

KAJIAN PEMANFAATAN AIR BAKU TERHADAP AREA PELAYANAN DI KECAMATAN CIBALONG KABUPATEN GARUT

Ridwan Alamsyah¹, Sulwan Permana², Ida Farida²

Jurnal Air Baku
Sekolah Tinggi Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@sttgarut.ac.id

¹ridwanalamsyah69@yahoo.com

²sulfluida@yahoo.co.id

³ida.krisdian@gmail.com

Abstrak - Air merupakan salah satu sumber kehidupan atau sumber daya alam yang amat penting bagi kehidupan, dalam setiap aktivitasnya manusia mutlak membutuhkan air bersih. Dalam hal kebutuhan akan air bersih dari tahun ke tahun semakin meningkat, sedangkan pasokan air baku untuk air bersih semakin menurun baik dari segi kuantitas maupun segi kualitas. Dalam upaya kebutuhan air maka perlu adanya Sistem Penyediaan Air Minum dari sumber air permukaan di area pelayanan tersebut yang terletak di Desa Karyamukti Kecamatan Cibalong Kabupaten Garut, sumber air permukaan ini debit (Q) air yang akan dimanfaatkan sebesar 20 liter/ detik diharapkan dapat mengaliri air ke area pelayanan tersebut dengan optimal dan dapat mengaliri ke wilayah area pelayanan baru untuk beberapa tahun kedepan. Kajian Pemanfaatan Air Baku Terhadap Area Pelayanan disini yaitu untuk mengkaji debit air permukaan dan mengetahui kesesuaian antara diameter pipa dengan debit yang dialirkan oleh pipa tersebut, sehingga diameter pipa dapat mengalirkan air dengan jumlah debit yang sesuai dengan debit yang dibutuhkan untuk setiap Area Pelayanan, serta kerugian-kerugian yang diakibatkan oleh aliran pada pipa dapat diganti dengan menambahkan panjang ekuivalen pipa.

Kata Kunci - Debit, Diameter Pipa, Area Pelayanan, Kehilangan Tekanan.

I. PENDAHULUAN

Sejalan dengan bertambahnya penduduk yang sangat pesat maka pembangunan sarana dan prasarana (Infrastruktur) seperti sarana penyediaan air bersih pedesaan juga sangat diperlukan. Kebutuhan akan air bersih dari tahun ke tahun semakin meningkat, sedangkan pasokan air baku untuk air bersih semakin menurun baik dari segi kuantitas maupun segi kualitas. Air baku merupakan bagian dari sumber daya alam sekaligus juga sebagai bagian dari ekosistem. Kuantitas dan kualitasnya pada lokasi dan waktu tertentu tergantung dan dipengaruhi oleh berbagai hal, yaitu berbagai kepentingan dan tujuan.

Air merupakan salah satu sumber kehidupan atau sumber daya alam yang amat penting bagi kehidupan, tanpa air makhluk hidup yang ada di atas muka bumi akan mati.

Pemanfaatan air atau eksploitasi air secara berlebihan tanpa diimbangi dengan ketersediaan air, maka akan terjadinya krisis kekurangan air. Pemanfaatan air seolah-olah sebagai "barang bebas" selama berpuluh-puluh tahun, air dipakai secara berlebihan, dikelola, dan digunakan secara keliru (air bersih digunakan untuk cuci kendaraan dan menyiram taman), padahal masih banyak sebagian masyarakat yang tidak/ belum dapat menikmati air bersih serta dengan daya beli air sangat terbatas dan relatif menurun. Keterbatasan ketersediaan air (krisis air) mengakibatkan berlakunya hukum ekonomi bahwa air merupakan benda yang dapat diperjualbelikan. Penyebaran sumber air yang tidak merata menyebabkan tidak semua daerah memiliki sumber air. Bagi Pemerintahan Kota

atau Kota Kabupaten yang tidak mempunyai sumber air baku untuk air bersih, maka perlu adanya upaya pencarian sumber air baku yang berada di wilayahnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Sumber air dalam sistem penyediaan air merupakan suatu komponen yang mutlak harus ada, karena tanpa sumber air sistem penyediaan air tidak akan berfungsi. Berdasarkan daur hidrologi, di alam ada beberapa jenis sumber air dimana masing-masing mempunyai karakteristik spesifik. Sebagaimana kita ketahui bahwa makhluk hidup tanpa terkecuali membutuhkan air yang berasal dari air baku.

