



Desain Sistem Komunikasi Plant Level dan Tekanan Melalui SCADA

Proyek Akhir

Oleh:

Ria Rahmanda Lestari (3232301065)

**Program Studi Teknik Instrumentasi
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam
2025**

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul : "Desain Sistem Komunikasi Plant Level dan Tekanan Melalui SCADA", adalah hasil karya sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip atau dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Batam, 11 Agustus 2025



Ria Rahmanda Lestari

NIM: 3232301065

Lembar Pengesahan

**Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
gelar Ahli Madya Teknik (AMd.T.)
di
Politeknik Negeri Batam**

**Oleh:
Ria Rahmanda Lestari (3232301065)**

**Tanggal Sidang: 11 Agustus, 2025
Disetujui oleh :**

Penguji 1

Pembimbing 1



**1. Ir. Kamarudin, S.T., M.T., IPM
NIK: 110071**



**1. Aditya Gautama Darmoyono,
S.T., M.T.
NIK: 117180**

Penguji 2



**2. Eka Mutia Lubis, S.Pd., M.Pd
NIK: 117186**

[Desain Sistem Komunikasi Plant Level dan Tekanan Melalui SCADA]

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem integrasi akuisisi data dan kontrol pada miniplant tekanan dan level berbasis SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*). Sistem menggunakan dua PLC Omron CP1H yang terhubung melalui jaringan Ethernet dan dikendalikan melalui antarmuka Indusoft Web Studio. Sensor tekanan kapasitif ST18 dan sensor level kapasitif LK3122 digunakan untuk mengukur besaran fisik dan mengirimkan data secara real-time ke HMI. Protokol komunikasi OPC UA dengan bantuan Kepware sebagai OPC Server memfasilitasi pertukaran data antar perangkat.

Penelitian mencakup perancangan perangkat keras, sistem elektrik, komunikasi jaringan, dan akuisisi data, serta pengujian kinerja sistem. Hasil pengujian menunjukkan sensor tekanan memiliki tingkat kesalahan 2% dan sensor level 6%, menunjukkan performa yang stabil untuk sistem monitoring skala kecil. Sistem berhasil menampilkan data secara real-time dan akurat dalam antarmuka pengguna serta menyimpan data historis ke database MS Access.

Integrasi *machine-to-machine* antar plant berhasil diimplementasikan dengan otomatisasi pompa berdasarkan set point tekanan 7 bar, memungkinkan kontrol yang efisien dan responsif. Sistem komunikasi Ethernet dengan switch memberikan konektivitas yang handal antar komponen. Penelitian ini membuktikan bahwa sistem SCADA terintegrasi dapat diterapkan di lingkungan industri kecil dan menengah sebagai solusi pemantauan dan pengendalian proses yang efektif.

Kata kunci: SCADA, PLC CP1H, sensor tekanan, sensor level, OPC UA, Indusoft

[Plant Level and Pressure Communication System Design Through SCADA]

Abstract

This research aims to develop an integrated data acquisition and control system for a SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)-based pressure and level miniplant. The system uses two Omron CP1H PLCs connected via an Ethernet network and controlled through the Indusoft Web Studio interface. An ST18 capacitive pressure sensor and an LK3122 capacitive level sensor are used to measure physical quantities and transmit data in real time to the HMI. The OPC UA communication protocol, supported by Kepware as the OPC Server, facilitates data exchange between the devices.

The research included hardware design, electrical systems, network communications, data acquisition, and system performance testing. Test results showed a 2% error rate for the pressure sensor and a 6% error for the level sensor, demonstrating stable performance for a small-scale monitoring system. The system successfully displayed real-time and accurate data in the user interface and saved historical data to an MS Access database.

Machine-to-machine integration between the plants was successfully implemented with pump automation based on a 7 bar pressure setpoint, enabling efficient and responsive control. An Ethernet communication system with switches provided reliable connectivity between components. This research demonstrates that an integrated SCADA system can be implemented in small and medium-sized industrial environments as an effective process monitoring and control solution.

Keywords: SCADA, PLC CP1H, pressure sensor, level sensor, OPC UA, Indusoft

Kata Pengantar

Dengan mengucapkan Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir dengan judul “Desain Sistem Komunikasi Plant Level dan Tekanan Melalui SCADA” yang disusun, sebagai salah satu syarat kelulusan pada mata kuliah akhir serta sebagai syarat untuk mendapatkan gelar ahli madya teknik (Amd.T.) Program Studi Teknik Instrumentasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Batam.

Dengan segala keterbatasan penulis menyadari bahwa Proyek Akhir ini tidak akan tercapai dan terwujud tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terima kasih antara lain kepada:

1. Mama, Adek serta seluruh keluarga besar yang telah memberikan bantuan dan doa untuk kelancaran penulis dalam menyusun Proyek Akhir.
2. Bapak Ir. Bambang Hendrawan, ST.,MSM., selaku Direktur Politeknik Negeri Batam.
3. Bapak Ir, Indra Hardian Mulyadi. S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Batam.
4. Bapak Muhammad Jaka Wimbang Wicaksono, S.T.,M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Instrumentasi Politeknik Negeri Batam.
5. Bapak Aditya Gautama Darmoyono, S.T., M.T. selaku Dosen Wali, Dosen Pembimbing serta Manajer *Project Based Learning* di tim SCADA yang telah mendampingi dan memberikan berbagai masukan dalam penulisan Buku Proyek Akhir ini.
6. Segenap Dosen Prodi Teknik Instrumentasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Batam yang telah membimbing dan memberikan ilmunya selama duduk dibangku kuliah.
7. Kawan-kawan kelas Instrumentasi A dan B pagi dan Tim SCADA atas dukungan dan bantuannya selama ini.
8. Bapak Ir. Kamarudin, S.T., M.T., IPM selaku dosen penguji I saya dan Ibu Eka Mutia Lubis, S.Pd., M.Pd sebagai dosen penguji II saya.
9. Rahmatsyah, Sheyza, Suhaity, Azrul dan kawan-kawan yang telah memberikan dukungan dan bantuan kelancaran penulis dalam menyusun Proyek Akhir.
10. Nurlela dan teman terkasih yang telah membantu penulis dan mendengarkan seluruh curahan hati penulis selama penyusunan Proyek Akhir ini.

11. Dan semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam penyelesaian Buku ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan hati setiap orang yang telah bersedia membantu penulis, dan akhir kata penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna, bila penulis masih melakukan kesalahan dalam penyusunan Proyek Akhir penulis meminta maaf yang sedalam-dalamnya atas kesalahan yang dilakukan penulis.

Batam, 11 Agustus 2025



Ria Rahmanda Lestari

Daftar Isi

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Abstrak.....	iii
<i>Abstract</i>	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	x
Bab 1. Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat	2
1.5. Batasan	3
1.6. <i>Work Breakdown Structure</i>	3
Bab 2. Tinjauan Pustaka	4
Bab 3. Metode Pelaksanaan.....	7
3.1. Perancangan	7
3.1.1. Perancangan Elektrikal Level	9
3.1.2. Perancangan Elektrikal Tekanan.....	10
3.1.3. Perancangan Perangkat Keras	11
3.1.4. Perancangan Sistem Komunikasi	13
3.1.5. Perancangan Sistem Akusisidata PLC CP1H	13
3.1.6. Perancangan Pembuatan Tampilan Antarmuka	14
3.2. Alat dan Bahan	15
3.3. Pengujian	15
3.3.1. Pengujian Plant Tekanan	15
3.3.2. Pengujian Plant Level	16

3.3.3 Pengujian Komunikasi	18
Bab 4. Hasil dan Pembahasan	20
4.1. Data Hasil Penelitian	20
4.1.1 Data Hasil Penelitian Sensor Level.....	20
4.1.2 Data Hasil Penelitian Sensor Tekanan	21
4.1.3 Hasil Database Sensor Level dan Tekanan.....	22
4.2. Pembahasan	23
Bab 5. Kesimpulan dan Saran.....	25
5.1. Kesimpulan	25
5.2. Saran	25
Daftar Pustaka	26
Biodata	27
Lampiran.....	28

Daftar Gambar

Gambar 1 Flowchart Tahap Pelaksanaan	7
Gambar 2 Block Diagram	8
Gambar 3 Wiring Elektrikal Level	9
Gambar 4 Wiring Elektrikal Tekanan	10
Gambar 5 Perangkat Keras Tekanan	11
Gambar 6 Perangkat Keras Level	12
Gambar 7 Topologi Komunikasi	13
Gambar 8 Tampilan Antarmuka	14
Gambar 9 Pengujian dan Pengambilan Tekanan Secara Manual	16
Gambar 10 Pengujian dan Pengambilan Level Secara Manual	17
Gambar 11 Alamat IP PLC CP1H Tekanan.....	18
Gambar 12 Alamat IP PLC CP1H Level	19
Gambar 13 Script Pada Indusoft Untuk Mengatur Pompa	24

Daftar Tabel

Table 1 <i>Breakdown Stucture</i>	3
Table 2 Alat dan Bahan	15
Table 3 Data Manual Level.....	20
Table 4 Data Manual Tekanan	21
Table 5 Database MS Access.....	22

Bab 1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Teknologi Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) merupakan salah satu sistem kontrol yang telah banyak digunakan di berbagai sektor industri di Indonesia, mulai dari sistem pasokan air, otomasi rumah, kendali proses industri, distribusi tenaga listrik, hingga pembangkitan listrik (Tun, 2021). Sistem SCADA memiliki empat fungsi utama, yaitu proses atau kontrol, komunikasi data melalui jaringan, akuisisi data, dan penyajian data. Keberadaan Graphical User Interface (GUI) pada SCADA memungkinkan pengguna untuk melakukan navigasi dan pengendalian proses tingkat tinggi dengan akurasi yang tinggi, respons cepat, serta kemampuan menangani proses yang kompleks maupun sederhana (Simaremare, 2023).

Salah satu komponen penting dalam SCADA adalah sistem akuisisi data, yaitu proses pengukuran besaran fisis dari suatu objek melalui sensor atau pemancar, kemudian mengubahnya menjadi sinyal listrik untuk dikumpulkan, diolah, dan disajikan sesuai kebutuhan (Listina, 2022). Aplikasi akuisisi data sangat penting dalam kontrol level dan tekanan, yang berperan dalam menjaga efisiensi, keamanan, dan keberlanjutan operasi pada sistem yang melibatkan cairan maupun gas (Aghenta & Iqbal, 2019). Pada praktiknya, pengendalian level dan tekanan umumnya dilakukan menggunakan Programmable Logic Controller (PLC), yang berfungsi menerima data dari sensor kemudian mengirimkan sinyal kontrol ke aktuator seperti pompa atau katup agar nilai yang diinginkan dapat dipertahankan (Zambi, 2023).

