

# PENILAIAN TEKNIS SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH BERBASIS MASYARAKAT (STUDI KASUS KAMPUNG SILIWANGI, CIGOMBONG, KABUPATEN BOGOR)

**Feril Hariati, Muhamad Lutfi**

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ibn Khaldun Bogor

Kontak Person :

Feril Hariati

Email : feril2k@yahoo.com

## **Abstrak**

*Air bersih merupakan kebutuhan dasar bagi manusia yang pemenuhan kebutuhan terhadap air bersih tersebut diatur oleh pemerintah melalui suatu sistem pelayanan air bersih yang dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum. Luasnya daerah pelayanan seringkali mengakibatkan beberapa wilayah, terutama di pedesaan, tidak dapat dilayani oleh sistem pelayanan air bersih ini, oleh karena itu pemerintah menggalakkan program pengadaan air bersih berbasis masyarakat, yang merupakan program gotong royong masyarakat dengan dana dapat berasal dari pemerintah maupun swasta. Salah satunya adalah program pengadaan air bersih bagi masyarakat Kampung Siliwangi, Desa Cigombong, yang mendapatkan dana CSR dari salah satu produsen air kemasan. Sistem yang diterapkan merupakan teknologi penyediaan air sederhana, yang dibangun berdasarkan pengalaman dan pengetahuan warga Kampung Siliwangi. Penilaian teknis dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang diterapkan sudah sesuai dengan kondisi lingkungan dan keinginan masyarakat. Hasil analisis yang dilakukan dengan cara survey dan analisis hidrolika sederhana menunjukkan bahwa sistem penyediaan air bersih di Kampung Siliwangi tidak mampu melayani kebutuhan seluruh warga, terutama pada saat jam puncak. Kebutuhan warga saat jam puncak adalah 5 ltr/dtk, sedangkan besar aliran yang terjadi adalah 2.5 ltr/dtk dan jumlah ini merupakan aliran air stabil. Selain itu, terjadi kesulitan saat air tidak digunakan karena tidak tersedianya bak penampung di jalur distribusi atau bak pelepas tekanan di jalur transmisi. Pengaturan air dilakukan langsung pada sumbernya. Hal ini sudah tentu kurang efektif, mengingat diperlukan sumber daya manusia untuk mengatur sistem penyediaan air bersih.*

**Kata kunci:** *penilaian teknis, air bersih, berbasis masyarakat, Kampung Siliwangi,*

## **1. Pendahuluan**

Air merupakan kebutuhan dasar manusia, dan negara berkewajiban untuk melayani masyarakat dalam memenuhi kebutuhan tersebut, sebagaimana dicantumkan dalam Pasal 33, Undang-undang Dasar 1945. Melalui undang-undang No.5 Tahun 1962 tentang perusahaan daerah, penyediaan air bersih diserahkan kepada badan usaha milik daerah yaitu Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Dengan ditandatanganinya The Hague Declaration 2000, pada acara World Water Forum, Indonesia terikat dengan target pencapaian Millenium Development Goal, yaitu tujuan nomor 7 mengenai pengelolaan lingkungan hidup yang berkelanjutan dan target 10 yakni mengurangi separuh, pada tahun 2015, dari proporsi penduduk yang tidak memiliki akses terhadap air minum dan sanitasi dasar. Berdasarkan data Depkimpraswil tahun 2002, tingkat pelayanan sistem perpipaan air minum di perkotaan baru mencapai 39% dan di pedesaan 8%. Sedangkan target tingkat pelayanan yang diharapkan oleh MDG adalah 80% untuk perkotaan dan 60% untuk pedesaan tahun 2015.

Untuk mempercepat pencapaian target, maka pemerintah memberlakukan program Penyediaan Air Bersih Berbasis Masyarakat (PAM-BM) dengan sasaran daerah yang belum terlayani PDAM, baik melalui skema bantuan pemerintah atau menggunakan lembaga donor, seperti sistem penyediaan air bersih di Kampung Siliwangi, Desa Cigombong, Kecamatan Cigombong, Kabupaten Bogor, yang dibangun dengan menggunakan dana corporate services responsibility (CSR) dari suatu produsen air minum kemasan di

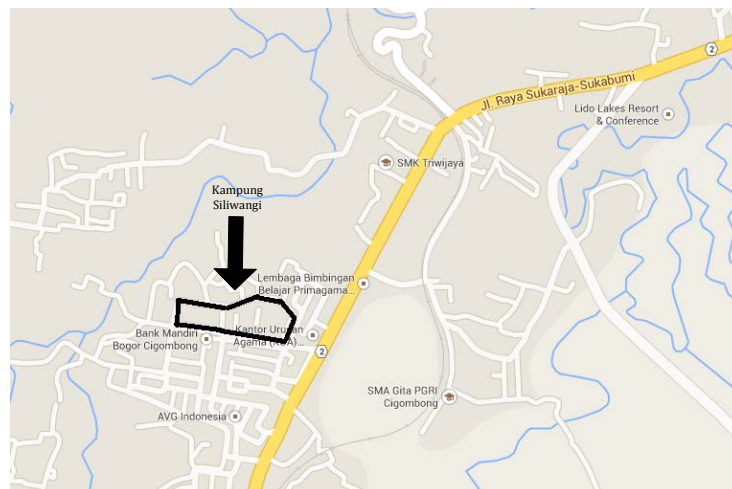
wilayah tersebut. Penilaian teknis (*technical assessment*) dilakukan untuk memperoleh gambaran keberhasilan sistem penyediaan air bersih yang telah dibangun oleh masyarakat dari sisi teknis.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian penilaian teknis sistem penyediaan air bersih merupakan penelitian dengan pendekatan studi kasus. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan observasi lapangan, wawancara dengan masyarakat pengguna air, serta dokumentasi pengelolaan air bersih. Data yang dikumpulkan merupakan data kualitatif dan kuantitatif, berupa data geografi, demografi, kondisi sosial dan ekonomi, sistem jaringan air bersih, dan kualitas air bersih. Hasil analisis akan memberikan gambaran mengenai kelayakan kawasan tersebut untuk menerima bantuan, teknologi yang diterapkan, partisipasi masyarakat, serta kemampuan membayar masyarakat.

