trainer* digunakan sebagai perangkat untuk pengukuran level air pada tangki. Di dalam panel ini terdapat beberapa perangkat PLC Omron CP1L untuk pembacaan nilai ketinggian air dari sensor Sharp GP2Y0E03.

### **3.1.5 PT93221 – Servo Trainer**

Pada penelitian ini PT93221 – *Servo trainer* digunakan sebagai perangkat untuk pengukuran kecepatan motor. Di dalam panel ini terdapat beberapa modul, namun yang akan digunakan pada penelitian ini hanya modul potensiometer, PWM *generator*, motor *drive*, dan juga motor *assembly*. Pada penelitian ini *motor load* pada panel motor *assembly* dihubungkan dengan PLC Schneider TM221CE16R untuk pembacaan nilai RPM pada motor DC.

### **3.1.6 PLC Omron CP1L-M60DT1-D**

Pada penelitian ini perangkat *Programmable Logic Controller* (PLC) dengan tipe Omron CP1L-M60DT1-D digunakan sebagai alat untuk akuisisi data nilai ketinggian air dari sensor jarak analog Sharp GP2Y0E03 yang terdapat pada miniatur *plant* tangki air.

### **3.1.7 PLC Schneider TM221CE16R**

Pada penelitian ini perangkat pengendali berupa *Programmable Logic Controller* (PLC) dengan tipe Schneider TM221CE16R digunakan sebagai alat untuk akuisisi data nilai kecepatan motor DC (RPM) dari tachometer yang terdapat pada PT93221 – *Servo trainer*.

### **3.1.8 Rangkaian *Operational Amplifier (Op-Amp)***

Pada penelitian ini membutuhkan dua buah rangkaian penguat tegangan atau *Op-Amp* karena keluaran tegangan dari masing-masing sensor cukup kecil untuk dapat masuk ke PLC. Salah satu rangkaian *Op-Amp* pada penelitian ini diperlukan untuk menguatkan tegangan *output* sensor Sharp GP2Y0E03 ke *input* analog PLC karena tegangan keluaran maksimal yang dihasilkan dari sensor tersebut hanya berkisar 2,3 volt saja. Rangkaian *Op-Amp* berikutnya diperlukan untuk menguatkan tegangan dari *load motor* pada panel *servo trainer* karena nilai maksimal tegangan keluaran yang dihasilkan hanya berkisar 1,2 volt.

### **3.1.9 *Ethernet Switch***

Pada penelitian ini perangkat berupa *Switch* digunakan sebagai alat penghubung komunikasi yang menggunakan *interface ethernet*. Perangkat ini mengkoneksikan PLC Omron CP1L dan PLC Schneider TM221CE16R ke laptop yang sudah terinstal perangkat lunak KEPServerEX 6 dan SCADA Wonderware InTouch.

### **3.1.10 *Software Wonderware InTouch***

Pada penelitian ini perangkat lunak SCADA Wonderware InTouch digunakan untuk akuisisi data dari PLC Omron dan Schneider untuk proses *monitoring* sistem miniatur *plant*.

### **3.1.11 *Software CX-Programmer***

Pada penelitian ini perangkat lunak CX-Programmer digunakan membuat *ladder diagram* pada PLC Omron CP1L. Diagram dibuat untuk pembacaan sensor Sharp GP2Y0E03 pada pengukuran level air.

