

STUDI PENGEMBANGAN AIR BAKU WADUK TITAB PADA SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM DI WILAYAH KECAMATAN BUSUNGBIU KABUPATEN BULELENG

Sara Sulistya Prameswari¹, I Gusti Ngurah Kerta Arsana², I Putu Gustave Suryantara P²

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

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar

Email :sulistyasara@gmail.com

Abstrak :Kebutuhan air bersih di Kabupaten Buleleng diperkirakan akan terus meningkat sejalan dengan perkembangan Kabupaten Buleleng di masa yang akandatang. Untuk mengantisipasi maka dilakukan upaya alternative, yaitu dengan memanfaatkan alur sungai Tukad Saba sebagai penampung air baku. Tampungan ini dibuat dengan membangunWadukTitab di bagian hilir sungai Tukad Saba. Tujuan dari penelitian ini adalah memproyeksikan kebutuhan air minum hingga tahun 2036, merencanakan jaringan pipa transmisi dengan pompa2 *stage* dan menentukan harga air per m³ untuk para pelanggan. Pemodelan jaringan pipa transmisi dilakukan dengan *software Waternet* yang menganalisis sistem jaringan pipa transmisi dan distribusi air dengan operasional *under windows*. Hasil simulasi *software Waternet* hingga tahun 2036 menunjukkan perencanaan jaringan pipa transmisi dapat melayani 11 desa dengan pompa 2 stage padati pealiran *constant* maupun *extended*. Penentuan harga air per m³ menggunakan metode *Net Present Value (NPV)* didapatkan harga air yaitu Rp 3400/m³.

Kata kunci : Waduk Titab, Pipa Transmisi, Pompa 2 stage, harga air, software Waternet.

STUDIES ON WATER DEVELOPMENT OF TITAB DAM FOR WATER SUPPLY SYSTEMS IN BUSUNGBIU DISTRICT OF BULELENG REGENCY

Abstract: The requirement for fresh water in Buleleng regency is expected to increase along with its future development. In order to anticipate this, the river flows of Tukad Saba were utilized to be a catchment area. This area is developed by constructing a Titab Dam at downstream of Tukad Saba. The study aims to estimate drinking water requirements up to year of 2036, to plan a transmission pipeline using two stages pump and to determine the water price per m³ for customers. The transmission pipeline modeling is conducted using *waternet* software which analyzing both transmission pipeline system and water distribution. The simulation results indicate that the planned transmission pipeline is able to serve eleven villages using two stages pump with constant and extended flows. Price water determination per m³ uses *Net Present Value (NPV)* so the water price is of 3,400 rupiahs per m³.

Keywords: Titab Dam, Transmission Pipeline, Two Stages Pump, Water Price, *Waternet* Software.

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan penyediaan dan pelayanan air bersih dari waktu ke waktu semakin meningkat yang terkadang tidak diimbangi oleh kemampuan pelayanan. Hal ini terjadi di Kecamatan Busungbiu yang

terletak pada Kabupaten Buleleng. Saat ini kebutuhan air bersih Kabupaten Buleleng diperkirakan akan terus meningkat sejalan dengan perkembangan Kabupaten Buleleng di masa yang akan datang. Untuk mengantisipasi maka dilakukan upaya alternatif, yaitu dengan memanfaatkan

alur sungai Tukad Saba sebagai tampungan memanjang (*longstorage*) sebagai penampung air baku. Tampungan memanjang ini dibuat dengan membangun Waduk Titab di bagian hilir sungai Tukad Saba. Tukad Saba adalah salah satu potensi sumber daya air di Bali bagian utara, yang dapat dikembangkan sejalan dengan meningkatnya kebutuhan akan air akibat peningkatan perkembangan penduduk dengan segala kegiatannya.

