

PERENCANAAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI PENYEDIAAN AIR MINUM PEDESAAN DI DESA KUBU KECAMATAN KUBU

I Putu Gustave S.P¹, I G.N Kerta Arsana¹, I Putu Yogya Sanjaya²

¹Dosen Teknik Sipil, Universitas Udayana, Denpasar

²Alumni Teknik Sipil, Universitas Udayana, Denpasar

e-mail : gustave_sp@unud.ac.id

ABSTRAK: Air bersih merupakan kebutuhan paling penting bagi kelangsungan hidup manusia. Kecamatan Kubu di bagian utara Kabupaten Karangasem memiliki sumber air yang sangat terbatas, dengan kondisi topografi berbukit dan tingkat pelayanan PDAM hanya 11,06% atau 6.360 jiwa dari 69.731 jiwa menyebabkan kondisi pemenuhan air bersih di daerah ini sangat rendah/minus air. Perencanaan jaringan distribusi air minum di wilayah studi dibantu dengan software WaterNet. Metode yang digunakan adalah dengan menghitung kebutuhan harian maksimum agar dapat menentukan volume reservoir. Data-data penunjangnya adalah elevasi penempatan untuk menghitung kehilangan energi dan head pompa, jumlah penduduk selama 5 tahun sebelum tahun perencanaan untuk menentukan proyeksi pertumbuhan penduduk 20 tahun mendatang. Hasil proyeksi kebutuhan air pada daerah pelayanan direncanakan dengan jumlah kebutuhan untuk pelayanan Reservoir I Desa Kubu sebesar 600 m³, Reservoir II sebesar 300 m³ dan Reservoir III sebesar 100 m³. Berdasarkan hasil simulasi dengan program waternet, sistem perpipaan wilayah studi menggunakan pipa PVC. Jaringan pipa distribusi Desa Kubu direncanakan menggunakan sistem gravitasi dan pompa. Sumber air berasal dari Mata Air Telagawaja. Untuk daerah pelayanan Reservoir I Dari stasioning 0+900 - 3+350 digunakan pipa berdiameter 0,177 m. Reservoir II ke daerah pelayanan dari stasioning 3+100 - 0+600 menggunakan pipa berdiameter 0,152 m. Kemudian Reservoir III kedaerah pelayanan dari stasioning 4+550 - 4+450 menggunakan pipa berdiameter 0,101 m. Dengan sistem pemompaan dengan kapasitas 10 liter/detik untuk pompa I dan 3 liter/detik untuk pompa II. Salah satu titik di banjar dinas Juntal Kelod menggunakan BPT yang berfungsi untuk menghilangkan tekanan air agar energi relatif pada node 34 sesuai dengan kualitas pipa yang direncanakan.

Kata Kunci : air, pipa, waternet

THE PLANNING OF RURAL DRINKING WATER SUPPLY DISTRIBUTION NETWORK SYSTEM IN KUBU VILLAGE, THE DISTRICT OF KUBU

ABSTRACT: Clean water is one of essential requirements for human survival. Kubu district located in the northern part of Karangasem regency which has very limited water resources, with a hilly topography and level of PDAM service only 11.06 % or 6.36 of 69.731 inhabitant which made this area classified as minus water. The planning of the drinking water distribution network in the study area assisted with Waternet. The method used is to calculate the maximum daily needs in order to determine the volume of the reservoir. Supporting data in completing this study is to calculate the elevation of the placement of the energy loss and determine the pump head, the total population for 5 years prior to the year of planning in order to determine the projected population growth of 20 coming year. The projected of water demand in the service area of Kubu village has been planned with the Reservoir I with water volume 600 m³, Reservoir II at 300m³ and Reservoir III at 100m³. Based on the simulation results of the Waternet software, PVC type of pipe use for piping system in the study area. Distribution pipelines are planned using gravity and pump systems. The source of water derived from the spring water Telagawaja. Reservoir for the first service area of stasioning 0+900 - 3+350 used pipes with a diameter of 0.177 m. Reservoir II at stasioning 3 +100 - 0 +600 using a pipe with a diameter of 0.152 m. Then Reservoir III to service area from stasioning 4 +550 - 4 +450 using pipes with a diameter of 0.101 m. A pumping system with capacity 10 liters/sec for the first pump and 3 liters/sec for the second pump. And one point at Banjar Dinas Juntal Kelod, BPT use to eliminate the water pressure so the relative energy at node 34 in accordance with the planned pipe quality.