Meskipun teknologi SCADA dan PLC telah banyak diimplementasikan, integrasi antara dua plant atau lebih yang saling memengaruhi masih sering dilakukan secara terpisah. Hal ini menyebabkan komunikasi antar plant tidak berjalan optimal, respons sistem menjadi lebih lambat, serta mengurangi efisiensi pemantauan dan pengendalian secara real-time. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan protokol OPC Unified Architecture (UA) dapat meningkatkan efisiensi pertukaran data antar perangkat industri, sementara penggunaan Indusoft Web Studio memberikan fleksibilitas dalam perancangan antarmuka HMI yang kompatibel dengan berbagai protokol komunikasi (Tun, 2021; Simaremare, 2023). Namun, penerapan konsep *machine-to-machine* (M2M) antara plant tekanan dan plant level dalam satu sistem SCADA terintegrasi dengan OPC UA masih jarang dilakukan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan perancangan sistem akuisisi data dan kontrol terintegrasi pada dua plant, yaitu plant tekanan dan plant level. Pada plant tekanan digunakan sensor kapasitif tipe ST18, sedangkan pada plant level digunakan sensor kapasitif tipe LK3122. Kedua plant dihubungkan menggunakan Ethernet Switch dan protokol OPC UA melalui

Kepware sebagai OPC Server. Sistem ini dirancang agar mampu melakukan komunikasi M2M, sehingga perubahan tekanan yang terdeteksi pada plant tekanan secara otomatis memengaruhi pengaturan pompa pada plant level. Dengan integrasi ini, diharapkan sistem dapat memberikan respons yang cepat, pemantauan yang akurat, serta efisiensi yang lebih baik dalam pengendalian proses industri skala kecil maupun menengah melalui antarmuka SCADA berbasis *Indusoft Web Studio*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana proses akuisisi data tekanan dan level pada sistem SCADA?
2. Bagaimana merancang tampilan antarmuka SCADA menggunakan Indusoft Web Studio?
3. Bagaimana mendesain sistem komunikasi ***machine-to-machine*** antara plant level dan plant tekanan melalui SCADA menggunakan jaringan Ethernet?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membangun sistem komunikasi ***machine-to-machine*** antara plant level dan plant tekanan menggunakan SCADA.
2. Melakukan akuisisi data dengan membandingkan hasil keluaran kedua sensor terhadap alat pembanding.
3. Memantau kondisi sistem melalui HMI menggunakan aplikasi Indusoft Web Studio.

1.4. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Memberikan pengetahuan tentang SCADA dan penerapannya di dunia industri.
2. Mempermudah mahasiswa dalam mempelajari proses kontrol dan monitoring sistem.
3. Memudahkan pemantauan proses secara menyeluruh dalam suatu sistem terintegrasi.

1.5. Batasan

Batasan penelitian ini adalah:

1. **Ruang Lingkup:** Sistem hanya digunakan untuk monitoring dan kontrol pada dua plant, yaitu plant tekanan dan plant level, menggunakan SCADA.
2. **Batasan Perangkat Keras:** Menggunakan 2 unit PLC Omron CP1H, 1 unit Ethernet Switch, 3 kabel Ethernet, 1 sensor tekanan (ST18), dan 1 sensor level (LK3122).
3. **Lingkungan Pengujian:** Dilakukan di Laboratorium Politeknik Negeri Batam pada miniplant skala kecil dengan jaringan lokal (LAN) dan kondisi operasi normal.
4. **Batasan Jaringan:** Komunikasi hanya menggunakan protokol Ethernet dalam topologi sederhana, terbatas pada 3 koneksi kabel, tanpa akses ke jaringan eksternal.

1.6. Work Breakdown Structure

Table 1 Breakdown Structure

No	Nama	Tugas dan Tanggung Jawab dalam Tim
1	Rahmatsyah Putra	Koordinator, Pembuat elektrikal level dan juga desain HMI Level, serta Akusisidata Plant Level, Database MS Access
2	Suhaity Binti Bachtiar	Membuat Desain HMI Tekanan, dan juga Akusisidata Plant Tekanan, Database MS Access
3	Ria Rahmanda Lestari	Membuat elektrikal plant tekanan, dan juga komunikasi antar Plant Tekanan dan Plant Level

Bab 2. Tinjauan Pustaka

2.1 SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*)

SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) merupakan teknologi yang digunakan untuk mengontrol, mengawasi, dan mengelola proses pada suatu fasilitas atau pabrik. SCADA memberikan kemampuan untuk melihat dan mengontrol operasi sistem secara keseluruhan, serta mengumpulkan data dari berbagai perangkat dan sensor yang digunakan. Melalui antarmuka pengguna dan dapat berinteraksi dengan sistem. SCADA berkembang sangat pesat dan banyak digunakan. penggunaan sistem kendali otomatis menjadi semakin penting untuk mengoptimalkan produksi. Sistem SCADA, merupakan sistem kontrol dan pemantauan yang digunakan. Implementasinya semakin berkembang seiring dengan perkembangan teknologi komputasi dan telekomunikasi (Pujitomo, 2016). Dengan dukungan SCADA, sistem proses dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh, menghemat biaya, waktu dan tenaga. Hal ini selanjutnya dapat memberikan gambaran tentang kondisi aktual yang berlaku (Rahmawati, 2011).

2.2 Mikrokontroler PLC CP1H

PLC (*Programmable Logic Controller*) merupakan komputer khusus yang digunakan dalam industri untuk mengotomatisasi proses kontrol pada berbagai jenis mesin atau sistem. Penggunaan PLC telah menjadi standar dalam mengotomatisasi proses di berbagai industri karena fleksibilitasnya dalam mengendalikan peralatan, kemampuan untuk diubah sesuai kebutuhan, dan kemudahan dalam memprogram dan mengintegrasikan fungsi-fungsi kontrol yang kompleks dalam suatu sistem. PLC menggunakan sistem kontrol elektronik dimana dengan menggunakan PLC semua proses di industri menjadi lebih singkat karena waktu proses pengerjaan dengan PLC lebih menghemat waktu daripada dengan tenaga manusia yang memiliki keterbatasan dalam ketahanan bekerja (Aji, 2021).

Pada penelitian ini, PLC yang digunakan adalah jenis PLC CP1H XA40DR-A. PLC yang digunakan berjumlah dua buah yaitu terletak pada bagian *wiring* yang berada di plant tekanan dan plant level digunakan untuk mengolah data sensor. Bagian-bagian yang digunakan pada PLC adalah sebagai berikut, *Power supply* sebesar 220 VAC, lalu output sebesar 24 VDC. Pada plant tekanan yang digunakan yaitu analog *input* sebanyak 1 *Channel*, digital *output* yang digunakan sebanyak 1 *Channel*. Pada Plant level menggunakan analog input sebanyak 1 *channel*, digital outputnya digunakan sebanyak 1 *channel*, dan com nomor 2 untuk mengontrol pompa. Proses program dikerjakan menggunakan *software Cx-Programmer* dengan bahasa pemrograman *Ladder Diagram*.

2.3 Sensor

Sensor merupakan perangkat untuk mendeteksi atau mengukur sesuatu yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik, serta mengonversi sinyal-sinyal dari lingkungan menjadi sinyal yang dapat dipahami atau diproses oleh sistem elektronik atau manusia. Pada penelitian ini sensor yang digunakan berjumlah 2 buah. Sensor yang pertama yaitu *Capacitance Pressure Transmitter*. Sensor ini mengukur tekanan dan mengubah tekanan yang diberikan menjadi sinyal listrik, seperti sinyal 0-10 VDC. Pada penelitian ini sensor berikut digunakan untuk mengolah nilai tekanan. *Capacitance Pressure Transmitter* terdiri dari dua diafragma, penginderaan tekanan ketika tekanan berubah, diafragma berubah bentuk, mengubah kapasitansi di antara keduanya. Perubahan kapasitansi ini kemudian diubah menjadi sinyal listrik oleh rangkaian penginderaan di dalam pemancar, yang sebanding dengan tekanan yang diukur.

Adapun berikut spesifikasi dari *Capacitance Pressure Transmitter* :

1. *Range* : 0 – 10 Bar
2. *Supply* : 14 – 30 VDC
3. *Output* : 0 – 10 V
4. +Vin : Pin 1 (Kabel berwarna Merah)
5. -Vin : Pin 2 (Kabel berwarna Hitam)
6. *P Out* : Pin 3 (Kabel berwarna Kuning)
7. GND : Pin GND (Kabel berwarna Kuning)

Sensor yang kedua adalah sensor level LK3122 sebagai kontrol untuk mengatur aliran air melalui solenoid untuk membuka/menutup pompa untuk menjaga ketinggian air sesuai dengan nilai batasan yang diprogram agar air tidak tumpah dari akrilik, yang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Sensor level elektronik
2. kapasitif
3. Keluaran analog 4-20 mA atau 0-10 V
4. Keluaran luapan
5. Arus searah PNP/NPN
6. Panjang probe 264 mm
7. Peringkat perlindungan IP67
8. konektor M12

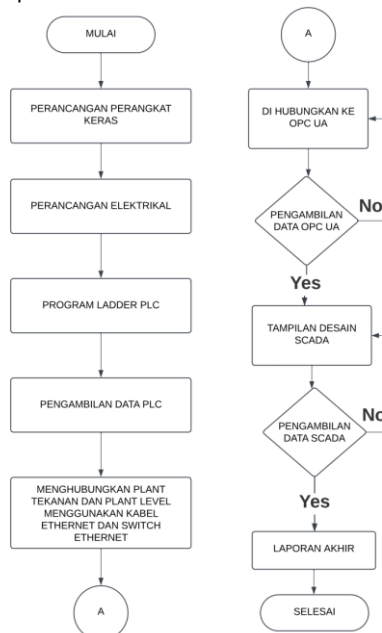
2.4 Sistem Komunikasi

Komunikasi antara kedua plant dilakukan melalui ethernet menggunakan switch dan menggunakan protokol *OPC Unified Architecture* (UA). Kemudian kedua plant ini akan dicoba sistem komunikasi mesin ke mesin yaitu data dari plant tekanan akan mempengaruhi dan berinteraksi dengan plant level. Sistem ini dirancang untuk memungkinkan plant tekanan dan plant level saling berkomunikasi dan berinteraksi secara otomatis, sehingga perubahan tekanan yang terdeteksi oleh sensor ST18 pada plant tekanan dapat memengaruhi pengaturan level cairan yang dimonitor oleh sensor kapasitif LK3122 pada plant level. Dengan implementasi ini, diharapkan adanya integrasi yang lebih efisien antara kedua plant dalam pengendalian proses, yang beroperasi dalam sebuah sistem yang saling terhubung secara real-time melalui protokol OPC UA dan juga Indusoft.

