

**IMPLEMENTASI MONITORING BATCH PROCESSING
MENGUNAKAN SIEMENS S7 1200 BERBASIS LABVIEW
DENGAN ANTARMUKA NI OPC**

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu persyaratan
mencapai derajat Sarjana S1



Disusun oleh:

**Muhammad Nurrahman Hidayat
13524100**

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

MONITORING BATCH PROSESING MENGGUNAKAN SIEMENS S7 1200

BERBASIS LABVIEW DENGAN ANTARMUKA NI OPC

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**

Disusun oleh:

**Muhammad Nurrahman Hidayat
13524100**



Yogyakarta, 15 Januari 2018

Menyetujui,

Pembimbing 1



**Medilla Kusriyanto S.T., M.Eng
NIK : 015240101**

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 15 Januari 2018



Muhammad Nurrahman Hidayat

KATA PENGANTAR

AlhamdulillahI robbil ‘alamin, segala puji hanya milik Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat, karunia dan hidayah, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Elektro pendidikan Strata Satu (S1) Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluar dan para sahabat hingga akhir zaman.

Penelitian tugas akhir ini tidak akan berjalan sebagaimana mestinya jika bukan merupakan dukungan dari berbagai pihak. Maka penulis dengan bangga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT tidak cukup terima kasih untuk semua yang diberikan-Nya.
2. Nabi Muhammad SWT sebagai suri tauladan dan panutan bagi umat manusia.
3. Orangtu dan keluarga yang sangat penulis sayangi Bapak drs. Muhammad Akip Seman, Ibu drs. Puji Rahayu, Fathonah Susilo Retno, Sholehah Puji Rahayu da Arva Rochmawati yang selalu memberikan dorongan, motivasi, dukungan dan selalu mendoakan.
4. Bapak Dr. Eng. Hendra Setiawan S.T., M.T., selaku kepala program studi teknik elektro Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Medilla Kusriyanto, ST, M.Eng., selaku pembimbing 1 yang telah meluangkan waktu mendampingi untuk memberikan bimbingan, solusi, serta nasehat.
6. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah membimbing serta menyalurkan ilmunya semasa dibangku perkuliahan maupun diluar bangku perkuliahan.
7. Saudara Ahmad Syarif, Dika Abadianto, Deni Pradana, Wirduna Robbani,Hasian Siregar dan teman-teman Tenik Elektro angkatan 13 dan teman-teman Teknik Elektro

UII pada umumnya yang bersedia menemani, membantu dan memberikan saran hingga penelitian ini dapat diselesaikan.

8. Keluarga besar DHM UII yang telah banyak memberikan motivasi dalam pengerjaan penelitian ini.
9. Saudara Resqa Dahmura, Yudi Abdul Aziz dan teman-teman Asrama The Cave yang memberikan masukan dan motivasi agar selalu berjuang.
10. Semua pihak yang terkait dari awal hingga akhir pengerjaan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih atas kerja sama dan dukungannya.

Semoga amal baik Bapak / Ibu / Saudara / Saudari diberikan balasan yang setimpal dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan laporan ini sangat penulis harapkan.

Pada akhirnya, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua yang membaca dan membutuhkannya dan mohon maaf apabila terdapat kekurangan dalam penulisan laporan ini yang disengaja maupun tidak disengaja.

Yogyakarta, 15 Januari 2018

Muhammad Nurrahman Hidayat

.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

MONITORING BATCH PROSSESING MENUNAKAN SIEMENS S7 1200 BERBASIS LABVIEW DENGAN ANTARMUKA NI OPC

TUGAS AKHIR

ISLAM

Oleh :

Nama : Muhammad Nurrahman Hidayat

Nim : 13524100

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 15 Januari 2018

Tim Penguji,

Ketua

Medilla Kusriyanto S.T., M.Eng.

Anggota I

RM Sisdarmanto Adinandra, S.T., M.Sc., Ph.D

Anggota II

Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Eng., Ph.D.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro
Universitas Islam Indonesia



Dr.Eng Hendra Setiawan, S.T., M.T.

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

OPC	: OLE for Program Control
SCADA	: Supervisory Control and Data Aquisition
PLC	: Progammable Logic Controller
ISV	: Independent Softwarre Vendor
OLE	: Object linking and Embedding
GUI	: Graphic User Antar muka

ABSTRAK

Sistem SCADA terdapat protokol PLC untuk mengirim dan menerima data . Masing-masing vendor memiliki protokol sendiri. Protokol ini biasa disebut dengan *I/O driver* yang berfungsi untuk membaca atau menulis data I/O dari PLC tertentu. Hal ini merugikan industri yang menggunakan produk dari beberapa vendor, oleh karena itu terjadi ketergantungan terhadap suatu vendor tertentu disebabkan sistem antarmuka HMI atau SCADA yang telah ditetapkan suatu vendor hanya untuk produk dari vendor tersebut. Antarmuka yang memiliki protokol dari beberapa PLC yang berbeda vendor sangat membantu Industri. Maka penulis melakukan *monitoring batch processing* menggunakan PLC Simens S7-1200 berbasis LabVIEW dengan antarmuka NI OPC. Pada penelitian ini sistem *monitoring* PLC Siemens S7-1200 menggunakan LabVIEW yang berbeda vendor. *Mini plant batch process reactor traineer* dikontrol menggunakan PLC Siemens S7-1200. Melakukan pengalamatan dan pemograman PLC Siemens S7-1200 menggunakan perangkat lunak TIA Portal V13. Pengalamatan juga dilakukan pada NI OPC yang berfungsi sebagai antarmuka PLC Siemens S7-1200 dengan LabVIEW. Sistem monitoring penelitian ini menggunakan LabVIEW serta dapat diakses melalui *website* yang masih dalam satu jaringan. Pengujian sistem monitoring PLC Siemens S7-1200 menggunakan LabVIEW dan *website* dilakukan untuk mengetahui bahwa semua sistem dapat berkomunikasi. Hasil pengujian sistem *monitoring* diperoleh komunikasi PLC dan LabVIEW menggunakan NI OPC sehingga dapat dijalankan, tetapi terdapat *delay* yang menghasilkan penumpukan data. Komunikasi LabVIEW dengan *website* menggunakan *web publishing tools* bawaan LabVIEW dapat digunakan secara *real time* dalam satu jaringan.

Kata kunci : PLC S7-1200, NI OPC, LabVIEW.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	Error! Bookmark not defined.
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Studi Literatur	4
2.2 Tinjauan Teori.....	5
2.2.1 <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC)	5
2.2.2 LabVIEW.....	6
2.2.3 SCADA.....	7
2.2.4 OPC.....	8
2.2.5 TIA Portal	8
BAB 3 METODOLOGI.....	10

3.1 Alat dan Bahan.....	10
3.2 Perancangan Perangkat Keras.....	10
3.2.1 <i>Plant Batch Process Reactor Trainer</i>	11
3.2.2 Wiring PLC dengan Modul.....	13
3.2.3 Komputer Server.....	14
3.3 Perancangan Sistem	14
3.3.1 Pemograman PLC dengan TIA Portal V13	15
3.3.2 Pengalamatan PLC dan NI OPC	15
3.3.3 Perancangan LabVIEW	18
3.4 Analisis	18
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Identifikasi Alat	19
4.2 Hasil Komunikasi PLC dengan NI OPC.....	19
4.3 Hasil Komunikasi antara LabVIEW dengan web.....	21
4.4 Hasil Komunikasi antara LabVIEW dengan PLC	22
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	24
5.1 Kesimpulan	24
5.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN.....	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 PLC Siemens S7-1200.....	6
Gambar 2.2 Labview Myrio 2015	7
Gambar 2.3 Contoh SCADA pada LabVIEW	8
Gambar 2.5 TIA Portal V13.....	9
Gambar 3.1 Perancangan perangkat keras	10
Gambar 3.2 <i>Plant Batch Process Reactor Trainer</i>	11
Gambar 3.3 <i>Flowchart Program Batch Process Reactor Trainer</i>	12
Gambar 3.4 Perancangan Sistem.....	15
Gambar 3.6 Pengalamatan pada NI OPC	16
Gambar 3.7 Pengecekan koneksi NI OPC	17
Gambar 3.5 Tampilan Monitoring pada LabVIEW	18
Gambar 4.1 Hasil pengamatan komunikasi PLC dengan NI OPC.....	19
Gambar 4.2 Tampilan PLC dan NI OPC ketika di jalankan	20
Gambar 4.3 Percobaan Web Publishing tools	21

DAFTAR TABEL

sTabel 3.1 Keterangan Gambar 3-1.....	11
Tabel 3.2 Keterangan gambar	12
Tabel 3.3 Pengalamatan I/O PLC pada plant <i>Batch Process Reactor Trainer</i>	14
Tabel 4.1 Keadaan awal PLC dan OPC	20
Tabel 4.2 Tabel hasil komunikasi PLC dengan NI OPC setelah dijalankan.....	20
Tabel 4.3 Kedaan komunikasi antara LabVIEW dan Web	22
Tabel 4.4 Tabel pengamatan PLC dan LabVIEW pada saat sudah dijalankan.....	22

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan dunia industri yang terjadi pada zaman sekarang sudah sangat berkembang. Menurut badan pusat statistik indonesia jumlah Industri di Indonesia pada tahun 2013 kurang lebih 23.941 industri. Beberapa industri telah menggunakan sistem otomasi. Sistem otomasi pada industri menggunakan PLC yang dapat dimonitoring dengan sistem SCADA. Pada sistem SCADA terdapat protokol PLC untuk mengirim dan menerima data . Protokol yang dikembangkan masing-masing vendor beragam. Protokol ini biasa disebut dengan *I/O driver* yang berfungsi untuk membaca atau menulis data I/O dari PLC tertentu.

