

ANALISIS SISTEM KERJA INSTALASI GAS OKSIGEN PADA GEDUNG RUMAH SAKIT UMUM DAERAH RUTENG

Yohanes A. Ngangut^{1*}, Yeremias M. Pell², Verdy A. Koehuan³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp. (0380)881597

*Corresponding author: efremaura@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian yang berjudul Analisis sistem kerja instalasi gas medik pada gedung rumah sakit umum daerah Ruteng. Sistem gas medik merupakan instalasi untuk memenuhi kebutuhan dari gas untuk medis, instalasi gas medik telah dikembangkan untuk mengeliminasi kesulitan kesulitan penggunaan gas medik secara konvensional, dalam sistem ini silinder gas tekanan tinggi, kompresor dan vacuum disentralisasi di suatu tempat, kemudian gas-gas dan udara tersebut dialirkan keruangan melalui pipa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja atau penurunan tekanan instalasi sistem gas oksigen (O₂) pada ruang rawat inap di lantai 3, RSUD Ruteng. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa diameter yang dibutuhkan untuk mengalirkan gas oksigen untuk jalur instalasi A dan B masing-masing untuk pipa utama, pipa cabang, dan pipa distribusi adalah 0,75 inci, 0,5 inch, dan 0,375 inch dengan total penurunan tekanan untuk jalur A 160 kPa, dan B 178 kPa.

Kata kunci : Sistem Instalasi, Gas Medik, Pipa Gas, dan Gas Oksigen.

ABSTRACT

Research entitled Analysis of the working system of medical gas installations in the Ruteng regional general hospital building. The medical gas system is an installation to meet the need for medical gas, the medical gas installation has been developed to eliminate the difficulties of using conventional medical gas, in this system the high-pressure gas cylinder, compressor and vacuum are centralized in one place, then the gases and air It flows into the room through pipes. This study aims to determine the performance or pressure reduction of the oxygen gas (O₂) system installation in the inpatient room on the 3rd floor, Ruteng Regional Hospital. The results of this research show that the diameter required to flow oxygen gas for installation lines A and B for the main pipe, branch pipe and distribution pipe respectively is 0.75 inch, 0.5 inch and 0.375 inch with a total pressure drop for line A 160 kPa, and B 178 kPa.

Keywords: Installation Systems, Medical Gas, Gas Pipes and Oxygen Gas.

1. PENDAHULUAN

Sistem gas medik merupakan instalasi untuk memenuhi kebutuhan dari gas untuk medis, instalasi gas medik telah dikembangkan untuk mengeliminasi kesulitan kesulitan penggunaan gas medis secara konvensional, dalam sistem ini silinder gas tekanan tinggi, kompresor dan vacuum di sentralisasi di suatu tempat, kemudian gas-gas dan udara tersebut dialirkan keruangan melalui pipa. Instalasi Gas Medik Menurut Kepmenkes No. 1439 / MENKES / SK / XI / 2016 tentang Penggunaan Gas Medik Pada Sarana Pelayanan Kesehatan, Gas Medik adalah gas dengan spesifikasi khusus yang dipergunakan untuk pelayanan medis pada fasilitas pelayanan kesehatan[1].

Pada saat ini di kebanyakan rumah sakit masih menggunakan instalasi gas medik sentral konvensional. Pada instalasi sentral gas medis konvensional terdapat alarm untuk indikator tekanan. Tekanan kerja normal 300 – 500 kPa, indikator 2 akan memberikan peringatan saat tekanan melebihi 500 kPa atau kurang dari 300 kPa. Alarm indikator tabung gas habis, permasalahan gas medis konvensional dilapangan masih terdapat kelalaian pengisian tabung gas akibat pemberitahuan

tabung gas habis yang tidak efektif. Dampak dari regulator yang berkualitas rendah adalah keterlambatan pembacaan nilai tekanan pada tabung (Herbowo, H. 2021) [2].

