

PENGEMBANGAN DAN PEMANFAATAN MATA AIR YEH HA UNTUK SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM (SPAM) DI DESA SERAYA KABUPATEN KARANGASEM

I Bagus Arya Cahyadi¹, I G N. Kerta Arsana² dan I Putu Gustave S.P.²

¹Alumni Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar
e-mail: logesagus@yahoo.com

Abstrak : Desa Seraya terdiri dari Desa Seraya Barat, Desa Seraya Tengah, dan Desa Seraya Timur. Dalam penelitian ini Desa Seraya Tengah, Desa Seraya Timur dan Desa Bunutan dikategorikan sebagai desa yang rawan akan kebutuhan air minum sehingga perlu perencanaan sistem penyediaan air minum untuk memenuhi tingkat pelayanan secara optimal. Perencanaan jaringan air minum ini mengambil sumber mata air Yeh Ha yang berlokasi di kecamatan Abang. Mata Air Yeh Ha berada di elevasi 369,00 sedangkan panjang pipa dari sumber mata air sampai desa bunutan yaitu 27,550 km dan elevasi desa bunutan yaitu 75,47 m sehingga dalam perencanaan jaringan pipa ini menggunakan sistem gravitasi. Kapasitas sumber mata air Yeh Ha berdasarkan RISPAM Kabupaten Karangasem sebesar 330 liter/detik sedangkan pemanfaatan air eksisting saat ini digunakan sebagai penyediaan air baku air irigasi untuk luasan D.I 50 Ha, air baku air minum sebesar 20 liter/detik dan untuk pemandian. Analisa kebutuhan air baku air minum untuk menghitung kapasitas reservoir distribusi pada masing-masing desa yaitu 15% - 20% dari kebutuhan air pada hari maksimum sedangkan analisa hidrolis pada pipa transmisi dibantu dengan menggunakan software Waternet. Dalam menentukan kapasitas SPAM berdasarkan hasil analisis proyeksi kebutuhan air 20 tahun kedepan daerah pelayan 3 desa yaitu Desa Seraya Tengah, Desa Seraya Timur dan Desa Bunutan. Berdasarkan hasil dari simulasi Program Waternet, energi relatif yang didapatkan sangat besar yaitu mencapai 18 bar. Dari hasil energi relatif tersebut sehingga dapat menentukan kualitas pipa yang akan digunakan pada jaringan pipa. Sistem pemipaan di wilayah studi menggunakan jenis pipa Galvanized iron dengan diameter 0,4 m sampai 0,7 m karena perencanaan hanya di pipa transmisi sampai reservoir distribusi. Perencanaan jaringan pipa ini menggunakan sistem gravitasi.

Kata kunci : Air Minum, Waternet, Pipa transmisi.

DEVELOPMENT AND UTILIZATION OF YEH HA SPRING WATER FOR DRINKING WATER SUPPLY SYSTEM IN SERAYA VILLAGE OF KARANGASEM REGENCY

Abstract : Seraya Village consist of West Seraya, Central Seraya and East Seraya. Central Seraya, East Seraya and Bunutan Village. They are well known as the village with lack of water supply. Therefore, a planning of water supply system is required to fulfill the optimum level of service. The planning of water distribution network is derived from Yeh Ha spring water, which is located in Abang District. Yeh Ha spring water is located in a high altitude (369 meter above sea level) so that gravity system is required in the planning of water distribution network. Based on data in RISPAM (Master Plan of Potable Water System) of Karangasem regency, Yeh Ha spring water capacity is about 330 liter/sec while the existing demand are used to irrigation system for 50 Ha irrigation area. Meanwhile, 20 liters/sec of

amounted is used as drinking water. The analysis of drinking water demand to calculate reservoir capacity is between 15 – 20 % from maximum demand while the hydraulic analysis of transmission pipes is computed by Waternet software. Furthermore, water demand projection can be projected for 20 years ahead to determine the capacity of water needs for three villages such as Seraya Tengah village, Seraya Timur Village and Bunutan village. Based on Waternet simulation program, the pipes system generated a huge relative energy which is reached 18 bar. Based on the result of relative energy, quality of the pipes can be defined. Water pipes system on the site plan is using galvanized iron, which has a diameter between 0.4 meters and 0.7 meters long and it is only used for the transmission pipe to reservoir. This pipeline network used gravity system only.

Keywords : Potable water , Waternet software, Water piped transmission.

