



## RANCANGAN SISTEM PEMIPAAN UJI UNTAI SISTEM KENDALI REAKTOR RISET KAPASITAS 1 kW

Tukiman<sup>1</sup>, Puji Santoso<sup>2</sup>, Suwardiyono<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir, Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Gedung 71, Tangerang Selatan, 15310

### ABSTRAK

*RANCANGAN SISTEM PEMIPAAN UJI UNTAI SISTEM KENDALI REAKTOR RISET, Telah dilakukan rancangan sistem pemipaan uji untai sistem kendali reaktor riset. Dari rancangan ini dihasilkan dokumen desain Piping & instrumentasi diagram. Dasar perhitungan pada rancangan sistem pemipaan ini adalah laju alir air pendingin primer 431 liter/jam di dalam alat penukar panas dengan suhu air pendingin keluar 42°C dan suhu air masuk 40°C. Pendingin sekunder diambil dari cooling tower dengan laju alir 172 liter/jam. dengan suhu air pendingin keluar 37°C dan suhu air masuk 32°C. Pipa yang digunakan adalah jenis baja tahan karat austenit dengan komposisi nominal 18%Cr-8%Ni. Dalam standar ASME B31.1 disebut dengan pipa A 376/TP 304, atau SS 304. Diameter pipa 1 inch, schedule 40S. Tebal dinding pipa 3,4 mm. Untuk pengaturan aliran digunakan beberapa jenis valve : Gate valve, Butterfly valve, solenoid valve, check valve, yang dikendalikan dengan sistem kontrol secara elektrik maupun konvensional.*

*Kata kunci : PID, Sistem pemipaan, valve dan pengaturan aliran.*

### ABSTRACT

*DESIGNING LOOP TEST PIPING SYSTEM OF RESEARCH REACTOR CONTROL SYSTEM, Loop test piping system of research reactor control system has been carried out. The designing activities produce a design document of piping and instrumentation diagram. For the calculation of piping system design, the primary coolant flow rate of 431 liter/hour in the heat exchanger with water outlet temperature of 42°C and inlet temperature of 40°C. Secondary coolant is obtained from a cooling tower having flow rate of 172 liters / hour, outlet temperature of 37 ° C and inlet temperature of 32°C. The type of pipe used is austenitic stainless steel with nominal composition 18% Cr-8% N ASME B31.1 standard recommend the use of pipe A 376/TP pipe 304, or SS 304. The pipe diameter is 1 inch and schedule 40 S. The pipe thickness is 3.4 mm. To regulate the flow, several valves, such as gate valve, butterfly valve, solenoid valve, check valve, are used. These valves are controlled either electrically or mechanically.*

*Keywords: PID, piping systems, valves and flow control.*

### 1. PENDAHULUAN

Rancangan sistem pemipaan uji untai kendali reaktor riset mengacu dan mengadopsi pada reaktor riset RSG GAS. Pada rancangan ini, daya reaktor diperkecil menjadi skala laboratorium dengan daya 1 kW. Sistem pemipaan uji untai kendali reaktor riset akan dibuat menyerupai kondisi sistem operasi dari sistem pendingin utama reaktor riset RSG-GAS 30 MW, dengan tujuan mendapatkan dokumen desain *Piping Instrumentasi Diagram*.

Ruang lingkup dari sistem pemipaan meliputi proses, peralatan mekanik, instrumentasi, kekuatan material, perpindahan panas, analisa tegangan pipa, dan fleksibilitas pipa [ ]. Proses perancangan diawali dengan menentukan neraca massa dan panas dengan mengambil asumsi kapasitas 1 kW, perhitungan peralatan proses utama yaitu, tangki simulasi teras reaktor, alat penukar panas, sistem pemompaan primer dan sekunder, sistem pemipaan serta perhitungan



sistem *cooling tower*. Membuat *Proses flow Diagram*, menghitung spesifikasi peralatan yang digunakan, dirangkai menjadi suatu sistem instalasi proses, yang dilengkapi dengan sistem pemipaan dan sistem kendali. Perhitungan spesifikasi peralatan telah dilakukan oleh devisi proses<sup>[3]</sup>. Pada tulisan ini dibatasi pada masalah sistem pemipaan, dengan *output* rancangan adalah *Piping Instrumentasi Diagram*.

## 2. DASAR TEORI

Telah dilakukan perancangan sistem pemipaan uji untai kendali reaktor riset, karena pipa merupakan salah satu bagian terpenting yang digunakan untuk mengalirkan *fluida*. Pemipaan yang dimaksud adalah suatu sistem pemipaan pada suatu instalasi atau konstruksi yang digunakan sebagai alat transportasi dari aliran baik berupa gas atau cairan. Sistem pemipaan yang terpasang harus memenuhi persyaratan code dan standar yang ditetapkan, sehingga beban yang terjadi pada saat plant beroperasi ataupun dalam kondisi tidak dioperasikan, beban tidak melebihi batasan dari code dan standar yang telah ditetapkan. Karakteristik dari *fluida* juga dipertimbangkan untuk memilih material pipa yang akan digunakan.