2.2 Debit Air (Q)

Debit air merupakan ukuran banyaknya volume air yang dapat lewat dalam suatu tempat atau yang dapat di tampung dalam suatu tempat tiap satu satuan waktu. Debit air dalam kajian ini adalah debit dari air permukaan, yaitu Sungai Cisanggung Kecamatan Cibalong Kabupaten Garut. Debit air dapat dihitung dengan rumus:

$$Q = V \times A$$

Dimana:

$$Q = \text{Debit (m}^3/\text{dt)}$$

$$V = \text{Kecepatan aliran (m/dt)}$$

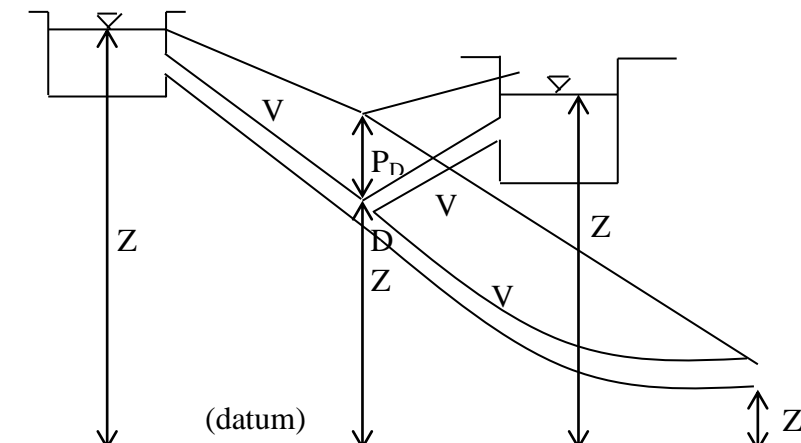
$$A = \text{Luas penampang pipa (m}^2\text{)}$$

2.3 Kapasitas Reservoir

Kegunaan *reservoir* adalah sebagai tampungan untuk memenuhi kebutuhan air konsumen yang naik turun dan sebagai pemantap tekanan dalam sistem distribusi. Penyediaan produksi *reservoir* dilaksanakan dengan menentukan penetapan kapasitas berdasarkan persamaan tampungan yaitu aliran keluar *reservoir* (produksi) sama dengan aliran masuk ditambah atau dikurangi dengan perubahan tampungan, dengan kata lain aliran keluar harus sama dengan aliran masuk dikurangi buangan-buangan serta kehilangan-kehilangan yang terjadi. Letak *reservoir* harus sedekat mungkin ke pusat pemakaian. Permukaan air *reservoir* harus cukup tinggi dan bertekanan cukup, sehingga aliran air bisa sampai ke sistem yang dilayani. Kapasitas reservoir ditentukan berdasarkan ciri-ciri daerah yang dilayani.

2.4 Aliran Dalam Pipa

Aliran dalam pipa merupakan aliran tertutup dimana air kontak dengan seluruh penampang saluran. Jumlah aliran yang mengalir melalui lintang aliran tiap satuan waktu disebut debit aliran. Sedangkan dalam aliran pipa bercabang dimana ujung permulaan dan ujung akhir pengaliran lebih dari satu, maka kemiringan garis energinya pun lebih dari satu, dengan syarat bahwa tiap-tiap titik pertemuan pipa tinggi energinya pun harus sama, yaitu:



$$z_A = z_D + \frac{P_D}{\gamma} + f_A \frac{L_A}{D_A} \frac{V_A^2}{2g}$$

$$z_B = z_D + \frac{P_D}{\gamma} + f_B \frac{L_B}{D_B} \frac{V_B^2}{2g}$$

Dimana:

z_A, z_B = Ketinggian muka air terhadap datum (m)

z_D = Tinggi tekan energi pada titik D (m)

f = Koefisien kehilangan energi akibat gesekan (friction) dari diagram Moody, fungsi dari bilangan Reynold

P = Tekanan hidrostatik (kg/m^2)

γ = Berat jenis (kg/m^3)

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter pipa (m)