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan pokok manusia. Sebagian besar tubuh manusia terdiri dari cairan, manusia tidak dapat beraktivitas secara maksimal tanpa tersedianya air yang cukup. Oleh karena itu, kebutuhan manusia akan air minum sebagai kebutuhan pokok harus tetap tersedia dengan kualitas yang baik serta kuantitas yang memadai. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 tahun 2005, air baku untuk air minum rumah tangga, yang selanjutnya disebut air baku adalah air yang berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan/atau air hujan yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk minum. Hal tersebut dapat diilustrasikan sebagaimana yang terjadi di Kecamatan Karangasem.

Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2010 Kecamatan Karangasem memiliki luas wilayah 94,23 km² dengan jumlah penduduk pada tahun 2010 yaitu sebanyak 85.763 jiwa. Dan pada tahun 2011 meningkat 1,77% menjadi 87.282 jiwa. Terbatasnya prasarana penyediaan air minum dan konflik pemanfaatan air untuk irigasi menyebabkan tingkat pelayanan dari PDAM di Desa Seraya hanya mencapai 17% Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum (RISPAM) Kabupaten Karangasem 2010. Kabupten Karangasem sebenarnya cukup memiliki potensi air baku, namun keberadaannya ti-

dak merata. Salah satu potensi air baku cukup bagus berada di sekitar Kecamatan Abang yaitu sumber mata air Yeh Ha. Mata Air Yeh Ha berada di elevasi 369,00 sedangkan panjang pipa dari sumber mata air sampai desa bunutan yaitu 27,550 km dan elevasi desa bunutan yaitu 75,47 m sehingga dalam perencanaan jaringan pipa ini menggunakan sistem gravitasi.

Kapasitas sumber mata air Yeh Ha berdasarkan RISPAM Kabupaten Karangasem sebesar 330 liter/detik sedangkan pemanfaatan air eksisting saat ini digunakan sebagai penyediaan air baku air irigasi untuk luasan D.I 50 Ha, air baku air minum sebesar 20 liter/detik dan untuk pemandian. Untuk rencana pengembangan SPAM di Desa Seraya ini perlu perhitungan dan perencanaan jaringan pipa yg sangat tepat dan akurat. Jadi untuk membantu perhitungan perencanaan jaringan pipa transmisi dibutuhkan program komputer yang dapat menghitung perencanaan jaringan pipa dengan kesalahan relatif kecil dan proses perhitungan yang cepat. Salah satu program yang mendukung perhitungan ini adalah program *waternet*.

MATERI DAN METODE

Sistem Penyediaan Air Minum

Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) merupakan kesatuan fisik (teknis) dan non fisik dari prasarana dan sarana air minum. Aspek teknis mencakup unit air baku, unit produksi, unit distribusi, dan unit pelayanan. Sedangkan aspek

non teknis mencakup pembiayaan, sosial, dan institusi.

Kebutuhan Air

Air bersih merupakan kebutuhan pokok manusia dan setiap kebutuhan lainnya selain makanan. Lebih luas dari sekedar makanan dan minuman yang dikonsumsi melalui mulut, air diperlukan untuk berbagai kepentingan yang saat ini merupakan kebutuhan pokok seperti mandi, dan mencuci atau berbagai bentuk kebersihan lingkungan lainnya. Oleh karena itu air benar menjadi pokok yang penting dalam kehidupan yang sehat.

Kebutuhan air domestik sangat dipengaruhi oleh ketersediaan, budaya dan iklim setempat dan lain sebagainya. Penggunaan air berbeda dari kota satu dengan kota yang lainnya, tergantung pada cuaca, ciri ciri masalah lingkungan hidup, penduduk, industrilisasi dan faktor-faktor lainnya. Penggunaan air juga berubah dari musim ke musim, hari ke hari, dan jam ke jam (Triatmadja, 2007).

Tabel 1 Standar Kebutuhan Air Domestik dan Non domestik

No.	Parameter	Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil
1	Target Layanan	100%	100%	100%	100%
2	Pemakaian air (l/org/hari) Sambungan Rumah hidran Umum (HU)	190 30	170 30	150 30	120 30
3	Kebutuhan Non Domestik Industri Berat Industri Sedang Industri Ringan Komersial Pasar Hotel Lokal (1 bed/hari) Hotel Internasional (1 bed/hari)	0.50-1.00 0.25-0.50 0.15-0.25 0.1-1.00 400 1000	15% s/d 30% dari Kebutuhan domestik		
	Sosial Universitas (tr/org/hari) Sekolah Mesjid (tr/Hari) Rumah Sakit (tr/bed/hari) Puskesmas (tr/hari) Kantor (tr/pegawai/hari) Militer (tr/org/hari)	22 10 1000-2000 200 1200 10 60			
4	Kebutuhan air maksimum	Kebutuhan rerata x 1.38			
5	Kehilangan air sistem baru	20% kebutuhan rerata			
6	Kehilangan air sistem lama	30% - 40% kebutuhan rerata			
7	Kebutuhan jam puncak	165% s/d 200%			

Sumber : Radiana Triatmadja, tahun 2007

Fluktuasi Kebutuhan Air

Dalam perhitungan kebutuhan air didasarkan pada kebutuhan air harian maksimum dan kebutuhan air jam maksimum dengan referensi kebutuhan rata-rata.