### **3.1.12 *Software Machine Expert - Basic***

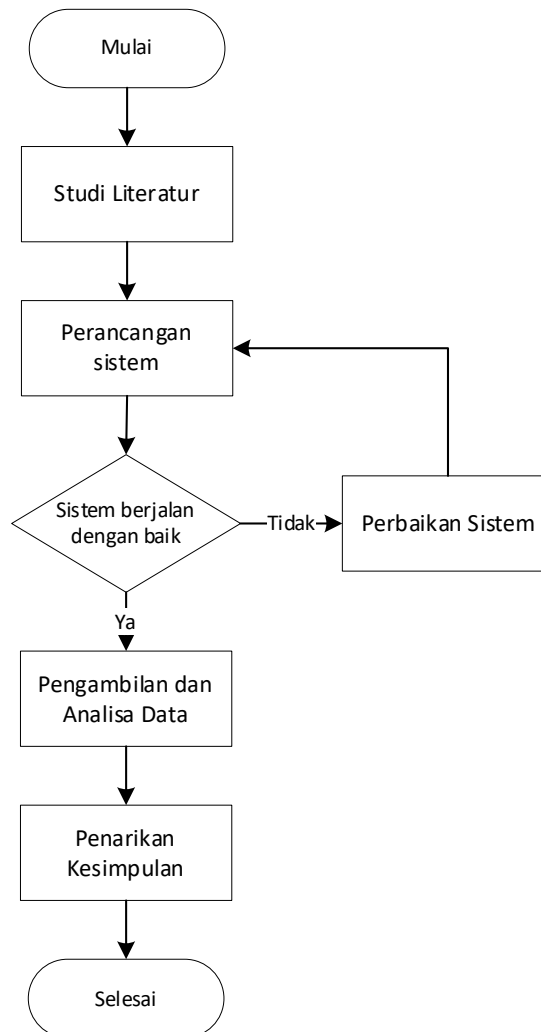
Pada penelitian ini perangkat lunak Machine Expert – Basic digunakan untuk membuat *ladder diagram* pada PLC Schneider TM221CE16R. Diagram dibuat untuk pembacaan sensor kecepatan motor DC pada PT93221 – *Servo trainer*.

### 3.1.13 Software KEPServerEX 6

Pada penelitian ini perangkat lunak KEPServerEX 6 digunakan untuk mengkonfigurasi komunikasi SCADA dengan PLC menggunakan protokol OPC. Pada perangkat lunak ini terdapat OPC *Server* yang bertugas mengumpulkan data dari *hardware* PLC dan mengubahnya dalam format OPC, dan juga OPC *Client* yang bertugas membaca data dari OPC *server* tersebut dan mengirimkannya ke *software* HMI (Wonderware InTouch).

## 3.2 ALUR PENELITIAN

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap yaitu tahap studi literatur, tahap perancangan sistem, tahap pengujian, tahap pengambilan dan analisa data, dan yang terakhir adalah tahap penarikan kesimpulan.



**Gambar 3.1 Alur Penelitian**

Dari alur penelitian di atas, maka dapat dijabarkan beberapa poin langkah-langkah yang akan dilakukan di bawah ini.

### **3.2.1 Studi Literatur**

Pada penelitian ini dilakukan studi literatur dengan cara mempelajari berbagai sumber informasi yang tersedia seperti jurnal, skripsi, buku, *website*, ataupun sumber lain yang terkait dengan permasalahan yang dihadapi, sehingga diperoleh referensi dalam melakukan penelitian.

### **3.2.2 Perancangan Sistem**

Pada tahapan ini dilakukan perancangan sistem yang dimulai dari menyiapkan perangkat-perangkat yang akan digunakan pada penelitian, dilanjutkan dengan perancangan *hardware* sistem pengukuran ketinggian air dengan menggunakan sensor jarak analog Sharp GP2Y0E03, sistem pengukuran kecepatan motor DC dengan menggunakan *encoder* yang terdapat pada PT93221 – *Servo trainer*, sistem komunikasi antar PLC ke SCADA di laptop dengan menggunakan *Ethernet Hub*. Setelah itu dilanjutkan dengan perancangan *software* sistem SCADA dengan menggunakan Wonderware InTouch, pembuatan *ladder diagram* pembacaan sensor pada PLC, dan konfigurasi jaringan komunikasi *ethernet*.

### **3.2.3 Pengujian Sistem**

Pada tahapan ini dilakukan pengujian pada sistem yang telah dibuat untuk mengetahui apakah dapat bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan dengan beberapa proses, mulai dari pembacaan keluaran sensor, pembacaan nilai analog pada PLC dari sensor, pengujian koneksi jaringan pada sistem SCADA ke masing-masing PLC, pengujian kecepatan data, dan pengujian ketepatan data pada SCADA. Hal-hal tersebut dilakukan untuk mengetahui apakah hasil perancangan yang telah dibuat dapat berjalan dengan semestinya atau tidak.

