

PERANCANGAN SISTEM SCADA UNTUK INTEGRASI DUA PLC YANG BERBEDA *MERK*

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh:

Nama : Felick Kurnia

NPM : 2014610105



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2018**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**



Nama : Felick Kurnia
NPM : 2014610105
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : PERANCANGAN SISTEM SCADA UNTUK INTEGRASI
DUA PLC YANG BERBEDA MERK

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, Agustus 2018

Ketua Program Studi Teknik Industri

(Dr. Carles Sitompul, S.T., M.T., M.I.M.)

Dosen Pembimbing I

(Dr. Ir. Bagus Made Arthaya, M.Eng.)

Dosen Pembimbing II

(Marihot Nainggolan, S.T., M.T., M.S.)

ABSTRACT

Nowadays, automation is applied in almost every activity in industries. It is strongly required to reduce manpower needed in industrial processes. One example of automation is the used of PLC and SCADA system. Unfortunately, there are still problems in integrating two PLC with different brand. This research will modify a SCADA system that can integrate two PLC with different brand.

Water treatment tank and greenhouse miniature will be used in this research. Water treatment tank is connected with Mitsubishi PLC, while the greenhouse miniature is connected with Siemens PLC. Both devices are run according to desire scenario. After that, Human Machine Interface is made using computer to control and monitor water treatment tank and the greenhouse miniature.

From the experiment, a SCADA system that is designed for water treatment tank and greenhouse miniature can work properly and is able to reflect the process happening in real time. A modified SCADA system also can integrate two devices which equipped with two different brands PLC.

ABSTRAK

Dewasa ini hampir seluruh aktivitas di dalam dunia industri sudah menerapkan otomasi. Otomasi menjadi hal yang wajib dalam bidang industri untuk menekan jumlah sumber daya manusia (SDM) yang diperlukan dalam proses-proses pada industri. Salah satunya adalah penggunaan PLC dan juga sistem SCADA. Saat ini terdapat permasalahan mengenai integrasi antara dua buah PLC yang berbeda *merk*. Oleh karena itu dalam penelitian kali ini akan dibahas mengenai perancangan sistem SCADA yang dapat mengintegrasikan dua buah PLC yang berbeda *merk*.

Penelitian dilakukan dengan merancang dua buah alat yaitu tangki pengolahan air dan juga miniatur rumah kaca. Tangki pengolahan air dihubungkan dengan PLC *merk* Mitsubishi, sedangkan miniatur rumah kaca dihubungkan dengan PLC *merk* Siemens. Kedua alat yang telah dirancang kemudian dijalankan sesuai dengan skenario yang diinginkan. Selanjutnya dilakukan pembuatan *Human Machine Interface* pada komputer untuk mengendalikan dan memonitor tangki pengolahan air dan miniatur rumah kaca.

Dari hasil pengujian yang dilakukan, sistem SCADA yang dirancang untuk tangki pengolahan air dan miniatur rumah kaca dapat berjalan dengan baik dan dapat menunjukkan proses yang terjadi secara *real time*. Selain itu sistem yang dibuat juga dapat mengintegrasikan dua alat yang dilengkapi dengan PLC yang berbeda *merk*.

ABSTRACT

Nowadays, automation is applied in almost every activity in industries. It is strongly required to reduce manpower needed in industrial processes. One example of automation is the used of PLC and SCADA system. Unfortunately, there are still problems in integrating two PLC with different brand. This research will modify a SCADA system that can integrate two PLC with different brand.

Water treatment tank and greenhouse miniature will be used in this research. Water treatment tank is connected with Mitsubishi PLC, while the greenhouse miniature is connected with Siemens PLC. Both devices are run according to desire scenario. After that, Human Machine Interface is made using computer to control and monitor water treatment tank and the greenhouse miniature.

From the experiment, a SCADA system that is designed for water treatment tank and greenhouse miniature can work properly and is able to reflect the process happening in real time. A modified SCADA system also can integrate two devices which equipped with two different brands PLC.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan penyertaan-Nya skripsi dengan judul “Perancangan Sistem SCADA untuk Integrasi PLC yang Berbeda *Merk*” dapat tersusun dengan baik hingga selesai. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penulis dalam proses penelitian dan penyusunan laporan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Bagus Made Arthaya, M.Eng dan Bapak Marihot Nainggolan, S.T., M.T., M.S. selaku dosen pembimbing yang telah membantu penulis dan memberikan masukan dalam menyusun skripsi ini. Terima kasih atas seluruh saran dan waktu yang telah diberikan kepada penulis.
2. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis dalam melakukan penelitian ini.
3. Bapak Ir. Fuady Ramdhani selaku salah satu pemilik Perusahaan SCADA Prima Cipta yang telah meluangkan waktu untuk membantu penulis dan memberikan masukan dalam menyusun skripsi ini.
4. Bapak Ali Sadiyoko S.T., M.T., Bapak Dr. Christian Fredy Naa, Bapak Faisal Wahab S.Pd., M.T., Bapak Oetomo S.T., M.T., dan seluruh staf dosen Teknik Mekatronika UNPAR yang menyediakan sarana dan prasarana serta memberikan masukan dan saran dalam menyusun skripsi ini.
5. Bapak Yansen Theopilus, S.T., M.T. selaku dosen Teknik Industri UNPAR yang telah meluangkan waktu dan memberikan banyak masukan dalam menyusun skripsi ini.
6. Henry Darmawan, S.T. dan Ray Paulus Tanuel, S.T. selaku teman seperjuangan penulis yang mendukung dan menemani penulis dalam menyusun skripsi ini.
7. Benardus Rogger, S.T., Clarissa Florence, S.T., Cristian Tanujaya, S.T., Editha Meliani, S.T., Herry Kristianto, S.T., Fabian Wijaya, S.T., Sandy Taniko, S.T., Sebastian Adhitama, S.T., Silviana Johanna, S.T.,

Stefanus Ivan, S.T., dan segenap rekan-rekan Teknik Industri yang memberikan semangat dan dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

8. Avicenna, Raymond, Thomas, dan seluruh mahasiswa Teknik Mekatronika UNPAR yang membantu penulis mempelajari teknik dasar mekatronika selama penelitian dilakukan.
9. Segenap tim pekaya Fakultas Teknologi Industri UNPAR yang membantu penulis dalam meminjam ruangan lab dan meminjamkan alat-alat bantu selama penelitian dilakukan.
10. Pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan oleh penulis satu-persatu dalam penyusunan laporan penelitian ini.