Secara geografis, Kampung Siliwangi terletak pada posisi  $6^{\circ}44'52.70''\text{LS}$  dan  $106^{\circ}47'57.80''\text{BT}$ , merupakan daerah yang berada di kaki Gunung Salak dengan elevasi rata-rata  $\pm 520$  dpl dan total luas  $0.024 \text{ km}^2$  (Gambar 1). Secara umum, curah hujan rata-rata mencapai 200-430 mm/bulan dengan jumlah hari hujan mencapai  $\pm 154$  per tahunnya. Bulan basah terjadi dari bulan September sampai dengan Mei, dan bulan kering dari bulan Juni sampai Agustus. Suhu udara rata-rata mencapai  $30-35^{\circ}\text{C}$ .

Kampung Siliwangi terletak di RW.03, Kelurahan Cigombong dengan jumlah penduduk mencapai 1649 jiwa dengan jumlah KK 704, dan bila dibandingkan dengan luasannya, maka Kampung Siliwangi termasuk kawasan perumahan padat. Dari segi sosial ekonomi, rasio penduduk miskin dengan total jumlah penduduk adalah 1:2. Meskipun terletak di kaki Gunung Salak, Kampung Siliwangi tidak memiliki sumber daya air yang potensial seperti sungai atau mata air. Untuk memenuhi kebutuhan airnya, masyarakat mengandalkan sumur air dangkal. Masalah mulai muncul seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan perumahan. Jarak sumur antar warga semakin rapat dan rata-rata berjarak kurang dari lima meter dari septic tank. Dari segi higienis hal ini sudah tidak memenuhi standar, yaitu jarak antara sumber air dan septic tank adalah antara 5-10 m. Demikian halnya dengan musim kemarau, karena luas area resapan air semakin berkurang mengakibatkan muka air tanah di kawasan ini sangat dalam. Akibatnya pada musim kemarau sumur menjadi kering. Dengan demikian, Kampung Siliwangi sangat layak untuk mendapatkan bantuan.



GAMBAR 1. LOKASI KAMPUNG SILIWANGI

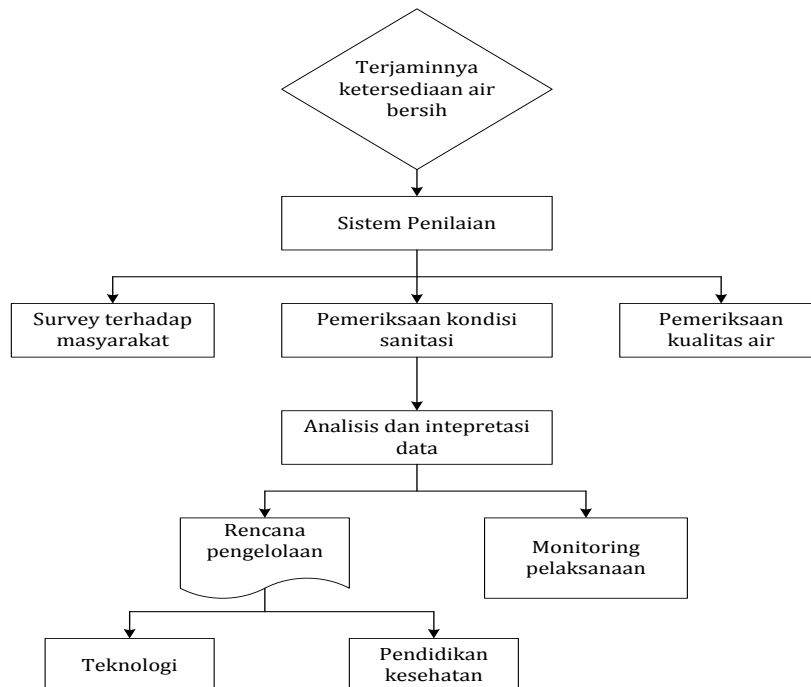
## 3. Parameter Penilaian Teknologi

Teknologi secara umum didefinisikan sebagai ilmu atau pengetahuan yang diterapkan untuk keperluan tertentu. Penilaian teknologi (*technology assessment*) adalah penelitian kebijakan untuk