- Kebutuhan air rata-rata harian (Qm)
Banyaknya air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan domestik, non domestik dan ditambahkan kehilangan air.

- Kebutuhan air harian maksimum (Qhm)
Banyaknya air yang dipakai pada suatu hari pada satu tahun dan berdasarkan pada Qm, untuk menghitung Qhm diperlukan factor fluktuasi kebutuhan air maksimum.

$$Q_{hm} = F_{hm} \times Q_m$$

Dimana Fhm adalah factor harian maksimum biasanya berkisar 115%-120%.

- Kebutuhan air jam maksimum (Qjm)
Banyaknya kebutuhan air terbesar pada saat jam tertentu dalam satu hari
 $Q_{jm} + F_{jm} \times Q_m$
Dimana factor jam maksimum (Fjm) berkisar 175%-210%.

Berikut ini merupakan contoh koefisien fluktuasi kebutuhan air yang digunakan pada jaringan Waternet.

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 kecepatan pertumbuhan penduduk, 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 (RISPAM, 2011):

- Metode Aritmatik
Metode ini dianggap baik untuk kurun waktu yang pendek sama dengan kurun waktu perolehan data. Persamaan yang digunakan adalah:

$$P_n = P_0 + K_n(T_n - T_0) \dots \dots \dots (1)$$

$$K_n = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1} \dots \dots \dots (2)$$

- Metode Geometrik
Metode ini menganggap bahwa perkembangan atau jumlah penduduk akan secara otomatis bertambah dengan sendirinya dan tidak memperhatikan penurunan jumlah penduduk. Persamaan yang digunakan adalah:

$$P_n = P_0(1+r)^n \dots\dots\dots(3)$$

- Metode Least Square
Metode ini merupakan metode regresi untuk mendapatkan hubungan antara sumbu Y dan sumbu X dimana Y adalah jumlah penduduk dan X adalah tahunnya dengan cara menarik garis linier antara data-data tersebut dan meminimumkan jumlah pangkat dua dari masing-masing penyimpangan jarak data-data dengan garis yang dibuat. Persamaan yang digunakan adalah:

$$P_n = a + (b \cdot n) \dots\dots\dots(4)$$

$$a = \frac{(\sum P)(\sum t^2) - (\sum t)(\sum P)}{n(\sum t^2) - (\sum t)^2} \dots\dots\dots(5)$$

$$b = \frac{n(\sum Pt) - (\sum t)(\sum P)}{n(\sum t^2) - (\sum t)^2} \dots\dots\dots(6)$$

Persamaan Energi

Pada aliran air dikenal persamaan energy (persamaan Bernoulli) dan persamaan kontinuitas . Persamaan Bernoulli secara umum ditulis kembali sebagai berikut (Triatmadja, 2009):

$$\frac{P}{\gamma} + z + \frac{V^2}{2g} = \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + \dots\dots\dots(7)$$

Kehilangan Tekanan Dalam Pipa

Kehilangan tekanan pada jaringan pipa distribusi terdiri dari 2 (dua) macam, yakni kehilangan tekanan dalam pipa (major losses) dan kehilangan tekanan pada accessories/fitting (minor losses).

Kehilangan Energi Utama (Major Losses)

Kehilangan energy mayor disebabkan oleh gesekan atau friksi dengan dinding pipa. Kehilangan energy oleh gesekan di

sebabkan karena cairan atau fluida mempunyai kekentalan, dan dinding pipa tidak licin sempurna. Pada dinding yang mendekati licin sempurna, masih pula terjadi kehilangan energy walaupun sangat kecil. Jika dinding licin sempurna, maka tidak ada kehilangan energy, yaitu saat diameter kekasaran nol. Pada umumnya semakin bertambah umur pipa, semakin besar pula friksinya. Major losses dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$V = 0.275 \times Q_{HW} \times D^{2.65} \times S^{0.64} \dots(8)$$

Minor Losses

Minor losses adalah kehilangan tekanan pada accesoris pada seperti pada sambungan, reducer atau peralatan accesoris pipa lainnya.