Keywords: water , plumbing , Waternet

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan yang penting bagi kelangsungan hidup manusia. Kualitas air bersih yang memadai untuk kebutuhan pokok di suatu wilayah hendaknya dimanfaatkan secara maksimal, sehingga dapat berfungsi optimal dalam memenuhi kebutuhan masyarakat akan air bersih di daerah tersebut.

Kecamatan Kubu yang terletak di bagian utara Kabupaten Karangasem memiliki sumber air yang sangat terbatas, dengan kondisi topografi yang berbukit dan tingkat pelayanan PDAM hanya 11.06% atau 6.360 jiwa dari 69.731 jiwa menyebabkan kondisi pemenuhan air bersih di daerah ini sangat rendah/minus air. Sistem penyediaan air bersih PDAM di Desa Kubu dilakukan melalui perpipaan, sistem pengaliran dengan pemompaan dari sumur dalam dan pengaliran secara gravitasi dari reservoir ke distribusi.

Memperhatikan hal tersebut di atas, maka guna memenuhi kebutuhan pelayanan air minum pada masa mendatang khususnya untuk masyarakat desa kubu yang mengalami kesulitan mendapatkan air bersih maka perlu adanya perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih di Desa Kubu dan merencanakan sistem distribusi utama dan bagi air sebagai prasarana air minum di Desa Kubu.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan adalah:

1. Untuk mengetahui ketersediaan air baku dan tingkat proyeksi kebutuhan air minum di Desa Kubu .
2. Untuk merencanakan sistem distribusi utama dan bagi air baku sebagai prasarana air minum di Desa Kubu.

Batasan Penelitian

Batasan permasalahan dalam penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak meninjau Rencana Anggaran Biaya (RAB) .
2. Perhitungan struktur pada sistem tidak ditinjau.
3. Tidak memperhitungkan sistem keseimbangan air (*water balance*).
4. Tidak memperhitungkan aspek lingkungan.

MATERI & METODE ANALISIS

Standar Kebutuhan Air Minum

Berdasarkan pada Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 23 Tahun 2006 tentang Pedoman Teknis dan Tata Cara Peraturan Tarif Air Minum pada Perusahaan Daerah Air Minum BAB I ketentuan umum Pasal 1 ayat 8 menyatakan bahwa : “ Standar Kebutuhan Pokok Air Minum adalah kebutuhan air sebesar 10 meter kubik/kepala keluarga/bulan atau 60 liter/org/ hari, atau sebesar satuan volume lainnya yang ditetapkan lebih lanjut oleh Menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintah di bidang sumber daya air”.

Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk digunakan sebagai langkah awal dalam menghitung proyeksi kebutuhan air bersih. Beberapa faktor yang menyebabkan atau mempengaruhi ketelitian proyeksi jumlah penduduk pada masa yang akan datang adalah:

- a. Kecepatan pertumbuhan penduduk
- b. Kurun waktu proyeksi dan jumlah tahun pengambilan data

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dapat menggunakan metode yang telah diakui secara umum atau dengan menggunakan metode-metode berikut ini:

- a. Metode Aritmatik

$$P_n = P_o + K_a (T_n - T_o) \quad (1)$$

Dimana:

P_n = jumlah penduduk pada tahun ke n (jiwa)

P_o = jumlah penduduk pada akhir tahun data (jiwa)

K_a = rata-rata pertambahan penduduk dari tahun data sampai tahun ke n (jiwa/tahun)

T_n = tahun ke n

T_o = tahun awal

b. Metode Geometrik

$$P_n = P_o (1 + r)^n \quad (2)$$

Dimana :

P_n = jumlah penduduk tahun yang diperkirakan (jiwa)

P_o = jumlah penduduk awal tahun perkiraan (jiwa)

r = laju pertumbuhan penduduk per tahun

n = jumlah tahun

c. Metode Least Square

$$P_n = a + (b \cdot n) \quad (3)$$

Dimana :

