

ANALISA INSTALASI PERPIPAAN PADA POMPA PRODUKSI AIR BERSIH PDAM BUTON SELATAN DI MATA AIR LALOIYA DESA GUNUNG SEJUK

La Ode Asman Muriman¹

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Dayanu Ikhsanuddin BauBau

e-mail : asman.gmt01@gmail.com

Fajar Indra Hardianto²

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Dayanu Ikhsanuddin BauBau

e-mail : indrahardianto62@gmail.com

ABSTRAK-Air merupakan kebutuhan manusia untuk memenuhi kebutuhan air bersih di wilayah Sampolawa dan Lapandewa, PDAM Buton Selatan memproduksi air bersih dari mata air Laloiya desa Gunung Sejuk menggunakan pompa dengan Q 198,18 m³/jam di salurkan ke bak satu, bagaimana menganalisa kerugian instalasi perpipaan dari mata air sampai ke bak satu, menganalisa kebutuhan air bersih masyarakat, tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kerugian instalasi perpipaan dari mata air sampai ke bak satu (*reservoir*) dan untuk mengetahui kebutuhan air bersih masyarakat, apakah masih mencukupi dengan daya pompa tersebut.

Metode penelitian pengambilan data panjang pipa, ukuran pipa, belokan pipa, ukuran bak penampung, beda ketinggian antara pompa dengan bak penampung, jumlah penduduk, dan kebutuhan air setiap harinya.

Dari hasil perhitungan berdasarkan data yang di peroleh bahwa kerugian instalasi perpipaan adalah 132,6475 m kerugian head ini masih lebih kecil di banding dengan Head yang dimiliki pompa yaitu 150 m, dan pompa yang di gunakan masih mampu melayani kebutuhan masyarakat yang berjumlah 16792 jiwa yaitu 1679,2 m³/hari dengan kapasitas pompa 1783,62 m³ selama operasi 9 jam setiap harinya.

Kata Kunci : Instalasi Perpipaan, Pompa Produksi, Head, Reservoir

I. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan pokok bagi manusia dan mahluk hidup lainnya. Di Indonesia pengolahan dan penyaluran air bersih ke rumah-rumah masyarakat sebagian besar dilakukan oleh Perusahaan Air Minum (PAM). Untuk di daerah Sampolawa dan Lapandewa dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Buton Selatan.

Untuk memenuhi kebutuhan air bersih di wilayah Sampolawa dan Lapandewa, PDAM Kabupaten Buton Selatan setelah terbentuk 2016 langsung membangun jalur distribusi air bersih untuk daerah sebagian Sampolawa dan Lapandewa yang dari dulu memang sudah mengalami kekurangan air bersih.

Perusahaan ini memproduksi air bersih dari mata air Laloiya Desa Gunung Sejuk untuk memenuhi kebutuhan air bersih di sebagian Sampolawa dan Lapandewa.

Di jaringan ini ada 3 mesin pompa untuk mendistribusikan ke masyarakat yaitu mesin pompa di mata air Laloiya dengan Q 198,18 m³/jam dan kemudian di tampung di bak satu (*reservoir* satu) dengan Q 162,26 m³ kemudian di bak terbagi dua yaitu sebagian di alirkan menggunakan grafitasi dan sebagian di pompa untuk mengisi bak dua (*reservoir* dua), di bak satu menggunakan pompa dengan Q 124,6 m³/jam dan bak dua Q 124,7 m³/jam. Pipa yang digunakan adalah pipa besi medium ukuran 6,8 dan 10 inci.

II. LANDASAN TEORI

A. Penelitian Terdahulu

Sutrizal (2017) dalam penelitian yang berjudul “ Analisa Pendistribusian Air Bersih Pada Kelurahan Waruruma Kecamatan Kokalukuna” tertulis bahwa kerugian gesek pada pipa isap adalah 0,0136 m, kecepatan aliran pada pipa isap adalah 0,6329 m/s, kerugian belokan 90⁰ pada pipa isap adalah 0,0062 m, kerugian gesek pada pipa tekan adalah 0,9295, kerugian belokan 90⁰ pada pipa tekan adalah 0,0367 m, kerugian pada katup tekan adalah 0,0265 m, kerugian total adalah 0,9927 m, kerugian pipa tekan setelah katup, kerugian gesek 1.6789 m, kerugian kerugian belokan 90⁰ 1,1665 m, kerugian total adalah 2,8454 m.

B. Pengertian Air Bersih Dan Air Minum

Air bersih adalah air yang di gunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dilakukan pengolahan. Sebagai batasnya air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum. Persyaratan tersebut juga memperhatikan pengamanan terhadap sistem distribusi air bersih sampai dengan konsumen. Sedangkan air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan yang dapat di minum (air mineral).

Dalam memilih sumber air baku air bersih, maka harus di perhatikan persyaratan utamanya yang meliputi kualitas, kontinuitas dan biaya yang murah dalam proses pengambilan sampai pada proses pengolahannya. Beberapa sumber air baku yang dapat di gunakan untuk penyediaan air bersih di kelompokkan sebagai berikut, Anonim (1997): Air hujan, Air permukaan, Air tanah, Mata air.

Analisa Instalasi Perpipaan Pada Pompa Produksi Air Bersih PDAM Buton Selatan Di Mata Air Layoiya Desa Gunung Sejuk

La Ode Asman Muriman dan Fajar Indra Pratama

C. Transmisi Air

Penyediaan air minum termasuk mengalirkan air dari sumber ke daerah pelayanan (konsumen), biasa di sebut mentransmisikan air.

1. Cara Mentransmisikan Air

a. Sistem perpompaan

Sistem ini biasanya di gunakan pada daerah pelayanan yang lebih tinggi dari sumber atau lokasi produksi. Sumber biasanya berasal dari mata air atau sumur dalam (*deep well*). Penggunaan pommpa di sesuaikan dengan kebutuhan takanan yang di perlukan sehingga *such head* pompa mencukupi.

b. Sistem gravitasi

Penyediaan air bersih bisa dari sumber dan di distribusikan dengan pipa transmisi dan jaringan distribusi (Antony Hendriques, 1984). Pada sistem gravitasi, air mengalir pada jaringan pipa dengan memanfaatkan beda tinggi, yaitu mengalirkan air dari sumber dengan memanfaatkan selisih tinggi dari sumber ke daerah pelayanan.

c. Kombinasi gravitasi dan pompa

Sistem ini biasanya di gunakan pada pengaliran yang memanfaatkan sistem grafitasi, tetapi pada suatu daerah pelayanan beda tinggi tidak memungkinkan menggunakan gravitasi, sehingga di perlukan pompa distribusi untuk menambah tekanan (James Noebelia, 2000).

d. Perpipaan transmisi air bersih dan distribusi

Penentuan dimensi perpipaan transmisi air minum dan distribusi dapat menggunakan formula:

$$Q = V \times A \quad A = \frac{\pi}{4} \cdot D^2$$

(1)

Dengan pengertian:

Q = debit (m³/detik)

V = kecepatan pengaliran (m/detik)

A = Luas penampang pipa (m²)

D = Diameter pipa (m)

Kualitas pipa berdasarkan tekanan yang di rencanakan:

Untuk pipa bertekanan tinggi dapat menggunakan pipa Galvanis (GI) Medium atau pipa PVC kelas AW.

2. Perlengkapan Pendukung

a. Air valve (Katup pembuang udara)

Air valve di pasang pada puncak perpipaan dari kontur jaringan untuk menghilangkan udara terkurung di dalamnya (M. Anies Al-Layla cs 1980).

