ANALISA PERANCANGAN INSTALASI GAS
UNTUK RUMAH SUSUN PENGGILINGAN JAKARTA TIMUR

Surya Bagas Ady Nugroho [1)], 2. Ir. Rudi Hermawan, MM. MT [2)]

[1),2)] Teknik Mesin, Universitas Pancasila
Jalan Raya Lenteng Agung Timur No.56-80, Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta Selatan
Email : suryabagas_23@yahoo.com

Abstrak. *Didalam gedung multi hunian atau runah susun terdapat suatu utilitas atau perlengkapan yang digunakan untuk menunjang tercapainya unsur-unsur kenyamanan, kesehatan, keselamatan, komunikasi dan mobilitas dalam bangunan tersebut. Untuk memenuhi sistem pemipaan bahan bakar gas ini diperlukan pemilihan desain, diameter pipa, spesifikasi material dan aksesoris pemipaan sesuai kebutuhan. Pemilihan desain dan diameter akan didasari oleh perhitungan secara teoritis berdasarkan data-data yang ada. Data-data ini diperoleh dengan mengumpulkan dokumen-dokumen teknis yang ada dan dilakukan peninjauan langsung ke lapangan. Pada kasus ini dibutuhkan sebuah sistem pemipaan untuk dapat menyalurkan dan memenuhi kebutuhan bahan bakar gas pada 510 unit hunian yang digunakan untuk memasak menggunakan sebuah kompor dengan konsumsi gas ±180 m³/h pada saat dioperasiakan secara bersama. Dari hasil perhitungan teoritis dalam menentuakan desain dan diameter pipa yang digunakan, maka akan diperoleh data-data spesifikasi material yang dibutuhkan. Sehingga dari data-data tersebut, dapat digunakan sebagai acuan dalam pemilihan jenis sistem pemipaan yang paling effisien*

Kata kunci : *sistem pemipaan, pipa gas, instalasi gedung, gedung multi hunian.*

1. Pendahuluan

Sistem pemipaan udara bertekanan bertujuan untuk mendistribisikan udara bertekanan dari mesin penghasil udara bertekanan. Dalam kondisi nyata sistem tersebut tidak terlepas dari rugi-rugi dalam hal ini adalah penurunan tekanan sepanjang jalur distribusi. Penurunan tekanan dalam jalur distribusi disebabkan oleh tiga faktor yaitu akibat gesekan sepanjang jalur pemipaan (rugi-rugi mayor), sambungan (fitting) sepanjang jalur pipa (rugi-rugi minor) dan penurunan tekanan akibat komponen penunjang. [1].

Dalam perancangan instalasi pipa gas untuk gedung bertingakat multi hunian, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan agar dapat memenuhi kebutuhan serta menjamin keamanan dan keselamatan penggunanya yaitu desain instalasi, spesifikasi material, diameter pipa, penyesuaian tekanan gas, penyambungan pipa, komponen atau aksesori perpipaan yang akan di guanakan dan sistem keamanan dari instalasi yang dipasang apabila terjadi sebuah kebocoran setelah instalasi tersebut dioperasikan. [2]

a. Rumusan Masalah
   Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, maka penulis merumusan permasalahnya:
   1. Bagaimana menentukan diameter pipa pada instalasi pipa utama, pipa koridor dan pipa hunian?
   2. Berapa nilai penurunan tekanan mayor, minor dan total pada instalasi gas Rumah Susun Penggilingan Jakarta Timur?

b. Batasan Masalah
   Agar analisa perancangan bejalan sesuai fokus pembahasan maka pembatasan masalah penelitian ini adalah :

   1. Permasalahan yang akan dibahas dalam perencanaan ini adalah perencanan sistem instalasi pipa gas pada rumah susun sederhana sewa penggilingan jakarta timur, yang terdiri dari 16 lantai dengan kapasitas 510 unit hunian.
   2. Peneliti membahas permasalahan tentang analisis sistem perpipaan gas, menentukan diameter dan rugi-rugi tekanan dalam perpipaan gas.

c. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dikaji maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mendapatkan desain yang paling optimal agar dapat mendistribusikan gas sesuai dengan kebutuhan dan aman untuk digunakan.
2. Menentukan nilai penurunan tekanan pada sistem perpipaan gas rumah susun penggilingan?