Pemasangan instalasi gas medis di rumah sakit harus dilakukan dengan standar tertentu. Tujuannya adalah agar kebutuhan gas medik yang dihasilkan memenuhi syarat dan proses distribusi gas medik berjalan dengan lancar dan aman. Aturan mengenai standar instalasi gas medik rumah sakit tertuang dalam Permenkes No. 4 Tahun 2016 tentang Penggunaan Vakum Medik dan Gas Medik pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan. Ada beberapa poin penting yang perlu digarisbawahi dalam aturan tersebut terkait standar pemasangan yakni: 1. Dilakukan oleh Tenaga Profesional. 2. Dilengkapi dengan Sentral Kompresor dan Vakum. 3. Ketentuan tentang Pipa Gas Medik. 4. Zona Valve dan Alarm Gas Medik[3].

Jenis-jenis instalasi gas medik yang biasa dipasang untuk keperluan rumah sakit beberapa diantaranya Oksigen (O_2), Nitrous Oxide (N_2O), Medical Compressed Air (Breathing Air), dan Vacuum (Suction), 2 bagian instalasi gas medik yaitu sentral gas dan di bagian ruangan tertentu yang telah ditentukan seperti NICU, ICCU, PICU, Salah satu syarat instalasi gas medik adanya sistem untuk monitoring tekanan instalasi gas medik, dan memerlukan monitoring/alarm saat terjadinya masalah dalam instalasi gas medik. Ada 2 jenis sistem alarm pada gas medik yaitu *master alarm* (sentral) dan *local area alarm*, *master alarm* digunakan untuk monitoring semua masalah di sentral gas medik kemudian *local area alarm* untuk memonitoring semua masalah di area tertentu yang sudah ditetapkan sebelumnya. Permasalahan di lapangan adalah pemakaian regulator yang bermutu rendah adalah keterlambatan pengiriman sinyal alarm untuk kondisi tabung gas medik yang dapat menyebabkan terganggunya kinerja dalam setiap instalasi di rumah sakit. pemberitahuan *low pressure* atau *high pressure* harus sedini mungkin dan tepat tertuju pada penanggung jawab sentral gas medik untuk mengantisipasi tindakan pada instalasi sentral gas medik[4].

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja instalasi sistem gas oksigen (O_2), pada ruang rawat inap lantai 3, RSUD Ruteng. Hasil penelitian ini, diharapkan bermanfaat bagi masyarakat yang menggunakan fasilitas RSUD Ruteng.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tempat Penelitian

Lokasi yang akan diambil untuk dilakukan penelitian yaitu pada gedung lantai tiga Rumah Sakit Umum Daerah Ruteng Kecamatan Langke Rembong Kabupaten Manggarai.

2.2 Prosedur Pengumpulan Data

1. Data primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung di lapangan tempat dilakukan penelitian tersebut. Berdasarkan data rancangan sistem instalasi sistem gas oksigen dan hasil pengujian jalur instalasi dan total head, kemudian melakukan analisis data.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari studi literatur yang tersedia baik itu dari referensi buku, jurnal, artikel, diktat dan penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian tersebut seperti telah diuraikan pada bab II.

2.3 Analisis sistem instalasi gas oksigen

1. Analisis Jalur Instalasi

2. Analisis Tekanan Gas Pada Jalur Terjauh

3. Analisis Head Total

2.4 Prosedur Pembuatan Sistem Instalasi Gas Medik

1. Gambar desain gas oksigen
2. Menghitung kebutuhan standar gas oksigen
3. Berdasarkan gambar menghitung kebutuhan gas
4. Menghitung penurunan energi (*pressure drop*) setiap jalur pipa
5. Menghitung total head setiap jaringan instalasi gas oksigen
6. Ambil nilai Δp total untuk menghitung penurunan tekanan gas pada setiap jalur, apakah sesuai tekan standar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Awal Sistem Instalasi Gas Medik (Oksigen)

