

RANCANGAN ALAT SISTEM PEMIPAAN DENGAN CARA TEORITIS UNTUK UJI POMPA SKALA LABORATORIUM

Oleh :

Aprizal⁽¹⁾

¹⁾Dosen Program Studi Teknik Mesin. Fakultas Teknik
Universitas Pasir Pengaraian
Email. ijalupp@gmail.com

ABSTRAK

Sistem perpipaan merupakan salah satu metode yang digunakan oleh manusia untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan bantuan pompa ataupun tanpa menggunakan pompa (gravitasi). Pada dasarnya fluida yang dialirkan melalui system perpipaan akan mengalir ketempat yang diinginkan selama tekanan yang diperlukan untuk mengalirkan fluida tersebut lebih besar dari tekanan fluida itu sendiri. Namun pada kenyataannya tekanan tersebut akan mengalami penurunan sepanjang pipa yang dilalui oleh fluida itu.

Untuk menghindari terjadinya kehilangan tekanan yang cukup besar pada system perpipaan, maka perlu dilakukan perencanaan yang tepat untuk membangun sebuah instalasi yang tepat dan efisien melalui analisa kemungkinan besarnya penurunan tekanan yang terjadi sepanjang pipa yang digunakan. Oleh karena itu penulis melakukan analisa penurunan tekanan yang terjadi pada sistem perpipaan. Dimana pipa yang digunakan adalah pipa jenis PVC berdiameter 1 inci yang terdiri dari lima rangkaian dan jumlah komponen pendukung perpipaan yang berbeda.

Analisa dilakukan pada system perpipaan yang menggunakan pompa tunggal, pompa seri dan pompa parallel. Dengan adanya perhitungan yang valid dari segi bahan pipa dan komponen perpipaan yang digunakan serta perhitungan yang tepat pada penurunan tekanan yang terjadi maka diharapkan akan diperoleh perencanaan system perpipaan yang baik.

Kata Kunci: Perpipaan, Pompa, Tekanan.

1. PENDAHULUAN

Fluida adalah suatu zat alir yang dapat mengalami perubahan bentuk secara kontiniu (terus-menerus) dan apabila diberi tegangan geser sekecil apapun akan mengalami pergeseran. Secara umum fluida dibedakan atas fluida cair dan fluida gas. Salah satu contoh dari fluida cair adalah air.

Air merupakan salah satu zat cair yang banyak digunakan oleh manusia. Manusia selalu menggunakan air untuk keperluan sehari-hari, bahkan untuk keperluan industri air juga dimanfaatkan, seperti untuk pengisian boiler, penyiraman bibit tanaman perkebunan, dan pengolahan makanan. Air yang dibutuhkan oleh industri ada yang dekat dan ada juga yang jauh

dari sumbernya. Bila sumber air yang diperlukan memiliki jarak yang jauh maka diperlukan waktu dan tenaga yang besar untuk membawa air tersebut ketempat penampungan secara tepat.

Dalam aplikasi kehidupan sehari-hari manusia menggunakan pompa untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan menggunakan sistem pemipaan yang akan mempermudah pengaliran fluida tersebut.

Pada saat ini sistem pemipaan sangat banyak digunakan, baik untuk industri besar ataupun industri yang kecil sistem pemipaan selalu dipakai. Fluida yang dibutuhkan akan dialirkan melalui suatu sistem pemipaan dari satu tempat ketempat yang lain dengan bantuan pompa. Tekanan yang dihasilkan oleh pompa akan

