

# Sistem Automasi Proses Produksi Minuman Dengan Sistem SCADA Menggunakan PLC

**Felix Pasila, Stephanus A. Ananda, Nelson Kusuma Rahardja**

Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra

Email: [felix@petra.ac.id](mailto:felix@petra.ac.id), [stephanus@petra.ac.id](mailto:stephanus@petra.ac.id)

## Abstract

Dunia industri membutuhkan suatu proses produksi yang dapat dioperasikan secara berurutan dari proses yang satu ke proses yang lain tanpa harus memakai tenaga manusia yang banyak. Untuk masalah itu, dibutuhkan sistem automasi yang dapat dijalankan dan dioperasikan dari satu pusat. SCADA dengan menggunakan PLC banyak dipakai dalam proses industri karena mampu menjawab semua masalah dalam mengontrol aplikasi industri secara otomatis.

Paper ini menjelaskan bagaimana membuat simulasi plan dari proses produksi minuman beserta dengan desainnya. Plan yang akan digunakan meliputi : pompa, mixer, valve, dan heater. Plan tersebut akan dioperasikan menggunakan PLC Omron C-200 HS yang akan disambungkan ke SCADA Intouch, buatan Wonderware. . Komunikasi antara PLC Omron dengan SCADA Intouch dilakukan dengan menggunakan Host Link RS232c dengan program I/O Servers.

Hasil dari desain simulasi plan didapatkan daya poros pompa minimal sebesar 6,788 Watt. Untuk mixer dibutuhkan motor dengan kecepatan 114 rpm. Juga dibutuhkan waktu 01:44:21.64 dengan daya heater 1000 Watt. Sedangkan untuk desain valve minimal dibutuhkan valve yang mampu menahan tekanan fluida sampai 106,4096 KPa.

**Kata kunci :** SCADA Intouch, Omron C-200HS, proses produksi minuman.

## Abstract

*Industries need production processes that can be operated continually from one process to another without a lot of human energy resources. The solution of the problem is using an automation system which can be worked and operated from one central operator. SCADA with PLC can be used in many industrial processes because it can answer all the problems in controlling industrial application automatically.*

*This paper describe how to make a design of simulation plant for beverages production process. The plant will use : pumps, mixer, valves, and heater. This plant will be operated by PLC Omron C-200 HS which is connected to SCADA Intouch, Wonderware Production. The comunication between PLC Omron and SCADA Intouch use Host Link RS 232c with I/O Servers program.*

*The result from the simulation plant design for the minimum power shaft pump is 6.788 Watt. The mixer need a motor with speed 114 rpm. And the heater need 1000 Watt at 01:44:21.64. While the minimum valve design is needed to hold the fluids pressure until 106,4096 KPa.*

**Keywords:** SCADA Intouch, Omron C-200Hs, beverages production process.

## 1. Pendahuluan

Automatisasi sistem produksi minuman dilakukan dengan menerapkan teknologi SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*). Sistem ini memungkinkan seorang operator/*engineer* untuk melakukan *Monitoring* dan juga *Controlling* sebuah proses pembuatan minuman/

sirup melalui sebuah unit control (PLC) yang terhubung pada jaringan Komputer PC.

Dalam sistem SCADA ini desain difokuskan pada pembuatan simulator pembuatan minuman, pengaturan putaran pompa untuk mengontrol debit dari pompa, selain itu ada fasilitas tambahan yaitu sebagai penggunaan PLC sebagai unit Control yang ditempatkan pada simulator dan koneksi PLC dan PC untuk penerapan Visualisasi SCADA. Pengontrolan dengan

**Catatan:** Diskusi untuk makalah ini diterima sebelum tanggal 1 Juni 2004. Diskusi yang layak muat akan diterbitkan pada Jurnal Teknik Elektro volume 4, nomor 2, September 2004.

