



KALPIKA

Jurnal Ilmiah Teknik Mesin

Volume 18, Nomor 1, Maret 2021

Lian Prana Citra¹, Nurkim²

ANALISIS KEMAMPUAN DAYA POTONG MESIN GRANITE

Adityo Pambudi¹, Jenny Ria Rajagukguk²

ANALISIS KEAUSAN PAHAT HSS DENGAN BAHAN MATERIAL JIS G.3123

Aris Munandar¹, Bilhan G.H.²

ANALISIS DESAIN COOLING COIL UNIT AHU, STUDI KASUS PADA PT GLOBAL MULTI PHARMALAB

Muhammad Syaqqi Rahmani¹, Aries Abbas²

PENGARUH KERUSAKAN REM PADA MOBIL MINIBUS KAPASITAS 8 ORANG

Agus Yulianto¹, Tatang Subagdja²

ANALISIS PERBANDINGAN ENERGI MESIN PENGGERAK MULA DARI PENGARUH BAHAN BAKAR YANG DIGUNAKAN SERTA KONSUMSI BAHAN BAKAR SPESIFIK

Vrakash Sakti Ovanda¹, Denni Prumanto²

ANALISIS REDESIGN SISTEM INSTALASI PIPA UDARA BERTEKANAN 7 BAR GUNA MENGOPTIMALKAN KERJA MESIN DI PT YMMA

JURNAL

J. KALPIKA	VOL.18	N0.1	HAL 1-45	Jakarta Maret 2021	ISSN 18297552
------------	--------	------	----------	-----------------------	------------------

DAFTAR ISI

1. ANALISIS KEMAMPUAN DAYA POTONG MESIN GRANITE Lian Prana Citra ¹ , Nurkim ²	1-7
2. ANALISIS KEAUSAN PAHAT HSS DENGAN BAHAN MATERIAL JIS G.3123 Adityo Pambudi ¹ , Jenny Ria Rajagukguk ²	8-13
3. ANALISIS DESAIN COOLING COIL UNIT AHU, STUDI KASUS PADA PT GLOBAL MULTI PHARMALAB Aris Munandar ¹ , Bilhan G.H. ²	14-24
4. PENGARUH KERUSAKAN REM PADA MOBIL MINIBUS KAPASITAS 8 ORANG Muhammad Syaqui Rahmani ¹ , Aries Abbas ²	25-31
5. ANALISIS PERBANDINGAN ENERGI MESIN PENGGERAK MULA DARI PENGARUH BAHAN BAKAR YANG DIGUNAKAN SERTA KONSUMSI BAHAN BAKAR SPESIFIK Agus Yulianto ¹ , Tatang Subagdja ²	32-38
6. ANALISIS REDESIGN SISTEM INSTALASI PIPA UDARA BERTEKANAN 7 BAR GUNA MENGOPTIMALKAN KERJA MESIN DI PT YMMA Vrakash Sakti Ovanda ¹ , Denni Prumanto ²	39-45

Dari Redaksi

Ulang tahun adalah sinar matahari. Begitulah sering dikatakan orang-orang bijak maksudnya, beranjak dari ulang tahun, masa depan diharapkan akan senantiasa bersinar-sinar seperti matahari.

Akan tetapi, sinar matahari “terpaksa” harus kami lihat secara berbeda, dalam kaitan dengan ulang tahun pertama kalpika. Sinar matahari bagi kami, adalah simbol sumber energi yang, oleh karena itu, harus kami mentaatkan seefektif dan seefisien mungkin, sinar matahari sebagai simbol, kami para pengurus kalpika, ingin terus menerus berenergi alias bersemangat untuk menghadirkan kalpika kepada anda tepat pada waktunya melalui simbol matahari, berangkat dari ulang tahun pertama, kalpika ingin bertekad senantiasa mengunjungi anda, bukan malah surut dan kemudian lenyap ditelan waktu.

