

ANALISIS KERUGIAN TEKANAN PADA SAMBUNGAN PIPA UDARA DI UNIT ASEMBLING GEDUNG H PT. ARISAMANDIRI PRATAMA DEMAK

Suyadi, Hariyanto, Wahyu Djalmono, Anisa Setyowati

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. H. Sudarto, SH., Tembalang, Kotak Pos 6199/SMS, Semarang 50329
Telp.7473417, 7466420 (Hunting), Fax. 7472396
Email: suyadimt@yahoo.com

Abstrak

Permasalahan mendasar pada sistem perpipaan yaitu kerugian tekanan.. Kerugian tekanan terjadi pada mesin pinning unit assembling Gedung H PT. Arisamandiri Pratama dengan tekanan input sebesar 0,65 MPa namun tekanan output 0,4 MPa. Penelitian analisis kerugian tekanan akibat kebocoran sambungan pipa udara merupakan upaya meminimalisir kerugian tekanan yang terjadi setelah dilakukan solusi perbaikan pipa. Dalam penelitian ini, akan dihitung kerugian tekanan mayor akibat gesekan di sepanjang pipa dan kerugian minor akibat sambungan pipa. Analisis kerugian tekanan dilakukan dengan metode perbandingan perhitungan aktual dengan modifikasi. Setelah dihitung, penyebab utama terjadinya kerugian tekanan yaitu adanya kebocoran pada pipa. Perawatan dan perbaikan pada pipa line assembling Gedung H PT. Arisamandiri Pratama merupakan solusi untuk mengatasi kebocoran.

Kata Kunci : “Kebocoran”, “Kerugian tekanan”, “Sambungan pipa”.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi saat ini dalam penggunaan pipa sudah umum di masyarakat. Hampir tidak ada didalam kehidupan saat ini yang tidak bersinggungan dengan pipa dan jaringannya. Disetiap pembangunan gedung bertingkat untuk perkantoran, rumah sakit, hotel, selalu terlihat adanya penggunaan pipa baik untuk keperluan sanitasi, pengaliran pendingin udara, pengaliran fluida ke tangki reservoir, maupun jaringan pneumatik. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam mendesain jalur pipa antara lain standart harus sesuai dengan tujuan jalur pipa dibuat, pemilihan jenis pipa dan material yang digunakan, serta perhitungan dan pemilihan ketebalan pipa harus menjamin jalur pipa dapat dioperasikan secara maksimal dan aman (Tri, 2014). Permasalahan mendasar bagi jaringan perpipaan yaitu adanya kebocoran sistem atau kehilangan energi. Dengan mengetahui kebocoran sistem atau kerugian energi dalam suatu sistem atau instalasi perpipaan, efisiensi penggunaan energi dapat ditingkatkan sehingga diperoleh

keuntungan yang maksimal (Zainudin,2012). PT Arisamandiri Pratama merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur injeksi plastik yang mengaplikasikan pneumatik dalam proses assembly produk dimana terjadi kebocoran pada sambungan instalasi pipa udara pada line Assembling Gedung H yang mana tekanan input pada pneumatik sebesar 0.65 MPa tetapi output mesin pinning pada line 1 sebesar 0.4 Mpa, sehingga diperlukan perbaikan pipa maka dalam permasalahan ini akan membahas “Analisis Kerugian Tekanan Pada Sambungan Pipa Udara Di Unit Assembling Gedung H PT Arisamandiri Pratama Demak”. Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah

- Menghitung kerugian tekanan akibat kebocoran pada sambungan pipa udara di Unit Assembling Gedung H PT Arisamandiri Pratama Demak.
- Merencanakan solusi perbaikan pipa yang tepat untuk meminimalisir kebocoran pada jaringan pipa udara Gedung H PT Arisamandiri Pratama.

2. Metode Penelitian

1) Metode Observasi

Metode Observasi yang dilakukan di PT Arisamandiri Pratama, dimana Unit Assembling Gedung H yang mengalami kebocoran pada sambungan jaringan pipa udara yang menyebabkan penurunan tekanan.

2) Metode Studi Literatur

Metode literatur digunakan untuk memperoleh informasi, dasar teori yang diperoleh dari buku dan internet.

3) Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan mengumpulkan data yang meliputi diameter pipa, tekanan udara, panjang pipa, jumlah sambungan pada pipa, temperatur aliran udara, debit aliran udara.