Kondisi awal sistem instalasi gas medik (oksigen) di lantai tiga gedung Rumah Sakit Ruteng dapat dilihat pada lampiran 1. Gas oksigen dari tabung sentral O_2 yang terdiri dari 8 buah tabung yang tersusun secara seri dengan kapasitas setiap tabung adalah 10 m^3 dengan aliran 50 liter/menit, 200 Bar *high pressure*. Gas oksigen sebelum menuju ke pipa outlet untuk diteruskan ke tabung outlet, terlebih dahulu tekanannya diatur secara semi otomatis melalui dua buah katup regulator. Masing-masing katup regulator yang terpasang ini dengan kondisi tekanan gas oksigen dengan penggunaan tabung oksigen beserta regulator oksigen,

$$P_{inlet}(P_1) = 4\text{ bar} = 400.000\text{ pascal}$$

$$P_{outlet}(P_2) = 1\text{ bar} = 100.000\text{ pascal}$$

Debit aliran gas oksigen minimal pada outlet regulator adalah 2 liter/menit hingga 5 liter/menit. Sehingga untuk jalur A yang terdiri atas 8 katup outlet dan jalur B terdapat 10 katup outlet, maka pembagian debit aliran gas adalah debit gas (Q) = 8×5 liter/menit untuk jalur A sebesar 40 liter/menit atau $2,4\text{ m}^3/\text{jam} = 6,67\text{E-}04\text{ m}^3/\text{s}$. sedangkan untuk jalur B debit gas (Q) = 10×5 liter/menit sebesar 50 liter/menit atau $3\text{ m}^3/\text{jam}$.

Perencanaan awal pada jalur A dengan debit aliran $2,4\text{ m}^3/\text{jam} = 6,67\text{E-}04\text{ m}^3/\text{s}$ diketahui pipa gas yang terpasang jaringan utama adalah pipa tembaga dengan diameter dalam $D = 12,70\text{ mm}$ atau $0,5\text{ inch}$, sehingga kecepatan aliran dapat dihitung berdasarkan persamaan kontinuitas adalah:

$$V = Q/A$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$= \frac{1}{4} \pi 0,0127^2$$

$$= 0,000127\text{ m}^2$$

$$\text{Kecepatan aliran } V = 6,67\text{E-}04 / 0,000127 = 5,263\text{ m/s}$$

Kecepatan aliran ini sangat tinggi, dimana dapat menyebabkan penurunan tekanan yang sangat tinggi pada pipa outlet (Lihat lampiran 2), sehingga perlu dilakukan koreksi terhadap diameter pipa melalui prosedur perhitungan penurunan tekanan di katup outlet sebagai berikut:

1. Membuat denah instalasi pipa dengan pemberian nomor pada setiap titik sambungan pipa untuk diinput panjang pipa maupun diameter pipa dan parameter lainnya.
2. Menghitung debit aliran pada setiap jalur gas dari katup inlet menuju ke masing-masing katup outlet (Lihat Gambar Lampiran 2)
3. Menghitung kecepatan aliran dalam pipa menggunakan persamaan kontinuitas.
4. Menghitung temperatur rata-rata (T_f) dan tekanan rata (P_f) dengan tekanan referensi yakni sama dengan tekanan atmosfer ($P_b = 101,325\text{ kPa}$) dan temperatur referensi ($T_b = 289\text{ K}$).
5. Menghitung bilangan Reynold dan selanjut menghitung factor gesek (f) dengan menggunakan diagram Moody. Kekasaran permukaan pipa yang digunakan $e = 0,00045$ untuk pipa tembaga.