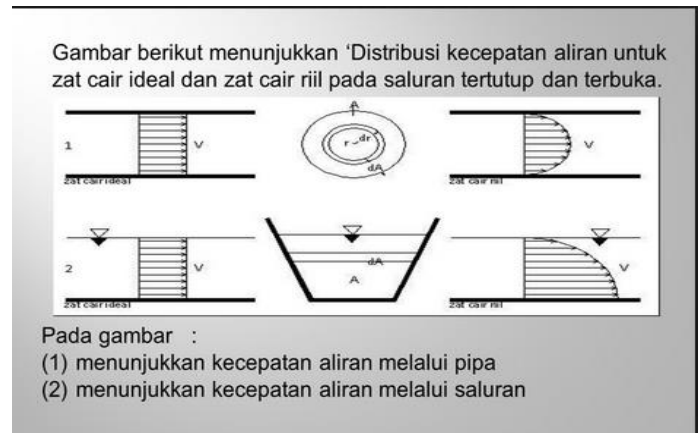
Penempatan *Air Valve* di pasang pada lokasi yang lebih tinggi bila di dibandingkan dengan sekitarnya, selain di pasang pada jembatan pipa. *Air valve* berfungsi untuk mengeluarkan udara yang terjebak dalam pipa, yang kemungkinan akan terakumulasi pada bagian pipa yang lebih tinggi. Akumulasi udara dalam pipa akan mengurangi penampang efektifitas pipa, sehingga akan mengurangi debit air (Supriyanto, 2000).

3. Aliran Fluida Melalui Pipa

1. Kecepatan dan Kapasitas Aliran Fluida

Penentuan kecepatan dijumlah titik pada suatu penampang memungkinkan untuk membantu dalam menentukan besarnya kapasitas aliran sehingga pengukuran kecepatan merupakan fase yang sangat penting dalam menganalisis suatu aliran fluida. Kecepatan yang diperoleh dengan melakukan pengukuran terhadap waktu yang dibutuhkan suatu partikel yang dikenali untuk bergerak sepanjang jarak yang telah ditentukan.

Besarnya kecepatan aliran fluida pada suatu pipa mendekati nol pada dinding pipa dan mencapai maksimal pada tengah-tengah pipa. Kecepatan biasanya suda cukup untuk menempatkan kekeliruan yang tidak serius dalam masalah aliran fluida sehingga penggunaan kecepatan sesungguhnya adalah pada penampang aliran. Bentuk kecepatan yang digunakan pada aliran fluida umumnya menunjukkan kecepatan yang sebenarnya jika tidak ada keterangan lain yang disebutkan.



Gambar 3. profil kecepatan dalam saluran
 Beberapa kecepatan akan mempengaruhi bearnya fluida mengalir dalam suatu pipa. Jumlah dari aliran fluida mungkin dinyatakan sebagai volume, berat atau massa fluida dengan masing-masing laju aliran ditunjukkan sebagai laju aliran volume (*m³/s*), laju aliran berat (*N/s*) dan laju aliran massa (*kg/s*).

Kapasitas aliran (Q) untuk fluida yang incompressible yaitu :

$$Q = A \cdot v$$

(2) Dimana :

Q = laju aliran volume (m³/s)

A = luas penampang aliran (m²)

V = kecepatan aliran fluida (m/s)

Laju aliran massa (M) dinyatakan sebagai :

$$M = \rho \cdot A \cdot V \quad \text{kg/s}$$

(3)

Dimana :

Analisa Instalasi Perpipaan Pada Pompa Produksi Air Bersih PDAM Buton Selatan Di Mata Air Layoiya Desa Gunung Sejuk

La Ode Asman Muriman dan Fajar Indra Pratama

ρ = massa jenis fluida (kg/m³)

2. Energi dan Head

Energy biasanya didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja. Kerja merupakan hasil pemanfaatan tenaga yang dimiliki secara langsung pada suatu jarak tertentu energi dan kerja dinyatakan dalam satuan N.m (Joule). Setiap fluida yang sedang bergerak selalu mempunyai energi. Dalam menganalisa masalah aliran fluida yang harus dipertimbangkan adalah mengenai energi potensial.

Energi potensial (Ep) dirumuskan sebagai :

$$E_p = W \cdot z \tag{4}$$

Dimana :

W = Berat fluida (N)

Z = Beda ketinggian (m)

Energi kinetic menunjukkan energi yang dimiliki oleh fluida karena pengaruh kecepatan yang dimilikinya. Energi kinetik dirumuskan sebagai berikut :

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad N \cdot m \tag{5}$$

Dimana :

M = massa fluida (kg)

V = kecepatan aliran fluida (m/s)

Energi tekanan disebut juga dengan energi aliran adalah jumlah kerja yang dibutuhkan untuk memaksa elemen fluida bergerak menyilang pada jarak tertentu dan berlawanan dengan tekanan fluida.

Besarnya energi tekan dirumuskan sebagai berikut :

$$E_f = P \cdot A \cdot L \quad \frac{N}{m^2} \cdot m^2 \cdot m \quad N \cdot m \tag{6}$$

Dimana :

P = tekanan yang dialami oleh fluida (N/m²)

A = luas penampang aliran (m²)

L = panjang pipa (m)

Besarnya energiI tekanan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$E_f = \frac{P \cdot W}{\gamma} \quad \frac{P \cdot W}{\gamma} \quad \frac{\frac{N}{m^2} \cdot N}{\frac{N}{m^3}} = N \cdot m \tag{7}$$

Dimana :

γ = berat jenis fluida (N/m³)

Persamaan ini dapat dimodifikasi untuk menyatakan total energi dengan head (H) dengan membagi masing-masing fariabel disebelah kanan persamaan dengan weight (Berat fluida) di rumuskan sebagai berikut :

$$H = z + \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} \tag{8}$$

3. Persamaan energi

Hukum kekekalan energi menyatakan energi tidak dapat di ciptakan dan tidak dapat dimusnahkan namun dapat

dirubah dari suatu bentuk energi ke bentuk energi yang lain. Energi energi yang di tunjukan dari persamaan energi total diatas atau dikenal sebagai head pada suatu titik dalam aliran tunak sama dengan total energi pada titik lain sepanjang aliran fluida tersebut. Hal ini berlaku selama tidak ada energi yang di tambahkan ke fluida atau yang di ambil dari fluida. Konsep ini di nyatakan kedalam bentuk persamaan Bernouilly yaitu :

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2 \tag{9}$$

Dimana :

P₁ dan P₂ = Tekanan pada titik 1 dan 2

v₁ dan v₂ = Kecepatan aliran titik 1 dan 2

γ = Berat jenis fluida = N/m³

g = Percepatan grafitasi (9,81)

Persamaan diatas digunakan jika di asumsikan tidak ada kehilangan energi antara dua titik yang terdapat dalam aliran fluida, namun biasanya beberapa head losses terjadi di antara dua titik. Jika head losses ini tidak di perhitungkan maka akan menjadi masalah dalam penerapannya di lapangan.

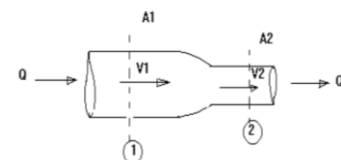
Persamaan diatas dapat di gunakan untuk menyelesaikan banyak permasalahan tipe aliran, biasanya untuk fluida incompressible tanpa adanya penambahan panas atau energi yang di ambil dairi fluida. Namun, persamaan ini tidak dapat di gunakan untuk menyelesaikan aliran fluida oleh peralatan mekanik misalnya pompa, turbin dan peralatan lainnya.

E. Hidrodinamika

Hidrodinamika adalah cabang ilmu yang mempelajari tentang zat cair dalam keadaan mengalir.