2. Landasan Teori

Saluran pipa atau saluran transmisi adalah pipa yang dipasang untuk menyalurkan gas dari satu atau beberapa sumber penyedia gas ke satu atau lebih pusat distribusi atau kesatu atau lebih pelanggan dengan volume besar, atau pipa saling menghubungkan sumber-sumber penyediaan gas. [3]

Fluida adalah zat yang dapat mengalir karena tidak dapat menahan tegangan geser (shearing strees). Fluida dapat menyesuaikan diri dengan bentuk wadah apapun dimana kita menempatkannya.[4]

a. Sifat-Sifat Fluida

1) Kerapatan *(density)*

Kerapatan (ρ) adalah ukuran konsentrasi fluida dan dinyatakan dalam bentuk massa (m) persatuan volume (V).

$$\rho = m/V \quad \text{..... (1)}$$

Dimana:
ρ = Massa jenis fluida (kg/m³)
m = massa (kg)
V = volume (m3)

Berat jenis (γ) adalah berat benda persatuan volume pada temperatur dan tekanan tertentu, dan berat suatu benda adalah hasil kali antara rapat massa (ρ) dan percepatan gravitasi (g).

$$\gamma = \rho.g \quad \text{..... (2)}$$

Dimana :
γ = Berat jenis (N/m3)
ρ = Rapat massa (kg/s2)
g = Percepatan gravitasi (m/s2)

2) Kekentalan *(viscocity)*

Viskositas merupakan ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan di dalam fluida. [4]

3) Kemampatan *(compressibility)*

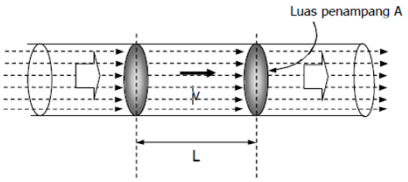
Kemampatan adalah perubahan volume karena adanya perubahan tekanan, yang ditunjukan perbandingan antara perubahan tekanan dan perubahan volume terhadap volume awal. [4]

$$p = F/A \quad \text{..... (3)}$$

Dimana:
p = Tekanan mutlak (Pa)
F = Gaya (N)
A = Luas penampang (m²)

b. Aliran Fluida dalam pipa

Jumlah fluida yang mengalir melalui tampang lintang aliran tiap satu satuan waktu disebut debit aliran dan diberi notasi Q, satuannya adalah meter kubik per detik (m³/s).[4]



Gambar 2.1 Dalam selang waktu t fluida mengalir melalui pipa dengan luas penampang A dengan menempuh panjang lintasan s.

sehingga debit aliran adalah:

$$Q=A.v \quad \text{..... (4)}$$

Dimana:
Q = Debit aliran (m^3/s)
v = Kecepatan aliran (m/s)
A = Luas penampang (m^2)

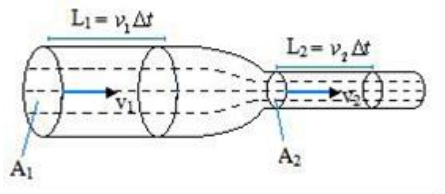
Luas penampang (A) tergantung dari bentuk penampang saluran. Sebagai contor yaitu luas penampang pipa, dapat kita hitung dengan rumus

$$A = ¼ \pi D^2 \quad \text{..... (5)}$$

Dimana:
A = Luas penampang (m^2)
π = 3,14
D = Diameter (m)

c. Persamaan Kontinuitas

Persamaan kontinuitas merupakan hubungan antara laju aliran fluida dan luas penampang, untuk aliran sebuah fluida ideal.[5]



Gambar 2.2 Aliran Fluida didalam Pipa

$$A_(1\ )\ v_1=A_(2\ )\ v_2 \quad \text{..... (6)}$$

Dimana:
A_(1)= luas penampang bagia pipa yang berdiameter besar (m)
A_(2)= luas penampang bagian pipa yang berdiameter kecil (m)
v_1 = kecepatan aliran fluida pada bagian pipa yang berdiameter besar (m/s)
v_2 = kecepatan aliran fluida pada bagian pipa yang berdiameter kecil (m/s)
L = jarak tempuh fluida (m)

d. Persamaan Bernoulli

Jika laju sebuah elemen fluida meningkat selama elemen tersebut mengalir di sepanjang arah aliran horizontal, maka tekanan fluida tersebut pasti menurun, dan sebaliknya.(Hukum Bernoulli)[5]

$$p_1+\ 1/2\ \rho\ 〖v^2〗\ _1+\rho g y_1=p_2+\ 1/2\ \rho\ 〖v^2〗\ _2+\rho g y_2 \text{ ..... (7)}$$