6. Menghitung tekanan pada masing-masing jalur gas di titik outlet (P_2 new).
7. Menghitung penurunan tekanan (ΔP) di setiap jalur pipa distribusi (Jalur A dan jalur B) dengan syarat ΔP tidak boleh lebih tinggi dari selisih tekanan pada katup inlet dan tekanan atmosfer ($400 \text{ kPa} - 101,325 \text{ kPa} = 298,675 \text{ kPa}$). Hal ini agar memastikan aliran gas mengalir ke tabung outlet ($P_{2 \text{ New}}$ harus lebih tinggi dari tekanan atmosfer).

3.2 Perhitungan Kerugian Gesek dalam Pipa Distribusi (Jalur A)

Berdasarkan data awal kondisi terpasang instalasi gas medik pada RSUD Ruteng, dimana diameter pipa distribusi yang digunakan adalah 0,5 inch pada pipa utama dan 3/8 inch pada pipa distribusi. Dari diameter pipa ini, langkah selanjutnya adalah menghitung kerugian gesekan yang terjadi dalam pipa pada setiap jalur gas oksigen. Kerugian gesekan ini dihitung menggunakan persamaan Darcy-Weisbach dan parameter aliran lainnya seperti panjang pipa, kecepatan aliran, dan faktor gesekan serta bilangan Reynold hingga penurunan tekanan pada pipa outlet.

Hasil analisis menunjukkan penggunaan diameter pipa tersebut menyebabkan sanggat tingginya penurunan tekanan terutama pada pipa utama. Sehingga dilakukan penyesuaian diameter pipa instalasi sistem gas medik dan diperoleh kebutuhan minimal diameter pipa utama adalah 0,75 inch pada pipa utama sementara pipa distribusi tetap menggunakan pipa 3/8 inch atau 0,375 inch pada pipa distribusi. Hal ini dapat dilihat pada contoh perhitungan di bawah ini dan pada Lampiran 4.

Parameter pipa

Diketahui

Panjang pipa utama = 56 m

Diameter pipa = 19,05 mm

Jenis pipa = tembaga

Kecepatan aliran = 2,339 m/s

$\rho = 0,98565 \text{ kg/m}^3$ (massa jenis fluida)

$\mu = 0,00002055 \text{ N/m}^2$ (viskositas dinamis fluida)

Menghitung Debit

Debit aliran dari tabung sentral sebesar $2,4 \text{ m}^3/\text{jam}$, yang didistribusikan masing – masing 8 tabung outlet (lihat denah dilampiran) sebesar $57,6 \text{ m}^3/\text{jam}$ atau, $6,67\text{E-}04 \text{ m}^3/\text{s}$. Sementara debit aliran gas pada pipa distribusi disetiap cabang, yang masing – masing terdiri atas dua buah tabung outlet sehingga debitnya adalah $2 \times 6,67\text{E-}04 \text{ m}^3/\text{s} = 1,33\text{E-}03 \text{ m}^3/\text{s}$.

Menghitung kecepatan aliran

Kecepatan aliran menggunakan persamaan kontinuitas

$$V = Q/A$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$= \frac{1}{4} \pi 0,01905^2$$

$$= 0,0003 \text{ m}^2$$

$$\text{Kecepatan aliran } V = 57,6 / 0,0003 = 2,339 \text{ m/s}$$

Menghitung Temperatur dan Tekanan Rata-Rata

Menghitung temperatur rata-rata (T_f) dan tekanan rata (P_f) dengan tekanan referensi yakni sama dengan tekanan atmosfer ($P_b = 101,325 \text{ kPa}$) dan temperatur referensi ($T_b = 289 \text{ K}$). $P_f = (P_1 + P_2)/2$

$$= (400 + 100)/2$$

$$=250 \text{ kPa}$$

$$T_f = T_b X \left(\frac{P_f}{P_b} \right)^{\left(\frac{n-1}{n} \right)}$$

$$T_f = 298 X \left(\frac{250}{101,325} \right)^{\left(\frac{1,4-1}{1,4} \right)}$$

$$T_f = 385,727 \text{ K (dimana } n \text{ adalah } Cp/Cv = 1,4 \text{ untuk oksigen.)}$$

