

UJI KINERJA *PROTOTYPE* PIPA INDUSTRI MENGGUNAKAN PNEUMATIK *TEST* ASME SECTION 8 DIV 2

Aditya Angga Sena^{1*)}, Budi Hartono¹⁾, Hablinur Al Kindi¹⁾, Fitriani¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

*e-mail: adityaanggasena@gmail.com

ABSTRAK

Sistem instalasi perpipaan merupakan suatu sistem yang sangat penting pada kebutuhan industri. Pipa pada umumnya berguna untuk mengalirkan suatu fluida baik itu cair maupun gas, dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan memanfaatkan bantuan mesin ataupun pompa. Pengujian merupakan tahapan terpenting dalam membuat suatu alat, karena dengan adanya suatu pengujian dapat diketahui kinerja dari alat yang dibuat: apakah dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya dan sesuai dengan apa yang ditargetkan. Selain itu dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui kelebihan dan kekurangan dari alat yang dibuat. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian terhadap *prototype* instalasi pipa industri dengan menerapkan sistem pneumatik *test* untuk mengetahui kebocoran yang mungkin terjadi. Tekanan pengujian yang digunakan mengikut standar ASME *Section 8 Div 2* dengan tekanan maksimal 3,66 bar *pressure*. Hasil pengujian menunjukkan kebocoran terjadi pada setiap *packing* instalasi pipa.

Kata kunci : *instalasi; kinerja; sistem perpipaan; pengujian; pneumatik test.*

ABSTRACT

The piping installation system is a critical system for industrial needs. Pipes are generally helpful for conveying fluid, either liquid or gas, from one place to another by utilizing the help of a machine or pump. Testing is the essential stage in making a tool because, with a test, the device's performance can be determined: whether it can operate according to its function and what is targeted. In addition, from the test results, it can be seen the advantages and disadvantages of the tools made. In this study, industrial pipe installation prototypes were tested by applying a pneumatic test system to determine possible leaks. The test pressure follows the ASME Section 8 Div 2 standard with a maximum pressure of 3.66 bar. The test results showed that leakage occurs in every packing pipe installation.

Keywords : *installation; performance; piping system; testing; pneumatic test.*

PENDAHULUAN

Penggunaan pipa banyak didapati pada perusahaan-perusahaan untuk pendistribusian air minum, minyak maupun gas. Demikian juga dengan kebutuhan air di rumah tangga. Penggunaan pipa ini paling banyak digunakan baik untuk penyaluran air bersih maupun sanitasi. Pipa pada umumnya berguna untuk mengalirkan suatu fluida baik itu cair maupun gas dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan memanfaatkan bantuan mesin ataupun pompa. Material pipa dapat bermacam-macam yaitu mulai dari baja, plastik, PVC, tembaga, kuningan, dan lain sebagainya (Negara, 2011). Sistem instalasi perpipaan merupakan suatu sistem yang sangat penting pada kebutuhan industri.

Udara merupakan sumber daya alam yang tidak akan pernah habis dan mudah didapatkan sehingga pada relasi dan aplikasi teknik sekarang ini udara banyak digunakan sebagai penggerak untuk

mengontrol peralatan dan komponen-komponennya. Selain itu udara juga dapat digunakan untuk menguji kebocoran mesin yang dikenal sekarang ini dengan pneumatik *test*.

Pneumatik Test

Kata pneumatik diturunkan dari kata bahasa Yunani, *Pnema* yang berarti udara. Lebih jauh, pneumatik didefinisikan sebagai suatu ilmu mengenai sistem udara bertekanan. Pneumatik adalah sebuah sistem penggerak yang menggunakan tekanan udara sebagai tenaga penggerak. Cara kerja pneumatik pada prinsipnya sama saja dengan hidrolis, di mana yang membedakannya hanyalah tenaga penggerak. Jika pneumatik menggunakan udara sebagai penggerak, sedangkan hidrolis menggunakan cairan oli sebagai penggerak. Dalam pneumatik, tekanan udara inilah yang berfungsi untuk menggerakkan sebuah *cylinder* kerja. *Cylinder* kerja inilah yang nantinya mengubah

tenaga/ tekanan udara tersebut menjadi tenaga mekanik (gerakan maju mundur pada *cylinder*).