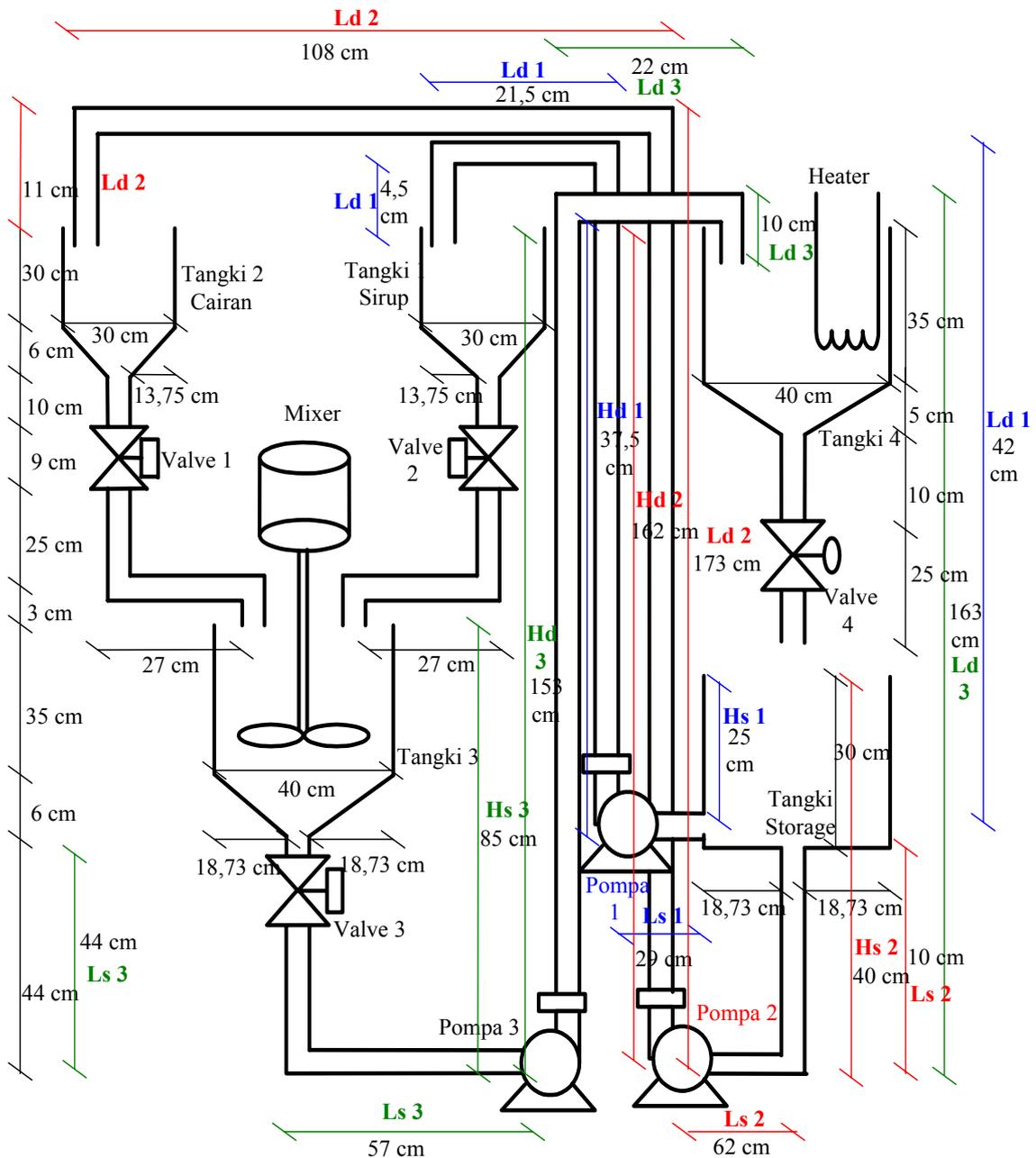
SCADA dilakukan dengan memanfaatkan *Software Intouch 7*. yang dapat mem-visualisasikan proses pembuatan minuman di lapangan dengan menghubungkan PC dengan PLC, Inverter, pompa, sensor dan peralatan lainnya.

SCADA mengontrol pompa dan valve yang dipergunakan dalam sistem ini walaupun Operator tidak berada pada lokasi pompa dan valve. Hal ini dimungkinkan dengan penerapan logika dalam PLC dan menggunakan serial port pada Komputer sebagai perantara antara *software SCADA* yang dibuat oleh manusia untuk mengambil data-data teknis yang ada pada divais

(seperti volume, tegangan, arus, dll pada kondisi *real time*) yang dimonitor oleh PC.

## 2. Desain Proses Produksi Minuman

Desain proses produksi minuman ini membutuhkan 5 buah Tangki, 3 buah Pompa, 1 buah Motor mixer, 1 buah Heater dan asesoris (pipa, klem, dll). Di samping itu tentunya dibutuhkan 1 unit PLC C-200HS dan *software SCADA Intouch*. Dibawah ini adalah gambar kerangka alat yang akan digunakan pada pembuatan automasi proses produksi minuman.



Gambar 1. Kerangka Alat

## 2.1 Penjelasan tentang Pompa

**Pompa satu** digunakan untuk memompa sirup dan pada gambar 1 dapat diketahui bahwa kondisi kerja pompa satu merupakan kondisi isap dan tekan. **Pompa dua** digunakan untuk memompa air dapat diketahui bahwa kondisi kerja pompa dua merupakan kondisi isap dan tekan sama seperti dengan pompa satu. **Pompa tiga** digunakan untuk memompa zat cair dengan jenis campuran air dan sirup yang telah dicampur oleh mixer, seperti pada gambar 1 dapat diketahui bahwa kondisi kerja pompa tiga juga merupakan kondisi isap dan tekan sama dengan pompa satu dan dua.