Penulis berharap dapat memberikan manfaat kepada pembaca melalui penelitian skripsi ini. Penulis menyadari terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran agar dapat menjadi perbaikan lebih lanjut.

Bandung, 31 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah	I-4
I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi.....	I-10
I.4 Tujuan Penelitian.....	I-11
I.5 Manfaat Penelitian.....	I-11
I.6 Metodologi Penelitian	I-12
I.7 Sistematika Penulisan	I-14
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Pengertian SCADA.....	II-1
II.2 Komponen-Komponen SCADA.....	II-2
II.3 <i>Programmable Logic Control</i>	II-3
II.4 <i>Remote Terminal Unit</i> dan <i>Master Terminal Unit</i>	II-5
II.5 <i>Human Machine Interface</i>	II-6
II.6 <i>Real Time System</i>	II-7
II.7 Internet.....	II-7
II.8 Arduino.....	II-8
BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	III-1
III.1 Fungsi Kerja Sistem SCADA	III-1
III.2 Perancangan <i>Hardware</i>	III-4
III.2.1 Perancangan Tangki Pengolahan Air	III-4
III.2.1.1 Pemasangan <i>Programmable Logic Control</i> Mitsubishi	III-4

III.2.1.2 Pemasangan Sensor Temperatur Air.....	III-5
III.2.1.3 Pemasangan Pemanas Air	III-9
III.2.2 Perancangan Miniatur Rumah Kaca	III-11
III.2.2.1 Pemasangan Kipas Angin.....	III-12
III.2.2.2 Pemasangan Sensor Suhu Temperatur Udara	III-13
III.2.2.1 Pemasangan Sensor Kelembaban Tanah	III-15
III.2.2.1 Pemasangan <i>Programmable Logic Control</i> Siemens.....	III-18
III.3 Perancangan Program.....	III-20
III.3.1 Perancangan <i>Ladder Diagram</i> Tangki Pengolahan Air	III-22
III.3.2 Perancangan <i>Ladder Diagram</i> Miniatur Rumah Kaca.....	III-26
III.4 Perancangan Sistem SCADA	III-35
III.5 Pengujian Hasil Rancangan Sistem SCADA.....	III-40
BAB IV ANALISIS	IV-1
IV.1 Analisis Pembuatan Skenario	IV-1
IV.2 Analisis Pemilihan <i>Hardware</i>	IV-2
IV.3 Analisis Perancangan Sistem SCADA	IV-4
IV.4 Analisis Perancangan Tampilan SCADA	IV-7
IV.1 Analisis Hasil Pengujian Sistem SCADA.....	IV-7
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
V.1 Kesimpulan	V-1
V.2 Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel III.1 Keterangan Kode <i>Ladder Diagram</i> Tangki Pengolahan Air	III-22
Tabel III.2 Keterangan Kode <i>Ladder Diagram</i> Miniatur Rumah Kaca	III-26

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 <i>Water System</i> untuk Kota Trenton dan Almaga.....	I-3
Gambar I.2 Contoh Kasus Distribusi Bahan Bakar.....	I-7
Gambar I.3 Acuan Penelitian	I-8
Gambar I.4 Skema Penelitian	I-10
Gambar I.5 Metodologi Penelitian.....	I-13
Gambar II.1 Ilustrasi Sistem SCADA.....	II-2
Gambar II.2 Komponen <i>Programmable Logic Control</i>	II-3
Gambar II.3 Contoh <i>Ladder Diagram</i> pada Pemrograman PLC.....	II-4
Gambar II.4 Aliran Informasi pada RTU dan MTU.....	II-5
Gambar II.5 Contoh <i>Human Machine Interface</i> Sistem SCADA	II-6
Gambar II.6 Hal-Hal yang Mempengaruhi Sistem <i>Real Time</i>	II-7
Gambar II.7 Komponen Arduino Uno	II-8
Gambar III.1 Diagram Fungsi Sistem SCADA.....	III-2
Gambar III.2 Diagram Fungsi Sub Sistem SCADA.....	III-3
Gambar III.3 PLC Mitsubishi FX3S yang telah Dihubungkan dengan Tangki Pengolahan Air	III-5
Gambar III.4 Komponen Modul <i>Thermostat Digital</i> Tipe W1209	III-6
Gambar III.5 Kondisi <i>Thermostat On</i> (a) dan <i>Off</i> (b)	III-7
Gambar III.6 Modul <i>Step Down</i> LM2596	III-8
Gambar III.7 Pemanas Air ATN 220 Volt 600 Watt yang Digunakan.....	III-10
Gambar III.8 Skematik Diagram PLC Mitsubishi FX3S	III-10
Gambar III.9 Skema Tangki Pengolahan Air	III-11
Gambar III.10 Kipas Angin 12 Volt DC yang Digunakan	III-12
Gambar III.11 Modul Sensor Temperatur Analog KY-013 yang Digunakan....	III-13
Gambar III.12 <i>Coding</i> Sensor Temperatur Analog KY-013	III-14
Gambar III.13 Contoh <i>Output</i> Sensor Temperatur Analog KY-013.....	III-15
Gambar III.14 Komponen Sensor Kelembaban Tanah YL-38	III-16
Gambar III.15 <i>Coding</i> Sensor Kelembaban Tanah YL-38	III-17
Gambar III.16 PLC Siemens S7-1200 CPU 1212C AC/DC/RLY yang Digunakan.....	III-18