mendorong fluida agar dapat mengalir melewati sistem pemipaan yang telah ditentukan. Pada pelaksanaannya tekanan yang diperlukan untuk tugas tersebut akan semakin besar jika jarak yang ditempuh semakin besar pula, semakin panjang pipa dan semakin banyak instrument pemipaan yang dipakai maka tekanan yang hilang juga akan semakin besar. Oleh karena itu untuk memperkecil tekanan yang hilang akibat penggunaan instrument pemipaan maka perlu dilakukan perencanaan yang tepat untuk sistem pemipaan yang akan dipakai. Dengan melakukan analisa yang tepat pada berbagai sistem pemipaan dan komponen yang dipakai, akan mempermudah pemilihan dan perencanaan pemasangan sistem pemipaan yang lebih efisien.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pemipaan adalah suatu sistem pemasangan pada suatu instalasi atau konstruksi pipa suatu pabrik atau kilang. Salah satu komponen yang penting pada sistem perpipaan adalah katup. Secara umum katup digunakan untuk mengatur aliran fluida pada sistem pemipaan.



Gambar 1 Gate Valve

Komponen penyambung (*fitting*) berulir digunakan pada instalasi perpipaan dengan ukuran diameter di bawah 4".

Komponen-komponen yang sering digunakan pada pipa adalah:

1. Elbow, digunakan untuk membelokkan aliran. Bentuk dari elbow dapat dilihat pada gambar



Gambar 2 Elbow

2. Komponen penyambung T, digunakan untuk membagi aliran secara tegak lurus



Gambar 3 Penyambung T

Pompa merupakan alat yang berfungsi untuk memindahkan suatu fluida dari satu tempat ke tempat yang lain atau dari tempat yang rendah ketempat yang lebih tinggi. Prinsip kerja pompa adalah mengubah energi mekanik poros menjadi energi mekanik fluida (*energi kinetik*), sehingga akan menimbulkan tekanan yang lebih tinggi pada sisi buang (*discharge*) dibandingkan dengan pada sisi masuk/isap (*suction*).

Besarnya daya pompa yang dibutuhkan untuk mengalirkan fluida dalam pipa untuk setiap instalasi pemipaan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$N_p = \frac{\rho \times g \times Q \times h}{\eta_p}$$

Pressure gauge merupakan salah satu jenis alat ukur yang banyak digunakan saat ini. Penggunaannya yang mudah dan praktis membuat alat ini lebih sering digunakan di industri. Pressure gauge dilengkapi dengan skala ukur yang memudahkan pemakai untuk mengetahui tekanan yang diteliti dengan cepat sehingga kemungkinan kesalahan pengukuran akibat pembacaan ukuran semakin kecil.



Gambar 5 Pressure gauge

Head tekanan (*h*) menyatakan tinggi suatu kolom fluida homogen yang akan menghasilkan suatu kekuatan tekanan tertentu. Head tekanan dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$h = \frac{P}{\rho \times g}$$

Rugi mayor atau kehilangan energi akibat gesekan dengan dinding pipa di aliran seragam dapat dihitung dengan persamaan Darcy-Weisbach sebagai berikut:

$$h_f = f \frac{L v^2}{D 2g}$$

Kehilangan energi karena adanya katup dapat ditentukan dengan persamaan:

$$H_v = K_v \times \frac{V^2}{2g} \times n$$

Tabel 1 Koefisien Hambatan K_v Pada Katup Terbuka Penuh

Diameter (in)	0.5	1	2	3
Bola	14	8.2	6.9	5.7
Gerbang	0.3	0.24	0.16	0.11
Engsel searah	5.1	2.9	2.1	2
Sudut	9	4.7	2	1

Rugi-rugi *head* pada aliran pipa tertutup sangat tergantung pada jenis pipa dan komponen pemipaan yang digunakan. Salah satu komponen pemipaan yang dapat menyebabkan terjadinya rugi head adalah fitting atau sambungan pada pipa. Jenis-jenis *fitting* yang sering digunakan pada sistem pemipaan adalah *elbow*, *flange*, sambungan cabang empat dan sambungan T.