Persamaan Bernoulli pada fluida diam, dengan v_1 = v_2 = 0 dalam persamaan (7). Hasilnya adalah

$$p_1=p_2+\rho g(y_1-y_2) \text{ ..... (8)}$$

Sedangkan pada persamaan Bernoulli dengan y sebagai konstanata (y = 0), sehingga fluida tidak mengubah ketinggian ketika mengalir. Maka persamaan (7) menjadi

$$p1+\ 1/2\ \rho\ 〖v^2〗\ 1=\ p2+\ 1/2\ \rho\ 〖v^2〗\ 2 \text{ ..... (9)}$$

e. Kehilangan Tekanan Pada Sistem Pemipaan

Kehilangan tekanan pada sistem pemipaan adalah besar tingkat kehilangan energi yang dapat mengakibatkan berkurangnya tekanan aliran fluida dalam saluran. Secara umum kehilangan tekanan pada sistem disebabkan oleh dua faktor, diantaranya:[1]

1) Kerugian tekanan mayor (major pressure losses)

Rugi mayor adalah rugi yang disebabkan karena adanya gesekan antara aliran fluida dengan dinding pipa pada pipa lurus. Profil aliran fluida didalam pipa ditentukan dari bilangan Reynolds, yaitu:[1]

$$Re = (\rho.v.D)/\mu \quad \text{..... (10)}$$

Dimana :

ρ = Massa jenis fluida (kg/m³)
v = Kecepatan (rata-rata) fluida yang mengalir (m/s)
D = Diameter dalam pipa (m)
μ = Viskositas dinamik fluida (kg/ms) atau (N.s/ m²)

Dilihat dari kecepatan aliran, menurut (Mr. Reynolds) diasumsikan/dikategorikan laminar bila aliran tersebut mempunyai bilangan Re kurang dari 2300, Untuk aliran transisi berada pada pada bilangan Re 2300 dan 4000 biasa juga disebut sebagai bilangan Reynolds kritis, sedangkan aliran turbulen mempunyai bilangan Re lebih dari 4000.[1]
Sehingga perhitungan kehilangan tekanan (pressure loss) mayor menurut Dercy Weisbech, dapat diketahui dengan mengunakan persamaan:[1]

$$\Delta p=f.\rho.L/D.v^2/2 \quad \text{..... (12)}$$

Dimana:

Δp = Kehilangan tekanan mayor (Pa)
f = Koefisien gesek (friction factor)
ρ = Massa jenis fluida (kg/m³)
L = Panjang pipa (m)
D = Diameter pipa (m)
v = Kecepatan fluida (m/s)

2) Kerugian tekanan minor (minor pressure losses)

Kerugian tekanan minor adalah kerugian tekanan yang disebabkan oleh adanya sambungan pipa (fitting) seperti katup (valve), belokan (elbow), saringan (strainer), percabangan (tee), pembesaran diameter pipa (expansion), pengecilan diameter pipa (contraction) dan sebagainya.[1]
Kehilangan tekanan yang disebabkan karena adanya belokan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:[1]

$$\Delta p=f.\rho.L/De.v^2/2 \quad \text{..... (13)}$$

Atau

$$\Delta p=k.\rho.v^2/2 \quad \text{..... (14)}$$

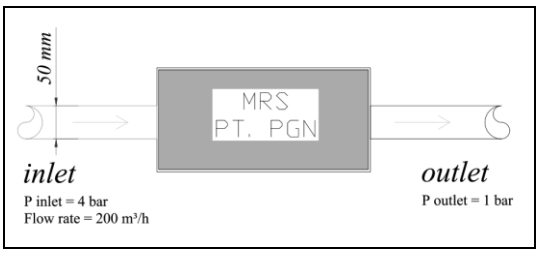
Dimana:

Δp = Kehilangan tekanan minor (Psi)
f = Friction factor (dapat dilihat dari digram Moody)
ρ = Massa jenis fluida (kg/m³)
L/De = Ekuivalen lenght untuk sambungan
K = Koefisien hambatan
v = Kecepatan fluida (m/s)

3. Pembahasan

a. Perhitungan Diameter Pipa

Pipa Utama
Pipa utama merupakan pipa yang dipasang mulai dari outlet MRS, yaitu pipa yang di letakan dari luar gedung dan pipa yang ada didalam shaft.



Gambar 3.1 Aliran Gas di MR/S

Untuk menentukan ukuran diameter pipa di outlet MRS yaitu pipa tertanam dan pipa utam, dapat dihitung dengan mengunakan persamaan (4).