Jenis Pneumatik

Pada sistem pneumatik yang berada di industri dibedakan menjadi beberapa kelas berdasarkan dari tingkat tekanannya. Karena pada penggunaannya ada yang membutuhkan tekanan yang besar dan juga ada yang kecil, disesuaikan dengan kebutuhan.

a. Sistem Tekanan Tinggi

Pneumatik tekanan tinggi (lebih dari 8 bar, pada umumnya sampai 15 bar). Gaya-gaya yang diperlukan besar dan banyak sekali serta tidak mahal, yang sebagian dibekukan atau dinormalisasikan sebagai komponen-komponen yang sangat cermat yang hanya dapat digunakan untuk satu fungsi, membuat pembangunan pengendalian yang rumit sangat dimungkinkan. Untuk sistem tekanan tinggi, udara biasanya disimpan dalam tabung metal (*Air Storage Cylinder*) pada *range* tekanan dari 10-30 bar, tergantung pada keadaan sistem.

b. Sistem Tekanan Sedang (Menengah)

Pneumatik tekanan menengah juga disebut pneumatik tekanan normal (tekanan 2 sampai 8 bar). Biasanya pemakaian tekanan pneumatik untuk menghasilkan kerja gaya atau mekanis. Sistem pneumatik sedang mempunyai *range* tekanan antara 10-15 bar, biasanya tidak menggunakan tabung udara. Sistem ini umumnya mengambil udara terkompresi langsung dari motor kompresor.

c. Sistem Tekanan Rendah

Pneumatik tekanan rendah juga memiliki pneumatik tekanan 1,2 sampai 2 bar. Biasanya pemakaian tekanan pneumatik dalam teknik atur pneumatik dan pada pengolahan sinyal yang sangat rendah atau disebut "Fluidika" (1,00 sampai 1,1 bar). Tekanan udara rendah didapatkan dari pompa udara tipe *vine*. Demikian pompa udara mengeluarkan tekanan udara secara berkelanjutan dengan tekanan sebesar 1-10 bar ke sistem pneumatik.

Keuntungan Pemakaian Pneumatik

1) Merupakan media/fluida kerja yang mudah didapatkan dan mudah diangkut:

- a. Udara dimana saja tersedia dalam jumlah yang tak terhingga.
- b. Udara bertekanan dapat diangkut dengan mudah melalui saluran-saluran cabang pada pipa selang, energi udara bertekanan dapat disediakan dimana saja dalam perusahaan.

2) Dapat disimpan dengan mudah.

Sumber bertekanan (kompresor/*blower*) hanya menyerahkan udara bertekanan. Dimana udara bertekanan ini memang digunakan, sehingga kompresor/*blower* tidak perlu bekerja seperti hanya pada pompa peralatan hidrolik.

3) Bersih dan kering.

- a. Udara bertekanan adalah bersih. Jika ada kebocoran pada saluran pipa, benda-benda kerja maupun bahan-bahan di sekelilingnya tidak akan menjadi kotor.
- b. Udara bertekanan adalah kering. Bila terdapat kerusakan pipa-pipa tidak akan ada pengotoran-pengotoran, bintik minyak dan sebagainya. Dalam industri pangan, kayu, kulit, dan tenun serta pada mesin-mesin pengepakan hal yang memang penting sekali adalah bahwa peralatan tetap bersih selama bekerja.

4) Tidak peka terhadap suhu.

- a. Udara bersih (tanpa uap air) dapat digunakan sepenuhnya pada suhu-suhu yang tinggi atau pada nilai-nilai yang rendah, jauh dibawah titik beku (masing-masing panas atau dingin).
- b. Udara bertekanan juga dapat digunakan pada tempat-tempat yang sangat panas, misalnya untuk pelayanan tempa tekan, pintu-pintu dapur pijar, dapur pengerasan atau dapur lumer. Peralatan-peralatan atau saluran-saluran pipa dapat digunakan secara aman dalam lingkup yang panas sekali.

5) Aman terhadap kebakaran dan ledakan.

Keamanan kerja serta produksi besar dari udara bertekanan tidak mengandung bahaya kebakaran maupun ledakan. Dalam ruang-ruang dengan resiko timbulnya kebakaran atau ledakan atau gas-gas yang dapat meledak dapat dibebaskan.

6) Tidak diperlukan pendingin fluida kerja.

Pembawa energi (udara bertekanan) tidak perlu diganti sehingga untuk ini tidak dibutuhkan biaya.

7) Kesederhanaan (mudah pemeliharaan).

Pneumatik adalah 40 sampai 50 kali lebih mudah dari pada tenaga otot. Hal ini sangat penting pada mekanisasi dan otomatisasi produksi.