mengetahui dampak dari penerapan teknologi tersebut terhadap aspek sosial, ekonomi, dan hukum, serta kelayakan teknisnya. Tujuan dari penilaian teknologi adalah untuk memberikan masukan kepada pembuat kebijakan dalam menentukan kebijakan alternatif (Banta 2009). Penilaian terhadap sistem penyediaan air bersih perlu dilakukan untuk menjamin keberlangsungan (sustainability) tersedianya air bagi masyarakat yang membutuhkan. Setelah dilakukan penilaian, perencanaan pengawasan dan pengelolaan dapat disusun untuk meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan untuk mencapai target (Cooper, Fong & Gonzalez 2009). Secara garis besar, kerangka kerja yang disiapkan oleh World Health Organization (WHO) dapat dijadikan sebagai pedoman dalam melaksanakan penilaian sistem penyediaan air bersih (Gambar 2).

Sistem penyediaan air berbasis masyarakat memiliki ciri khas yaitu masyarakat sendirilah yang memutuskan pilihan teknologi, bentuk layanan, organisasi, mekanisme pendanaan dan bentuk pengaturannya. Masyarakat pula yang bertanggung jawab terhadap pemeliharaan, pengaturan, mengatur organisasi pengelola dan mendanai. Berdasarkan Kementerian Pekerjaan Umum (2005) lembaga lain non pemerintah dapat membantu masyarakat untuk membangun sistem pelayanan air minumannya sendiri, sesuai dengan kapasitas dan kemampuannya selama tidak mengurangi kemandirian masyarakat dan sesuai dengan mekanisme serta peraturan perundang-undangan yang berlaku. Dengan dana dan keahlian yang terbatas, terkadang pilihan teknologi dan bentuk layanan yang dipilih oleh masyarakat tidak maksimal dalam hal pelayanan. Penilaian teknis dapat dilakukan untuk mengetahui apakah teknologi yang diterapkan oleh masyarakat dapat memenuhi kebutuhan mereka.

GAMBAR 2. KERANGKA KERJA PENILAIAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH



### 3.1 Tingkat Kebutuhan Masyarakat Terhadap Pengadaan Air Bersih Berbasis Masyarakat

Keberhasilan kegiatan pengadaan air bersih bagi masyarakat sangat tergantung pada tingkat kebutuhan masyarakat itu sendiri terhadap air bersih serta keinginan masyarakat untuk berpartisipasi

dalam kegiatan tersebut. Dan untuk mengetahui kebutuhan dan keinginan masyarakat tersebut, maka dilakukan survey dengan menyebarkan angket sejumlah 50 buah yang disebar secara random. Hasil angket menunjukkan 68% responden merupakan masyarakat ekonomi menengah ke atas dengan katagori bekerja sebagai PNS, pegawai swasta, guru, dan pedagang, sedangkan 32% adalah kelompok menengah ke bawah dengan katagori bekerja sebagai buruh, petani, dan pedagang asongan. Sembilan puluh enam persen memiliki rumah pribadi, dan 4% kontrak, dan 100% menyatakan bahwa rumahnya memiliki kamar mandi yang dilengkapi dengan WC dan septic tank dan 100% menyatakan sumber air bersih selama ini diperoleh dari sumur dangkal. Lima puluh tiga persen responden menyatakan jarak antara sumur dengan septic tank kurang dari 5 m, dan sisanya yaitu 47% menyatakan lebih dari 5 m.

Berhubungan dengan iklim, 100% pernah mengalami kekeringan dan 30% menyatakan telah lima tahun mengalami kekeringan. Lamanya kekeringan, 30% menyatakan selama 5 bulan, 30% hanya selama musim kering, dan sisanya tidak memberikan jawaban. Seratus persen menyatakan kesulitan air pada saat kemarau. Dan untuk mengatasinya, 13% memperdalam sumur, 54% membeli air, 28% pergi ke sungai, dan sisanya tidak menjawab. Delapan puluh lima persen mengatakan kualitas air yang diperoleh buruk dan 15% menyatakan kualitasnya baik. Seratus persen menyatakan rumahnya tidak dilintasi oleh jalur pipa air bersih dan merasa perlu dibangun sarana air bersih dan bersedia untuk berpartisipasi dalam pembangunannya. Delapan belas persen bersedia berpartisipasi dalam bentuk uang dan 82% dalam bentuk tenaga. Dan seluruh responden bersedia untuk membayar iuran.

### 3.2 Sumber Air

Kampung Siliwangi tidak memiliki sumber air bersih yang layak, oleh karena itu sumber air bersih untuk sistem penyediaan air bersih berasal dari sumber mata air yang terletak di Desa Tugu Jaya, yang terletak  $\pm 2$  km dari Kampung Siliwangi. Secara legalitas hal ini akan menjadi masalah karena melintasi batas administrasi desa. Akan tetapi, semangat kebersamaan antara warga Kampung Siliwangi dengan Desa Tugu Jaya, maka masyarakat Kampung Siliwangi diijinkan untuk mengalirkan air dari mata air Desa Tugu Jaya, dan sebagai kompensasinya, salah satu wilayah Desa Tugu Jaya, yaitu Citugu Kidul, akan dialiri air bersih dari pipa transmisi Kampung Siliwangi.