Pada spesifikasi pompa telah diketahui bahwa debit air ( $Q$ ) yang melewati pompa adalah  $0,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ . Dari debit air diatas dapat dicari kecepatan aliran air rata-rata ( $C$ ) dalam pipa dengan rumus :

$$C = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} \quad (1)$$

dimana  $Q$  : debit air,  $d$  : diameter pompa dalam satuan meter

$$C = \frac{4 \cdot 0,7 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,0254^2}$$

Dari rumus diatas dan asumsi percepatan gravitasi bumi,  $g = 9,8 \text{ m} / \text{s}^2$ , maka dapat dicari velocity head ( $h_c$ ) dengan rumus :

$$h_c = \frac{C^2}{2 \cdot g} \quad (2)$$

$$h_c = 0,0974 \text{ m}$$

Dengan asumsi bahwa besar fungsi kekasaran relatif pipa ( $f$ ) = 0,03, dapat dicari kerugian head yang terjadi pada pipa isap ( $\Delta h_s$ )

$$\Delta h_s = \left( \frac{f \cdot l_s}{d_s} \right) \times \frac{C^2}{2 \cdot g} \quad (3)$$

$$\Delta h_s = 0,03336 \text{ m}$$

dimana  $l_s$  : panjang pipa isap (m),  $d_s$  : diameter pipa isap (m).

Kerugian yang terjadi pada pipa tekan ( $\Delta h_d$ ) juga dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta h_d = \left( \frac{f \cdot l_d}{d_d} + 2 \cdot K_e \right) \times \frac{C^2}{2 \cdot g} \quad (4)$$

$$\Delta h_d = 0,13667 \text{ m}$$

dimana  $l_d$  : panjang pipa tekan (m),  $d_d$ : diameter pipa tekan (m).

Jadi kerugian head totalnya ( $\Sigma \Delta h$ ) menjadi

$$\Sigma \Delta h = \Delta h_s + \Delta h_d \quad (5)$$

$$\Sigma \Delta h = 0,17003 \text{ m}$$

Sebelum mencari head efektif pompa, dapat dicari dahulu tinggi kenaikan geometris total pompa ( $H_z$ ) dengan rumus

$$H_z = H_d - H_s \quad (6)$$

dengan  $H_d$  : tinggi kenaikan tekan air,  $H_s$  : tinggi kenaikan isap air.

Dimana :

$$H_d = 0,375 \text{ m}$$

$$H_s = -0,25 \text{ m}$$

$$H_z = 0,625 \text{ m}$$

Sehingga diperoleh head efektifnya ( $H_e$ ) menjadi:

$$H_e = H_z + \Sigma \Delta h_s + \Sigma \Delta h_d \quad (7)$$

$$H_e = 0,79503 \text{ m}$$

Pada desain pompa satu ini dapat dilihat persentase kerugian totalnya mencapai

$$\% \text{Kerugian} = \frac{0,17003}{0,79503}$$

$$\% \text{Kerugian} = 21,3867\%$$

Karena tangki dalam keadaan terbuka maka  $H_m = H_e = 0,79503 \text{ m}$ . Dimana  $H_m$  adalah tinggi kenaikan manometris pompa (m kolom air).

Untuk mencari daya poros pompa, maka yang perlu menjadi pertimbangan adalah cairan yang akan dipindahkan oleh pompa tersebut. Sehingga perlu untuk mengetahui massa jenis dari cairan sirup tersebut. Dibawah ini adalah tabel dari beberapa cairan.

Tabel 1. Density dan Viscosity Zat cair [1]

Cairan	Density	Viscosity
Water	0,932 g / ml	0,001 Pa s
Baby oil	0,833 g / ml	0,00155 Pa s
Vegetable oil	0,894 g / ml	0,00191 Pa s
Dawn Soap	1,059 g / ml	0,00571 Pa s
Glycerin	1,173 g / ml	0,01550 Pa s
Corn Syrup	1,360 g / ml	0,0746 Pa s

Dengan mengambil asumsi efisiensi pompa 0,75 ( $\eta_{op} = 0,75$ ), dan dianggap cairan yang dipindahkan oleh pompa satu adalah jenis *corn syrup*, maka daya poros pompa satu ( $P_{sh}$ ) dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$P_{sh} = \frac{\rho \cdot Q_r \cdot H_e}{102 \cdot \eta_{op}} \quad (8)$$

$$P_{sh} = \frac{1360.0,7 \cdot 10^{-3} \cdot 0,79503}{102 \cdot 0,75}$$

$$P_{sh} = 9,8937 \text{ Watt}$$

dimana  $\rho$  : massa jenis cairan ( $\text{kg/m}^3$ ),  $Q_r$  : debit air ( $\text{m}^3/\text{s}$ ), dan  $H_e$  : head efektif pompa (m).