V = Kecepatan rata – rata (m/dt)

g = Percepatan gravitasi = $9,81 \text{ m/dt}^2$

2.5 Kehilangan Tekanan (*Head loss*)

Head loss adalah kerugian-kerugian atau kehilangan tinggi tekanan yang ada dalam suatu instalasi pipa yang dialiri suatu fluida, baik gas ataupun cair. *Head loss* ada dua macam yaitu mayor dan minor. *Head loss* mayor terjadi akibat adanya gesekan pipa yang sangat dipengaruhi oleh koefisien gesekan dan panjang pipa itu sendiri, sedangkan *head loss* minor dapat terjadi dikarenakan adanya perubahan-perubahan mendadak dari geometri aliran karena perubahan ukuran pipa, belokan-belokan, katup-katup, serta berbagai jenis sambungan. Pada pipa-pipa yang panjang, kehilangan minor ini sering diabaikan tanpa kesalahan yang berarti, tetapi dapat menjadi cukup penting pada pipa yang pendek. Kehilangan minor pada umumnya akan lebih besar bila aliran mengalami perlambatan, dari pada bila terjadi peningkatan kecepatan akibat adanya pusaran arus yang ditimbulkan oleh pemisahan aliran dari bidang batas pipa (*Ray K Linsley dan Joseph B Franzini, 1985*).

2.5.1 Kehilangan Energi Akibat Gesekan Pipa

Kehilangan energi akibat gesekan air dengan dinding pipa, besarnya tekanan dapat dihitung dengan persamaan **Darcy-Weisbach**, yaitu:

$$h_f = f \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Dimana:

h_f = kehilangan energi akibat gesekan (m)

f = faktor gesekan pada pipa

L = panjang pipa (m)

D = diameter pipa (m)

v = kecepatan rencana (m / dt²)

g = percepatan gravitasi

2.5.2 Kehilangan Energi Minor

Selain kehilangan energi akibat gesekan, kehilangan energi minor terjadi jika ada perubahan tiba-tiba pada pola aliran, seperti adanya suatu halangan dalam lintasan aliran atau adanya perubahan dalam arah dan kecepatan fluida. Selain itu terjadi pula kehilangan energi akibat perubahan penampang pipa, sambungan-sambungan, belokan, katup, aksesories yang lain. Kehilangan-kehilangan energi ini disebut sebagai kehilangan energi minor, yaitu:

a. Kehilangan energi akibat belokan

Koefisien kehilangan energi akibat belokan, K_L dapat dihitung dengan persamaan, yaitu:

$$H_{Lm} = K_L \frac{V^2}{2g}$$

Dimana:

V = Kecepatan rata – rata (m/dt)

g = grafitasi = 9,81 m/dt²

H_{Lm}=Kehilangan energi minor

b. Kehilangan energi akibat masukan

Kehilangan energi akibat masukan hL dapat ditentukan dimana KL merupakan koefisien lubang masuk, yaitu:

$$hL = KL$$

Dimana:

V = Kecepatan rata – rata (m/dt)

g = grafitasi = 9,81 m/dt²

KL= koefisien kehilangan minor

hL= kehilangan energi minor

c. Kehilangan Energi Akibat Katup dan Sambungan

Kehilangan ini dapat diketahui dengan terlebih dahulu menentukan koefisien K_L dengan rumus, yaitu:

$$K_L = h_L \frac{V^2}{2g}$$

Dimana:

V = Kecepatan rata-rata (m/dt)

g = grafitasi = 9,81 m/dt²

2.6 Diameter Efektif Pipa

Diameter efektif pipa adalah langkah perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan cara coba-coba, sehingga di dapat diameter pipa yang sesuai dengan debit kebutuhan dan koefisien gesekan pipa setelah dipengaruhi oleh kerugian-kerugian akibat aliran pipa, tinggi tekan, dan panjang pipa. Perhitungan dilakukan dengan cara coba-coba yaitu memasukkan kembali ke rumus aliran dalam pipa, dimana nilai percobaannya adalah nilai diameter yang dicari.