Berikut ini adalah beberapa hal yang ada hubungannya dengan sistem pemipaan, secara umum adalah sebagai berikut :

1. Aliran proses
2. Pembuatan model
3. Material pipa
4. Standar gambar dan standar penyangga
5. Gambar *plant lay out* dan tata letak *equipment*
6. Isolasi dan pengecatan
7. *Material take off* / atau material yang dibutuhkan
8. *Perencanaan sistem instrumentasi*
9. Gambar PID

Dalam pemakaian pipa banyak sekali digunakan sambungan-sambungan, baik sambungan antara pipa dengan pipa ataupun dengan peralatan-peralatan, seperti dengan katup, instrumen, nozzle, tee, elbow dan lain-lain.

### 2.1 PIPA

*Pipe* (pipa) adalah komponen yang berbentuk silinder berlubang yang digunakan untuk membawa *fluida* atau mengalirkan tekanan *fluida*. Jenis pipa berdasarkan metode pembuatan, terbagi menjadi 3 (tiga) cara, terdiri dari :

a). *Seam pipe* (pipa dengan klem/sambungan)

*Electric resistance-welded pipe*: Pipa memiliki sambungan longitudinal yang mana perpaduannya dibuat oleh panas yang diperoleh dari tahanan pipa terhadap aliran arus listrik dalam rangkaian dimana pipa merupakan bagiannya, dan dengan aplikasi tekanan.

*Furnace butt-welded pipe* : Pipa ini memiliki sambungan longitudinal yang di las dengan penekanan secara mekanik dengan cara melintaskan kumparan yang telah dibentuk dan dipanaskan melalui perangkat rol-rol pengelasan.

*Electric fusion welded pipe* : Pipa memiliki sambungan yang mana perpaduannya dibuat dalam bentuk *tube* oleh busur listrik pengelasan baik secara manual maupun otomatis. Pengelasan bisa dengan atau tanpa logam pengisi (*filler metal*).

*Double submerged-arc welded pipe* : Pipa memiliki sambungan *longitudinal* yang dibuat paling sedikitnya 2 pas dan satu diantaranya dari sisi dalam pipa. Perpaduan sambungan dibuat oleh pemanasan busur listrik antara *base metal* dengan *elektrode*. Sistem pengelasan yang digunakan adalah *submerged arc welding (SAW)*.



*Spiral welded pipe* : Pipa memiliki sambungan berbentuk helical yang perpaduannya melalui proses pengelasan *electric resistance*, *electric fussion*, maupun *double-submerged arc welding*.

b). *Seamless pipe* (pipa tanpa klem / sambungan)

Pipa diproduksi dengan proses *piercing* dari *billet* yang diikuti dengan pengerolan (*rolling*) atau *drawing* atau keduanya<sup>[2]</sup>.

## 2.2 PANJANG PIPA

Berdasarkan standard pasar yang umum, panjang pipa dibagi dalam kategori sbb :

1. *Single random length* : panjang +/- 6 meter (20 feet).
2. *Double random length* : panjang +/- 12 meter (40 feet).

## 2.3 FITTING

*Fitting* merupakan komponen perpipaan yang berfungsi sebagai penyambung pipa dengan pipa, merubah arah pipa, membuat cabang pipa, memperkecil ukuran perpipaan, terdiri dari : *elbow*, *Tee*, *Reducer*, *Cup*, *Flange* dan lain-lain. Berikut ini beberapa contoh *fitting* dan penggunaannya, misalnya ***Elbow***, *Elbow* adalah jenis *fitting* yang digunakan untuk merubah arah perpipaan secara menyudut 45 atau 90 derajat. Ditinjau dari *radius* bengkokan *elbow* tersedia dalam tipe sbb :

1. *Long radius* : radius = 1.5 x Diameter
2. *Short radius* : radius = 1 x Diameter

Metode sambungan bisa berupa : *butt weld*, *socket weld*, dan *threaded*

## 2.4 VALVE

*Valve* digunakan secara luas dalam sistem perpipaan untuk memotong, mengalihkan, atau mengatur aliran fluida. Pengoperasian *valve* bisa secara manual maupun secara otomatis melalui sinyal dari alat kontrol.