Adapun cara yang digunakan untuk mencari rugi head yang disebabkan oleh *fitting* sama halnya dengan rumus yang digunakan untuk mencari rugi head yang disebabkan oleh katup maupun ekspansi. Yang membedakannya hanyalah nilai konstanta tahanan K. Persamaan yang digunakan adalah :

$$H = K \times \frac{V^2}{2g} \times n$$

Tabel 2 Nilai tahanan K_{el} pada elbow

Elbow	Diameter (inchi)			
	½	1	2	4
45° Biasa	0.39	0.32	0.3	0.29
45° Ruji panjang	0.39	0.32	0.3	0.29
90° Biasa	2	1.5	0.950	0.64
90° ruji panjang	1	0.72	0.41	0.23
180° Biasa	2	1.5	0.95	0.64

Sambungan T digunakan untuk mengalirkan cairan pada dua sisi, dimana salah satu sisinya mengarah kekiri atau ke kanan dan aliran yang lain tetap lurus. Untuk nilai tahanan K pada sambungan T dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Nilai tahanan K pada sambungan T

Arah aliran	Diameter Pipa			
	1/2	1	2	4
Aliran Utama	0.9	0.9	0.9	0.9

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat pengujian yang rencanakan untuk memperoleh data analisa perubahan tekanan fluida terdiri atas lima rangkaian pemipaan yang berbeda , dimana fluida yang dialirkan pada pemipaan tersebut adalah air. Alat pengujian yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.1.

Data yang direncanakan untuk melakukan analisa perubahan tekanan fluida pada alat uji pemipaan diperoleh dari:

1. Rumus dasar pompa yang di hitung secara matematis dengan ketentuan-ketentuan yang sudah ada.
2. Perencanaan yang dilakukan terdiri dari tiga tahap, dimana tahap pertama adalah perencanaan yang menggunakan pompa tunggal dan lima rangkaian pemipaan. Tahap kedua adalah perencanaan dengan menggunakan pompa seri, dan tahap yang ketiga adalah perencanaan yang menggunakan rangkaian pompa paralel dengan lima sistem pemipaan yang berbeda.

Komponen Pemipaan Pada Sistem Pemipaan Dengan Pompa Tunggal

Sistem pemipaan yang digunakan untuk analisa penurunan tekanan (ΔP) pada suatu instalasi perpipaan yang menggunakan satu unit pompa. Sistem pemipaan yang digunakan untuk analisa penurunan tekanan pada perencanaan ini terdapat komponen pendukung pemipaan seperti pompa, katup, elbow, dan sambungan T.

Berdasarkan perencanaan, alat uji yang digunakan untuk memperoleh data, maka spesifikasi komponen pemipaan yang digunakan dapat diketahui seperti pada tabel 4. Data yang tercantum pada tabel merupakan data yang

direncanakan untuk pembuatan alat uji pemipaan.

Komponen Pemipaan Pada Sistem Pemipaan Dengan Pompa Seri

Sistem pemipaan yang digunakan untuk analisa penurunan tekanan (ΔP) pada suatu instalasi perpipaan yang menggunakan pompa seri. Sistem pemipaan yang digunakan untuk analisa penurunan tekanan pada perencanaan ini terdapat komponen pendukung pemipaan seperti pompa, katup, elbow, dan sambungan T.

Berdasarkan perencanaan, alat uji yang digunakan untuk memperoleh data, maka spesifikasi komponen pemipaan yang digunakan dapat diketahui seperti pada tabel 5. Data yang tercantum pada tabel merupakan data yang direncanakan untuk pembuatan alat uji pemipaan.

Komponen Pemipaan Pada Sistem Pemipaan Dengan Pompa Paralel

Sistem perpipaan yang digunakan untuk analisa penurunan tekanan (ΔP) pada suatu instalasi perpipaan yang menggunakan dua unit pompa. Sistem pemipaan yang digunakan untuk analisa penurunan tekanan pada perencanaan ini terdapat komponen pendukung pemipaan seperti pompa, katup, elbow, dan sambungan T.