2.7 Panjang Ekuivalen Pipa

Panjang ekuivalen pipa atau panjang tambahan pipa ini menimbulkan tahanan terhadap aliran yang sama besarnya dengan yang disebabkan oleh beberapa kerugian-kerugian kecil, panjang ekuivalen dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$L_e = \frac{KD}{f}$$

Dimana:

L_e = Panjang ekuivalen (m)

K = Jumlah kerugian pada jalur pipa

D = Diameter pipa (m)

f = faktor gesekan pipa

III. METODOLOGI

3.1 Lokasi Kajian

Lokasi kajian berada pada Sungai Cisanggiri yang terletak di wilayah Kecamatan Cibalong Kabupaten Garut Propinsi Jawa Barat, yaitu dengan memanfaatkan area Sungai Cisanggiri ke area pelayanan (Konsumen). Secara administratif Kecamatan Cibalong, dibatasi oleh:

1. Sebelah Utara : Kabupaten Bandung dan Kabupaten Sumedang
2. Sebelah Timur : Kabupaten Tasikmalaya
3. Sebelah Selatan : Samudra Indonesia
4. Sebelah Barat : Kabupaten Cianjur

3.2 Metode Kajian

Dalam kajian tugas akhir mengenai Kajian Pemanfaatan Air Sungai Cisanggiri, penulis melakukan beberapa tahap kajian dengan menggunakan pengumpulan data yang lazim digunakan, yaitu dengan cara:

1. Studi kepustakaan (studi literatur) yaitu suatu metode pengumpulan data dengan cara mempelajari, memahami, menelaah isi dan literatur-literatur yang berkaitan dengan judul kajian dalam laporan tugas akhir
2. Observasi lapangan yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan jalan mengadakan pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti agar penulis dapat lebih memahami pelaksanaan kajian serta berkoordinasi dengan pihak pengelola (PDAM), kemudian mengambil data-data yang di perlukan untuk menunjang penulisan tugas akhir.

3.3 Tahapan Kajian

Tahap kegiatan yang dilaksanakan pada kajian ini dibagi 2 tahapan, yaitu:

1. Tahapan pengumpulan data, tahapan ini meliputi kegiatan pengumpulan data yang diperlukan, yaitu:
 - a. Data cakupan area pelayanan
 - b. Data debit sumber air baku
 - c. Data kapasitas *reservoir*
 - d. Skema jaringan pipa
2. Tahapan analisis
Tahapan dalam kegiatan kajian ini meliputi:
 - a. Menghitung debit perbulan
 - b. Menganalisis diameter efektif pipa
 - c. Menganalisis jaringan pipa dan debit yang masuk ke area pelayanan
 - d. Menghitung debit efektif kebutuhan sesuai di area pelayanan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Cara Analisis

4.1.1 Data Debit Sumber Air Baku

Sumber air baku untuk pengembangan unit IKK Cibalong ini akan memanfaatkan keberadaan sumber air dari sungai Cisanggiri, berada di Kampung Cibaregbeg, Desa Karyasari Kecamatan Cibalong Kabupaten Garut , berada pada ketinggian +34 msl, dari segi kuantitas maupun kualitas, sumber air tersebut merupakan sumber air yang cukup potensial di wilayah tersebut. Debit air yang akan dimanfaatkan sekitar 20 liter/ detik, untuk pemanfaatan sumber air tersebut diperlukan unit *Intake* berikut perpipaan transmisi diameter 200 mm sepanjang 2,448 Km ke unit *reservoir* distribusi 500 m³ (elv.+ 75 msl) untuk pelayanan Cibalong, pipa distribusi utama diameter 160 mm sepanjang 6,00 Km sampai pelayanan ke Rumah Sakit Umum Pameungpeuk-Cibalong (elv. + 39 msl).

4.1.2 Perhitungan Debit *Intake* (Bangunan Pengambil Air Baku)

Dalam bangunan pengambil air baku pada Sungai Cisanggiri , dilakukan perhitungan debit intake, untuk mendapatkan kapasitas bangunan pengambilan air baku, maka perhitungan volume air dapat dihitung dengan penyelesaian sebagai berikut:

$$\begin{aligned} L &= 2,00 \times 3,25 \\ &= 6,50 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Tinggi muka air = 2,00 m

Volume bangunan penampung adalah

$$V = 6,50 \times 2,00 = 13 \text{ m}^3$$

Jadi kapasitas tampungan volume air pada bangunan pengambil air = 13 m³

4.2 Kapasitas Reservoir

Konstruksi *reservoir* yang digunakan untuk SPAM Cibalong terbuat dari beton bertulang dengan kapasitas 400 m³. *Reservoir* distribusi dimaksudkan sebagai bak penampung air bersih pada saat pemakaian air lebih kecil dari rata-rata, dimana air yang ditampung ini akan digunakan pada saat pemakaian air lebih besar dari kebutuhan rata-rata.