*Valve* dibuat berdasarkan *standard rating* tekanan dan temperatur sesuai dengan ANSI / ASME B16.1 untuk material besi tuang, B16.34 untuk material baja, B16.24 untuk material perunggu, berikut beberapa macam *valve* dalam sistem perpipaan diantaranya adalah : *Gate*, *Globe*, *Ball*, *Butterfly*, *Plug*, dan *Diaphragm Valve*.

Menurut fungsinya *valve* dibagi menjadi :

*Stop (Isolation) Valves* : Jenis *valve* yang sesuai dengan persyaratan ini antara lain: *Gate*, *Globe*, *Ball*, *Butterfly*, *Plug*, dan *Diaphragm Valve*.

*Regulating Valves* : Jenis *valve* yang sesuai dengan persyaratan ini antara lain : *Globe*, *Needle*, *Butterfly*, *Ball*, *Plug*, dan *Diaphragm Valve* dengan design khusus.

*Back – Flow Prevention valve* dan *Pressure-Relief Devices valve*.

## 2.5 PERHITUNGAN DIAMETER PIPA

Perhitungan diameter optimal pipa dapat digunakan rumus seperti di bawah ini<sup>[1]</sup> :

$$D_i = 3,9 Q_f^{0,45} \cdot \rho^{0,13} \text{ inch} \quad (1)$$

Dimana :

$D_i$  = Diameter dalam pipa, satuan inch



Qf = Debit fluida, satuan cuft/dtk  
 P = Massa jenis, satuan lb/cuft

### 3.TATA KERJA

Sebelum masuk pada sistem pemipaan harus dibuat standar gambar dan simbol-simbol yang akan digunakan dalam membuat *Piping Instrumentasi Diagram*, yang meliputi simbol simbol untuk katup, sambungan antar pipa (*piping and connection symbols*), simbol *instrumentasi*, dan simbol peralatan. seperti terlihat pada gambar 1 berikut ini.

STANDARD DRAWING SYMBOL			
VALVE SYMBOLS	INSTRUMENTATION SYMBOLS	INSTRUMENTATION SYMBOLS	EQUIPMENT SYMBOLS
- GATE VALVE, HAND OPERATED - GLOBE VALVE - PLUG OR COCK VALVE - CHECK VALVE - BUTTERFLY VALVE - CONTROL VALVE - SOLENOID VALVE - MOTOR OPERATED VALVE - PISTON OPERATED VALVE - ANGLE VALVE/SAFETY , - RELIEF VALVE 	= TEMPERATURE INDICATOR - TEMPERATURE TRANSMITTER - TEMPERATURE RECORDER - TEMPERATURE CONTROLLER - LEVEL INDICATOR - LEVEL TRANSMITTER - LEVEL RECORDER - LEVEL CONTROLLER - FLOW INDICATOR - FLOW TRANSMITTER - FLOW RECORDER - FLOW CONTROLLER - PRESSURE INDICATOR - PRESSURE TEMPERATURE - PRESSURE RECORDER - PRESSURE CONTROLLER	= FLOW ELEMENT - TEMPERATURE ELEMENT - LEVEL GAUGE - ANALYZER TRANSMITTER - LEVEL ALARM - PRESSURE RECORDER CONTROLLER - PRESSURE INDICATOR CONTROLLER - TRANSDUCER LOCATION ON THE MAIN CONTROL PANEL - DISTINCT ELEMENTS - SHARED DISPLAY SHARED CONTROL IN DCS - COMPUTER LOGIC FUNCTION - PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL MOUNTED IN THE FIELD - DISTINCT ELEMENTS - SHARED DISPLAY SHARED CONTROL IN DCS - COMPUTER LOGIC FUNCTION - PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL/PLC	- CENTRIFUGAL PUMP TYPE - VERTICAL PUMP - HORIZONTAL PUMP - HEAT EXCHANGER - COOLING TOWER - ELECTRIC HEATER PIPING SYMBOLS - PIPING - STARLINER - FLANGE - REDUCER ECCENTRIC - REDUCER CONCENTRIC - TEE - CUP
PIPING AND CONNECTION SYMBOLS - PIPING - PROCESS CONNECTION - ELECTRICAL SIGNAL - PNEUMATIC SIGNAL - DATA LINK - CAPILLARY TUBING FOR FILLED SYSTEM - HYDRAULIC SIGNAL LINE - ELECTROMAGNETIC OR SONIC SIGNAL			

Gambar 1. Simbol gambar katup, piping, instrumentasi dan peralatan.