Dalam industri saat ini telah banyak menggunakan sistem otomasi dan ada beberapa penelitian yang banyak menggunakan PLC dan sering digunakan sebagai bagian utama dari sistem otomatis di industri[1], sistem ini dipilih karena memiliki jaminan kualitas yang lebih baik , konsisten dalam pekerjaannya serta dapat mempersingkat waktu produksi. Salah satu teknologi otomasi yang sering digunakan adalah PLC (*Programable Logic Controller*). PLC menggunakan ladder diagram untuk pemrogramannya, PLC sangat cocok untuk sistem-sistem yang bersifat sekuensial dan teknologi ini lebih sederhana dan tidak memerlukan tempat yang lebih luas dibandingkan menggunakan relay-relay mekanik.

Dalam kasus lain sebuah perusahaan membutuhkan antarmuka untuk melakukan pengawasan dan pengontrolan industrinya. Tetapi pada PLC memiliki kekurangan dalam hal monitoring yang kurang nyaman bagi operator sehingga dibutuhkan SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) sebagai *monitoring* dan pengambilan data serta *controlling* oleh *operator*. Pada beberapa perusahaan memiliki PLC yang lebih dari satu vendor, serta untuk memenuhi kebutuhan konsumen yang meningkat, maka setiap perusahaan meningkatkan kualitas perusahaannya, salah satunya dengan menambah mesin baru, seperti PLC dan lain sebagainya. Tetapi antar muka yang dahulu tidak bisa menggabungkan komunikasi semua device yang berbeda vendor menjadi satu. Hal ini merugikan industri yang menggunakan produk dari beberapa vendor, oleh karena itu terjadi ketergantungan terhadap suatu vendor tertentu disebabkan sistem antarmuka HMI atau SCADA yang telah ditetapkan suatu vendor hanya untuk produk dari vendor tersebut. Sekarang dengan adanya NI OPC (*OLE for Process Control*) sebagai salah satu solusi untuk menggabungkan semua PLC tersebut kedalam satu jaringan.

Perkembangan teknologi sekarang juga mendukung untuk mempercepat akses tanpa ada batasan waktu, jarak dan lain sebagainya menggunakan teknologi internet. Internet adalah salah satu teknologi yang berkembang pada zaman sekarang, yang memudahkan dalam hal komunikasi, pengambilan data dan lain sebagainya. Teknologi ini sangat membantu untuk keperluan jarak jauh, maka dari itu untuk efisiensi kerja monitoring serta controlling kerja mesin perusahaan.

Dari latar belakang tersebut, maka pada skripsi penulis membuat sistem *monitring* PLC yang menggunakan PLC siemens S7-1200 berbasis LabVIEW yang berbeda vendor dan dapat mengakses serta mengontrol melalui *website* dengan menggunakan *tool* yang ada pada LabVIEW.

1.2 Rumusan Masalah

Pada peneltian ini dapat dirumuskan ke beberapa rumasan yaitu:

1. Bagaimana cara mengontrol mini plant *Batch Process Reactor Traineer* agar dapat dijalankan secara otomatis?
2. Bagaimana agar PLC dan LabVIEW saling berkomunikasi?
3. Bagaimana cara memonitoring dan mengambil data dari mini plant melalui *website* dalam satu jaringan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang penulis gunakan pada peneltian ini adalah:

1. PLC yang digunakan pada penelitian ini adalah PLC siemens S7 1200.
2. Tidak membahas protokol komunikasi OPC server.
3. PLC S7-1200 dan labVIEW dihubungkan menggunakan antarmuka NI OPC versi 2013.
4. Pengujian sistem menggunakan prototipe *Batch Process Reactor Trainer*.
5. Sistem *monitoring* prototipe menggunakan LabVIEW versi 2015 dan *Monitoring pada website* menggunakan *Web Publishing Tools* LabVIEW.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan pengontrolan dan monitoring Batch Prosessing menggunakan PLC Siemens S7 1200 secara Ethernet menggunakan Antar muka NI OPC dengan penampil LabVIEW dan dapat diakses secara online.

1.5 Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini memiliki beberapa manfaat yaitu:

1. Mengembangkan pengontrolan Batch Prossesing Reactor Trainer dengan PLC Siemens S7 1200 dan LabVIEW.
2. Pengontrolan plant yang dapat diakses secara online.
3. Menghubungkan beberapa device agar dapat saling berkomunikasi satu dengan yang lainnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Programable Logic Controller (PLC) ini berfungsi sebagai pengontrol otomatis, dapat digunakan untuk mengirim sinyal dan menggunakan limit switch, serta PLC juga sering dipakai di bidang Industri[1]. PLC juga dapat digunakan seperti pengontrol otomatis seperti pada pembuatan alat sorting kayu[2].

Penggunaan *monitoring* dengan LabVIEW. LabVIEW paket perangkat lunak yang dikembangkan oleh National Instruments yang digunakan secara luas dalam pengaturan laboratorium. Alasan utama untuk fokus pada LabVIEW adalah prevalensinya di kedua pengaturan akademik dan industri. LabVIEW adalah platform pemrograman luas dan mencakup banyak fungsi mulai dari dasar aljabar operator untuk komponen sinyal-pengolahan canggih yang dapat diintegrasikan ke dalam program lebih canggih dan kompleks untuk digunakan di laboratorium (dan bahkan pengaturan industri). Untuk alasan pedagogis, kami hanya akan memperkenalkan gagasan utama dari LabVIEW yang diperlukan yang untuk berfungsi dalam lingkungan laboratorium rekayasa khas sarjana[3].

Ada beberapa komunikasi yang dipakai untuk komunikasi PLC . Salah satunya yaitu menggunakan kabel ethernet. Seperti pada pembuatan alat sorting kayu yang menggunakan kabel ethernet dengan aplikasi NI OPC server 2013 sebagai penghubung antara LabVIEW dengan PLC Omron CJIM[2]. Ada juga komunikasi dengan email yang harus melakukan konfigurasi jaringan pada sisi server, konfigurasi perangkat lunak Argosoft Mail Server Free, dan konfigurasi PLC[4].

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh L. R. Afyudin, J. Halomoan, dan E. Susanto pada pembuatan alat sorting kayu menggunakan PLC OMRON CJIM dengan antar muka NI OPC, Pada penelitian ini mengganti PLC OMRON CJIM dengan PLC Siemens S7-1200 sedangkan yang akan dikontrol adalah prototipe *batch process reactor trainer* .Data yang didapat dari PLC dihubungkan ke LabVIEW menggunakan NI OPC sebagai antar muka, setelah itu data ditampilkan pada website yang masih dalam satu jaringan.

2.2 Tinjauan Teori

2.2.1 *Programmable Logic Controller (PLC)*

Perangkat elektronik yang mudah untuk dipakai untuk mengendalikan berbagai tipe dan tingkat kesukaran yang bermacam-macam. Pendapat Capiel (1982) tentang *Programmable Logic Controller* adalah sebuah sistem elektronik yang dioperasikan secara digital dan dirancang untuk pemakaian pada lingkungan industri, PLC menggunakan sistem memori yang bisa diprogram sebagai penyimpan secara instruksi-instruksi internal yang mengimplementasikan fungsi-fungsi yang spesifik seperti perwaktuan, pencacahan, logika, urutan, dan operasi aritmatik yang dapat mengontrol mesin atau memproses melalui modul-modul I/O digital maupun analog .

konsep PLC memiliki beberapa konsep yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Pertama dari kata *Programmable*, menjelaskan bahwa sistem ini memiliki kemampuan dalam hal penyimpanan (memori) yang dapat menyimpan sebuah program yang telah dibuat dan dapat dengan mudah bagi para pengguna untuk mengubah-ubah kegunaannya.
2. Kata yang kedua adalah *Logic*, secara bahasa memiliki arti logika yang menunjukkan sistem ini terdapat kemampuan memproses suatu input secara aritmatik dan *logic* (ALU), maksudnya sistem dapat beroperasi dalam hal penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian, perbandingan, negasi, OR, AND, dan lain sebagainya.
3. Terakhir dari kata *Controller*, menjelaskan bahwa sistem ini dapat mengontrol atau mengatur suatu proses sehingga menghasilkan suatu output sebagaimana yang diharapkan oleh pengguna.

PLC ini dirancang agar dapat menggantikan sistem yang menggunakan rangkaian relay sequensial dalam sistem kontrol.[5][6] Tidak hanya dapat diprogram, alat ini bahkan dapat dikendalikan serta dioperasikan oleh orang yang tidak memiliki pengetahuan di bidang pengoperasian komputer secara khusus. Bahasa yang dipakai dalam pemrograman PLC menggunakan bahasa yang mudah dimengerti. Sistem ini juga dapat dioperasikan apabila telah memasukan program yang sudah dibuat dengan menggunakan perangkat lunak yang sesuai dengan jenis PLC yang digunakan. Alat ini bekerja berdasarkan masukan-masukan yang ada dan terpengaruh dengan keadaan pada

suatu waktu tertentu yang kemudian akan menghidupkan atau mematikan keluaran-keluaran. indikator 1 menunjukkan keadaan yang diharapkan terpenuhi, sedangkan indikator 0 berarti keadaan yang diharapkan tidak terpenuhi. PLC juga dapat diterapkan pada suatu sistem yang memiliki keluaran yang banyak.



