

PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR SUNGAI BAWAH TANAH BRIBIN DI KECAMATAN SEMANU KABUPATEN GUNUNG KIDUL DIY

AMF. Subratayati

Jurusan Teknik Sipil FT-UNS, Jl. Ir Sutami 36 A Telp. 0271647069

Email : subratayati@yahoo.co.id

Abstract

Bribin society in Sub District Semanu Regency Gunung Kidul encounters water deficiency. For overcoming such deficiency, the subsystem Bribin of PDAM Gunung Kidul uses Bribin underground river with 60 l/s rate of flow. On the implementation, it has not sufficiently catered the ± 75.000 consumers. The government cooperates with Karlsruhe University in increasing the discharge to 80 l/s. The water uptake was conducted using pump turbine micro-hydro technology and the water was stored in reservoir in Kaligoro (RB-2) at al.of + 406.225 m. The research aims is to find out the capability of 80l/s rate in catering the consumer's. The high level of karst solubility and the potential contaminated experienced by the river, would therefore lead to the need for conducting the water quality test. The determination analysis of RB-2 inflow was conducted by the use of routing reservoir. The result of water quality test shows that the Bribin underground river is categorized to be class II. The water distribution from RB-2 which use gravitation mode and old network are still conducted. The 80l/s rate in RB-2 was able to cater 91% of consumers. In order to make 100% of services, the rate should be increased to 84l/s. Thus R-6 and R-4 volumes should also increased to 300m³ and 350 m³.

Keywords:

Water distribution, underground river, water quality, pump turbine micro-hydro, gravitation system

PENDAHULUAN

Air merupakan unsur yang sangat penting dan begitu besar peranannya bagi kehidupan semua makhluk di bumi. Oleh sebab itu makhluk hidup tersebut berhak mendapatkan air untuk kelangsungan hidupnya.

Pasokan air di alam dalam jumlah yang besar, berasal dari air hujan. Air yang jatuh ke bumi akan terdistribusi dalam bentuk air permukaan (sungai, danau, dll), air limpasan permukaan (*run off*) dan air bawah permukaan tanah.

Tingginya tingkat kelarutan tanah karst menyebabkan tanah porus, banyak lubang (*dolina*), luweng (*shinkhole*) dan terbentuknya sungai bawah tanah (Kappler, 2003).

Perbedaan besar kecilnya keluaran air sungai bawah tanah dipengaruhi oleh ukuran rekahan (Bambang, S.,2002).

Proses rembesan air yang sangat tinggi di tanah karst, berakibat air permukaan tidak dapat tertampung dengan baik dan menimbulkan ketidakseimbangan antara kebutuhan air dengan ketersediaan air (White,W.B.,&White, E.L., 1989). Oleh karena itu ketidak seimbangan ini menyebabkan terjadinya kekurangan air pada masyarakat Bribin di Kecamatan Semanu Kabupaten Gunung Kidul. Untuk mengatasi kekurangan air tersebut dilakukan pengembangan

sumber daya air (Koesnadi, 2005 & UU No.7, 2004), yaitu pemanfaatan Sungai Bawah Tanah Bribin.

Keberadaan Sungai Bawah Tanah (SBT) Bribin dengan debit antara 800 l/ dt – 1500 l/dt dimanfaatkan dan dikelola oleh PDAM Gunung Kidul Sub Sistem Bribin untuk menangani kekurangan air.

Debit pengambilan 60 l/dt ternyata belum dapat mencukupi kebutuhan konsumen ± 75.000 orang. Oleh sebab itu debit sebesar 60 l/dt tersebut perlu ditingkatkan.

Sifat larut yang tinggi dari tanah karst yang didominasi batu gamping dan kemungkinan adanya pencemaran di hulu aliran perlu dilakukan uji kualitas air. Menurut APHA (*American Public Health Association*) bahwa air yang layak untuk kehidupan ditentukan berdasarkan kualitas secara fisik, kimia, dan biologis (Unus 2005). Menurut Soetijo dan Eling (2003), kualitas air bersih ditinjau berdasarkan kandungan bakterinya (*coliform*) dan dibagi dalam 5 kategori yaitu : Klas A, B, C, D dan E.