Salah satu sistem yang berpengaruh dalam proses rancangan uji untai kendali adalah sistem pemipaan reaktor , yaitu penentuan dan penetapan spesifikasi pipa dimaksudkan agar diketahui karakteristik dari pipa yang digunakan pada sistem pendingin primer maupun sekunder dari uji untai kendali reaktor riset. Persyaratan material, kekuatan bahan pipa harus mengacu pada perubahan temperatur pada saat reaktor beroperasi, lingkungan radiasi, ketahanan korosi, ketersediaan bahan di pasaran dan *fabrikasi*, sehingga memudahkan dalam inspeksi, perawatan dan perbaikan.

Proses kerja uji untai reaktor riset merupakan miniatur untuk mempelajari proses pendinginan primer dan sekunder sebuah reaktor , sehingga sistem pemipaan yang digunakan harus sesuai dengan karakteristik reaktor yang sebenarnya. Sebelum menentukan material pipa, diasumsikan dahulu, bahwa kapasitas uji untai kendali reaktor riset dengan daya 1 kW, dari kapasitas ini didapat bahwa kapasitas uji untai sebesar 431 liter/jam. Dengan perbedaan suhu antara suhu masuk dan keluar ke penukar panas sistem pendingin primer sebesar 2° C,



suhu tangki simulasi reaktor adalah 42°C, sesuai dengan kondisi reaktor yang diacu. Media pendingin reaktor adalah air dengan suhu 37°C setelah keluar dari penukar panas<sup>[3]</sup>. Berikut ini adalah gambar dari *Proses Flow Diagram* dari uji untai kendali reaktor riset. Dari gambar diagram alir proses di atas maka dapat diuraikan sistem kerjanya. Peralatan proses utama dari uji untai reaktor riset adalah : Tangki simulasi reaktor, Pompa pendingin primer, penukar panas , pompa pendingin sekunder, *cooling tower* dan bak penampung air.

#### 4.HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari persyaratan disain diatas, maka dipilih material pipa yang digunakan adalah jenis baja tahan karat austenit, dalam standar ASME B31.1 pipa yang terbuat dari bahan ini, disebut pipa A 376/TP 304. Dengan komposisi nominal 18%Cr-8%Ni. bahan ini mempunyai sifat tahan karat yang lebih baik, mempunyai ketahanan korosi, mampu bentuk dan mampu las dengan baik. Oleh karena itu bahan ini banyak dipakai pada berbagai industri kimia, bahan konstruksi, perabot dapur, turbin, mesin jet, mobil komponen berputar dan reaktor nuklir<sup>[4]</sup>. Berikut ini adalah komposisi SS 304 atau ASME B31.1 A 376/TP 304.

Tabel 1. komposisi baja tahan karat ASTM A 376/TP 304<sup>[5]</sup>

%Ni	%Mn	%P	%Cr
8	-	-	18

Tabel.2 Batas tegangan tarik yang diijinkan (ksi) pada temperatur (°F)<sup>[5]</sup>

Temperatur (°F)	Batas yang diijinkan (ksi)
100	18,8
200	17,8
300	16,6
400	16,2
500	15,9
600	15,9
700	15,9
750	15,6
800	15,2
850	14,9
900	14,7
1000	13,8
1050	12,2
1100	9,8
1200	6,1

Referensi: ASME B31.1 Power piping -1998, halaman 145.

Perhitungan diameter pipa : Dengan menggunakan persamaan 1  
Diketahui Debit aliran air  $Q_f = 431 \text{ kg/jam}$  atau  $431 \text{ liter/jam} = 0,00422 \text{ cuft/detik}$ , massa jenis air ( $\rho$ ) =  $62,43 \text{ lb/cuft}$

Maka diameter dalam pipa (ID) :

$$ID = 3,9 Q_f^{0,45} \cdot \rho^{0,13} = 3,9 \cdot (0,00422)^{0,45} \cdot (62,43)^{0,13} = 0,56 \text{ inch,}$$

Dipilih diameter pipa = 1 inch dengan schedule 40S, tebal pipa = 3,4mm. Pipa ini dapat mengalirkan fluida cair sebesar 2.690 galon/menit = 161,4 galon/jam = 610,899 liter/jam. Jadi aliran fluida cair akan lebih aman meskipun dipasang pipa fitting, dengan faktor keamanan yaitu sebesar  $= (610,899 \text{ liter/jam} - 431 \text{ liter/jam}) / 431 \text{ liter/jam} = 32,5\%$ .