Gambar III.17 Skematik Diagram PLC Siemens S7-1200	III-19
Gambar III.18 Skema Miniatur Rumah Kaca.....	III-20
Gambar III.19 <i>Ladder Diagram Rung 1</i>	III-23
Gambar III.20 <i>Ladder Diagram Rung 2</i>	III-23
Gambar III.21 <i>Ladder Diagram Rung 3</i>	III-24
Gambar III.22 <i>Ladder Diagram Rung 4</i>	III-25
Gambar III.23 <i>Ladder Diagram Rung 5 dan 6</i>	III-25
Gambar III.24 <i>Ladder Diagram Network 1</i>	III-27
Gambar III.25 <i>Ladder Diagram Network 2</i>	III-28
Gambar III.26 <i>Ladder Diagram Network 3</i>	III-28
Gambar III.27 <i>Ladder Diagram Network 4</i>	III-29
Gambar III.28 <i>Ladder Diagram Network 5</i>	III-30
Gambar III.29 <i>Ladder Diagram Network 6</i>	III-30
Gambar III.30 <i>Ladder Diagram Network 7</i>	III-31
Gambar III.31 <i>Ladder Diagram Network 8</i>	III-30
Gambar III.32 <i>Ladder Diagram Network 9</i>	III-31
Gambar III.33 <i>Ladder Diagram Network 10</i>	III-33
Gambar III.34 <i>Ladder Diagram Network 11</i>	III-33
Gambar III.35 <i>Ladder Diagram Network 12</i>	III-34
Gambar III.36 <i>Ladder Diagram Network 13</i>	III-34
Gambar III.37 Hasil Pembuatan <i>Channel</i> dan <i>Device Top Server 5</i> Configuration.....	III-35
Gambar III.38 Contoh Pembuatan <i>Tag Name</i>	III-36
Gambar III.39 Hasil Pengecekan Koneksi <i>Tag Name</i> dengan PLC.....	III-36
Gambar III.40 Hasil Deklarasi <i>Tag Name</i> pada <i>Software FsGateway</i>	III-37
Gambar III.41 Cara Mengaktifkan <i>Server</i> pada <i>Software FsGateway</i>	III-38
Gambar III.42 Tampilan SCADA Tangki Pengolahan Air	III-38
Gambar III.43 Tampilan SCADA Miniatur Rumah Kaca	III-39
Gambar III.44 <i>Trend</i> Kelembaban Tanah	III-39
Gambar III.45 <i>Trend</i> Temperatur Udara.....	III-40
Gambar III.46 Hasil Uji Coba Sistem SCADA (1)	III-41
Gambar III.47 Hasil Uji Coba Sistem SCADA (2)	III-41
Gambar III.48 Hasil Uji Coba Sistem SCADA (3)	III-42
Gambar III.49 Hasil Uji Coba Sistem SCADA (4)	III-42

Gambar III.50 Hasil Uji Coba Sistem SCADA (5)	III-43
Gambar III.51 Hasil Uji Coba Sistem SCADA (6)	III-43
Gambar III.52 Hasil Uji Coba Sistem SCADA (7)	III-44
Gambar IV.1 Skema Fungsi <i>Software</i> yang Digunakan	IV-5

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A *Flowchart* Tangki Air dan Rumah Kaca

Lampiran B *Timing Diagram*

Lampiran C *Ladder Diagram* Keseluruhan Tangki Pengolahan Air

Lampiran D *Ladder Diagram* Keseluruhan Miniatur Rumah Kaca

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini dibahas mengenai pendahuluan dari penelitian mengenai perancangan sistem *Supervisory Control and Data Acquisition* yang telah dilakukan. Bab ini dibagi menjadi tujuh buah sub bab. Sub bab yang pertama membahas mengenai latar belakang masalah yang dijadikan sebagai dasar dari penelitian yang dilakukan. Sub bab kedua membahas mengenai pengidentifikasian masalah dan perumusan masalah, dilanjutkan dengan pembatasan masalah yang ada dalam penelitian, tujuan dari penelitian yang dilakukan, manfaat dari penelitian yang dilakukan, metodologi penelitian, dan yang terakhir adalah sistematika penulisan.

I.1 Latar Belakang Masalah

Dewasa ini, hampir seluruh aktivitas di dalam dunia industri sudah menerapkan otomasi, tidak terkecuali juga dalam kehidupan sehari-hari. Otomasi menjadi hal yang wajib dilakukan dalam bidang industri untuk menekan jumlah sumber daya manusia (SDM) yang diperlukan dalam proses-proses pada industri. Dengan menekan penggunaan jumlah SDM tentunya biaya yang perlu dikeluarkan juga dapat ditekan menjadi seminimal mungkin. Selain itu juga dapat membantu mempercepat dan mempermudah aktivitas-aktivitas yang harus dilakukan di dalam sebuah industri.

Ada banyak cara yang dapat dilakukan untuk mengontrol dan memonitor aktivitas-aktivitas yang dilakukan secara otomatis dalam dunia industri. Salah satunya adalah penggunaan *Supervisory Control and Data Acquisition* atau biasa lebih dikenal dengan sebutan SCADA. SCADA merupakan sebuah sistem kendali yang digunakan untuk mengambil data dari perangkat jarak jauh seperti katup, pompa, pemancar, dan lain-lain. SCADA dapat memberikan kontrol secara keseluruhan dari jarak jauh dengan hanya menggunakan sebuah *software* dan juga dapat menyimpan data-data dari aktivitas yang dilakukan oleh perangkat-perangkat tersebut.

Sistem SCADA terdiri dari beberapa elemen. Elemen yang pertama merupakan operator yang mengakses sistem dengan menggunakan *operator interface device*. Kegunaan dari *operator interface device* adalah menunjukkan data *real time* mengenai proses yang sedang berlangsung. Selain itu operator juga dapat memberikan *input* langsung ke dalam sistem. Elemen berikutnya adalah *Master Terminal Unit* (MTU). MTU dapat memantau dan mengendalikan sistem bahkan ketika operator sedang tidak ada. Hal ini dilakukan dengan cara membuat penjadwalan yang diprogram untuk melakukan sebuah instruksi dalam interval yang diinginkan. Contohnya adalah dibuat sebuah jadwal untuk meminta *update* data dari masing-masing RTU setiap enam menit sekali. Elemen selanjutnya adalah *Remote Terminal Unit* (RTU). RTU akan menerima perintah dari MTU kemudian melakukan proses pemeriksaan kondisi aktual di lapangan, membandingkan kondisi aktual dengan kondisi yang diperintahkan, mengirimkan sinyal kepada alat yang ada di lapangan untuk melakukan kondisi yang diperintahkan, dan juga mengirimkan kembali pesan kepada MTU bahwa kondisi yang diperintahkan telah terpenuhi. Elemen selanjutnya adalah *Programmable Logic Control* (PLC) yang bertindak sebagai infrastruktur yang ada di lapangan.

Salah satu contoh kasus penerapan SCADA di dunia industri adalah kasus yang terjadi di Trenton dan Almaga, dua kota di utara Utah, Amerika. Kota yang terpisah beberapa mil ini membuat rencana untuk mendesain dan membangun interkoneksi antara kedua sistem perairan di kota tersebut. Hal ini dilakukan agar memungkinkan air dapat secara otomatis mengalir dari Trenton ke Almaga ataupun sebaliknya, sehingga kedua kota tersebut dapat berbagi air saat dalam kondisi yang darurat. Setiap kota memiliki sumber air, pompa tangki, dan sistem distribusi yang terpisah. Pada kasus ini, tantangan yang ada adalah menemukan cara untuk menghubungkan sumber air, pompa tangki, dan sistem distribusi yang terpisah tersebut sehingga akan dapat memudahkan kedua kota tersebut berbagi air. Dalam hal ini, kedua kota tersebut bekerja dengan JUB (Johnson Underkofler Briggs) *Engineers of Logan* untuk menginstall sistem SCADA yang memungkinkan kedua kota tersebut melihat status sistem perairan kedua kota tersebut dan mengendalikan sistem interkoneksi sesuai dengan kebutuhan.



