

PERANCANGAN *USER REQUIREMENTS SPECIFICATION* (URS) SISTEM OTOMATISASI PELAYUAN TEH HITAM ORTHODOKS DI PT XYZ

¹Eka Ulya Geantari, ²Haris Rachmat, ³Murni Dwi Astuti

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

¹ekaulyaa@gmail.com, ²haris.bdg23@gmail.com, ³murni.dwiastuti@gmail.com

Abstrak—Teknologi otomatisasi telah banyak diterapkan dalam dunia industri saat ini. Penggunaan teknologi otomatisasi dapat meningkatkan akurasi, presisi dan produktivitas dari suatu proses industri yang ditandai dengan meningkatnya jumlah dan kualitas *output* yang dihasilkan. Akan tetapi sebelum menerapkan teknologi ini, dibutuhkan sebuah perencanaan dan perancangan yang matang untuk menghindari terjadinya *redesign* sistem, karena teknologi otomatisasi membutuhkan biaya investasi yang besar. *User Requirements Specification* digunakan untuk memperlihatkan gambaran sistem otomatisasi yang diinginkan pada tahap perencanaan dan perancangan sistem. Terdapat beberapa bagian dalam *User Requirements Specification*, yaitu *Process Description*, *Process and Instrumentation Diagram*, dan *Control Philosophy*. Dengan disusunnya *User Requirements Specification* diharapkan dapat menjadi acuan dalam perencanaan, perancangan, serta penerapan sistem otomatisasi.

Kata Kunci—URS, *Process Description*, *Process and Instrumentation Diagram*, *Control Philosophy*

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di dunia manufaktur sangat pesat terutama dalam penggunaan teknologi otomatisasi. Teknologi otomatisasi dapat memberikan keuntungan yang lebih tinggi seiring waktu apabila diterapkan pada sistem produksi massal. Persaingan yang semakin ketat dalam dunia industri menyebabkan penerapan teknologi otomatisasi semakin penting. Akan tetapi, penerapan teknologi otomatisasi untuk menggantikan sistem manual dalam industri manufaktur membutuhkan perencanaan dan perancangan yang matang, karena penerapan teknologi otomatisasi membutuhkan biaya investasi yang besar. Apabila tidak dilakukan perencanaan dan perancangan yang matang, dikhawatirkan akan menimbulkan perubahan desain sistem di masa yang akan datang karena tidak sesuai dengan kebutuhan *user*.

PT XYZ adalah salah satu Badan Usaha Milik Negara yang bergerak pada sektor usaha perkebunan teh dan masih menggunakan sistem manual dalam pengolahan produksinya. Permintaan pasar internasional terhadap teh hitam yang terus meningkat tiap tahunnya membuat PT XYZ sebagai salah satu perusahaan pengekspor teh hitam harus meningkatkan kemampuan produksinya. Penggunaan sistem manual dalam pengolahan produksi teh hitam dapat menyebabkan ketidakseragaman mutu produk dan ketidaksesuaian hasil akhir produk dengan standar internasional. Penerapan teknologi otomatisasi pada salah satu proses produksi, yaitu pelayuan, dapat menjadi salah satu solusi untuk menjawab permasalahan kualitas dan kuantitas produk teh hitam saat ini. Teknologi otomatisasi dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produk agar sesuai dengan standar internasional. Perancangan URS untuk sistem otomatisasi pelayuan teh hitam dibutuhkan agar menghindari terjadinya *redesign system* di masa depan. URS merupakan penggambaran kebutuhan perancangan sistem otomatisasi teh hitam yang terdiri dari *Process Description*, *Process and Instrumentation Diagram* dan *Control Philosophy*. *Process Description*, *Process and Instrumentation Diagram* dan *Control Philosophy* nantinya akan menjadi acuan untuk pengembang sistem otomatisasi (*integrator*).

II. *USER REQUIREMENTS SPECIFICATION*

A. *Process Description*

Process description memberikan dasar bagi pemasok untuk memahami dan menafsirkan tujuan dari proses yang ditetapkan perusahaan. Tujuan utama dari pembuatan *process description* adalah memungkinkan *user* untuk mengkonfirmasi mengenai sistem kontrol yang dirancang. *Process Description* harus memiliki beberapa informasi yaitu *Process Flow Diagram*, penjelasan fungsi dari masing-masing *equipment*, informasi tentang sifat proses yang dirancang, dan penjelasan setiap aliran proses.