Kualitas air yang berasal dari mata air Desa Tugu Jaya diperiksa dengan menggunakan alat ukur alat C500: Waterproof ExStik® II pH/Conductivity Meter (Gambar 3). Hasil pengukuran sebagai berikut:

TABEL 1. HASIL PENGUKURAN KUALITAS AIR SUMBER DESA TUGU JAYA

Parameter yang diukur	Satuan	Terukur	Batas Normal
Suhu	°C	29.75	10-25
pH		6.6	6.5-8.5
Salinitas	ppm	111.6	<500
TdS	mg/L	115	<1000
Conductivity	μS	112	50-1500

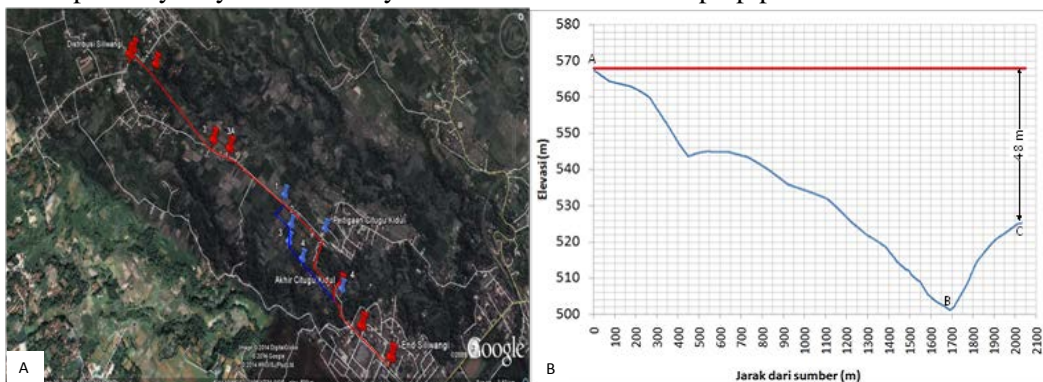
Hasil pengukuran kualitas air sumber untuk Kampung Siliwangi layak untuk dijadikan sebagai sumber air bersih karena masing-masing parameter berada di dalam kisaran batas normal.



GAMBAR 3. ALAT UKUR KUALITAS AIR

### 3.3 Jalur Pipa Transmisi

Pipa transmisi adalah pipa yang mengalirkan air dari sumber sampai ke reservoir. Lokasi sumber air untuk Kampung Siliwangi berada di Desa Tugu Jaya yang terletak ± 2 km dari lokasi resevoir (). Sumber air berada pada ketinggian + 568 m dan lokasi reservoir memiliki ketinggian +520, sehingga terdapat beda tinggi sebesar 48 m. Hal yang menarik, pada jarak 1,600 m dari lokasi sumber, terdapat lembah yang cukup dalam, dengan elevasi + 501 m. Profil topografi seperti ini dikenal secara umum sebagai profil “U”. Terdapat kekhawatiran dari masyarakat, kemungkinan air tidak dapat naik apabila jalur pipa transmisi mengikuti kondisi kontur alam, sehingga diperlukan talang. Hal ini sudah pasti akan menambah biaya pelaksanaan program. Analisis hidrolika diperlukan untuk mendapatkan alternatif desain yang lebih efisien. Sela in itu sekitar 1,180 m dari sumber air, pipa transmisi dicabang agar dapat mengalirkan air ke Kampung Citugu Kidul, Desa Tugu Jaya. Hal ini perlu dilakukan, mengingat sumber air untuk Kampung Siliwangi berasal dari Desa Tugu Jaya, dan melintasi Kampung Citugu Kidul yang saat ini beberapa wilayahnya belum terlayani oleh sistem air bersih perpipaan.



GAMBAR 4. JALUR PIPA TRANSMISI (A) TAMPAK ATAS (B) POTONGAN MEMANJANG

Analisis hidrolika sederhana dapat diterapkan untuk mengetahui kondisi aliran air dengan profil topografi berbentuk U, dengan menggunakan rumusan Darcy Weisbach:

$$h_f = \frac{10.67 * Q^{1.85} L}{C^{1.85} d^{4.87}} \quad (1)$$

Dengan  $h_f$  adalah kehilangan tinggi tekan atau head loss (m),  $Q$  adalah debit atau jumlah aliran air yang mengalir persatuan waktu ( $m^3/dtk$ ),  $L$  panjang pipa (m),  $C$  koefisien kekasaran pipa, untuk pipa PVC sebesar 150, dan  $d$  diameter pipa (m). Pipa PVC mampu menerima tekanan maksimum hingga 80 m kolom air.

Air dari pipa transmisi ditampung dalam reservoir sebelum didistribusikan ke masyarakat. Reservoir diletakkan di atas menara dengan ketinggian 2.5 m. Berdasarkan spesifikasi teknis produsen, reservoir dengan kapasitas 5,000 liter memiliki tinggi 2.0 m, dan dengan demikian elevasi muka air pada kondisi penuh berada pada ketinggian +524.5 Parameter untuk menganalisis kondisi aliran disajikan pada Tabel 2.

Beda tinggi antara titik A dan B adalah 65 m, pipa PVC masih dapat digunakan karena tekanan maksimum pipa PVC adalah 80 m kolom air. Yang perlu dianalisis adalah sisa tekanan ( $P$ ) akibat aliran dari A sampai ke C.