Berdasarkan perencanaan, alat uji yang digunakan untuk memperoleh data, maka spesifikasi komponen pemipaan yang digunakan dapat diketahui seperti pada tabel 6. Data yang tercantum pada tabel merupakan data yang direncanakan untuk pembuatan alat uji pemipaan

Tabel 4 Daftar Komponen Pemipaan Dengan Pompa Tunggal

No	Spesifikasi	Notasi	Nilai	Sat	
1	Diameter pipa yang digunakan				
	Pipa Hisap Pompa I	D_d	0.0266	m	
	Pipa Hisap Pompa II	D_d	0.0266	m	
2	Pipa Tekan	D_d	0.0266	m	
	Jumlah Elbow 90 ⁰				
	Pipa Hisap I		0		
	Pipa Hisap II		1		
	Pipa 1		1	Buah	
	Pipa 2		5	Buah	
	Pipa 3		9	Buah	
	Pipa 4		6	Buah	
	Pipa 5		9	Buah	
	3	Jumlah Katup Yang digunakan			
Pipa Hisap I			1	Buah	
Pipa Hisap II			0		
Pipa 1			2	Buah	
Pipa 2			4	Buah	
Pipa 3			7	Buah	
Pipa 4			8	Buah	
Pipa 5			9	Buah	
4		Jumlah Sambungan T			
		Pipa Hisap I		1	Buah
	Pipa Hisap II		0		
	Pipa 1		1	Buah	
	Pipa 2		4	Buah	
	Pipa 3		6	Buah	
	Pipa 4		8	Buah	
	Pipa 5		9	Buah	
	5	Panjang Pipa			
		Pipa Hisap I	L_s	0.97	m
Pipa Hisap II			0,76		
Pipa Tekan		L_d			
Pipa 1		L_1	1.23	m	
Pipa 2		L_2	1.72	m	
Pipa 3		L_3	2.66	m	
Pipa 4		L_4	2.98	m	
Pipa 5		L_5	3.48	m	

Tabel 5 Daftar Komponen Pemipaan Pada Rangkaian Pompa Seri

NO	SPESIFIKASI	NOTASI	NILAI	SAT
1	Diameter pipa yang digunakan			
	Pipa Hisap	Ds	0.0266	m
	Pipa Tekan	Dd	0.0266	m
2	Jumlah Elbow 90 ⁰			
	Pipa Hisap		1	Buah
	Pipa Tekan I		1	Buah
	Pipa Tekan II			
	Terdiri Dari:			
	Pipa 1		1	Buah
	Pipa 2		5	Buah
	Pipa 3 &5		9	Buah
	Pipa 4		6	Buah
3	Jumlah Katup Yang digunakan			
	Pipa Tekan I		1	Buah
	Pipa Tekan II			
	Terdiri Dari:			
	Pipa 1		2	Buah
	Pipa 2		4	Buah
	Pipa 3		7	Buah
	Pipa 4		8	Buah
	Pipa 5		9	Buah
4	Jumlah Sambungan T			
	Pipa Tekan I		2	Buah
	Pipa Tekan II			
	Terdiri Dari:			
	Pipa 1		1	Buah
	Pipa 2		4	Buah
	Pipa 3		6	Buah
	Pipa 4		8	Buah
	Pipa 5		9	Buah
5	Panjang Pipa			
	Pipa Hisap	Ls	0.76	m
	Pipa Tekan I	L _{di}	1,17	m
	Pipa Tekan II			
	Terdiri Dari:			
	Pipa 1	L1	1,23	m
	Pipa 2	L2	1,72	m
	Pipa 3	L3	2,66	m
	Pipa 4	L4	2,98	m
	Pipa 5	L5	3,48	m