1. **Persamaan kontinuitas**

Besarnya aliran Q di titik-titik sepanjang pengaliran adalah sama meskipun luas penampang aliran berbeda, Q₁ = Q₂. Bila luas penampang berubah menyempit, A₁ menjadi A₂ akan terjadi perubahan kecepatan aliran pada pengaliran tersebut untuk mengimbangnya, sehingga besar pengaliran tetep Q₁ = Q₂ = A₁ V₁ = A₂ V₂, dimana A₁ > A₂ dan V₂ > V₁. Perhatikan gambar 4.



Gambar 4. Perubahan luas penampang ailiran

2. **Kehilangan tekanan kecil (minor losses)**

Katup, sambungan dan kelengkapan lain dapat mengganggu aliran air menyebabkan hilangnya energi (Djasio dan Sumini, 1984).

Kehilangan tersebut dinyatakan sebagai:

$$h_1 = K \frac{v^2}{2g} \tag{12}$$

Dimana:

Analisa Instalasi Perpipaan Pada Pompa Produksi Air Bersih PDAM Buton Selatan Di Mata Air Layoiya Desa Gunung Sejuk

La Ode Asman Muriman dan Fajar Indra Pratama

g = percepatan gravitasi (9,8 m/s²)
 K = koefisien hambatan
 (harganya tergantung dari macam hambatan)

Minor losses dapat dan lebih mudah dinyatakan dalam panjang setara terhadap pipa lurus. Misalnya, hambatan yang timbul akibat standar elbow 6 inci adalah sama dengan hambatan sebesar 32 kali diameter pipa.

3. Kehilangan tekanan besar (Major Losses)

Selain hambatan yang di timbulkan oleh adanya perlengkapan pendukung perpipaan di kenal juga dengan adanya major losses dalam pipa dan dinding pipa. Ada beberapa persamaan untuk menghitung kehilangan tekanan besar (major losses). Persamaan Hazen-Williams (Haestad, 2001) yaitu:

$$hf = k \cdot Q^{1.85} \tag{13}$$

Dimana: $Q = 0.85 \cdot C_{hw} \cdot A \cdot R^{0.63} \cdot S^{0.54}$
 dengan:

Q = Debit aliran pada pipa (m³/det)
 0.85 = Konstanta
 C_{hw} = Koefisien kekasaran Hazen-Williams
 A = Luas penampang aliran (m²)
 $R = \text{Jari-jari hidrolis (m)} = \frac{A}{P} = \frac{1/4 \pi D^2}{\pi D}$
 $S = \text{Kemiringan garis energi (m/m)} = \frac{hf}{L}$
 hf = Kehilangan tekan besar (m)
 D = Diameter pipa (m)
 k = Koefisien karakteristik pipa
 L = Panjang pipa (m)

4. Kerugian head (head losses)

a. Kerugian head mayor

Aliran fluida yang melalui pipa akan selalu mengalami kerugian head. Hal ini di sebabkan oleh gesekan yang terjadi antara fluida dengan dinding pipa atau perubahan kecepatan yang di alami oleh aliran fluida (kerugian kecil).

Kerugian head mayor umumnya berbentuk :

$$H_f = K \cdot Q^n \tag{14}$$

Dimana K adalah konstanta dan n adalah eksponen. Baik K dan n tergantung pada persamaan yang di pilih. Berikut adalah persamaan-persamaan yang dapat di gunakan untuk menghitung kerugian head mayor.

1. Persamaan Darcy – Weisbech

$$hf = f_D \frac{L}{2g} \frac{v^2}{g} \tag{15}$$

dalam bentuk Q :

$$hf = K \cdot Q^2 \tag{16}$$

maka $n = 2$ dan $k = f \frac{L}{A^2 \cdot D \cdot 2 \cdot g}$ $\tag{17}$

Dimana :

hf = kerugian head karena gesekan (m)

f = Faktor gesekan

D = Diameter pipa (m)

A = Luas penampang pipa (m²)

L = Panjang pipa (m)

v = Kecepatan aliran fluida dalam pipa (m/s)

g = Percepatan gravitasi (9,81 m/s)

Untuk aliran laminar di mana bilangan Reynold kurang dari 2000.

Faktor gesekan di hubungkan dengan bilangan Reynold dinyatakan dengan rumus :

$$f = \frac{64}{Re} \tag{18}$$

Untuk bilangan turbulen dimana bilangan Reynold lebih besar dari 4000, maka hubungan antara bilangan reynold, faktor gesekan dan kekerasan relatif menjadi lebih kompleks. Faktor gesekan untuk aliran turbulen dalam pipa di dapatkan dari eksperimen antara lain :

1. Untuk pipa sangat halus seperti glass dan plastik, hubungan antara bilangan reynold dan faktor gesekan di rumuskan sebagai berikut:

a) Blasius untuk $3000 < Re < 100.000$

$$f = \frac{0.316}{Re^{0.25}} \tag{19}$$

b) Von Karman untuk Re sampai dengan 3×10^6

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2,0 \log \left(\frac{Re \sqrt{f}}{2,51} \right) \tag{20}$$

2. Untuk pipa kasa, digunakan persamaan Von Karman

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log \left(\frac{Re \sqrt{f}}{2,51} \right) \tag{21}$$

Dimana harga f tidak tergantung pada bilangan reynold

3. Untuk pipa antara kasar dan halus atau di kenal dengan daerah transisi, digunakan persamaan Carelbrook-White.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2,0 \log \left(\frac{E/D}{37} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right) \tag{22}$$

Semua persamaan ini di hubungkan dalam satu diagram yang di kenal sebagai diagram Moody. Diagram Moody telah digunakan menyelesaikan permasalahan kehilangan tenaga pada aliran fluida di dalam pipa untuk mencari faktor gesekan pipa (f) dari persamaan Darcy-Weisbach berdasarkan nilai kekasaran relatif pipa ϵ/D dan bilangan Reynold.

Tabel 1. Nilai kekasaran dinding untuk berbagai pipa komersil

	Kekasaran (ϵ)	
--	--------------------------	--

Analisa Instalasi Perpipaan Pada Pompa Produksi Air Bersih PDAM Buton Selatan Di Mata Air Layoiya Desa Gunung Sejuk

La Ode Asman Muriman dan Fajar Indra Pratama

Bahan	Ft	M
Riveted Steel	0,003-0,03 (26)	0,0009-0,009
Pour Iron	0,15-1,00	0,0003-0,003
Wood Stave	0,0006-0,003	0,0002-0,0009
Cast Iron	0,00085	0,00026
Galvanizer Iron	0,0005	0,00015
Asphalted Cast Iron	0,0004	0,0001
Comersial Steel Or Wrought Iron	0,00015	0,000046
Draw Brass Or copper tubing	0,000005	0,0000015

Rumus ini pada umumnya di pakai untuk menghitung kerugian head dalam pipa yang relatif sangat panjang seperti jalur pipa penyalur air minum. Bentuk umum persamaan Hazen-Williams yaitu:

$$hf = \frac{10.7 \cdot Q^{1.85} \cdot L}{c^{1.85} \cdot D^{4.87}} \tag{23}$$

$$hf = K \cdot Q^{1.85} \tag{24}$$

Maka $n = 1,85$ dan $k = \frac{10.7 \cdot L}{c^{1.85} \cdot D^{4.87}}$ (25)

Dimana:

- hf = kerugian gesekan pada pipa (m)
- Q = Laju aliran dalam pipa (m³/s)
- L = Panjang pipa (m)
- C = koefisien kekasaran pipa Hazen-Williams (Tabel 2)
- D = Diameter pipa (m)