TABEL 2. PARAMETER ELEVASI MUKA AIR

<b>Elevasi sumber (A)</b>	568
<b>Elevasi titik terendah (B)</b>	503
<b>Elevasi muka air dalam reservoir (C)</b>	524.5
<b>Beda tinggi A dan B</b>	65
<b>Beda tinggi A dan C</b>	43.5
<b>Jarak sumber ke reservoir</b>	2021

Diasumsikan pertumbuhan penduduk di Kabupaten Bogor adalah 3% pertahun. Infrastruktur air bersih direncanakan masih dapat digunakan untuk yani masyarakat sampai 5 tahun yang akan datang. Bila jumlah warga Kampung Siliwangi saat ini berjumlah 1649, maka jumlah warga pada 5 tahun yang akan datang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$P_n = P_0 * (1 + r)^n \quad (2)$$

Dengan  $P_n$  adalah jumlah penduduk pada tahun ke- $n$ ,  $P_0$  adalah jumlah penduduk saat ini,  $r$  persentase pertambahan penduduk, dan  $n$  jumlah tahun. Dengan demikian  $P_n = 1649 * (1+3\%)^5 = 1,911.64 \approx 1,912$  jiwa, dan jumlah kebutuhan air puncak adalah  $2.5 \text{ ltr/dtk}/1000 \text{ orang}$ , maka kebutuhan air saat puncak adalah sebesar  $1,912 \text{ orang} * 2.5 \text{ ltr/dtk}/1000 \text{ orang} = 4.78 \text{ lt/dtk} \approx 5 \text{ lt/dtk}$ .

Untuk efisiensi, masyarakat mengajukan penggunaan pipa PVC dengan diameter yang berbeda untuk pipa transmisi, yaitu 4" sepanjang 500 m, 3" sepanjang 500 m, dan sisanya 2". Dengan diasumsikan debit puncak adalah  $5 \text{ lt/dtk}$  atau  $0.005 \text{ m}^3/\text{dtk}$ , maka  $P$  residu yang di dihasilkan pada titik C adalah negatif, artinya kecepatan air dan debit kurang dari yang direncanakan, terutama pada pipa 2".

TABEL 3. TEKINAN SISA PADA PIPA TRANSMISI BERDASARKAN DESAIN MASYARAKAT

D (inchi)	4"	3"	2"
D (m)	0.1058	0.0828	0.0554
L (m)	500	500	1021
Q (m <sup>3</sup> /dtk)	0.005	0.005	0.005
C	150	150	150
hf (m)	1.57	5.17	74.75
hf total (m)	81.49		
P residu (m)	-37.99		

Tekanan residu menjadi negatif, karena peralihan diameter pipa yang singkat, sehingga pada saat memasuki pipa berukuran 2" air mengalami turbulensi dan dapat mengakibatkan aliran balik (*backwater*). Selanjutnya, karena turbulensi terdapat udara yang dapat menghambat aliran air sehingga aliran air akan susah mencapai reservoir. Agar air dapat mencapai reservoir, maka ada 2 alternatif, yaitu:

1. mengatur debit yang sesuai dengan kondisi topografi jalur yang akan dilewati pipa transmisi
2. mengatur panjang pipa transmisi

Karena pemakaian pipa erat kaitannya dengan jumlah biaya yang dikeluarkan, maka masyarakat Kampung Siliwangi memilih alternatif pertama, dengan resiko jumlah air yang dialirkan sebesar 2-2.5 ltr/dtk, dan dengan demikian perlu dipertimbangkan untuk menerapkan sistem rotasi dalam pendistribusi air.

Tabel 4. Alternatif pertama dilakukan dengan mengurangi debit aliran dari 0.005 m<sup>3</sup>/dtk menjadi 0.0025 m<sup>3</sup>/dtk, P residu menjadi positif, yaitu 14.83 m. Aliran dibuat lebih lambat, agar tidak terjadi turbulensi saat mengalir pada pipa yang lebih kecil. Alternatif kedua dilakukan dengan menambah panjang pipa yang berdiameter besar agar tidak terjadi perubahan kecepatan secara tiba-tiba dengan kondisi debit aliran sebesar 0.005 m<sup>3</sup>/dtk, sehingga P residunya menjadi positif dengan nilai 10.22 m. Dengan demikian penggunaan talang ataupun bak pelepas tekanan tidak diperlukan apabila dilakukan pengurangan debit aliran atau pengaturan panjang pipa.