P_n : jumlah penduduk pada tahun ke-n

n : beda tahun yang dihitung terhadap tahun awal

a dan b : konstanta, dimana :

$$a = \frac{(\sum P)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum Px)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (4)$$

$$b = \frac{n(\sum Px) - (\sum x)(\sum P)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (5)$$

P = Jumlah penduduk

x = Jumlah interval tahun

Untuk menentukan metode yang dipakai untuk proyeksi penduduk, terlebih dahulu menguji nilai koefisien (S) untuk tiap-tiap metode. Metode dengan nilai uji koefisien korelasi paling mendekati satu dipakai untuk memproyeksikan penduduk. Persamaan yang digunakan adalah:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - \bar{Y})^2}{n}} \quad (6)$$

dimana:

S = standar deviasi

Y_i = variabel independen Y (jumlah penduduk)

Y_{mean} = rata-rata Y

n = jumlah data

Kriteria Perencanaan

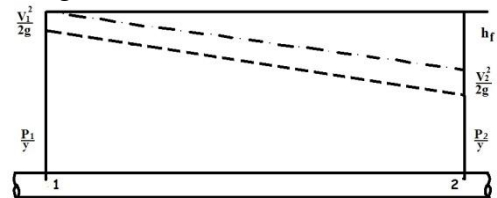
Untuk merencanakan sistem penyediaan air minum suatu daerah yang memenuhi syarat, yaitu air yang tersedia setiap saat dengan debit dan tekanan yang mencukupi serta keamanan, kualitas, kuantitas air sampai ke konsumen dibutuhkan perencanaan. Secara umum kriteria perencanaan yang digunakan dalam perencanaan sistem penyediaan air minum adalah:

Analisis Hidraulika

Aliran dalam pipa atau aliran yang bertekanan adalah aliran yang seluruh tampang pipa di penuh air. Jika air mengalir dalam pipa tetapi ada permukaan air bebas di dalam pipa, maka aliran tersebut tidak termasuk dalam definisi aliran dalam pipa.

Persamaan Energi

Pada aliran air dikenal persamaan energy (persamaan Bernoulli) dan persamaan kontinuitas. Persamaan Bernoulli secara umum ditulis kembali sebagai berikut:



Gambar 1 Kehilangan tenaga
Sumber : Bambang Triatmodjo, 1993

$$\frac{P_1}{\gamma} + z_1 + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h_f \quad (7)$$

Dengan:

P = tekanan

z = tinggi datum

V = kecepatan rata-rata aliran dalam pipa

$$h_f = k \frac{V^2}{2g} \quad (10)$$

g = percepatan gravitasi bumi

Atau

h_s = kehilangan tinggi tenaga

$$h_f = k \frac{Q^2}{2A^2 g} \quad (11)$$

γ = berat per unit volume

h_f = kehilangan tinggi tenaga karena gesekan

Dengan:

K = koefisien kehilangan minor

V = kecepatan aliran

g = gravitasi

h_s = kehilangan tinggi tenaga sekunder (turbulensi local)

Aplikasi Program WaterNet

WaterNet dalam simulasi jaringan pipa secara garis besar sehingga program WaterNet dipilih sebagai perancangan simulasi jaringan pipa adalah sebagai berikut:

Kehilangan Energi Utama (Mayor)

Ada beberapa persamaan empiric yang digunakan masing-masing dengan keuntungan dan kerugiannya sendiri. Persamaan Darcy Weisbach paling banyak digunakan dalam aliran fluida secara umum. Untuk aliran dengan viskositas yang relative tidak banyak berubah, persamaan Hazen Williams digunakan. Berikut ditunjukkan ke dua persamaan berikut:

1. WaterNet dapat mensimulasi jaringan secara hidroulika maupun untuk analisis kualitas air.
2. WaterNet merupakan software yang user friendly dengan memberikan berbagai macam fasilitas editing dalam bentuk grafik interaktif yang sangat memudahkan pengguna dalam merencanakan jaringan pipa.
3. Hasil WaterNet dapat ditampilkan dalam berbagai bentuk grafik maupun tabel.

a. Persamaan Darcy Weisbach

Persamaan matematis persamaan Darcy weisbach ditulis sebagai:

$$h_f = 8f \frac{L}{D^5} \frac{Q^2}{\pi^2 g} \quad (8)$$

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

Input data dibuat interaktif sehingga memudahkan dalam simulasi jaringan dan memperkecil kesalahan pengguna saat menggunakan *WaterNet*.