Pemerintah Indonesia bekerjasama dengan Universitas Karlsruhe merencanakan menggunakan debit 80 l/dt dari sungai Bribin bagian hilir. Pengambilan dengan teknologi mikro-hidro turbin pompa yang kemudian ditampung oleh reservoir

baru di Kaligoro (RB-2). Pendistribusian air dari RB-2 dilakukan dengan cara gravitasi.

Untuk mengetahui kemampuan pelayanan pada debit 80 l/dt maka diperlukan suatu penelitian. Analisis penentuan inflow RB-2 sebagai reservoir utama dilakukan dengan metode *routing* reservoir. Persamaan tentang hubungan masukan (inflow) dan keluaran (outflow) reservoir dengan memasukkan factor waktu t, menurut Radianto (2000) adalah :

$$(I-O) dt = dv \dots\dots\dots [1]$$

dengan : I = debit suplai (m³/dt)
 O = debit kebutuhan (m³/dt)
 dt = selang waktu
 dv = perubahan volume air dalam reservoir

Diameter (d) pipa, kehilangan tenaga (hf) dan debit aliran (Q) didapat dengan menggunakan persamaan Hazen-Williams sebagai berikut :

A.1. Radianto (2000) :

$$hf = \left(\frac{\pi}{4(0,2785)} \right)^{1,85} \cdot \frac{L}{D^{1,17}} \cdot \left(\frac{V}{C_{HW}} \right)^{1,85} \dots [2]$$

dengan : hf = kehilangan tenaga (m)
 L = panjang pipa (m)
 D = diameter pipa (m)
 V = kecepatan aliran (m/dt)
 C_{HW} = koefisien kekasaran Hazen-William

A.2. Garg dan Santosh Kumar (1982) dalam Radianto (2000) :

$$hf = \frac{1}{0,094} \cdot \left(\frac{Q}{C_H} \right) \cdot \frac{L}{D^{4,87}} \dots\dots\dots [3]$$

dengan : Q = debit aliran (m³/dt)
 C_H = koefisien kekasaran Hazen-William

A.3. Menurut Bambang Triatmojo (1993) dan Chadwich, S & Morfect, J (1993), untuk checking hasil perhitungan menggunakan persamaan Darcy-Weisbach sebagai berikut :

$$hf = \frac{8fl}{g\pi^2 D^5} Q^2 \dots\dots\dots [4]$$

dengan : f = koefisien gesekan
 g = percepatan gravitasi (m/dt²)

B. Besar daya pompa (DP) adalah :

$$DP = \frac{Q \cdot H_{eff} \cdot \gamma}{75\eta_p} \cdot HP \dots\dots\dots [5]$$

dengan : η_p = efisiensi pompa

C. Eli Dahi, 1990 :

$$Q = 279 \cdot C \cdot D^{2,63} \cdot (\Delta H / L)^{0,54} \dots\dots\dots [6]$$

dengan : C = koefisien kekasaran Hazen-William

H = kehilangan tenaga (m)

METODE

Metode terapan pada penelitian ini mengasumsikan banyaknya konsumen berdasarkan pada jumlah Sambungan Rumah (SR) dan Hidran Umum (HU) yang terpasang. Perkiraan total kebutuhan air rata-rata adalah suatu metode perencanaan teknis yang ditentukan oleh banyaknya konsumen dan standar pemakaian air dalam liter / orang / hari. Mengacu pada metode tersebut maka volume minimum reservoir dapat ditentukan antara 15%-30% dari kebutuhan total air rata-rata. Analisis penentuan besarnya inflow RB-2 di Kaligoro dilakukan dengan *Routing Reservoir*. Selanjutnya untuk menghitung diameter (d) pipa distribusi air yang baru dan lama, kecepatan aliran (v) dalam pipa, kehilangan tenaga (hf) yang terjadi serta Daya Pompa (DP) dilakukan dengan menggunakan persamaan Hazen-William dan Darcy-Weisbach.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Air