Menurut studi Balai Wilayah Sungai Bali-Penida tahun 2012, telah melakukan perencanaan daerah pelayanan pada sistem pengembangan air baku (SPAB) Waduk Titab pada 42 desa di 4 kecamatan di Kabupaten Buleleng, yaitu kecamatan Banjar, kecamatan Gerokgak, kecamatan Seririt, dan kecamatan Busungbiu. Adapun potensi air minum pada masing-masing desa yang merupakan daerah pelayanan reservoir distribusi (RD) Kecamatan Busungbiu yaitu Desa Pelapuan, Desa Busungbiu, Desa Bestala, Desa Mayong, Desa Rangdu, Desa Ringdikit, Desa Telaga, Desa Titab, Desa Ularan, Desa Unggahan, dan Desa Kekekan. Desa yang sudah menggunakan fasilitas PDAM adalah Desa Rangdu, Desa Ringdikit, Desa Kekekan, dan Desa Busungbiu. Sedangkan Desa Unggahan, Desa Bestala, Desa Mayong, Desa Pelapuan, Desa Telaga, Desa Titab, dan Desa Ularan belum menggunakan PDAM melainkan Pengelolaan Air Minum Desa (PAMDES), sehingga harus kontinyu mengalir air secara bergilir (Departemen PU, 2011).

Untuk membantu mengoptimalkan jaringan air minum dibutuhkan program komputer yang dapat menghitung jaringan-pipa dengan kesalahan relatif kecil dan proses perhitungan yang cepat. Salah satu program yang mendukung perhitungan yang ini adalah program *Waternet*. *Waternet* adalah program yang digunakan untuk memodelkan dan menganalisis sistem jaringan pipa transmisi dan distribusi air dengan operasional *under windows*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah penduduk dan kebutuhan air pada tahun

2036, merencanakan jaringan pipa transmisi di Kecamatan Busungbiu, dan menentukan harga air per m³ agar memenuhi kelayakan pembangunan sistem pengembangan air baku. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam pengembangan ilmu teknik sipil secara umum dan ilmu teknik hidro secara khusus serta sebagai masukan kepada instansi terkait dalam penanganan lanjutan yang mungkin dilakukan di masa yang akan datang.

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, social dan institusi.

Kebutuhan Air

Air merupakan kebutuhan utama bagi setiap makhluk hidup, sehingga tanpa air dapat dipastikan tidak ada kehidupan. Selain kebutuhan langsung seperti dihirup, diminum, menjaga kelembaban, air juga dibutuhkan oleh manusia melalui berbagai makhluk hidup yang lain. Menurut Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum (RISPAM) tahun 2011, kebutuhan air bersih suatu daerah dianalisis berdasarkan beberapa pertimbangan, yaitu kebutuhan air domestic dan kebutuhan air non domestic.

Kebutuhan air untuk rumah tangga/domestic ialah pemakaian air untuk aktivitas di lingkungan rumah tangga. Penyediaan air baku untuk keperluan rumah tangga dihitung berdasarkan jumlah penduduk, prosentase jumlah penduduk yang akan dilayani, cara pelayanan air, dan konsumsi pemakaian air (lt/org/hari). Beberapa parameter yang dipakai dalam menentukan tingkat pelayanan air bersih yang akan direncanakan meliputi kon-

sumsi pemakaian air bersih dan jumlah jiwa per sambungan.

Kebutuhan air non domestik ialah pemakaian air di luar pemakaian untuk rumah tangga. Termasuk ke dalam kelompok kebutuhan air non domestic meliputi niaga, kesehatan, sosial, perkantoran, pendidikan dan peribadatan. Kebutuhan air non domestik dihitung sebesar 20% dari kebutuhan air domestik. Standar kebutuhan Air domestik dan non domestik dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Standar Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik

Perkotaan	
Kebutuhan air domestik	125-150 lt/kapita/hari
Kebutuhan air non domestik	15-20 %
Kehilangan	20% dari kebutuhan air domestik dan non domestik.
Cakupan Pelayanan	70-90%
Pedesaan	
Kebutuhan air domestik	100-125 lt/kapita/hari KU : 30 lt/kapita/hari
Kebutuhan air non domestik	15-20%
Kehilangan	5% dari kebutuhan air domestik dan non domestik.
Cakupan Pelayanan	75%