Dengan:

h_f = kehilangan energi atau tekanan (mayor atau utama) (m)

Q = debit air dalam pipa (m³/s)

f = koefisien gesek (Darcy Weisbach)

L = panjang pipa (m)

D = diameter pipa (m)

g = percepatan gravitasi bumi (m/s²)

METODOLOGI PENELITIAN

Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data-data yang akan digunakan dalam simulasi jaringan pipa dan data yang di gunakan adalah data sekunder/ tidak menggunakan data primer.

b. Persamaan Hazen Williams

Persamaan Hazen Williams dapat ditulis sebagai (giles, 1977):

$$Q = C_u C_{HW} d^{2.63} i^{0.54} \quad (9)$$

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Kab. Karangasem, Kec. Kubu, Desa Kubu. Lokasi penelitian ditampilkan pada Gambar 2.

Kehilangan Energi Sekunder

Kehilangan energi minor dalam bahasa matematika di tulis sebagai berikut:



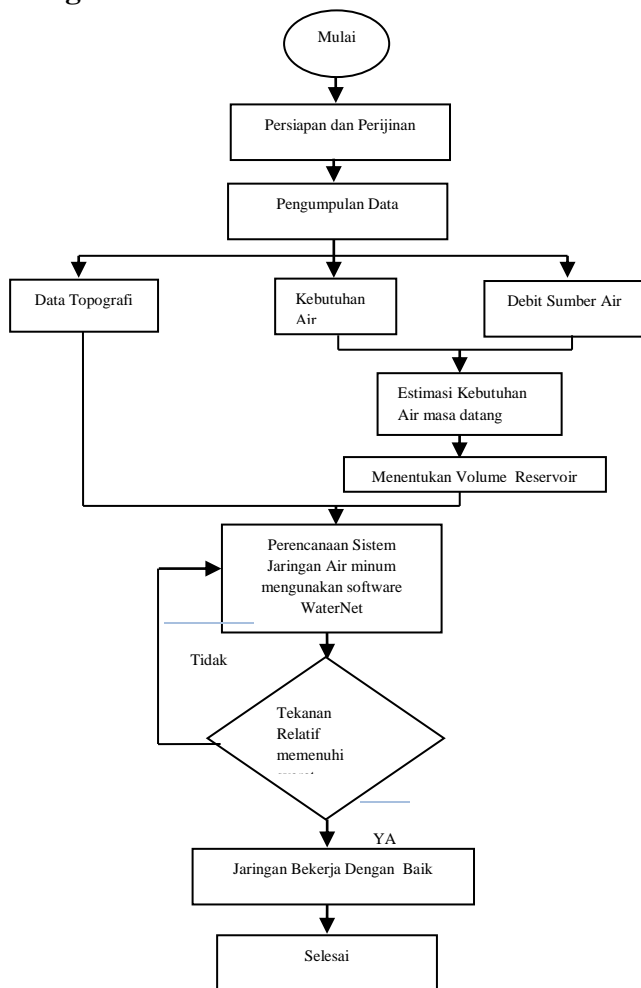
Gambar 2 Peta lokasi

Sumber: Google Map, 2013

Perencanaan Sistem Distribusi Air minum

Sistem jaringan distribusi air berupa jaringan pipa yang direncanakan dengan menggunakan *Software WaterNet* untuk melakukan simulasi jaringan pipa sehingga estimasi kebutuhan air untuk memenuhi angka pelayanan di masa mendatang bisa diperhitungkan.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 3 Bagan alir penyelesaian penelitian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Proyeksi Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk digunakan sebagai langkah awal dalam menghitung proyeksi kebutuhan air bersih. Data jumlah penduduk dan pertumbuhan penduduk di desa Kubu, Dukuh dan Baturinggit dapat dilihat pada tabel dibawah ini. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dalam penelitian ini digunakan beberapa metode yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya. Dan untuk menentukan pilihan rumus proyeksi jumlah penduduk yang akan digunakan dengan hasil perhitungan yang paling mendekati kebenaran harus dilakukan analisis dengan perhitungan standar deviasi, dimana metode yang memberikan standar deviasi yang paling kecil yang digunakan.