Bilangan Reynolds (Re)

Bilangan Reynold (Re) digunakan untuk menentukan jenis aliran dalam pipa (laminar, transisi, atau turbulen):

Bilangan Reynold dalam pipa dapat dihitung :

$$Re = 0,5134 \left(\frac{P_b}{T_b} \right) \left(\frac{GQ}{\mu D} \right)$$

$$Re = 0,5134 (101,325/298) (1 \times 4800 / 0,00002055 \times 0,1)$$

$$Re = 2,6E+07$$

Hasil perhitungan didapat Re 4,1E+08 sehingga dalam analisis ini menunjukkan jenis aliran yang digunakan adalah aliran turbulen. Berdasarkan diagram Moody diperoleh $f = 0,014$.

Perhitung tekanan outlet (P_{2New})

$$P_2^2 = P_1^2 - GT_f LZf \left[\frac{Q}{1,14994^{-3} \left[\frac{T_b}{P_b} \right] D^{2,5}} \right]^2$$

$$P_2^2 = 400^2 - 1 \times 385,727 \times 37 \times 57,6 \times 0,014$$

$$X (4800 / 1,149 \times 10^{-3} \times 298 \times 101,325) \quad P_2^2 = 121701,958$$

$$X 19,05^{2,5})^2$$

$$P_{2New} = \sqrt{138018,2}$$

$$P_{2New} = 371,5 \text{ kPa}$$

Perhitungan penurunan tekanan (delta P)

$$\Delta P = P_1 - P_{2new}$$

$$\Delta P = 400 - 371,5$$

$$\Delta P = 28,49 \text{ kPa}$$

Delta P memenuhi syarat (nilai P_{2new} lebih tinggi dari tekanan atmosfer)

Perhitungan secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 4.

3.3 Perhitungan Kerugian Gesek dalam Pipa Distribusi (Jalur B)

Berdasarkan data awal kondisi terpasang instalasi gas medik pada RSUD Ruteng, dimana diameter pipa distribusi yang digunakan adalah 0,5 inch pada pipa utama dan 3/8 inch pada pipa distribusi. Dari diameter pipa ini, langkah selanjutnya adalah menghitung kerugian gesekan yang terjadi dalam pipa pada setiap jalur gas oksigen. Kerugian gesekan ini dihitung menggunakan persamaan Darcy-Weisbach dan parameter aliran lainnya seperti panjang pipa, kecepatan aliran, dan faktor gesekan serta bilangan Reynold hingga penurunan tekanan pada pipa outlet. Hasil analisis menunjukkan penggunaan diameter pipa tersebut menyebabkan sangat tingginya penurunan tekanan terutama pada pipa utama. Sehingga dilakukan penyesuaian diameter pipa instalasi sistem gas medik dan diperoleh kebutuhan minimal diameter pipa utama adalah 0,75 inch dan 0,5 inch pada pipa utama, sedangkan pada pipa distribusi tetap menggunakan pipa 3/8 inch atau 0,375 inch. Hal ini dapat dilihat pada contoh perhitungan di bawah ini.

Parameter pipa

Diketahui

Panjang pipa utama = 64m

Diameter pipa = 19,05 mm

Jenis pipa = tembaga

Kecepatan aliran = 2,924 m/s

$\rho = 0,98565 \text{ kg/m}^3$ (massa jenis fluida)

$\mu = 0,0002055 \text{ N/m}^2$ (viskositas dinamis fluida)

Menghitung Debit

Debit aliran dari tabung sentral sebesar $0,0008 \text{ m}^3/\text{jam}$, yang didistribusikan masing – masing 10 tabung outlet (lihat denah dilampiran) sebesar $3 \text{ m}^3/\text{jam}$ atau, $0,0008 \text{ m}^3/\text{s}$. Sementara debit aliran gas pada pipa distribusi disetiap cabang, yang masing – masing terdiri atas dua buah tabung outlet sehingga debitnya adalah $2 \times 0,0008 \text{ m}^3/\text{s} = 0,0016 \text{ m}^3/\text{s}$.