Jadi untuk memompa *corn syrup* dengan desain seperti pada gambar 1 maka setidaknya-tidaknya dibutuhkan pompa dengan daya poros 9,8937 Watt. Daya motor listrik yang dipakai biasanya diambil 20% lebih besar dari daya poros pompa, jadi daya motor penggerak pompa ( $P_{mtr}$ ) dapat dicari dengan rumus :

$$P_{mtr} = 1,2 \cdot P_{sh} \quad (9)$$

$$P_{mtr} = 11,87244 \text{ Watt}$$

Sedangkan yang dipakai pada pompa satu mempunyai daya motor 125 Watt dengan  $\eta_{op} = 0,75$ . Maka daya porosnya menjadi :

$$P_{mtr} = 1,2 \cdot P_{sh}$$

$$P_{mtr} = 104,167 \text{ Watt}$$

Pompa yang dipakai masih memenuhi syarat untuk desain pompa satu. Pemilihan pompa ini tidak terlepas dari tersedianya jenis pompa yang ada pada laboratorium. Sehingga pompa tersebut memenuhi syarat untuk desain pada pompa satu.

Harga variable pompa 2 dan 3 dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang sama dengan pompa 1.

Dibawah ini adalah tabel perbedaan *desain ketiga pompa* yang digunakan pada proses pembuatan automasi.

Tabel 2. Perbedaan Desain Antar Pompa

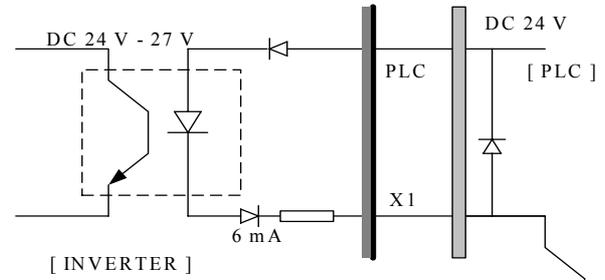
	Kondisi Isap		Kondisi Tekan		$\Sigma \Delta H$ (m)	Hd (m)	Hs (m)	He (m)	Psh (Watt)
	Ls (m)	Elbow	Ld (m)	Elbow					
Pompa 1	0,29	-	1,61	2	0,17003	0,375	-0,25	0,79503	9,8937
Pompa 2	0,72	1	1,99	2	0,3944	1,62	-0,4	2,4144	20,59
Pompa 3	1,01	1	1,95	2	0,4282	1,53	-0,85	2,8082	23,95 - 34,95

## 2.2 Penjelasan tentang Mixer

Motor yang dipakai sebagai mixer mempunyai empat pasang kutub. Untuk mengatur putaran motor AC diperlukan inverter yang dapat diatur kecepatannya dengan PLC. Pada penelitian ini digunakan Inverter dengan spesifikasi sebagai berikut:

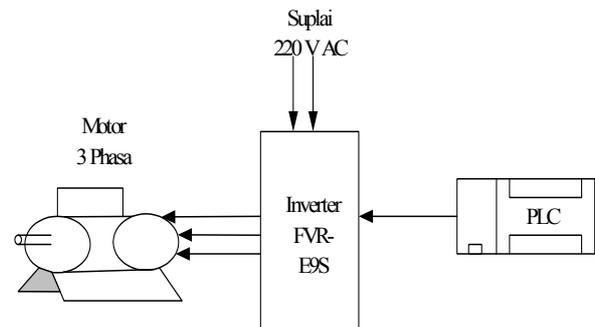
- FVR 0.75 E9S – 7 JE
- 1  $\phi$  110-220 V 50/60Hz
- 1,9 KVA 5 A 0.2-400 Hz
- Ser no. 61001T1

Dibawah ini adalah gambar dari terminal rangkaian kontrol pada inverter yang dioperasikan menggunakan PLC.



Gambar 2. Rangkaian Kontrol Terminal Inverter [2]

Sebelum inverter tersebut disambungkan ke PLC, maka bagian yang akan disambungkan tersebut diatur untuk menjalankan motor pada frekuensi tertentu. Sehingga begitu PLC memberikan sinyal pada bagian inverter, maka inverter akan beroperasi secara otomatis. Inverter sendiri tetap mendapatkan suplai listrik 220 V AC, sedangkan motor tiga fasa tersebut mendapatkan suplai listrik dari inverter. Berikut ini adalah gambar bagan pengoperasian mixer.



Gambar 3. Bagan Pengoperasian Mixer

Dengan menggunakan motor  $\frac{1}{4}$  HP dapat dicari torsi motor ( $T_m$ ) yang digunakan dengan menggunakan rumus dibawah ini :

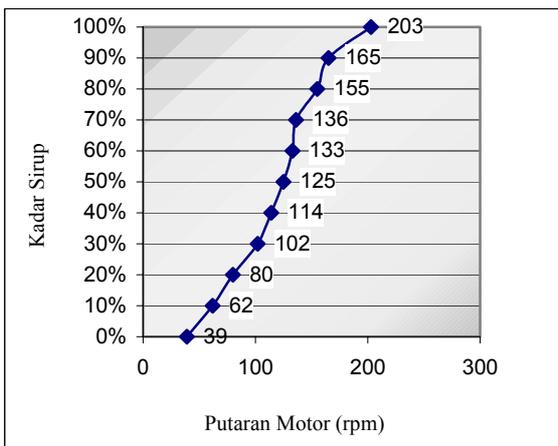
$$T_m = 9550 \cdot \frac{P}{N} \quad (10)$$

dimana  $P$  : daya motor (kW), dan  $N$  : putaran motor (rpm).

Torsi dari tiap-tiap campuran dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

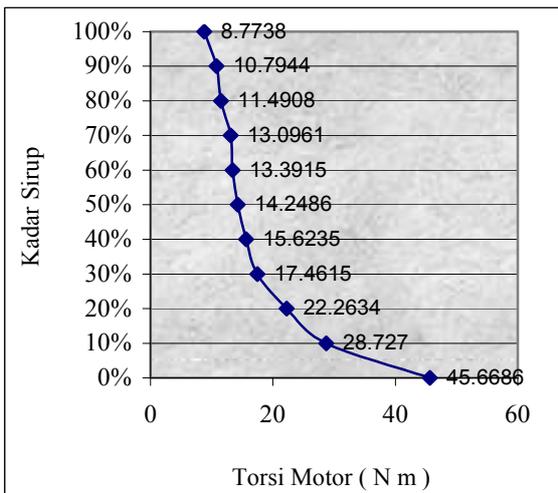
Tabel 3. Torsi Mixer Untuk Tiap Kadar Sirup

Kadar Sirup	Putaran Motor Rpm	Torsi Motor N m
100%	203	8.7738
90%	165	10.7944
80%	155	11.4908
70%	136	13.0961
60%	133	13.3915
50%	125	14.2486
40%	114	15.6235
30%	102	17.4615
20%	80	22.2634
10%	62	28.727
0%	39	45.6686



Gambar 4. Grafik Kecepatan Motor

Pada gambar 4 dan gambar 5 terlihat bahwa apabila kecepatan motor tinggi maka torsi motornya akan rendah, demikian juga sebaliknya.



Gambar 5. Grafik Torsi Motor

Motor yang digunakan mempunyai kecepatan putaran 900 rpm, inverter yang ada digunakan untuk mengatur putaran motor pada kecepatan

450 rpm. Sedangkan PLC diprogram untuk membuat cairan dengan campuran sirup 40 % dimana kecepatan minimum yang dibutuhkan motor adalah 114 rpm

### 2.3 Penjelasan tentang Valve

Sistem ini membutuhkan 4 buah valve

#### Valve 1

Karena pada tangki dua akan diisi air maka akan digunakan  $\rho = 932 \text{ kg/m}^3$  dan tekanan udara ( $P_0$ ) diasumsikan  $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Maka tekanan fluida ( $P$ ) pada valve satu adalah :

$$P = P_0 + \rho \cdot g \cdot h \tag{11}$$

$$P = (1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}) + (932 \text{ kg/m}^3) \cdot (9,80 \text{ m/s}^2) \cdot [(30 + 10 + 6) \cdot 10^{-2} \text{ m}]$$

$$P = 105,201 \text{ KPa}$$

dimana  $P_0$  : tekanan udara luar (Pa),  $\rho$  : massa jenis cairan ( $\text{kg/m}^3$ ),  $g$  : percepatan gravitasi bumi, dan  $h$  : tinggi cairan dalam tangki (m).

Spesifikasi pada valve satu tidak disebutkan berapa daya tekan yang mampu untuk ditahannya, sehingga daya valve satu diasumsikan 2067 KPa, sama dengan daya pada valve dua.