4) Analisis Pengolahan Data

Menghitung kerugian tekanan pada 3 line pipa udara kemudian membandingkan dan menganalisis kerugian tekanan udara setelah mengurangi jumlah sambungan.

5) Rekomendasi Implementasi

Setelah pengolahan data kemudian dilanjutkan dengan hasil analisis dengan rekomendasi implementasi usulan perbaikan pipa akibat kebocoran ringan pada instalasi pipa udara Gedung H PT Arisamandiri Pratama.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Data Pengukuran

Berikut adalah data pengukuran pipa dan jumlah sambungan pipa gedung H PT. Arisamandiri Pratama Demak.

Material pipa line assembling yaitu galvanis dengan spesifikasi seperti gambar dibawah ini

Nominal Size		Outside Diameter		Class	Thickness	Mass of Black Pipe	
(DN)		Max	Min			Plain End	Screw and Socketed
in	mm	mm	mm		mm	Kg/m	Kg/m
1/2	15	21.4	21.0	Light	2.00	0.947	0.956
		21.7	21.1	Medium	2.60	1.21	1.22
				Heavy	3.20	1.44	1.45
3/4	20	26.9	26.4	Light	2.30	1.38	1.39
		27.2	26.6	Medium	2.60	1.56	1.57
				Heavy	3.20	1.87	1.88
1	25	33.8	33.2	Light	2.30	1.98	2.00
		34.2	33.4	Medium	3.20	2.41	2.43
				Heavy	4.00	2.94	2.96
1 1/4	32	42.5	41.9	Light	2.60	2.54	2.57
		42.9	42.1	Medium	3.20	3.10	3.13
				Heavy	4.00	3.80	3.83
1 1/2	40	48.4	47.8	Light	2.90	3.23	3.27
		48.8	48.0	Medium	3.20	3.57	3.61
				Heavy	4.00	4.38	4.42
2	50	60.2	59.6	Light	2.90	4.08	4.15
		60.8	59.8	Medium	3.60	5.03	5.10
				Heavy	4.50	6.19	5.26
2 1/2	65	76.0	75.2	Light	3.20	5.71	5.83
		76.6	75.4	Medium	3.60	6.43	6.55
				Heavy	4.50	7.93	8.05
3	80	88.7	87.9	Light	3.20	6.72	6.89
		89.5	88.1	Medium	4.00	8.37	8.54
				Heavy	5.00	10.30	10.50
4	100	113.9	113	Light	3.60	9.75	10.00
		114.9	113.3	Medium	4.50	12.20	12.50
				Heavy	5.40	14.50	14.80
5	125	140.6	138.7	Medium	5.00	16.60	17.10
		140.6	138.7	Heavy	5.40	17.90	18.40
6	150	166.1	164.1	Medium	5.00	19.70	20.30
		166.1	164.1	Heavy	5.40	21.30	21.90

Gambar 1. Galvanized Pipe SNI 0039:2010

Tabel 1. Data pengukuran pipa

Line	Pipa Bagian	P in (Mpa)	Aplikasi	P out (Mpa)	D (mm)	L (m)	Q (m3/s)	T (K)
	1	0,65			26,89	1		305,8
	2	0,65			33,39	15		303,5
	3	0,65			33,39	4		303,2
1		0,65	Mesin Pinning	0,4	33,39	24,975	0,0033	302,9
2		0,65	Mesin Press	0,34	33,39	12,61	0,00375	302,1
3		0,65	Mesin Pinning	0,19	33,39	14,61	0,0035	304,1

Tabel 2. Data jumlah sambungan pipa

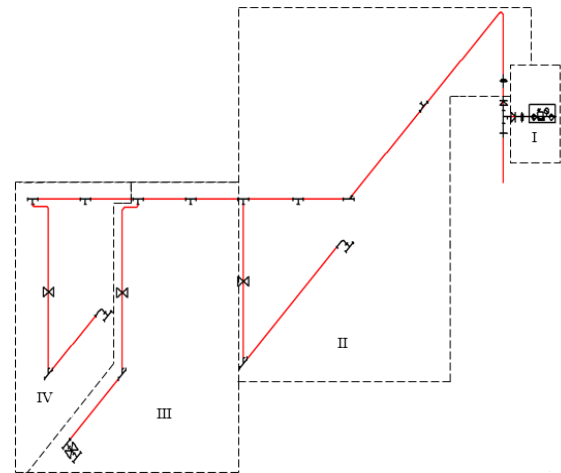
Line	Jumlah Komponen Sambungan Pipa				
	Tee (buah)	Elbow (buah)	Reducer (buah)	Union (buah)	Ball Valve (buah)
1	7	2	1	1	1
2	6	2	-	-	2
3	5	3	-	-	1