Tabel 6 Daftar Komponen Pemipaan Dengan Pompa Paralel

No	Spesifikasi	Notasi	Nilai	Sat	
1	Diameter pipa yang digunakan				
	Pipa Hisap Pompa I	D _d	0.0266	m	
	Pipa Hisap Pompa II	D _d	0.0266	m	
	Pipa Tekan	D _d	0.0266	m	
2	Jumlah Elbow 90 ⁰				
	Pipa Hisap II		1		
	Pipa 1		2	Buah	
	Pipa 2		6	Buah	
	Pipa 3		10	Buah	
	Pipa 4		6	Buah	
	Pipa 5		9	Buah	
	3	Jumlah Katup Yang digunakan			
		Pipa Hisap I		1	Buah
Pipa 1			7	Buah	
Pipa 2			8	Buah	
Pipa 3			9	Buah	
Pipa 4&5			10	Buah	
4		Jumlah Sambungan T			
		Pipa Hisap I		1	Buah
		Pipa 1		6	Buah
	Pipa 2		8	Buah	
	Pipa 3		9	Buah	
	Pipa 4&5		10	Buah	
5	Panjang Pipa				
	Pipa Hisap I	L _s	0.97	m	
	Pipa Hisap II		0,76		
	Pipa Tekan	L _d			
	Pipa 1	L ₁	2,95	m	
	Pipa 2	L ₂	3,15	m	
Pipa 3	L ₃	3,79	m		
Pipa 4	L ₄	3,81	m		
Pipa 5	L ₅	4,05	m		

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa perubahan tekanan fluida pada sistem pemipaan dengan cara teoritis skala laboratorium, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Semakin panjang instalasi pemipaan yang digunakan untuk mengalirkan fluida dari suatu tempat ketempat yang lain, maka head yang hilang akan semakin besar.
2. Semakin banyak komponen pemipaan yang terpasang pada suatu instalasi perpipaan maka akan menimbulkan rugi head yang semakin besar.
3. Apabila suatu instalasi pemipaan menggunakan pompa seri untuk mengalirkan fluida melalui pipa tersebut maka head atau tekanan fluida akan semakin besar namun kapasitas aliran fluida yang dapat dipindahkan adalah cenderung naik
4. Apabila suatu instalasi pemipaan menggunakan pompa parallel untuk mengalirkan fluida melalui pipa tersebut maka kapasitas aliran fluida yang dapat dipindahkan akan semakin besar, namun head yang dihasilkan oleh fluida adalah naik
5. Dari hasil analisa yang dilakukan diperoleh bahwa penurunan tekanan yang terjadi pada pipa lurus dan memiliki sedikit komponen pemipaan yang terpasang pada system pemipaan lebih kecil dibandingkan dengan system pemipaan yang memiliki belokan dan banyak komponen pemipaan yang terpasang pada system pemipaan baik yang menggunakan pompa tunggal, seri maupun paralel. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan pipa yang lurus atau sedikit belokan dan sedikit pemasangan komponen pemipaan lebih baik dan efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Fritz Dietzel dan Dakso Sriyono*, 1993," **Turbin Pompa dan Kompresor**". Erlangga,Jakarta.
- Sularso dan Tahara Haruo*, 1983," **Pompa dan Kompresor**".Pradnya Paramita,Jakarta.
- Igor J.Karasik,krtzsch,Frazer Warrem H, Joseph P*, 1976,"**Pump Hand Book**". Megraw Hill Book Co, New York.
- Victor L.Streeter, E. Benjamin Wylie dan Arko Prijono*, 1992,"**Mekanika Fluida 1**", Erlangga,Jakarta.
- Austin H. Church dan Zulkifli Harahap*, 1990," **Pompa dan Blower Sentrifugal**", Erlanga, Jakarta.
- Stephen Lazar Kiewieez dan T. Trokolanski*, 1965, "**Impeller Pump**", Wydaw Nieta Naukwo Twchrieznie, Warsawa.
- Raswari*, 1997,"**Perencanaan dan Penggambaran Sistem Perpipaan**", UI, Jakarta
- Zuhal*, 1982,"**Dasar Tenaga Listrik**". ITB Bandung.
- Dr. Ir. Ponten M. Naigaho*, 1996, "**Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit**", Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan.