

# Studi Karakteristik Sistem Instalasi Pipa Udara Bertekanan dan Instalasi Pipa Gas O<sub>2</sub> di Bengkel Pipa dan Plat Politeknik Negeri Bengkalis

Siswandi B<sup>1)</sup>, Jupri<sup>2)</sup>, Muhammad Sidik Purwoko<sup>3)</sup> <sup>1,2,3</sup>Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Indonesia

E-mail: <sup>1)</sup> siswandi@polbeng.ac.id, <sup>2)</sup> jupri@polbeng.ac.id, <sup>3)</sup> m.sidikpurwoko@polbeng.ac.id

**Abstract:** Piping installation is a unified series of pipes or systems to drain fluid to the desired place by using pipes according to specifications. The piping system is usually equipped with components such as valves, flanges, elbows, branches, nozzles, reducers, supports, insulation and others. The Department of Marine Engineering is one of the majors at the Bengkalis State Polytechnic with facilities and infrastructure, one of which is Pipe and Plate Workshop. The production activities and the teaching and learning process cannot be separated from the plate cutting and painting processes that require compressed air and O<sub>2</sub>. For the effectiveness of the activities in the Pipe and Plate Workshop, a system for installing compressed air and O<sub>2</sub> is carried out. Then the pipe installation system is tested based on the needs of the work carried out at the Pipe and Plate Workshop. Based on the test results on the air pipe installation system, the pressure drop at the outlet valve to the inlet pressure is obtained, namely outlet 1 of 0.1 bar, outlet 2 of 0.3 bar and outlet 3 of 0.4 bar. For the O<sub>2</sub> pipe installation system, it is found that the output pressure drop (outlet) to the inlet pressure is large, namely outlet 1 of 0.38 kg/cm<sup>2</sup> and outlet 2 of 0.51 kg/cm<sup>2</sup>.

**Keywords:** Pipe, Air, O<sub>2</sub>

**Abstrak:** Instalasi Perpipaan adalah suatu kesatuan rangkaian pipa atau sistem untuk mengalirkan fluida ke tempat yang di kehendaki dengan menggunakan pipa sesuai dengan spesifikasi. Sistem perpipaan (*piping system*) biasanya dilengkapi dengan komponen-komponen seperti katup, flange, belokan (*ellbow*), percabangan, nozzle, reducer, tumpuan, isolasi dan lain-lain. Jurusan Teknik Perkapalan merupakan salah satu jurusan yang ada di Politeknik Negeri Bengkalis dengan memiliki sarana dan prasarana salah satunya adalah Bengkel Pipa dan Plat. Pada kegiatan produksi dan proses belajar mengajar tersebut tidak terlepas dari proses pemotongan plat dan pengecatan yang membutuhkan udara bertekanan dan gas O<sub>2</sub>. Untuk Efektifitas Kegiatan di Bengkel Pipa dan Plat maka dilakukan pembuatan sistem instalasi pipa udara bertekanan dan gas O<sub>2</sub>. Kemudian dilakukan pengujian terhadap sistem instalasi pipa berdasarkan kebutuhan pekerjaan yang dilakukan di Bengkel Pipa dan Plat. Berdasarkan hasil pengujian pada sistem instalasi pipa udara maka didapatkan besar penurunan tekanan pada katup keluar (*outlet*) terhadap tekanan masuk (*inlet*) yaitu outlet 1 sebesar 0.1 bar, outlet 2 sebesar 0.3 bar dan outlet 3 sebesar 0.4 bar. Untuk sistem instalasi pipa gas O<sub>2</sub> didapatkan besar penurunan tekanan keluar (*outlet*) terhadap tekanan masuk (*inlet*) yaitu outlet 1 sebesar 0.38 kg/cm<sup>2</sup> dan outlet 2 sebesar 0.51 kg/cm<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** Pipa, Udara, Gas O<sub>2</sub>,

## 1. Pendahuluan

Pipa adalah suatu batang silinder berongga yang dapat berfungsi untuk dilalui fluida. Instalasi Perpipaan merupakan suatu kesatuan rangkaian pipa atau sistem untuk mengalirkan fluida ke tempat yang di kehendaki dengan menggunakan pipa sesuai dengan spesifikasi. Sistem perpipaan (*piping system*) biasanya dilengkapi dengan komponen-komponen seperti katup, flens, belokan (*ellbow*),

percabangan, nozzle, reducer, tumpuan, isolasi dan lain-lain. Sistem perpipaan dapat ditemukan hampir di semua jenis industri tak terkecuali di perguruan tinggi seperti politeknik negeri Bengkalis khususnya jurusan Teknik Perkapalan.