#### Valve 2

Karena pada tangki satu akan diisi sirup maka akan digunakan  $\rho = 1360 \text{ kg/m}^3$  dan tekanan udara ( $P_0$ ) diasumsikan  $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Maka dengan rumus (11) tekanan fluida pada valve dua adalah :

$$P = 107,13088 \text{ KPa}$$

Daya tekan fluida pada valve dua didapatkan 107,13088 KPa. Sedangkan valve ini mampu menahan sampai pada 2067 KPa. Sehingga valve 3/8" ini bisa digunakan pada desain sistem automasi ini.

#### Valve 3

Karena pada tangki tiga akan diisi campuran air dan sirup maka akan digunakan  $\rho_1 = 1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_2 = 1360 \text{ kg/m}^3$  dan tekanan udara ( $P_0$ ) diasumsikan  $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Maka tekanan fluida dalam valve tiga dapat dicari dengan rumus (11) adalah sebagai berikut :

$$P_3 = 105,6581 \text{ KPa}$$

dan

$$P_3 = 107,79728 \text{ KPa}$$

Valve tiga juga menggunakan valve 3/8", sehingga valve ini dapat menahan tekanan

sampai 2067 KPa. Dari desain didapatkan bahwa valve ini akan mengalami tekanan fluida dari 105,6581 KPa sampai 107,79728 KPa.

**Valve 4**

Karena pada tangki empat akan diisi campuran air dan sirup sama seperti pada tangki tiga maka akan digunakan  $\rho_1 = 932 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_2 = 1360 \text{ kg/m}^3$  dan tekanan udara ( $P_0$ ) diasumsikan  $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ; dimana  $P_1 = 105,56581 \text{ KPa}$  dan  $P_2 = 107,79728 \text{ KPa}$

Dibawah ini adalah tabel perbedaan dari analisa keempat valve yang dipakai pada sistem ini :

Tabel 4. Tabel Perbedaan Ketiga Valve

Valve	Tekanan Fluida KPa	Debit Cairan (L/s)	Kecepatan Aliran (m/s)
Valve 1	105,508	$5.391 \cdot 10^{-3}$	0.0425765
Valve 2	106,4096	$3.574 \cdot 10^{-3}$	0.0188193
Valve 3	106,3479	-	-
Valve 4	106,3479	$5.1377 \cdot 10^{-3}$	0,02705

Sehingga valve minimal dibutuhkan adalah valve yang mampu menahan tekanan fluida rata-rata 106,4096 KPa.

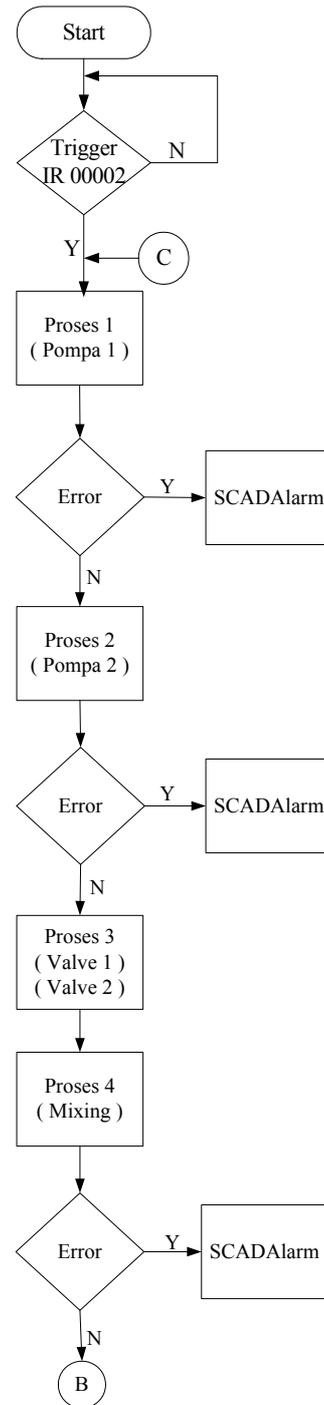
**2.4 Perencanaan Software**

Penjelasan tentang sistematika proses produksi minuman dapat dijelaskan seperti urutan di bawah ini :