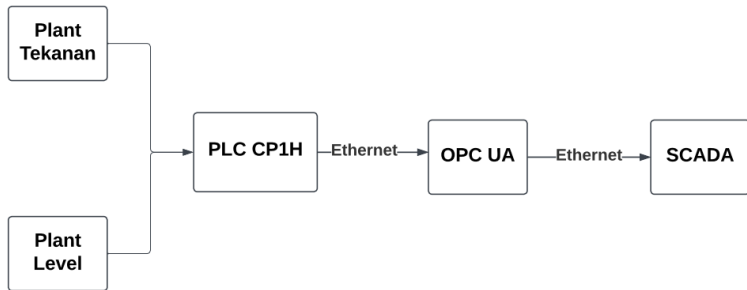
Bab 3. Metode Pelaksanaan

3.1. Perancangan

Perancangan dalam membangun proyek Integrasi Sistem Akusisidata dan Kontrol Miniplant Tekanan dan Level Menggunakan SCADA dan PLC CP1H memerlukan beberapa tahap pelaksanaan dimulai dari studi literatur mengenai perangkat dan system yang akan digunakan. Kemudian dilanjutkan dengan perancangan desain elektrikl yaitu bagaimana cara merakit rangkaian pada masing-masing plant, dan juga perangkat keras yang membahas tata letak perangkat, mekanisme dan bahan yang akan digunakan. Dilanjutkan dengan merancang ladder diagram pada aplikasi CX-Programmer untuk membahas bagaimana mekanisme prangkat tersebut bekerja dengan baik. Dilanjutkan perancangan tampilan antar muka yang dibuat pada aplikasi Indusoft Web Studio yang akan digunakan untuk mempresentasikan data. Kemudian perancangan komunikasi menggunakan aplikasi Kepware dan switch ethernet untuk menghubungkan kedua plant tersebut.



Gambar 1 Flowchart Tahap Pelaksanaan



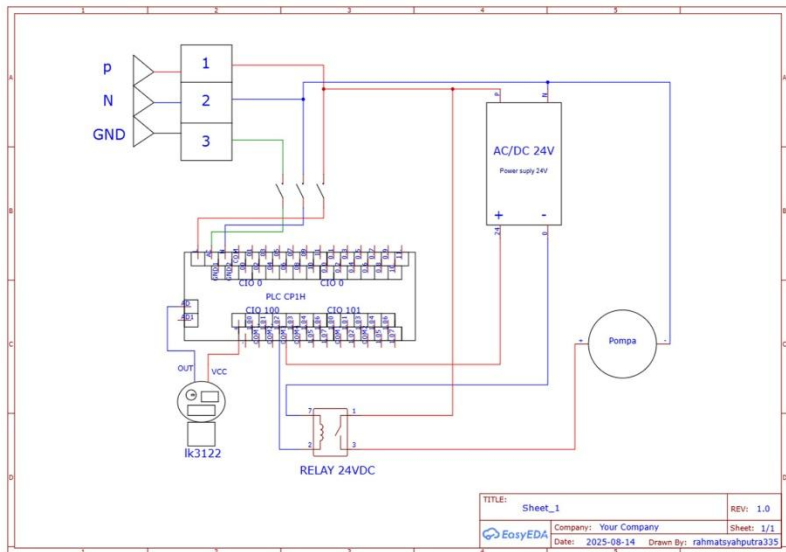
Gambar 2 Block Diagram

Gambar diatas merupakan diagram block sistem menggunakan dua plant tekanan dan plant level, dua PLC dan HMI. Sensor LK3122 digunakan sebagai input untuk mendeteksi ketinggian level cairan, kemudian dikirimkan ke PLC CP1H yang bertindak sebagai pengontrol untuk memproses program sesuai dengan logika yang telah dibuat, kemudian sensor ST18 sebagai tekanan yang akan mempengaruhi pompa pada plant level dan akan dikirimkan ke PLC CP1H sebagai pengontrol untuk memproses program sesuai dengan logika yang telah dibuat. Hasil dari kedua proses tersebut *output* akan dikirim ke HMI (*Human Machine Interface*) yang akan menampilkan informasi seperti level cairan, tekanan, alarm, atau perintah *control* pompa dan yang lainnya kepada pengguna. Sistem ini digunakan dalam industry untuk memantau dan mengontrol level air dan tekananya secara real time dan otomatis.

3.1.1. Perancangan Elektrikal Level

Dalam perancangan dan pembuatan rangkaian elektrikal, referensi yang digunakan mengacu pada proyek sebelumnya. Rangkaian pada Gambar 3 menggunakan power supply AC/DC 24 V untuk mensuplai PLC Omron CP1H, sensor level kapasitansi LK3122, dan relay 24 VDC. Tegangan +24 VDC dihubungkan ke terminal catu daya PLC, terminal VCC sensor, dan salah satu terminal koil relay, sedangkan terminal 0 VDC (ground) dihubungkan ke PLC, sensor, dan relay sebagai referensi tegangan sistem.

Sensor level LK3122 mendeteksi perubahan ketinggian cairan dan menghasilkan sinyal analog melalui terminal OUT yang diteruskan ke input analog PLC. PLC kemudian mengolah sinyal tersebut sesuai logika program yang telah dibuat. Apabila level memenuhi kondisi yang ditentukan, output PLC akan mengaktifkan relay sehingga pompa memperoleh suplai tegangan dan mulai bekerja. Sebaliknya, ketika kondisi tidak terpenuhi, relay akan memutus suplai tegangan sehingga pompa berhenti beroperasi. Konfigurasi ini memungkinkan proses monitoring dan pengendalian level cairan berlangsung secara otomatis dan real-time.

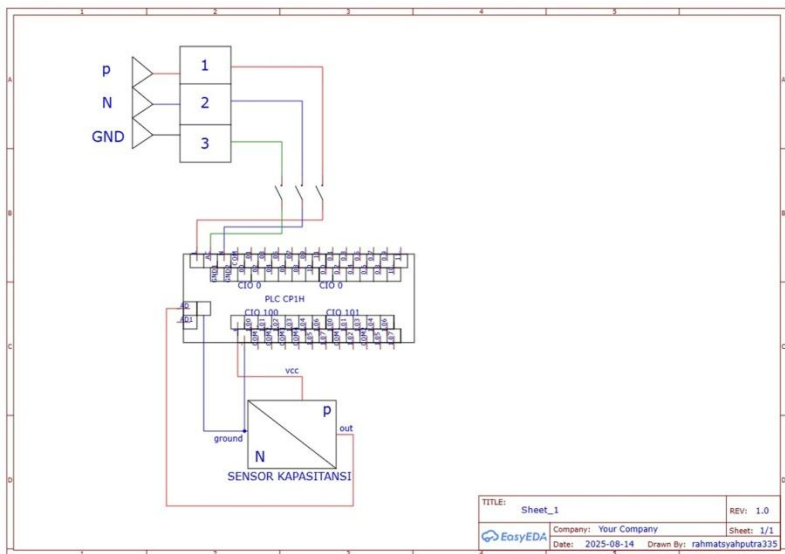


Gambar 3 Wiring Elektrikal Level

3.1.2. Perancangan Elektrikal Tekanan

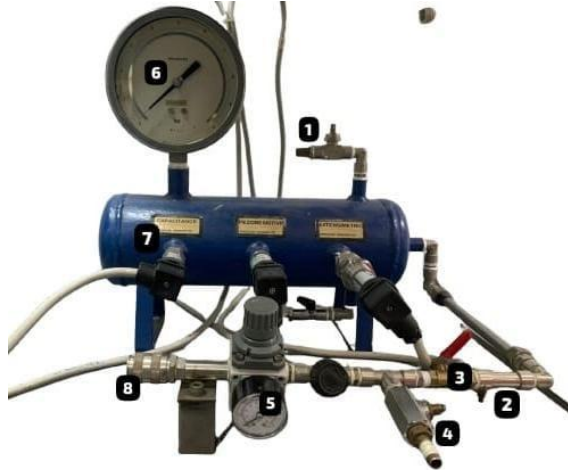
Dalam perancangan dan pembuatan rangkaian elektrikal tekanan mengacu pada referensi dari proyek sebelumnya. Rangkaian pada Gambar 4 menggunakan sumber daya DC 24 V untuk mengoperasikan PLC Omron CP1H dan sensor tekanan ST18. Tegangan positif (+24 VDC) dari power supply dihubungkan ke terminal VCC sensor ST18 sebagai sumber tegangan kerja, sedangkan terminal negatif (0 VDC) dihubungkan ke terminal ground sensor dan PLC sebagai referensi tegangan sistem.

Sensor tekanan ST18 bekerja dengan mendeteksi perubahan tekanan pada plant dan mengubahnya menjadi sinyal analog 4–20 mA. Sinyal analog tersebut dikirim melalui terminal OUT sensor menuju terminal input analog PLC Omron CP1H untuk diproses sesuai dengan logika program yang telah dibuat. PLC kemudian mengolah data hasil pembacaan tekanan untuk keperluan monitoring maupun pengendalian proses. Dengan konfigurasi wiring ini, proses akuisisi data tekanan dapat berlangsung secara real-time, sehingga sistem mampu bekerja secara otomatis, stabil, dan andal.



Gambar 4 Wiring Elektrikal Tekanan

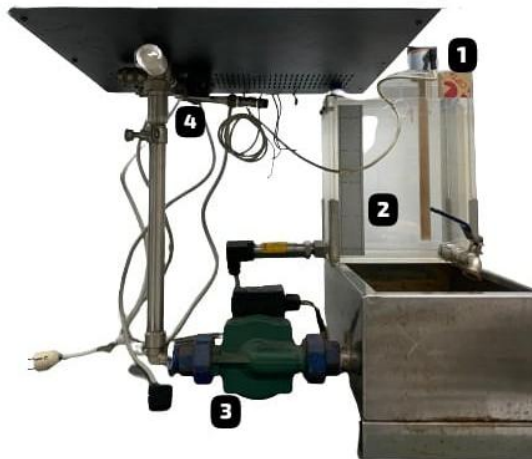
3.1.3. Perancangan Perangkat Keras



Gambar 5 Perangkat Keras Tekanan

Pada perancangan perangkat keras digunakan modul *Pressure Measurement and Control Plant* yang ditampilkan pada Gambar 5. Sistem ini terdiri dari *chamber* utama yang dilengkapi dengan delapan komponen: *disturbance valve*, *check valve*, *manual valve*, *relief valve* (tekanan maksimal 7,5 Bar), *reducer & gate valve*, *pressure gauge* (kapasitas 10 Bar), *capacitance pressure transmitter*, dan input supply. Sistem bekerja dengan mengatur tekanan udara yang masuk melalui input supply, dipantau secara real-time oleh *pressure gauge* dan *pressure transmitter*, dikontrol melalui berbagai valve sesuai kebutuhan, dan diamankan oleh *relief valve* untuk mencegah *over-pressure*. Desain ini memberikan kontrol tekanan yang akurat, fleksibilitas operasi yang tinggi, dan keamanan sistem yang terjamin untuk aplikasi pembelajaran dan penelitian sistem kontrol tekanan. Berikut Penjelasan tentang angka pada gambar 5.