Politeknik Negeri Bengkalis memiliki beberapa jurusan, salah satunya adalah Jurusan Teknik Perkapalan. Bengkel Pipa dan Plat merupakan salah satu sarana dan prasarana yang dimiliki oleh Jurusan Teknik Perkapalan, yang berfungsi sebagai bengkel produksi berbahan dasar plat dan pipa baja pada kegiatan proses belajar mengajar khususnya praktikum mahasiswa.



**Gambar 1.** Bengkel Pipa dan Plat Jurusan Teknik Perkapalan

Pada kegiatan produksi dan proses belajar mengajar tersebut tidak terlepas dari proses pemotongan plat dan pengecatan yang membutuhkan udara bertekanan dan gas O<sub>2</sub>. Untuk Efektifitas Kegiatan di Bengkel Pipa dan Plat maka dilakukan pembuatan sistem instalasi pipa udara bertekanan dan gas O<sub>2</sub>.

### Sistem Instalasi Pipa

Sistem instalasi pipa biasanya memiliki beberapa variasi ukuran pipa, panjang pipa dan sambungan-sambungan pipa yang akan memengaruhi besarnya tekanan fluida atau mengalami kerugian tekanan [1]. Kerugian atau penurunan tekanan diakibatkan oleh gesekan resistensi pada aliran fluida yang mengalir. Hal utama resistensi pada aliran fluida yaitu pada kecepatan fluida yang melalui pipa dan nilai viskositas fluida tersebut. *Pressure drop* mengalami peningkatan selaras dengan pergesekan fluida pada jaringan pipa serta akibat dari material pipa yang memiliki nilai kekasaran yang relatif tinggi, banyaknya jumlah dan jenis sambungan pada pipa [2]. Perancangan sistem pipa bertekanan yang tepat mampu meningkatkan efisiensi distribusi aliran fluida bertekanan dan menurunkan persentase kerugian tekanan aliran fluida yang signifikan. Namun pada sistem pipa bertekanan, aliran fluida sering mengalami kondisi penurunan tekanan yang disebabkan karena aliran fluida mengalami gesekan di sepanjang permukaan pipa dengan pengaruh parameter kekasaran permukaan, ukuran dimensi pipa, dan penggunaan sambungan pipa, serta viskositas dari fluida tersebut [3]. Semakin kecil diameter pipa maka semakin kecil *pressure drop* yang terjadi. Perancangan sistem pipa bertekanan yang tepat mampu meningkatkan efisiensi distribusi aliran fluida bertekanan dan menurunkan persentase kerugian tekanan aliran fluida yang signifikan [4]. Pipa yang panjang akan mengalami kehilangan energi akibat gesekan antara fluida dengan dinding pipa yang semakin banyak. Kehilangan energi tersebut dapat dihitung dengan rumus:

$$\Delta P = \frac{\lambda \times l \times V^2 \times \rho}{2 \times d} \quad (1)$$

Dimana:

$\lambda$  = Koefisien gesek dalam pipa

$(0,0561/Q^{0,148})l$  = Panjang saluran (m)

$V$  = Kecepatan aliran pada permukaan saluran (m/s)

$\rho$  = Densitas udara (1.293

kg/m<sup>3</sup>)  $d$  = diameter pipa dalam (m)

Belokan pada pipa mengakibatkan kerugian terhadap tekanan, untuk kerugian akibat belokan tersebut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\Delta P = \frac{(\beta \times 90) \times \xi \times V^2 \times \rho}{2} \quad (2)$$

Dimana:

$\xi$  = koefisien hambatan

$\beta$  = sudut lengkung

$\rho$  = Densitas udara (1.293 kg/m<sup>3</sup>)

V = Kecepatan aliran pada permukaan saluran (m/s)

Adapun rumus persamaan yang digunakan untuk menghitung besar kecilnya kerugian akibat belokan katup pada sistem instalasi sebagai berikut:

$$\Delta P = \frac{\xi \times V^2 \times \rho}{2} \quad (3)$$

Dimana:

$\xi$  = koefisien hambatan

$\rho$  = Densitas udara (1.293 kg/m<sup>3</sup>)

V = Kecepatan aliran pada permukaan saluran (m/s)

## Kompresor

Kompresor adalah mesin yang digunakan untuk memampatkan udara atau gas. Kompresor udara biasanya menghisap udara atmosfer. Namun ada pula yang menghisap udara atau gas bertekanan lebih tinggi dari tekanan atmosfer. Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja dari sebuah sistem udara bertekanan antara lain adalah suhu, kelembaban udara, tekanan, bentuk pipa serta aksesoris. Kompresor digunakan sebagai media untuk menghasilkan udara bertekanan yang akan dimanfaatkan untuk proses pengecatan. Perlu diketahui bahwa kebutuhan udara bertekanan untuk proses pengecatan dengan menggunakan spray gun berkisar 2 – 5 bar [5].