Gambar 2. Instalasi pipa udara line assembling Gedung H PT. Arisamandiri Pratama



Gambar 7. Sambungan pipa udara line assembling Gedung H PT. Arisamandiri Pratama



Keterangan :

I merupakan pipa bagian 1

II merupakan pipa line 1

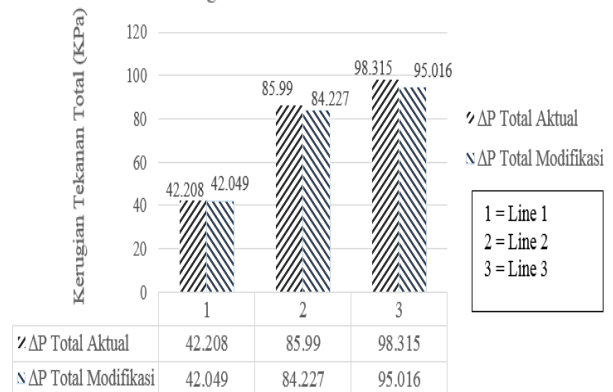
III merupakan pipa line 2

IV merupakan pipa line 3

Gambar 8. Instalasi pipa line assembling Gedung H PT. Arisamandiri Pratama

3.2. Hasil dan Pembahasan

Perbandingan Kerugian Tekanan Total Tiap Line Gedung H PT. Arisamandiri Pratama



Gambar 9. Grafik kerugian tekanan total line assembling Gedung H PT. Arisamandiri Pratama

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa kerugian tekanan total modifikasi yang dilakukan pada 3 line assembling sebesar 42,049 [KPa] pada line 1; 84,227[KPa] pada line 2 dan 95,016 [KPa] pada line 3, yang mana lebih kecil jika dibandingkan kerugian

total aktual yang terjadi 42,208 [KPa] pada line 1; 85,99[KPa] pada line 2; dan 98,315[KPa] pada line 3. Perbedaan kerugian tekanan ini terjadi karena pengurangan jumlah sambungan perpipaan pada line 1, 2 dan 3. Mengacu pada persamaan 2.8 perhitungan kerugian tekanan minor pada instalasi perpipaan, dimana kerugian tekanan yang terjadi akan semakin besar seiring dengan nilai koefisien hambatan sambungan semakin besar pula.

Selain faktor jumlah sambungan pipa, faktor lain yang juga mempengaruhi kerugian tekanan yang terjadi pada line 1, 2, dan 3 yaitu faktor panjang aliran udara yang mengalir pada pipa. Hubungan kerugian tekanan dengan panjang pipa mengacu pada persamaan 2.7 perhitungan kerugian tekanan mayor. Dapat dilihat pada grafik diatas bahwa kerugian tekanan yang terjadi pada line 3 lebih besar jika dibandingkan dengan line 1 maupun line 2, hal ini disebabkan karena panjang aliran udara yang melalui pipa menuju line 3 lebih besar sebesar 14,61 m dibandingkan dengan line 2 sebesar 12,61 m dan line 1 sebesar 9,975 m. Jadi semakin panjang aliran udara yang mengalir dalam pipa, semakin besar pula kerugian tekanan yang terjadi pada instalasi pipa tersebut sehingga akibatnya tekanan output mesin yang semakin kecil karena adanya kehilangan tekanan.