8) Kesederhanaan (mudah pemeliharaan).

Kontuksinya yang sederhana menyebabkan waktu *montase* (pemasangan) menjadi singkat,

kerusakan-kerusakan sering kali dapat direparasi sendiri, yaitu oleh ahli teknik, montir atau operator setempat dan komponen-komponen dengan mudah dapat dipasang dan setelah dibuka dapat digunakan kembali untuk penggunaan lainnya.

9) Sifat dapat bergerak.

Selang-selang elastik memberi kebebasan pindah yang sekali dari komponen pneumatik ini.

10) Aman.

Sama sekali tidak ada bahaya dalam hubungan penggunaan pneumatic, juga tidak digunakan dalam ruang-ruang lembab atau di luar.

11) Pengawasan (kontrol).

Pengawasan tekanan kerja dan gaya-gaya atas komponen udara bertekanan yang berfungsi dengan mudah dapat dilaksanakan dengan pengukur-pengukur tekanan.

12) Pengaturan udara dapat diatur.

Dengan katup pengatur aliran, kecepatan dan gaya dapat diatur tanpa bertingkat mulai dari suatu nilai minimum (ditentukan oleh besarnya silinder) sampai maksimum (tergantung katup pengatur yang digunakan).

13) Kemungkinan penggunaan lagi (ulang).

Komponen-komponen pneumatik dapat digunakan lagi, karena kinerja sistem yang mengharuskan dilakukan pengulangan.

14) Fluida kerja mudah.

Pengangkut energi (udara) adalah gratis dan dapat diperoleh senantiasa dan dimana saja. Yang harus dipilih adalah suatu kompresor yang tepat untuk keperluan tertentu. Jika seandainya kompresor yang dipilih tidak memenuhi syarat, maka keuntungan pneumatik tidak ada lagi.

Tekanan Uji Pneumatik

Kecuali untuk bejana anamel yang bertekanan, uji pneumatiknya harus sekurang-kurangnya sama tetapi tidak perlu melebihi tekanan rancangan yang akan ditandai pada bejana. Tekanan uji pneumatik harus tidak kurang dari 1,15 kali tekanan rancangan yang dituliskan pada bejana. Untuk kapal umumnya dikalikan dengan rasio terendah (untuk bahan pembuatan kapal) dari nilai intensitas S_m untuk suhu pengujian kapal dengan nilai intensitas tegangan S_m untuk suhu desain.

Maximum Allowable Working Pressure (MAWP)

Maximum Allowable Working Pressure (MAWP) adalah tekanan kerja maksimal yang diijinkan oleh suatu bejana tekan. MAWP bejana tekan merupakan tekanan maksimum internal atau eksternal, yang dikombinasikan dengan beban-beban yang mungkin akan terjadi dan tidak termasuk faktor korosi (CA) pada saat kondisi temperatur operasi. MAWP bejana ditentukan oleh komponen yang paling lemah (komponen *shell*, *head* atau *flange*).

ASME BVPC Code Section VIII

ASME menerbitkan dan mempertahankan kode Boiler dan *Pressure Vessel* Internasional (BPVC) yang menetapkan margin keselamatan yang dapat diterima. ASME Sec. VIII dari kode tersebut didedikasikan untuk bejana tekan. Ini memberikan persyaratan rinci untuk desain, fabrikasi, pengujian, inspeksi dan sertifikasi bejana tekan yang tidak dikunci. Hal ini secara khusus mengacu pada bejana tekan yang beroperasi pada tekanan, baik internal maupun eksternal.

ASME Sec. VIII dibagi menjadi 3 bagian, yang masing-masing mencakup spesifikasi kapal yang berbeda. Divisi 1 membahas persyaratan bahan, desain, dan standar pemeriksaan non-destruktif. Divisi 3 memberikan pedoman untuk bejana tekan yang beroperasi pada tekanan internal atau eksternal di atas 10.000 psi.

Divisi 2 berisi persyaratan untuk material, desain dan teknik pemeriksaan tak rusak untuk bejana tekan. Dibandingkan dengan divisi 1, standar divisi 2 jauh lebih ketat, tetapi memungkinkan nilai intensitas *stress* yang lebih tinggi. Aturan yang ditetapkan divisi 2 dapat juga berlaku untuk kapal hunian manusia terutama industri selam. Seperti divisi 1, divisi 2 berisi pedoman yang berlaku untuk penggunaan tanda sertifikasi ASME tunggal yang berlaku untuk penandaan U2 dan UV.