Kalpika, sebagai jurnal yang bervisi sebagai wadah unggulan penelitian (dalam makna luas), mengenai teknik dunia permesinan, setidaknya sudah mengawali kiprahnya melalui sajian naskah yang bervariasi (namun tetap terikat oleh visinya), mulai dari penelitian murni empirik hingga penelitian yang bersifat terobosan filosofis. Hingga tahun pertama kelahirannya, kalpika pun sudah membuktikan kekonsistennannya pada jadwal terbit. Hal ini, tentu saja berkat hubungan baik dengan relasi-relasi kami, terutama para kontribusi naskah. Oleh karena itu, dalam rangka menjelang hari ulang tahun pertama kalpika, kami ingin mengucapkan terimakasih para relasi kami itu, termasuk juga kepada Anda, para pembaca.

Ulang tahun adalah sinar matahari. Ungkapan orang-orang bijak, dalam kaitan ini, akan kami jadikan simbol mengenai sinar matahari yang setia mengunjungi kita setiap pagi. Kami pun akan berupaya setia mengunjungi Anda sesuai jadwal, Kontaklah terus kami, berilah kami masukan konstruktif, sehingga kesetiaan kami senantiasa terjaga.

Selamat membaca (Red)

ANALISIS *REDESIGN* SISTEM INSTALASI PIPA UDARA BERTEKANAN 7 BAR GUNA MENGOPTIMALKAN KERJA MESIN DI PT YMMA

Vrakash Sakti Ovanda¹, Denni Prumanto²
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Krisnadwipayana
Jl. Jatiwaringin, RT. 03 / RW. 04, Pondok Gede, Kota Bekasi-
mail : vrakashvina1009@gmail.com

ABSTRAK

Sistem instalasi pemipaan udara bertekanan bertujuan untuk mendistribusikan udara bertekanan dari mesin penghasil udara bertekanan. Sistem instalasi pemipaan udara bertekanan merupakan salah satu sistem penunjang proses produksi yang penting dalam industri. Mesin penghasil udara bertekanan yang digunakan adalah bertekanan 7 bar. Tekanan udara yang dibutuhkan untuk mendistribusikan udara secara optimal ke mesin produksi antara 4 – 6 bar. Namun, pada aktualnya kebutuhan udara bertekanan yang diterima oleh mesin produksi seringkali tidak sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan.

Dalam penelitian ini, untuk mendapatkan pendistribusian udara yang optimal, kita akan menganalisa desain instalasi pemipaan yang digunakan dan menghitung seberapa besar penurunan yang terjadi untuk mendapatkan tekanan keluar dalam instalasi tersebut. Dalam menghitung penurunan tekanan dibutuhkan data – data penunjang, seperti *flowrate*, tekanan dan pemipaan. Data – data tersebut didapat berdasarkan hasil pengukuran dan kondisi nyata yang ada.

Dari data – data yang didapat tersebut dilakukan pengolahan secara teoritis, maka didapatkan hasil yaitu tekanan keluar yang didapat pada sistem instalasi pipa aktual dengan koefisien kekasaran pipa yang mengalami penebalan adalah 4,5643 – 4,8446 bar. Setelah dilakukan *redesign* pada instalasi pipa jalur E, tekanan keluar yang didapat dengan koefisien kekasaran pipa baru adalah 6,24 – 6,3375 bar.

Kata kunci: Pemipaan, Udara Bertekanan, Optimal, Penurunan Tekanan

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan dan perkembangan teknologi terhadap industri semakin pesat dan tentunya mempunyai tujuan untuk memberikan yang terbaik dalam menunjang proses produksi pada suatu industri. 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. Sistem atau instalasi pemipaan merupakan salah satu penunjang proses produksi pada suatu industri.

Dalam perancangan sistem instalasi pemipaan untuk area gedung baru, rencana instalasi pemipaan digunakan untuk mendistribusikan udara dengan total maksimal 5 unit mesin dengan menggunakan kompresor berdaya 55 kW dan tekanan kompresor 7 bar. Untuk mengoptimalkan kerja mesin,

dibutuhkan pendistribusian tekanan udara antara 4 – 6 bar untuk satu unit mesin. Namun, pada aktualnya kebutuhan udara bertekanan yang diterima oleh mesin produksi seringkali tidak sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan.

1.2 Perumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang di atas, maka dapat diambil suatu perumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana menentukan diameter pipa pada instalasi pemipaan utama?
2. Bagaimana menentukan instalasi pemipaan yang paling optimal?
3. Bagaimana mengetahui berapa besar nilai penurunan tekanan pada instalasi udara bertekanan?