Gambar 2. Kompresor

## Gas Oksigen (O<sub>2</sub>)

Gas O<sub>2</sub> merupakan salah satu gas yang digunakan dalam proses pengelasan dan pemotongan plat maupun pipa baja. Baik pengelasan ataupun pemotongan plat atau pipa baja, adapun gas yang digunakan diantaranya gas acetylene dan gas O<sub>2</sub>. Tabung oksigen mempunyai kapasitas sama dengan tabung gas acetylene. Isi gas dalam tabung berbanding lurus dengan tekanan, makin besar tekanan makin banyak isi di dalamnya. Tabung gas O<sub>2</sub> biasanya diberi tanda dengan warna biru. Pada proses pekerjaan pemotongan plat atau pipa baja tekanan kerja gas O<sub>2</sub> berkisar 1 – 2,5 kg/cm<sup>2</sup> [7].



**Gambar 3.** Tabung Gas O<sub>2</sub> [6]

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari sistem instalasi pipa dengan melihat seberapa besar tekanan keluar (*outlet*) yang dihasilkan oleh sistem instalasi pipa udara dan sistem instalasi pipa gas O<sub>2</sub> yang dibuat dengan melakukan pengujian langsung terhadap sistem instalasi pipa berdasarkan kebutuhan pekerjaan yang dilakukan di Bengkel Plat dan Pipa.

## 2. Metode

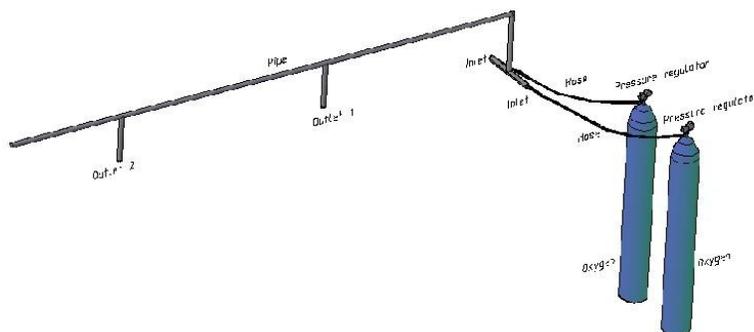
### 2.1 Sistem Instalasi pipa udara bertekanan dan instalasi pipa gas O<sub>2</sub>

Pada sistem instalasi pipa untuk udara bertekanan, pipa galvanis yang digunakan berdiameter 0.5 inci dan memiliki beberapa komponen penunjang seperti katup, belokan, selang, pressure gauge dan dilengkapi dengan tabung tambahan untuk mengatur besar kecilnya tekanan udara yang masuk ke sistem instalasi pipa. Kemudian dilakukan pengujian secara langsung terhadap instalasi pipa untuk mengetahui seberapa besar tekanan keluar yang dihasilkan pada tiap-tiap pipa keluar (*outlet*) berdasarkan variasi tekanan masuk (*inlet*) yang diberikan pada sistem instalasi pipa udara bertekanan. Bentuk model sistem instalasi udara bertekanan yang di buat dapat dilihat pada gambar 4



**Gambar 4.** Model sistem instalasi pipa udara bertekanan

Sama halnya dengan sistem instalasi pipa untuk gas O<sub>2</sub> dimana instalasi pipa yang dibuat menggunakan pipa galvanis berdiameter 0.5 inch dan dilengkapi dengan beberapa komponen seperti pada instalasi pipa udara bertekanan. Kemudian dilakukan pengujian secara langsung untuk menentukan seberapa besar tekanan keluar (*outlet*) berdasarkan variasi tekanan masuk (*inlet*), adapun bentuk aliran dari sistem instalasi pipa gas O<sub>2</sub> dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 5.** Model sistem instalasi pipa gas O<sub>2</sub>