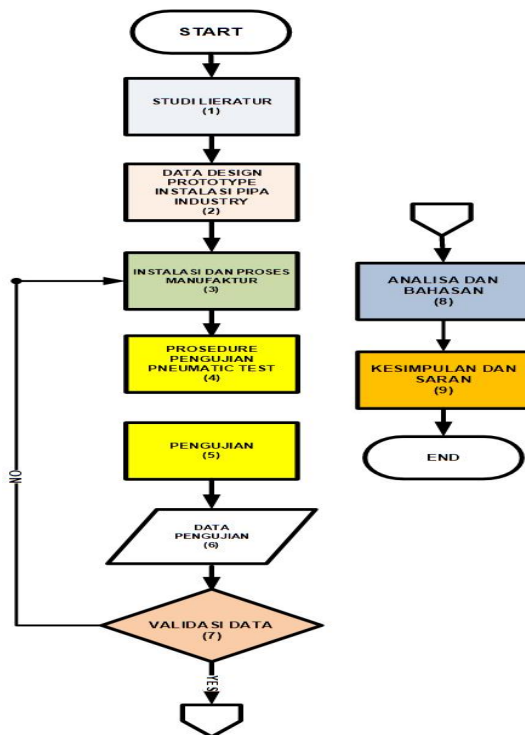
Standar ASME yang dirujuk Divisi 2:

- a. ASME FFS-: *Fitness-For-Service*
- b. Standar dari seri B1 tentang ulir sekrup
- c. 9 Standar dari seri B16 tentang flensa dan *fitting* pipa
- d. Standar dari seri B18 pada baut *hex*
- e. B.36.10M: pipa baja tempa dilas dan *seamless*
- f. B36.19M: pipa bajan tahan karat
- g. NQA-1: persyaratan program jaminan kualitas untuk fasilitas nuklir

- h. PCC-1: paduan rakitan sambungan *felnsa* berbaut batas tekanan
- i. PTC 25: Perangkat Relief Tekanan
- j. QAI-1 Kualifikasi untuk pemeriksaan resmi

METODE PENELITIAN

Gambar 1 menunjukkan diagram alir proses penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

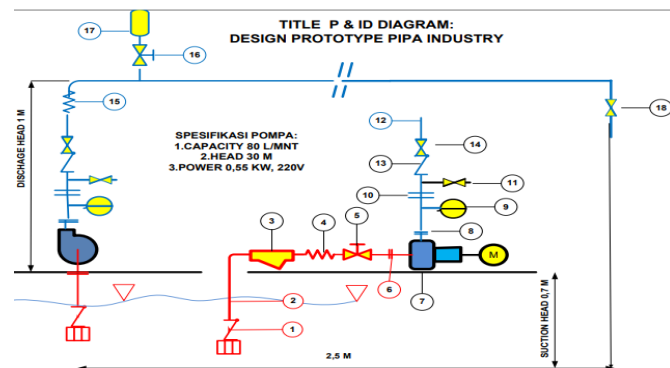
Dalam penelitian yang dilakukan terdapat alat yang dibutuhkan sebagai pendukung penelitian. Alat yang digunakan dalam penelitian disampaikan pada Tabel 1. Dan design *prototype* pipa industri seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

Dalam pengoperasian alat kerja, maka langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Posisikan instalasi pipa industri dan diberi alas kertas untuk memperjelas tetesan air yang keluar dari komponen-komponen instalasi pipa industri apabila terjadi kebocoran.
2. Masukkan selang kompresor pada fitting instalasi pompa.
3. Atur *timer* yang diperlukan dalam menguji alat instalasi pipa industri.
4. Masukkan kabel *power* pompa ke stop kontak. Bila tekanan terlalu tinggi lepaskan kabel *power* pompa untuk menghentikannya.