Sistem pemipaan pada uji untai kendali reaktor riset dilengkapi dengan *valve* pengaturan dan *valve* pengaman yang dioperasikan secara otomatis ataupun dengan cara konvensional. *Valve* isolasi tipe *butterfly flaps* kode V-1001A,B dan V-1021A,B dipasang pada sisi *inlet* pendingin primer, digerakkan dengan *reduction gear* motor juga dapat digerakkan secara manual. *Selenoide valve* kode V-1003A,B,C dipasang pada sisi isap pompa primer



digerakkan secara *elektrik*. *Solenoid valve* kode V-1004A,B,C dipasang pada sisi tekan pompa *primer*, demikian juga pada pompa pendingin sekunder juga dilengkapi dengan *valve* dengan tipe yang sama seperti pada bagian pompa pendingin primer, karena tata letak pompa dengan model *typical*. *Solenoid valve* kode V-1005A dipasang pada tangki simulasi reaktor kode T-1005A, sedangkan *Gate valve* kode V-1006-7 dipasang pada sisi pendingin primer sebagai *valve* untuk pembuangan, pada penukar panas dipasang *solenoid valve* yang dikontrol secara otomatis. Berikut tabel peralatan sistem uji untai kendali Reaktor riset daya 1 kW.

Tabel 3. Peralatan Sistem Uji Untai Kendali Reaktor Riset<sup>[3]</sup>

No.	Nama Peralatan	Kode	Spesifikasi
1	Tangki Simulator Teras Reaktor	T-101	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stainless Steel 304</li> <li>• Tebal plat 3 mm</li> <li>• Volume air pendingin primer 0,862 m<sup>3</sup></li> <li>• Isolator silica board 50 mm</li> <li>• Jaket luar plat alumunium 0,2 mm</li> </ul>
2	Heater simulasi teras reaktor	HT-101	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daya 1 kW</li> <li>• Tipe <i>submersible</i></li> </ul>
3	Tangki <i>delay Chamber</i>	T-102	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stainless Steel 304</li> <li>• Tebal plat 3 mm</li> <li>• Volume air 0,009 m<sup>3</sup></li> <li>• <i>Delay time</i> 50 detik</li> </ul>
4	Valve isolasi tipe <i>Buterfly flaps</i>	V-101A, V-101B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dipasang pada sisi outlet pendingin primer</li> <li>• Digerakkan dengan <i>reduction gear motor</i></li> <li>• Dapat digerakkan secara manual</li> </ul>
5	Valve isolasi tipe <i>Buterfly flaps</i>	V-102A, V-102B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dipasang pada sisi inlet pendingin primer</li> <li>• Digerakkan dengan <i>reduction gear motor</i></li> <li>• Dapat digerakkan secara manual</li> </ul>
6	<i>Selenoit Valve</i>	V-103A, V-103B, V-103C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dipasang pada sisi isap pompa primer</li> <li>• Tipe <i>selenoit valve</i></li> <li>• Digerakkan dengan cara <i>elektrik</i></li> </ul>
7	Pompa pendingin primer	P-101A, P-101B, P-101C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahan baja karbon dan baja tahan karat dan dari jenis bahan polimer</li> </ul>
8	<i>Selenoit Valve</i>	V-104A, V-104B, V-104C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dipasang pada sisi tekan pompa primer</li> <li>• Digerakkan dengan cara <i>elektrik</i></li> <li>• Tipe <i>solenoid valve</i></li> </ul>
9	<i>Selenoit Valve</i>	V-105A, V-105B,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dipasang pada sisi tekan pompa primer</li> <li>• Digerakkan dengan cara <i>elektrik</i></li> <li>• Tipe <i>solenoid valve</i></li> </ul>



10	<i>Heat Echanger</i>	E-101A, E-101B	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dipasang secara <i>vertical</i></li> <li>● <i>Tip shell &amp; tube</i></li> <li>● Bahan baja tahan karat (SS.304)</li> </ul>
11	<i>Solenoid valve</i>	V-105A	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dipasang pada tangki simulasi T-101</li> <li>● Digerakkan dengan cara <i>elektrik</i></li> </ul>
12	<i>Check valve</i>	V-105B	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dipasang pada tangki simulasi T-101</li> </ul>
13	<i>Gate valve</i>	V-106	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dipasang pada tangki simulasi T-101</li> <li>● <i>Valve drainage</i></li> </ul>
14	<i>Gate valve</i>	V-107	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dipasang pada sisi inlet pendingin primer</li> <li>● <i>Valve drainage</i></li> </ul>
15	Pompa pendingin sekunder	P-201A, P-201B, P-201C	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bahan baja karbon dan baja tahan karat dan dari jenis bahan polimer</li> </ul>
16	<i>Cooling tower</i>	CT-201A, CT-201B	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bahan Polimer, baja karbon dan galvanis</li> </ul>
17	Bak penampung air pendingin	B-201	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bahan baja tahan karat</li> </ul>
18	<i>Solenoid Valve</i>	V-201A, V-201B,	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dipasang setelah bak penampung air Pendingin B-2001</li> <li>● Digerakkan dengan cara <i>elektrik</i></li> <li>● Tipe <i>solenoid valve</i></li> </ul>
19	<i>Solenoid Valve</i>	V-202A, V-202B, V-202C	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dipasang pada sisi isap pompa sekunder</li> <li>● Digerakkan dengan cara <i>elektrik</i></li> <li>● Tipe <i>solenoid valve</i></li> </ul>
20	<i>Solenoid Valve</i>	V-203A, V-203B, V-203C	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dipasang pada sisi tekan pompa sekunder</li> <li>● Digerakkan dengan cara <i>elektrik</i></li> <li>● Tipe <i>solenoid valve</i></li> </ul>
21	<i>Solenoid Valve</i>	V-204A, V-204B,	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dipasang pada sisi tekan pompa sekunder</li> <li>● Digerakkan dengan cara <i>elektrik</i></li> <li>● Tipe <i>solenoid valve</i></li> </ul>
22	<i>Valve isolasi tipe Butterfly flaps</i>	V-205A/B	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dipasang pada sisi <i>inlet</i> Dan <i>outlet</i> pendingin sekunder E-101A</li> <li>● Digerakkan dengan <i>reduction gear motor</i></li> <li>● Dapat digerakkan secara manual</li> </ul>
23	<i>Valve isolasi tipe Butterfly flaps</i>	V-206A/B	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dipasang pada sisi inlet dan <i>outlet</i> pendingin Sekunder E-</li> </ul>