Sumber: *Petunjuk Teknis Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan Departemen PU, Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2000*

Fluktuasi Kebutuhan Air

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

a. Kebutuhan air rata-rata harian (Qm)

Banyaknya air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan domestik, non domestik dan ditambahkan kehilangan air.

b. 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.

$$Qhm = Fhm \times Qm$$

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

c. Kebutuhan air jam maksimum (Qjm)

Banyaknya kebutuhan air terbesar pada saat jam tertentu dalam satu hari

$$Qjm + Fjm \times Qm$$

Dimana factor jam maksimum (Fjm) berkisar 175%-210%.

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

Tabel 2 Koefisien Fluktuasi Harian

Jam	Koef	Jam	Koef	Jam	Koef
1	0,53	9	1,3	17	1,42
2	0,45	10	1,25	18	1,5
3	0,4	11	1,2	19	1,55
4	0,4	12	1,2	20	1,4
5	0,45	13	1,2	21	1,1
6	0,62	14	1,25	22	0,75
7	0,9	15	1,3	23	0,6
8	1,4	16	1,3	24	0,53

Sumber: Triatmadja, 2007

Tabel 3 Koefisien Fluktuasi Harian Sekolah dan Perkantoran

Jam	Koef	Jam	Koef	Jam	Koef
1	0,2	9	2	17	1,3
2	0,2	10	1,7	18	1,3
3	0,2	11	1,5	19	1,2
4	0,2	12	1,5	20	0,8
5	0,6	13	1,2	21	0,2
6	1,5	14	1,5	22	0,2
7	1,8	15	1,4	23	0,2
8	1,8	16	1,3	24	0,2

Sumber: Triatmadja, 2007

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):

a. Metode Aritmatik

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

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

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

b. 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:

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

c. 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:

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

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

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

Persamaan Energi

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

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

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 disebabkan 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 :

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

Minor Losses

Minor losses adalah kehilangan tekanan pada aksesoris pada seperti pada sambungan, reduser atau peralatan aksesoris 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:

$$hf = 8f \frac{L Q^2}{D^5 \pi^2 g} \dots\dots\dots(10)$$

Persamaan Hazen Williams

Persamaan Hazen Williams dapat ditulis sebagai berikut:

$$Q = 0,2785 C_{HW} d^{2,63} i^{0,54} \dots\dots\dots (12)$$

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 :

a.Persamaan Kontinuitas :

$$Q = Q_1 = Q_2$$

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

b.Persamaan Bernoulli

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

c.Persamaan kehilangan energi sekunder

1.Pembesaran penampang

$$H_f = k \cdot \frac{U^2}{2g} ;$$

$$\text{dengan } k = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \dots\dots\dots(15)$$

2. Pengcilan Penampang

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

3. Belokan Pipa

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

Aplikasi Program Waternet

• Membuat File Baru

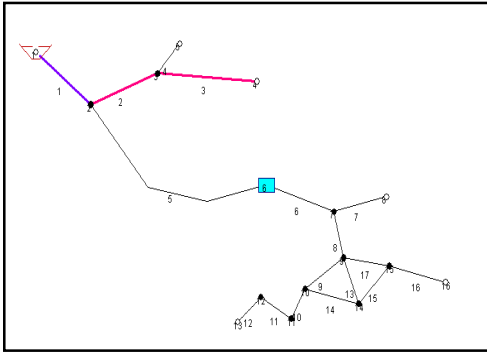
Klik Menu Utama File kemudian klik New atau klik Tombol New File. Setelah itu akan muncul menu default, dimana pada menu tersebut terdapat parameter-parameter yang harus diisi nilainya agar setiap pipa dan node nanti mempunyai keregaman nilai, sehingga akan memudahkan perencana pada saat merencanakan.