### **3.2.4 Pengambilan dan Analisa Data**

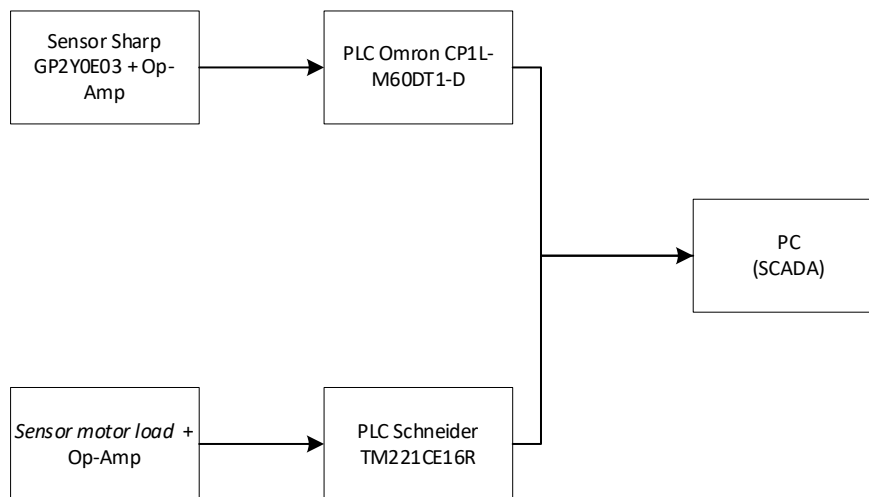
Pada tahapan ini dilakukan pengambilan data dari integrasi sistem SCADA pada PLC Omron dan Schneider untuk *monitoring* level tangki air dan kecepatan motor DC, yang dilanjutkan dengan menganalisis hasil pengambilan data untuk mengetahui kinerja sistem yang dibuat.

### 3.2.5 Penarikan Kesimpulan

Pada tahapan ini dilakukan penarikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisa mengenai sistem yang dibuat, sehingga didapat bagaimana jawaban dari rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini.

### 3.3 RANCANGAN SISTEM

Pada perancangan sistem terdapat perancangan *hardware* dan perancangan *software* yang mana memuat gambaran umum dari integrasi sistem SCADA pada PLC Omron dan Schneider untuk *monitoring* level air dan motor DC. Blok Diagram rancangan sistem dapat dilihat pada gambar 3.2.



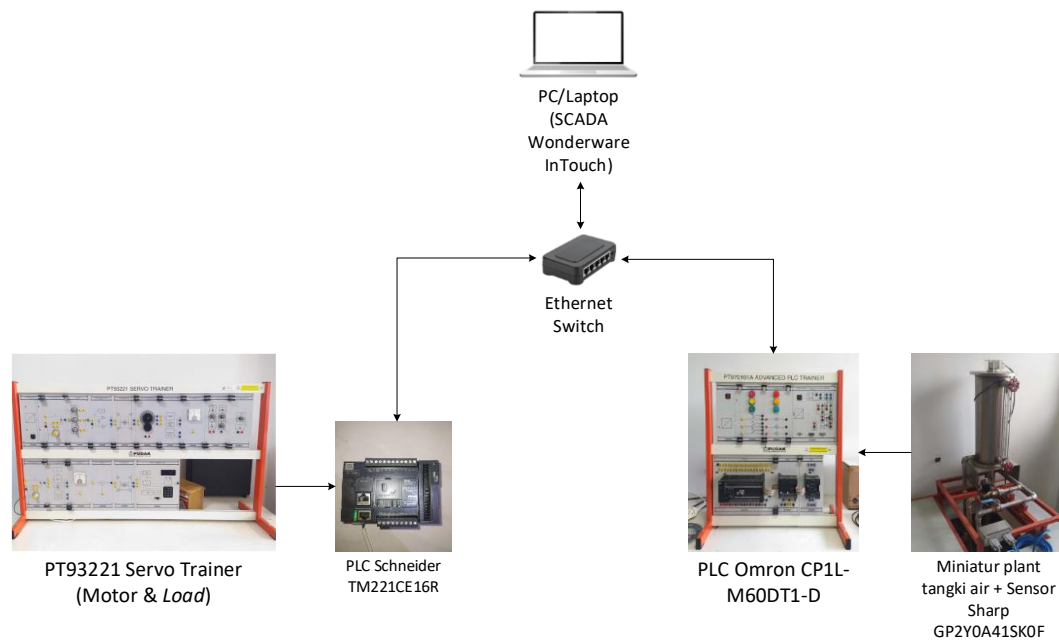
**Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem**