1. Disturbance valve
2. Check valve
3. Manual valve
4. Relief valve
5. Reducer & gate valve
6. Pressure gauge
7. Capacitance pressure transmitter
8. Input supply

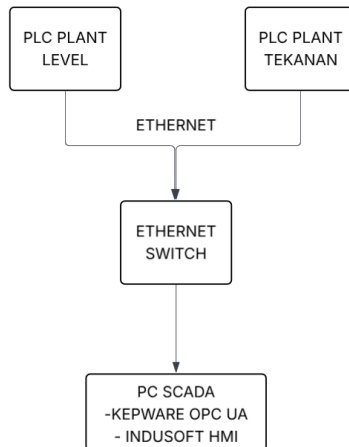


Gambar 6 Perangkat Keras Level

Pada perancangan perangkat keras ini digunakan Sensor Level LK3122 dan sistem kontrol plant untuk mengatur ketinggian air dalam tangki. Gambar 6 menunjukkan sistem yang terdiri dari tiga komponen utama: Sensor Level LK3122 sebagai pengukur ketinggian air dengan range efektif 0-18 cm (spesifikasi datasheet 19,5 cm), *water tank* sebagai wadah kontrol dengan sistem inlet/outlet, dan water pump yang dikendalikan otomatis berdasarkan pembacaan sensor. Sistem bekerja dengan prinsip *closed-loop control* dimana pompa mengalirkan air ke tangki, sensor memantau level secara real-time, dan controller mengatur operasi pompa sesuai setpoint yang ditentukan dengan *feedback* kontinyu untuk menjaga stabilitas. Desain ini memberikan responsivitas tinggi, kontrol yang stabil, dan kemudahan *maintenance*, sehingga ideal untuk aplikasi pembelajaran dan penelitian sistem kontrol otomatis. Berikut Penjelasan tentang angka pada gambar 6.

1. Sensor level lk3122
2. Water tank
3. Water pump
4. Gate valve

3.1.4. Perancangan Sistem Komunikasi



Gambar 7 Topologi Komunikasi

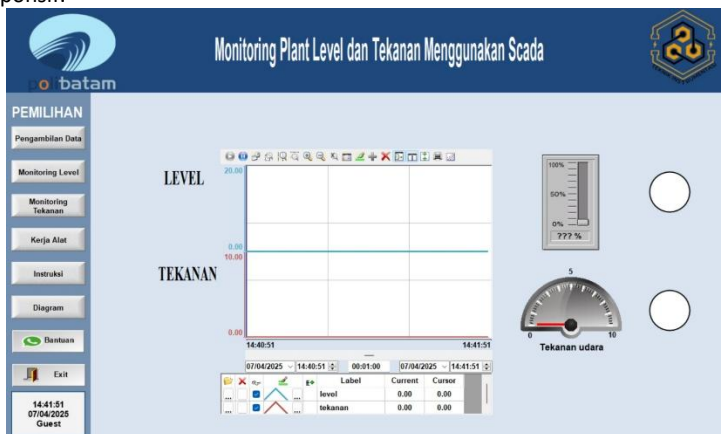
Perancangan sistem komunikasi proyek ini menitikberatkan pada integrasi dua PLC ke dalam sistem SCADA untuk akuisisi data dan kontrol miniplant tekanan dan level. Jaringan Ethernet industri dengan switch Ethernet digunakan sebagai tulang punggung komunikasi, memastikan transfer data yang cepat dan andal antar PLC dan dengan lapisan SCADA, didukung oleh penggunaan kabel Ethernet untuk konektivitas fisik yang stabil. Kepware berperan sebagai server OPC UA, yang mengkomunikasikan antara PLC dan SCADA dengan mengonversi data protokol PLC ke format yang dapat diakses. HMI, yang digunakan yaitu InduSoft, menyediakan antarmuka visualisasi dan kontrol yang intuitif. Seluruh komponen ini terintegrasi dalam sistem SCADA, membentuk platform terpusat untuk pemantauan real-time, akuisisi data, dan kontrol otomatis miniplant.

3.1.5. Perancangan Sistem Akuisisi data PLC CP1H

Akuisisi data *pressure transmitter* dan level LK3122 menggunakan masing-masing PLC CP1H XA40DR-A. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah *ladder diagram* pada aplikasi *CX-Programmer*. Tegangan output dari *pressure transmitter* terhubung ke setup AD atau *built in Analog I/O*, pada alamat 200. Seperti yang tampil pada *wiring diagram* gambar 3 untuk plant level (Sensor LK3122) dan juga gambar 4 untuk plant tekanan (Sensor ST18) Perancangan sistem akuisisi data PLC CP1H Pengaturan *built-in Analog I/O* pada aplikasi *CX- Programmer* berupa pengaturan tegangan *input* 0-10 Vdc sesuai dengan spesifikasi masing-masing *pressure transmitter*. Resolusi nilai yang digunakan adalah 6000 (Desimal).

3.1.6. Perancangan Pembuatan Tampilan Antarmuka

Tampilan Antarmuka adalah bagian dari suatu sistem komputer atau perangkat lunak yang berinteraksi dengan pengguna. Ini mencakup elemen-elemen visual, seperti grafis, ikon, menu, tombol, dan *layout* yang dirancang untuk memudahkan pengguna dalam berinteraksi dengan perangkat atau aplikasi. Pada proyek ini menggunakan aplikasi *Indusoft Web Studio* untuk memonitor dan memvisualisasikan proses yang sedang terjadi di plant secara *real time*, sehingga mempermudah mempresentasikan data yang dihasilkan. Tampilan antarmuka dirancang untuk menampilkan data *monitoring* yang sudah diakuisisi oleh sistem pada *Pressure Plant* dan *Level Plant* menggunakan aplikasi *Indusoft Web Studio*. Hasil pengolahan data ditampilkan melalui Laptop/PC. Nilai tekanan dari hasil pembacaan masing-masing *pressure transmitter* dan level air dapat dilihat pada aplikasi tersebut, bentuk tampilan dari desain *Indusoft Web Studio* dapat dilihat pada Gambar 8. Antarmuka ini dilengkapi menu navigasi intuitif di sisi kiri untuk akses berbagai fungsi, sementara area tengah didominasi oleh grafik tren *real-time* untuk data "LEVEL" dan "TEKANAN" beserta tabel nilai aktualnya. Dua indikator analog (*gauge*) menampilkan pembacaan langsung "Level air" dan "Tekanan udara", sementara panel log/pesan di kanan atas menyajikan notifikasi penting seperti alarm "air rendah". Meskipun hanya tampilan UI, sistem ini secara implisit mengandalkan sensor di lapangan, PLC/RTU untuk akuisisi data, dan perangkat lunak SCADA di server untuk pemrosesan, penyimpanan, dan penyajian informasi, menjadikannya solusi pemantauan operasional yang terintegrasi dan responsif.



Gambar 8 Tampilan Antarmuka

3.2. Alat dan Bahan

Dalam pelaksanaan pembuatan proyek ini alat dan bahan yang dibutuhkan dapat dilihat pada table 2 sebagai berikut :

Table 2 Alat dan Bahan

Belanja Bahan	Volume	HargaSatuan (Rp)	Total (Rp)
PLC CP1H	2	Rp5.900.000	Rp11.800.000
Kabel <i>Ethernet</i>	4	Rp20.000	Rp80.000
<i>Converter Ethernet to USB</i>	1	Rp85.000	Rp85.000
<i>Skun U</i>	15	Rp2.000	Rp30.000
Kabel Serabut Tunggal	1	Rp30.000	Rp30.000
<i>Omron Switch Ethernet</i>	1	Rp5.200.000	Rp5.200.000
SUBTOTAL(Rp)			Rp17.225.000

3.3. Pengujian

Terdapat beberapa tahap pengujian sebelum sistem dapat dinyatakan layak digunakan. Berikut tahapan pengujian dari sistem ini:

3.3.1. Pengujian Plant Tekanan

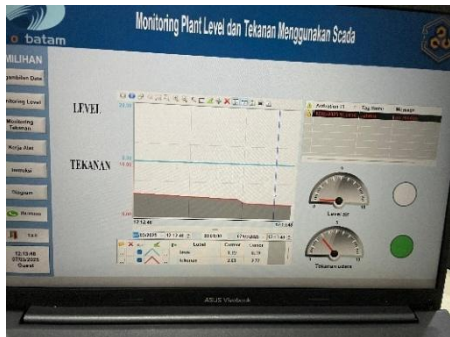
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari *pressure transmitter* berdasarkan nilai tekanan terhadap nilai desimal. Mengukur data *output* desimal dari *pressure transmitter* untuk memastikan bahwa responsnya sesuai dengan perubahan tekanan yang diukur. Hal ini memastikan bahwa *pressure transmitter* berfungsi dengan tepat dan memberikan *output* yang sesuai dengan kondisi lingkungan yang diukur. Dan untuk memastikan bahwa *pressure transmitter* memberikan hasil pengukuran yang akurat dan sesuai dengan standar yang ditetapkan. Ini melibatkan perbandingan antara nilai tekanan yang diukur oleh *transmitter* dengan nilai tekanan yang sebenarnya. Pengukuran dilakukan dengan mengambil 15 data dari 5 percobaan dengan rentang 0,5 Bar antara nilai bar pada *pressure gauge* dan nilai tekanan yang keluar di tampilan antarmuka. Pada Gambar 9 pengujian indusoft dengan *pressure gauge* jarum pada *pressure gauge* menunjuk pada nilai 2,65 bar nilai *pressure transmitter* yang keluar pada tampilan antarmuka yaitu, 2,69 bar nilai berikut dalam bentuk Hexadesimal. Dan pengujian juga disambungkan ke MS Access untuk menampilkan data secara

realtime. Menggunakan rumus scaling pada Kepware sesuai dengan ketentuan rumusnya sebagai berikut :