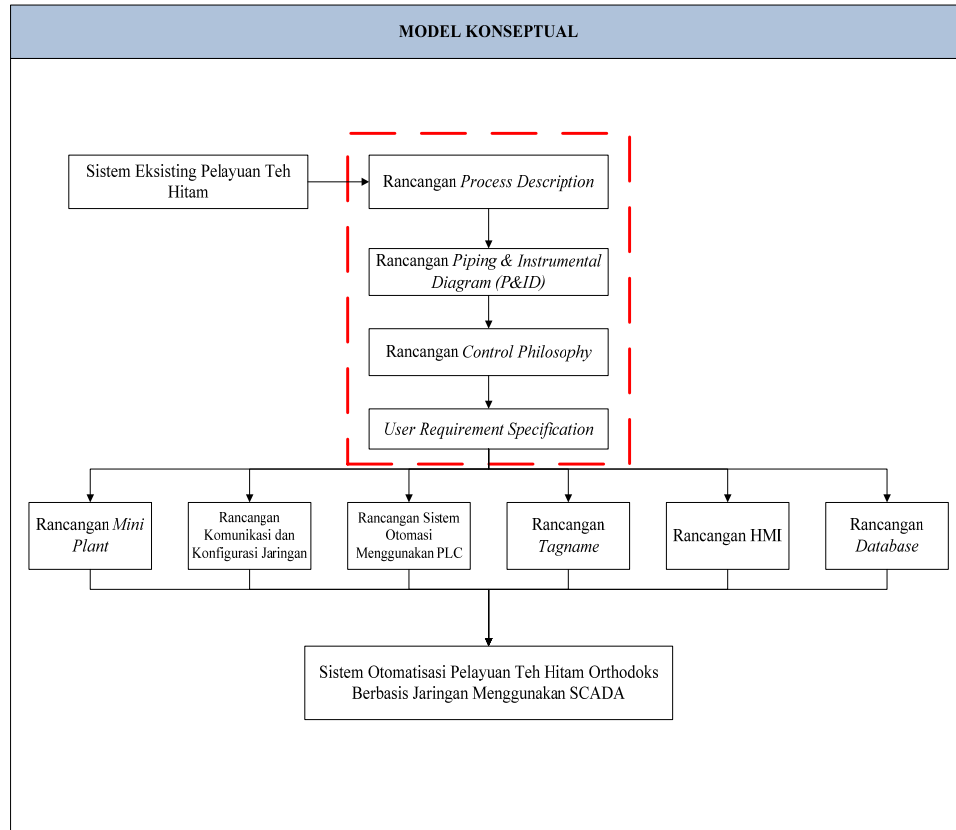
B. Process and Instrumentation Diagram

Process and Instrumentation Diagram (P&ID) merupakan kepentingan mendasar dalam proses otomatisasi, formulasi P&ID merupakan tahapan utama dalam desain pengolahan pabrik, P&ID kemudian digunakan sebagai dasar untuk detail desain dari suatu kontrol pabrik, dan menjadi sistem referensi dokumen untuk tujuan lain seperti studi HAZOP.

C. Control Philosophy

Control Philosophy pada dasarnya adalah kumpulan pernyataan tentang *design policy* yang mendasari keputusan penting yang berkaitan dengan sistem kontrol yang dirancang. *Control Philosophy* berisi beberapa informasi antara lain penjelasan fungsi dari masing-masing *equipment* dan identifikasi *input* dan *output* yang digunakan dalam sistem secara keseluruhan.

III. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1 Metodologi Penelitian

IV. PENGUMPULAN DATA DAN PERANCANGAN SISTEM

A. Pengumpulan Data

Proses pelayuan teh hitam yang terdapat di PT XYZ terdiri dari beberapa proses yaitu pembebaran, pengiraban, pemberian udara panas, pembalikan dan penurunan pucuk layu. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pelayuan adalah keadaan pucuk basah, suhu, kelembaban relatif dan sleisih *hygrometric*, kondisi cuaca dan jumlah pucuk per satuan luas.

Sistem manual yang masih digunakan memiliki beberapa kelemahan, yaitu tidak akuratnya pembebaran pucuk segar pada *withering through*, tidak tepatnya pemberian udara panas serta tidak adanya sistem pencatatan yang baik dalam proses pelayuan teh hitam orthodoks. Beberapa kelemahan tersebut dapat menyebabkan tidak tercapainya hasil pelayuan yang

diharapkan, yaitu tingkat *moisture content* sebesar 50-55% dengan kerataan layuan 90%. Apabila tingkat kelayuan pucuk tidak mencapai hasil yang diharapkan, maka dapat berakibat hasil akhir produksi teh hitam tidak sesuai dengan kualitas dan kuantitas yang ditargetkan perusahaan.