Pada gambar 3.2 menunjukkan diagram blok keseluruhan sistem yang dimana terdapat unit miniatur *plant* tangki air yang nantinya diukur level ketinggian air pada tangka menggunakan sensor Sharp GP2Y0E03, yang mana nilai keluaran pada sensor ini dikuatkan dari tegangan dengan nilai maksimal 5V menjadi 10V dengan menggunakan *Op-Amp*. Selanjutnya nilai tegangan keluaran *Op-Amp* masuk ke PLC Omron CP1L dan akan diketahui besarnya level ketinggian air dengan *ladder diagram* untuk konversi pembacaan masukan analog sensor menjadi nilai jarak. Sedangkan pada unit *servo trainer* untuk motor DC, di dalamnya terdapat sebuah *motor load* yang dapat digunakan untuk mengukur kecepatan motor karena dapat mengeluarkan tegangan yang linear sesuai kecepatan motor dan dapat digunakan sebagai *input* analog ke PLC Schneider TM221CE16R. Selanjutnya, kedua PLC ini dihubungkan melalui komunikasi *ethernet* menggunakan *ethernet*

*switch*. Setelah itu, *ethernet* dihubungkan ke komputer yang telah terpasang *software* SCADA Wonderware InTouch dan KEPServerEX agar dapat terkoneksi dan mengakuisisi data dari PLC.

### 3.3.1 Perancangan *Hardware*

Pada perancangan *hardware* terdapat proses merangkai komponen-komponen yang diperlukan dan instalasi sistem. Diagram perancangan *hardware* dapat dilihat pada gambar 3.3.



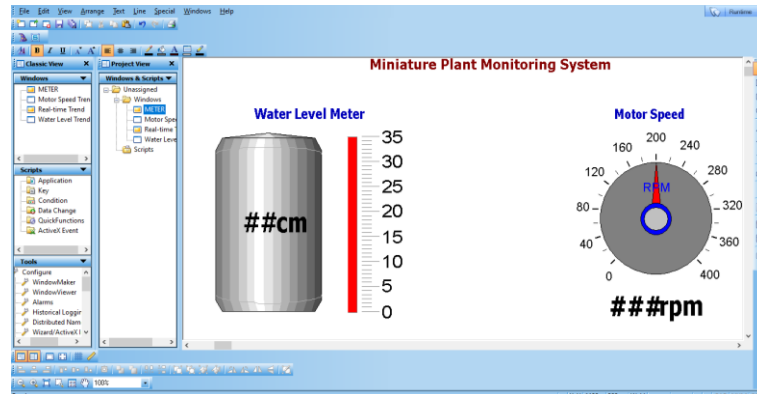
**Gambar 3.3 Perancangan *Hardware* Sistem SCADA**

### 3.3.2 Perancangan *Software*

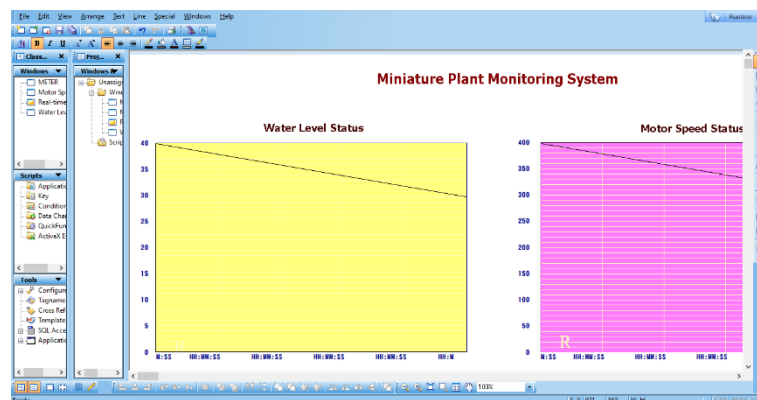
Perancangan *software* pada penelitian ini meliputi perancangan SCADA, perancangan konfigurasi KEPServer, konfigurasi PLC Omron, dan konfigurasi PLC Schneider. Perancangan ini dibutuhkan karena sistem SCADA membutuhkan serangkaian konfigurasi *software* yang sesuai agar dapat terintegrasi.

#### 3.3.3.1 Perancangan SCADA

Pada perancangan sistem SCADA yang menggunakan perangkat lunak Wonderware InTouch, dimulai dari desain HMI pada SCADA, dan dilanjutkan dengan pembuatan *tag name* menyesuaikan pada *software* KEPServer.