			101A ●Digerakkan dengan <i>reduction gear motor</i> ● Dapat digerakkan secara manual
24	<i>Blowdown Valve</i>	V-207A	●Dipasang setelah HE/E-101A sebelum masuk menara pendingin ● <i>Solenoid valve</i> ● Operasi secara otomatis
25	<i>Blowdown Valve</i>	V-207B	● Dipasang setelah HE/E-101B sebelum masuk menara pendingin ● <i>Solenoid valve</i> ● Operasi secara otomatis
26	Pompa <i>make-up water</i>	P-202	●Dipasang pada sisi atas bak penampung Air Pendingin B-2001 ●Bekerja secara otomatis berdasarkan level air pendingin
27	<i>Dossing pump</i> (untuk pompa asam sulfat)	P-203	● Dipasang pada sisi atas bak penampung air Pendingin B-2001 ●Bekerja secara otomatis berdasarkan kontrol pH ● Kapasitas 0 s/d 10 liter/jam
28	<i>Dossing pump</i> (untuk pompa NALCO 23226)	P-204A	●Dipasang pada sisi isap pompa ●Bekerja secara otomatis ● Kapasitas 0 s/d 10 liter/jam
29	<i>Dossing pump</i> (untuk pompa NALCO 23226)	P-204B	●Dipasang pada sisi isap pompa ●Bekerja secara otomatis ● Kapasitas 0 s/d 10 liter/jam
30	<i>Dossing pump</i> (untuk pompa larutan sodium hipoklorit)	P-205A	● Dipasang pada sisi isap pompa ●Bekerja secara otomatis ● Kapasitas 0 s/d 20 liter/jam
31	<i>Dossing pump</i> (untuk pompa larutan sodium hipoklorit)	P-205B	● Dipasang pada sisi isap pompa ●Bekerja secara otomatis ● Kapasitas 0 s/d 20 liter/jam

*Instrumentasi sistem primer* dilengkapi dengan *level indikator* air kolam reaktor, sensor *ultrasonic* dipasang dalam kolam reaktor. *Level indikator* air kolam reaktor jenis sensor *kapasitif*, dan temperatur *indikator* dengan *termometer resistansi* dipasang di bagian atas dan bawah kolam reaktor dengan batas ukur 0 -70°C. *Indikator* tekanan dipasang pada sisi isap dan tekan pompa primer maupun sekunder.



Berikut adalah tabel *instrumentasi sistem primer dan sekunder*.