## 2.2 Alat pengatur tekanan masuk (*inlet*)

Untuk proses pengujian yang dilakukan berdasarkan beberapa variasi tekanan udara maupun tekanan gas O<sub>2</sub> maka digunakan alat pengatur tekanan udara dan gas O<sub>2</sub> yaitu regulator. Adapun bentuk dari regulator untuk udara bertekanan dan gas O<sub>2</sub> dapat dilihat pada gambar 6



**Gambar 6.** Regulator udara bertekanan dan regulator gas O<sub>2</sub>

## 2.3 Alat pengukur tekanan

Untuk mengetahui besar kecilnya tekanan pada instalasi pipa khususnya pada tekanan keluar (*outlet*) maka pada bagian katup keluar (*outlet*) dipasang alat pengukur tekanan (*pressure gauge*) agar mengetahui seberapa besar tekanan fluida yang dihasilkan pada bagian outlet tersebut.



**Gambar 7.** Pressure Gauge udara dan gas O<sub>2</sub>

## 2.4 Variasi nilai tekanan pada pengujian

Kebutuhan udara bertekanan untuk proses pengecatan yang menggunakan spray gun berkisar 2 – 5 bar. Sedangkan pada proses pemotongan plat baja tekanan gas O<sub>2</sub> yang dibutuhkan tergantung tebal tipisnya plat baja, adapun tekanan yang dibutuhkan berkisar 1 – 2.5 kg/cm<sup>2</sup> [6,7] Sehingga pengujian untuk sistem instalasi udara bertekanan berdasarkan variasi tekanan kerja, adapun variasi tersebut ialah 2, 3, 4 dan 5 bar. Untuk pengujian sistem instalasi pipa gas O<sub>2</sub> dilakukan dengan variasi tekanan sesuai kebutuhan tekanan oksigen untuk proses pemotongan plat, adapun beberapa variasi tekanan masuk (*inlet*) yang dilakukan pengujian berdasarkan ketebalan plat seperti yang terlihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Kebutuhan Tekanan oksigen

Ketebalan plat (mm)	Tekanan kerja (kg/cm <sup>2</sup> )
------------------------	--

3	1
6	1.5
8	2
12	2.5

### 3. Hasil Dan Pembahasan

Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini ialah melihat karakteristik sistem instalasi pipa di Bengkel pipa dan plat khusus untuk udara bertekanan dan gas O<sub>2</sub> dengan melakukan pengujian langsung. Hasil pembuatan dan pemasangan sistem instalasi pipa udara dan sistem instalasi pipa gas O<sub>2</sub> seperti terlihat pada gambar 8.



Gambar 8. Sistem instalasi pipa udara dan gas O<sub>2</sub>

Pengujian yang dilakukan pada sistem instalasi pipa ialah tekanan katup keluar (*outlet*) instalasi pipa udara maupun instalasi pipa gas O<sub>2</sub>.

#### 3.1 Hasil pengujian instalasi pipa udara bertekanan

Untuk sistem instalasi pipa udara dilengkapi dengan tabung udara sebagai tempat mengatur besar kecilnya tekanan yang akan di salurkan ke instalasi pipa. Adapun tabung pengatur tekanan udara seperti terlihat pada gambar 9.



Gambar 9. Tabung pengatur tekanan udara

Komponen-komponen penunjang sistem instalasi pipa udara adalah sebagai

berikut:

- Diameter pipa = 0.5 inci
- Panjang selang = 1.7 meter
- Diameter selang = 8.5 mm

Pengujian untuk mengetahui terjadinya penurunan tekanan udara pada katup keluar (*outlet*) yang diakibatkan oleh komponen seperti panjang pipa, belokan dan katup berdasarkan nilai variasi tekanan masuk (*inlet*) sehingga hasil dari pengujian instalasi pipa udara dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian tekanan *outlet* sistem instalasi pipa udara

Besar tekanan Masuk/*Inlet* (Bar)



<b>Komponen</b>	<b>Panjang pipa (m)</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
		<b>Besar tekanan K<sub>l</sub>uar/<i>Outlet</i> (Bar)</b>			
Outlet 1	2.45	1.9	2.9	3.9	4.9
Outlet 2	3.85	1.7	2.7	3.7	4.8
Outlet 3	6	1.6	2.6	3.6	4.7

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui bahwa pada sistem instalasi pipa udara mengalami penurunan tekanan pada tiap-tiap katup keluar (*outlet*) dimana pada outlet 1 mengalami penurunan tekanan sebesar 0.1 bar, outlet 2 mengalami penurunan tekanan sebesar 0.3 bar dan outlet 3 mengalami penurunan tekanan sebesar 0.4 bar terhadap tekanan masuk (*inlet*).