TABEL 4. TEKINAN SISA PADA PIPA TRANSMISI UNTUK ALTERNATIF I DAN II

	ALTERNATIF I			ALTERNATIF II		
	4"	3"	2"	4"	3"	2"
D (inchi)	4"	3"	2"	4"	3"	2"
D (m)	0.1058	0.0828	0.0554	0.1058	0.0828	0.0554
L (m)	500	500	1024	1300	474	250
Q(m <sup>3</sup> /dtk)	0.0025	0.0025	0.0025	0.005	0.005	0.005
C	150	150	150	150	150	150
hf (m)	0.43	1.43	20.80	4.08	4.90	18.30
hf total (m)	22.67			27.28		
P residu (m)	14.83			10.22		

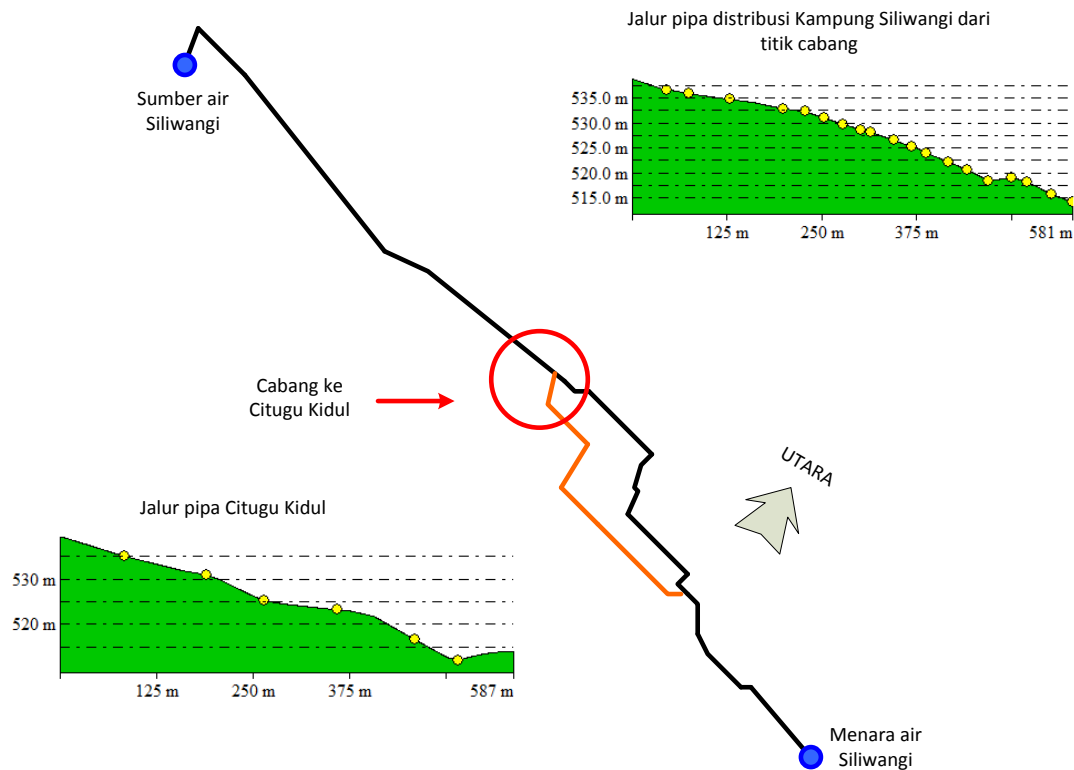
Karena pemakaian pipa erat kaitannya dengan jumlah biaya yang dikeluarkan, maka masyarakat Kampung Siliwangi memilih alternatif pertama, dengan resiko jumlah air yang dialirkan sebesar 2-2.5 ltr/dtk, dan dengan demikian perlu dipertimbangkan untuk menerapkan sistem rotasi dalam pendistribusi air.

#### 3.4 Dampak Pembagian Aliran ke Kampung Citugu Kidul

Pembagian air ke wilayah Citugu Kidul pada mulanya dikhawatirkan oleh sebagian masyarakat Kampung Siliwangi dapat mengurangi jumlah air. Akan tetapi, karena sumber air terletak di Desa Citugu, maka pembagian air dapat dianggap sebagai kompensasi. Besar aliran direncanakan untuk dapat memenuhi kebutuhan 40 jiwa. Dengan demikian jumlah air yang diperlukan pada waktu puncak adalah  $40 \text{ orang} * 2.5 \text{ l/dtk}/1000 \text{ orang} = 0.1 \text{ l/dtk}$ . Dibandingkan dengan jumlah kebutuhan total untuk seluruh warga Kampung Siliwangi, maka kebutuhan warga Citugu Kidul sangat kecil. Selain itu, perlu dipertimbangkan bahwa tidak semua warga Kampung Siliwangi mengikuti program pengadaan air bersih bagi masyarakat.

Aliran cabang ke Desa Citugu Kidul direncanakan menggunakan sistem tertutup, air yang dialirkan akan kembali ke pipa utama apabila tidak digunakan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemeriksaan elevasi masing-masing pipa seperti pada Gambar 5. Dapat dilihat jalur pipa distribusi Citugu Kidul cenderung landai dibandingkan dengan jalur pipa transmisi Kampung Siliwangi. Kecepatan aliran pada pipa transmisi lebih besar dibandingkan dengan kecepatan aliran dalam pipa distribusi. Dengan demikian, pemberian air ke Citugu Kidul tidak memberikan dampak besar terhadap sistem penyediaan air bersih untuk Kampung Siliwangi. Selain itu, perlu dipertimbangkan pemasangan stop kran pada titik percabangan.





GAMBAR 5. JALUR PIPA CABANG CITUGU KIDUL

### 3.5 Perencanaan Pipa Distribusi

Dari pipa transmisi, air dimasukkan ke dalam reservoir yang ditempatkan pada ketinggian 2.5 m dari muka tanah, dengan kapasitas sebesar 5,000 liter. Yang perlu diperhatikan adalah keseimbangan suplai air dari sumber dan pemakaian air saat jam puncak.