Menghitung kecepatan aliran

Kecepatan aliran menggunakan persamaan kontinuitas

$$V = Q/A$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$= \frac{1}{4} \pi 19,05^2$$

$$= 0,0003 \text{ m}^2$$

$$\text{Kecepatan aliran } V = 0,0008 / 0,0003 = 2,2924 \text{ m/s}$$

Menghitung Temperatur dan Tekanan Rata-Rata

Menghitung temperatur rata-rata (T_f) dan tekanan rata (P_f) dengan tekanan referensi yakni sama dengan tekanan atmosfer ($P_b = 101,325 \text{ kPa}$) dan temperatur referensi ($T_b = 289 \text{ K}$).

$$P_f = (P_1 + P_2) / 2$$

$$= (400 + 100) / 2$$

$$= 250 \text{ kPa}$$

$$T_f = T_b \times \left(\frac{P_f}{P_b} \right)^{\left(\frac{n-1}{n} \right)}$$

$$T_f = 298X\left(\frac{250}{101,325}\right)^{\left(\frac{1,4-1}{1,4}\right)}$$

$$T_f = 385,73 \text{ K (dimana } n \text{ adalah } Cp/Cv = 1,4 \text{ untuk oksigen)}$$

Bilangan Reynolds (Re)

Bilangan Reynold (Re) digunakan untuk menentukan jenis aliran dalam pipa (laminar, transisi, atau turbulen).

Head kerugian gesek di dalam pipa dapat dihitung :

$$Re = 0,5134 \left(\frac{P_b}{T_b} \right) \left(\frac{GQ}{\mu D} \right)$$

$$Re = 0,5134(101,325/298)(1 \times 4800/0,00002055 \times 0,1)$$

$$Re = 3,21E+07$$

Dari tabel diatas kita dapat mengetahui nilai dari 3 jenis aliran. Hasil perhitungan didapat Re 3,21E+07 sehingga dalam analisis ini menunjukkan jenis aliran yang digunakan adalah aliran turbulen. Berdasarkan diagram Moody diperoleh $f = 0,014$.

Perhitung tekanan outlet (P_{2New})

$$P_2^2 = P_1^2 - GT_f LZf \left[\frac{Q}{1,14994^{-3} \left[\frac{T_b}{P_b} \right] D^{2,5}} \right]^2$$

$$P_2^2 = 400^2 - 1 \times 385,727 \times 37 \times 0,95$$

$$X 0,014 \times (4800/1,149 \times 10^{-3} \times 298 \text{ } P_2^2 = 125677,27$$

$$/101,325 \times 100^{2,5})^2$$

$$P_{2New} = \sqrt{125677,27}$$

$$P_{2New} = 354,51 \text{ kPa}$$

Perhitungan penurunan tekanan (delta P) $\Delta P = P_1 - P_{2new}$

$$\Delta P = 400 - 354,51$$

$$\Delta P = 45 \text{ kPa}$$

Delta P memenuhi syarat (nilai P_{2new} lebih tinggi dari tekanan atmosfer)

Perhitungan secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 3.

3.4 Pembahasan

Berdasarkan data awal yang di peroleh dalam analisis kebutuhan gas oksigen pada gedung lantai tiga RSUD Ruteng pada jalur instalasi A dan B seperti pada tabal di bawah ini.