### 3.2 Hasil pengujian instalasi pipa gas O<sub>2</sub>

Pengujian tekanan terhadap instalasi pipa gas O<sub>2</sub> dimana komponen-komponen dari sistem instalasi pipagas O<sub>2</sub> sebagai berikut:

- Diameter pipa = 0.5 inch
- Panjang selang = 1 meter
- Diameter selang = 8.5 mm

**Tabel 3.** Hasil pengujian tekanan outlet sistem instalasi pipa gas O<sub>2</sub>

Komponen	Panjang pipa (m)	Besarnya tekanan Masuk/ <i>Inlet</i> (kg/cm <sup>2</sup> )			
		1	1.5	2	2.5
		Besarnya tekanan keluar/ <i>Outlet</i> (kg/cm <sup>2</sup> )			
Outlet 1	3.125	0.62	1.12	1.62	2.12
Outlet 2	4.525	0.49	0.99	1.49	2

Dari tabel 3 dapat diketahui bahwa pada sistem instalasi pipa gas O<sub>2</sub> mengalami penurunan tekanan pada katup keluar dimana selisih penurunan tekanan pada outlet 1 sebesar 0.38 kg/cm<sup>2</sup> dan pada outlet 2 mengalami penurunan tekanan sebesar 0.51 kg/cm<sup>2</sup> terhadap tekanan masuk (*inlet*).

## 4. Kesimpulan

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

- Sistem instalasi pipa udara mengalami penurunan tekanan sebesar 0.1 bar pada *outlet* 1, 0.3 bar pada *outlet* 2 dan 0.4 bar pada *outlet* 3.
- Sistem instalasi pipa gas O<sub>2</sub> mengalami penurunan tekanan sebesar 0.38 kg/cm<sup>2</sup>, pada *outlet* 1 dan pada 0.51 kg/cm<sup>2</sup> pada *outlet* 2.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman sejawat dan mahasiswa yang ikut berperan dalam penelitian ini dan juga kepada kampus Politeknik Negeri Bengkalis khususnya Jurusan Teknik Perkapalan yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian di salah satu bengkel yang ada di jurusan.

## Rujukan

- [1] Suyadi., Hariyanto., Djalmono, Wahyu., dan Setyowati, Anisa, “Analisis kerugian tekanan pada sambungan pipa udara Di unit assembling gedung H PT. Arisamandiri pratama demak”, Jurnal Rekayasa Mesin, Vol 12, No. 1, hal. 33-40, 2017
- [2] Firmansyah, I.A., Mursadin, A, “ Analisis penurunan sistem kompresor pada pembangkit pt. Indocement tunggal prakarsa, tbk. Kalimantan Selatan”, Jurnal Rotary, Vol. 3, No. 2, hal. 173-190, 2021.
- [3] Ismail., Pane. Erlanda A., Suyitno. Budi M., Yudhanto, Febrina D., “Analisis Penurunan Tekanan Aliran Udara Padang, 17 – 19 November 2022

- Pada Pipa Bertekanan*”, Flywheel: Jurnal Teknik Mesin Untirta Vol. V No. 2, Oktober 2019, hal. 13 – 20, 2019.
- [4] Miguel A.F., “*Constructal branching design for fluid flow and heat transfer*”. International Journal Heat and Mass Transfer Vol.122, pp.204-211, 2018.
  - [5] Guna, H.P., Darsin, Mahros., dan Rosyadi, A.A, “*Optimization of shine in St37 plate painting with the response surface method*”, Jurnal Polimesin, Vol. 17, No. 2, hal. 91-98, Agust. 2019.
  - [6] Siswandi B., Purwoko, M. S., Haryanto. Edy. “*Desain Analisa Instalasi Pipa Udara Bertekanan dan Gas O2 di Bengkel Pipa dan Plat Jurusan Teknik Perkapalan*”, Prosiding Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT), hal 533-542, Oktober 2021.
  - [7] Tauvana, A.I, dan Widodo, “*Analisis pemotongan logam ST-37 dengan mesin potong menggunakan gas oxy-LPG*”, Jurnal TURBO, Vol 9, No 1, hal 58-63, Juni 2020.