Gambar 2 Layout Ruang Pelayuan

B. Perancangan Sistem

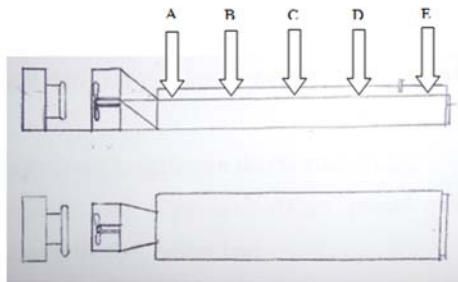
1) Process Description

Process description berisi tentang penjelasan dari setiap proses yang ada di proses pelayuan teh hitam. *Process description* terdiri dari alur skenario proses usulan, penjelasan setiap aliran proses dan *instrument* yang dibutuhkan. Proses otomatisasi pelayuan teh hitam terdiri dari beberapa sub proses, yaitu :

- Pendistribusian pucuk segar
 - Pucuk segar yang datang dari kebun didistribusikan menuju WT menggunakan *monorail*. *Monorail* terhubung dengan *instrument-instrument* seperti :
 - *Motor three phase* (M1) sebagai alat penggerak *monorail*
 - *Button monorail* merupakan *manual sensor* untuk mengaktifkan *monorail*, *monorail* hanya diaktifkan ketika ada proses pendistribusian pucuk segar dari tempat penerimaan pucuk menuju WT
 - *Button auto manual* merupakan *manual sensor* untuk mengaktifkan sistem dengan *mode* otomatis
 - PLC sebagai *instrument* untuk menyimpan program sistem otomatisasi pelayuan
- Pengisian WT dan pelayuan pucuk

Pucuk segar yang datang dari tempat penerimaan pucuk akan didistribusikan menuju WT yang dapat digunakan, status WT akan terlihat dari tampilan dalam sistem. Pengisian pucuk segar pada WT akan mengacu pada tampilan sistem, WT yang tidak sedang digunakan akan terlihat dalam sistem, dan proses pembeberan akan dilakukan pada WT tersebut. Proses pembeberan masih dilakukan secara manual oleh operator dan dimulai dari sisi E seperti terlihat pada Gambar 3.

Proses pelayuan akan dimulai setelah pembeberan pucuk segar oleh operator telah selesai dilakukan. Lamanya waktu pelayuan berlangsung berkisar antara 12-18 jam. *Setting* waktu pelayuan dapat dimasukkan ke dalam sistem pada saat pembeberan telah selesai dilakukan. Lamanya waktu pelayuan didasarkan pada tingkat kelembaban pucuk segar yang datang dari kebun serta suhu udara pada saat itu. Lamanya waktu pelayuan dapat diinputkan ke dalam sistem dengan ketentuan seperti pada Tabel 1.



Gambar 3 Withering Through Section

TABEL 1

KETENTUAN WAKTU PELAYUAN (STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR PENGOLAHAN TEH HITAM ORTHODOKS PT XYZ, 2008)

Kelembaban Pucuk Segar	Suhu Udara	Lama Pelayuan
75%	26-28° C	12 jam
80%	26-28° C	14 jam
85%	26-28° C	16 jam
90%	26-28° C	18 jam

Setelah pelayuan berlangsung selama 2 jam, *sensor* suhu akan mendeteksi suhu pelayuan. Jika selisih *hygrometric* kurang dari 2°C atau 4°F, maka dibutuhkan pengaliran udara panas dengan ketentuan seperti yang dapat dilihat pada Tabel II.