Gambar 3.4 Perancangan HMI Dengan Menampilkan *Meter Gauge*



Gambar 3.5 Perancangan HMI Dengan Menampilkan *Real-time Trend*

The screenshot shows the "Tagname Dictionary" configuration window. It has tabs for "Main", "Details", "Alarms", "Details & Alarms", and "Members", with "Details" selected. Buttons include "New", "Restore", "Delete", "Save", "Select...", "Cancel", and "Close". The "Tagname" field contains "water\_level" and the "Type" is "I/O Integer". The "Group" is "\$System" and "Read only" is selected. The "Comment" field is empty. There are checkboxes for "Log Data" (checked), "Log Events" (checked), "Retentive Value" (unchecked), and "Retentive Parameters" (unchecked). The "Priority" is set to "999". The "Initial Value" is "0", "Min EU" is "0", "Max EU" is "35", "Deadband" is "0", "Min Raw" is "470", and "Max Raw" is "5900". The "Eng Units" field is empty, "Log Deadband" is "0", and "Conversion" is set to "Linear". The "Access Name" is "Omron". The "Item" field contains "water\_level" and "Use Tagname as Item Name" is checked.

Gambar 3.6 Konfigurasi *Tagname water\_level*



**Modify Access Name**

Access Name:

Node Name:

Application Name:

Topic Name:

Which protocol to use

DDE  SuiteLink  Message Exchange

When to advise server

Advise all items  Advise only active items

Enable Secondary Source

**Gambar 3.7 Konfigurasi Access Name Omron**

**Tagname Dictionary**

Main  Details  Alarms  Details & Alarms  Members

Tagname:  Type:

Group:   Read only  Read Write

Comment:

Log Data  Log Events Priority:   Retentive Value  Retentive Parameters

Initial Value:  Min EU:  Max EU:

Deadband:  Min Raw:  Max Raw:

Eng Units:  Log Deadband:  Conversion  Linear  Square Root

Access Name:

Item:   Use Tagname as Item Name

**Gambar 3.8 Konfigurasi Tagname motor\_speed**

**Modify Access Name**

Access Name:

Node Name:

Application Name:

Topic Name:

Which protocol to use

DDE  SuiteLink  Message Exchange

When to advise server

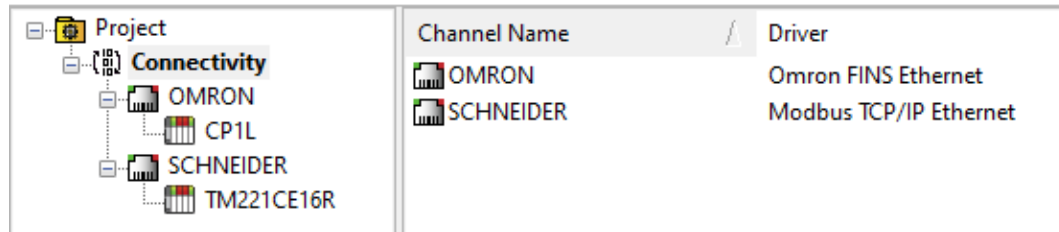
Advise all items  Advise only active items

Enable Secondary Source

**Gambar 3.9 Konfigurasi Access Name Schneider**

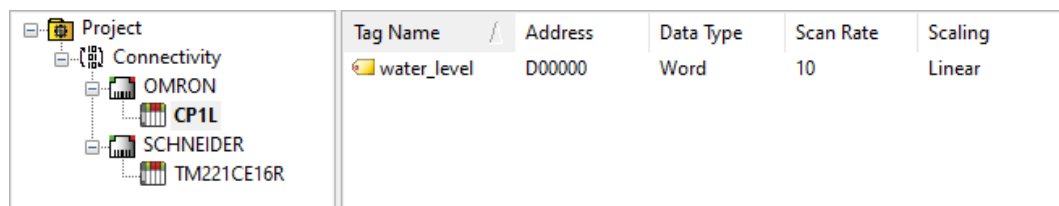
### 3.3.3.2 Perancangan Konfigurasi KEPServer

*Software* selanjutnya berupa KEPServerEX 6 digunakan untuk menerima data dari kedua PLC. Terdapat beberapa konfigurasi pada *software* ini agar dapat melakukan komunikasi dan menerima data dari PLC.