1.3 Batasan Masalah

Agar analisa perancangan dapat berjalan sesuai fokus pembahasan, maka ada pembatasan permasalahan penelitian sebagai berikut :

- Permasalahan yang dibahas tentang analisis *redesign* sistem instalasi pipa udara bertekanan 7 bar.
- Gambar desain instalasi perpipaan aktual.
- Perhitungan untuk menentukan diameter pipa.
- Perhitungan untuk mencari kerugian-kerugian tekanan dalam perpipaan udara bertekanan.
- Fluida yang digunakan udara.
- Kompresor yang digunakan bertekanan 7 bar.
- Mesin yang digunakan mesin *Panel Saw*, *NC Bore* dan *Running Saw*.

1.4 Metode Penelitian

Metode pengambilan data yang digunakan untuk membuat laporan skripsi ini adalah :

1. Metode Literatur

Metode ini yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan mencatat atau menggunakan data, baik seluruhnya maupun sebagian dari perpustakaan, media cetak dan media elektronik.

2. Metode Wawancara

3. Metode Observasi

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mendapatkan desain instalasi pipa yang paling optimal agar dapat mendistribusikan udara sesuai dengan kebutuhan dan aman untuk digunakan.

2. Meningkatkan efisiensi pendistribusian kebutuhan udara bertekanan yang dihasilkan dari kompresor.

3. Mengetahui besar nilai penurunan tekanan pada sistem instalasi udara bertekanan.

1.6 Hipotesis

Dalam permasalahan ini, penurunan tekanan dipengaruhi oleh dimensi diameter penampang pipa, panjang dan kekasaran permukaan pipa itu sendiri.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pemahaman dari penulis dan para pembaca tugas akhir ini, maka penulis menggunakan sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini penulis menjelaskan tentang Latar belakang, Perumusan Masalah, Batasan Masalah, Metode Penelitian, Tujuan Penelitian, Hipotesis dan Sistematika Penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini penulis menjelaskan dan membahas tentang dasar-dasar teori yang berhubungan dengan Analisis *Redesign* Sistem Instalasi Pipa Udara Bertekanan 7 bar Guna Mengoptimalkan Kerja Mesin di PT. YMMA.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini penulis menjelaskan prosedur dan tahapan melakukan penelitian dan cara pengumpulan data serta hasil pengumpulan data.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini penulis membahas hasil pengumpulan data dan melakukan analisa, pembahasan serta perhitungan terhadap hasil pengumpulan data.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisi tentang kesimpulan serta saran akhir dari perhitungan dan analisa dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Sistem Perpipaan

Sistem perpipaan adalah suatu susunan atau rangkaian yang terdiri dari gabungan pipa-pipa yang memiliki panjang total relatif pendek dan digunakan untuk mengalirkan fluida dari suatu peralatan ke peralatan lainnya yang beroperasi pada suatu *plant*. Sistem perpipaan selalu dilengkapi dengan komponen-komponen seperti katup, *flange*, belokan, percabangan, *nozzle*, *reducer*, tumpuan, isolasi, dan lain-lain.

2.2.1 Definisi Fluida

Mekanika Fluida menurut Frank M. White, dalam konsep mekanika fluida semua bahan nampak berada dalam dua keadaan yaitu sebagai zat padat dan cair (fluida). Kebanyakan bahan bisa disebut entah sebagai zat padat, zat cair atau gas. Walaupun sebagian diantaranya mempunyai sifat-sifat yang memungkinkan diperolehnya sebutan ganda. Sebuah zat padat umumnya mempunyai bentuk yang tertentu, sedangkan zat cair dan gas mempunyai bentuk yang ditetapkan oleh wadahnya sendiri (masing-masing). Perbedaan dasar antara zat cair dan gas (keduanya digolongkan sebagai

fluida) adalah bahwa gas akan menyebar dan mengisi seluruh wadah yang ditempatinya.