Udara panas akan dialirkan selama 2 jam, dan setelah itu pucuk akan dievaluasi kembali tingkat kelayuannya. Apabila tingkat kelayuan telah cukup, maka pelayuan dapat dilanjutkan dengan penggunaan udara segar saja dan katup udara panas akan tertutup. Setelah tingkat kelayuan pucuk telah mencapai 50-60%, akan dilakukan pembalikan oleh operator. Setelah waktu pelayuan mencapai waktu yang telah ditentukan di awal, maka *blower* berhenti dan katup udara segar akan tertutup. Dalam WT terdapat *instrument-instrument* seperti :

- *Sensor 1* berupa *photoelectric sensor* yang diletakkan pada sisi E, seperti terlihat pada Gambar 4, untuk mendeteksi ada atau tidaknya pucuk teh di dalam WT, dan juga berfungsi sebagai *input* untuk memberi tampilan dalam sistem apakah WT dapat digunakan atau tidak (dalam keadaan kosong atau tidak).
- *Sensor 2* berupa *photoelectric sensor* yang diletakkan pada sisi C, seperti terlihat pada Gambar 4, sebagai *input* untuk menampilkan bahwa WT sedang dalam keadaan terisi setengah
- *Sensor 3* berupa *photoelectric sensor* yang diletakkan pada sisi A, seperti terlihat pada Gambar 4, sebagai *input* untuk menampilkan bahwa WT telah terisi penuh serta mengaktifkan *blower* dan membuka katup udara segar setelah pembeberan selesai dilakukan
- *Sensor 4* dan 5 berupa *sensor LM35* untuk mengukur suhu udara kering dan basah pada WT, yang akan menjadi *input* untuk membuka katup udara panas apabila selisih *hygrometric* kurang dari 2°C atau 4°F. *Button manual valve* udara panas merupakan *manual sensor* untuk membuka katup udara panas (*solenoid valve*) secara manual
- *Button manual valve* udara segar merupakan *manual sensor* untuk membuka katup udara segar secara manual
- PLC sebagai *instrument* untuk menyimpan program sistem otomatisasi pelayuan

TABEL 2
BUKAAN KLEP UDARA PANAS DAN SEGAR BERDASARKAN
SELISIH *HYGROMETRIC*

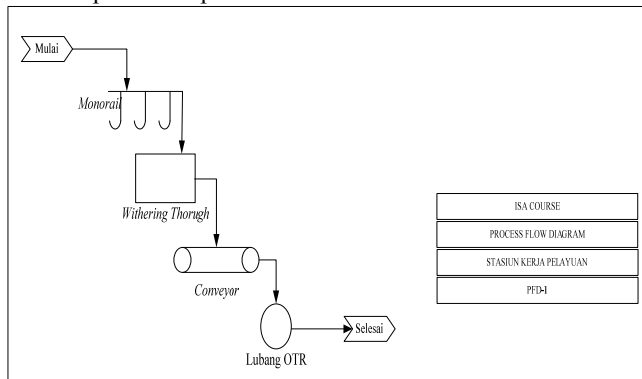
Selisih <i>Hygrometric</i>	Keadaan Klep Udara Panas	Keadaan Klep Udara Segar
< 0° C	Terbuka Full	Terbuka penuh
= 0° C	Terbuka 3/4	Terbuka penuh
= 1° C	Terbuka 1/2	Terbuka penuh
= 2° C	Tertutup	Terbuka penuh
> 2° C	Tertutup	Terbuka penuh

- Pendistribusian pucuk layu

Pucuk yang telah memenuhi kualifikasi pelayuan akan didistribusikan ke tempat turun layu atau lubang OTR. Sebelum didistribusikan, akan dilakukan pembongkaran pucuk layu oleh operator. Pembongkaran pucuk layu dimulai dari sisi E, seperti terlihat pada Gambar 4. Pendistribusian pucuk layu menuju lubang OTR akan menggunakan *conveyor*. *Conveyor* dihubungkan dengan *instrument-instrument* seperti :

- *Motor three phase* sebagai alat penggerak *conveyor*
- *Button conveyor* merupakan *manual sensor* untuk mengaktifkan *conveyor* dengan *mode manual*
- PLC sebagai *instrument* untuk menyimpan program sistem otomasi

Process flow diagram sistem otomasi pelayuan teh hitam dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 *Process Flow Diagram* Pelayuan Teh Hitam

2) *Process and Instrumentation Diagram*

Gambaran *Process and Instrumentation Diagram* dapat dilihat pada Lampiran A.