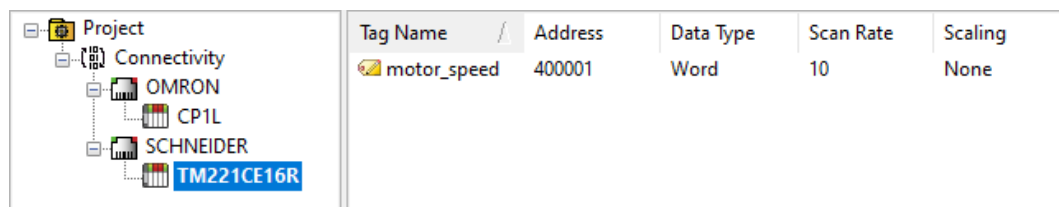


**Gambar 3.10 Konfigurasi Channel PLC Pada KEPServer**

Pada gambar 3.10 merupakan hasil konfigurasi pada *software* KEPServer untuk menggabungkan dua buah *channel* PLC, yakni *channel* Omron dan *channel* Schneider. Pada *channel* Omron berisi device CP1L dan pada *channel* Schneider berisi device TM221CE16R.



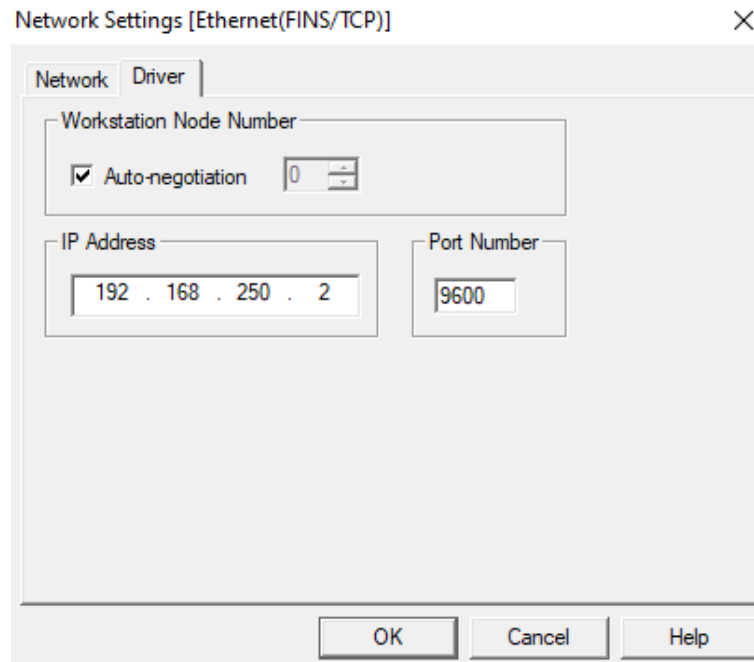
**Gambar 3.11 Konfigurasi tag PLC Omron Pada KEPServer**



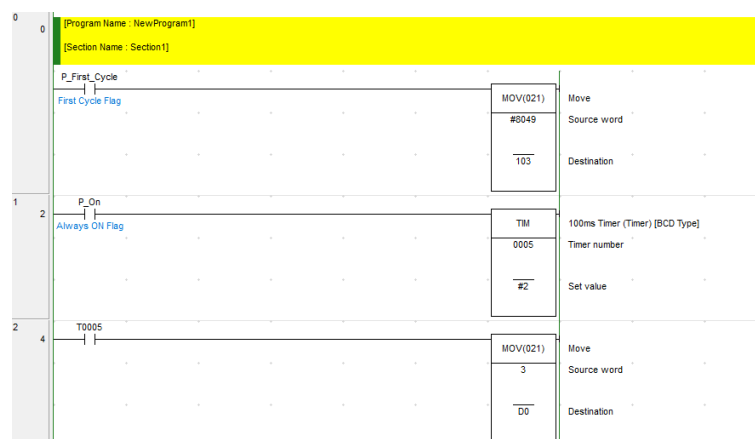
**Gambar 3.12 Konfigurasi tag PLC Schneider Pada KEPServer**

### 3.3.3.3 Konfigurasi PLC Omron

CX-Programmer digunakan untuk memprogram PLC Omron CP1L-M60DT1-D menggunakan diagram tangga (*ladder diagram*). Diagram yang dibuat merupakan diagram pembacaan sensor level ketinggian air pada tangki.