Tabel 3. Laju aliran massa tiap line

Input	Laju aliran massa input (kg/s)	Output	Laju aliran massa input (kg/s)
Pneumatik	0,117	Mesin Pinning Line 1	0,0246
Pneumatik	0,117	Mesin Press Line 2	0,0281
Pneumatik	0,117	Mesin Pinning Line 3	0,0261

Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat bahwa laju aliran massa input dari pneumatik menuju ke output mesin pada tiap line di gedung H PT. Arisamandiri Pratama mengalami kerugian. Kerugian yang terjadi ini dipengaruhi adanya percabangan pada pipa bagian 2 menuju ke line 1, 2 dan 3. Separasi yang terjadi pada percabangan pipa mengakibatkan aliran menjadi turbulen dimana kecepatan aliran udara juga meningkat sehingga gesekan menjadi tinggi dan menyebabkan penurunan tekanan pada keluaran mesin tiap line. Kekasaran permukaan dinding pipa yang dilalui udara tekanan juga mempengaruhi penurunan tekanan, dimana semakin kasar suatu permukaan maka semakin besar pula nilai gesekannya maka semakin besar pula kerugian tekanan mayor yang terjadi.

Hasil analisis kerugian tekanan mayor akibat gesekan pada dinding pipa dan kerugian tekanan minor akibat sambungan pada instalasi pipa tidak terlalu signifikan pengaruhnya terhadap penurunan tekanan yang terjadi di unit assembling gedung H PT. Arisamandiri Pratama. Kerugian tekanan total pada line 1 aktual sebesar 7,423[KPa]. Jadi seharusnya setelah dianalisis penurunan tekanan yang terjadi pada line 1 sebesar 0,65 [MPa] atau 650 [KPa] dikurangi 7,423 [KPa] yaitu 642,577 [KPa] namun pada kenyataannya tekanan output yang dihasilkan mesin pinning pada line 1 sebesar 0,4 [MPa]. Perbedaan tekanan ini yang membuktikan adanya kebocoran pada instalasi pipa udara unit assembling gedung H PT. Arisamandiri Pratama. Untuk itu perlu adanya tindakan inspeksi, perawatan, serta perbaikan pipa untuk mengatasi kebocoran tersebut.

Inspeksi yang dapat dilakukan untuk sistem perpipaan antara lain

1) Uji pneumatik

Pengetesan ini menggunakan udara atau gas nitrogen yang disuplai dari kompresor. Tekanan awal yang diberikan adalah $1,5 \text{ kg/cm}^2$ dan dipertahankan dalam jangka waktu yang tertentu untuk mendapatkan strain yang sama pada pipa. Semua sambungan dapat diperiksa dari kebocoran dengan menggunakan cairan yang berbusa.

2) Tes hidrostatik

Pengetesan ini menggunakan air dengan temperature minimum 10°C , pompa yang digunakan untuk mensuplai air dan bagian atau sistem yang akan dites harus dilengkapi alat pengukuran yang berbeda. Tekanan dinaikkan secara continue dan perlahan agar diperoleh strain yang sama pada pipa selama pengetesan.

3) Uji "X" Ray

Pengetesan sambungan las pada pipa, dimana untuk pengetesan X ray ini dapat difoto sambungan las tersebut. Seandainya terdapat ketidak sempurnaan pada pengelasan bahkan kebocoran, maka hal tersebut dapat terlihat pada hasil pengetesan yang berupa film.

4) Pengecekan ketebalan pipa (*wall thickness*)

Pengujian ini dapat dilakukan dengan menggunakan alat yang dinamakan alat uji wall thickness. Apabila pipa tersebut telah mencapai batas ketebalan minimum yang diijinkan pipa untuk beroperasi, sebaiknya dilakukan penggantian pipa dengan spesifikasi yang sama dengan sebelumnya. Ketebalan minimum yang diijinkan untuk pipa line *assembling* pada gedung H PT. Arisamandiri Pratama dapat dihitung dengan persamaan yang mengacu pada standart ASTM (*American Society of Testing Material*) A53/ A53M Standart Specification for pipe, steel, black and hot dipped, zinc-

coated, welded and seamless yaitu $t_s \times 0,875 = t_m$. t_s merupakan tebal spesifikasi pada pipa galvanis, dan t_m merupakan tebal minimum yang diijinkan pada pipa galvanis.

5) Pengecekan sambungan

Pengecekan secara berkala pada pipa sambungan udara dari kompresor menuju sistem pneumatik terhadap kebocoran, kekencangan sambungan perlu dilakukan.

6) Penggantian pipa

Estimasi waktu untuk penggantian pipa line atau sisa usia pakai pipa assembling gedung H PT. Arisamandiri Pratama dapat dihitung dengan menghitung ketebalan spesifikasi dikurangi ketebalan minimum yang diizinkan sesuai perhitungan ASTM (*American Society of Testing Material*) kemudian dibagi dengan laju keausan pipa selama 1 hari beroperasi. Sehingga diperoleh waktu penggantian pipa. Penyebab kebocoran pada line assembling gedung H PT Arisamandiri Pratama serta perbaikannya.