3) *Control Philosophy*

Spesifikasi *hardware* yang digunakan pada proses pelayuan antara lain :

TABEL 3
SPESIFIKASI *HARDWARE* (1)

No	<i>Instrument dan Equipment</i>	Spesifikasi
1	<i>Limit Switch</i>	<i>Actuator type</i> : <i>Roller levers</i> <i>Ampere rating</i> : 5A <i>Supply voltage</i> : 380 VAC <i>Housing material</i> : <i>Metal</i>
2	<i>Sensor 1, 2 dan 3</i>	Jenis: <i>Photoelectric diffuse sensor</i> , Jarak penginderaan: 6-10 cm.
4	<i>Sensor 4 dan 5</i>	Jenis <i>sensor</i> : <i>sensor suhu LM35</i> Tegangan: 4V - 30V Akurasi kalibrasi: 0,5°C – 25°C Operasi suhu: -55°C sampai dengan +150°C Arus Listrik : 0 – 60 µA Tingkat <i>self-heating</i> : 0,08°C pada udara diam Impedansi: 0,1 W untuk beban 1 mA
5	<i>Conveyor</i>	Jenis: <i>Horizontal belt conveyor</i> Lebar : 24 inci Kecepatan: 1,4436 ft/min Kebutuhan power: 10,05 HP

TABEL 4
SPESIFIKASI *HARDWARE* (2)

6	<i>Motor belt conveyor</i>	Jenis : <i>Motor three phase AC</i> Kecepatan : 1000 rpm Torsi : 52,79 lb/ft
7	<i>Monorail</i>	Jenis : <i>Gear box monorail</i> Kebutuhan Power : 8,8 HP RPM : 1430 rpm Tegangan : 380 V
8	<i>Motor monorail</i>	Jenis: <i>motor three phase AC</i> Kecepatan : 1000 rpm
9	PLC	Digital <i>input</i> : 8 <i>input</i> , 6 <i>output</i> Analog <i>input</i> : 2 <i>input</i> .

C. Daftar Input dan Output PLC

PLC yang digunakan berjumlah dua buah PLC. PLC 1 digunakan untuk pemrograman proses transportasi, PLC 2 digunakan untuk pemrograman proses pelayuan. Daftar *input* dan *output* PLC 1 dan 2 dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

TABEL 5
DAFTAR INPUT DAN OUTPUT PLC (1)

<i>Name</i>	<i>Logical Address</i>	<i>Data Type</i>
Auto Mode	%I0.0	Bool
Manual Mode	%I0.1	Bool
Limit Switch	%I0.2	Bool
Manual Mode Off	%I0.3	Bool
Difu_Time	%M10.1	Bool
Memory_Difu_Time	%M10.2	Bool
Clock_10Hz	%M100.0	Bool
Clock_5Hz	%M100.1	Bool
Clock_2.5Hz	%M100.2	Bool
Clock_2Hz	%M100.3	Bool
Clock_1.25Hz	%M100.4	Bool
Clock_1Hz	%M100.5	Bool
Clock_0.625Hz	%M100.6	Bool
Clock_0.5Hz	%M100.7	Bool
Memory_Clock	%M2.0	Bool
Clock_Byte	%MB100	Byte
StepNumber_Monorail	%MW20	Int
Status_PLC1_Transportation	%MW70	Int
Motor 3 Fasa 1	%Q0.0	Bool
Motor 3 Fasa 2	%Q0.1	Bool
Motor 3 Fasa 3	%Q0.2	Bool

TABEL 6
DAFTAR INPUT DAN OUTPUT PLC (2)

<i>Name</i>	<i>Logical Address</i>	<i>Data Type</i>
Manual Motor Blower	%I0.0	Bool
Manual Valve Udara Segar	%I0.1	Bool
Limit Switch Empty	%I0.2	Bool
Limit Switch Half	%I0.3	Bool
Limit Switch Full	%I0.4	Bool
Analog Suhu Udara Kering	%IW64	Int
Analog Suhu Udara Basah	%IW66	Int
Set Reset Empty Lamp	%M10.0	Bool
Clock_10Hz	%M100.0	Bool
Clock_5Hz	%M100.1	Bool
Clock_2.5Hz	%M100.2	Bool
Clock_2Hz	%M100.3	Bool
Clock_1.25Hz	%M100.4	Bool

Clock_1Hz	%M100.5	Bool
Clock_0.625Hz	%M100.6	Bool
Clock_0.5Hz	%M100.7	Bool
Memory_Result_Recv (1-2)	%M40.0	Bool
Memory_Clock	%M5.0	Bool
Clock_Byte	%MB100	Byte
Suhu Udara Kering	%MD30	Real
Suhu Udara Kering_After Scale	%MD34	Real
Suhu Udara Basah	%MD70	Real
Suhu Udara Basah_After Scale	%MD74	Real
Selisih Suhu Udara Kering dan Basah	%MD80	Real
Result_Recv(1-2)	%MW1	Int
StepNumb_Analog_Suhu	%MW20	Int
Status_PLC2_Processing	%MW50	Int
Empty Lamp	%Q0.0	Bool
Half Lamp	%Q0.1	Bool
Full Lamp	%Q0.2	Bool
Valve Udara Panas 1	%Q8.0	Bool
Valve Udara Panas 2	%Q8.1	Bool
Valve Udara Panas 3	%Q8.2	Bool
Valve Udara Panas 4	%Q8.3	Bool