Gambar 2.1 PLC Siemens S7-1200

2.2.2 LabVIEW

Paket perangkat lunak yang dikembangkan oleh National Instrumen yang digunakan secara luas dalam pengaturan laboratorium. LabVIEW itu sendiri adalah platform pemrograman yang ekstensif. Ini mencakup banyak fungsi mulai dari dasar aljabar operator untuk sinyal-pengolahan lanjutan komponen yang dapat diintegrasikan ke dalam program lebih canggih dan kompleks untuk laboratorium dan bahkan pengaturan industri.

Gagasan utama dari LabVIEW yang diperlukan berfungsi dalam lingkungan laboratorium rekayasa khas sarjana. keterampilan pemrograman tingkat lanjut dapat dikembangkan dari waktu ke waktu sebagai kenyamanan pembaca dengan keuntungan fungsi dasar LabVIEW dan antar muka eksternal. Dalam LabVIEW juga terdapat *tool web publishing tools* yang berfungsi sebagai penampil data yang ada pada *front panel* LabVIEW ke dalam website.

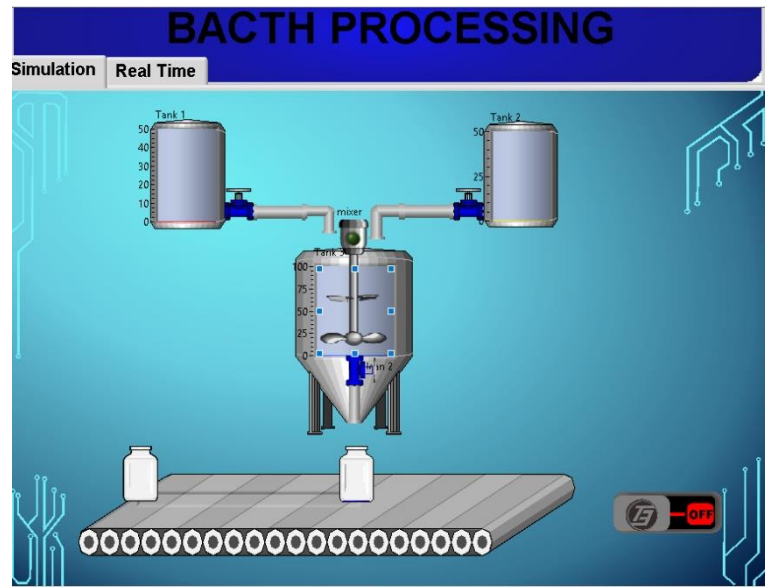


Gambar 2.2 Labview Myrio 2015

2.2.3 SCADA

SCADA adalah *supervisory control and data acquisition* merupakan teknologi untuk mengumpulkan data dan mengirimkan ke alat atau ke operator dengan model *Graphic User*

Antar muka (GUI).[7] Dalam tampilan data yang dikirimkan bisa berupa indikator sensor, data analog sensor , data *aquator* mesin data data-data yang dibutuhkan oleh user dari sebuah alat.



Gambar 2.3 Contoh SCADA pada LabVIEW

2.2.4 OPC

OPC (OLE for Process Control) adalah sebuah sistem SCADA yang beroperasi dengan *server* dan *client*. OLE merupakan standar terbuka yang diciptakan oleh Microsoft dan ISV lain[8]. OLE (*Object linking and Embedding*) adalah sebuah teknologi antarmuka yang dapat menghubungkan beberapa aplikasi untuk saling berkomunikasi dan bertukar data. Salah satu contoh penerapan teknologi ini adalah microsoft word yang dapat menerima data tabel maupun gambar dari aplikasi yang lain. Sedangkan fungsi OPC sebagai antarmuka pada PLC pada pengendaliannya maupun sistem pengamatannya. Teknologi ini juga sangat bermanfaat bagi perusahaan untuk lebih menekan ekonomi menjadi lebih hemat.

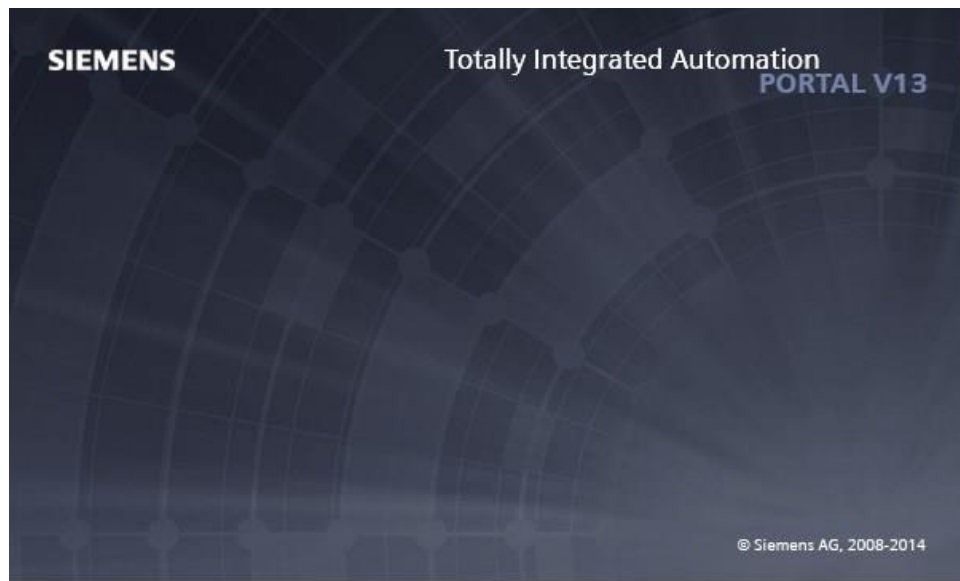


Gambar 2.4 OPC (OLE of Process Control)

2.2.5 TIA Portal

TIA Portal adalah sebuah perangkat lunak yang dikeluarkan oleh perusahaan Siemens yang berfungsi sebagai perangkat lunak pemrograman generasi terbaru untuk memprogram PLC. Pada perangkat lunak ini banyak pengembangan yang didalamnya terdapat perangkat lunak project

terpadu yang memberikan pelayanan yang lebih efisien terhadap biaya maupun waktu dikarenakan berbagai macam perangkat lunak yang harus disatukan kedalam suatu project.



Gambar 2.5 TIA Portal V13

BAB 3

METODOLOGI

Bagian ini menjelaskan perancangan sistem yang digunakan, cara mengimplementasikan rancangan dan cara pengujian sistem (indikator kinerja dan cara mengukurnya). Penjelasan ini bisa terdiri dari beberapa bab yang saling terkait.

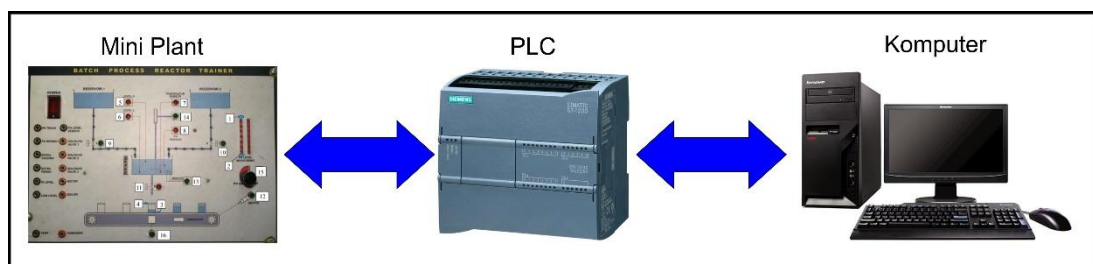
3.1 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini penulis menggunakan beberapa perangkat keras dan perangkat lunak yaitu :

1. PLC S7-1200
2. TIA portal V13
3. LabVIEW
4. NI OPC
5. Web Publishing tool

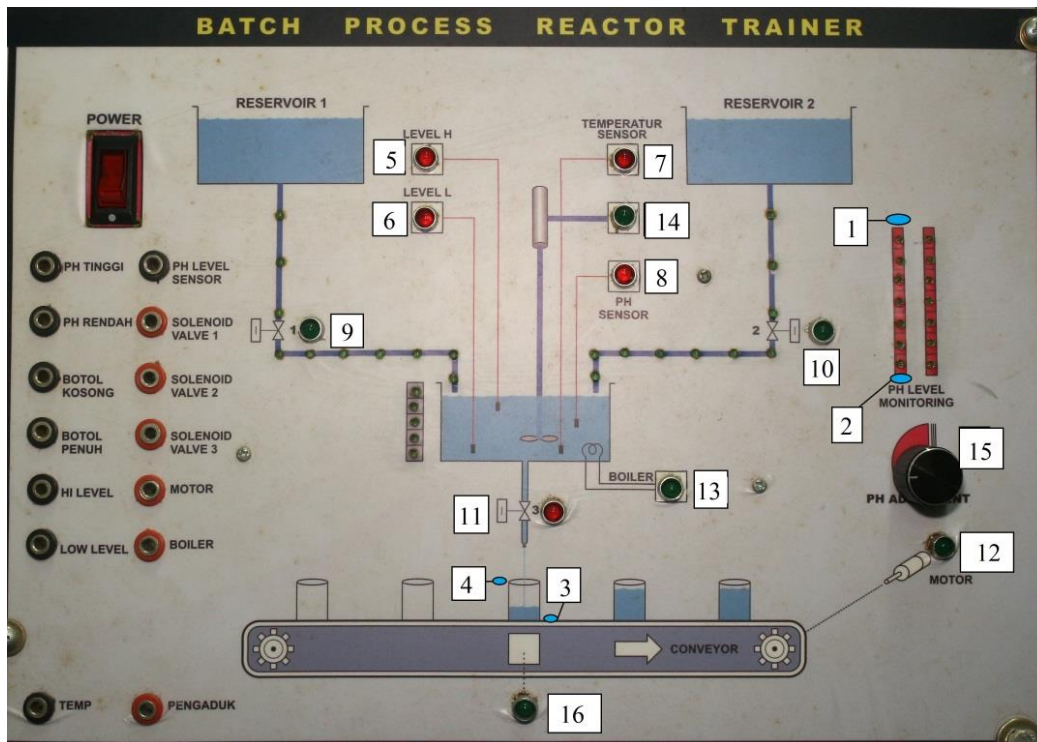
3.2 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1. Mini plant dihubungkan pada PLC menggunakan kabel *jumper* untuk mengontrol dan mengambil data dari mini plant. PLC dihubungkan ke komputer menggunakan kabel ethernet RJ 45 untuk memprogram dan monitoring PLC.



Gambar 3.1 Perancangan perangkat keras

3.2.1 Plant Batch Process Reactor Trainer

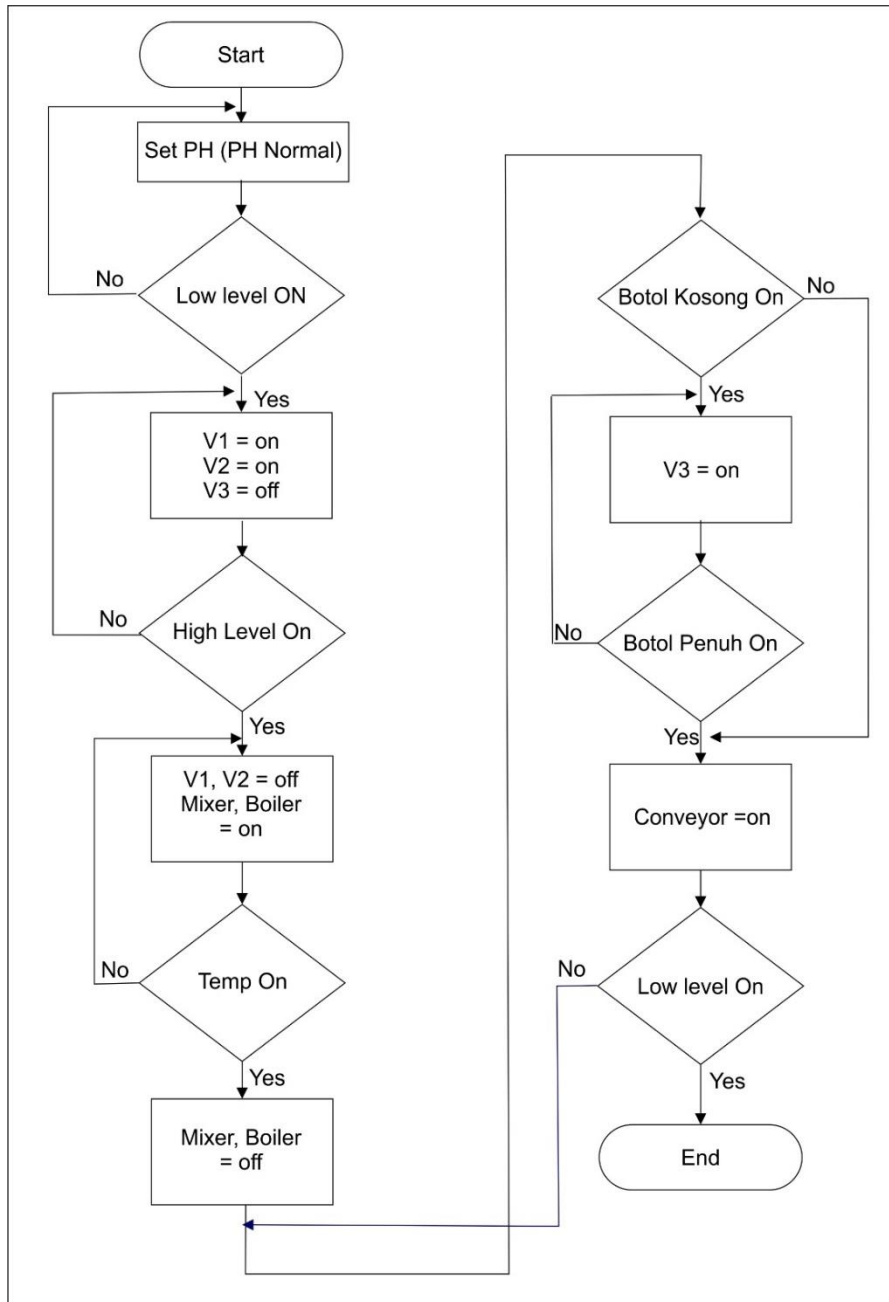


Gambar 3.2 Plant Batch Process Reactor Trainer

Tabel 3.1 Keterangan Gambar 3-1

No	Keterangan	No	Keterangan
1	Sensor PH Tinggi	9	Solenoid Valve 1
2	Sensor PH Rendah	10	Solenoid Valve 2
3	Sensor Botol Kosong	11	Solenoid Valve 3
4	Sensor Botol Penuh	12	Konveyor
5	Sensor <i>High Level</i>	13	Boiler
6	Sensor <i>Low Level</i>	14	Mixer
7	Sensor Temperatur	15	Pengatur PH Manual
8	Sensor PH Level	16	Led Proses Pengisian Botol

Gambar 3-1 menunjukkan modul yang akan dipakai pada penelitian ini. Tetapi pada *plant* ini ada beberapa *indicator* yang tidak dapat berfungsi, yaitu : *Indicator* PH tinggi, *Indicator* PH Rendah, *Indicator* Botol kosong, dan *Indicator* Botol Penuh. Sehingga penulis membuat *flowchart* seperti yang terlihat pada Gambar 3-2, dengan mengganti *Indicator* Botol penuh dan *Indicator* Botol kosong dengan *timer*.



Gambar 3.3 Flowchart Program Batch Process Reactor Trainer

Tabel 3.2 Keterangan gambar

No	Kode	Keterangan
1	V1	Valve 1 (PH Tinggi)
2	V2	Valve 2 (PH Rendah)
3	V3	Valve 3 (Valve Tank Utama)
4	Low Level	Low Level pada Tank Utama
5	High Level	High Level pada Tank Utama

Diagram alir yang terlihat pada Gambar 3-2, menunjukkan alur program pada PLC yang menjelaskan proses program yang dijalankan, yaitu :

1. Mengatur Set PH , tetapi pada penelitian ini Set PH dianggap dalam keadaan normal.
2. Low level ON pada keadaan ini program memilih, jika indikator low level pada tank utama menyala, , maka masuk ke program selanjutnya, jika indikator Low level tidak menyala kembali pada program Set PH.
3. Ketika indikator low level on, maka valve satu dan valve dua menyala atau terbuka serta valve tiga mati atau tertutup.
4. High Level On pada keadaan ini program memilih, jika indikator high level pada tank utama menyala, maka masuk keprogram selanjutnya dan apabila indikator high level tidak menyala, maka kembali pada keadaan sebelumnya.
5. Ketika indikator high level menyala, maka valve satu dan valve dua mati atau tertutup dan *mixer* dan *boiler* menyala.
6. Temp On pada keadaan ini program memilih, jika indikator temperatur pada tank utama menyala, maka masuk ke program selanjutnya yaitu : *mixer* dan *boiler* berhenti dan apabila indikator high level tidak menyala, maka kembali pada keadaan sebelumnya.
7. Botol Kosong On pada keadaan ini program memilih, jika indikator botol kosong menyala maka valve tiga menyala atau terbuka untuk mengisi botol dan apabila indikator botol kosong tidak menyala *conveyor* menyala atau bergerak.
8. Botol Penuh On pada keadaan ini program memilih, jika indikator botol penuh menyala, maka *conveyor* menyala atau bergerak dan apabila indikator botol penuh tidak menyala, maka kembali pada keadaan sebelumnya.
9. Low level On pada keadaan ini program memilih, jika indikator pada low level menyala maka program selesai dan apabila indikator low level tidak menyala, maka program kembali pada proses pemilihan pada indikator botol kosong menyala atau tidak.