Hasil uji kualitas air dari Laboratorium PUSAT MIPA UNS secara fisik, kimia, dan biologis dari air SBT Bribin didapat hasil seperti ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji kualitas air SBT Bribin

No	Item	Hasil analisis (mg/l)	Baku mutu PP no 82 th 2001 (mg/l)	Klasifikasi
1	BOD	3.744	3 - 6	Kelas III
2	COD	11.54	25	Kelas II
3	E.Coli	930	1000	Kelas II
4	Total coliform	4600	5000	Kelas II
5	Nitrit (N)	0.12	10	Kelas II
6	Besi (Fe)	Tidak terdeteksi	-	-
7	Calsium (CaCO ₃)	187.2	500	Kelas II
8	Magnesium (Mg)	2.236	-	-

Volume Minimum Reservoir

Besarnya volume minimum reservoir diperoleh dengan asumsi bahwa 1 SR untuk melayani 5 orang dengan standar : 90 l/ orang / hari. Air dari Hidran Umum (HU) khusus digunakan untuk kebutuhan memasak. Oleh karena itu diasumsikan 1 HU untuk melayani 100 orang dengan standar : 30 l/ orang/hari (NSPM, Kimpraswil, 2002). Faktor kehilangan air (Lo) menurut ketentuan sebesar 20% dari kebutuhan air. Hasil analisis secara keseluruhan dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi volume minimum (sebelum routing)

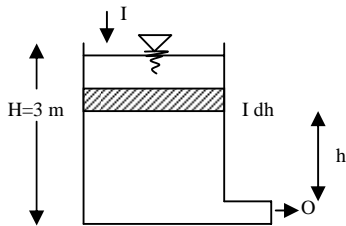
No	Reservoir	Kebutuhan air total (l/dt)	Vol. minimum reservoir (m ³)	Vol. Reservoir; yang tersedia (m ³)
a.	R-9	Q9 = 9,0	V9 = 128	200
b.	R-6	Q6 = 4,0	V6 = 300	200
c.	R-7	Q7 = 6,2	V7 = 90	300
d.	R-2	Q2 = 1,0	V2 = 13	180
e.	R-4	Q4 = 0,5	V4 = 350	150
f.	R-5	Q5 = 23,0	V5 = 330	1000
g.	R-8	Q8 = 16,0	V8 = 218	300
h.	RB-2	QB-2 = 58,0	VB-2 = 658	1000

Routing - Reservoir

Untuk memprediksi debit inflow yang masuk ke masing-masing reservoir, diperlukan analisis dengan cara penelusuran (*routing*) pada reservoir tersebut. Routing dimulai dari reservoir yang langsung melayani konsumen sampai pada reservoir utama (RB-2).

Analisis besarnya volume maksimum reservoir dengan routing reservoir menurut rumus :

$(I-O) dt = dv$ [7]
 (Radianto, 2000)



Gambar 1. Skema inflow-outflow reservoir

Tinggi maksimum reservoir sesuai ketentuan adalah 3 m.