**Gambar 3.13 Konfigurasi Alamat IP PLC Omron**

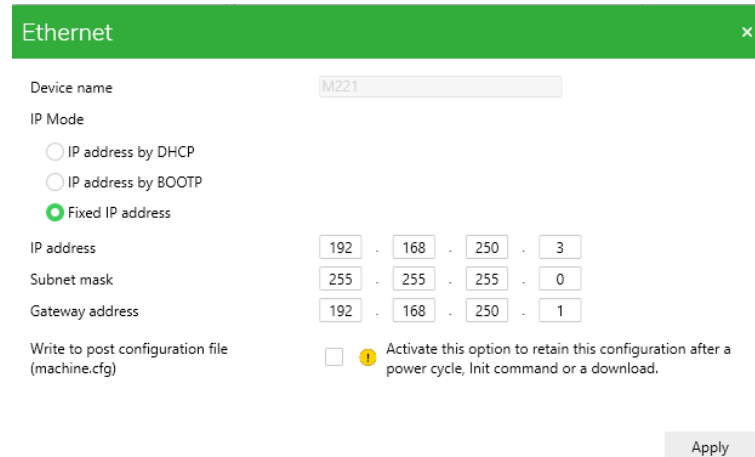


**Gambar 3.14 Konfigurasi Ladder Diagram PLC Omron**

Pada gambar 3.14 merupakan *ladder diagram* yang dibuat untuk membaca nilai *input* analog pengukuran level air. Alamat *source word* digunakan untuk penentuan *range code* analog I/O modul ekspansi CP1W-MAD11, dimana nilai analog disimpan pada alamat D0 dalam bentuk bilangan heksadesimal, yang selanjutnya nilai analog akan diteruskan ke KEPServer.

### 3.3.3.4 Konfigurasi PLC Schneider

Software berikutnya yaitu Machine Expert – Basic digunakan untuk memprogram PLC Schneider TM221CE16R menggunakan diagram tangga (*ladder diagram*). Diagram yang dibuat merupakan diagram pembacaan kecepatan motor DC.



**Gambar 3.15 Konfigurasi Alamat IP PLC Schneider**

Analog inputs

Used	Address	Symbol	Type	Scope	M.	Maximum	Filter	Filter Unit	Sampling	Units
<input checked="" type="checkbox"/>	%IW1.0	DC_MOTOR_SPEED	0 - 10 V	Normal	0	10000	0	x 10 ms	1 ms/Channel	
<input type="checkbox"/>	%IW1.1		Not used	Not used	0	0	0	x 10 ms	1 ms/Channel	
<input type="checkbox"/>	%IW1.2		Not used	Not used	0	0	0	x 10 ms	1 ms/Channel	
<input type="checkbox"/>	%IW1.3		Not used	Not used	0	0	0	x 10 ms	1 ms/Channel	