Analisis hidrolika sederhana dilakukan untuk mensimulasikan kondisi air yang akan disalurkan. Persamaan yang dipakai diturunkan dari Hukum Bernoulli. Berdasarkan Hukum Bernoulli kecepatan air yang keluar dari tangki sebanding dengan akar kuadrat tinggi muka air di dalam tangki, atau:

$$v_{out} = \sqrt{2gh} \tag{3}$$

dengan  $v$  adalah kecepatan aliran (m/dtk),  $g$  adalah gravitasi (m/ air dalam tangki (m)).

Analisis hidrolis dilakukan dengan mengasumsikan air yang masuk sebesar 0.0025 m<sup>3</sup>/dtk dan air yang keluar adalah 0.005 m<sup>3</sup>/dtk, yaitu jumlah air yang diperlukan saat debit puncak.

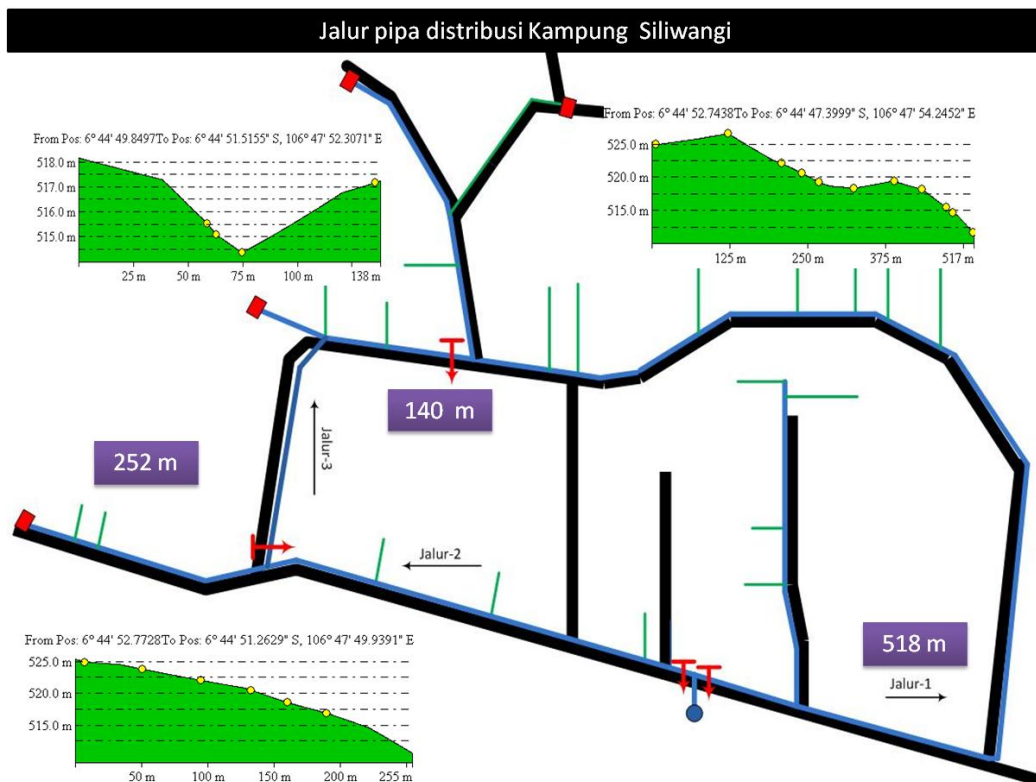
Gambar 6 menunjukkan bahwa air dalam reservoir mampu melayani kebutuhan air pada jam puncak sampai pada detik ke-907 atau selama 15 menit dan setelah itu besar debit yang disalurkan berangsur-angsur akan berkurang sampai akhirnya seimbang antara besar yang dikeluarkan dengan pemasukan air dari sumber yaitu 2.5 ltr/detik. Agar penyaluran air dapat berjalan dengan baik, maka perlu diberikan kran pengatur pada reservoir, terutama pada jam-jam puncak, antara lain jam 05.00-07.00 dan 16.00-18.00.

Jalur pipa distribusi air bersih untuk Kampung Siliwangi direncanakan menggunakan sistem tertutup. Untuk keperluan distribusi dan perawatan maka pada tiap jalur dilengkapi dengan stop kran. Kondisi topografi lahan yang tidak rata dapat mengakibatkan aliran air mengarah pada satu lahan saja. Pada Gambar 5. diperlihatkan kondisi topografi lahan pada masing-masing jalur. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa titik terendah pada masing-masing jalur berada dalam kisaran ketinggian 511 m