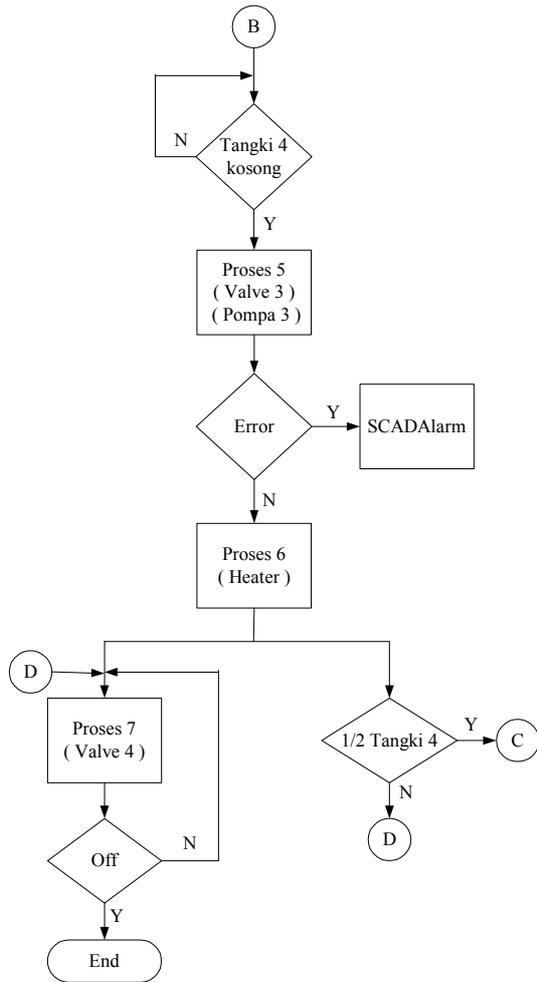
- 1) Pompa satu akan mengisi tangki satu sampai penuh.
- 2) Setelah tangki satu penuh, maka pompa dua akan mengambil air dan mengisinya pada tangki dua sampai penuh.
- 3) Setelah itu valve satu dan valve dua akan membuka bersamaan dan mengisi ke bagian tangki tiga.
- 4) Proses mixing akan terjadi setelah tangki ketiga penuh dari campuran tangki satu dan tangki dua.
- 5) Hasil dari proses mixing akan dibawa ke tangki empat oleh pompa tiga, tetapi proses ini tidak akan berjalan sebelum isi pada tangki empat kosong.
- 6) Setelah tangki empat terisi penuh, maka akan dilanjutkan dengan proses heater.
- 7) Setelah proses heater selesai, solenoid valve empat dihubungkan dengan tombol untuk mengeluarkan minuman dari tangki empat. Dimana tombol ini digerakkan secara manual dengan pengeluaran cairan yang diatur oleh timer PLC.

- 8) Setelah volume cairan dari tangki empat mencapai setengah dari volume awal, maka proses akan kembali dari awal dan akan berhenti pada proses keempat untuk menunggu apakah cairan pada tangki empat benar-benar sudah habis.

Sistematika proses di atas dapat diwujudkan dalam flow chart di bawah ini.



Gambar 6. Flowchart dari Plan



Gambar 6. Flowchart dari Plan (Sambungan)

### 3. Hasil Desain SCADA

Apabila program tersebut akan dihubungkan dengan PLC, maka perlu juga diberikan nama pada *item*, yang berfungsi sebagai pengenalan pada *address* PLC. Dimana pengisian *access name*-nya sebagai berikut :

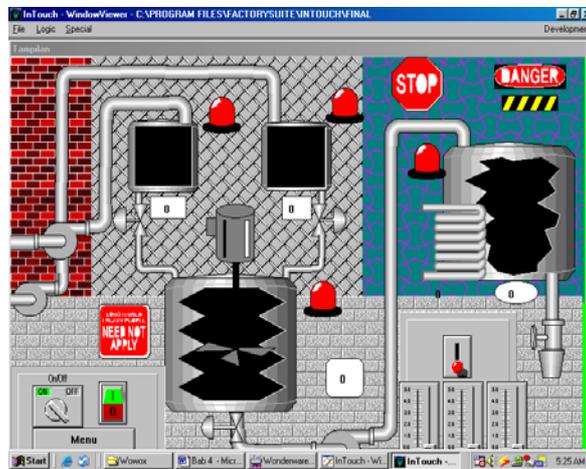
- Access Name : HLPLC
- Node Name : ( dapat dikosongi )
- Application Name : OMRONHL
- Topic Name : HLPLC

Saat SCADA dihubungkan ke PLC, dibutuhkan definisi *tagname* untuk membuat animasi. Dibawah ini adalah nama-nama tag yang dipakai untuk pembuatan tagname pada program ini :