Tabel 2. Koefisien kekasaran pipa Hazen-Williams

Pipe	C
Extremely smoot and straight pipe	140
New steel or cast iron	130
Wood ; Concrete	120
New Riveted Steel ; Fitrified	110
Old Cast Iron	100
Very Old and corroded cast Iron	80

5. Kerugian head minor

Selain kerugian yang di sebabkan oleh gesekan pada suatu jalur pipa terjadi kerugian karena adanya perubahan aliran secara mendadak oleh belokan, perubahan penampang aliran, katup dan sebagainya yang di sebut dengan kerugian kecil atau kerugian local (*minor losses/local losses*). Besarnya kerugian minor dapat di rumuskan :

$$h_m = f \frac{v^2}{2 \cdot g} \tag{m}$$

Dimana :

f = Koefisien kerugian minor

v = Kecepatan aliran fluida dalam pipa

Seperti halnya Mayor Losses, minor losses juga dapat di nyatakan dalam bentuk variabel Q sebagai :

$$h_m = k_m \cdot Q^2 \quad \text{dimana} \quad k_m = f \cdot \frac{1}{2 \cdot A^2 \cdot g}$$

(27)

Minor losses dapat di abaikan tanpa kesalahan yang cukup berarti, bila rata-rata terdapat pipa L/D >>> 1000 pada jaringan pipa.

F. Kehilangan Air

1. Kehilangan air pada sistem PDAM

Kehilangan air (water losses) di Indonesia pada Perusahaan Daerah Air Minum berkisar antara 20% s/d 45% dari jumlah air yang di produksi. Fenomena ini di atas angka kehilangan air yang di sarankan oleh Departemen Pekerjaan Umum dan Departemen Dalam Negeri Indonesia, yakni sebesar 18% s/d 20%. Adapun kehilangan air yang di maksud meliputi antara lain:

1. Kebocoran pada sistem distribusi = 5%
2. Kebocoran pada meter air (water meter) = 3 - 5%
3. Kebocoran pipa konsumen = 5%
4. Kebocoran karna operasional dan pemeliharaan = 3%
5. Kebocoran karna administrasi = 2%

(Sumber: Direktorat Jendral Cipta Karya, Hand Out Penataran 1974)

2. Pengertian kehilangan air

Kehilangan air dapat di artikan selisih antara jumlah air produksi dengan air yang terjual.

Secara umum kehilangan air dapat di kelompokkan menjadi dua, yaitu:

a. Kehilangan air secara fisik (Nyata)

Kehilangan air yang di maksud sering di kenal sebagai kebocoran secara teknis, yaitu kebocoran dari kondisi fisik sarana penyediaan air bersih seperti perpipaan dan fitting. Kehilangan air ini umumnya tidak tercatat dan sering di kenal dengan istilah *unaccounted for water*.

Mengenai hal tersebut ada ketentuan yang berlaku khususnya untuk perpipaan yaitu:

- Pipa utama - tua = 0.4 lt/dt/km
- Baru = 0.2 lt/dt/km

- Pipa lainnya - tua = 0.3 lt/dt/km
- Baru = 0.15 lt/dt/km

Yang di maksud dengan pipa tua ialah pipa yang sudah berumur lebih dari 10 tahun.

(sumber: Bandung Water Supply Augumantation and Inprovement Feasibility Study, vol.4, 1987)

b. Kehilangan air secara non fisik

Analisa Instalasi Perpipaan Pada Pompa Produksi Air Bersih PDAM Buton Selatan Di Mata Air Layoiya Desa Gunung Sejuk

La Ode Asman Muriman dan Fajar Indra Pratama

Kehilangan air secara non fisisk tidak dapat terlihat atau tidak dapat di perhitungkan dalam proses penagihan. Kehilangan air ini dapat merupakan kehilangan air tercatat maupun tidak tercatat seperti:

1. Kesalahan membaca meter.
2. Pencatatan meter pelanggan yang tidak sesuai dengan kenyataannya.
3. Pemakaian meter air untuk operasional atau pemeliharaan.
4. Adanya sambungan gelap.
5. Pemakaian gratis untuk keperluan sosial atau hidran.

(Sumber: Penyusunan Rencana Penanggulangan Kebocoran Air minum di kota Wonosari, Modul Pelatihan, 1995)

G. Analisa Jaringan Perpipaan

1. Persamaan Umum Jaringan

Jaringan perpipaan yang sesungguhnya adalah lebih kompleks dari pada pipa sederhana. Sistem perpipaan air minum dapat terdiri atas bentuk jaringan pipa bercabang (*branch network/tree network*) atau jaringan pipa berbentuk jalur melingkar (distributed system) atau kombinasi keduanya.

- a. Kontinuitas pada tiap *node / junction*

$$\sum \sum (\pm) Q_j - Q_e = 0 \tag{28}$$

Subskrip *j* merujuk pada jumlah pipa yang terhubung ke node dan *Q_e* adalah demand atau kebutuhan air pada node tersebut. Tanda \pm menyesuaikan dengan arah aliran. Gunakan tanda untuk aliran menuju node dan negatif untuk aliran keluar node. Persamaan ini menghendaki bahwa aljabar aliran pada suatu node adalah nol.

- b. Keseimbangan energi sepanjang loop tertutup (*rel loop*) $\sum (\pm)_i [h_{l_i} - [HP_1]] = 0$ (29)

Δh adalah perbedaan head total antara dua *fixed grade node*. Fixed grade node adalah node pada jaringn yang memiliki head tetap yang bisa berupa reservoir atau dua titik dengan head yang selalu konstan. Umumnya head kecepatan pada dua *fixed grade node* sangat kecil atau hampir sama sehingga Δh dapat di gantikan dengan perbedaan elevasi. Persamaan ini memiliki arti yang serupa dengan persamaan pada dengan bagian (b) yaitu aljabar penurunan head sepanjang loop semua adalah nol. Perhatikan bahwa persamaan keseimbangan energi untuk loop tertutup adalah suku dari persamaan keseimbangan energi untuk loop semu. Loop semu bukanlah sebuah jalur terbuka yang di buat menjadi jalur tertutup dengan menambahkan sebuah pipa imajiner (khayalan) yang menghubungkan kedua *fixed grade node* pipa imajener ini di anggap nilai konstanta mayor losses

(K) tak terhingga sehingga debit melalui pipa imajiner ini sangat kecil (mendekati nol) dan head lossesnya sama dengan selisih head total dari kedua *fixed grade node* (Δh).

Analisis jaringan perpipaan sangat sulit di lakukan secara langsung karena persamaan keseimbangan energinya melibatkan sistem persamaan yang tidak linear. Untuk itu prlu di lakukan linearisasi terhadap persamaan keseimbangan energi yang di tampilkan pada dua persamaan di atas. Langkah-langkah linearisasi di uraikan sebagai berikut :

Baik H_p maupun H_l bergantung pada *Q* dalam hubungan nonlinear.

Definisikan

$$\begin{matrix} [h_l(Q) - H_p(Q)] \\ [h_l(Q) - H_p(Q)] \end{matrix} \quad \text{Sebagai} \quad \phi(Q) = \tag{30}$$

Persamaan untuk *hl* adalah:

$$hl = hf + hm \rightarrow hf KQ^n \text{ dan } h_m = K_m \cdot Q^2 \tag{31}$$

n tergantung pada persamaan Mayor Losses yang di pilih. Bila persamaan yang dipake adalah persamaan Darcy-Weisbach.