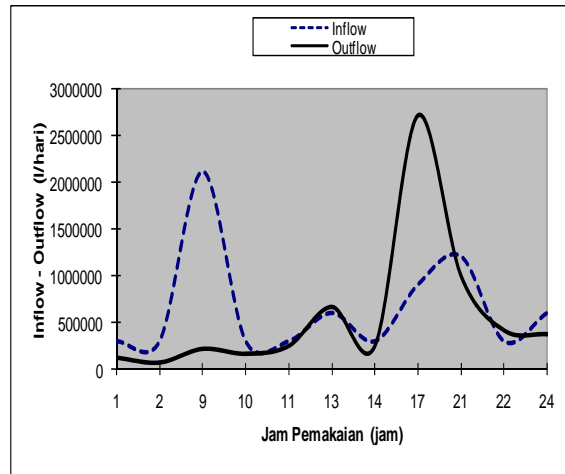
Tabel 3. Perhitungan I Minimum RB-2

No	Reservoir	Kebutuhan air total (l/dt)		Routing Reservoir									
		Kebutuhan air total (l/dt) Sebelum Routing	Alt 1	Alt 2	Volume Reservoir Alt 2 (tersedia) (m ³)	Vol Reservoir tersedia (m ³)	Outflow kumulatif Alt 2 (l/dt)	h (maksimum) (m)	Inflow (maksimum) (l/dt)	h (minimum) (m)	Inflow (minimum) (l/dt)	Volume Reservoir baru (m ³)	Keterangan Volume reservoir
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	R-9	9.00	9.00	9.00	128	200	9.00	2.981	11.30	1.920	10.50	200	tetap
2	R-6	4.00	14.50	21.75	270*	200	21.75	2.981	25.20	2.700	25.00	300	diperbesar
3	R-7	6.20	6.20	6.20	90	300	6.20	2.990	9.66	0.900	7.25	300	tetap
4	R-2	1.00	1.00	1.00	13	180	1.00	2.880	3.00	0.217	1.20	180	tetap
5	R-4	0.50	25.55	26.70	290*	150	26.70	2.952	30.80	2.417	30.00	350	diperbesar
6	R-5	23.00	23.00	23.00	330	1000	23.00	2.981	34.50	0.990	27.00	1000	tetap
7	RB-8	16.00	16.00	16.00	218	300	16.00	2.938	19.40	2.180	18.50	300	tetap
8	RB-2	58.00	74.50	75.50	658	1000	75.50	2.981	87.00	1.974	84.00	1000	tetap

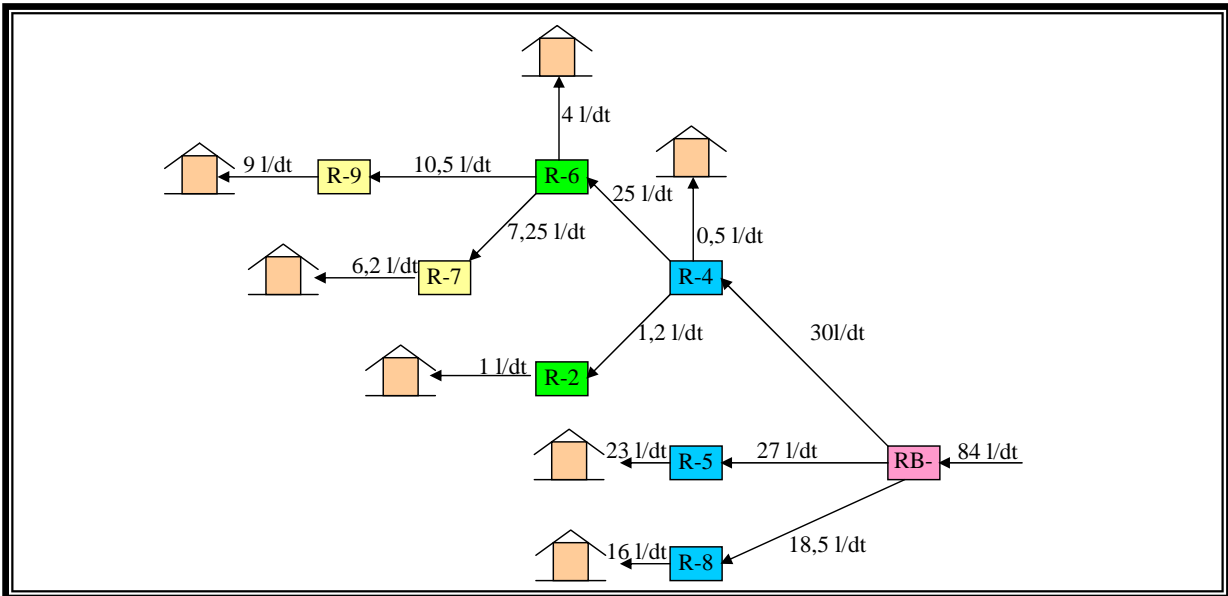
$(I-O) dt = dv$
 $(I-O) dt = A \cdot dh$
 dengan $t = 24$ jam didapat:
 $(I - O) \int_0^{24} dt = A \int_0^h dh$ [8]

persamaannya akan menjadi:
 $(I - O)(24 \times 3600) = A h$ [9]