1. Laju Aliran Massa dan Debit Aliran

Laju aliran massa yang mengalir dapat diketahui dengan persamaan dibawah ini:

$$\dot{m} = \rho \cdot Q \dots\dots\dots (\text{Reff. 3 hal 16})$$

Dimana :

\dot{m} = Laju aliran massa udara (kg/s)

ρ = Kerapatan udara (kg/m³)

Q = Debit Aliran (m³/s)

2. Kerugian Mayor (Major Losses)

Kerugian mayor adalah kehilangan tekanan akibat gesekan aliran fluida pada sistem aliran dengan luas penampang tetap atau konstan. Aliran yang melalui pipa akan selalu mengalami kerugian *head*. Hal ini disebabkan oleh gesekan yang terjadi antara fluida dengan dinding pipa atau perubahan kecepatan yang dialami oleh fluida. Kerugian mayor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Darcy-Weisbach yaitu:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (\text{Reff. 3 hal 312})$$

Dimana:

h_f = Kerugian *head* mayor (m)

f = Friction factor (Moddy diagram)

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter pipa (m)

v = Kecepatan aliran (m/s)

g = Gravitasi bumi (m/s²)

3. Kerugian Minor (Minor Losses)

Kerugian minor adalah kehilangan tekanan akibat gesekan yang terjadi pada katup – katup, sambungan, belokan dan luas penampang yang tidak konstan. Kerugian minor dapat dihitung menggunakan persamaan Darcy-Weisbach yaitu:

$$h_m = k \cdot \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (\text{Reff. 3 hal 335})$$

Dimana :

h_m = Kerugian *head* minor (m)

k = Koefisien hambatan

v = Kecepatan aliran (m/s)

g = Gravitasi bumi (m/s²)

4. Penurunan Tekanan

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot h_f \dots\dots\dots (\text{Reff. 3 hal 312})$$

Untuk perhitungan penurunan tekanan akibat sambungan dan katup dapat menggunakan rumus:

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot h_m \dots\dots\dots (\text{Reff. 3 hal 312})$$

Dimana :

Δp = Penurunan tekanan mayor (bar)

ρ = Kerapatan udara (kg/m³)

g = Gravitasi bumi (m/s²)

h_f = Kerugian *head* mayor (m)

h_m = Kerugian *head* minor (m)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan cara atau prosedur yang berisi tahapan-tahapan yang jelas yang disusun secara sistematis dalam proses penelitian. Tiap tahapan maupun bagian yang menentukan tahapan selanjutnya sehingga harus dilalui dengan teliti.

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PT. Yamaha Music Manufacturing Asia, bagian Wood Working 3 yang berlokasi di Kawasan Industri MM2100, Blok EE-3 Cikarang Barat, Bekasi.

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Observasi Lapangan

Dalam melakukan penelitian, penulis melakukan observasi ke lapangan guna mendapatkan data-data yang diperlukan dalam menganalisa sistem instalasi perpipaan udara bertekanan. Adapun data-data yang telah diperoleh untuk menunjang penelitian ini adalah sebagai berikut :

4.1.1 Data Mesin Penunjang Sistem Udara Bertekanan

a. Data Spesifikasi Air Compressor (Kompresor Udara)

Tabel 4.1 Spesifikasi Air Compressor

NO	DATA	SPESIFIKASI
1	Merk dan Jenis	Hitachi Screw Air Compressor
2	Penggerak	Totally-enclosed outer sector formed type
3	Kapasitas Udara	9 m ³ /min
4	Temperatur	40 °C

5	Tekanan Kerja	7 bar
6	Daya	55 Kw
7	Berat Total	1000 kg

b. Data Spesifikasi Air Receiver Tank (Bejana Tekan)

Tabel 4.2 Spesifikasi *Air Receiver Tank*

NO	DATA	SPESIFIKASI
1	Kapasitas Bejana Tekan	1000 liter
2	Kapasitas Udara	8,5 m ³ /min
3	Diameter	950 mm
4	Tinggi	1530 mm
5	Tekanan Kerja	10 bar
6	Temperatur	65 °C

c. Data Spesifikasi Air Dryer (Pengereng Udara)

Tabel 4.3 Spesifikasi *Air Dryer*

NO	DATA	SPESIFIKASI
1	Merk <i>Air Dryer</i>	Orion <i>Air Dryer</i>
2	Kapasitas Udara	8,8 m ³ /min
3	Temperatur Maksimum	50 °C
4	Tekanan Kerja	10 bar
5	Refrigerant	R-22, 1.65 kg
6	Konsumsi Daya	1.5/2.0 Kw
7	Berat Total	134 kg

d. Data Spesifikasi Pre/After Air Filter (Penyaring Udara)