sampai 512 m, sementara elevasi reservoir berada pada ketinggian  $\pm 524.5$  m. Dengan kondisi topografi seperti ini, maka air diharapkan dapat mengalir secara merata pada semua jalur.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Sistem penyediaan air bersih yang diterapkan pada Kampung Siliwangi menerapkan teknologi penyediaan air bersih yang paling sederhana, yaitu mata air ditampung dan dialirkan secara gravitasi ke reservoir, dan akhirnya didistribusikan kepada masyarakat dengan cara gravitasi. Ada beberapa kelemahan dari sistem distribusi air bersih yang diterapkan di Kampung Siliwangi, salah satunya adalah kondisi topografi yang cukup curam (Gambar 7.) sehingga kecepatan aliran menjadi sangat tinggi. Kondisi ini mengakibatkan kawasan yang berada pada elevasi di atas 511m d.p.l, seringkali tidak mendapatkan air, meskipun pengaturan laju aliran dengan menggunakan stop kran sudah dilakukan. Dan untuk mengatasi hal tersebut, maka masyarakat setempat memberlakukan sistem rotasi. Hal kedua adalah tidak adanya bak pelepas tekanan pada jalur pipa transmisi ataupun bak penampung pada jalur pipa distribusi, karena keterbatasan dana. Ketidakterediaan salah satu infrastruktur ini mengakibatkan masyarakat Kampung Siliwangi harus mengatur aliran dari sumber saat air tidak digunakan oleh masyarakat, yaitu pada malam hari. Kelemahan pada sistem penyediaan air bersih yang diterapkan oleh masyarakat Kampung Siliwangi saat ini hanya dapat diselesaikan dengan penguatan kapasitas lembaga masyarakat pengguna air. Dan hal penting yang perlu dipertimbangkan adalah masalah iuran warga yang harus dapat membiayai operasional petugas pelaksana pengaturan air, antara lain mengatur rotasi dan laju aliran air dari sumber.



GAMBAR 6. JALUR PIPA DISTRIBUSI KAMPUNG SILIWANGI

## 5. Kesimpulan

Penyelenggaraan kegiatan penyediaan air berbasis masyarakat merupakan program yang melibatkan masyarakat mulai dari tahap perencanaan, konstruksi, sampai penerapannya. Teknologi yang digunakan dalam sistem penyediaan air bersih umumnya merupakan teknologi sederhana, dan direncanakan berdasarkan nilai kebiasaan yang berlaku umum. Salah satunya dalam menentukan jalur pipa transmisi, yang mengedepankan aspek ekonomis dibandingkan aspek teknik. Hasil analisis hidrolis menunjukkan bahwa kondisi pipa transmisi yang terpasang saat ini hanya mampu mengalirkan air sebesar 2.5 ltr/dtk, atau hanya setengah dari jumlah air yang dibutuhkan masyarakat, yaitu 5 ltr/dtk, sehingga diperlukan kesepakatan di antara warga agar jumlah air yang tersedia mampu melayani kebutuhan seluruh masyarakat pengguna air. Sistem distribusi tertutup dan penggunaan stop kran sebagai alat pengatur dan perawatan dapat membantu panitia pengatur air. Potensi terjadinya konflik dalam sistem penyediaan air bersih di Kampung Siliwangi cenderung ada akibat tidak diterapkannya penggunaan meter air untuk mengetahui berapa besar jumlah air yang dipakai oleh warga. Selain itu konsep pelestarian air sumber juga belum ada, baik berupa kebijakan dari Kepala Desa Tugu Jaya, sebagai “pemilik” sumber air, maupun Kepala Desa Cigombong sebagai pengguna. Sebagai catatan kelestarian sumber saat ini mulai menjadi perhatian utama dalam sistem penyediaan air bersih berbasis masyarakat, sebagai salah satu upaya untuk mencapai ketahanan air.

## Referensi

David, J.P., dan Edward, H.W. 1985. *Schaum's Outline of Theory and Problems of Fluid Mechanics and Hydraulics*, Mcgraw-Hill Book Company, Singapore.

Banta, H.D., 2009. What is technology assessment? *International Journal Technology Assessment Health Care*. Pp. 7-9. Cambridge University Press, USA.

Fox, Robert W. dan McDonald Alan T. 1994. *Introduction to Fluid Mechanics*, S1 Version, John Wiley & Sons, Ir c, New York

Hau'Oni. K., Hauonikris, E., Nugroho, D.G. 2008. *Model, Ukuran, Konstruksi Dan Pemeliharaan Jaringan Air Minum Dengan System Pemipaan Di Daerah Pedesaan*. Kementerian Federal Jerman untuk Kerjasama danPembangunan Ekonomi (BMZ). Kupang

Masduqi, A., Endah, N., dan Soedjono, E.S., 2008. Sistem Penyediaan Air Bersih Perdesaan Berbasis Masyarakat:Studi Kasus HIPAM di DAS Brantas Bagian Hilir, dalam *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana VIII – ITS*, Surabaya, hal 1-6.

Rajput, R.K., 2002, *Fluid Mechanics and Hydraulic Machines*, Revisi edisi kedua, S. Chand & Company Ltd, New Delhi.

Sunar Rochmadi. 1995. *Teknik Lingkungan*. UPP IKIP. Yogyakarta.

Thanh, N.C., Thanh, T.D., Hoat, H.V., dan Linh, N.M. 2008.. *Assessmentof small-scale drinking water schemes and latrines supported by Helvetas in Cao Bang*. Helvetas Vietnam Swiss Association for International Cooperation. Vietnam.

Cooper K, Fong C, Gonzalez M. 2009. *Tools for Water Supply Assessment San Miguel Suchtixtepec, Oaxaca*. Engineers for a Sustainable World