Gambar 1 Tampilan Awal

• Menggambar Jaringan Pipa

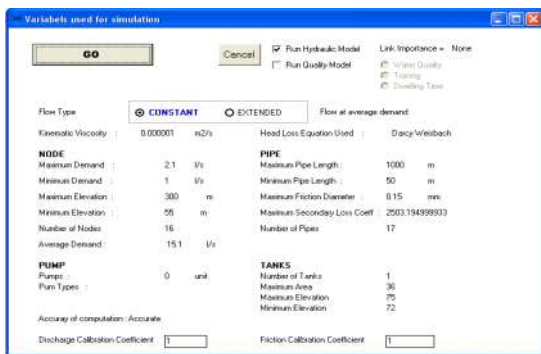
Dengan menggunakan beberapa drawing tools yang tersedia pada aplikasi water Net, maka kita dapat menggambar jaringan pipa beserta reservoirnya, seperti pada gambar berikut:



Gambar 2 Contoh Gambar Rencana Jaringan Pipa

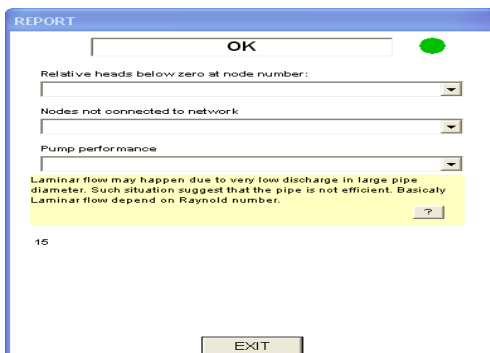
• Proses *Running*

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 Variable

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

Evaluasi Investasi

Suatu investasi merupakan kegiatan menanamkan modal jangka panjang, dimana selain investasi tersebut perlu pula disadari dari awal bahwa investasi akan diikuti oleh sejumlah pengeluaran lain secara periodik perlu disiapkan. Pengeluaran tersebut terdiri dari biaya operasional (*operation cost*), biaya perawatan (*maintenance cost*), dan biaya-biaya lainnya yang tidak dapat dihindarkan.

Metode Net Present Value (NPV)

Net Present Value (NPV) adalah metode menghitung nilai bersih (netto) pada waktu sekarang (*present*). Asumsi present yaitu menjelaskan waktu awal perhitungan bertepatan dengan saat evaluasi dilakukan atau pada periode tahun ke-nol (0) dalam perhitungan cash flow investasi. Untuk mendapatkan nilai NPV dipakai formula sebagai berikut.

$$NPV = \sum_{t=0}^n Cft (FPB)t \dots \dots \dots (18)$$

Jika $NPV > 0$, artinya investasi menguntungkan (layak), sebaliknya jika $NPV < 0$ artinya investasi tidak layak.

Analisis Data

Pada penelitian ini, analisis dilakukan dengan mengolah data-data yang telah diperoleh, kemudian disesuaikan dengan pustaka-pustaka serta hasil studi sebelumnya yang terkait. Tahapan analisis terhadap data sekunder yang diperoleh adalah sebagai berikut :

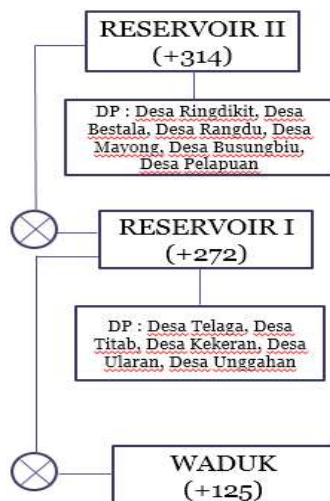
- Melakukan analisis daerah pelayanan yang direncanakan mendapatkan pelayanan air minum di Kecamatan Busungbiu, Kabupaten Buleleng.
- Melakukan analisa kebutuhan air pada masing-masing desa dalam suatu wilayah pelayanan.
- Merencanakan jalur pemipaan menggunakan system pompa 2 stage.
- Memperkirakan Rancangan Anggaran Biaya (RAB) dari pembangunan system penyediaan air baku.