I. Kondisi jaringan eksisting

Jaringan eksisting PDAM Kabupaten Buton Selatan khususnya dari mata air gunung sejuk ke bak penampung 1 menggunakan pipa jenis medium A 8 inci dengan menggunakan pompa berkapasitas 110 KW dengan mengalirkan 144 m³/H dengan head 150 m.

1. Persamaan bernouilly

$$Z + \frac{p}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} = c \tag{38}$$

Dimana :

- Z = ketinggian, m
- P = tekanan, N/m²
- V = kecepatan, m/s

2. Head pompa

Head pompa adalah dimana ketinggian fluida harus naik untuk memperoleh jumlah energi yang sama dengan yang di kandung satu-satuan berat.

3. Kerugian pada belokan pipa

$$H = k \frac{v^2}{2g} \tag{39}$$

dimana :

- k* = koefisien kerugian pada belokan
- v* = kecepatan aliran

4. Kerugian gesek pipa isap

Dapat dihitung dengan rumus :

$$hf = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \tag{40}$$

Dimana :

hf = Head kerugian sepanjang pipa

Analisa Instalasi Perpipaan Pada Pompa Produksi Air Bersih PDAM Buton Selatan Di Mata Air Layoiya Desa Gunung Sejuk

La Ode Asman Muriman dan Fajar Indra Pratama

λ = Koefisien kerugian gesek
 L = Panjang pipa

D = Diameter dalam pipa

5. Kerugian head pada katup tekan
 Dapat dihitung dengan rumus :

$$H_v = kv \cdot \frac{v^2}{2g}$$

(41)

Dimana :

H_v = Kerugian pada katup tekan

v^2 = Kecepatan aliran penampang

kv = Koefisien kerugian katup tekan

6. Kerugian pada katup cegah

Dapat di hitung dengan rumus :

$$hfkc = fv \cdot \frac{v^2}{2g}$$

(42)

Dimana :

$hfkc$ = kerugian pada katup cegah

V = kecepatan rata-rata aliran masuk katup

Fv = koefisiensi kerugian

7. Kerugian gesek pada pipa tekan

Dapat dihitung dengan rumus :

$$hdv = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

(43)

Dimana :

hdv = Head kerugian dalam pipa

L = Panjang pipa

λ = Koefisien kerugian gesek

D = Diameter dalam pipa

8. Head total kerugian

Dapat di hitung dengan rumus :

$$h_1 = hd + hs$$

Dimana :

h_{dis} = kerugian pada sisi tekan

h_{suc} = kerugian pada sisi isap

9. Head total pompa

$$H = ha + \Delta hp + hi + \frac{v^2}{2g}$$

(44)

Dimana :

H = Head statis pompa ($h_s + h_d$)

Δhp = perbedaan tekanan antara isap dan tekan

$$\Delta hp = \frac{p_s - p_d}{\rho g}$$

(45)

p_{suc} = Tekanan pada aliran isap (*suction*)

p_{dis} = Tekanan pada aliran tekan (*discharge*)

hi = Head total kerugian

$\frac{v^2}{2g}$ = Head kecepatan

10. Kecepatan spesifik

Kecepatan spesifik merupakan indeks jenis pompa, yang menggunakan kapasitas dan tinggi tekan yang diperoleh pada titik efisiensi maksimum. Kecepatan spesifik menentukan profil atau bentuk umum impeler.

Kecepatan spesifik dapat dihitung dengan rumus :

$$n_s = n \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}}$$

(46)

Dimana :

n = Putaran poros

Q = Kapasitas pompa

H = Head total

Pada uraian tentang persamaan Bernoulli yang dimodifikasi untuk aplikasi pada instalasi pompa, terlihat bahwa persamaan Bernoulli dalam bentuk energi "head" terdiri dari empat bagian "head" yaitu head elevasi, head kecepatan, head tekanan, dan head kerugian (gesekan aliran). Persamaan Bernoulli dalam bentuk energi head:

$$\left(z + \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\rho g} \right)_1 + H_{pompa} = \left(z + \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\rho g} \right)_2 + H_{losses}$$

$$H_{pompa} = \left(Z_1 - Z_2 + \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} - \frac{p_2}{\rho g} \right) + H_{losses}$$

$$H_{pompa} = \left(\Delta Z + \Delta \frac{p}{\rho g} + \Delta \frac{v^2}{2g} \right) + H_{losses}$$

$$H_{statis total} = \left(\Delta Z + \Delta \frac{p}{\rho g} \right)$$

$\Delta Z = h_z$ = Head elevasi, perbedaan tinggi muka air sisi masuk dan keluar (m)

$\Delta \frac{v^2}{2g} = h_v$ = head kecepatan sisi masuk dan keluar (m)

$\Delta \frac{p}{\rho g} = h_p$ = head tekanan sisi masuk dan keluar (m)

H_{losses} = head kerugian (m)

$$H_{total pompa} = (h_z + h_v + h_p) + H_{losses}$$

11. Head statis total

Head statis adalah penjumlahan dari head elevasi dengan head tekanan. Head statis terdiri dari head statis sisi masuk (head statis hisap) dan sisi keluar (head statis hisap). Persamaannya adalah sebagai berikut :

$$H_{statis isap} = \left(Z + \frac{p}{\rho g} \right)_1$$

(48)

$$H_{statis buang} = \left(Z + \frac{p}{\rho g} \right)_2$$

$$H_{statis total} = \left(Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} - Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} \right)$$

$$H_{statis total} = H_{statis buang} - H_{statis isap}$$

12. Head kerugian (loss)

Head kerugian yaitu head untuk mengatasi kerugian-kerugian yang terdiri dari kerugian gesek di dalam aliran perpipaan, dan head kerugian di dalam belokan-belokan (*elbow*), percabangan dan perkatupan (*valve*).

Analisa Instalasi Perpipaan Pada Pompa Produksi Air Bersih PDAM Buton Selatan Di Mata Air Layoiya Desa Gunung Sejuk

La Ode Asman Muriman dan Fajar Indra Pratama

$H_{losses} = H_{gesekan} + H_{sambungan}$

13. Head kerugian gesek di dalam pipa ($H_{gesekan}$)

Aliran fluida cair yang mengalir di dalam pipa adalah fluida viskos sehingga faktor gesekan fluida dengan dinding pipa tidak dapat diabaikan, untuk menghitung kerugian gesek dapat menggunakan perumusan sebagai berikut :

$$v = CR^p S^q \quad (49)$$

$$R = \frac{\text{luas penampang pipa}}{\text{saluran yang di batasi fluida} - \text{jari}} \quad [\text{jari} - \text{jari hidrolis}]$$

$$S = \frac{hf}{L} \quad [\text{gradien hidrolis}]$$

$$hf = \lambda \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \quad [\text{head kerugian gesek dalam pipa}]$$

Dengan :

- v = kecepatan rata-rata aliran di dalam pipa (m/s)
- C,p,q = koefisien-koefisien
- λ = koefisien kerugian gesek
- g = percepatan gravitasi (m/s²)
- L = panjang pipa (m)
- D = diameter dalam pipa (m)

Perhitungan kerugian gesek di dalam pipa di pengaruhi oleh pola aliran, untuk aliran laminar dan turbulen akan menghasilkan nilai koefisien yang berbeda, hal ini karena karakteristik dari aliran tersebut. Adapun perumusan yang di pakai adalah sebagai berikut :

Untuk pipa panjang menggunakan rumus sebagai berikut :

$$v = 0,849 CR^{0,63} S^{0,54} R$$

$$= \frac{\text{luas penampang pipa}}{\text{saluran yang di basai fluida}} \quad [\text{jari jari hidrolis}]$$

$$S = \frac{hf}{L} \quad [\text{gradien hidrolis}]$$

$$hf = \frac{10,66 Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{1,85}} \times L$$

dengan :