Tabel 4. Instrumentasi Sistem Primer <sup>[3]</sup>

No.	Instrumentasi	Kode	Spesifikasi
1	<i>Level Indikator</i> air kolam reaktor	LIC-105	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor <i>Kapasitif</i></li> <li>• Dipasang di dalam kolam</li> <li>• Jangkauan pengukuran 0 s/d 3 m</li> <li>• Mengukur <i>level</i> air kolam reaktor dan memicu sistem pemasok air bebas mineral / <i>demineralized water</i> untuk mengisi kolam reaktor dengan membuka <i>valve</i> V-105A</li> </ul>
2	<i>Level Indikator</i> air kolam reaktor	LIC-101, LIC-102	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor <i>ultrasonic</i></li> <li>• Dipasang di dalam kolam</li> <li>• Jangkauan pengukuran 0 s/d 3 m</li> <li>• Mengukur level air selama pengisian, Pengosongan dan level air selama beroperasi</li> <li>• Memicu penutupan V-101A/B dan V-102A/B, jika level air turun sampai di bawah batas minium</li> </ul>
3	<i>Temperatur Indikator</i>	TIC-101	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Termometer resistansi</i></li> <li>• Dipasang dibagian atas dan dibagian bawah kolam reaktor</li> <li>• Jangkauan ukur 0 s/d 70 °C</li> <li>• Mematikan dan menghidupkan <i>Heater</i> HT-101</li> </ul>
4	<i>Temperatur Indikator</i>	TI-102	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dipasang pada pipa sisi isap utama pompa <i>primer</i></li> </ul>
5	<i>Indikator Tekanan</i>	PI-101A, PI-101B, PI-101C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dipasang pada sisi isap tiap pompa <i>primer</i></li> </ul>
6	<i>Arifice Standart</i>	FIR-101A, FIR-101B, FIR-101C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dipasang pada cabang sisi isap tiap pompa</li> <li>• Jangkauan pengukuran 0 s/d 3 m<sup>3</sup>/jam</li> <li>• Mengukur aliran tiap pompa secara kontinyu dalam bentuk <i>analog, recorder, dan alarm</i></li> </ul>
7	Indikator kecepatan pompa ( <i>speed indicator</i> )	SI-101A, SI-101B, SI-101C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untuk mengamati kecepatan putaran pompa selama <i>start, operasi normal dan coast down</i></li> </ul>
8	Indikator Tekanan	PI-102A, PI-102B, PI-102C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dipasang pada sisi tekan tiap pompa primer</li> </ul>



9	<i>Termperatur Indikator</i>	TI-101, TI-1012, TI-103, TI-104	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Termokopel <i>resistansi</i></li> <li>• Dipasang pada sisi inlet dan outlet tiap penukar Panas</li> <li>• Jangkauan ukur 0 s/d 60 °C</li> <li>• Indikator suhu pada sisi <i>outlet</i> penukar panas dilengkapi dengan <i>recorder</i> dan <i>alarm</i> yang mengisyaratkan pengambilan panas oleh sisl sekunder dalam penukar panas</li> </ul>
---	------------------------------	---------------------------------	--

Tabel 5 .Instrumentasi Sistem Sekunder<sup>[3]</sup>

No.	Instrumentasi	Kode	Spesifikasi
1	<i>Indikator</i> aliran air pendingin	FIR-201A, FIR-201B, FIR-201C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dipasang pada pipa tekan Setelah pompa</li> <li>• Diukur secara <i>kontinyu</i></li> </ul>
2	<i>Indikator</i> tekanan air pendingin	PI-201A, PI-201B, PI-201C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dipasang pada pipa tekan setelah pompa</li> <li>• Diukur secara <i>kontinyu</i></li> </ul>
3	Temperatur Indikator air pendingin	TI-201A, TI-202B, TI-201C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dipasang pada pipa tekan setelah pompa</li> <li>• Diukur secara <i>kontinyu</i></li> <li>• Jangkauan ukur 0 s/d 70 °C</li> </ul>
4	<i>Indikator radioaktivitas <math>\gamma</math> (gama)</i>	RIC-205, RIC-206	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dipasang pada pipa aliran balik dari masing-masing penukar panas E-101A</li> <li>• <i>Radioaktivitas <math>\gamma = 5 \times 10^{-6}</math> Ci/m<sup>3</sup></i> katup isolasi menutup secara otomatis</li> <li>• Dllengkapi indicator alarm dan recorder</li> </ul>
5	<i>Level indicator</i>	LIC-202	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dipasang pada bak air pendingin sekunder B-201</li> <li>• Menggerakkan pompa <i>make-up water</i></li> </ul>

Gambar PID yang merupakan *out put* dari produk rancangan sistem uji untai kendali reaktor riset daya 1 kW, terlampir dalam makalah ini.

## 5.KESIMPULAN

Rancangan Sistem pemipaan uji untai kendali Reaktor Riset dengan Daya 1 kW, dengan debit aliran uji untai sebesar 431 liter/jam. Dengan laju alir air pendingin primer 431 liter/jam di dalam alat penukar panas dengan suhu air pendingin keluar 42°C dan suhu air masuk 40°C. Pendingin sekunder diambil dari *cooling tower* dengan laju alir 172 liter/jam. dengan suhu air pendingin keluar 37°C dan suhu air masuk 32°C .Pipa yang digunakan adalah dari bahan SS 304 dengan diameter 1 inch. *Schedule 40S* ketebalan 3,4 mm dan faktor keamanan 32,5%.