- Raw Value: Nilai mentah dari sensor/perangkat (rentang 0-6000)
- Scaled Value: Nilai yang telah di-scale (rentang 0-10)
- Setiap kenaikan 1 pada Raw Value akan menghasilkan kenaikan 0.00166667 pada Scaled Value
- Nilai 6000 pada Raw akan menghasilkan nilai 10 pada Scaled

$$Raw\ Value = \frac{(Scaled\ Value * (Raw\ High - Raw\ Low))}{(Scaled\ High - Scaled\ Low) + Raw\ Low}$$

$$Raw\ Value = \frac{(Scaled\ Value * 6000)}{10}$$



Gambar 9 Pengujian dan Pengambilan Tekanan Secara Manual

3.3.2 Pengujian Plant Level

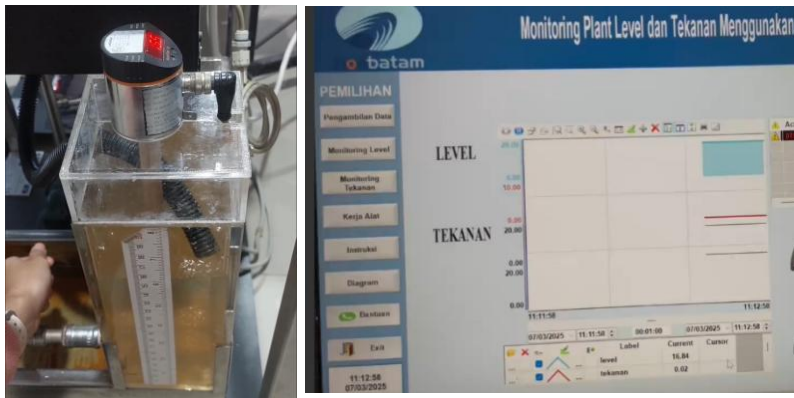
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari Sensor Level LK3122 berdasarkan nilai level (cm) terhadap nilai desimal. Mengukur data *output* desimal dari Sensor Level LK3122 untuk memastikan bahwa responsnya sesuai dengan perubahan level yang diukur. Hal ini memastikan bahwa sensor berfungsi dengan tepat dan memberikan *output* yang sesuai dengan kondisi lingkungan yang diukur. Dan untuk memastikan bahwa sensor memberikan hasil pengukuran yang

akurat dan sesuai dengan standar yang ditetapkan. Ini melibatkan perbandingan antara nilai level yang diukur oleh Sensor LK3122 dengan nilai level yang sebenarnya. Pengukuran dilakukan dengan mengambil 34 data dari 5 percobaan dengan rentang 1,5 cm antara nilai bar pada plant dan nilai level yang keluar di tampilan antarmuka. Pada Gambar 10 pengujian indusoft dengan level air pada pada tangki menunjuk pada nilai 15,5 cm nilai level yang keluar pada tampilan antarmuka yaitu, 16,84 cm. Dan pengujian juga disambungkan ke MS Access untuk menampilkan data secara realtime. Menggunakan rumus scalling pada Kepware sesuai dengan ketentuan rumusnya sebagai berikut :

- Raw Value: Nilai mentah dari sensor/perangkat (rentang 0-6000)
- Scaled Value: Nilai yang telah di-scale (rentang 0-19.5)
- Setiap kenaikan 1 pada Raw Value akan menghasilkan kenaikan 0.00325 pada Scaled Value
- Nilai 6000 pada Raw akan menghasilkan nilai 19.5 pada Scaled

$$Raw\ Value = \frac{(Scaled\ Value * (Raw\ High - Raw\ Low))}{(Scaled\ High - Scaled\ Low) + Raw\ Low}$$

$$Raw\ Value = \frac{(Scaled\ Value * 6000)}{19,5}$$



Gambar 10 Pengujian dan Pengambilan Level Secara Manual

3.3.3 Pengujian Komunikasi

OMRON Ethernet Option Board

[Settings]

[Menu](#)

- 1. IP Address and Protocols
 - [System](#)
 - [HTTP](#)
- 2. IP Address/Router Table
 - [IP Address Table](#)
 - [IP Router Table](#)
- 3. FINS/TCP
 - [Connection](#)

Parameter	Value
IP Address	192 . 168 . 250 . 2
Subnet Mask	255 . 255 . 255 . 0
FINS Node Address	2 [0: default(1)]
FINS/UDP Port	0 ☐ Use Input Port No [Default(9600)]
FINS/TCP Port	0 ☐ Use Input Port No [Default(9600)]
Address Conversion Mode	☒ Auto (Dynamic) ☐ Auto (Static) ☐ Manual ☐ Auto & Manual
FINS/UDP Option	☒ Destination IP address is changed dynamically. ☐ Destination IP address is Not changed dynamically.
Broadcast Option	☒ All 'I' (4.3BSD) ☐ All 'V' (4.2BSD)
FINS/TCP Protected	☐ Use FINS/TCP Protection Function

Gambar 11 Alamat IP PLC CP1H Tekanan

Pengujian komunikasi dimulai dengan melakukan konfigurasi alamat IP untuk setiap PLC melalui web yang dapat diakses pada alamat <http://192.168.250.1/E00.htm>. Proses konfigurasi ini melibatkan perubahan oktet terakhir dari alamat IP sesuai dengan kebutuhan sistem, dimana nilai tersebut harus disesuaikan dengan *FINS Node Address* yang telah ditetapkan sebelumnya. Sebagai contoh, untuk sistem plant tekanan, konfigurasi alamat IP dilakukan sedemikian rupa sehingga oktet terakhir alamat IP sama dengan nilai *FINS Node Address* yang telah ditentukan, seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas. Langkah konfigurasi ini penting untuk memastikan komunikasi yang tepat dan terstruktur antar perangkat PLC dalam jaringan sistem SCADA.

OMRON Ethernet
Option Board

[Settings]

[Menu](#)

1. IP Address and Protocols

◦ [System](#)

◦ [HTTP](#)

2. IP Address/Router Table

◦ [IP Address Table](#)

◦ [IP Router Table](#)

3. FINS/TCP

◦ [Connection](#)

System Format

Parameter	Value
IP Address	192 . 168 . 250 . 1
Subnet Mask	255 . 255 . 255 . 0
FINS Node Address	1 [0: default(1)]
FINS/UDP Port	0 ☐ Use Input Port No [Default(9600)]
FINS/TCP Port	0 ☐ Use Input Port No [Default(9600)]
Address Conversion Mode	☒ Auto (Dynamic) ☐ Auto (Static) ☐ Manual ☐ Auto & Manual
FINS/UDP Option	☒ Destination IP address is changed dynamically. ☐ Destination IP address is Not changed dynamically.
Broadcast Option	☒ All '1' (4.3BSD) ☐ All '0' (4.2BSD)
FINS/TCP Protected	☐ Use FINS/TCP Protection Function

Transfer

Cancel

Restart

Gambar 12 Alamat IP PLC CP1H Level

Pengujian komunikasi dimulai dengan melakukan konfigurasi alamat IP untuk setiap PLC melalui web yang dapat diakses pada alamat <http://192.168.250.1/E00.htm>. Proses konfigurasi ini melibatkan pengubahan oktet terakhir dari alamat IP sesuai dengan kebutuhan sistem, dimana nilai tersebut harus disesuaikan dengan *FINS Node Address* yang telah ditetapkan sebelumnya. Sebagai contoh, untuk sistem plant level, konfigurasi alamat IP dilakukan sedemikian rupa sehingga oktet terakhir alamat IP sama dengan nilai *FINS Node Address* yang telah ditentukan, seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas. Langkah konfigurasi ini penting untuk memastikan komunikasi yang tepat dan terstruktur antar perangkat PLC dalam jaringan sistem SCADA.

Bab 4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Data Hasil Penelitian

4.1.1 Data Hasil Penelitian Sensor Level

Table 3 Data Manual Level

No	Pembanding (cm)	Percobaan Sensor Level LK3122 (cm)					Rata - Rata	Error %	MIN	MAX
		1	2	3	4	5				
1	1,5	0,58	0,33	0,34	0,35	0,33	0,386	0,7427	0,33	0,58
2	2	1,52	2,2	0,81	0,82	0,8	1,23	0,3850	0,8	2,2
3	2,5	1,87	1,81	1,8	1,78	1,89	1,8425	0,2630	1,8	1,89
4	3	2,13	2,04	2,1	2,07	2,07	2,082	0,3060	2,04	2,13
5	3,5	2,66	2,63	2,65	2,64	2,64	2,644	0,2446	2,63	2,66
6	4	4,06	4,01	3,97	3,99	3,98	4,002	0,0005	3,97	4,06
7	4,5	4,57	4,56	4,38	4,3	4,38	4,438	0,0138	4,3	4,57
8	5	4,95	5,09	5,14	5,12	5,02	5,064	0,0128	4,95	5,14
9	5,5	5,68	5,42	5,44	5,42	5,36	5,464	0,0065	5,36	5,68
10	6	6,15	5,98	5,96	5,94	5,95	5,996	0,0007	5,94	6,15
11	6,5	6,62	6,57	6,39	6,43	6,42	6,486	0,0022	6,39	6,62
12	7	7,08	6,92	6,92	6,96	6,91	6,958	0,0060	6,91	7,08
13	7,5	7,55	7,73	7,61	7,41	7,4	7,54	0,0053	7,4	7,73
14	8	8,13	7,97	8,19	8,11	8,21	8,122	0,0153	7,97	8,21
15	8,5	8,43	8,52	8,62	8,65	8,53	8,55	0,0059	8,43	8,65
16	9	9,03	9,05	9,05	8,97	8,99	9,018	0,0020	8,97	9,05
17	9,5	9,54	9,43	9,4	9,48	9,57	9,484	0,0017	9,4	9,57
18	10	10,16	10,01	9,99	9,97	10,1	10,046	0,0046	9,97	10,16
19	10,5	10,29	10,29	10,36	10,51	10,61	10,412	0,0084	10,29	10,61
20	11	10,94	10,89	10,92	10,89	10,87	10,902	0,0089	10,87	10,94
21	11,5	11,33	11,33	11,34	11,32	11,35	11,334	0,0144	11,32	11,35
22	12	11,99	12,02	11,97	11,91	11,96	11,97	0,0025	11,91	12,02
23	12,5	12,46	12,38	12,43	12,33	12,46	12,412	0,0070	12,33	12,46
24	13	13,17	12,98	12,95	13,02	12,98	13,02	0,0015	12,95	13,17
25	13,5	13,61	13,51	13,6	13,49	13,52	13,546	0,0034	13,49	13,61
26	14	14,06	14,05	14,1	14,05	14,02	14,056	0,0040	14,02	14,1
27	14,5	14,62	14,66	14,56	14,57	14,62	14,606	0,0073	14,56	14,66
28	15	15,2	15,18	15,17	15,18	15,18	15,182	0,0121	15,17	15,2
29	15,5	15,84	15,78	15,68	15,72	15,67	15,738	0,0154	15,67	15,84
30	16	16,32	16,3	16,19	16,19	16,29	16,258	0,0161	16,19	16,32
31	16,5	16,75	16,62	16,61	16,65	16,66	16,658	0,0096	16,61	16,75
32	17	17,14	17,14	17,19	17,18	17,22	17,174	0,0102	17,14	17,22
33	17,5	17,56	17,59	17,62	17,61	17,62	17,6	0,0057	17,56	17,62
34	18	18,27	18,24	18,23	18,32	18,27	18,265	0,0147	18,23	18,32

Pengujian sensor level LK3122 dilakukan pada rentang ketinggian air 1,5 cm hingga 18 cm dengan lima kali pengukuran untuk setiap titik. Data disajikan dalam tabel yang mencantumkan nilai pembanding (tinggi air aktual), hasil pembacaan sensor, rata-rata, error, nilai minimum, dan maksimum. Penyajian tabel ini memudahkan analisis konsistensi pembacaan sensor serta tingkat akurasi. Kolom *Error* menunjukkan deviasi antara nilai aktual dan hasil pembacaan, yang pada seluruh titik pengukuran masih berada dalam batas toleransi industri untuk

sistem monitoring level cairan. Hal ini menunjukkan bahwa sensor LK3122 memiliki kinerja yang cukup stabil untuk aplikasi SCADA.