Minor losses dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$H = K (V^2 / 2g) \dots\dots\dots(9)$$

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 air dengan viskositas yang relative tidak banyak berubah, persamaan hazen Williams dapat digunakan. Berikut ditunjukkan kedua persamaaan tersebut (Triatmadja, 2009)

Persamaan Darcy Weisbach

Persamaan matematis persamaan Darcy Weisbach ditulis sebagai:

$$hf = 8f \frac{L}{D^5} \dots\dots\dots(10)$$

Persamaan Hazen Williams

Persamaan Hazen Williams dapat ditulis sebagai berikut:

$$Q = 0,2785 C_{HW} d^{2.63} t \dots\dots(12)$$

Aplikasi Program Waternet

Program ini dirancang untuk melakukan simulasi aliran air atau fluida lainnya dalam pipa, baik loop maupun tidak. Sistem pengaliran (distribusi) fluida dapat berupa system gravitasi, system pompanisasi maupun campuran keduanya. Air atau fluida yang mengalir harus dalam kondisi

tertekan yaitu memenuhi seluruh tampang pipa. WaterNet dirancang dengan memberikan banyak kemudahan sehingga pengguna dengan pengetahuan minimal tentang jaringan distribusi (aliran dalam pipa) dapat menggunakannya juga. *Input data* dibuat interaktif sehingga memudahkan dalam simulasi jaringan dan memperkecil kesalahan pengguna saat menggunakan WaterNet.

Fasilitas WaterNet dibuat agar proses editing dan analisis pada perancangan dan optimasi jaringan distribusi air dapat dilakukan dengan mudah. Output WaterNet dibuat dalam bentuk database, text maupun grafik yang memudahkan pengguna untuk selanjutnya memprosesnya langsung menjadi hardcopy atau proses lebih lanjut dengan program lain sebagai laporan yang menyeluruh.

Teori Dasar Waternet

Program WaterNet melakukan analisis aliran air dalam jaringan perpipaan baik untuk pipa transmisi maupun distribusi berdasarkan prinsip hidraulika yakni :

- Persamaan Kontinuitas :

$$Q = Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \cdot U_1 = A_2 \cdot U_2 \dots \dots \dots (13)$$

- Persamaan Bernoulli

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{U_2^2}{2g} + Z_2 + h_e \dots \dots \dots (14)$$

- Persamaan kehilangan energi sekunder

- Pembesaran penampang

$$H_f = k \cdot \frac{U^2}{2g} ; \text{ dengan } k = (1 - \frac{A_1}{A_2})^2 \dots (15)$$

- Pengecilan Penampang

$$H_f = 0.44 \cdot \frac{U^2}{2g} \dots \dots \dots (16)$$

- Belokan Pipa

$$H_f = k_b \cdot \frac{U^2}{2g} \dots \dots \dots (17)$$

Pengoperasian Program WaterNet

- Membuat File Baru

Klik Menu Utama File kemudian klik New atau klik Tombol New File. Setelah itu akan muncul menu default,

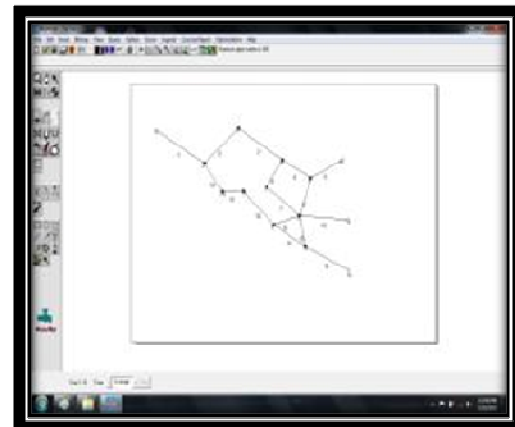
dimana pada menu tersebut terdapat parameter-parameter yang harus diisi nilainya agar setiap pipa dan node nanti mempunyai keregaman nilai, sehingga akan memudahkan perencana pada saat merencanakan.



Gambar 1 Tampilan Awal

- Menggambar Jaringan Pipa

Dengan menggunakan beberapa drawing tools yang tersedia pada aplikasi waterNet, maka kita dapat menggambar jaringan pipa beserta reservoirnya, seperti pada gambar berikut:



Gambar 2 Contoh Gambar Rencana Jaringan

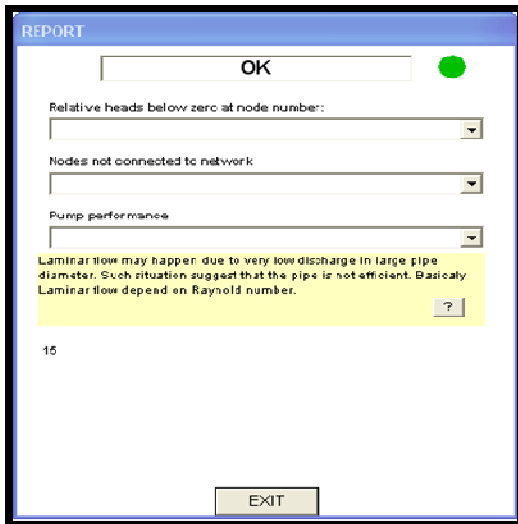
- Proses *Running*

Setelah proses penggambaran selesai, klik tombol GO pada tombol perintah lalu akan muncul jendela informasi variable yang digunakan dalam simulasi. Misalnya demand maksimum dan minimum dapat digunakan untuk menguji apakah demand yang telah diinputkan sudah benar.