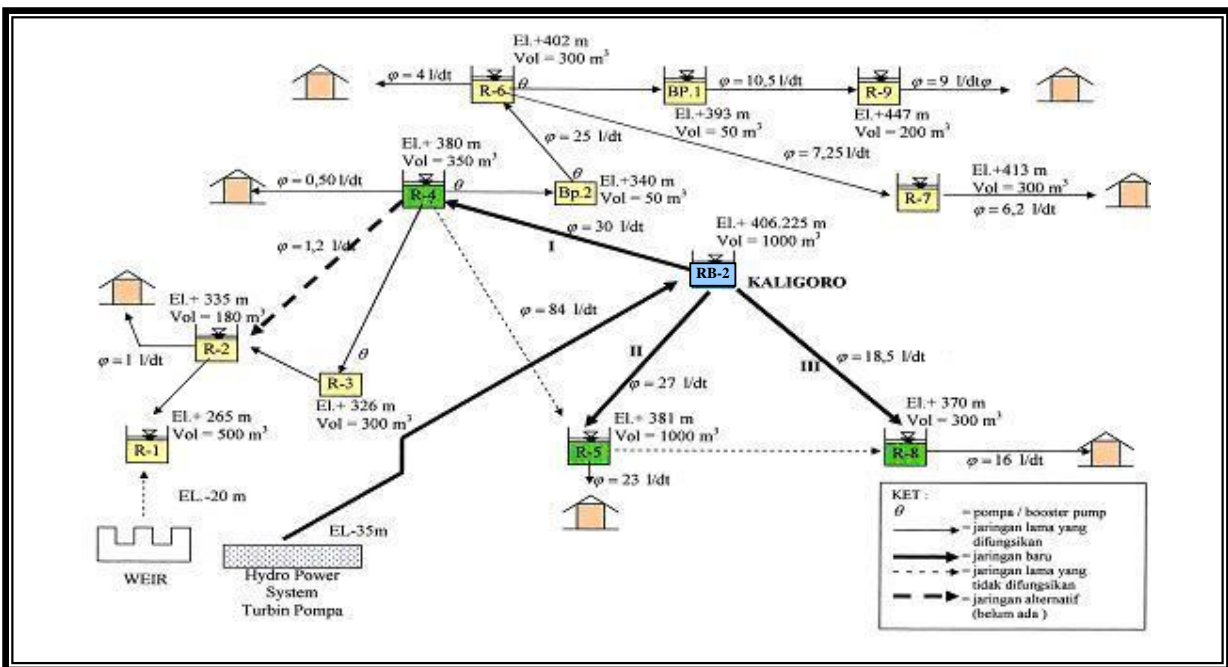
Volume minimum didapat dari selisih inflow dan outflow reservoir tersebut. Analisis volume minimum RB-2 dengan hasil 29% dari kebutuhan total air rata-rata dapat ditunjukkan pada Gambar 2. Hasil analisis inflow minimum masing-masing reservoir yang menggunakan rumus (1) dapat ditunjukkan pada Tabel 3. Sedangkan jaringan distribusi air bersih BR II secara skematik ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 2. Grafik Inflow-Outflow RB-2



Gambar 3. Skematik Routing Reservoir BR-II



Gambar 4. Skematik diagram Sub Sistem Bribin II

Sistem Perpipaan

Diameter pipa distribusi air yang digunakan dari RB-2 ke R-4, R-5 dan R-8 dengan menggunakan persamaan [3] dan [4] didapat sebesar 20 cm dan kecepatan aliran rerata sebesar 1 m/dt. Hf yang terjadi pada pengaliran dari RB-2 ke R-8 dengan memakai pipa seri dan menggunakan persamaan [6], didapat sebesar : $hf_1 + hf_2 = 29,99 \text{ m} < 36,225 \text{ m}$.