Dari rancang bangun ini, dihasilkan Gambar *Piping and Instrumentasi Diagram /PID*.



## 6.DAFTAR PUSTAKA

1. PUJI SANTOSO, " Laporan teknis Rancang Bangun Uji Untai Kendali Reaktor Riset" Laporan PIPKPP PRPN BATAN Edisi Nopember 2011.
2. A.CHAMSUDI,SUTRISNO " Modul Pelatihan Analisa Tegangan Pipa" Pusdiklat Batan, Agustus 2005.
3. SUWARDIYONO,AWALUDIN.M "Laporan teknis devisi proses Rancang Bangun Uji Untai Kendali Reaktor Riset" Juni 2011.
4. TATA SURDIA,SHINROKU SAITO "Buku Pengetahuan Bahan Teknik" Pradnya Paramita,cetakan ke 2 , Jakarta 1992.
5. ASME Code for Pressure Piping .B31 an American National Standard B31.1b Power piping" The American Society of Mechanical Engineers New York 1998.

### PERTANYAAN :

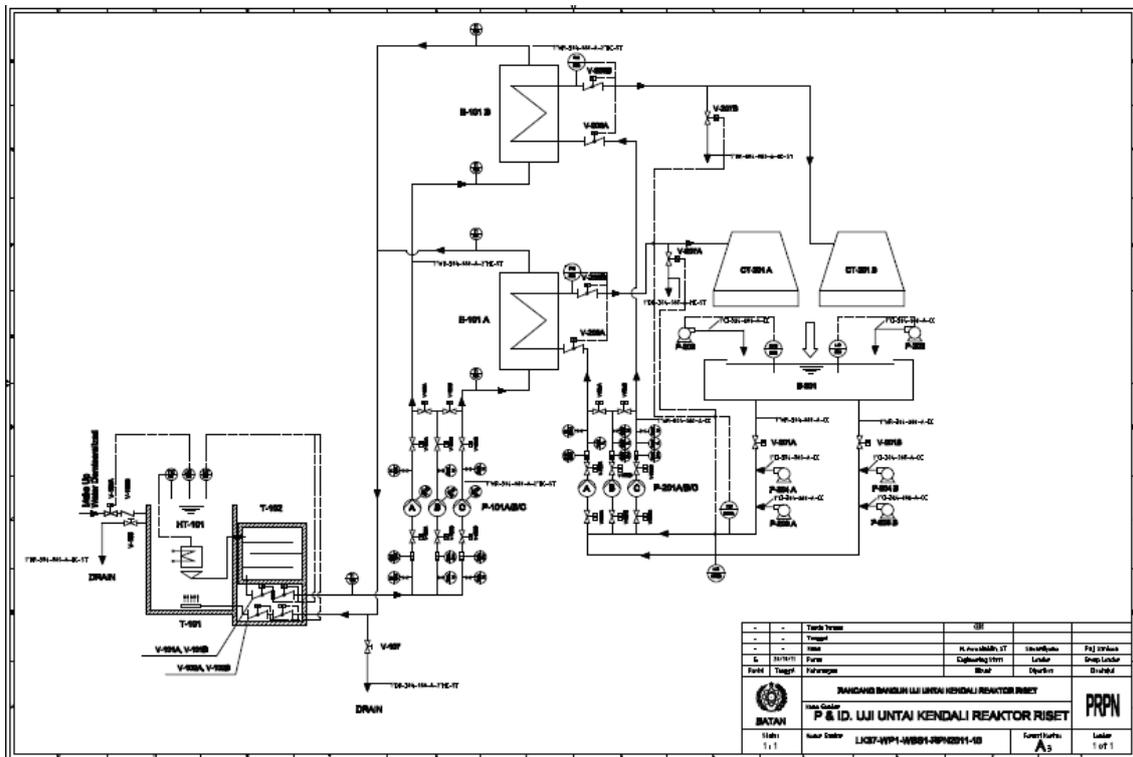
1. Kenapa tidak memakai pipa pralon? Diameter 1 inch SS apa tidak berlebihan ?(UTAJA)

### JAWABAN :

1. Sesuai dengan perancangan system pemipaan uji untai, material pipa disesuaikan dengan keadaan pemipaan yang sebenarnya. Terutama utk pemipaan system pendingin primer dan sekunder. Dalam pemipaan ada sambungan-sambungan yang bias menghambat aliran (Tee, elbow, reducer, yang jumlahnya banyak)sehingga dengan diameter pipa yang lebih besar dari data perhitungan maka aliran akan lebih cepat



Lampiran :



Gambar PID yang merupakan *out put* dari produk rancangan sistem uji untai kendali reaktor riset 1 kW, terlampir dalam makalah ini.