Gambar 3 Jendela Informasi Variabel

Hasil running dilaporkan secara singkat dengan jendela Report. Pada sebelah kanan atas ada lingkaran berwarna hijau yang menunjukkan bahwa simulasi sukses dan jaringan tidak bermasalah.



Gambar 4 Hasil Simulasi Waternet

Metodelogi Penelitian

Metode Kuantitatif Deskriptif yaitu metode penelitian untuk membuat deskripsi (uraian) tentang sesuatu hal dilakukan dengan mencari fakta dan diinterpretasikan. Penelitian ini biasanya mempelajari masalah-masalah dalam masyarakat, serta situasi-situasi tertentu, termasuk tentang hubungan kegiatan-kegiatan, sikap-sikap, pandangan-pandangan, proses yang berlangsung, pengaruh dari suatu fenomena.

Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data-data yang akan digunakan dalam simulasi jaringan pipa. Data yang di gunakan adalah data sekunder. Data sekunder yang dibutuhkan dalam simulasi jaringan air minum air mata Yeh Ha antara lain :

- Data Penduduk

Data yang digunakan adalah data penduduk Desa Seraya .Data yang digunakan merupakan BPS (Badan Pusat Statistik) Kec.Karangasem,Desa Seraya. Data yang digunakan untuk mengetahui tingkat kepadatan pertumbuhan dan pertumbuhan penduduk Desa Seraya selama lima tahun terakhir.
- Data Topografi

Data topografi digunakan untuk mengetahui tata letak Desa Seraya dan sebagai pendukung dalam penentuan jalur pipa dalam suatu sistem jaringan distribusi pipa air minum.
- Tingkat Pemakaian Air Rumah Tangga

Tingkat pemakaian air rumah tangga dipengaruhi oleh besarnya debit dari sumber mata air. Data tingkat pemakaian air rumah tangga ini dapat diperoleh dari jumlah pemakaian air rumah tangga yang ada di PDAM (PDAM Kec. Karangasem). Dari data tersebut maka bisa diperhitungkan kekurangan tingkat pelayanan di Desa Seraya dan Peningkatan jumlah pemakaian air rumah tangga di Desa Seraya untuk beberapa tahun kedepan.
- Debit Sumber Mata Air

Data ketersediaan air atau dalam hal ini debit air sumber mata air Yeh Ha bisa di peroleh dari pengukuran yang sudah dilakukan oleh PDAM. Dari data debit air tersebut dapat diperhitungkan pelayanan air minum yang dapat diberikan dari pengembangan mata air Yeh Ha ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyeksi jumlah penduduk digunakan sebagai langkah awal dalam menghitung proyeksi kebutuhan air bersih. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dalam penelitian ini menggunakan metode Aritmatik, Geometrik dan Least Square. Rumus proyeksi jumlah penduduk yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Least Square karena menghasilkan standar deviasi yang paling kecil.

Tabel 2. Data Jumlah Penduduk Desa Tahun 2007 – 2011

Desa	Jumlah Penduduk (Jiwa)					Jumlah Penduduk Total (jiwa)	Rata-rata Jumlah Penduduk
	2007	2008	2009	2010	2011		
Seraya	9.135	9.011	9.011	9.021	9.044	45.222	9044,4
Seraya Timur	6.616	6.709	6.723	6.870	6.924	33.842	6768,4
Bunutan	9.034	9.085	9.085	9.085	9.428	45.717	9143,4

Sumber : Analisis 2013

Metode Aritmatik

Dengan Mengacu pada data penduduk tahun 2011, perhitungan kembali penduduk per tahun dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2010 dengan menggunakan metode ini sebagai berikut :

$$P_n = P_0 + K_a \cdot (T_n - T_0)$$

Tabel 3 Perhitungan Metode Aritmatik Pada Setiap Desa

Desa	jumlah penduduk (Jiwa)				
	2007	2008	2009	2010	2011
Seraya	8953	8975,75	8998,5	9021,25	9044
Seraya Timur	6833	6855,75	6878,5	6901,25	6924
Bunutan	9337	9359,75	9382,5	9405,25	9428