- v = kecepatan rata-rata aliran di dalam pipa (m/s)
- C,p,q = koefisien-koefisien
- λ = panjang pipa
- D = Diameter panjang pipa

14. Kerugian head dalam jalur pipa ($H_{sambungan}$)

Kerugian head jenis ini terjadi karena aliran fluida mengalami gangguan aliran sehingga mengurangi energi alirannya, secara umum rumus kerugian head ini adalah:

$$hf = f \cdot \frac{v^2}{2g} \quad \text{dengan } f = \text{koefisien gesekan} \quad (51)$$

kerugian head ini banyak terjadi pada :

- a. Pada belokan (elbow)

Untuk belokan lengkung koefisien kerugian dihitung dengan rumus :

$$f = \left(0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right)^{3,5} \right) \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0,5}$$

Untuk belokan patah

$$f = 0,946 \sin^2 \frac{\theta}{2} + 2,046 \sin^4 \frac{\theta}{2}$$

15. Pada perkatupan sepanjang jalur pipa

Pemasangan katup tersebut akan mengakibatkan kerugian energi aliran karena aliran dicekik. Perumusan untuk menghitung kerugian head karena pemasangan katup adalah sebagai berikut:

$$hf = f_v \frac{v^2}{2g}$$

(52)

dengan f_v = koefisien kerugian katup

Dari uraian diatas secara umum head total pompa dapat di tuliskan sebagai berikut :

$$H_{total pompa} = (h_z + h_p + h_v) + h_{losses} \quad (53)$$

16. Head total

Head total pompa yang dibutuhkan untuk mengalirkan air dengan kapasitas yang telah di tentukan dapat di tentukan dari kondisi instalasi pompa yang akan di layani. Head pompa dapat di rumuskan sebagai berikut :

$$H = h_a + \Delta h_p + h_1 + \frac{v_d^2}{2g} \quad (54)$$

Dimana

h_a = head statis total, perbedaan tinggi muka air sisi keluar masuk ; $h_a = z_1 - z_2$

Δh_p = perbedaan head tekan yang berada pada permukaan air.

h_1 = berbagai kerugian head di perpipaan, katup, belokan, sambungan, dan lain-lain.

$\frac{v_d^2}{2g}$ = head kecepatan keluar

Tabel 3. Beberapa jenis pipa keuntungan dan kerugian

No	Jenis Pipa	Keuntungan	Kerugian
1	Bambu	Murah terdapat di pelosok	Cepat rusak, banyak bocor
2	PVC	Ringan mudah di angkut dan di pasang tidak bereaksi dengan air	Tekanan rendah
3	HDPE	Ringan, mudah diangkut dan di pasang, tidak bereaksi dengan air, panjang mencapai 100 m tanpa sambungan kecil untuk diameter kecil	Tekanan rendah
4	Baja Galvanized Iron	Tekanan tinggi	Berat, transportasi dan instalasi lebih mahal

Sumber : Triatmadja, 2008

Analisa Instalasi Perpipaan Pada Pompa Produksi Air Bersih PDAM Buton Selatan Di Mata Air Layoiya Desa Gunung Sejuk

La Ode Asman Muriman dan Fajar Indra Pratama

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu Dan Tempat Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di wilayah produksi PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) Sampolawa, Kabupaten Buton Selatan pada bulan Mei sampai bulan Juni 2019.

B. Alat Dan Bahan

Alat yang di gunakan pada penelitian ini adalah:

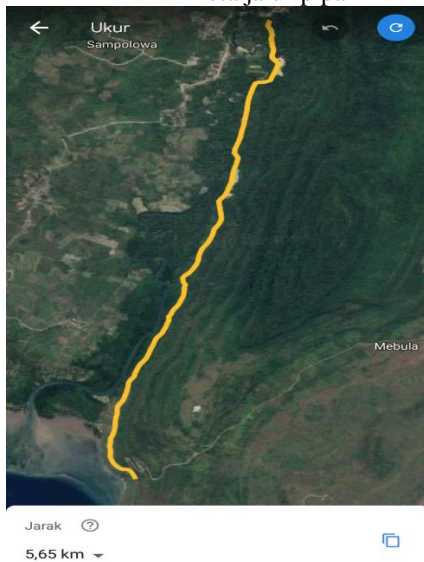
Tabel 4. Alat yang di gunakan pada penelitian

No	Alat	Kegunaan
1	Meteran	Mengukur panjang pipa dan mengukur bak penampung
2	Global Positioning system (GPS)	Untuk mengetahui jalur pipa dan beda ketinggian
3	Busur Derajat	Mengukur belokan pipa

Bahan :

1. Jalur pipa dari mata air ke bak satu
2. Air yang mengalir di dalam pipa

Peta jalur pipa



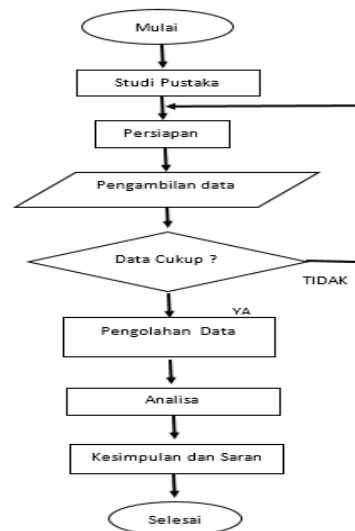
Gambar 5. Peta jalur pipa

C. Prosedur Penelitian

1. Studi pustaka
Studi pustaka yang di maksud adalah mengumpulkan dan mempelajari literatur-literatur yang berkaitan dengan judul penelitian.
2. Pengumpulan data-data penelitian
Data-data yang di kumpulkan adalah data dari lapangan maupun dari instansi terkait.
 - a. Data panjang pipa
 - b. Data ukuran pipa
 - c. Data beda ketinggian pompa dengan bak penampung

- d. Data jumlah belokan pipa
 - e. Data ukuran bak penampung
 - f. Data debit air yang di keluarkan
 - g. Data jumlah penduduk yang di layani
 - h. Data kebutuhan air setiap hari
3. Tahapan pengolahan data
Apakah instalasi perpipaan tersebut masih layak atau tidak untuk beroperasi

D. Diagram Alir Penelitian



Gambar 8. Diagram Alir Penelitian

BAB IV PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan

1. Perhitungan kerugian pada pipa isap

Luas penampang pipa isap,

$$A_{suc} = \pi \cdot D_{suc}^2 / 4$$

$$= \pi \cdot (0,254 \cdot 10^{-3})^2 / 4 = 0,0507 \text{ m}^2$$

dimana : D_{suc} = Diameter pipa isap (*suction*), m

Kecepatan aliran pada pipa isap,

$$v_{suc} = Q_{nom} / A_{suc}$$

$$= 0,0551 / 0,0507 = 1,0864 \text{ m/s}$$

dimana : Q_{nom} = laju aliran rata-rata (nominal), m^3/s

Analisa Instalasi Perpipaan Pada Pompa Produksi Air Bersih PDAM Buton Selatan Di Mata Air Layoiya Desa Gunung Sejuk

La Ode Asman Muriman dan Fajar Indra Pratama

$$\begin{aligned}
 \text{Bilangan Reynold, } Re_{suc} &= v_{suc} \times D_{suc} / \nu \\
 &= 1,0864 \times 0,254 \\
 &\quad / 0,801 \cdot 10^{-6} \\
 &= 3,4451 \cdot 10^5
 \end{aligned}$$

dimana : ν = viskositas kinematika air, m^2/s

Diambil kekasaran pipa $k = 1,0$ mm, rasio $k/D_{suc} = 1,0/0,254 = 0,0039$

Pada diagram Moody, untuk kurva $k/D_{suc} = 0,0040$ bilangan Reynold berada di antara $2 \cdot 10^5$ dan $3 \cdot 10^5$ dan koefisien kerugian gesek berada di antara $0,033 - 0,032$.