Kebutuhan Air Bersih

Estimasi pemakaian air bersih dapat ditentukan sebagai berikut :

- a. Jumlah penduduk terlayani dengan Sambungan Rumah (SR) adalah 120 lt/orang/hari
- b. Tingkat pelayanan SR sesuai kebutuhan air per banjar dinas
- c. Pemakaian air non domestik diasumsikan 20% dari pemakaian domestik
- d. Tingkat efisien kehilangan air diperkirakan 20% dari kebutuhan domestik.

Proyeksi kebutuhan air bersih selanjutnya direncanakan sampai tahun 2032 dapat dihitung berdasarkan proyeksi jumlah penduduk dan kriteria perencanaan.

Kapasitas Reservoir

Dalam perhitungan menentukan Kapasitas reservoir pada tugas akhir ini Banjar dinas Bantas pada desa Baturinggit tidak dapat disertakan dalam perhitungan mengingat kapasitas reservoir yang ada tidak mencukupi dalam perhitungan rencana.

$$V = (20\% \times 86400 \text{ dt/hr} \times K) / 1.000 \text{ m}^3/\text{lt}$$

Dimana :

V = Volume reservoir rencana (m³)

K = Kebutuhan air hari maksimum

Dimana untuk kebutuhan air maksimum yang di gunakan adalah Total dari jumlah kebutuhan air hari maksimum pada tahun rencana, yaitu tahun ke 20 yaitu tahun 2032.

$$V = (0,2 \times 86400 \times 35,93) / 1000 = 620,87 \text{ m}^3$$

Kapasitas reservoir yang di perlukan adalah sebesar 620,87 m³.

Dalam ketentuan untuk kapasitas reservoir

$$= ((15-20)\% \times 86400 \times K) / 1000$$

Maka dari reservoir Existing sebesar 600m³ telah memenuhi.

Untuk rencana volume reservoir berikutnya dapat dilihat pada perhitungan berikutnya

Tabel 1 Daerah pelayan yang untuk reservoir II

Banjar Dinas	Harian Maksimum (Liter/ detik)
Juntal kelod	3.91
Juntal Kaja	2.11
Dukuh	4.36
Batugiling	3.28
Bahel	1.69
Jumlah	15,35

$$V_2 = (0,2 \times 86400 \times 15,36) / 1000 = 265,248 \text{ m}^3$$

Kapasitas reservoir yang diperlukan adalah sebesar 265.248m³ ≈ 300 m³, untukantisipasi pompa maka digunakan kapasitas reservoir sebesar 300 m³.

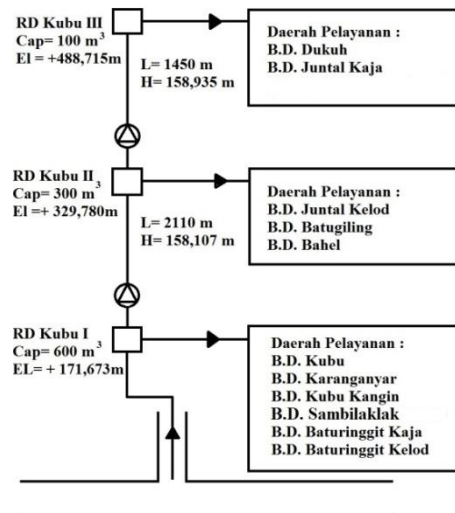
Tabel 2 Daerah pelayan yang untuk reservoir III