1) Kesalahan pemasangan

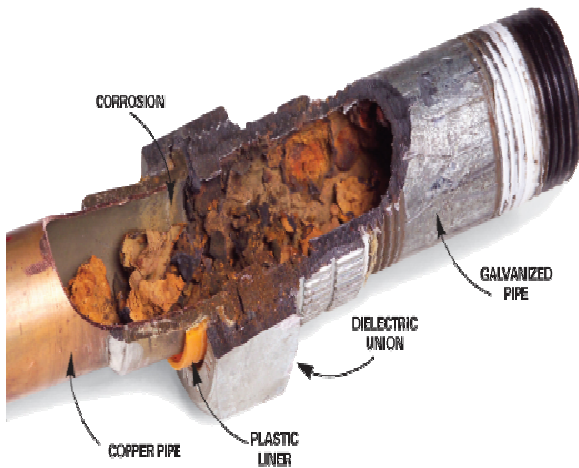
Sambungan yang tidak tepat terpasang menyebabkan adanya celah yang dapat dilalui udara sehingga terjadi kebocoran. Ulir pada pipa dan sambungan yang telah aus juga mempengaruhi sambungan tidak terpasang dengan pas.

Perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengatasi kebocoran pada sambungan instalasi pipa udara tiap line yaitu dengan menggunakan sealtape. Prosedur pemasangan sealtape pada sambungan ulir juga harus benar. Sealtape sebaiknya dililitkan berlawanan arah ulir sehingga saat dikencangkan lilitan seal tape tidak menggulung balik (terlepas). Seal tape hanya dipasang pada 4 ulir terdepan dan tidak perlu sepenuh ulir karena seal tape yang membentuk sealant/sekat hanya yang berada pada ulir yang berhimpitan.



Gambar 10. Pemasangan sealtape pada sambungan pipa

2) Korosi



Gambar 11. Korosi pipa galvanis

Korosi merupakan degradasi logam akibat reaksi redoks antara suatu logam dengan berbagai zat di lingkungannya.

Korosi pada pipa dapat disebabkan oleh beberapa hal berikut diantaranya

a. Polusi udara

Pencemaran udara dengan konsentrasi tinggi yang mengandung banyak zat seperti gas, debu, oksida metal, dan butiran arang secara tetap sangat berdampak pada timbulnya korosi pada pipa.

b. Temperatur

Semakin tinggi temperatur, semakin cepat pula korosi terjadi. Hal ini sebagai mana laju

reaksi kimia meningkat seiring bertambahnya temperatur.

c. Konsentrasi H_2O dan O_2

Dalam kondisi kelembaban yang lebih tinggi, besi akan lebih cepat berkarat. Selain itu, dalam air yang kadar oksigen terlarutnya lebih tinggi, perkaratan juga akan lebih cepat. Hal ini sebagaimana air dan oksigen masing-masing berperan sebagai medium terjadinya korosi dan agen pengoksidasi besi. Sehingga perlunya pemasangan *air dryer* sebagai fungsi pengering udara kompresor dari kandungan air masih tersisa agar tidak terjadi korosi pada dinding pipa karena uap air sebelum didistribusikan menuju tiap line *assembling*.

d. PH

Pada suasana yang lebih asam, $pH < 7$, reaksi korosi besi akan lebih cepat, sebagaimana reaksi reduksi oksigen dalam suasana asam lebih spontan yang ditandai dengan potensial reduksinya lebih besar dibanding dalam suasana netral ataupun basa.

Pencegahan yang dapat dilakukan untuk mengatasi kebocoran pipa line *assembling* pada gedung H PT Arisamandiri Pratama yang disebabkan oleh korosi yaitu dengan cara pengecatan pipa dan proteksi. Proteksi dapat dibagi menjadi 2 antara lain proteksi katodik dan proteksi anodic. Proteksi katodik adalah cara penanggulangan karat dengan metode *external powder* yaitu dengan adanya perbedaan potensial. Sedangkan proteksi anodic adalah cara penanggulangan karat dengan metode sel galvanis.