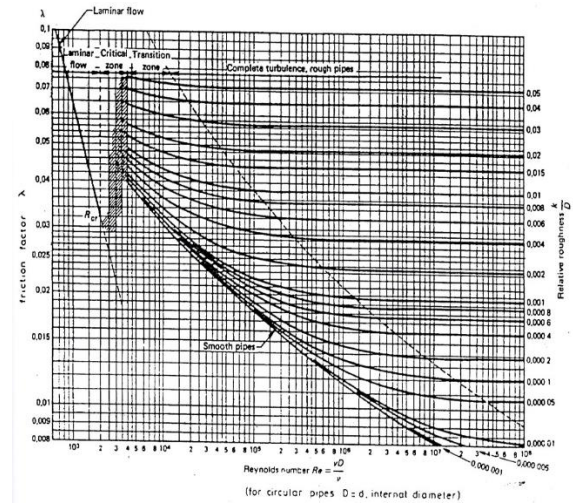
Koefisien kerugian gesek pada pipa isap (interpolasi),

$$\begin{aligned}
 \lambda_{suc} &= 0,032 + \frac{(3,4451 \cdot 10^5 - 2 \cdot 10^5)(0,032 - 0,033)}{(3 \cdot 10^5 - 2 \cdot 10^5)} \\
 &= 0,0316
 \end{aligned}$$

Head kerugian gesek pada pipa isap,

$$\begin{aligned}
 H_{f_suc} &= \lambda \frac{L_{suc}}{D_{suc}} \frac{v_{suc}^2}{2g} \\
 &= 0,0316 \frac{27}{0,254} \frac{1,0864^2}{2 \cdot 9,81} \\
 &= 0,2018 \text{ m}
 \end{aligned}$$

dimana : L_{suc} = panjang pipa isap, m



Gambar 6. Diagram Moody

Kerugian pada belokan 90° pada pipa isap,

$$\begin{aligned}
 H_{b90_suc} &= k_{b90} \frac{v_{suc}^2}{2g} \\
 &= 0,1705 \frac{1,0864^2}{2 \cdot 9,81} \\
 &= 0,0103 \text{ m}
 \end{aligned}$$

dimana : k_{b90} = koefisien kerugian pada belokan 90°

Kerugian total pada pipa isap,

$$\begin{aligned}
 H_{L_suc} &= H_{f_suc} + 4 \times H_{b90_suc} + H_{suc_stat} \\
 &= 0,2018 + 4 \times 0,0103 + 1 \\
 &= 1,2428 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2.Perhitungan kerugian pada pipa tekan

Kerugian energi karena gesekan pada pipa tekan (persamaan

Hazen Williams) untuk pipa 6 inci,

$$\begin{aligned}
 H_{f_dis_1} &= \frac{10,59 Q_{nom}^{1,85} L_{dis}}{C^{1,852} D_{dis}^{4,871}} \\
 &= \frac{10,59 \cdot 0,0551^{1,85} \cdot 7}{130^{1,852} \cdot 0,1524^{4,871}} \\
 &= 0,4028 \text{ m}
 \end{aligned}$$

dimana :

C = Koefisien kekasaran pipa, diambil untuk baja atau besi tuang = 130

L_{dis} = Panjang pipa tekan, m

D_{dis} = Diameter pipa tekan, m

Analisa Instalasi Perpipaan Pada Pompa Produksi Air Bersih PDAM Buton Selatan Di Mata Air Layoiya Desa Gunung Sejuk

La Ode Asman Muriman dan Fajar Indra Pratama

Kerugian energi karena gesekan pada pipa tekan untuk pipa 8

inci,

$$H_{f_dis_2} = \frac{10,59 \cdot 0,0551^{1,85} \cdot 5650}{130^{1,852} \cdot 0,2032^{4,871}}$$

$$= 80,0619 \text{ m}$$

Kerugian energi total karena gesekan,

$$H_{f_dis} = H_{f_dis_1} + H_{f_dis_2} = 0,4028 + 80,0619$$

$$= 80,4647 \text{ m}$$

Kecepatan aliran pada pipa tekan 6 inci,

$$v_{dis_1} = \frac{Q_{nom}}{A_{dis}} = \frac{Q_{nom}}{(\pi \cdot D_{dis}^2 / 4)}$$

$$= \frac{0,0551}{(\pi \cdot 0,1524^2 / 4)} = 3,0178 \text{ m/s}$$

Kecepatan aliran pada pipa tekan 8 inci,

$$v_{dis_2} = \frac{0,0551}{(\pi \cdot 0,2032^2 / 4)} = 1,6975 \text{ m/s}$$

Koefisien kerugian belokan:

$$K_{90^0} = 0,1705$$

$$K_{135^0} = 0,1627$$

$$K_{140^0} = 0,1648$$

$$K_{150^0} = 0,1696$$

$$K_{160^0} = 0,1748$$

$$K_{170^0} = 0,1801$$

Kerugian pada belokan 90° pada pipa tekan 6 inci,

$$H_{b90_dis_1} = k_{b90} \frac{v_{dis_1}^2}{2g}$$

$$= 0,1705 \frac{3,0178^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$= 0,0791 \text{ m}$$

Kerugian pada belokan 90° pada pipa tekan 8 inci,

$$H_{b90_dis_2} = 0,1705 \frac{1,6975^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$= 0,0250 \text{ m}$$

Dengan cara yang sama dapat dihitung kerugian pada belokan

135°, 140°, 150°, 160° dan 170°.

$$H_{b135_dis} = 0,0239$$

$$H_{b140_dis} = 0,0242 \text{ m}$$

$$H_{b150_dis} = 0,0249 \text{ m}$$

$$H_{b160_dis} = 0,0357 \text{ m}$$

$$H_{b170_dis} = 0,0264$$

Total kerugian pada belokan pada pipa tekan 6 inci dan 8 inci,

$$H_{Lb_dis} = 4 \times H_{b90_dis_1} + 4 \times H_{b90_dis_2} + 4 \times H_{b135_dis}$$

$$+ H_{b140_dis}$$

$$+ 12 \times H_{b150_dis} + 6 \times H_{b160_dis} + 5$$

$$\times H_{b170_dis}$$

$$= 4 \times 0,0791 + 4 \times 0,0250 + 4 \times 0,0239$$

$$+ 0,0242$$

$$+ 12 \times 0,0249 + 6 \times 0,0357 + 5 \times 0,0264$$

$$= 1,1812 \text{ m}$$

Kerugian akibat katup (*simple gate valve*) pada pipa 6 inci,

$$H_{V_dis_1} = k_v \frac{v_{dis_1}^2}{2g}$$

$$= 2,06 \frac{3,0178^2}{2 \cdot 9,81} = 0,9562 \text{ m}$$

Kerugian akibat katup (*simple gate valve*) pada pipa 8 inci,

$$H_{V_dis_2} = 2,06 \frac{1,6975^2}{2 \cdot 9,81} = 0,3026 \text{ m}$$

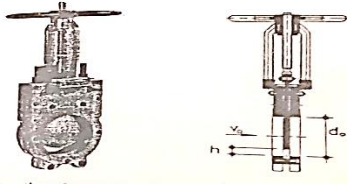
Kerugian total akibat katup pada pipa tekan,