Banjar Dinas	Harian Maksimum (Liter/ detik)
Juntal Kaja	2.11
Dukuh	4.36
Jumlah	6,47

$$V_3 = (0,2 \times 86400 \times 6,47) / 1000 = 111,802 \text{ m}^3$$

Kapasitas reservoir yang diperlukan adalah sebesar 111,802m³ ≈ 100 m³

SKEMA JARINGAN PIPA DISTRIBUSI PENYEDIAAN AIR MINUM DESA KUBU



Gambar 4 Skema jaringan distribusi perpipaan Desa Kubu

Kapasitas Pompa

Head Pompa

Kapasitas Reservoir II= 300m³

PVC (Plastic) = 0,0015 mm =0,0000015m

D= 6'' =0,1524m

g= 9,8m/dt²

$$Q = 10 \text{ lt/dt} \rightarrow 1 \text{ jam} = \frac{10 \times 3600}{1000} = 36 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Rev II} = \frac{300 \text{ m}^3}{36 \text{ m}^3/\text{jam}} = 8,333 \text{ jam}$$

(Operasional pompa 8 -10 jam)

V= 3m/dt (kecepatan aliran minimum direncanakan sebesar 0,5 m/dt, sedangkan kecepatan aliran maksimum direncanakan sebesar 3 m/dt)

Pompa II

- mayor

$$hf = f \cdot \frac{L}{D^5} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$= 0,0000015 \cdot \frac{2100}{0,1524^5} \cdot \frac{3^2}{2 \cdot 9,8}$$

$$= 0,0000015 \times 13779,527 \times 0,474$$

$$= 0,00979 \text{ m}$$

- Minor

$$\begin{aligned}
 hf &= k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \cdot \sum k + k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \cdot \sum k \\
 &= 0,044 \cdot \frac{3^2}{2 \cdot 9,8} \cdot 14 + 0,154 \cdot \frac{3^2}{2 \cdot 9,8} \cdot 3 \\
 &= 0,283 + 0,212 \\
 &= 0,495 \text{ m} \\
 hf_1 + hf_2 &= 0,00979 + 0,495 = 0,505 \text{ m} \\
 H &= H_s + hf \\
 &= 158,107 + 0,505 \\
 &= 158,612 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kapasitas Reservoir III = 100 m³
 PVC (Plastic) = 0,0015 mm
 = 0,0000015 m
 D = 6'' = 0,1524 m
 g = 9,8 m/dt²
 $Q = 3,24 \text{ lt/dt} \rightarrow 1 \text{ jam} = \frac{3,24 \times 3600}{1000}$
 = 12,24 m³/jam
 $Rev \text{ III} = \frac{100 \text{ m}^3}{12,24 \text{ m}^3/\text{jam}} = 8,1699 \text{ jam}$
 (Operasional pompa 8 -10 jam)
 V = 3 m/dt

Pompa III

- mayor

$$\begin{aligned}
 hf &= f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \\
 &= 0,0000015 \cdot \frac{1400}{0,1524} \cdot \frac{3^2}{2 \cdot 9,8} \\
 &= 0,0000015 \times 9186,351 \\
 &\quad \times 0,459 = 0,00633 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Minor

$$\begin{aligned}
 hf &= k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \cdot \sum k + k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \cdot \sum k \\
 &= 0,044 \cdot \frac{3^2}{2 \cdot 9,8} \cdot 7 + 0,154 \cdot \frac{3^2}{2 \cdot 9,8} \cdot 3 \\
 &= 0,141 + 0,212 \\
 &= 0,353 \text{ m} \\
 hf_1 + hf_2 &= 0,00633 + 0,353 = 0,359 \text{ m} \\
 H &= H_s + hf \\
 &= 158,935 + 0,359 \\
 &= 159,294 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Input Data Waternet Hasil Running Waternet

Proses input waternet dilakukan setelah menghitung jumlah kebutuhan masing-masing daerah pelayanan, kapasitas reservoir serta proses identifikasi. Proses identifikasi meliputi

jumlah dan lokasi node, elevasi node, dan panjang pipa. Dalam proses pengerjaan waternet ini dilakukan beberapa kali uji coba untuk mendapatkan hasil yang paling optimal.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah diuraikan sebelumnya dapat disimpulkan :