- Melakukan analisa harga air/m³ yang akan diterapkan kepada para pelanggan berdasarkan RAB yang telah diperkirakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pada penelitian ini, rencana daerah pelayanan yang akan dilayani menggunakan pompa 2 stage, antara lain Desa Pelapuan (±260 m), Desa Busungbiu (±234 m), Desa Bestala (±250 m), Desa Mayong (±240 m), Desa Rangdu (±222 m), Desa Ringdikit (±220 m), Desa Kekeeran (±265 m), Desa Titab (± 308 m), Desa Telaga (± 310 m), Desa Unggahan (±310 m), dan Desa Ularan (±305 m). Berikut Skema Jaringan Eksisting pada masing-masing reservoir di Kecamatan Busungbiu. Dengan memperhitungkan tinggi masing-masing head, maka pada reservoir I (pertama) dengan tinggi ±272 meter maka daerah cakupan layanannya adalah desa Pelapuan, Desa Busungbiu, Desa Mayong, Desa Rangdu, Desa Bestala, Desa Ringdikit. Dan pada reservoir II (kedua) dengan tinggi ± 314 meter, daerah cakupan layanannya adalah Desa Kekeeran, Desa Telaga, Desa Titab, Desa Unggahan, dan Desa Ularan. Adapun skema dari pemasangan pompa 2 stage di Kecamatan Busungbiu adalah sebagai berikut.



Gambar 6 Bagan Perencanaan Penempatan Pompa

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. Hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk dari tahun 2011 sampai tahun 2036 dapat dilihat pada Tabel proyeksi jumlah penduduk berikut.

Tabel 5 Perkiraan Jumlah Penduduk 25 Tahun Mendatang dengan Metode Least Square

Tahun	Tahun ke (X)	Perkiraan Jumlah Penduduk	Tahun	Tahun ke (X)	Perkiraan Jumlah Penduduk
2012	7	33242.905	2025	20	40000.676
2013	8	33762.733	2026	21	40520.505
2014	9	34282.562	2027	22	41040.333
2015	10	34802.390	2028	23	41560.162
2016	11	35322.219	2029	24	42079.990
2017	12	35842.048	2030	25	42599.819
2018	13	36361.876	2031	26	43119.648
2019	14	36881.705	2032	27	43639.476
2020	15	37401.533	2033	28	44159.305
2021	16	37921.362	2034	29	44679.133
2022	17	38441.190	2035	30	45198.962
2023	18	38961.019	2036	31	45718.790
2024	19	39480.848			

Proyeksi kebutuhan air bersih selanjutnya direncanakan sampai pada tahun 2036 dapat dihitung berdasarkan proyeksi jumlah penduduk dan kriteria perencanaan. Dari hasil perhitungan kebutuhan air bersih, total kebutuhan air di tiap desa pada akhir tahun rencana yaitu tahun 2036 dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 6 Kebutuhan Air tiap desa di Kecamatan Busungbiu

No	Reservoir/Desa	Kebutuhan Air Hasil Proyeksi Tahun 2031 (lt/dt)
I		
Resv. I (Kekeeran)		
1	Bestala	3.056
2	Mayong	8.559
3	Rangdu	2.817
4	Ringdikit	15.418
5	Busungbiu	19.687
6	Pelapuan	5.463
II		
Resv.II (Subuk)		
1	Telaga	1.942
2	Titab	2.299
3	Kekeeran	6.630
4	Ularan	5.216
5	Unggahan	7.777
	Total	78.865

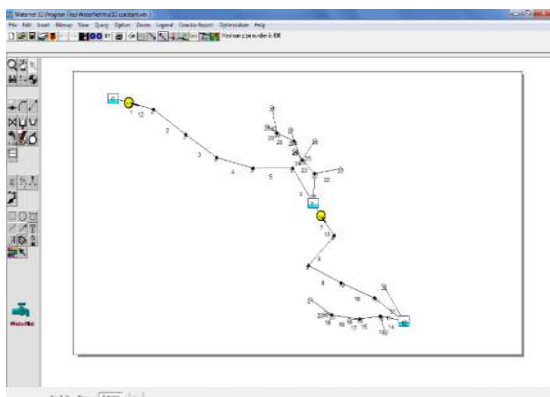
Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi kebutuhan air, besarnya kapasitas produksi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7 Kapasitas Reservoir