4.3 Aliran Dalam Pipa

Perhitungan aliran dalam pipa adalah perhitungan secara analisis mengenai debit yang dialirkan oleh masing-masing pipa termasuk kerugian-kerugian pada aliran tersebut sesuai dengan data-data yang diperoleh. Perhitungan pada studi ini hanya dilakukan pada pipa Transmisi dan pipa Distribusi (tidak pada pipa Retikulasi, dinas dan persil).

4.3.1 Analisis Jaringan Pipa Transmisi

➤ Perhitungan Q Flow Transmisi (dari Sumber Air ke Reservoir)

Diketahui: D = 8" = 200 mm

Suhu air = 27⁰ C

L = 2.448 m

H = 28 m

- ❖ Hitung Viskositas Kinematik (ν) dengan menggunakan rumus (2.7):

$$\begin{aligned}\nu &= [1,14 - 0,031 (T - 15) + 0,00068 (T - 15^2)]10^{-6} \\ &= [1,14 - 0,031 (27 - 15) + 0,00068 (27 - 15^2)]10^{-6} \\ &= 0,8659 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det}\end{aligned}$$

- ❖ Hitung nilai kekasaran relatif pipa

Kekasaran relatif pipa dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.5), dimana nilai ϵ di dapat dengan melihat tabel (2.3) yaitu 0,0015.

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0,0015}{200} = 0,0000075 \text{ mm}$$

Dengan melihat diagram Moody dan memasukan nilai kekasaran relatif pipa maka akan didapat koefisien gesekan pipa $f_{\text{percobaan}} = 0.019$

- ❖ Hitung kerugian-kerugian pada aliran pipa dengan melihat gambar detail reservoir dan jaringan pipa, yaitu:

1. Kerugian akibat belokan	3,38	$\frac{V_2^2}{2g}$
2. Kerugian akibat lubang keluar pipa	1	$\frac{V_2^2}{2g}$
	Jumlah =	4,38 $\frac{V_2^2}{2g}$

Jadi jumlah kerugian pada aliran pipa (K) adalah 4,38

- ❖ Hitung kecepatan aliran pipa (V) dengan memasukan nilai kerugian pada aliran pipa, maka rumus (2.4) dapat ditulis,yaitu:

$$h = K \frac{V_2^2}{2g} + f \frac{L}{D} \frac{V_2^2}{2g}$$

$$28 = 4,38 \frac{V_2^2}{2g} + 0,019 \frac{2448}{0,2} \frac{V_2^2}{2g}$$

$$28 = 4,38 + \left(12,240 \times 0,019 \right) \frac{V_2^2}{2(9,81)}$$

$$28 = 12,076 + V_2^2$$

$$V_2 = \sqrt{2,318}$$

$$V_2 = 1,52 \text{ m/dt}$$

Jadi kecepatan rata-rata ($V_{\text{percobaan}}$) adalah 1,52 m/dt

- ❖ Hitung bilangan Reynolds dengan menggunakan rumus (2.6) dengan memasukkan nilai $V_{\text{percobaan}}$, yaitu:

$$R = \frac{VD}{\nu} = \frac{1,52 \times 0,2}{0,8659 \times 10^{-6}} = 351079,80 \text{ (turbulance)}$$

- ❖ Dengan melihat kembali diagram Moody dan memasukkan nilai bilangan Reynolds yang telah dihitung maka diketahui nilai $f_{\text{perhitungan}} = 0,019$

- ❖ Dengan mengulangi langkah perhitungan diatas dan memasukkan harga $f_{\text{perhitungan}}$ pada rumus (2.4) maka didapat:

Dari $f_{\text{percobaan}} = 0,019$ didapat $V_{\text{percobaan}} = 1,52$ m/dt dan $R = 351079,80$, maka $f_{\text{perhitungan}} = 0,019$ dan $V_{\text{perhitungan}} = 1,52$ m/dt

$f_{\text{percobaan}} = f_{\text{perhitungan}}$, maka $f_{\text{percobaan}}$ bisa digunakan.

- ❖ Hitung debit air dengan menggunakan rumus (2.1) dan $V = V_{\text{perhitungan}}$, yaitu:

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = 1,52 \times \frac{\pi}{4} (0,2)^2$$

$$Q = 0,0477 \text{ m}^3/\text{dt} = 47,7 \text{ l/dt}$$

Jadi debit air yang mengalir pada pipa Transmisi air baku adalah 47,7 liter/ detik.