Daya Pompa

Hasil analisis daya pompa dengan menggunakan persamaan [5] didapat hasil lebih kecil dari daya pompa yang tersedia.

SIMPULAN

Sistem jaringan distribusi air bersih BR-II adalah penggabungan antara jaringan distribusi air dari RB-2 ke R-4, R-5 dan R-8 yang menggunakan cara gravitasi dan dengan menggunakan jaringan distribusi air lama.

Debit inflow RB-2 sebesar 80 l/dt dari air SBT. Bribin dapat memenuhi kebutuhan air untuk 91% dari banyaknya konsumen \pm 75.000 orang. Untuk dapat melayani 100% konsumen diperlukan debit inflow 84 l/dt. Hal ini mempengaruhi Volume R-6 dan R-4 sehingga harus diperbesar menjadi 300 m³ dan 350 m³.

Analisis besarnya d , v dan h_f pada sistem perpipaan serta besarnya daya pompa yang akan digunakan, hasilnya memenuhi kriteria.

Hasil uji kualitas air SBT Bribin, secara fisik, kimia dan biologis, menunjukkan bahwa kualitas rata-rata air SBT Bribin termasuk kelas II, maka aman dan layak untuk di konsumsi sebagai air bersih.

REKOMENDASI

Agar uji kualitas air lebih teliti, maka pengambilan sampel air selain dari air SBT Bribin juga sampel air tetesan yang berasal dari *dolina* / rekahan yang berada didalam goa Bribin.

Distribusi air dari R-4 dapat langsung ke R-2 melalui jaringan pipa by-pass dengan cara gravitasi. Penelitian selanjutnya agar memfokuskan pada aspek kelayakan ekonomi.

REFERENSI

- Anonim. 2004. "Undang-Undang No.7 Tahun 2004. Tentang Sumber Daya Air", Bandung : Citra Ambara.
- Bambang Soenarto. 2002. "Hidrologi Karst Keluaran Air Sungai Bawah Tanah, Mata Air dan Air Tanah di Daerah Karst Tuban". *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pengairan*, Volume 16 No. 49, Desember 2002.

- Bambang Triatmojo. 1993. "Hidrolika II", Yogyakarta : Beta Offset.
- Chadwich, A. & Morfect, J. 1993. "Hydraulics in civil and Environmental Engineering", Published by E & FN. Spon, an imprint of Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London SE 1, 8 HN, UK.
- Eli Dahi. 1990. "Environmental Engineering in Developing Countries", Polyteknisk Forlag.
- Kappler, J. 2003. "Water Resources Management of an Underground River in a karst area in Gunung Kidul, Seminar and Lecture", Surakarta, UNS.
- Koesnadi Hardjasoemantri. 2005. "Hukum Tata Lingkungan", Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Lund, J.R & Guzman, Joel. 1999. "*Journal of water resources planning and management*, May/June, vol.125, No.23".
- NSPM, Kimpraswil. 2002. "Pedoman/ Petunjuk Teknik dan Manual (Sistem Penyediaan Air Minum Perdesaan) ", Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta.
- Radianto Triatmojo. 2000. "Manual Program Water Net Versi 2.1. ", Yogyakarta, UGM.
- Richard Lee. 1990. "Forest Hydrology", Yogyakarta : University Press, UGM,
- Setijo Pitoyo & Eling Purwantoyo. 2003. "Deteksi Pencemaran Air Minum", Semarang: Aneka Ilmu.
- Unus Suriawiria. 2005. "Air Dalam Kehidupan dan Lingkungan Sehat", Bandung PT. Alumni.
- White, W.B. & White, E.L. 1989. "Karst Hydrology", Van Nostrand Reinhold, 115 Fifth Avenue New York 2003.