Reservoir	Kapasitas
Reservoir I	950,423 m ³
Reservoir II	412,363 m ³
Reservoir Induk	8010,229 m ³

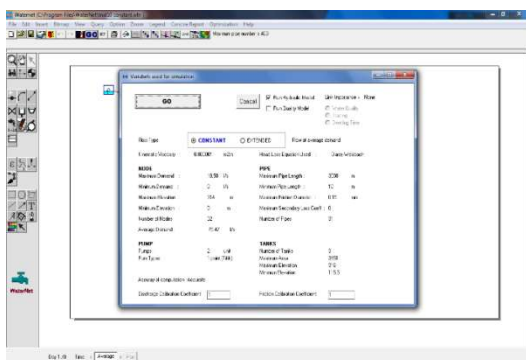
RUNNING WATERNET

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 7 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 8 dan gambar 9

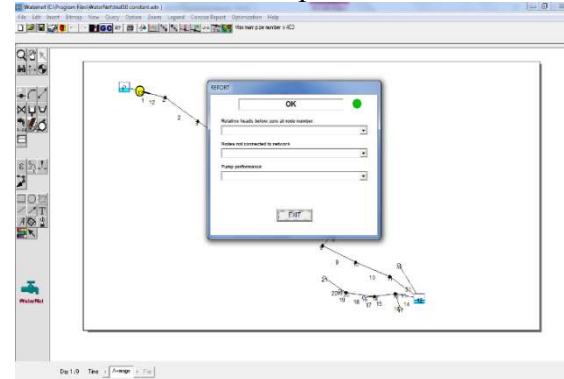


Gambar 8 Jendela Informasi Variabel Constant

Jendela informasi variable diatas berisikan laporan mengenai kebutuhan maksi-

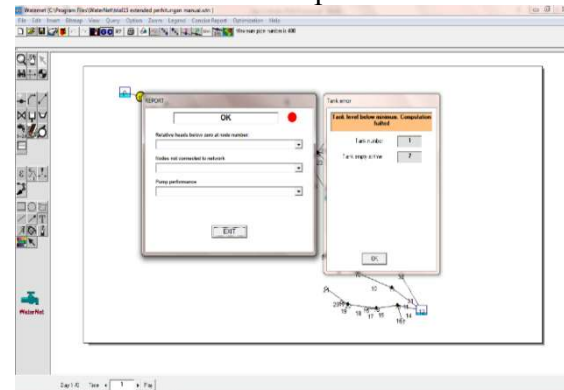
imum 18,58 l/s, elevasi maksimum 314 meter, panjang pipa maksimum 3000 meter, panjang pipa minimum 10 meter, dan diameter kekasaran maksimum 0,15 milimeter.

Gambar 9 Jendela Report Constant



Jendela ini melaporkan bahwa secara hidraulik jaringan dapat memberikan pelayanan seperti yang dikehendaki.

Gambar 10 Jendela Report Extended



Hasil running extended menunjukkan simulasi sukses dan tidak ada masalah. Namun ada sedikit catatan bahwa reservoir pertama kosong pada jam ke-7.

Pembahasan

Dalam menentukan harga air yang akan diberlakukan pada masing-masing pelanggan, harus mengetahui terlebih dahulu Rencana Anggaran Bangunan (RAB) yang telah disesuaikan dengan engineer estimate pada desain pengembangan sistem penyediaan air baku Waduk Titab. Setelah perhitungan RAB, didapat total biaya keseluruhan sebesar Rp. 66.228.842.205,23. Setelah membuat RAB, maka hasil tersebut dapat diuji dalam metode NPV dan dilakukan beberapa

permisalan agar mendapatkan harga air per m³ yang memenuhi kelayakan pembangunan system pengembangan air baku Waduk Titab.