**Gambar 3.16 Konfigurasi Analog Input PLC Schneider**

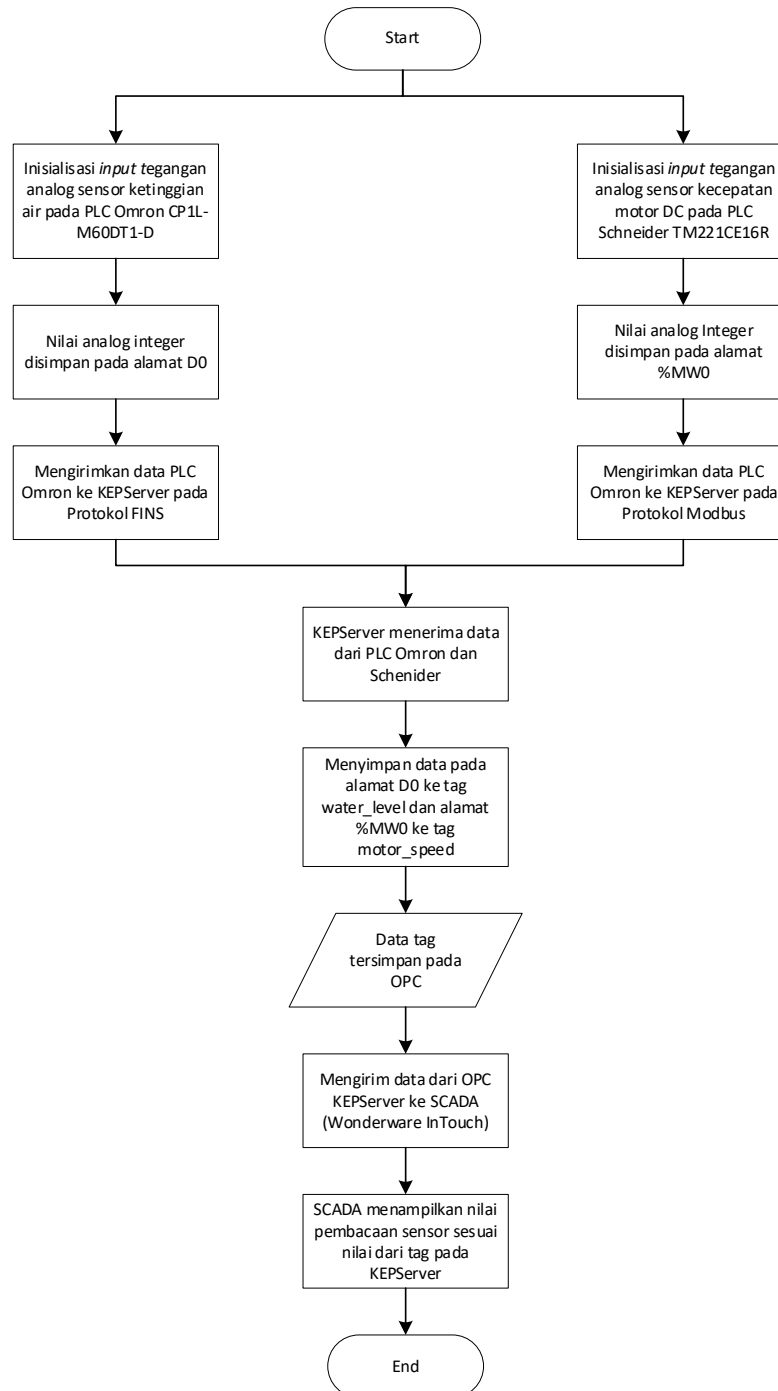


**Gambar 3.17 Konfigurasi Ladder Diagram PLC**

Pada gambar 3.17 di atas merupakan *ladder diagram* yang dibuat untuk membaca nilai *input* analog pengukuran kecepatan motor DC. Pembacaan analog sensor yang terdapat pada alamat *input* analog %IW1.0 dan disimpan ke alamat %MW0 yang merupakan alamat *memory word* pada PLC. Nilai analog pada %MW0 selanjutnya diteruskan ke KEPServer.

### 3.3.3 Flowchart Sistem

Flowchart pada integrasi sistem SCADA dalam penelitian ini meliputi alur kerja sistem secara garis besar, mulai dari inialisasi *input* tegangan analog sensor, proses menyimpan nilai analog pada memori PLC, pengiriman data PLC ke KEPServer, penyimpanan data dari PLC pada KEPServer, pengiriman data OPC dari KEPServer ke SCADA, dan proses menampilkan data pada SCADA.



Gambar 3.18 Flowchart Sistem

### **3.4 METODE PENGUJIAN**

Pada penelitian ini terdapat beberapa pengujian, diantaranya pengujian konektivitas, pengujian fungsional SCADA, pengujian respons interval waktu SCADA, serta pengujian akurasi dan *error*.

#### **3.4.1 Pengujian Konektivitas Sistem**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah protokol komunikasi yang digunakan dalam sistem SCADA berfungsi dengan semestinya. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa semua koneksi fisik antara perangkat keras PLC dan perangkat lunak SCADA terhubung dengan benar dan sesuai dengan konfigurasi. Adapun protokol komunikasi yang diuji meliputi Omron FINS dan juga Modbus TCP/IP.

#### **3.4.2 Pengujian Fungsional SCADA**

Pengujian fungsional SCADA bertujuan untuk memastikan bahwa fungsi-fungsi pada sistem SCADA berjalan dengan benar. Dalam hal ini mencakup pengujian pemantauan data. Pengujian fungsi yang akan dilakukan meliputi pengujian *monitoring* melalui fitur *meter gauge* dan juga pengujian melalui *real-time trend*.

#### **3.4.3 Pengujian Respons Interval Waktu SCADA**

Pengujian respons waktu bertujuan untuk memeriksa kinerja sistem dalam merespons data secara *real-time* pada interval tertentu. Pengujian ini memastikan bahwa sistem SCADA dapat merespons perubahan kondisi dengan cepat dan tepat waktu. Pengujian dilakukan dengan menampilkan *real-time trend* pada *monitoring plant* dengan variasi interval *sampling* yang berbeda-beda.

#### **3.4.4 Pengujian Akurasi dan Error**

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem SCADA menghasilkan pengukuran yang akurat dan sesuai dengan nilai sebenarnya. Hal ini bertujuan untuk membantu memastikan bahwa data yang diukur konsisten dan stabil dari waktu ke waktu dan memiliki akurasi yang baik.