V. ANALISIS

A. Analisis Kelemahan Kondisi Eksisting Sistem

Perancangan sistem otomatisasi pada penelitian difokuskan pada proses pelayuan teh hitam orthodox karena proses pelayuan merupakan salah satu proses yang penting untuk dapat menghasilkan kualitas dan kuantitas teh hitam yang baik. Berdasarkan uraian permasalahan pada kondisi eksisting pelayuan teh hitam orthodox, permasalahan yang sangat mempengaruhi tingkat kualitas dan kuantitas dari hasil pelayuan adalah tidak adanya sistem pengontrolan suhu yang baik, pemberian udara panas yang tidak sesuai dengan kebutuhan (waktu dan lama pengaliran udara panas) serta *human error*.

B. Analisis Process Description

Penjabaran setiap proses yang dirancang pada *plant* pelayuan teh hitam orthodox sangat penting agar alur proses sejak pucuk segar datang dari kebun hingga akhirnya menjadi pucuk yang memiliki tingkat layu sesuai dengan ketentuan dapat diketahui oleh para *stakeholder*. Penjabaran dalam *process description* juga bermanfaat untuk pembuatan program sistem kontrol yang akan dibuat nantinya.

C. Analisis Process and Instrumentation Diagram (P&ID)

Process and Instrumentation Diagram (P&ID) merupakan diagram alir yang berguna untuk mengetahui alur dan hubungan secara keseluruhan antara proses, *equipment* dan instrumen yang telah dirancang dalam *process description* dan *control philosophy*.

D. Analisis Control Philosophy

Dalam *control philosophy*, setiap *hardware* yang digunakan dalam sistem otomatisasi pelayuan teh hitam akan dijabarkan dengan spesifikasi dan diberikan *safety factor* untuk memastikan bahwa setiap *hardware* nantinya akan bekerja sesuai dengan yang diharapkan dan perencanaan penggunaan *hardware* tersebut dapat terjamin keamanannya.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Perancangan *User Requirements Specification (URS)* sangat penting dalam perencanaan, perancangan dan penerapan sistem otomatisasi. Penggambaran sistem otomatisasi dalam *User Requirements Specification (URS)* dapat menjadi acuan bagi pengembangan sistem otomatisasi dan juga dapat meminimasi kemungkinan terjadinya *redesign* sistem setelah nantinya diterapkan. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan perancangan *User Requirements Specification (URS)* tidak hanya melihat dari sisi teknis penerapan sistem otomatisasi, tetapi juga melihat dari berbagai sisi lainnya, seperti aspek finansial.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gravit-e Technologies. (2013). "*Gravit-e Technologies*". Dipetik Juni 24, 2013, dari Gravit-e Technologies website: <http://www.gravite.ca/services/automation/>
- [2] Groover, M. P. (2005). "*Otomasi, Sistem Produksi dan Computer Integrated Manufacturing Edisi Kedua Jilid 1*". Surabaya: Guna Widya.
- [3] Khairunisa, E. P. (2013). "*Perancangan User Requirements Specification (URS) Sistem Otomatisasi Proses Pembuatan Susu Pasteurisasi di PT. XYZ*". Tugas Akhir S-1. Bandung : Departemen Rekayasa Industri Universitas Telkom.
- [4] Love, J. (2007). "*Process Automation Handbook : A Guide to Theory and Practice*". London: Springer-Verlag.
- [5] Meier, F. A., & Meier, C. A. 2004. "*Instrumentation and Control Systems Documentation 2nd Edition*". USA: ISA.
- [6] PT. XYZ, Badan Teknologi. (2008). *Standar Operasional Prosedur Pengolahan Teh Hitam Orthodox*. Bandung.
- [7] Pengembangan Pengolahan Teh. (1985). "*Pengantar Pengolahan Teh Hitam di Indonesia*". Bandung.
- [8] Zikra, Nadya. (2013). "*Perancangan User Requirements Specification (URS) Sistem Otomatisasi Pada Stasiun Kerja Clay Cutting, Forming, dan Steaming di PT. ABC*".