Diketahui:
P inlet = 4 bar
P outlet = 1 bar
Debit gas (Q) = 200 m^3/h = 0,056 m^3/s
Diameter inlet (D1) = 50 mm
Kecepatan aliran (v1) = 10 m^3/s

Rumus aliran fluida:
$Q = A.v = m^3.m/s$ ..... (4)
$A = ¼ \pi D^2$ ..... (5)
$Q = ¼ \pi D^2 .v$
$¼ \pi D^2 = Q/v$

Persamaan Bernoulli
$p1 + 1/2 \rho [v^2] 1 = p2 + 1/2 \rho [v^2] 2$ ..... (9)
$4 + 1/2 (10)^2 = 1 + 1/2 (v^2)$
$54 = 1 + 1/2 (v^2)$
$1/2 (v^2) = 53$
$v = 5,15 m^2/s$

Jadi,
$¼ \pi (D)^2 = (0,056 m^3/s) / (5,15 m^2/s)$
$¼ \pi (D)^2 = 0,0108 m$
$(D)^2 = 0,0138 m$
$D = 0,117 m = 117 mm$
$D = 4,6$ inch

Jadi untuk pipa utama dapat digunakan pipa dengan diameter minimal 4,6 inch. Begitu pula perhiungan untuk pipa di dalam koridor maupun unit hunian.

b. Perhitungan kerugian gesek dalam pipa utama

Diketahui:
Panjang pipa utama = 120 meter
Diameter pipa = 0,117 meter
Jenis pipa = Seamless Sch. 40
Kecepatan aliran = 5,15 m^2/s

Head kerugian gesek di dalam pipa dapat dihitung menggunakan persamaan (10)
$Re = (\rho.v.D)/\mu$ ..... (10)
$Re = (0{,}646\ kg/m^3)(5{,}15\ m^2/s)(0{,}117\ m) / 0{,}000112$
Re = 3475,42 (merupakan jenis aliran transmisi)

Sehingga perhitungan kehilangan tekanan (pressure loss) mayor menurut Dercy Weisbech, dapat diketahui dengan mengunakan persamaan:[2]
$\Delta p = f.\rho.L/D.v^2/2$ ..... (12)
$\Delta p = (0{,}041)(\ 0{,}646\ kg/m^3).(120\ m)/((0{,}117\ m).(\ 5{,}15\ m^2/s\ )^2/2)$
$\Delta p = 2{,}05\ m$

4. Simpulan

a. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan untuk menhitung diameter pada pipa yang akan digunakan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan Bernoulli dan persamaan luas sebuah lingkaran. Dari data yang didapatkan untuk pemipaan gas di rumah susun penggilingan dapat kita tentukan diameter pipa utama yang digunakan yaitu pipa berdiameter 5 inch.
b. Dilihat dari kecepatan aliran, menurut (Mr. Reynolds) diasumsikan/dikategorikan aliran fluida yang mengalir merupakan aliran transmisi yaitu (Re = 3475,42)
c. Head Kerugian gesek yang terjadi pada pipa utama yaitu 2,05 m.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan, doa, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Bpk. Hendri Sukma, ST. MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pancasila.
2. Ir. Rudi Hermawan, MM. MT selaku Dosen pembimbing yang dengan baik hati telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyusun tugas akhir ini.
4. Kedua orang tua penulis, yang tidak henti-hentinya memberikan dukungan baik moril maupun meteril.
5. Kepada teman-teman teknik mesin RK angkatan 2013 yang telah banyak memberikan masukan dan dukungan kepada penulis

Daftar Pustaka

[1]. Abdul Hamid. “Evaluasi Penurunan Pekanan Pada Pemipaan Sistem Udara Bertekanan di PT. Indofood Sukses Makmur (Bogasari Flour Mill)”, Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana, 2013.
[2]. PT. Perusahaan Gas Negara. (2016). “Panduan Pemasangan Pipa Gas Pada Gedung Bertingkat Multi Hunian”.
[3]. Badan Standarisasi Nasional. SNI 13-3474-2002. “Sistem Perpipaan Transmisi Dan Distribusi Gas”.
[4]. David Halliday, Robert Resnick, dan Jearl Walker. (2010). “Fisika Dasar”, Edisi 7, Jilid 1, terjemahan Dr. Euis Sustini, M.Si, dkk. Erlangga, Jakarta.
[5]. Bruce R. Munson, Donald F. Young, Theodore H. Okiishi. (2004). “Mekanika Fluida” jilid II. Erlangga. Jakarta.