Tabel 4.4 Spesifikasi *Pre/After Air Filter*

NO	DATA	SPESIFIKASI
1	Merk <i>Pre/After Air Filter</i>	Hitachi <i>Air Filter</i>
2	Type	HMF-103 A
3	Kapasitas Udara	13 m ³ /min
4	Tekanan Maksimum	9 bar
5	Temperatur Maksimum	60 °C

4.1.2 Data Instalasi Perpipaan

a. Data Desain Instalasi Sistem Perpipaan di PT. YMMA

Data perpipaan akan dijelaskan di bawah ini:

- Material pipa yang digunakan adalah pipa jenis Galvanis.
- Untuk data perpipaan, dibagi menjadi beberapa titik jalur pipa, antara lain:
 - a. Jalur pipa dari *Air Compressor* ke *Air Receiver Tank*.
 - b. Jalur pipa dari *Air Receiver Tank* ke *Pre Air Filter*.
 - c. Jalur pipa dari *Pre Air Filter* ke *Air Dryer*.
 - d. Jalur pipa dari *Air Dryer* ke *After Air Filter*.
 - e. Jalur pipa dari *After Air Filter* ke Area Mesin Produksi.

4.2 Analisis Data

4.2.4 Penurunan Tekanan Dalam Instalasi Pipa Berdasarkan Data Aktual

4.2.1 Perhitungan Diameter Pipa Dalam

Dalam perhitungan diameter pipa ini, peneliti menghitung diameter pipa antara titik – titik jalur pipa yang sudah ditentukan sebelumnya. Rencana pipa pada instalasi ini adalah pipa dengan *schedule* 40s. Dalam perhitungan ini digunakan rumus dan penurunan rumus sebagai berikut:

$$Q = v \times A \dots \dots \dots \text{(Reff. 3 hal 16)}$$

$$Q = v \times \frac{\pi}{4} d^2$$

$$\text{Maka, } d^2 = \frac{Q \times 4}{v \times \pi}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v}}$$

a. Perhitungan Diameter Pipa Pada Jalur Pipa A (Reff. Gbr 4.2 hal 59)

Dari data – data yang didapat sebelumnya. Diketahui:

- Debit aliran pada kompresor (Q) = 9 m³/menit = 0,15 m³/s
 - Kecepatan rata – rata aliran (v) = 32 m/s
- Sehingga,

$$d = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 0,15 \text{ m}^3/\text{s}}{3,14 \times 32 \text{ m/s}}} \\ = 0,078 \text{ m} \\ = 78 \text{ mm}$$

4.2.2 Perhitungan Laju Aliran Massa Udara

Perhitungan laju aliran massa udara adalah untuk mengetahui banyaknya udara yang masuk pada mesin per satuan waktu. Dalam perhitungan laju aliran massa udara ini, perhitungan dilakukan pada tiap titik – titik jalur pipa. Untuk perhitungannya dapat menggunakan rumus:

$$\dot{m} = \rho \cdot Q \dots\dots\dots (\text{Reff. 3 hal 16})$$

a. Perhitungan Laju Aliran Massa Udara Pada Jalur Pipa A

Dari data – data yang didapat sebelumnya. Diketahui:

- Kerapatan udara pada pipa kompresor (ρ) = 7,792 kg/m³
- Debit aliran kompresor (Q) = 9 m³/min = 0,15 m³/s

Sehingga,

$$\dot{m} = \rho \cdot Q \\ = 7,792 \text{ kg/m}^3 \times 0,15 \text{ m}^3/\text{s} \\ = 1,169 \text{ kg/s}$$

1. Dapat ditentukan *major losses* pada jalur pipa A sebagai berikut:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \\ = 0,024 \times \frac{2,05 \text{ m}}{0,0627 \text{ m}} \times \frac{(48,39 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} \\ = 93,65 \text{ m}$$

2. Dapat ditentukan *pressure drop* akibat gesekan permukaan pipa pada jalur pipa A sebagai berikut:

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot h_f \\ = 7,792 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 93,65 \text{ m} \\ = 7150 \text{ kg/(m.s}^2) = 7150 \text{ Pa} = 0,0715 \text{ bar}$$

3. Dapat ditentukan *minor losses* pada jalur pipa A sebagai berikut:

Berdasarkan table koefisien hambatan, maka didapat nilai k sebagai berikut:

- Sambungan *Elbow 90°* = 0,75 x total yang digunakan (2) = 1,5

- Katup *Gate Valve* = 0,17 x total yang digunakan (2) = 0,34

maka, total koefisien hambatan pada jalur pipa A = 1,84

$$h_m = k \cdot \frac{v^2}{2g} \\ = 1,84 \cdot \frac{(48,39 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} \\ = 219,6 \text{ m}$$

4. Dapat ditentukan *pressure drop* akibat sambungan dan katup pada jalur pipa A sebagai berikut:

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot h_m \\ = 7,792 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 219,6 \text{ m} \\ = 16780 \text{ kg/(m.s}^2) = 16780 \text{ Pa} = 0,1678 \text{ bar}$$

4.2.5 Penurunan Tekanan Dalam Instalasi Pipa Dari Hasil Perhitungan

Perhitungan *Pressure Drop* Pada Jalur Pipa A

1. Dapat ditentukan *major losses* pada jalur pipa A sebagai berikut:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \\ = 0,0015 \times \frac{2,05 \text{ m}}{0,07792 \text{ m}} \times \frac{(30 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} \\ = 1,8 \text{ m}$$

2. Dapat ditentukan *pressure drop* akibat gesekan permukaan pipa pada jalur pipa A sebagai berikut:

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot h_f \\ = 7,792 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 1,8 \text{ m} \\ = 140 \text{ kg/(m.s}^2) = 140 \text{ Pa} = 0,0014 \text{ bar}$$

3. Dapat ditentukan *minor losses* pada jalur pipa A sebagai berikut:

Berdasarkan table koefisien hambatan, maka didapat nilai k sebagai berikut:

- Sambungan *Elbow 90°* = 0,75 x total yang digunakan (2) = 1,5
- Katup *Gate Valve* = 0,17 x total yang digunakan (2) = 0,34

maka, total koefisien hambatan pada jalur pipa A = 1,84

$$h_m = k \cdot \frac{v^2}{2g} \\ = 1,84 \cdot \frac{(30 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} \\ = 84,40 \text{ m}$$

4. Dapat ditentukan *pressure drop* akibat sambungan dan katup pada jalur pipa A sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\Delta p &= \rho \cdot g \cdot h_m \\ &= 7,792 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 84,40 \text{ m} \\ &= 6450 \text{ kg/(m.s}^2) = 6450 \text{ Pa} = 0,0645 \text{ bar}\end{aligned}$$

4.2.1 Perbandingan Penurunan Tekanan Berdasarkan Data Aktual Pengukuran dan Perhitungan

Berdasarkan perhitungan analisa diatas, data sistem instalasi perpipaan yang didapat secara aktual dan secara perhitungan akan dibandingkan agar mendapatkan desain instalasi perpipaan yang paling optimal.

Tabel 4.14 Hasil Perbandingan Tekanan Yang Didapat Berdasarkan Instalasi Aktual dan *Redesign* Instalasi Pada Jalur Pipa E

Jalur E	Desain Instalasi Pipa Aktual		<i>Redesign</i> Instalasi Pipa	
	Penurunan Tekanan (bar)	Tekanan Keluar (bar)	Penurunan Tekanan (bar)	Tekanan Keluar (bar)
Pipa Utama Ke Cabang Pipa Mesin 1	0,8715	4,7908	0,3911	6,24
Pipa Utama Ke Cabang Pipa Mesin 2	0,953	4,7093	0,3432	6,2879
Pipa Utama Ke Cabang Pipa Mesin 3	0,8177	4,8446	0,2936	6,3375
Pipa Utama Ke Cabang Pipa Mesin 4	1,098	4,5643	0,3494	6,2817
Pipa Utama Ke Cabang Pipa Mesin 5	0,98	4,6823	0,3911	6,24

4.2.3 Hasil dan Pembahasan

Dari analisa penelitian ini, didapat hasil sebagai berikut:

- Perbedaan dimensi diameter penampang pipa sangat mempengaruhi penurunan tekanan pada sebuah instalasi perpipaan. Kekasaran permukaan pipa sangat mempengaruhi gesekan yang terjadi didalam pipa. Semakin besar penampang pipa dengan debit aliran tertentu, maka semakin kecil penurunan tekanan yang terjadi pada instalasi perpipaan.
 - Untuk mendapatkan desain instalasi perpipaan udara yang optimal agar dapat mendistribusikan udara sesuai kebutuhan, harus sangat mencermati dalam memilih bahan pipa, menentukan diameter dan panjang pipa tersebut.
- Diameter yang didapat pada instalasi adalah 0,09012 m untuk pipa utama dan 0,04094 m untuk pipa percabangan ke mesin produksi.
 - Nilai kekasaran permukaan pipa yang digunakan untuk pipa baru adalah 0,000025 m.
 - Pada instalasi perpipaan penurutan tekanan lebih banyak karena diameter pipa yang terlalu kecil untuk mengalirkan debit aliran digigit dan instalasi jalur pipa untuk percabangan kurang optimal karena terjadi kebocoran tekanan pada awal percabangan untuk mesin 1 yang disebabkan oleh panjang pipa, sambungan – sambungan pipa dan menyebabkan tekanan pada percabangan pipa untuk mesin 2, 3, 4, dan 5 berkurang.
 - Pada *redesign* instalasi pipa yang direncanakan, percabangan pipa untuk mesin produksi dibuat agar merata terbagi pada titik tengah instalasi. guna mendapatkan hasil tekanan yang optimal sesuai kebutuhan yang digunakan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan dan penelitian dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Besarnya penurunan tekanan pada instalasi perpipaan dipengaruhi oleh dimensi diameter permukaan pipa, panjang pipa dan kekasaran permukaan pipa.
- Pada instalasi pipa secara aktual:
 - Berdasarkan debit aliran pada jalur E adalah sebesar $0,217 \text{ m}^3/\text{s}$
 - Diameter pipa utama 0,0772 m dan panjang pipa 11,75 m
 - Diameter pipa percabangan 0,04094 m dan panjang 5 m
 - Dengan nilai koefisien kekasaran permukaan galvanis yang mengalami penumpukan dalam pipa dengan penebalan didalam permukaan pipa adalah 0,000025 m

- Serta hasil penurunan tekanan yang terjadi pada instalasi, maka didapat tekanan sebagai berikut:
Tekanan pada mesin 1 = 4,7908 bar
Tekanan pada mesin 2 = 4,7093 bar
Tekanan pada mesin 3 = 4,8446 bar
Tekanan pada mesin 4 = 4,5643 bar
Tekanan pada mesin 5 = 4,6823 bar
- 3. Pada rencana redesain instalasi pipa secara perhitungan:
 - Berdasarkan debit aliran pada jalur pipa E adalah sebesar $0,217 \text{ m}^3/\text{s}$
 - Diameter pipa utama 0,09012 m dan panjang pipa 6 m
 - Diameter pipa percabangan 0,04094 m panjang total 13,4 m
 - Dengan nilai koefisien kekasaran pipa galvanis yang mengalami penebalan permukaan akibat penumpukan kerak dalam pipa dengan penebalan kerak didalam permukaan pipa adalah 0,000025 m
 - Serta hasil penurunan tekanan yang terjadi pada *redesign* instalasi, maka tekanan yang didapat sebagai berikut:
Tekanan pada mesin 1 = 6,24 bar
Tekanan pada mesin 2 = 6,2879 bar
Tekanan pada mesin 3 = 6,3375 bar
Tekanan pada mesin 4 = 6,2817 bar
Tekanan pada mesin 5 = 6,24 bar

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk memudahkan dalam penelitian ini, sebaiknya peneliti lebih menguasai alat – alat yang akan dipergunakan dalam penelitian ini.
2. Untuk menghindari kegagalan dalam penelitian ini, harus dilakukan dengan teliti dalam pembacaan Pressure Guage yang tepat dan pengambila data yang dilakukan secara berkala dengan waktu yang berbeda – beda.
3. Hendaknya penelitian ini dikembangkan lebih lanjut, misalnya dengan fluida yang berbeda atau dengan material pipa yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

1. Raswari. 2010. “*Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan*”. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).
2. Raswari. 2007. “*Perencanaan dan Penggambaran Sistem Perpipaan*”. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).
3. Frank M. White. 1986. “*Mekanika Fluida Jilid II*”. Jakarta: Erlangga.