Tabel 1. Alat penelitian

No	Alat	Kegunaan
1	Laptop	Alat yang memudahkan dalam penulisan laporan
2	Kamera	Mengabadikan suatu objek yang diteliti
3	APD	Pelindung diri untuk di laboratorium
4	<i>Stopwatch</i>	Untuk mengukur waktu pengujian pada setiap bar nya
5	Kompresor	Untuk menghasilkan udara bertekanan



Gambar 2. Design *prototype* pipa industri

Adapun hal-hal yang harus dilakukan pada saat pengujian alat adalah sebagai berikut:

1. Harus dipastikan sebelumnya alat dalam keadaan bersih, kering, dan harus aman saat digunakan.
2. Atur tekanan untuk mengetahui tekanan yang dibutuhkan. Seberapa besar kuat tekanan yang akan digunakan dan seberapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menguji kebocoran sesuai ASME Section 8 Div 2.
3. Pada pengujian melalui 3 tahap pengaturan *valve* pada posisi 1/3, 2/3, 3/3 dibuka dan pengambilan data. Apakah terjadi kebocoran pada instalasi pipa industri tersebut.
4. *Check temperature ambient* instalasi pipa industri pada setiap tahap pengujian.
5. Dari hasil analisa maka dapat diketahui apakah alat tersebut terjadi kebocoran atau tidak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem perpipaan adalah suatu sistem yang digunakan untuk melakukan transportasi fluida kerja atau peralatan (*equipment*) dalam suatu *plant* atau dari suatu tempat ke tempat lain sehingga proses produksi dapat berlangsung. Sistem perpipaan dilengkapi komponen-komponen seperti katup, fleng, belokan (*elbow*), *reducer* dan lain-lain. Tabel 2 menyajikan data hasil pengujian pompa pada instalasi pipa industri menggunakan pneumatik *test* dan Tabel 3 menyajikan hasil uji kinerja instalasi pipa industri menggunakan pneumatik *test*.

Hasil dari pengujian uji kinerja instalasi pipa industri menggunakan pneumatik *test* adalah:

1. Hasil pengujian pada waktu 11.40 terjadi kebocoran pada 1 menit 42 detik waktu pengujian dengan *pressure test design* 0,36 bar. Aktual dan *recorder* adalah 1,2 bar.
2. Hasil pengujian pada waktu 11.45 terjadi kebocoran pada 2 menit 3 detik waktu pengujian dengan *pressure test design* 0,76 bar. Aktual dan *recorder* adalah 1,4 Bar.
3. Hasil pengujian pada waktu 11.50 sampai 13.10 terjadi kebocoran pada menit 18 detik waktu pengujian dengan *pressure test design* 3,08 bar. Aktual dan *recorder* adalah 1,9 bar.

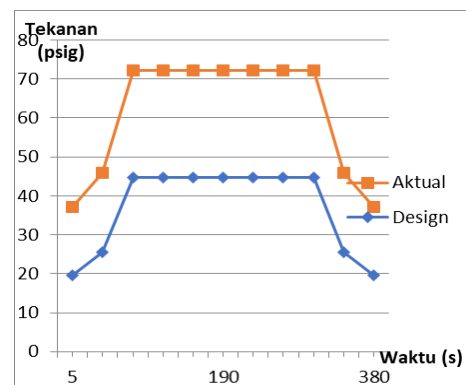
Tabel 2 Hasil pengujian pompa pada instalasi pipa industri

No	Waktu	Pressure Test			Temperature Ambient °C	Holding Time	Test Result
		Design	Aktual	Recorder			
1	11.40	2,5 Bar	2,76 bar	2,76 bar	33,9	5 Menit	Leakage
2	11.45	2,8 bar	2,62 bar	2,62 bar	34,1	5 Menit	Leakage
3	11.50	3,08 Bar	2,48 bar	2,48 bar	33,8	2 Jam	Leakage
4	12.05	3,08 Bar	2,07 bar	2,07 bar	33,4		Leakage
5	12.20	3,08 Bar	2,07 bar	2,07 bar	33,4		Leakage
6	12.35	3,08 Bar	2,07 bar	2,07 bar	33,1		Leakage
7	12.50	3,08 Bar	2,07 bar	2,07 bar	33,5		Leakage
8	13.05	3,08 Bar	2,07 bar	2,07 bar	33,7		Leakage
9	13.10	3,08 Bar	2,07 bar	2,07 bar	33,2		Leakage
10	13.55	2,5 Bar	2,76 bar	2,76 bar	31,9	5 Menit	Leakage
11	14.00	2,8 bar	2,62 bar	2,62 bar	32,0	5 Menit	Leakage