Tabel 4.1. Data awal

Nama	Satuan	Jalur Instalasi A	Jalur Instalasi B
Inlet	kPa	400	400
Outlet	kPa	100	100
Debit Gas utama	m ³ /jam	2,4	3
Diameter utama	Inch	0,5	0,5
Diameter cabang	Inch	0,375	0,375
Diameter distribusi	Inch	0,375	0,375
Jumlah tabung outlet	unit	8	10
Kecepatan aliran pipa utama	m/s	5,263	6,578
Penurunan Tekanan	kPa	Sangat tinggi	Sangat tinggi

Dari data awal pada Tabel 4.1 kita dapat mengetahui diameter pipa yang sangat kecil dan kecepatan aliran yang sangat tinggi sehingga aliran gas tidak dapat mengalir ke outlet. Oleh karena itu, kita perlu menganalisis ulang sistem instalasi gas oksigen dengan cara menaikkan diameter pipa dan menurunkan kecepatan aliran. Dari hasil analisis yang dilakukan pada sistem kerja instalasi gas oksigen untuk jalur A dan B seperti yang ditunjukkan pada tabel lampiran 3 dan 4.

Dalam instalasi sistem gas medik, pemilihan diameter pipa yang tepat sangat penting untuk memastikan aliran gas yang sesuai dan menghindari kerugian tekanan yang berlebihan. Berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan kontinuitas dan Bernoulli, diameter pipa utama yang dibutuhkan jalur A adalah 0,75 inci pada pipa utama, 0,5 inch pada pipa cabang dan 0,375 inch atau 3/8 inch pada pipa distribusi. Sedangkan pada jalur B diameter pipa utama yang dibutuhkan adalah 0,75 inci dan 0, 5 inch pada pipa cabang, sedangkan pada pipa distribusi digunakan 0,375 inch atau 3/8 inch. Hal ini akan memberikan tekanan maupun debit yang cukup pada pipa outlet untuk didistribusikan ke tabung outlet pada masing-masing jalur seperti pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data hasil analisis

Nama	Satuan	Jalur Instalasi A	Jalur Instalasi B
Inlet	kPa	400	400
Outlet	kPa	100	100
Debit Gas utama	m ³ /jam	2,4	3
Diameter utama	Inch	0,75	0,75
Diameter cabang	Inch	0,5	0,5
Diameter distribusi	Inch	0,375	0,375
Jumlah tabung outlet	unit	8	10
Kecepatan aliran pipa utama	m/s	2,339	2,924
Total Penurunan Tekanan	kPa	160	178

Kecepatan sangat berpengaruh terhadap diameter pipa. Semakin besar diameter pipa kecepatannya semakin berkurang begitu juga sebaliknya. Hal ini kita bisa peroleh dari data awal yang ada pada Tabel 4.1. sehingga dalam analisis instalasi gas medik diameter pipanya perlu mempertimbangkan pemilihan diameter pipa pada saat desain instalasi gas medik yang sesuai standar instalasi untuk keperluan mengalirkan gas oksigen untuk rumah sakit. Hasil analisis ini didapat

kecepatan untuk jalur A dan B adalah 2,339 m/s dan 2.924 m/s dengan tekanan outlet. Pengaruh kecepatan terhadap kerugian tekanan dalam aliran fluida melalui pipa sangat signifikan. Semakin tinggi kecepatan akibat pengecilan diameter pipa dan atau peningkatan debit aliran dapat meningkatkan penurunan tekanan pada pipa outlet. Kerugian tekanan dalam aliran pipa terutama disebabkan oleh gesekan antara fluida dan dinding pipa sepanjang pipa. Penurunan tekanan gas oksigen dari katup inlet samapi ke katup outlet untuk jalur instalasi A adalah 160 kPa dengan tekanan terendah pada outlet adalah 239,7 kPa, dan jalur instalasi B 178 kPa dengan tekanan terendah pada outlet adalah 221,56 kPa, hal menunjukan tekanan gas pada jalur terjauh sesuai standar.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis sistem instalasi gas oksigen, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Rancangan awal instalasi gas medik di RSUD Ruteng dengan penggunaan diameter pipa utama 0,5 inch tidak memenuhi syarat, sehingga perlu diganti dengan penggunaan diameter pipa yang sesuai, yakni pemilihan diameter pipa gas yang dibutuhkan untuk jalur A adalah 0,75 inci pada pipa utama, 0,5 inch pada pipa cabang dan 0,375 inch atau 3/8 inch pada pipa distribusi. Begitu juga pada jalur B diameter pipa utama yang dibutuhkan adalah 0,75 inci dan 0, 5 inch pada pipa cabang, sedangkan pada pipa distribusi digunakan 0,375 inch atau 3/8 inch.
2. Penurunan tekanan gas oksigen berdasarkan hasil pemilihan diameter pipa gas dari katup inlet sampai ke katup outlet masing-masing untuk jalur instalasi A adalah 160 kPa dengan tekanan terendah pada outlet adalah 239,7 kPa, dan jalur instalasi B 178 kPa dengan tekanan terendah pada outlet adalah 221,56 kPa, hal menunjukan tekanan gas pada jalur terjauh sesuai standar.