3.2.2 Wiring PLC dengan Modul

Perancangan perangkat keras anatra PLC dengan plant berfungsi untuk menerima data dari sensor yang ada pada plant dan mengirim data program kepada plant yang dipakai, dengan cara menyambungkan input PLC dan output PLC pada *plant*. Pengalamatan I/O PLC dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Pengalamatan I/O PLC pada plant *Batch Process Reactor Trainer*

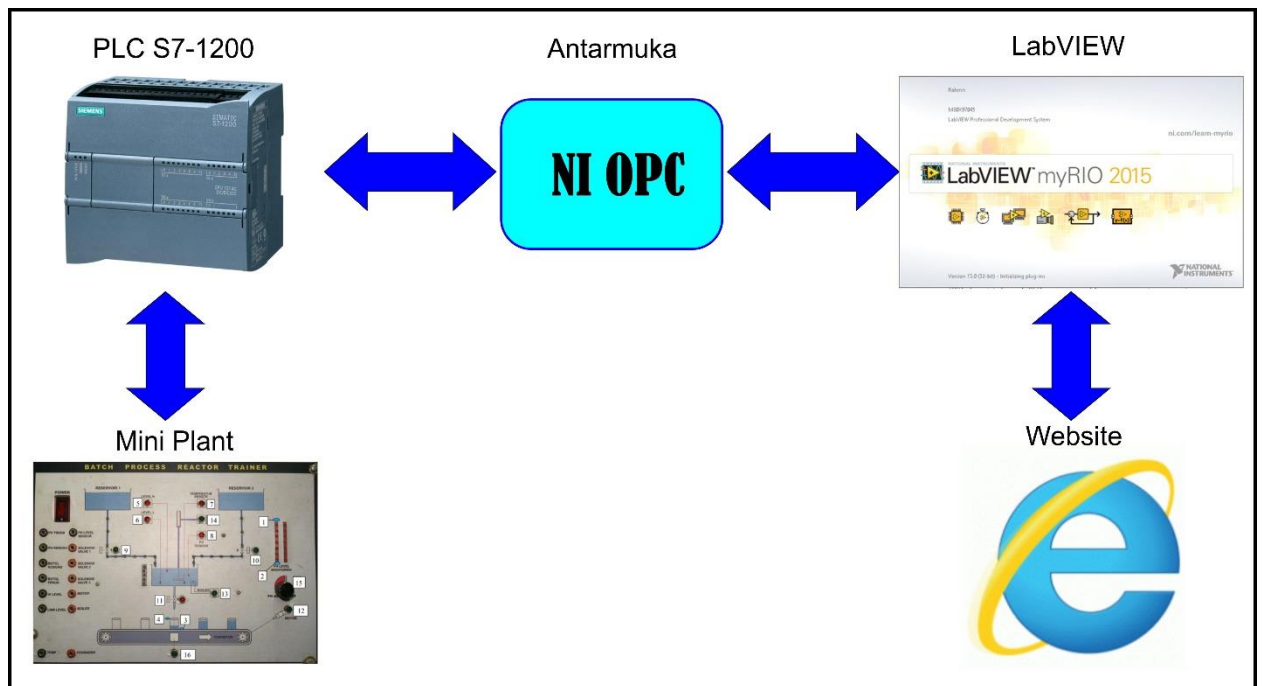
I/O PLC	Keterangan
I0.0	PH Tinggi
I0.1	PH Rendah
I0.2	Botol Kosong
I0.3	Botol Penuh
I0.4	High Level
I0.5	Low Level
I0.6	Sensor PH Level
I0.7	Seneor Temperatur
I1.0	Start
I1.1	Stop
Q0.0	Solenoid Valve 1
Q0.1	Solenoid Valve 2
Q0.2	Solenoid Valve 3
Q0.3	Konveyor
Q0.4	Boiler
Q0.5	Mixer

3.2.3 Komputer Server

Komputer server berfungsi untuk memprogram PLC Siemens S7-1200 menggunakan perangkat lunak TIA Portal V13 dan memonitoring PLC Siemens S7-1200 menggunakan LabVIEW, serta sebagai server utama monitoring *website* dalam satu jaringan.

3.3 Perancangan Sistem

TIA portal V13 sebuah perangkat lunak yang menggunakan ladder diagram untuk memprogram PLC Siemens S7-1200 . Kemudian dari PLC Siemens S7-1200 menerima data dan mengirim data ke *plant Batsh Process Reactor*. Program yang telah dibuat pada TIA portal V13 dihubungkan dengan LabVIEW menggunakan NI OPC. Semua pengalamatan yang sudah dilakukan pada PLC S7-1200 dengan TIA Portal V13 dimasukkan kedalam NI OPC agar dapat diolah pada LabVIEW. Program yang ada Pada LabVIEW juga dapat ditampilkan pada Web menggunakan Web Publishing Tools.



Gambar 3.4 Perancangan Sistem

Dapat dilihat pada Gambar 3.4 semua sistem komunikasi dilakukan dua arah dari mini plant mengirim dan menerima data dari PLC, kemudian monitoring dari LabVIEW dan *website* juga menggunakan komunikasi dua arah dan PLC ke NI OPC serta NI OPC ke LabVIEW dalam *controlling* juga menggunakan komunikasi dua arah.

3.3.1 Pemograman PLC dengan TIA Portal V13

Pemograman PLC S7-1200 menggunakan TIA Portal V13 yaitu perangkat lunak bawaan dari Siemens. Pertama kali yang diatur adalah konfigurasi PLC yang terdiri dari Tipe PLC, IP Address PLC. Tipe PLC dapat dilihat pada perangkat keras PLC S7-1200, pada penelitian ini menggunakan PLC S7-1200 dengan tipe 1412 DC/DC/DC, fungsi pengaturan ini untuk menyesuaikan peralatan yang ada pada perangkat keras dengan peralatan yang ada pada perangkat lunak. Kedua mengatur IP Address untuk menentukan alamat PLC yang digunakan. Selanjutnya melakukan tag name dan pemograman PLC, tag name disesuaikan dengan pengkabelan yang telah dilakukan pada perangkat keras antara mini plant *Batch Process Reactor Trainer* dengan PLC S7-1200.

3.3.2 Pengalamatan PLC dan NI OPC

Pada penelitian ini NI OPC sebagai antarmuka antara PLC S7-1200 dengan LabVIEW. Pertama melakukan pengaturan konfigurasi PLC yang akan digunakan. Kemudian melakukan pengalamatan pada NI OPC sesuai dengan pengalamatan yang sudah dilakukan pada perangkat

lunak TIA Portal V13. Untuk memastikan pengalamatan telah sesuai dan terhubung antara PLC dan NI OPC serta data yang dikirim PLC sesuai dengan yang diterima oleh NI OPC. Pengalamatan NI OPC dapat dilihat pada Gambar 3.6.

Tag Name	Address /	Data Type	Scan Rate	Scaling
 Ph tinggi	I0.0	Boolean	100	None
 Ph rendah	I0.1	Boolean	100	None
 Botol Ko...	I0.2	Boolean	100	None
 Botol Pe...	I0.3	Boolean	100	None
 High Level	I0.4	Boolean	100	None
 Low Level	I0.5	Boolean	100	None
 Ph level s...	I0.6	Boolean	100	None
 Temp	I0.7	Boolean	100	None
 on	I1.0	Boolean	100	None
 off	I1.1	Boolean	100	None
 lamp on	M0.0	Boolean	100	None
 MHL	M0.1	Boolean	100	None
 MLL	M0.2	Boolean	100	None
 T_ph_sen...	M0.3	Boolean	100	None
 T_temp	M0.4	Boolean	100	None
 rendah	M0.5	Boolean	100	None
 tinggi	M0.6	Boolean	100	None
 timer bot...	M0.7	Boolean	100	None
 V1	Q0.0	Boolean	100	None
 V2	Q0.1	Boolean	100	None
 V3	Q0.2	Boolean	100	None
 Conveyor	Q0.3	Boolean	100	None
 Boiler	Q0.4	Boolean	100	None
 Mixer	Q0.5	Boolean	100	None

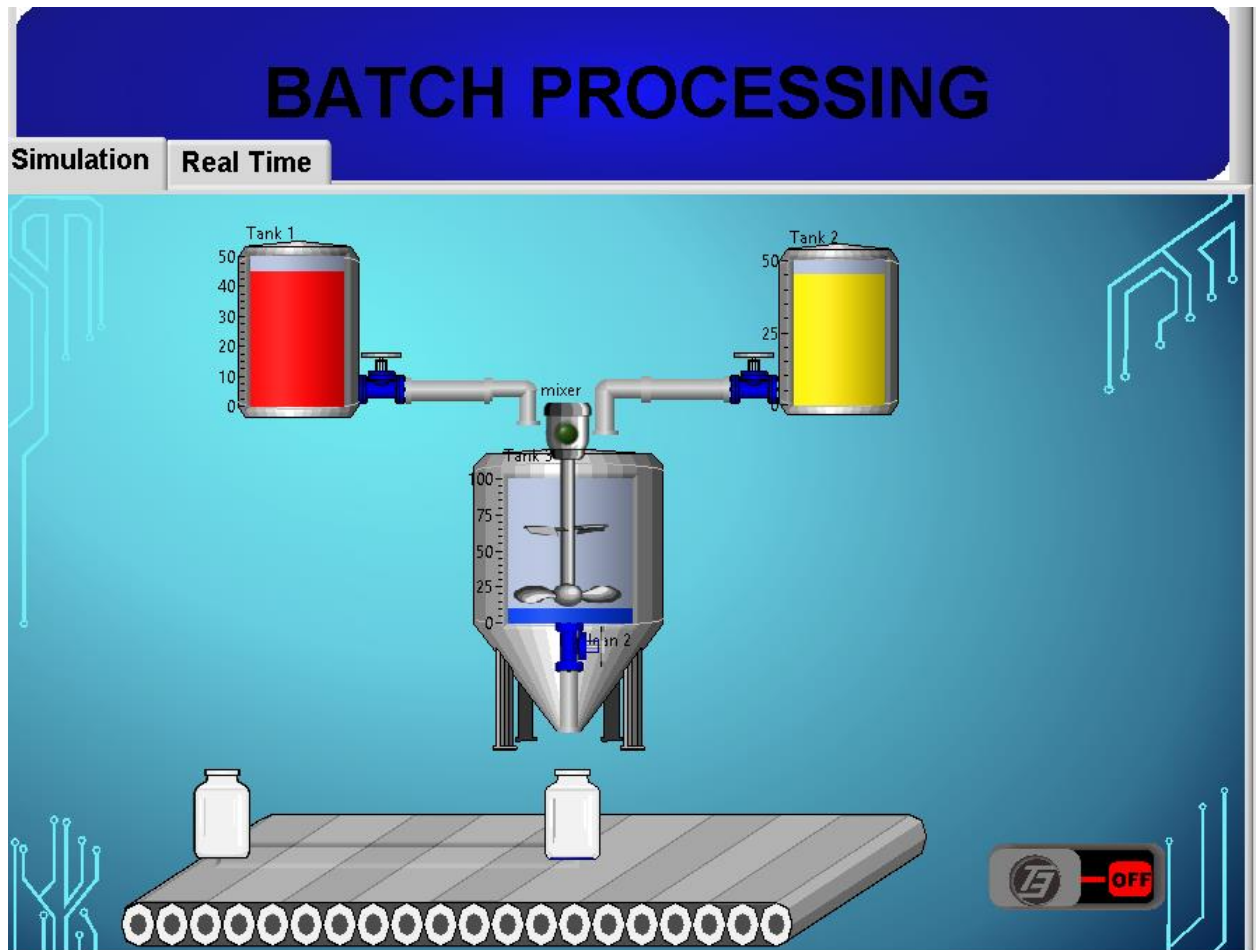
Gambar 3.5 Pengalamatan pada NI OPC

Item ID	Data Type	Value	Timestamp	Quality	Update Count
Channel1.S7-1200.T_ph_sensor	Boolean	1	14:21:47.881	Good	1
Channel1.S7-1200.Ph level sensor	Boolean	1	14:21:47.881	Good	1
Channel1.S7-1200.MHL	Boolean	1	14:21:47.881	Good	1
Channel1.S7-1200.lamp on	Boolean	1	14:21:47.881	Good	1
Channel1.S7-1200.Conveyor	Boolean	0	14:21:54.639	Good	3
Channel1.S7-1200.Slot	Byte	1	14:21:48.551	Good	1
Channel1.S7-1200.V3	Boolean	1	14:21:54.639	Good	3
Channel1.S7-1200.V2	Boolean	0	14:21:47.881	Good	1
Channel1.S7-1200.V1	Boolean	0	14:21:47.881	Good	1
Channel1.S7-1200.tinggi	Boolean	0	14:21:47.881	Good	1
Channel1.S7-1200.timer botol	Boolean	0	14:21:47.881	Good	1
Channel1.S7-1200.Temp	Boolean	0	14:21:47.881	Good	1
Channel1.S7-1200.T_temp	Boolean	0	14:21:47.881	Good	1
Channel1.S7-1200.rendah	Boolean	0	14:21:47.881	Good	1
Channel1.S7-1200.Ph tinggi	Boolean	0	14:21:47.881	Good	1
Channel1.S7-1200.Ph rendah	Boolean	0	14:21:47.881	Good	1
Channel1.S7-1200.on	Boolean	0	14:21:47.881	Good	1
Channel1.S7-1200.off	Boolean	0	14:21:47.881	Good	1
Channel1.S7-1200.MLL	Boolean	0	14:21:47.881	Good	1
Channel1.S7-1200.Mixer	Boolean	0	14:21:47.881	Good	1
Channel1.S7-1200.Low Level	Boolean	0	14:21:47.881	Good	1
Channel1.S7-1200.High Level	Boolean	0	14:21:47.881	Good	1
Channel1.S7-1200.Botol Penuh	Boolean	1	14:21:56.671	Good	4
Channel1.S7-1200.Botol Kosong	Boolean	0	14:21:54.639	Good	3
Channel1.S7-1200.Boiler	Boolean	0	14:21:47.881	Good	1
Channel1.S7-1200._Rack	Byte	0	14:21:47.551	Good	1

Gambar 3.6 Pengecekan koneksi NI OPC

Dilihat dari Gambar 3.7 bawah koneksi yang dilakukan dari PLC Siemens S7-1200 dengan NI OPC telah berhasil, dengan melihat Quality pada NI OPC menampilkan kode *GOOD* yang berarti koneksi tersambung. Pada value juga terlihat nilai boolean dari PLC Siemens S7-1200.

3.3.3 Perancangan LabVIEW



Gambar 3.7 Tampilan Monitoring pada LabVIEW

Tampilan monitoring yang terlihat pada Gambar 3.5 dibuat menyerupai pada prototipe yang dipakai, yaitu *Batch Process Reactor Trainer* yang ada pada laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

3.4 Analisis

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan antara proses yang berjalan pada PLC Siemens S7-1200 dengan yang berjalan pada LabVIEW serta pada Web Publishing Tool. Kemudian melihat kelebihan dan kekurangan pada sistem yang dipakai.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil implementasi dari perancangan sistem yang telah diterangkan pada bab 3, yaitu identifikasi alat, program pada PLC dan LabVIEW, hasil komunikasi antara PLC dan LabVIEW, serta hasil komunikasi LabVIEW ke Web.

4.1 Identifikasi Alat

Penulis melakukan identifikasi pada plant yang akan dipakai menggunakan multimeter, kabel jumper dan *power supply*. Dari indikator sensor pada plant dihubungkan ke *power supply* dan diukur menggunakan multimeter, apabila multimeter membaca arus dari indikator sensor, maka sensor dalam keadaan baik dan apabila multimeter tidak membaca nilai indikator sensor, maka indikator sensor tidak berfungsi dengan baik. Sedangkan pada indikator input dengan cara menghubungkan dengan *power supply* dan dilihat pada indikator lampu led. Dari hasil pengecekan pada plant terdapat beberapa indikator sensor yang tidak berfungsi, yaitu : *Indicator* PH tinggi, *Indicator* PH Rendah, *Indicator* Botol kosong, dan *Indicator* Botol Penuh. Maka penulis menggantikan beberapa indikator sensor yang tidak berfungsi dengan timer pada program.

4.2 Hasil Komunikasi PLC dengan NI OPC

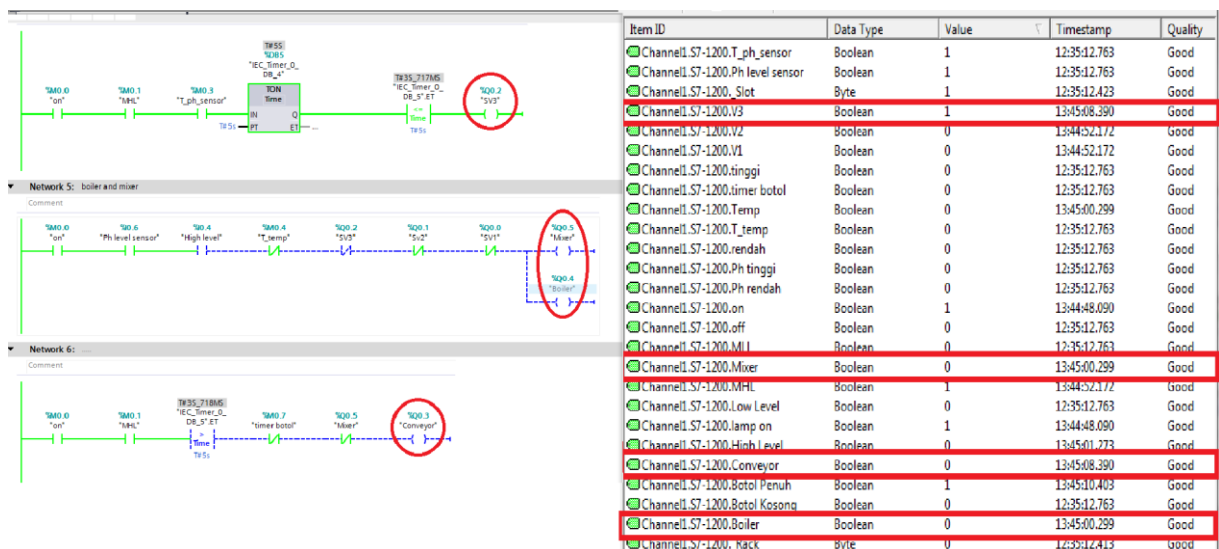


Gambar 4.1 Hasil pengamatan komunikasi PLC dengan NI OPC

Tabel 4.1 Keadaan awal PLC dan OPC

Tag Name	Tag Name	Kondisi Tag Name PLC	Kondisi Tag Name pada OPC	Keterangan
I0.0	PH Tinggi	0	0	Keadaan sesuai
I0.1	PH Rendah	0	0	Keadaan sesuai
I0.2	Botol Kosong	0	0	Keadaan sesuai
I0.3	Botol Penuh	0	0	Keadaan sesuai
I0.4	High Level	0	0	Keadaan sesuai
I0.5	Low Level	0	0	Keadaan sesuai
I0.6	Sensor PH Level	1	1	Keadaan sesuai
I0.7	Seneor Temperatur	0	0	Keadaan sesuai
I1.0	Start	0	0	Keadaan sesuai
I1.1	Stop	0	0	Keadaan sesuai
Q0.0	Solenoid Valve 1	0	0	Keadaan sesuai
Q0.1	Solenoid Valve 2	0	0	Keadaan sesuai
Q0.2	Solenoid Valve 3	0	0	Keadaan sesuai
Q0.3	Konveyor	0	0	Keadaan sesuai
Q0.4	Boiler	0	0	Keadaan sesuai
Q0.5	Mixer	0	0	Keadaan sesuai

Pada keadaan awal NI OPC menerima data dari PLC dengan baik, nilai yang tertera pada PLC dan NI OPC sama.



Gambar 4.2 Tampilan PLC dan NI OPC ketika di jalankan

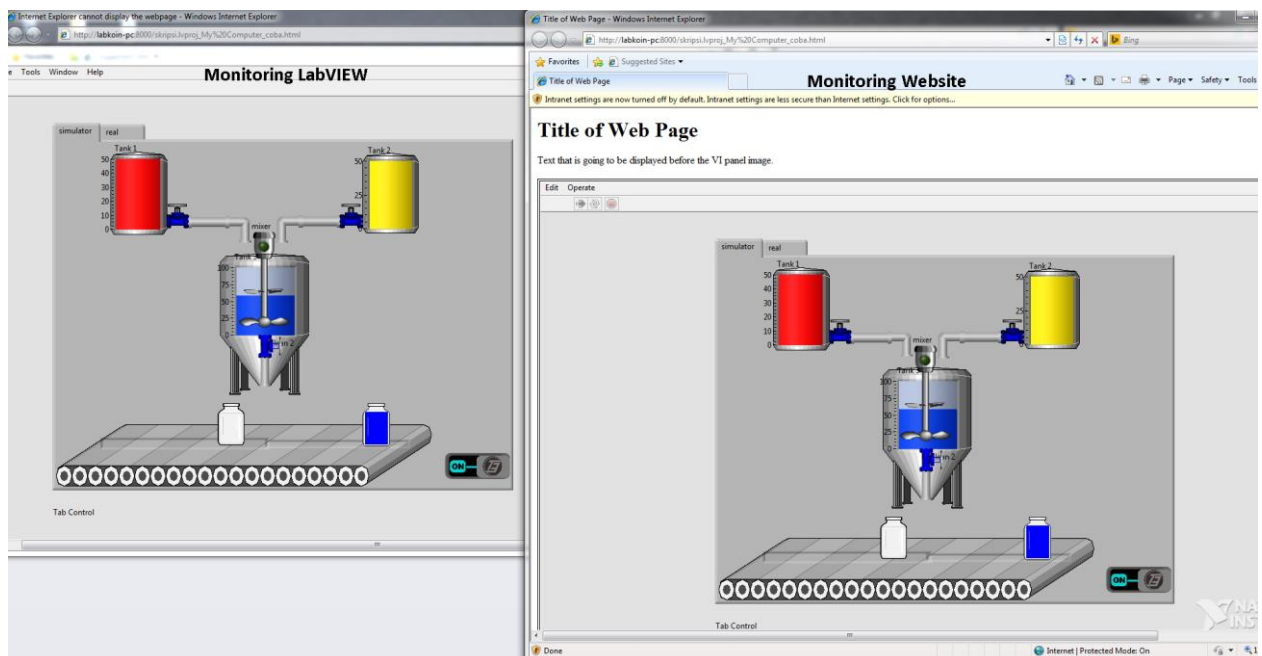
Tabel 4.2 Tabel hasil komunikasi PLC dengan NI OPC setelah dijalankan

Tag Name	Tag Name	Kondisi Tag Name PLC	Kondisi Tag Name pada OPC	Keterangan
I0.0	PH Tinggi	0	0	Keadaan sesuai

Tag Name	Tag Name	Kondisi Tag Name PLC	Kondisi Tag Name pada OPC	Keterangan
I0.1	PH Rendah	0	0	Keadaan sesuai
I0.2	Botol Kosong	0	0	Keadaan sesuai
I0.3	Botol Penuh	1	1	Terjadi <i>delay + 1 s</i>
I0.4	High Level	0	0	Keadaan sesuai
I0.5	Low Level	0	0	Keadaan sesuai
I0.6	Sensor PH Level	1	1	Terjadi <i>delay + 1 s</i>
I0.7	Seneor Temperatur	0	0	Keadaan sesuai
I1.0	Start	0	0	Keadaan sesuai
I1.1	Stop	0	0	Keadaan sesuai
Q0.0	Solenoid Valve 1	0	0	Keadaan sesuai
Q0.1	Solenoid Valve 2	0	0	Keadaan sesuai
Q0.2	Solenoid Valve 3	1	1	Terjadi <i>delay + 1 s</i>
Q0.3	Konveyor	0	0	Keadaan sesuai
Q0.4	Boiler	0	0	Keadaan sesuai
Q0.5	Mixer	0	0	Keadaan sesuai

Setelah dijalankan NI OPC dapat melihat data dari PLC dengan menggunakan kabel ethernet, tetapi terdapat *delay* kurang lebih selam 1 detik. Hasil percobaan terlihat pada Tabel 4.2.

4.3 Hasil Komunikasi antara LabVIEW dengan web



Gambar 4.3 Percobaan Web Publishing tools

Tabel 4.3 Kedaan komunikasi antara LabVIEW dan Web

Sensor	Kondisi sensor di LabVIEW	Kondisi Sensor di Web	Keterangan
Botol Kosong	Off	Off	Keadaan sesuai tanpa ada <i>delay</i>
Botol Penuh	On	On	Keadaan sesuai tanpa ada <i>delay</i>
High Level	Off	Off	Keadaan sesuai tanpa ada <i>delay</i>
Low Level	On	On	Keadaan sesuai tanpa ada <i>delay</i>
Sensor PH Level	On	On	Keadaan sesuai tanpa ada <i>delay</i>
Solenoid Valve 1	Off	Off	Keadaan sesuai tanpa ada <i>delay</i>
Solenoid Valve 2	Off	Off	Keadaan sesuai tanpa ada <i>delay</i>
Solenoid Valve 3	Off	Off	Keadaan sesuai tanpa ada <i>delay</i>
Konveyor	On	On	Keadaan sesuai tanpa ada <i>delay</i>
Boiler	Off	Off	Keadaan sesuai tanpa ada <i>delay</i>
Mixer	Off	Off	Keadaan sesuai tanpa ada <i>delay</i>

Pada Gambar 4.3 adalah percobaan *web publishing tools*, sebelah kiri adalah *front panel* LabVIEW, sedangkan sebelah kanan tampilan pada web. Hasil dari percobaan ini didapat komunikasi antara LabVIEW dengan web dapat dilihat pada tabel 4.3, komunikasi dengan kondisi *real time*.

4.4 Hasil Komunikasi antara LabVIEW dengan PLC

Tabel 4.4 Tabel pengamatan PLC dan LabVIEW pada saat sudah dijalankan

Sensor	Kondisi sensor di PLC	Kondisi Sensor di LabVIEW	Keterangan
Botol Kosong	On	Off	Keadaan tidak sesuai karena ada <i>delay</i>
Botol Penuh	On	On	Keadaan sesuai
High Level	Off	Off	Keadaan sesuai
Low Level	On	On	Keadaan tidak sesuai karena ada <i>delay</i>
Sensor PH Level	On	On	Keadaan sesuai

Sensor	Kondisi sensor di PLC	Kondisi Sensor di LabVIEW	Keterangan
Solenoid Valve 1	On	On	Keadaan sesuai
Solenoid Valve 2	On	On	Keadaan tidak sesuai karena ada <i>delay</i>
Solenoid Valve 3	Off	Off	Keadaan sesuai tanpa ada <i>delay</i>
Konveyor	On	On	Keadaan sesuai
Boiler	Off	On	Keadaan tidak sesuai karena ada <i>delay</i>
Mixer	Off	On	Keadaan tidak sesuai karena ada <i>delay</i>

Data yang dikirim oleh PLC adalah boolean, sedangkan pada monitoring menampilkan data analog menggunakan *timer*. Menyebabkan adanya penumpukan data. Terlihat pada Tabel 4.4 keadaan pada PLC dan LabVIEW tidak semua sesuai ketika dijalankan , terkhusus pada indikator yang analog, seperti botol penuh dan botol kosong yang disebabkan penumpukan data tersebut.