1. Dari hasil perhitungan kebutuhan air untuk daerah pelayanan Desa Kubu, Desa Dukuh dan Desa Baturinggit mampu melayani daerah yang sebelumnya hanya terlayani sebagian daerah yang menggunakan sistem sumur penampung air hujan dan pembelian air melalui truk tangki dengan mengambil sumber air dari mata air lain. Oleh karena itu pelayanan yang menggunakan sistem sumur penampung air hujan dan pembelian air melalui truk tangki dapat dihilangkan.
2. Perencanaan jaringan pipa distribusi Desa Kubu direncanakan menggunakan sistem gravitasi dan pompa. Sumber air berasal dari Mata Air Telagawaja. Dari Reservoir I sampai Reservoir II digunakan pipa dengan diameter 0,152m. Dari Reservoir II sampai Reservoir III digunakan pipa dengan diameter 0,152m. Kemudian untuk pipa distribusi dari Reservoir I ke daerah pelayanan batas Banjar Dinas Baturinggit menggunakan pipa dengan diameter 0,177m, 0,076m. Pada daerah Banjar Dinas Sambilaklak digunakan pipa dengan diameter 0,177 m. Kemudian untuk pipa distribusi dari Reservoir II ke daerah pelayanan menggunakan pipa dengan diameter 0,152m, 0,076m pada daerah Banjar Dinas Batugiling. Pada daerah Banjar Dinas Juntal Kelod digunakan pipa dengan diameter 0,076m. Kemudian untuk

pipa distribusi dari Reservoir III pipa dengan diameter 0.101m, 0.076m, 0.064m dan 0.051m pada daerah Banjar Dinas Juntal Kaja.

Saran

1. Untuk perencanaan jaringan air minum yang sebenarnya sangat perlu dilakukan pengujian untuk kualitas air yang akan digunakan, agar sesuai dengan standar kebutuhan air minum.
2. Untuk penggunaan BPT pada jaringan distribusi yang berfungsi untuk mengontrol tekanan air agar energi relatif pada node 34 tidak terlalu besar. Namun, pada hasil runing dinyatakan bahwa BPT meluap, disarankan menggunakan katup PRV agar dapat menyesuaikan dengan aliran sehingga dapat memberikan tekanan yang sesuai dengan yang diminta dan luapan pun dapat dihindari.
3. Untuk pelayanan dari tangki 2 disarankan memakai kualitas pipa yang bertekanan diatas 155 mka. Sebab, tekanan tersebut diperlukan agar energi relatif pada node 22 dapat terpenuhi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2012. *Laporan Kependudukan Desa Baturinggih*.
- _____. 2012. *Laporan Kependudukan Desa Dukuh*.
- _____. 2012. *Laporan Kependudukan Desa Kubu*.
- _____, Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 23 Tahun 2006. *Pedoman Teknis Dan Tata Cara Pengaturan Tarif Air Minum Pada Perusahaan Daerah Air Minum*.
- _____, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 18/PRT/M/2007. *Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*.
- Arsana, I.G.N.K. 2013. *Buku Ajar Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM)*. (Buku Ajar tidak

dipublikasikan, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, 2013)

- Balai Wilayah Sungai Bali-Penida. 2011. *Studi Pengembangan Air Baku Telagawaja*.
- Bisma, I G.N. 2011. *Perencanaan jaringan Pipa Transmisi Pada Sistem Pengembangan Air Baku Mata Air Metaum (Studi Kasus SPAM Kota Tabanan)*. (Tugas Akhir tidak dipublikasikan, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, 2011).
- Dinas Pekerjaan Umum. 2012. *Laporan Antara Pekerjaan : Perencanaan Teknik SPAM Telagawaja Di Kec. Kubu, Kabupaten Karangasem*.
- _____. *Laporan Pendahuluan Pekerjaan : Perencanaan Teknik SPAM Telagawaja Di Kec. Kubu, Kabupaten Karangasem*.
- Triatmadja, R. 2007. *Manual dan Dasar Teori WaterNet Versi 2.1. HOCES, Yogyakarta*.
- _____. 2009. *Hidraulika Sistem Jaringan Perpipaan Air Minum*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Tiatmodjo, B. 1993. *Hidraulika II. Edisi Ke Dua*. Beta Offset, Yogyakarta.