4.1.2 Data Hasil Penelitian Sensor Tekanan

Table 4 Data Manual Tekanan

No	Pembanding (Bar)	Percobaan Sensor ST18 (Bar)					Rata - Rata	Error %	MIN	MAX
		1	2	3	4	5				
1	0,5	0,43	0,42	0,41	0,43	0,47	0,432	0,06000	0,41	0,47
2	1	0,95	0,96	1	1	0,99	0,98	0,01000	0,95	1
3	1,5	1,45	1,44	1,43	1,45	1,44	1,442	0,04000	1,43	1,45
4	2	1,89	1,93	1,93	1,94	1,98	1,934	0,01000	1,89	1,98
5	2,5	2,45	2,43	2,4	2,39	2,4	2,414	0,04000	2,39	2,45
6	3	2,96	2,97	2,98	2,93	2,93	2,954	0,02333	2,93	2,98
7	3,5	3,43	3,44	3,45	3,42	3,41	3,43	0,02571	3,41	3,45
8	4	3,92	3,93	3,93	3,92	3,92	3,924	0,02000	3,92	3,93
9	4,5	4,45	4,38	4,38	4,45	4,45	4,422	0,01111	4,38	4,45
10	5	4,97	4,9	4,98	4,94	4,97	4,952	0,00600	4,9	4,98
11	5,5	5,6	5,48	5,38	5,22	5,41	5,418	0,01636	5,22	5,6
12	6	6	5,91	5,98	5,97	6	5,972	0,00000	5,91	6
13	6,5	6,4	6,46	6,49	6,44	6,45	6,448	0,00769	6,4	6,49
14	7	7	6,92	6,97	7	6,9	6,958	0,01429	6,9	7
15	7,5	7,22	7,18	7,23	7,18	7,15	7,192	0,04667	7,15	7,23

Pengujian sensor tekanan kapasitif ST18 dilakukan pada rentang tekanan 0,5 hingga 7,5 bar dengan 15 titik uji, masing-masing diuji lima kali. Nilai rata-rata, error, minimum, dan maksimum dihitung untuk mengevaluasi akurasi sensor. Hasilnya menunjukkan error yang sangat rendah pada seluruh titik pengukuran, menandakan sensor memiliki presisi tinggi. Karakteristik ini sangat mendukung kebutuhan kontrol tekanan yang presisi dalam sistem SCADA industri.

4.1.3 Hasil Database Sensor Level dan Tekanan

Table 5 Database MS Access

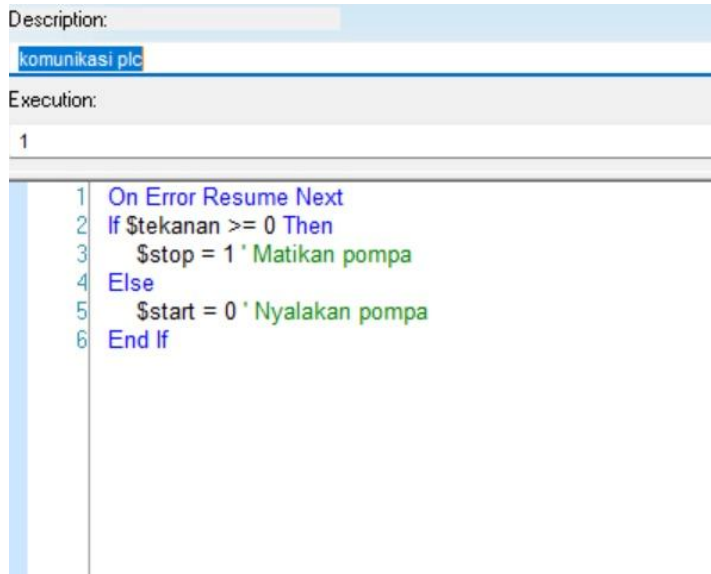
Time_Stamp ▾	Time_Stamp ▾	RUMUSLEVE ▾	tekanan ▾	Click to Add ▾
04/07/2025 07.13.44	206	0,1755	0,435	
04/07/2025 07.13.45	231	0,17875	0,6266667	
04/07/2025 07.13.46	226	0,182	0,8233333	
04/07/2025 07.13.47	223	0,17225	1,043333	
04/07/2025 07.13.48	198	0,17875	1,256667	
04/07/2025 07.13.49	191	0,17225	1,496667	
04/07/2025 07.13.50	196	1,469	1,715	
04/07/2025 07.13.51	190	2,002	1,945	
04/07/2025 07.13.52	188	2,5155	2,171667	
04/07/2025 07.13.53	198	3,13625	2,608333	
04/07/2025 07.13.54	201	3,536	2,833333	
04/07/2025 07.13.55	195	4,13075	3,021667	
04/07/2025 07.13.56	190	4,6865	3,236667	
04/07/2025 07.13.57	141	5,1155	3,433333	
04/07/2025 07.13.58	100	5,798	3,62	
04/07/2025 07.13.59	109	6,26925	3,793333	
04/07/2025 07.14.00	103	6,72425	3,991667	
04/07/2025 07.14.01	104	7,423	4,168334	
04/07/2025 07.14.02	99	7,86825	4,33	
04/07/2025 07.14.03	93	8,37525	4,5	
04/07/2025 07.14.04	102	9,0025	4,66	
04/07/2025 07.14.05	94	9,60375	4,813334	
04/07/2025 07.14.06	104	10,062	4,983333	
04/07/2025 07.14.07	101	10,75425	5,133333	
04/07/2025 07.14.08	98	11,19625	5,281667	
04/07/2025 07.14.09	95	11,7585	5,438334	
04/07/2025 07.14.10	60	12,25575	5,575	
04/07/2025 07.14.11	53	12,7985	5,725	
04/07/2025 07.14.12	50	13,37375	5,883333	
04/07/2025 07.14.13	60	13,78975	6,011667	
04/07/2025 07.14.14	51	14,24475	6,153333	
04/07/2025 07.14.15	60	14,60875	6,28	
04/07/2025 07.14.16	54	14,7875	6,423333	
04/07/2025 07.14.17	49	15,1385	6,55	
04/07/2025 07.14.18	58	15,6	6,668334	
04/07/2025 07.14.19	52	15,8145	6,778333	
04/07/2025 07.14.20	261	15,9835	6,878334	
04/07/2025 07.14.21	254	16,2045	6,978333	
04/07/2025 07.14.22	216	16,458	7,058333	
04/07/2025 07.14.23	203	16,73425	7,108333	
04/07/2025 07.14.24	214	16,458	7,171667	

Data dari database MS Access menampilkan parameter “Time_Stamp”, “RUMUSLEVEL”, dan “tekanan”. Namun, pada hasil uji, kolom *Time_Stamp* menampilkan tanggal dan jam, menit, detik. Nilai *RUMUSLEVEL* tercatat antara 0,1755 hingga 16,458, sedangkan nilai tekanan tercatat antara 0,435 hingga 7,171667. Data ini memberikan gambaran kuantitatif perubahan level dan tekanan seiring waktu.

4.2. Pembahasan

Sistem integrasi SCADA yang dikembangkan menunjukkan kinerja yang baik dalam memantau dan mengontrol miniplant tekanan dan level. Sensor level LK3122 menghasilkan error rata-rata rendah, sedangkan sensor tekanan ST18 menunjukkan performa lebih baik lagi dengan deviasi sangat kecil. Integrasi komunikasi antarplant menggunakan OPC UA dan jaringan Ethernet berhasil dilakukan dengan stabil, memungkinkan pertukaran data real-time. HMI berbasis Indusoft Web Studio mampu menampilkan data secara interaktif dan menyediakan alarm visual, sehingga memudahkan operator dalam pengambilan keputusan cepat.

Database MS Access mampu merekam data historis secara real-time, meskipun terdapat kendala format waktu yang harus diperbaiki. Selain itu, penambahan skrip otomatisasi pada Indusoft berhasil mengatur pompa berdasarkan nilai ambang 7 bar: pompa hidup ketika tekanan <7 bar dan mati ketika tekanan >7 bar. Otomatisasi ini meningkatkan efisiensi dan mengurangi potensi kesalahan operator.



Gambar 13 Script Pada Indusoft Untuk Mengatur Pompa

Script komunikasi PLC ini merupakan sistem kontrol otomatis pompa yang bekerja berdasarkan pembacaan sensor tekanan. Program menggunakan struktur *If-Then-Else* dimana jika tekanan (\$tekanan) ≥ 0 maka pompa akan dimatikan ($stop=1$), dan jika tekanan kurang dari 0 maka pompa akan dinyalakan ($stop=1$), dan jika tekanan kurang dari 0 maka pompa akan dinyalakan ($start=0$). Perintah "*On Error Resume Next*" memastikan sistem dapat beroperasi secara kontinyu dan otomatis untuk menjaga tekanan optimal sambil menghemat energi dengan hanya mengaktifkan pompa saat dibutuhkan.

Bab 5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang sistem SCADA untuk akuisisi data tekanan dan level secara real-time dengan dua sensor kapasitif (ST18 dan LK3122) yang terhubung ke PLC Omron CP1H. Sistem ini menggunakan protokol OPC UA untuk komunikasi antarplant dan HMI Indusoft Web Studio untuk visualisasi data. Pengujian menunjukkan error rata-rata rendah pada kedua sensor, dengan performa sensor tekanan yang sangat stabil. Integrasi skrip otomatisasi pompa berbasis ambang tekanan 7 bar terbukti efektif dalam menjaga kestabilan proses. Sistem ini terbukti handal, efisien, dan layak digunakan pada industri kecil hingga menengah.

5.2. Saran

Setelah melakukan penelitian pada Proyek Akhir ini diperoleh beberapa hal yang dapat dijadikan saran untuk dapat dilakukan perancangan lebih lanjut yaitu :

1. Optimalisasi Antarmuka HMI dengan penambahan alarm visual dan audio.
2. Pengembangan sistem Internet Of Things (IoT) agar sistem dapat diakses secara remote.
3. Pengujian pada skala industri lebih besar untuk menguji performa pada beban kerja tinggi.

Daftar Pustaka

- Aghenta, L. O., & Iqbal, M. T. (2019). *Low-cost, open source IoT-based SCADA system design using thinger. IO and ESP32 thing. Electronics*, 8(8), 822.
- Aji, G. P., & Sumbodo, B. A. (2021). Implementasi Komunikasi Master–Slave pada PLC OMRON CP1H. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, 11(2), 143-154.
- Darmoyono, A. G., Atmaja, A. B. K., Mahdaliza, R., Gozali, M. S., Nakul, F., & Putri, Y. M. (2024). Desain Sistem Akuisisi Data Sensor Tekanan pada Kit Pressure Plant menggunakan OPC, SCADA dan PLC CP1H. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 8(1), 58-62.
- Listiana, R., & Febrianto, A. (2022). Analisis Akuisisi Data pada Sistem SCADA Pengaturan Tekanan Udara. *Journal of Informatics and Electronics Engineering*, 2(1), 1-5.
- Myint, A. K., Latt, K. Z., Hla, T. T., & Tun, N. M. (2021). *IoT-based scada system design and generation forecasting for hydropower station. International Journal of Electrical and Electronic Engineering & Telecommunications*, 10(4), 251-260.
- Pujotomo, I. (2016). Implementasi sistem SCADA untuk pengendalian jaringan distribusi 20 KV. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 1(1), 51-66.
- Rahmawati, D. (2011). Simulasi aplikasi *supervisory and data acquisition (scada)* pada pengaturan level air dengan winlog. *Rekayasa*. 4 (2): 157–161.
- Simaremare, R., Iriani, J., Putri, M., Sitorus, N., Pardede, S., Rumahorbo, P. R., & Nainggolan, T. K. (2023). STUDI SISTEM SCADA SEBAGAI PENGENDALI POMPA DI PDAM TIRTANADI IPAM SUNGGAL: STUDY OF SCADA SYSTEM AS PUMP CONTROLLER AT PDAM TIRTANADI IPAM SUNGGAL. *Jurnal Ilmiah Tenaga Listrik*, 2(2), 76-82.
- Zambi, Z., & Finawan, A. (2024, January). *Implementation of Vijeo Citect in SCADA-Based Industrial Plant Level and Pressure Control. In Proceeding of International Conference on Multidisciplinary Research (Vol. 6, No. 1, pp. 35-42).*

Biodata



Nama : Rahmatsyah Putra
TTL : Batam, 06 Juli 2004
Agama : Islam
Alamat : Kavling Saguba Blok T No.4

Email : rahmatsyahputra335@gmail.com
Riwayat SMA/SMK : SMKN 5 Batam
Pendidikan SMP : SMPN 36 Batam



Nama : Suhaity Binti Bachtiar
TTL : Papar, 04 April 2003
Agama : Islam
Alamat : Dusun ammessing ,sulawesi selatan

Email : suhaitybachtiar123@gmail.com
Riwayat SMA/SMK : SMK penerbangan aereo
Pendidikan dirgantara islamic village tangerang
SMP : Sekolah internasional
indonesia Kota Kinabalu
,sabah ,malaysia

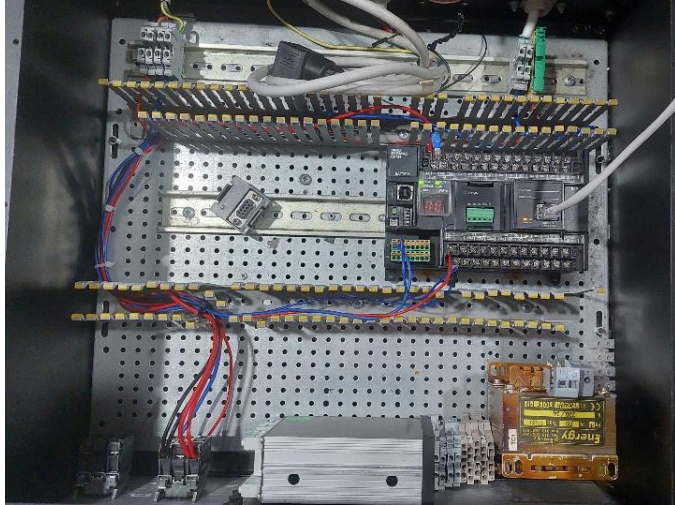


Nama : Ria Rahmanda Lestari
TTL : Subang, 18 Januari 2004
Agama : Islam
Alamat : Baloi Indah Anggrek Block B No.2

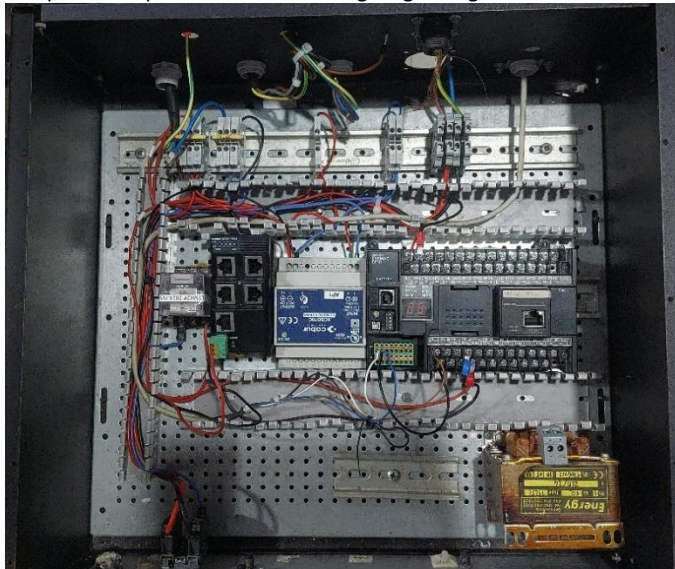
Email : riarhmnda@gmail.com
Riwayat SMA/SMK : SMKN 2 Batam
Pendidikan SMP : SMPS Ibnu sina Batam

Lampiran

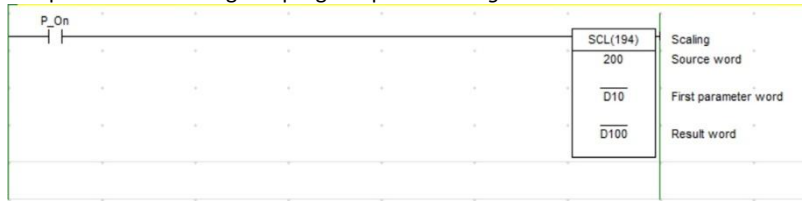
1. Lampiran 1 Implementasi secara langsung Wiring Elektrikal Tekanan



2. Lampiran 2 Implementasi secara langsung Wiring Elektrikal Level

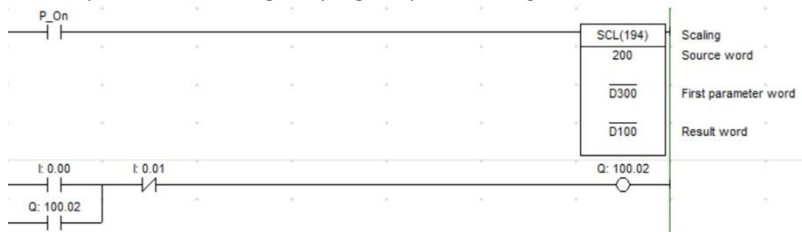


3. Lampiran 3 Ladder Diagram program pada Cx-Programmer Tekanan



Scaling pada ladder diagram tidak digunakan apabila proses konversi nilai mentah dari sensor ke satuan fisik sudah sepenuhnya dilakukan di Kepware, karena dalam kondisi tersebut PLC hanya mengirimkan data mentah dan seluruh proses penyesuaian nilai dilakukan di sisi server OPC sebelum data ditampilkan di SCADA atau HMI. Hal ini membuat hasil yang diterima oleh SCADA sudah dalam bentuk nilai akhir yang siap digunakan, sehingga scaling di PLC menjadi tidak diperlukan.

4. Lampiran 4 Ladder Diagram program pada Cx-Programmer Level



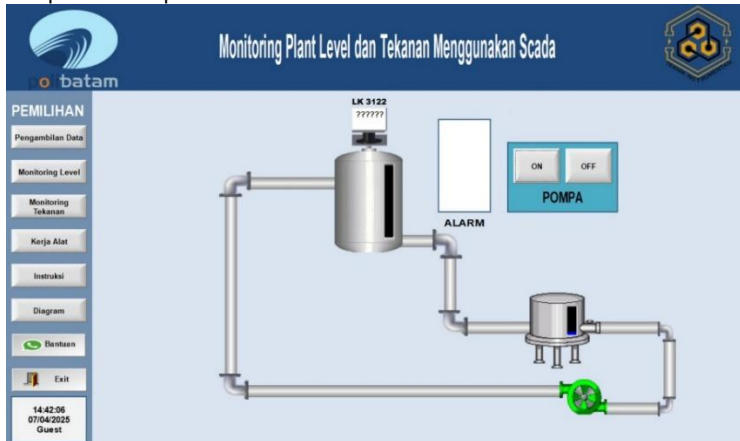
Scaling pada ladder diagram tidak digunakan apabila proses konversi nilai mentah dari sensor ke satuan fisik sudah sepenuhnya dilakukan di Kepware, karena dalam kondisi tersebut PLC hanya mengirimkan data mentah dan seluruh proses penyesuaian nilai dilakukan di sisi server OPC sebelum data ditampilkan di SCADA atau HMI. Hal ini membuat hasil yang diterima oleh SCADA sudah dalam bentuk nilai akhir yang siap digunakan, sehingga scaling di PLC menjadi tidak diperlukan

5. Lampiran 5 Tampilan HMI Sistem Tekanan



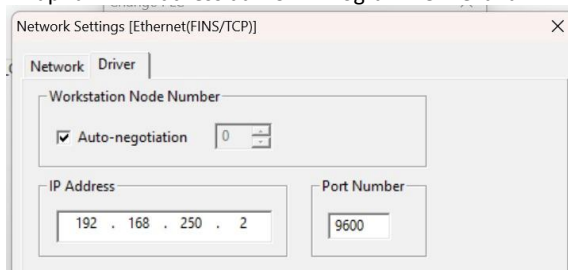
Tampilan HMI tersebut merupakan antarmuka pemantauan sistem SCADA untuk Monitoring Plant Level dan Tekanan, yang menampilkan visualisasi tangki bertekanan dengan sensor kapasitif (CAPACITANCE) untuk mengukur level cairan serta manometer untuk memantau tekanan. Di sisi kanan terdapat indikator ALARM yang menyala saat parameter melebihi batas yang ditentukan. Panel navigasi di sisi kiri menyediakan menu pemilihan seperti *Pengambilan Data*, *Monitoring Level*, *Monitoring Tekanan*, *Kerja Alat*, *Instruksi*, *Diagram*, dan *Bantuan*, serta tombol *Exit*. Bagian bawah kiri menampilkan jam sistem dan tanggal real-time, menandakan bahwa sistem ini terintegrasi untuk pemantauan langsung (real-time monitoring) kondisi proses.