Tabel 3 Hasil pengujian instalasi pipa industri menggunakan pneumatik *test*

No	Waktu	Pressure Test			Temperature Ambient °C	Holding Time	Test Result
		Design	Aktual	Recorder			
1	11.40	0,36 Bar	1,2 Bar	1,2 Bar	33,6	5 Menit	Leakage
2	11.45	0,76 Bar	1,4 Bar	1,4 Bar	33,7	2 Jam	Leakage
3	11.50	3,08 Bar	1,9 Bar	1,9 Bar	33,6		Leakage
4	12.05	3,08 Bar	1,9 Bar	1,9 Bar	33,6		Leakage
5	12.20	3,08 Bar	1,9 Bar	1,9 Bar	33,5		Leakage
6	12.35	3,08 Bar	1,9 Bar	1,9 Bar	33,6		Leakage
7	12.50	3,08 Bar	1,9 Bar	1,9 Bar	33,9		Leakage
8	13.05	3,08 Bar	1,9 Bar	1,9 Bar	33,6		Leakage
9	13.10	3,08 Bar	1,9 Bar	1,9 Bar	33,4	Leakage	
10	13.55	0,76 Bar	1,4 Bar	1,4 Bar	33,8	5 Menit	Leakage
11	14.00	0,36 Bar	1,2 Bar	1,2 Bar	33,3	5 Menit	Leakage

Grafik hasil pneumatic test disajikan pada Gambar 3, dan Tabel 4 menyajikan hasil pengambilan data *test pressure* pada bukaan *valve by pas* menggunakan debit 19 liter/s dan Tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan debit-debit pada instalasi pipa.



Gambar 3 Grafik pneumatik test

Tabel 4 Hasil pengambilan data P₁ & P₂

Buka Valve	P ₁	P ₂
100%	 5 Psi	 2 Psi
50%	 8 Psi	 4 Psi
0%	 12 Psi	 8 Psi

Tabel 5 Hasil perhitungan data rugi-rugi varian *valve*

Buka Valve	P ₁	P ₂	Waktu (s)			Debit	Debit
100%	5 Psi	2 Psi	23,64	23,07	21,93	19 liter/s	2,89 m ³ /jam
50%	8 Psi	4 Psi	18,71	17,43	17,54	19 liter/s	3,83m ³ /jam
0%	12 Psi	8 Psi	14,5	16,5	15,8	19 liter/s	4,71 m ³ /jam

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan pada pengujian instalasi pipa industri dengan menggunakan pneumatik *test* maka dapat disimpulkan bahwa uji kebocoran pada instalasi pipa industri sangatlah penting dilakukan agar kualitas dapat terjaga. Didapati bahwa pipa-pipa pengujian mengalami kebocoran pada setiap packing. Dalam penelitian ini tekanan pada saat pengujian menggunakan standar ASME *Section 8 Div 2* dan tekanan maksimal pompa yang digunakan adalah 3,66 bar *pressure*.

Saran

Saran-saran yang dapat diberikan sebagai masukan bagi perbaikan ke depan adalah melakukan pengecekan pada pemasangan komponen-komponen instalasi pipa industri agar tidak terjadi kebocoran. Pemasangan sambungan-sambungan dilakukan dengan baik dan memperhatikan kembali setiap komponen instalasi pipa industri apakah sudah terpasang dengan baik atau belum agar tidak terjadi kebocoran terutama pada *packing-packing* instalasi pipa industri.

REFERENSI

- Alan, Samuel. (2017). Analisa Aliran Fluida Pada Selang Udara Alat Uji Impact Sistem Pneumatik Kapasitas 220 Psi. Skripsi. *FT, Teknik Mesin, Universitas Medan Area, Medan*
- Asme, (2004). ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section VIII Division 2&3 New York: *ASME Press*.
- Cahyono, Edi. (2004). Perancangan Bejana Tekan Vertikal Berisi Udara Untuk Peralatan Pneumatik Kapasitas 8,25 m³ Dengan Tekanan Kerja 5,7 kg/cm².

Surakarta: *Universitas Sebelas Maret Surakarta*.

Parr, Andrew. (2003). Edisi Kedua, Hidrolika dan Pneumatik. *Penerbit Erlangga Process Piping ASME Code for Pressure Piping, B31, 2016*

Suharsono, M.A. (2017). Rancang Bangun Mesin Pemotong Pipa Dengan Sistem Pneumatik. Surabaya: *ITS Surabaya*.

Sundoro, H.A. (2002). Quality Control Manual for The Shop Fabrication and Field Assembly of Boiler, Boiler External Piping and Pressure Vessel in Accordance with The ASME Code Section I, ASME B31.1 And Section VIII Division I First Edition. *Cilegon: PT Cilegon Fabricators*.

Thomas, K., (1993). Dasar-Dasar Pneumatika, Alih Bahasa Ginting Dines, Jakarta : *Erlangga*.