Analisa Instalasi Perpipaan Pada Pompa Produksi Air Bersih PDAM Buton Selatan Di Mata Air Layoiya Desa Gunung Sejuk

La Ode Asman Muriman dan Fajar Indra Pratama

$$\begin{aligned}
 H_{V_dis} &= H_{V_dis_1} + H_{V_dis_2} \\
 &= 0,9562 + 0,3026 \\
 &= 1,2588 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_{resv} &= V_{resv}/Q_{nom} \\
 &= 162,26/198,18 = \\
 &0,82 \text{ jam (49 menit 2 detik)}
 \end{aligned}$$



Gambar 8. Katup (*simple gate valve*)

Total kerugian pada pipa tekan,

$$\begin{aligned}
 H_{K_dis} &= H_{f_dis} + H_{Lb_dis} \\
 &+ H_{V_dis} + H_{dis_stat} \\
 &= 80,4647 + 1,1812 + 1,2588 + 48,5 \\
 &= 131,4047 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kerugian total pada pipa,

$$\begin{aligned}
 H_{total} &= H_{L_suc} + H_{K_dis} \\
 &= 1,2428 + 131,4047 = 132,6475 \text{ m}
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan kebutuhan air bagi masyarakat

Laju aliran air rata-rata, $Q_{nom} = 198,18 \text{ m}^3/\text{jam}$

Standar kebutuhan air per org, $Q_{org} = 100 \text{ l/hari} = 0,1 \text{ m}^3$

Jumlah orang yang akan dilayani, $N_{org} = 16792$

Kebutuhan air masyarakat yang akan dilayani,

$$\begin{aligned}
 Q_{masy} &= Q_{org} \times N_{org} \\
 &= 0,1 \times 16792 \\
 &= 1679,2 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Kapasitas (volume) penampung,

$$\begin{aligned}
 V_{resv} &= 855 \times 851 \times 223 = 162,2559.10^6 \text{ cm}^3 \\
 &= 162,26 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk mengisi penuh penampung,

$$Q_{pompa} = 198,18 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat maka waktu

pengoprasian pompa 9 jam/hari

$$\text{Produksi} = Q_{pompa} \times \text{jam operasi}$$

$$= 198,18 \text{ m}^3/\text{jam} \times 9 \text{ jam/hari}$$

$$= 1783,62 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Tabel 6 kebutuhan air

Jenis fasilitas	Populasi yang diperhitungkan	Jumlah kebutuhan air rata-rata (l)	Jumlah kebutuhan air maksimum (l)
Perumahan	Jumlah penghuni	100	150
Sekolah	Jumlah orang di dalam gedung	35	50
Hotel	- " -	70	100
Perkantoran	Jumlah pegawai	50	70
Rumah sakit	Jumlah tempat tidur	250	400

sumber : Sularso, 2000

**BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan

1. Kerugian total pada pipa isap yang diakibatkan oleh gesekan pada pipa isap dan adanya belokan adalah 1,2428 m. Kerugian total pada pipa tekan yang diakibatkan oleh gesekan pada pipa tekan, adanya belokan dan katup adalah 131,4047 m. Kerugian total 132,6475 m. Kerugian head ini masih jauh lebih kecil dibandingkan head yang dimiliki pompa yaitu 150 m.
2. Pompa yang digunakan masih mampu melayani kebutuhan masyarakat yang berjumlah 16792 orang. Waktu yang dibutuhkan untuk mengisi penuh penampung yang berkapasitas 162,26 m³ adalah 0,82 jam (49 menit 2 detik).

Analisa Instalasi Perpipaan Pada Pompa Produksi Air Bersih PDAM Buton Selatan Di Mata Air Layoiya Desa Gunung Sejuk

La Ode Asman Muriman dan Fajar Indra Pratama

B.Saran

1. Penelitian dapat dikembangkan untuk mengetahui distribusi keseluruhan bagi masyarakat yang membutuhkan di lokasi PDAM.
2. Perlu pula diperhitungkan (direncanakan) kemampuan pompa ke depannya jika terjadi pertambahan jumlah penduduk sehingga dapat diketahui batas maksimal jumlah masyarakat yang dapat dilayani.
3. Untuk penelitian lebih lanjut dapat pula dipertimbangkan adanya faktor kebocoran pada pipa.
4. Untuk PDAM di sarankan untuk membuat pagar pembatas di sekitar mata air dan membuat perangkap atau saringan di pipa isap agar mengurangi benda asing masuk ke dalam pompa.

10. Sanroepi,D., Sumini,A.R., 1984, *Penyediaan Air Bersih*, Akademik Penilik Kesehatan Teknologi Sanitasi (APK-TS)
11. Suharto,B., 2013, *buku Mekanika fluida*, Penerbit UB-Pres, Malang.
12. Sularso, 2000, *buku pompa dan kompresor*, Penerbit PT.Pertja, Jakarta
13. Supriyanto, 2000, *Distribusi*, Pendidikan dan Pelatihan Tenaga Teknik PAM PERPAMSI Jurusan Teknik Lingkungan FTSB – ITB Angkatan XIII.
14. Sutrizal, 2017, *Skripsi Analisa Pendistribusian Air bersih Pada Kelurahan Waruruma Kecamatan Kokalukuna*, Universitas Dayanu Ikhsanuddin. Baubau.
15. Susilah, 2013, *Jurnal Studi Analisa Kapasitas Debit Terhadap Kebutuhan Air Bersih Proyeksi Tahun 2009-2014 Pada IPA Bantuan OXFAM (PDAM TIRTA MON PASE) Kabupaten Aceh Utara*, Universitas Malikussaleh. Aceh Utara.
16. Tiatmadja, 2008, *Buku Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan*, DRAFT, Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 1997, *Pedoman Pengelolaan Rekam Medis Rumah Sakit Di Indonesia*. Depkes RI, Direktorat Jendral Pelayanan Rekam Medik, Jakarta.
2. Alaerts,G. dan Santika,S.S., 1987, *Metode Penelitian Air*, Usaha Nasional, Surabaya.
3. Al-Layla,M.A., Ahmad,S., 1980, *Water Supply Engineering Designs*. ANN ARBOR SCIENCE, Publisher INC/The Butter Worth Grup.
4. Arthana,I.W., 2007, *Studi Kualitas Air Beberapa Mata Air di Sekitar Bedugul*. Bali (*The Study of Water Quality of Springs Surrounding Bedugul, Bali*), Jurnal Lingkungan Hidup, Bumi Lestari, Vol 7 : 4.
5. Fernandez,J.H. 2008. *skripsi rancang ulang sistem perpipaan perusahaan daerah air minum (PDAM) Kabupaten sleman*, universitas sanata dharma, Yogyakarta.
6. Hardianto,I.F., 2019. *Laporan Kerja Praktek PDAM Buton Selatan*, Universitas Dayanu Ikhsanuddin. Baubau.
7. Hendriques,A., 1984, *Humam Resource Development Project, For Community Water Supply In Indonesia*.
8. Ibrahim mohammad, Masrevaniah Aniek, Darmawan Very. 2012. *Jurnal Analisa Hidrolis pada Komponen Sistem Distribusi Air Bersih dengan Waternet dan Watercad versi 8 (Studi Kasus Kampung Digiouwa, Kampung Mawa dan Kampung Ikebo, Distrik kamu, Kabupaten Dogiyai)*, Universitas Brawijaya, Malang.
9. Nobelia,J., 2000, *Reservoir*, Pendidikan dan Pelatihan Tenaga Teknik PAM PERPAMSI Jurusan Teknik Lingkungan FTSB – ITB Angkatan XIII.