Berdasarkan ketiga permisalan yang telah dilakukan, didapat harga air yang memenuhi syarat NPV > 0 yaitu sebesar Rp. 3400 per m³.

SIMPULAN DAN SARAN

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah diuraikan sebelumnya dapat disimpulkan:

1. Proyeksi kebutuhan air minum pada tahun 2036 yaitu Desa Pelapuan sebesar 5,463 l/dt, Desa Busungbiu sebesar 19,687 l/dt, Desa Bestala sebesar 3,056 l/dt, Desa Rangu sebesar 2,817 l/dt, Desa Mayong sebesar 8,559 l/dt, Desa Ringdikit sebesar 15,418 l/dt, Desa Telaga sebesar 1,942 l/dt, Desa Titab sebesar 2,299 l/dt, Desa Ularan sebesar 5,216 l/dt, Desa Unggahan sebesar 7,777 l/dt dan Desa Kekeran sebesar 6,630 l/dt.
2. Perencanaan pipa transmisi Waduk Titab dengan menggunakan metode pompa 2 stage adalah dari sumber air Waduk Titab dialirkan menuju WTP untuk proses pengolahan air baku menjadi air minum. Air minum yang telah diolah tersebut kemudian dialirkan ke reservoir induk. Dari reservoir induk kemudian dialirkan melalui pipa 1, pipa 2, pipa 3, pipa 4, pipa 5, pipa 6, dan pipa 12 yang berdiameter 0,3 meter menuju ke reservoir 1. Lalu dari reservoir 1 dialirkan melalui pipa 7, pipa 8, pipa 9, pipa 10, pipa 11 dan pipa 13 yang juga berdiameter 0,3 meter menuju ke reservoir 2. Kemudian dari masing-masing reservoir didistribusikan ke tiap desa menggunakan system gravitasi yang dialirkan melalui pipa 14 hingga pipa 31 dengan diameter yang bervariasi yaitu 0,1 meter, 0.15 meter, dan 0,25 meter.

3. Penetapan harga air per m³ yang akan dikenakan untuk para pelanggan PDAM agar memenuhi kelayakan pembangunan yaitu Rp 3400/m³

SARAN

1. Perencanaan jaringan air minum yang sebenarnya sangat perlu dilakukan pengujian untuk kualitas air minum yang akan digunakan, agar sesuai dengan syarat standar untuk air minum.
2. Perencanaan selanjutnya agar ditinjau lebih rinci tentang sumber air yang akan digunakan agar dapat melayani sesuai dengan umur rencana.
3. Untuk perencanaan jaringan air minum selanjutnya jumlah pompa dapat dicoba menggunakan 1 pompa, tetapi tetap harus memperhatikan tingkat keefisienan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada ketua jurusan Teknik Sipil Universitas Udayana beserta jajarannya, kepada tim JITS (Jurnal Ilmiah Teknik Sipil) Universitas Udayana, dan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan jurnal ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus. 2012. *Pembangunan Bendungan Titab di Kabupaten Buleleng Provinsi Bali*. Kementerian Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Balai Wilayah Sungai Bali-Penida, Bali.
- Anonimus. 2007. *Permen PU No. 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*.
- Anonimus. 2004. *Undang-Undang Republik Indonesia No.7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air*.
- Anonimus. 1998. *Teknis Tata Cara Pengkajian Kelayakan Teknis Sistem Penyediaan Air Minum*. Direktorat

Jenderal Cipta Karya Departemen
Pekerjaan Umum.

Giatman. 2011. *Ekonomi Teknik*. Rajawali
Pers, Jakarta

Triatmadja, Radianta. 2009. *Hidrolika
Sistem Jaringan Perpipaan Air
Minum*. Beta Offset, Yogyakarta.

Triatmadja, Radianta. 2007. *Manual dan
Dasar Teori WaterNet versi 2.1*.
Hoces, Yogyakarta