4.3.2 Analisis Jaringan Pipa Distribusi

- **Perhitungan Q Flow (dari Reservoir ke Area Pelayanan)**

Diketahui: D = 160 mm

Suhu air = 27⁰ C

L = 518 m

H = 24 m

- ❖ Hitung Viskositas Kinematik (ν) dengan menggunakan rumus (2.7):

$$\begin{aligned} \nu &= [1,14 - 0,031 (T - 15) + 0,00068 (T - 15^2)]10^{-6} \\ &= [1,14 - 0,031 (27 - 15) + 0,00068 (27 - 15^2)]10^{-6} \\ &= 0,86592 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det} \end{aligned}$$

- ❖ Hitung nilai kekasaran relatif pipa

Kekasaran relatif pipa dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.5), dimana nilai ϵ di dapat dengan melihat tabel (2.3) yaitu 0,00015.

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0,00015}{160} = 0,0000009 \text{ mm}$$

Dengan melihat diagram Moody (Gbr 2.3) dan memasukkan nilai kekasaran relatif pipa maka akan didapat koefisien gesekan pipa $f_{\text{percobaan}} = 0,022$

- ❖ Hitung kerugian-kerugian pada aliran pipa dengan melihat gambar detail reservoir dan jaringan pipa, yaitu:

1. Kerugian akibat belokan	2,89	$\frac{V_2^2}{2g}$
2. Kerugian akibat lubang keluar pipa	1	$\frac{V_2^2}{2g}$
3. Kerugian akibat lubang masuk pipa	0,78	$\frac{V_2^2}{2g}$
	<hr/>	
Jumlah =	4,67	$\frac{V_2^2}{2g}$

Jadi jumlah kerugian pada aliran pipa (K) adalah 4,67

- ❖ Hitung kecepatan aliran pipa (V) dengan memasukan nilai kerugian pada aliran pipa, maka rumus (2.4) dapat ditulis,yaitu:

$$h = K \frac{V_2^2}{2g} + f \frac{L}{D} \frac{V_2^2}{2g}$$

$$24 = 4,67 \frac{V_2^2}{2g} + 0,022 \frac{518}{0,16} \frac{V_2^2}{2g}$$

$$24 = 4,67 + \left(3237,5 \times 0,022 \right) \frac{V_2^2}{2(0,81)}$$

$$24 = 3,868 V_2^2$$

$$V_2 = \sqrt{6,868}$$

$$V_2 = 2,49 \text{ m/dt}$$

Jadi kecepatan rata-rata ($V_{percobaan}$) adalah 2,49 m/dt

- ❖ Hitung bilangan Reynolds dengan menggunakan rumus (2.6) dengan memasukan nilai $V_{percobaan}$, yaitu:

$$R = \frac{VD}{\nu} = \frac{2,49 \times 0,16}{0,8695 \times 10^{-6}} = 458194,34 \text{ (turbulence)}$$

- ❖ Dengan melihat kembali diagram Moody dan memasukan nilai bilangan Reynolds yang telah dihitung maka diketahui nilai $f_{perhitungan} = 0,022$

- ❖ Dengan mengulangi langkah perhitungan diatas dan memasukan harga $f_{perhitungan}$ pada rumus (2.4) maka didapat:

Dari $f_{percobaan} = 0,022$ didapat $V_{percobaan} = 2,49$ m/detik dan $R = 46003,45$, maka $f_{perhitungan} = 0,022$ dan $V_{perhitungan} = 2,49$ m/dt

$f_{percobaan} = f_{perhitungan}$, maka $f_{percobaan}$ bisa digunakan.

- ❖ Hitung debit air dengan menggunakan rumus (2.1) dan $V = V_{perhitungan}$, yaitu:

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = 2,49 \times \frac{\pi}{4} (0,16)^2$$

$$Q = 0,05008 \text{ m}^3/\text{dt} = 50,08 \text{ l/dt}$$

Jadi debit air yang mengalir pada pipa Distribusi A adalah 50,08 liter/ detik.