Gambar I.1 *Water System* untuk Kota Trenton dan Almaga
(Sumber: <https://s.campbellsci.com/documents/ca/case-studies/64utah-scada.pdf>)

Contoh penerapan sistem SCADA lainnya dapat dilihat pada PT PLN (Perusahaan Listrik Negara) yang ada di Indonesia. Sebelum menggunakan sistem SCADA dalam proses pendistribusian listrik, PT PLN menggunakan cara yang konvensional yaitu setiap gardu listrik memiliki operator yang mengoperasikan pendistribusian listrik tersebut. Hal ini dapat dikatakan tidak efektif karena memerlukan banyak sekali tenaga kerja untuk mengontrol dan mengoperasikan masing-masing gardu listrik yang ada. Selain itu, dengan penggunaan banyak operator juga tidak menjamin bahwa pekerjaan yang dilakukan dapat lebih baik dibandingkan dengan menggunakan sistem SCADA.

Beberapa pekerjaan yang dilakukan oleh operator yang menjaga gardu listrik seperti mengendalikan perangkat pemutus daya. Mengendalikan perangkat regulator, memantau dan mengatur beban, dan merubah konfigurasi jaringan ketika diperlukan. Pekerjaan-pekerjaan tersebut membutuhkan waktu yang cukup lama oleh karena itu penggunaan SCADA akan sangat membantu pekerjaan tersebut. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Pujotomo (2016), setelah menggunakan sistem SCADA terjadi penghematan waktu sebesar 2906 menit

atau 48.44 jam dan frekuensi terjadinya padam listrik 4 kali lebih sedikit dibandingkan dengan sebelum menggunakan sistem SCADA.

Sistem SCADA juga biasa diterapkan dalam industri minyak dan gas. Menurut Akhondi, Talevski, Carlsen, dan Petersen (2010), industri minyak dan gas meliputi kegiatan eksplorasi, ekstraksi, penyaringan, pengangkutan, dan pemasaran minyak bumi. Menurut Akhondi et al. (2010), proses-proses dalam industri minyak dan gas harus dapat dikendalikan dan di-*monitoring* secara terus menerus. Hanya saja terdapat kendala yaitu banyak tempat yang berbahaya dalam industri minyak dan gas sehingga akan berisiko apabila seorang operator harus terus mengontrol dari jarak dekat. Dalam kasus tersebut, penggunaan sistem SCADA dapat menjadi sebuah solusi karena dengan menggunakan sistem SCADA, operator dapat mengontrol proses yang terjadi setiap saat dari jarak yang jauh dan aman.

I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Teknik Industri selalu menekankan mengenai *continuous improvement* dalam pembahasannya yang berarti perbaikan yang dilakukan secara terus menerus. Perbaikan selalu dilakukan terhadap sistem kerja yang dikerjakan oleh manusia dengan tujuan untuk mendapatkan sebuah sistem kerja yang sebaik mungkin. Semakin efektif dan efisien sebuah sistem kerja maka semakin baik juga sistem tersebut. Menurut Onken dan Schulte (2010), efektifitas dari sebuah sistem kerja ditentukan dari dua hal yaitu kemampuan dari orang yang menjalankan sistem tersebut dan juga segala hal pendukung yang dapat membantu kinerja dari sistem tersebut. Hal pendukung yang dimaksudkan dapat berupa alat maupun sistem yang dapat menghubungkan atau mengintegrasikan sebuah sistem kerja dengan lingkungan fisik dan juga dengan sistem kerja lainnya.

Menurut Klemeš, Friedler, Bulatov, dan Varbanov (2011), proses integrasi merupakan penggabungan beberapa proses yang digunakan untuk mengurangi konsumsi dari sumber daya maupun emisi yang berbahaya. Dalam dunia industri, sudah dikenal sebuah sistem SCADA yang digunakan untuk mengintegrasikan kegiatan-kegiatan perindustrian. Adanya sistem SCADA sangat membantu dalam meningkatkan efektifitas kerja dalam proses industri.

Beberapa orang pernah melakukan penelitian dengan topik SCADA. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Hanak dan Slanina (2006) yang berjudul *Design of SCADA System Based on Real-Time Linux*. Menurut Hanak et al. (2006), permasalahan utama yang terjadi dalam industri adalah mengenai pemisahan proyek menjadi beberapa blok yang lebih sederhana. Selain itu permasalahan juga terletak dari cara mengirimkan informasi di antara blok-blok tersebut. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dibuat sebuah sistem SCADA, namun penelitian tersebut masih memiliki kelemahan yaitu dari sistem penyimpanan data yang menghabiskan terlalu banyak memori.

Penelitian berikutnya dilakukan oleh Turc (2015) yang berjudul *Using Web Services in SCADA Applications*. Pada penelitiannya, Turc mencoba membuat sebuah sistem SCADA yang dapat diakses menggunakan internet. Penggunaan internet dianggap akan dapat memudahkan untuk mengakses sistem SCADA yang ada. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut masih dianggap tidak memuaskan karena data yang ingin didapatkan tidak dapat diakses dengan cepat dan juga sedikit saja gangguan koneksi dapat menyebabkan hilangnya seluruh data. Bagi beberapa perusahaan besar, hilangnya data dapat menimbulkan dampak kerugian hingga milyaran rupiah.

Selanjutnya ada penelitian yang dilakukan oleh Turc, Gligor, dan Dumitru (2017) yang berjudul *Web-based Wireless Sensor System for SCADA Environment*. Menurut Turc et al. (2016), integrasi dari proses *monitoring* dan *controlling* telah menjadi solusi dari banyak permasalahan dalam bidang industri. Permasalahan yang ada adalah bagaimana cara pengiriman data dari masing-masing subsistem. Hal tersebut harus disesuaikan dengan jumlah sensor dan jumlah unit kontrol yang digunakan. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut Turc et al. (2016), membuat dua buah solusi.