Sumber : Analisis 2013

Metode Geometrik

Dengan Mengacu pada data penduduk tahun 2011, perhitungan kembali penduduk per tahun dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2010 dengan menggunakan metode ini sebagai berikut :

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

Tabel 4 Perhitungan Metode Geometrik Pada Setiap Desa

Desa	Jumlah Penduduk (Jiwa)				
	2007	2008	2009	2010	2011
Seraya	9.044,9975	9.044,9981	9.044,9988	9.044,9994	9.045,0000
Seraya Timur	6.924,9975	6.924,9981	6.924,9988	6.924,9994	6.925,0000
Bunutan	9.428,9975	9.428,9981	9.428,9988	9.428,9994	9.429,0000

Sumber : Analisis 2013

Metode Least Square

Dengan Mengacu pada data penduduk tahun 2011, perhitungan kembali penduduk per tahun dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2010 dengan menggunakan metode ini sebagai berikut :

$$Y = a + b x$$

Dimana :

$$a = \frac{\sum Y \cdot \sum X^2 - \sum X \cdot \sum Y}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad b = \frac{n \cdot \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Tabel 5 Perhitungan Metode Least Square Pada Setiap Desa

Tahun	Tahun ke (x)	Jumlah Penduduk (y)	XY	X ²
2007	0	6.616	0	0
2008	1	6.709	6.709	1
2009	2	6.723	13.446	4
2010	3	6.870	20.610	9
2011	4	6.924	27.696	16
Jumlah	10	33.842	68.461	30
Nilai rata-rata	2	6768,4		

Sumber : Analisis 2013

Standar Deviasi

Tabel 6 Perbandingan Standar Deviasi Masing- masing Metode

Desa	Standar Deviasi		
	Aritmatik	Geometrik	Least Square
Seraya	56,05	98,4	101,94
Seraya Timur	144,7	156,589	109,88
Bunutan	241,25	286,99	111,448

Sumber : Analisis 2013

Persamaan Pendekatan pertumbuhan jumlah penduduk yang digunakan yaitu dipilih berdasarkan standar deviasi terkecil dari ketiga metode tersebut, yaitu :

- Desa Seraya = Metode Aritmatik
- Desa Seraya Timur = Metode Least Square
- Desa Bunutan = Metode Least Square

Contoh perhitungan kebutuhan air minum untuk Desa Seraya pada tahun 2031.

- Total Jumlah Penduduk = 9499 jiwa
- Jumlah penduduk berdasarkan cakupan pelayanan = 90% x 9499 = 8549,1 jiwa
- Total kebutuhan air melalui SR = $(120 \times 8549,1) / 86400 = 11,873$ lt/dt
- Total kebutuhan air melalui KU = $(30 \times 8549,1) / 86400 = 2,97$ lt/dt
- Kebutuhan air domestik/SR = 11,873 lt/dt
- Kebutuhan air non domestik = 20% x 11,873 = 2,37 lt/dt
- Total kebutuhan air = 11,87 + 2,37 = 14,24 lt/dt
- Kehilangan air = 20% x 14,24 = 2,84 lt/dt
- Kebutuhan rata-rata = 14,24 + 2,84 = 17,09 lt/dt
- Kebutuhan air pada hari maksimum = 1,2 x 17,09 = 20,51 lt/dt
- Faktor jam puncak = 2 x 20,51 = 41,02 lt/dt

Hasil dari perhitungan perhitungan kebutuhan air minum untuk ketiga desa tersebut yaitu :

Tabel 7 Kebutuhan air pada hari maksimum

no	Nama Desa	Kebutuhan Air Pada Hari Maksimum (lt/dt)			
		2016	2021	2026	2031
1	Seraya	14,2905	16,6924	18,0230	20,5113
2	Seraya Timur	11,5257	13,996	15,6729	18,4723
3	Bunutan	15,2409	18,2995	20,2867	23,6563
	Jumlah	41,0572	48,9888	53,9827	62,64

Kapasitas Reservoir

Volume Reservoir =
$$\frac{(15-20)\% \times \text{Total Kebutuhan Air} \times 24 \times 3600}{1000}$$

- Reservoir Seraya

$$V = \frac{(15-20)\% \times \text{Total Kebutuhan Air} \times 24 \times 3600}{1000}$$

$$V = \frac{0,2 \times 20,5113 \times 24 \times 3600}{1000}$$

$$V = 354,469 \text{ m}^3 \sim 350 \text{ m}^3$$

- Reservoir Seraya Timur

$$V = \frac{(15-20)\% \times \text{Total Kebutuhan Air} \times 24 \times 3600}{1000}$$

$$V = \frac{0,2 \times 18,4723 \times 24 \times 3600}{1000}$$

$$V = 319,20 \text{ m}^3 \sim 300 \text{ m}^3$$

- Reservoir Bunutan

Reservoir bunutan ditambahkan kebutuhan air untuk pelabuhan sebesar 50 lt/dt jadi :

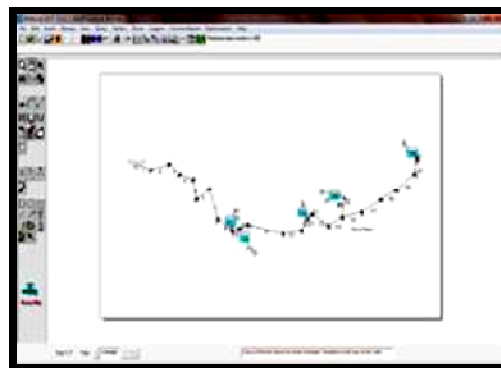
$$V = \frac{(15-20)\% \times \text{Total Kebutuhan Air} \times 24 \times 3600}{1000}$$

$$V = \frac{0,2 \times (23,6563 + 50) \times 24 \times 3600}{1000}$$

$$V = 1272,78 \text{ m}^3 \sim 1200 \text{ m}^3$$

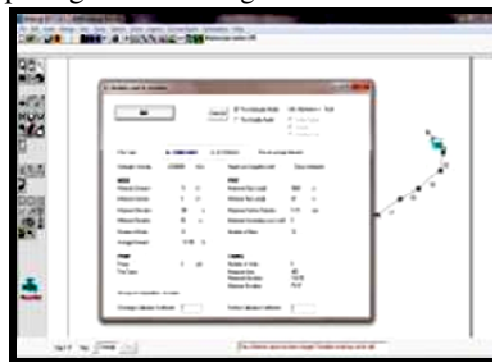
RUNNING WATERNET

Pada tahap awal perencanaan, direncanakan jalur pemipaan jaringan transmisi meliputi lokasi node, elevasi node dan panjang pipa. Perencanaan penempatan node dapat dilihat pada gambar berikut



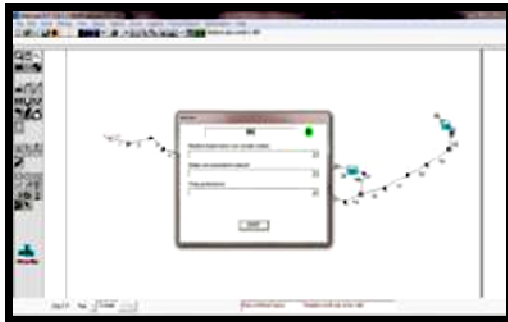
Gambar 5 Penempatan node, pipa dan reservoir

Hasil running waternet ada dua yaitu tipe constant dan extended. Untuk proses running tipe aliran constant dapat dilihat pada gambar 6 dan gambar 7



Gambar 6 Jendela Informasi Variabel Constant

Jendela informasi variable diatas berisikan laporan mengenai kebutuhan maksimum 73 l/s, elevasi maksimum 369 meter, panjang pipa maksimum 3800 meter, panjang pipa minimum 20 meter, dan diameter kekasaran maksimum 0,15 milimeter.



Gambar 7 Jendela Report Constant

Hasil

Dari hasil output yang diberikan oleh program waternet terdapat beberapa hasil yang perlu diberikan penjelasan. Berikut ini beberapa komentar yang dapat diberikan dari beberapa hasil output program waternet.

Dalam perencanaan jaringan pipa transmisi Mata Air Yeh Ha menggunakan kualitas pipa yang berbeda-beda karena tekanan pada setiap pipa berbeda yang dipengaruhi oleh elevasi ketinggian permukaan tanah. Untuk pipa dari bronkaptering sumber mata air sampai stationing 5+050 menggunakan pipa yang mampu menahan tekanan sebesar 4 bar. Kemudian dari stationing 5+050 sampai stationing 1+200 menggunakan pipa yang mampu menahan tekanan sampai 12 bar. Dan stationing 1+200 sampai stationing 11+400 menggunakan pipa yang mampu menahan tekanan 8 bar. Tekanan yang paling besar terdapat pada stationing 11+400 sampai stationing 15+530 menggunakan pipa bertekanan 18 bar. Dan untuk stationing 15+530 sampai stationing 16+000 menggunakan pipa bertekanan 5 bar. Untuk pipa dari pipa transmisi menuju daerah pelayanan yang melawati reservoir menggunakan pipa bertekanan 4 bar. Dalam pe-

encanaan jaringan pipa ini semua pipa menggunakan pipa berjenis Galvanized iron.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah diuraikan sebelumnya dapat disimpulkan :

- Berdasarkan hasil proyeksi kebutuhan air minum sampai dengan tahun 2031 kebutuhan air pada hari maksimum untuk Desa Seraya yaitu 20,51 lt/dt, untuk Desa Seraya Timur yaitu 18,47 lt/dt dan untuk Desa Bunutan yaitu 23,65 lt/dt ditambah dengan perencanaan pelabuhan di Desa Bunutan sebesar 50 lt/dt. Untuk memenuhi kebutuhan pada masing-masing daerah pelayanan tersebut direncanakan Reservoir untuk Desa Seraya sebesar 350 m3, Reservoir Desa Seraya timur sebesar 300 m3 dan Reservoir Desa bunutan sebesar 1200 m3 sehingga dapat memenuhi tingkat pelayanan yang memenuhi standar kebutuhan untuk Desa Seraya, Desa Seraya Timur dan Bunutan.
- Perencanaan jaringan pipa pada Mata Air Yeh Ha direncanakan menggunakan sistem gravitasi. Sumber air berasal dari Mata Air Yeh Ha dengan debit 333,62 liter/detik. Dari bronkaptering sumber mata air sampai stationing 11+550 digunakan pipa dengan diameter 0,7 m. Kemudian dari stationing 11+550 sampai dengan stationing 5+100 digunakan pipa dengan diameter 0,6 m. Untuk stationing 5+100 sampai dengan stationing 10+550 digunakan pipa dengan diameter 0,5 m. Pada stationing 10+550 sampai dengan stationing 16+000 digunakan pipa dengan diameter 0,4 m.
- Dalam perencanaan jaringan pipa transmisi Mata Air Yeh Ha menggunakan kualitas pipa yang berbeda-beda karena tekanan pada setiap pipa berbeda yang dipengaruhi oleh elevasi ketinggian permukaan tanah. Tekanan

yang paling besar terdapat pada stationing 11+400 sampai stationing 15+530 menggunakan pipa bertekanan 18 bar. Dan untuk stationing 15+530 sampai stationing 16+000 menggunakan pipa bertekanan 5 bar. Untuk pipa dari pipa transmisi menuju daerah pelayanan yang melawati reservoir menggunakan pipa bertekanan 4 bar. Dalam perencanaan jaringan pipa ini semua pipa menggunakan pipa berjenis Galvanized iron.

Saran

- Untuk perencanaan jaringan air minum yang sebenarnya sangat perlu dilakukan pengujian untuk kualitas air yang akan digunakan, agar sesuai dengan standar kebutuhan air minum.
- Untuk perencanaan selanjutnya perlu dilakukan kajian ulang mengenai sistem pengambilan air yang disesuaikan dengan pengambilan air yang sudah ada
- Perlu perhitungan Water Balance karena dihilir masih digunakan irigasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2007. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No, 18/PRT/M/2007 Tentang *Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*.
- Anonim, 2007. Ditjen Cipta Karya Dep PU Tentang *Kebutuhan Air Non Domestik Kategori I,II,III dan IV*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Karangasem. 2007, 2008, 2009, 2010, 2011. *Kecamatan Karangasem Dalam Angka 2007, 2008, 2009, 2010,2011*. <http://karangasemkab.bps.go.id.index.php/kda-kab-karangasem.html>. Diakses tanggal 12/02/2013
- 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 Yeh He Di Kec. Karangasem, Kabupaten Karangasem*.
- Dinas Pekerjaan Umum. 2012. *Laporan Pendahuluan Pekerjaan : Perencanaan Teknik SPAM Yeh He Di Kec. Karangasem, Kabupaten Karangasem*.
- Norken, I Nyoman. (2000). *Sustainable Water Supply And Sanitation For Cities of The Future (A Case Study in Bali Island)*. A first year re-port to continue research for the degree of PhD. University of Manchester Institute of Science and Technology (UMIST), Department of Civil and Structural Engineering. Manchester.
- Soemarto, CD. (1999). *Hidrologi Teknik*. Edisi Kedua Penerbit Erlangga, Jakarta
- Triatmadja, R. 2007. *Manual dan Dasar Teori WaterNet Versi 2.1*. HOCES, Yogyakarta.
- Triatmadja, R. 2009. *Hidraulika Sistem Jaringan Perpipaan Air Minum*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmadja, R. *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan*.
- Triatmodjo, B. 1993. *Hidraulika II*. Edisi Ke Dua. Beta Offset, Yogyakarta