4.2 Saran

Untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi sistem instalasi gas medis, beberapa saran berikut dapat dipertimbangkan:

1. Mempertimbangkan penggunaan pipa dengan material yang memiliki faktor gesekan lebih rendah jika memungkinkan, untuk mengurangi kerugian gesekan.
2. Mengoptimalkan tata letak sistem pipa untuk mengurangi panjang total pipa dan jumlah sambungan, yang akan mengurangi kerugian tekanan total.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Abulayla, O. (2021). Medical Gas System.
- [2]. Efrila, M. (2018). Enforcement of Regulations in Medical Gas Management in Indonesia. 2018 International Conference on Energy and Mining Law (ICEML 2018), 81–85.
- [3]. Haryanto; Herbowo. (2021). Rancang Bangun Sistem Pemantauan Tekanan Gas Medis Berbasis Iot (Internet Of Things) Menggunakan Arduino Dan Sensor Mpx 5700 Di Rsup Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten. Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Widya Dharma Klaten.
- [4]. Hendryani, A., Nurdinawati, V., & Dharma, N. (2021). Desain Manifold dengan Monitoring Tekanan untuk Pertukaran Otomatis Tabung Gas Oksigen Medis di Rumah Sakit. Teknik, 42(1), 45–51.
- [5]. Highley, D. (2009). Medical gases, their storage and delivery. Anaesthesia & Intensive Care Medicine, 10(11), 523–527.
- [6]. International ASTM. (2013). Standard Guide for Designing Systems for Oxygen Service: Vol. G88 – 05. <https://doi.org/10.1520/G0088-05>

- [7]. Lamjaya, P. (2022). Optimalisasi Proyek Instalasi Gas Medis Dengan Menggunakan Critical Path Method (CPM) Dan Program Evaluation And Review Technique (Pert) Di Rsia Asih Jakarta Selatan. *TEKNOKRIS*, 25(2), 41–49.
- [8]. Liu, W., Khatibi, N., Sridharan, A., & Zhang, J. H. (2011). Application of medical gases in the field of neurobiology. *Medical Gas Research*, 1, 1–18.
- [9]. Menon, E. S. (2005). *Gas pipeline hydraulics*. Crc Press.
- [10]. Nugroho, S. B. A., Hermawan, I. R., & MT, M. M. (2018). Analisa Perancangan Instalasi Gas Untuk Rumah Susun Penggilingan Jakarta Timur. *Prosiding SENIATI*, 4(1), 223–228.
- [11]. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 4 Tahun (2016). www.peraturan.go.id
- [12]. Rahmat, B. (2019). Telemonitoring Gas Medis. *Prosiding Seminar Nasional Widya Husada*.
- [13]. Wijaya, N. H., Untara, B., & Khoirunnisa, I. (2019). Monitoring Tekanan Gas Medis Pada Instalasi Gas Medis Rumah Sakit. *Medika Teknika: Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia*, 1(1), 19–24.