Perbaikan kebocoran pipa line assembling tersebut dapat dilakukan dengan cara menggunakan lem besi apabila bocor tersebut termasuk kategori ringan. Namun jika cara ini tidak berhasil mungkin bisa dilakukan pematrian atau pengelasan permanen.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Faktor faktor yang mempengaruhi terjadinya kerugian tekanan pada instalasi pipa udara antara lain panjang pipa, jumlah sambungan pipa, diameter pipa.
- b. Kerugian tekanan total aktual terbesar pada tiap line *assembling* gedung H PT Arisamandiri Pratama terjadi pada line 3 yaitu sebesar 98,315 [KPa]. Kerugian tekanan terbesar terjadi pada line 3 karena panjang pipa lebih panjang jika dibandingkan dengan line *assembling* lainnya. Panjang instalasi pipa udara line 3 sebesar 34,61 m. Jumlah sambungan pada line 3 juga lebih banyak dibanding line *assembling* lainnya yaitu sebesar 10 tee, 5 elbow, 1 ball valve, 6 union, 2 reducer.
- c. Adanya gesekan dalam dinding pipa serta sambungan pipa bukan merupakan faktor utama kerugian tekanan dibuktikan dengan beda tekanan yang terjadi pada aktual sebesar 400 [KPa] namun hasil analisa sebesar 642,577 [KPa].
- d. Penyebab utama kerugian tekanan line *assembling* gedung H PT. Arisamandiri Pratama yaitu kebocoran pada pipa. Kebocoran disebabkan oleh kesalahan pemasangan sambungan, ataupun terjadinya korosi pada pipa.
- e. Perlunya tindakan inspeksi, pencegahan, dan perbaikan untuk mengatasi kebocoran pada line *assembling* Gedung H PT. Arisamandiri Pratama yang berupa uji pneumatik, uji hidrostatik, uji X Ray, pengecekan ketebalan pipa, pengecekan sambungan, penggantian pipa, dan pemasangan air dryer.

6. Daftar Pustaka

- *Engineering*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- ASTM A53/A53M. 2010. Standart Specification for Pipe, Steel, Black and Hot Dipped, Zinc Coated, Welded and Seamless. ASTM Internasional
- Carello, M; Ivanov, A; Mazza, L; 1998. "Pressure Drop In Pipeline For Compressed Air: Comparison Between Experimental and Theoretical Analysis". Transactions on Engineering Sciences. Vol. 18.
- Fox, Robert W, et al. 2004. *Introduction to Fluid Mechanics*. USA: John Wiley & Sons Inc.
- White, Frank M., Manahan Hariandja. 1988. *Mekanika Fluida* (Terjemahan). Jilid II, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Galvanized and Black Pipe. 2010. Galvanized Pipe SNI 0039:2010. http://www.istw.co.id/product/galvanized_and_black_pipe/galvanized_pipe_sni_07_0039_1987_medium.html. 17 Mei 2017
- Haitima Valves. 2010. Pipe Fittings. <http://www.haitima.com.tw/fitting.htm>. 15 Mei 2017
- Hamad, F.A, et al. 2017. "Investigation of Pressure Drop in Horizontal Pipes With Different Diameters". International Journal.
- Hamid, Abdul; Muwardi, Hilman. 2013. "Evaluasi Penurunan Tekanan Pada Pemipaan Sistem Udara Bertekanan PT Indofood Sukses Makmur (Bogasari Flour Mill)". Jurnal Sinergi. Vol. 17. No.3.
- Harinaldi (Penterjemah). 2003. *Mekanika Fluida jilid 1 dan 2*. Jakarta: Bagian Penerbitan PTGelora Aksara Pratama.
- Munson, Bruce R., et al. 2009. *Fundamentals Of Fluid Mechanics*. Sixth Edition. USA: John Wiley & Sons, Inc.

- Sularso, Tahara, H. 2000. *Pompa dan Kompresor, Pemilihan Pemakaian, dan Pemeliharaan*. Jakarta :PT Pradnya Paramita
- The Engineering Toolbox. Minor Loss Coefficients In Pipes And Tube Component.
http://www.engineeringtoolbox.com/minor-loss-coefficients-pipes-d_626.html. 17 Mei 2017
- Zainudin, et al. 2012. “Analisa Pengaruh Variasi Sudut Sambungan Belokan Terhadap Head Losses Aliran Pipa”. *Dinamika Teknik Mesin*. Vol. 2 No. 2