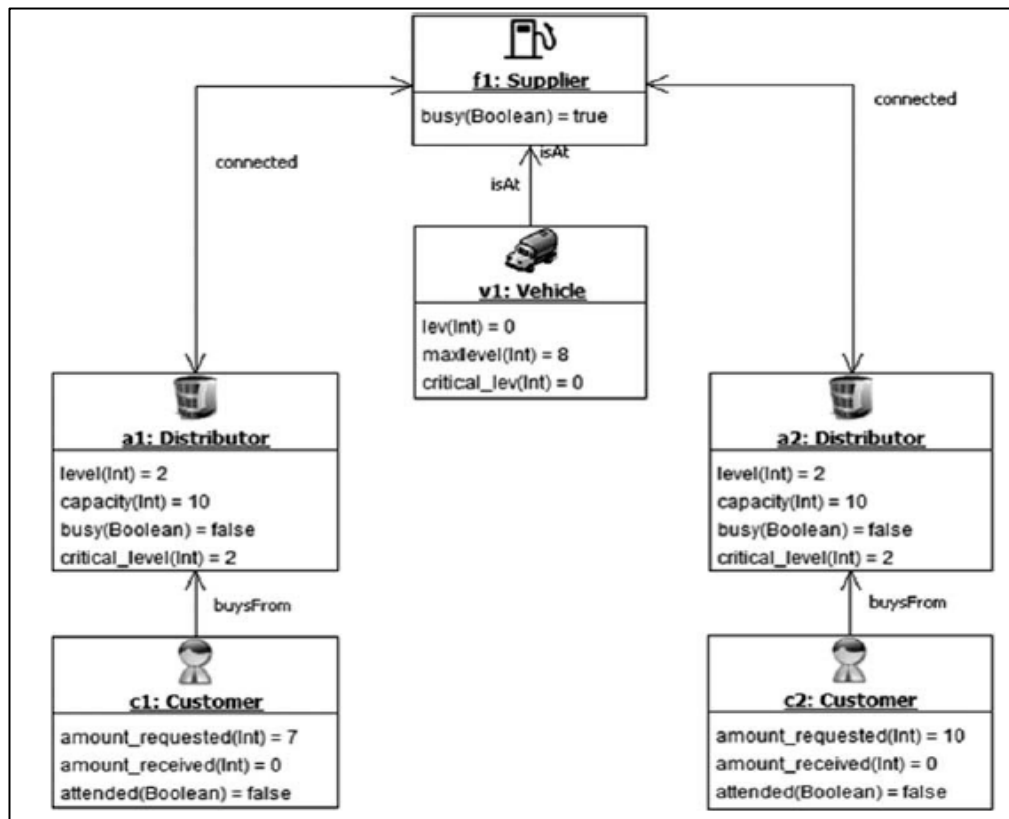
Solusi yang pertama adalah membuat sistem SCADA secara *periodic unidirectional transfer*. Cara kerja sistem ini adalah sebagai berikut. Data terbaru selalu dikirimkan pada penerima meskipun tanpa mengetahui apakah penerima telah menerima data yang dikirimkan atau tidak. Setiap data yang dikirimkan akan langsung disimpan dalam *database*. Cara ini dianggap baik karena sistemnya yang sederhana, namun cara ini juga dianggap tidak *responsive* atau tidak dapat menanggapi dengan cepat karena kurangnya sinkronisasi dari kedua *end points*.

Hal ini menyebabkan pada sistem ini tidak dapat melakukan pencegahan terhadap terjadinya kehilangan data.

Solusi yang kedua adalah membuat sistem SCADA dengan *on-demand bidirectional transfer*. Cara kerja sistem ini adalah sebagai berikut. Pertama-tama *web client* secara aktif mengirimkan permintaan data terbaru pada sistem. Selanjutnya sistem akan membalas dengan data informasi yang diminta. Cara ini dianggap lebih *responsive*, namun cara ini juga sangat rumit. Selain itu pada penggunaan cara ini juga terdapat masalah ketika terjadi permintaan data secara bersamaan.

Selain itu ada juga penelitian yang dilakukan oleh Mader (2000) yang berjudul *A Classification of PLC Models and Applications*. Dalam penelitiannya dikatakan bahwa untuk meningkatkan efektifitas dari pengaplikasian PLC, perlu digunakan PLC yang memiliki jenis sama. Hal ini dikarenakan PLC dengan jenis yang sama memiliki bahasa pemrograman yang sama juga. Dalam beberapa kasus pengintegrasian PLC, bahasa pemrograman dibuat sesuai dengan standar IEC 1131-3. Namun, bahasa pemrograman tersebut sering menyebabkan ambiguitas dan tidak fleksibel sehingga meskipun sudah menggunakan bahasa pemrograman yang standar, integrasi dari PLC yang berbeda jenis masih belum dapat berjalan lancar. Pernyataan tersebut juga didukung oleh penelitian yang dilakukan Fonseca, Sousa, Ferreira, dan Tavares (2015) yang berjudul *PlanPAS: PLC Automated Planning Integration*.

Dalam penelitian yang dilakukannya, Fonseca et al. (2015) mengatakan bahwa dengan adanya berbagai *supplier* yang berbeda dan juga masing-masing *supplier* memiliki bahasa pemrograman yang berbeda, maka integrasi sistem menjadi sebuah tantangan yang cukup besar. Perbedaan bahasa pemrograman PLC antara masing-masing *supplier* mengakibatkan komunikasi antara dua PLC yang berbeda *merk* masih sulit untuk dilakukan. Dalam penelitian tersebut diberikan beberapa contoh kasus yang memerlukan sistem yang dapat mengintegrasikan berbagai PLC dari berbagai *supplier* yang berbeda. Salah satu contohnya adalah sistem perencanaan otomatis pengiriman bahan bakar untuk dua distributor seperti yang dapat dilihat pada gambar II.1.

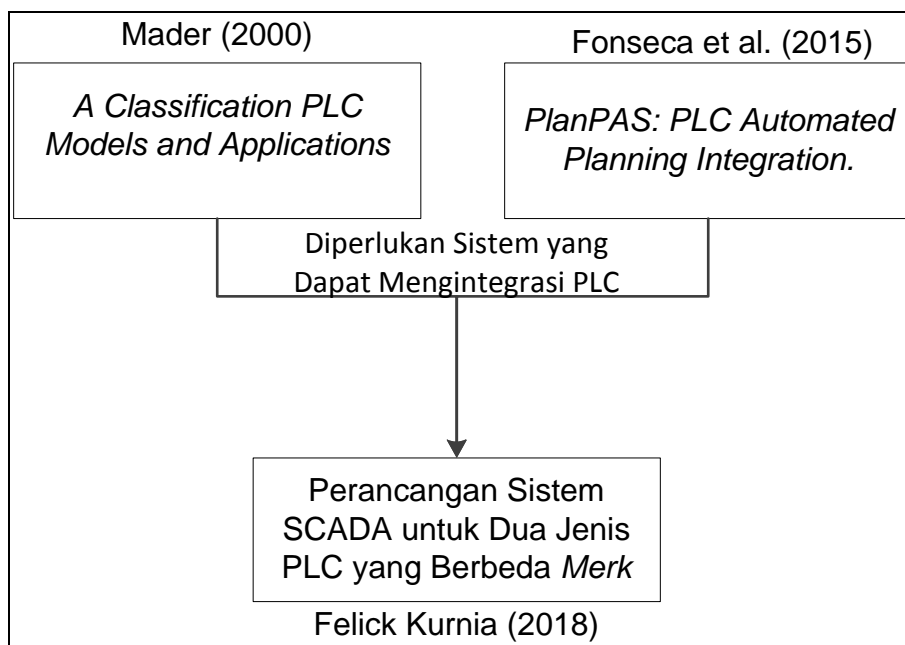


Gambar I.2 Contoh Kasus Distribusi Bahan Bakar
(Sumber: Fonseca et al. 2015)

Kasus tersebut memperlihatkan *supplier* yang perlu berinteraksi dengan dua distributor yang masing-masing memiliki PLC yang berbeda *merk*. Untuk melakukan otomasi dari kasus tersebut diperlukan sebuah sistem yang dapat mengintegrasikan PLC dengan dua distributor tersebut. Selain contoh kasus yang telah disebutkan di atas, untuk melakukan identifikasi masalah dilakukan juga wawancara dengan seorang praktisi yang sudah profesional dalam proses pembuatan SCADA dan juga *programming* PLC. Wawancara dilakukan terhadap Bapak Ir. Fuady Ramdhani salah satu pemilik dari perusahaan SCADA Prima Cipta yang merupakan ahli pada bidang pembuatan SCADA dan telah memiliki pengalaman kerja dalam pembuatan SCADA lebih dari 10 tahun. Dari hasil wawancara yang dilakukan diketahui bahwa terdapat beberapa pabrik yang memerlukan komunikasi dari dua PLC yang berbeda *merk*, salah satu contohnya adalah perusahaan yang bergerak pada bidang *packaging* yaitu perusahaan Tetra Pak Indonesia.

Dalam perusahaan tersebut terdapat berbagai jenis mesin yang berfungsi untuk melakukan *packaging* sebuah produk. Contohnya adalah mesin

printing, mesin *wrapping*, *juice filling and packing machine*, *automatic sauce liquid filling machine*, *plastic bag sealing machine*, dan masih banyak lagi mesin-mesin lainnya. Seluruh mesin yang digunakan dalam perusahaan tersebut sudah dilengkapi dengan PLC, namun tidak seluruhnya dilengkapi PLC dengan *merk* yang sama. Dalam proses *packaging* dibutuhkan integrasi dari berbagai mesin. Misalnya saja dalam proses *packaging* saus dibutuhkan integrasi dari mesin *printing*, *automatic sauce liquid filling machine*, dan mesin *wrapping*. Penelitian yang kali ini akan dibuat mengacu pada permasalahan integrasi yang disebutkan dalam penelitian Mader (2000) dan Fonseca et al. (2015).



Gambar I.3 Acuan Penelitian

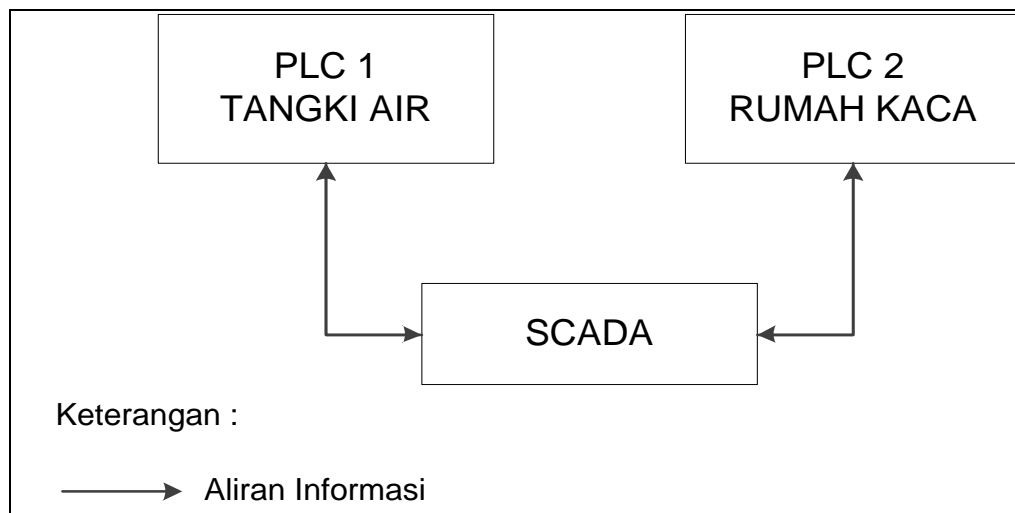
Penelitian yang kali ini akan dilakukan adalah membuat sebuah sistem SCADA untuk mengintegrasikan dua buah jenis PLC yang berbeda yaitu PLC *merk* Siemens dan PLC *merk* Mitsubishi. Selain itu akan digunakan juga dua buah alat bantu yang dapat membantu untuk mensimulasikan proses integrasi antara dua PLC dengan *merk* yang berbeda tersebut. Alat bantu yang pertama yaitu rumah kaca akan dioperasikan dengan PLC *merk* Siemens, sedangkan alat bantu yang kedua adalah tangki air akan dioperasikan dengan PLC *merk* Mitsubishi. Masing-masing dari alat tersebut sudah merupakan sebuah sistem dan dapat bekerja secara individu.

Alat yang pertama adalah tangki air. Tangki air ini memiliki dua buah sensor yaitu sensor suhu dan juga sensor ketinggian air. Sensor suhu digunakan untuk mengetahui suhu air yang terdapat dalam tangki air. Sensor ketinggian air digunakan untuk mengetahui seberapa banyak air yang terdapat dalam tangki air tersebut. Jika ketinggian air sudah mencapai batas minimum yang ditentukan maka secara otomatis katup akan terbuka dan melakukan pengisian air kembali. Penggunaan PLC pada mesin ini dilakukan agar ketinggian air dan juga suhu air dapat diatur setiap saat, sedangkan penggunaan SCADA pada mesin ini dimaksudkan agar dapat mengawasi dan mengendalikan keadaan air dalam tangki dari jarak jauh.

Alat yang kedua adalah rumah kaca. Rumah kaca ini dirancang dengan menggunakan dua buah sensor. Sensor yang pertama adalah sensor suhu dan sensor yang kedua adalah sensor kelembaban tanah. Sensor suhu digunakan untuk mendeteksi suhu yang ada dalam rumah kaca tersebut. Jika suhu terlalu panas maka kipas angin akan aktif sampai suhu di dalam rumah kaca tersebut sesuai dengan yang diinginkan. Sensor kelembaban tanah digunakan untuk memastikan bahwa kondisi tanah di dalam rumah kaca memiliki kelembaban sesuai dengan yang diinginkan. Pada mesin-mesin ini SCADA digunakan untuk dapat mengendalikannya dari jarak jauh. Selain itu dengan penggunaan sistem SCADA juga bisa didapatkan data-data dari proses yang terjadi dalam mesin tersebut.

Selain dapat beroperasi secara individu, mesin-mesin tersebut juga dapat dioperasikan secara terintegrasi menjadi sebuah sistem yang lebih besar. Contohnya adalah untuk sistem penanaman tanaman. Tanaman akan disimpan di dalam rumah kaca. Tanaman tersebut kemudian akan disiram secara otomatis apabila kelembaban tanah dianggap kurang dari yang diinginkan. Kondisi suhu di dalam rumah kaca tersebut selalu dikendalikan agar tanaman dapat tumbuh dengan maksimal. Air yang digunakan untuk menyiram tanaman-tanaman tersebut berasal dari tangki air. Air yang ada di dalam tangki air akan otomatis terisi ketika air di dalam tangki air berkurang sampai pada level tertentu. Selain itu, suhu air yang akan digunakan untuk menyiram juga akan dijaga pada suhu tertentu sehingga akan membantu memaksimalkan pertumbuhan tanaman. Penerapan sistem tersebut dalam dunia nyata misalnya untuk pembibitan tanaman cabai. Menurut Hatta (2006), dalam penelitiannya yang berjudul

Pengaruh Suhu Air Penyiraman terhadap Pertumbuhan Bibit Cabai mengatakan bahwa tidak hanya suhu tempat pembibitan saja yang berpengaruh pada pertumbuhan tanaman. Suhu air yang digunakan untuk menyiram tanaman juga sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Secara umum, penyiraman daun dengan air bersuhu 27°C memberikan pertumbuhan bibit cabai yang lebih baik daripada penyiraman dengan suhu air 12°C. Sedangkan untuk media bibit, penyiraman akan menghasilkan hasil paling baik apabila dilakukan dengan air bersuhu 12°C. Kombinasi penyiraman optimal yang adalah dengan melakukan penyiraman daun dengan suhu air 27°C dan melakukan penyiraman media pembibitan dengan suhu air 12°C.



Gambar I.4 Skema Penelitian

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dipaparkan di atas, didapatkan beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana rancangan sistem SCADA untuk PLC Mitsubishi dan PLC Siemens yang diterapkan pada tangki air dan rumah kaca?
2. Bagaimana hasil integrasi PLC yang berbeda merk?

I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi

Dalam penelitian ini diperlukan adanya pembatasan masalah penelitian yang berfungsi agar penelitian semakin terfokus pada masalah yang diteliti dan tidak menyimpang dari tujuan. Berikut ini adalah pembatasan masalah yang digunakan, yaitu :

1. Program PLC yang dibuat dibatasi hanya untuk PLC merk Siemens dan Mitsubishi.
2. Penelitian dilakukan dengan menggunakan alat-alat yang tersedia di laboratorium Mekatronika UNPAR.
3. *User interface* yang dibuat tidak memperhitungkan faktor ergonomi.

Dalam penelitian ini juga diperlukan adanya asumsi yang berfungsi agar penelitian semakin terfokus pada masalah yang diteliti dan tidak menyimpang dari tujuan. Berikut ini adalah pembatasan masalah yang digunakan, yaitu :

1. Diasumsikan bahwa penggunaan sistem SCADA melalui internet aman sehingga sistem keamanan tidak diperhitungkan pada penelitian kali ini.
2. Diasumsikan bahwa komunikasi antara rumah kaca dan tangki air beserta proses yang terjadi di dalamnya dapat memodelkan keadaan pabrik pada industri yang sebenarnya.

I.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan sebelumnya, dapat dipaparkan beberapa tujuan dari penelitian. Berikut ini merupakan tujuan dari penelitian yang dilakukan.

1. Dapat merancang sistem SCADA untuk PLC Mitsubishi dan PLC Siemens yang diterapkan pada rumah kaca dan tangki air.
2. Dapat mengintegrasikan berbagai PLC yang berbeda merk.

I.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan memiliki beberapa manfaat untuk berbagai pihak. Berikut ini merupakan manfaat yang diperoleh dari dilakukannya penelitian.

1. Menambah pengetahuan mengenai SCADA dan implementasinya dalam dunia nyata.
2. Menciptakan sebuah sistem SCADA yang dapat digunakan dalam dunia industri yang berguna untuk mempermudah pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan.

I.6 Metodologi Penelitian

Metodologi penulisan merupakan urutan langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian. Dengan adanya metodologi penelitian, diharapkan penelitian dapat berjalan dengan lebih terstruktur. Berikut ini merupakan metodologi penelitian yang digunakan.

1. Penentuan Topik

Pada tahap ini dilakukan penentuan topik untuk penelitian. Topik yang dipilih mengenai sistem SCADA yang digunakan dalam proses otomasi pada industri.

2. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan untuk mendapatkan informasi awal tentang adanya permasalahan yang harus diselesaikan. Permasalahan yang harus diselesaikan tersebut berupa diperlukannya sistem SCADA yang dapat mengintegrasikan berbagai PLC yang berbeda merk.

3. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Setelah mengetahui masalah yang ada, dilakukan pengidentifikasian dan perumusan masalah yang akan dilakukan. Hal ini dilakukan dengan tujuan agar penelitian dapat lebih terarah.

4. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengetahui teori-teori serta referensi-referensi yang dapat digunakan untuk membantu kelancaran dari penelitian yang dilakukan.

5. Desain Sistem

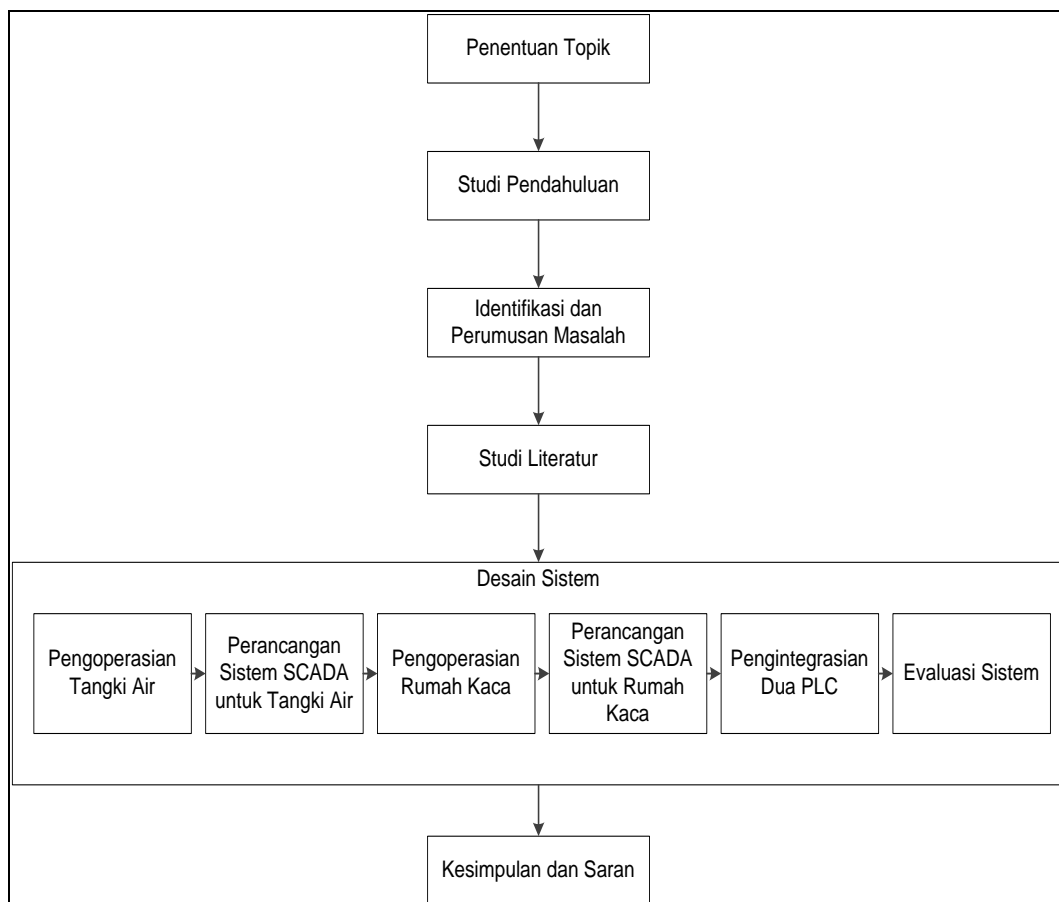
Desain sistem yang dilakukan dibagi menjadi enam tahap. Tahap pertama yaitu mengoperasikan tangki air yang dilengkapi dengan PLC merk Mitsubishi. Setelah tangki air dapat beroperasi, selanjutnya akan dilakukan tahap yang kedua yaitu pembuatan sistem SCADA untuk tangki air. Perancangan *Human Machine Interface* dilakukan tanpa memikirkan faktor ergonomi. Tahap yang ketiga yaitu mengoperasikan rumah kaca yang dilengkapi dengan PLC merk Siemens. Selanjutnya tahap keempat yaitu membuat sistem SCADA untuk rumah kaca. Sama seperti sebelumnya, *human machine interface* yang akan dibuat tidak memperhitungkan faktor ergonomi. Tahap yang kelima yaitu mengintegrasikan kedua PLC yang ada agar dapat berkomunikasi satu

sama lain. Selanjutnya, tahap yang terakhir adalah evaluasi sistem yang telah dibuat. Dalam tahap ini akan dilakukan evaluasi dari sistem yang telah dibuat apakah sudah sesuai dengan tujuan dari penelitian atau belum.

6. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini akan diberikan kesimpulan dari keseluruhan proses penelitian yang dilakukan berdasarkan tujuan yang dibuat dan juga saran yang berhubungan dengan penelitian yang telah dilakukan maupun untuk penelitian yang akan datang.

Untuk memudahkan dalam pembacaan metodologi penelitian yang telah dijelaskan di atas, berikut ini akan diperlihatkan bagan dari metodologi penelitian yang dilakukan. Gambar bagan dari metodologi penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar I.5 di bawah.



Gambar I.5 Metodologi Penelitian

I.7 Sistematika Penulisan

Pada sub bab sistematika penulisan ini akan dijelaskan mengenai urutan sistematika yang diterapkan dalam pembuatan laporan penelitian. Berikut ini merupakan urutan sistematika pembuatan laporan penelitian.

1. Bab I Pendahuluan

Bab I berisi mengenai latar belakang masalah dan identifikasi masalah yang mendasari dilakukannya penelitian. Selain itu pada bab ini juga akan dijelaskan mengenai batasan-batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian. Selanjutnya dibahas juga mengenai tujuan, manfaat, dan metodologi dari penelitian yang dilakukan.

2. Bab II Tinjauan Pustaka

Bab II berisi mengenai teori-teori yang digunakan dalam melakukan penelitian dan menyelesaikan masalah yang muncul pada penelitian. Tinjauan pustaka pada penelitian kali ini secara garis besar meliputi *hardware* dan *software* yang terdapat dalam sistem SCADA.

3. Bab III Perancangan Sistem SCADA

Bab III berisi mengenai perancangan sistem SCADA. Dimulai dari melakukan perancangan alat-alat yang dibutuhkan, pembuatan skenario dari alat yang telah dirancang, dan pemrograman alat agar dapat beroperasi sesuai dengan skenario yang dibuat.

4. Bab IV Analisis

Bab IV berisi mengenai analisa hasil perancangan sistem SCADA yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Analisa dilakukan untuk mengevaluasi hasil dari perancangan yang telah dilakukan apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan dan juga mengevaluasi masalah-masalah yang ada ketika penelitian dilakukan.

5. Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab V berisi mengenai kesimpulan dan saran yang didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan yang didapatkan akan menjawab rumusan masalah yang diidentifikasi pada bab I. Saran merupakan usulan yang diberikan terhadap penelitian-penelitian yang akan dilakukan berikutnya.