6. Lampiran 6 Tampilan HMI Sistem Level



Tampilan HMI tersebut menunjukkan antarmuka SCADA untuk Monitoring Plant Level, dengan visualisasi tangki utama yang dilengkapi sensor kapasitif tipe LK3122 untuk mengukur ketinggian cairan secara real-time. Di sisi kanan tangki terdapat indikator ALARM yang akan aktif bila level melebihi atau kurang dari batas yang ditentukan. Di bawahnya terdapat panel kontrol pompa dengan tombol ON dan OFF untuk mengaktifkan atau mematikan pompa secara manual. Sistem perpipaan divisualisasikan menghubungkan tangki utama dengan unit proses lain yang dilengkapi katup kontrol berwarna hijau. Panel menu di sisi kiri menyediakan akses ke berbagai fungsi seperti *Pengambilan Data*, *Monitoring Level*, *Monitoring Tekanan*, *Kerja Alat*, *Instruksi*, *Diagram*, dan *Bantuan*, sementara jam dan tanggal real-time tampil di bagian bawah untuk mendukung pemantauan langsung kondisi plant.

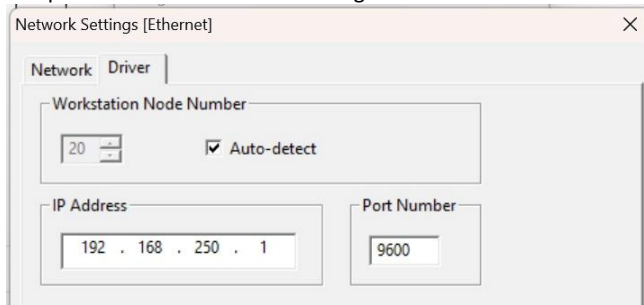
7. Lampiran 7 IP Address dari CX – Programmer Tekanan



Gambar diatas merupakan tampilan pengaturan jaringan pada CX-Programmer untuk komunikasi Ethernet (FINS/TCP) antara komputer dan PLC.

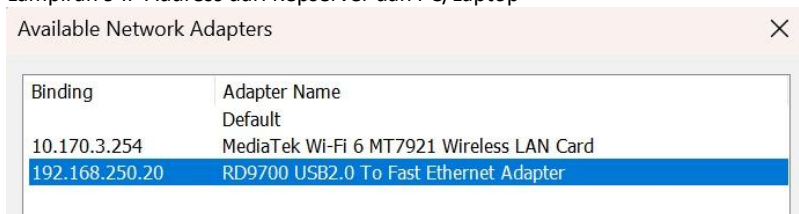
Pada tab *Network*, opsi Auto-negotiation diaktifkan dengan *Workstation Node Number* bernilai 0 yang akan diatur otomatis oleh sistem. Alamat IP yang digunakan adalah 192.168.250.2, menandakan identitas perangkat dalam jaringan lokal, sedangkan Port Number diatur ke 9600 sebagai jalur komunikasi data. Konfigurasi ini memastikan CX-Programmer dapat terhubung ke PLC melalui protokol FINS/TCP untuk melakukan pemrograman, monitoring, dan transfer data secara langsung.

8. Lmapiran 8 IP Address dari CX – Programmer Level



Gambar diatas merupakan tampilan pengaturan jaringan pada CX-Programmer untuk komunikasi Ethernet (FINS/TCP) antara komputer dan PLC. Pada tab *Network*, opsi Auto-negotiation diaktifkan dengan *Workstation Node Number* bernilai 0 yang akan diatur otomatis oleh sistem. Alamat IP yang digunakan adalah 192.168.250.1, menandakan identitas perangkat dalam jaringan lokal, sedangkan Port Number diatur ke 9600 sebagai jalur komunikasi data. Konfigurasi ini memastikan CX-Programmer dapat terhubung ke PLC melalui protokol FINS/TCP untuk melakukan pemrograman, monitoring, dan transfer data secara langsung.

9. Lampiran 9 IP Address dari Kepserver dan PC/Laptop



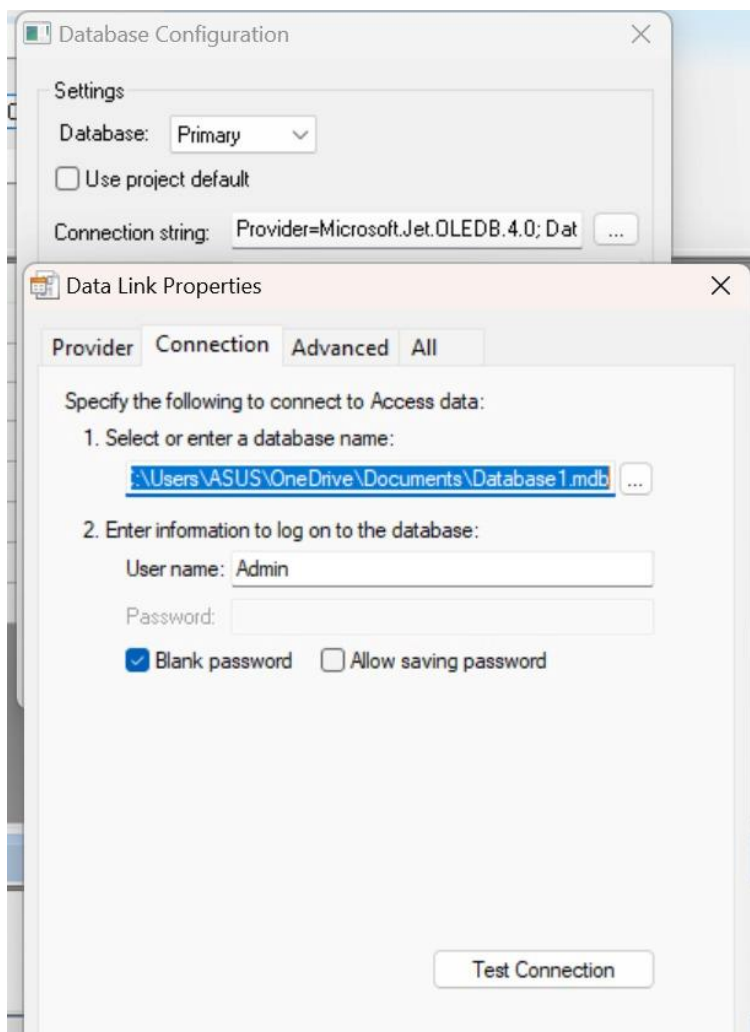
Gambar diatas merupakan tampilan daftar Network Adapter yang tersedia pada laptop. Salah satunya adalah RD9700 USB2.0 To Fast Ethernet Adapter dengan alamat IP 192.168.250.20, yang digunakan sebagai koneksi kabel Ethernet. Alamat IP ini berfungsi sebagai identitas laptop di dalam jaringan yang terhubung

ke Kepware, sehingga memungkinkan komunikasi dengan perangkat lain seperti PLC atau HMI. Pemilihan adapter ini memastikan bahwa Kepware berada pada jaringan yang sama dengan perangkat target, sehingga proses monitoring dan pengendalian data melalui protokol industri dapat berlangsung secara optimal dan tanpa hambatan.

Penetapan IP:	Manual
Alamat IPv4:	192.168.250.20
Mask IPv4:	255.255.255.0
Gateway IPv4:	192.168.250.4
Penetapan server DNS:	Manual
Server DNS IPv4:	8.8.8.8 (tidak terenkripsi)
Kecepatan tautan (Terima/ Transmit):	100/100 (Mbps)
Alamat IPv6 tautan lokal:	fe80::8a71:2270:ca3b:aa28%16
Alamat IPv4:	192.168.250.20
Server DNS IPv4:	8.8.8.8 (tidak terenkripsi)
Produsen:	Corechip Semiconductor, Inc.
Keterangan:	RD9700 USB2.0 To Fast Ethernet Adapter
Versi driver:	1.7.0.0
Alamat fisik (MAC):	00-E8-00-4A-17-B6

Gambar diatas memperlihatkan konfigurasi alamat IP pada laptop yang diatur secara manual untuk mendukung koneksi dalam jaringan industri. Alamat IPv4 ditetapkan pada 192.168.250.20 dengan Subnet Mask 255.255.255.0 dan Gateway 192.168.250.4, sehingga perangkat berada pada segmen jaringan yang sama dengan perangkat target, seperti PLC atau HMI. Server DNS dikonfigurasi secara manual menggunakan alamat 8.8.8.8 untuk keperluan resolusi domain. Koneksi ini memanfaatkan RD9700 USB2.0 To Fast Ethernet Adapter produksi Corechip Semiconductor, Inc., dengan kecepatan transfer 100 Mbps dan alamat fisik (MAC Address) 00-E8-00-4A-17-B6. Pengaturan tersebut dirancang untuk memastikan komunikasi yang stabil, andal, dan optimal antara laptop dan sistem SCADA melalui perangkat jaringan yang terhubung.

10. Lampiran 10 Koneksi Indusoft ke Database MS Access



Gambar diatas menampilkan proses konfigurasi koneksi Microsoft Access dengan Indusoft Web Studio melalui menu *Database Configuration*. Database bertipe *Primary* ini menggunakan *connection string* `Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0` untuk mengakses file berekstensi `.mdb`. Pada

Data Link Properties bagian *Connection*, lokasi file ditetapkan pada direktori C:\Users\ASUS\OneDrive\Documents\Database1.mdb, dengan *User name* Admin dan tanpa kata sandi. Setelah seluruh parameter dikonfigurasi, tombol Test Connection digunakan untuk memverifikasi keberhasilan koneksi, sehingga memungkinkan pertukaran data secara langsung antara aplikasi SCADA dan basis data.