Dari penelitian ini disimpulkan bahwa NI OPC dapat menghubungkan PLC S7-1200 dengan LabVIEW, data yang dikirim oleh PLC S7-1200 dapat diterima oleh LabVIEW dan data pada web sesuai dengan data yang dikirim oleh LabVIEW menggunakan *web publishing tools*. Kekurangan yang ada pada penelitian ini terdapat *delay* pada komunikasi antara PLC S7-1200 dengan LabVIEW yang menyebabkan penumpukan data pada program LabVIEW.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pengontrolan mini plant *Batch Process Reactor Traineer* menggunakan PLC S7-1200 dapat dilakukan secara otomatis dengan memprogram PLC menggunakan perangkat lunak TIA Portal V13.
2. Komunikasi pada PLC dan LabVIEW menggunakan NI OPC bisa dijalankan, tetapi masih terdapat kekurangan *delay*, yang membuat terjadi adanya penumpukan data.
3. Komunikasi LabVIEW dengan Web dengan *web publishing tools* bisa digunakan secara real time.

5.2 Saran

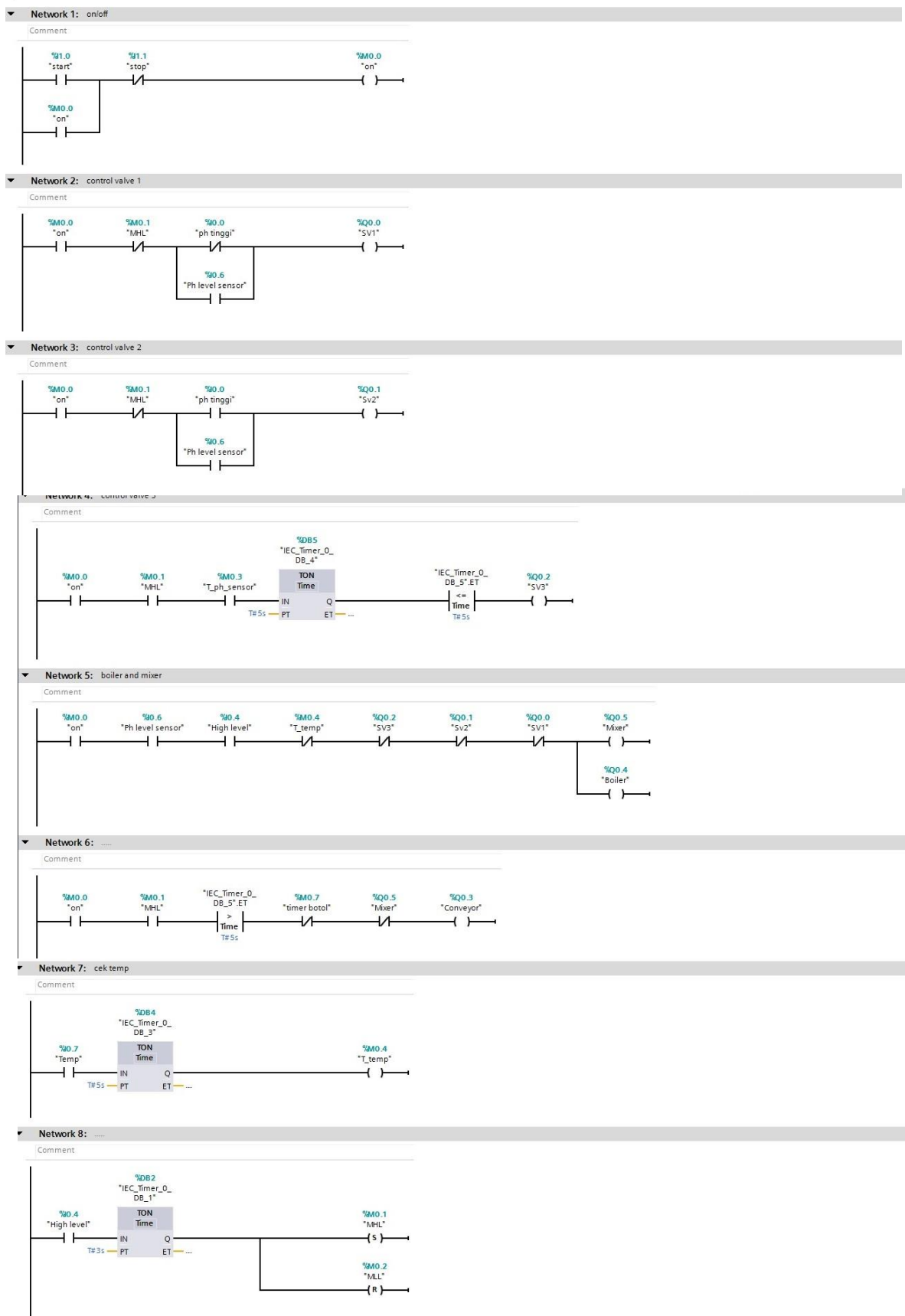
1. Diharapkan peneliti selanjutnya dapat mengembangkan dengan membuat keamanan jaringan pada sistem *monitoring* dan *controlling*.
2. Penelitian ini dapat diaplikasikan di dunia industri, khususnya di indonesia agar dapat bersaing pada tingkat internasional.
3. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan prototipe dengan tipe yang sama, yaitu : apabila nilai yang diukur analaog, maka scada monitoring juga analog.

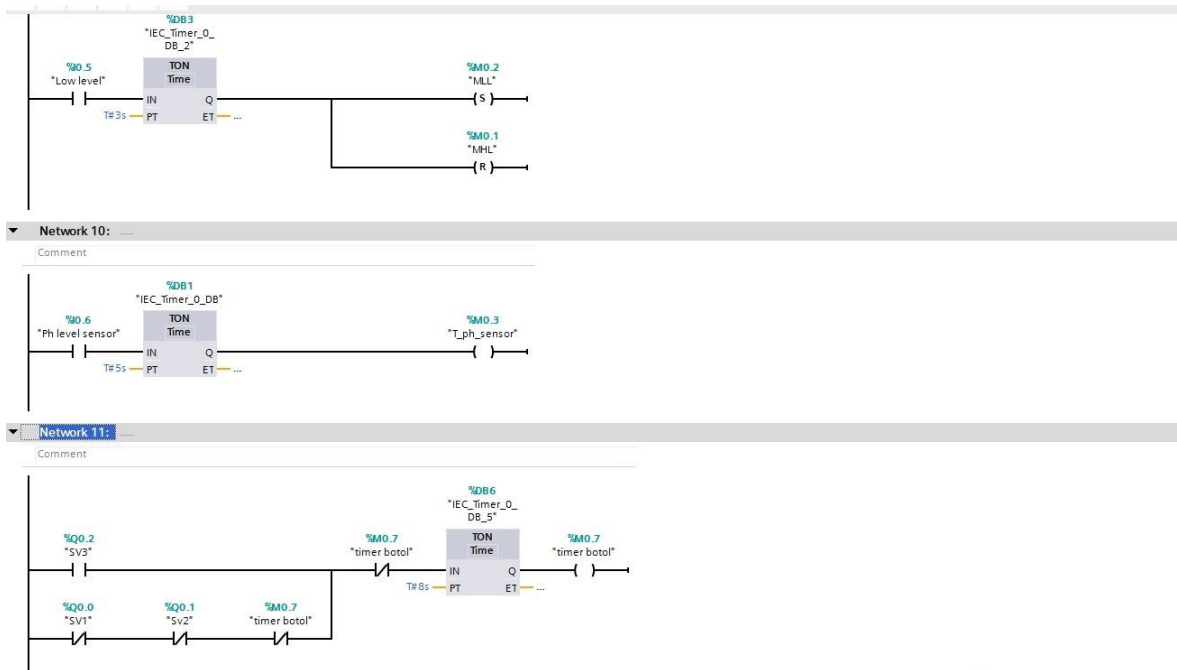
DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Bayindir dan Y. Cetinceviz, “A Water Pumping Control System With A Programmable Logic Controller (PLC) And Industrial Wireless Modules For Industrial Plants-An Experimental Setup,” *ISA Trans.*, vol. 50, no. 2, pp. 321–328, 2011.
- [2] L. R. Afyudin, J. Halomoan, dan E. Susanto, “Perancangan Dan Implementasi Scada Pada Mini Plan Sorting Kayu Menggunakan Labview Scada Design Anad Implementation On Wood Sorting Mini Plant Using.”
- [3] A. S. Morris, “Data Acquisition with LabVIEW,” pp. 115–133, 2012.
- [4] V. Djohan dan D. E. M. Sartika, “Sistem Reporting Kondisi Plant Berbasiskan E-mail Menggunakan PLC Modicon M340,” *ISSN Electr. Eng. J.*, vol. 4, no. 2, pp. 87–102, 1979.
- [5] I. Setiawan, *Programmable Logic Controller (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol*. ANDI OFFSET, 2006.
- [6] M. Husanto dan Thomas , ST., *PLC (Programmable Logic Control) FP Sigma*. ANDI OFFSET, 2007.
- [7] M. D. Whitt, *Successful Instrumentation and Control Systems Design, Second Edition*, Second edi. USA: International Society of Automation.
- [8] M. P. Iii *et al.*, “OLE (Object Linking And Embedding),” pp. 1–16.

LAMPIRAN

Program PLC pada TIA Portal





Program pada LabVIEW