Tabel 5. Tabel Tagname SCADA Menggunakan PLC

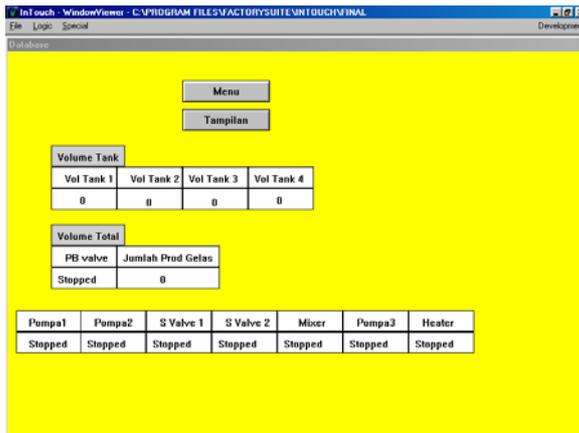
Tagname	Tipe Tagname	Animasi
Pb Valve	I/O Discrete	Line Color
Gelas	Memory Real	Visibility, Percent Fill Vertical
delay	Memory Real	-
mboh	Memory Real	-
Heater	I/O Discrete	Line color, blink
Mixer	I/O Discrete	Line color, blink
Pompa 1	I/O Discrete	Line Color
Pompa 2	I/O Discrete	Line Color
Speed1	Memory Real	-
Speed2	Memory Real	-
Speed2	Memory Real	-
Start	I/O Discrete	Touch Pushbutton, Value Display
Step1	Memory Real	-
Tank1	Memory Real	Fill color, Percent Fill Vertical
Tank2	Memory Real	Fill color, Percent Fill Vertical
Tank3	Memory Real	Fill color, Percent Fill Vertical
Tank4	Memory Real	Fill color, Percent Fill Vertical
		Touch Pushbutton, Value Display
Reset	I/O Discrete	Display
Valve1	I/O Discrete	Line Color
Valve2	I/O Discrete	Line Color
Valve3	I/O Discrete	Line Color
Valve4	I/O Discrete	Line Color
Error	Memory Real	Fill color, Visibility Blink

Berikut ini tampilan dari aplikasi di Wonderware InTouch adalah sebagai berikut.



Gambar 7. Tampilan Intouch

Sedang tampilan dari database di Wonderware InTouch adalah sebagai berikut.



Gambar 8. Tampilan Database Intouch

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari pembuatan simulasi sistem proses produksi minuman ini adalah:

1. Komunikasi antara program SCADA Intouch dengan PLC Omron dilakukan memakai software pembantu I/O Servers bagian OMRONHL. Dimana Komputer dihubungkan melalui RS232 db 9 yang disambungkan ke Omron Host Link.
2. Dalam melakukan pemasangan sistem plan, input maupun output pada PLC, perlu juga diperhitungkan arus dan tegangan beban. Apakah sistem pengaman yang digunakan perlu untuk memakai relai atau dengan tambahan kontaktor. Pada plan digunakan relai karena semua daya beban yang dipakai lebih kecil dari 5A pada tegangan 220 V AC..
3. Pada analisa pompa diketahui daya poros pompa satu adalah 0,15204 Watt, pompa dua 6,788 Watt dan pompa tiga 0,15204 Watt. Sedangkan pompa yang dipakai mempunyai daya poros 104.167 Watt.
4. Perhitungan dari mixer diketahui bahwa kecepatan minimal untuk mengaduk campuran 40% sirup adalah 114 rpm. Motor yang dipakai mempunyai kecepatan 900 rpm dan dijalankan pada kecepatan 450 rpm dengan menggunakan Inverter.
5. Berdasarkan hitungan didapatkan tekanan fluida yang dialami oleh valve satu adalah 105,508 KPa, valve dua adalah 106,4096 KPa, valve tiga dan empat adalah 106.3479 KPa. Dimana valve yang digunakan dapat menahan sampai pada tekanan 2067 KPa.

#### Daftar Pustaka

- [1]. <http://www.science-house.org/student/bw/chaos/heleshaw/sld018.htm>
- [2]. Fuji Electric, Instruction Manul Fuji General Purpose Inverter FVR-E9S Series. p. 14.
- [3]. Boal, D., PHYS 101 Lecture 8, Viscosity and Drag. USA : Simon Fraser University, 2001.
- [4]. Djoni, I.M.A. Pompa & Compressor TM1532, Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS, Surabaya.
- [5]. Kiessel, Thomas E. Industrial Electronics, Prentice Hall Simon & Schuster (Asia) Pte Ltd, Singapore, 1997.
- [6]. Gary, R. and Glen, M. Electrical Motor Controls. 2th ED. Homewood, American Technical Publishers, Inc., Illinois , 2001.
- [7]. Rockwell Automation. Agitation and Mixing Processes. Publication D-7747, Rockwell International Corporation, Milwaukee USA, 2000.
- [8]. Smart Factory. Beginners Guide To PLC, Omron Asia Pasific PTE. LTD., Singapore , 1996.
- [9]. Theodore, Wildi. Electrical machines, Drives, and Power System. 2<sup>nd</sup> Ed., Prentice Hall, New Jersey 1991.
- [10]. Training Manual C 200 HS. Omron Singapore (PTE.) LTD. Indonesia Representative Office, Singapore, 1995.
- [11]. Warintek-Progressio, Sari dan Sirup Buah, Jakarta, 2000.