4.4 Perhitungan Diameter Efektif Pipa

Untuk dapat mengalirkan debit air yang sesuai dengan debit kebutuhan maka harus dicari terlebih dahulu diameter efektif pipa dengan menggunakan cara coba-coba yaitu dengan menghitung kembali aliran dalam pipa dengan memasukkan nilai diameter pipa yang akan digunakan. Diameter efektif pipa hanya dilakukan pada pipa distribusi saja, karena pipa distribusi merupakan pipa yang langsung terhubung ke area pelayanan, dimana berbanding dengan debit kebutuhan di area pelayanan. Sedangkan pipa transmisi hanya mengalirkan air dari sumber ke reservoir dan dari reservoir ke reservoir.

❖ Perhitungan pada Pipa Distribusi A

Diketahui: $D = ?$ mm
 Suhu air $= 27^{\circ}C$
 $L = 518$ m
 $H = 24$ m

❖ Hitung Viskositas Kinematik (ν) dengan menggunakan rumus (2.7):

$$\begin{aligned} V &= [1,14 - 0,031 (T - 15) + 0,00068 (T - 15^2)]10^{-6} \\ &= [1,14 - 0,031 (27 - 15) + 0,00068 (27 - 15^2)]10^{-6} \\ &= 0,86592 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det} \end{aligned}$$

❖ Hitung nilai kekasaran relatif pipa

Kekasaran relatif pipa dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.5), dimana nilai ϵ di dapat dengan melihat tabel (2.3) yaitu 0,00015.

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0,00015}{160} = 0,0000009 \text{ mm}$$

Dengan melihat Diagram Moody (Gambar. 4.9) dan memasukan nilai kekasaran relatif pipa maka akan didapat koefisien gesekan pipa $f_{\text{percobaan}} = 0.022$

❖ Hitung kerugian-kerugian pada aliran pipa dengan melihat gambar detail reservoir dan jaringan pipa.

1. Kerugian akibat belokan	$2,89 \frac{V_2^2}{2g}$
2. Kerugian akibat lubang keluar pipa	$1 \frac{V_2^2}{2g}$
3. Kerugian akibat lubang masuk pipa	$0,78 \frac{V_2^2}{2g}$
Jumlah =	$\frac{4,67 V_2^2}{2g}$

Jadi jumlah kerugian pada aliran pipa (K) adalah 4,67

❖ Hitung kecepatan aliran pipa (V) dengan memasukan nilai kerugian pada aliran pipa, dan mencoba memasukan D asumsi sebesar 0,04852

$$\begin{aligned} h &= K \frac{V_2^2}{2g} + f \frac{L}{D} \frac{V_2^2}{2g} \\ 24 &= 4,67 \frac{V_2^2}{2g} + 0,022 \frac{518}{0,04852} \frac{V_2^2}{2g} \\ 24 &= 4,67 + (10676 \times 0,022) \frac{V_2^2}{2(9.81)} \\ 24 &= 12,20 V_2^2 \end{aligned}$$

$$V_2 = \sqrt{1,967}$$

$$V_2 = 1,40 \quad m/dt$$

Jadi kecepatan rata-rata ($V_{percobaan}$) adalah 1,40 m/dt

Jadi Dimeter efektif pipa ($D_{percobaan}$) adalah 0.04852 m

- ❖ Hitung bilangan Reynolds dengan menggunakan rumus (2.6) dengan memasukan nilai $V_{percobaan}$ dan $D_{percobaan}$, yaitu:

$$R = \frac{VD}{\nu} = \frac{1,40 \times 0,04852}{0,86592 \times 10^{-6}}$$

$$= 78446,04 \text{ (turbulance)}$$

- ❖ Dengan melihat kembali Diagram Moody (Gbr. 2.3) dan memasukan nilai bilangan Reynolds yang telah dihitung maka diketahui nilai $f_{perhitungan} = 0,022$
- ❖ Dengan mengulangi langkah perhitungan diatas dan memasukan harga $f_{perhitungan}$ pada rumus (2.4) maka didapat:

$$\text{maka } f_{perhitungan} = 0,022 \text{ dan } V_{perhitungan} = 1,40 \text{ m/dt}$$

- ❖ Hitung debit air dengan menggunakan rumus (2.1) dan $V = V_{perhitungan}$, dan $D = D_{percobaan}$ yaitu:

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = 1,40 \times \frac{\pi}{4} (0,04852)^2$$

$$Q = 0,00258 \quad m^3/dt = 2,58 \quad l/dt$$

Jadi debit air yang mengalir pada pipa Distribusi A adalah 2,58 liter/ detik.

$Q_{dialirkan} = Q_{kebutuhan}$ yaitu sebesar 2,58 liter/ detik. Maka Diameter yang diasumsi sebesar 0,04852 dapat digunakan untuk menghitung Diameter Efektif Pipa, Koefisien Gesek dan Kecepatan.

4.5 Perhitungan Panjang Ekuivalen Pipa

Panjang ekuivalen pipa dihitung dengan menggunakan rumus 2.12 dengan memasukan diameter pipa (D) dan koefisien gesekan pipa (f) yang didapat dengan cara coba-coba, maka panjang ekuivalen pipa dapat diketahui, yaitu:

$$L_e = \frac{KD}{f}$$

$$L_e = \frac{4,67 \times 0,04852}{0,022}$$

$$L_e = 10,29 \quad m$$

Jadi L_e adalah 10,29 m

Sehingga panjang pipa sebenarnya agar dapat menahan kerugian pada aliran pipa (K) sebesar 4,67 adalah

$$L = L + L_e$$

$$L = 518 + 10,29$$

$$L = 528,29 \text{ m}$$

Kecepatan rata-rata adalah 1,40 m/detik

Sehingga debit yang dialirkan dapat diketahui dengan menggunakan rumus (2.1) yaitu:

$$Q = V \times A$$

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1,40 \times \frac{\pi}{4} (D)^2$$

$$Q = 1,40 \times 0,785 \times 0,00235$$

$$Q = 0,0025 \quad m^3/dt \approx 2,5 \quad l/dt$$

Jadi debit yang dialirkan adalah $Q = 2,5$ liter/ detik

$2,5$ liter/ detik = $2,58$ liter/ detikOK

$Q_{kebutuhan} = Q_{alirkan}$ OK

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan secara analisis dalam kajian ini maka dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

- Debit yang dialirkan oleh pipa Distribusi adalah sebesar 116,64 liter/ detik, hal ini kurang efektif karena debit yang dialirkan lebih besar dari debit yang dibutuhkan yaitu sebesar 10,5 liter/ detik.
- Dengan melakukan analisis mengenai diameter efektif pipa maka didapat diameter pipa yang mampu mengalirkan air yang sesuai dengan debit yang dibutuhkan oleh konsumen di area pelayanan.

5.2 Saran

- Diameter pipa distribusi yang digunakan untuk mengalirkan air sesuai debit dan tekanan diharapkan pengguna air bersih ke setiap daerah dapat merata walaupun penggunaannya kurang efektif. Maka harus dilakukan penyesuaian lagi terhadap diameter pipa yang akan digunakan, karena pipa yang berdiameter efektif belum tentu tersedia dipasaran.
- Memfaatkan air semaksimal mungkin merupakan hal yang bijak, oleh karena itu nilai kajian terhadap jaringan saluran merupakan hal yang penting karena nilai debit tersebut dapat diketahui dan perhitungan dalam kajian ini dapat lebih memuaskan sehingga hasil kajian ini dapat bermanfaat bagi orang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2011. "Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum IKK Kecamatan Cibalong PDAM Kabupaten Garut".
- Hasyim, Mauludin Andri. 2009, "*KAJIAN RESERVOIR AIR PANAS DI KAWASAN WISATA AIR PANAS GARUT*". Tugas Akhir. Garut: JURUSAN TEKNIK SIPIL SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI GARUT".
- Persada, Esa Teguh. 2007, "Kajian Reservoir Air Minum PDAM Garut (Studi Kasus Reservoir di Kecamatan Cilawu Kabupaten Garut.".
- Munson, R Bruce dan Young F Donald. 2005, "Mekanika Fluida", Edisi Keempat, Jilid 2 Erlangga. Jakarta.*
- Streeter, L Victor dan Wylie E Benjamin. 1999, "Mekanika Fluida", Edisi Kedelapan, Jilid 1. Erlangga. Jakarta.*
- Anggrahini, 2005. " Hidrolika Saluran Terbuka". Srikandi. Surabaya.*
- Kodoatie dan Sjarief, 2005. "Hidrologi Terapan" Aliran Pada Saluran terbuka dan Pipa. Andi. Yogyakarta.*
- Ray K Linsley dan Joseph B Franzini. 1985. "Teknik Sumber Daya Air" Erlangga. Jakarta*
- Direktorat Air Bersih PU-Cipta Karya. 2011, "Pedoman Perencanaan Air Bersih"