

HUBUNGAN ANTARA SOSIAL EKONOMI MASYARAKAT DAN PEMANENAN AIR HUJAN

Triyono^{a, 1}, Diananto Prihandoko^{a, 2}, Warniningsih^{a, 3},

^{a)} Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Yogyakarta, Jl. Raya Janti Jl. Gedongkuning No.KM,RW.4, Wonocatur, Banguntapan, Kec. Banguntapan, Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta 55198

^{1, 2, 3)} tryono@ity.ac.id, dito1921@ity.ac.id, warniningsihagus@gmail.com

ABSTRAK

Pemanenan air hujan merupakan upaya keberlanjutan sumber daya air bersih di Kawasan Perkotaan Yogyakarta dibawah permasalahan perubahan iklim dan penurunan muka air tanah akibat pertumbuhan penduduk dan perkembangan kota. Penelitian ini bertujuan untuk menguji tingkat studi kelayakan sosial dan ekonomi masyarakat terhadap pengembangan pemanenan air hujan sebagai upaya keberlanjutan sumber daya air. Metodelogi yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis sosial ekonomi meliputi ATP, WTP, dan CBR sedangkan partisipasi masyarakat dianalisis dengan uji korelasi dari variabel pemanenan air hujan dan sosial masyarakat. Hasil analisis ATP, WTP dan CBR menunjukkan jika sumur resapan merupakan metode pemanenan air hujan yang layak dari segi ekonomi. Partisipasi masyarakat terhadap pemeliharaan dan pengadaan prasarana pemanenan air hujan masih minimum. Perlunya upaya penguatan modal sosial melalui program pengembangan kapasitas komunitas pemanenan air hujan sebagai subyek yang berperan langsung dalam peningkatan partisipasi masyarakat.

Kata kunci: Pemanenan Air Hujan, studi kelayakan, sumber air.

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE SOCIOECONOMIC COMMUNITY AND RAINWATER HARVESTING

ABSTRACT

Rainwater harvesting is an effort to sustain clean water resources in the Yogyakarta Urban Area under the problems of climate change and decreasing groundwater levels due to population growth and city development. This research aims to test the level of community social and economic feasibility studies regarding the development of rainwater harvesting as an effort to sustain water resources. The methodology used in this research is socio-economic analysis including ATP, WTP, and CBR, while community participation is analyzed using a correlation test of rainwater harvesting and community social variables. The results of the ATP, WTP and CBR analysis show that infiltration wells are a rainwater harvesting method that is economically feasible. Community participation in the maintenance and provision of rainwater harvesting infrastructure is still minimal. There is a need to strengthen social capital through community capacity building programs for rainwater harvesting as a subject that plays a direct role in increasing community participation.

Keywords: Rainwater Harvesting, feasibility study, water resources

PENDAHULUAN

Air adalah elemen vital bagi kehidupan manusia dan untuk pengembangan masyarakat, yang tanpanya ekonomis dan sosial pengembangan tidak mungkin dilakukan. Untuk memastikan keberlanjutannya, kecenderungan aktual peningkatan ekstraksi untuk memasok meningkatnya permintaan air minum harus dikembalikan. Eksloitasi sumber daya air yang berlebihan telah menyebabkan tekanan air, dan pembatasan pasokan air di banyak negara (EEA, 2009). Baru-baru ini,

populasi yang terus bertambah, industrialisasi yang cepat dan urbanisasi ditambah dengan manajemen sumber daya air yang buruk telah mengakibatkan meningkatnya kelangkaan air dan masalah lingkungan di seluruh dunia (Biswas et al., 2009). Beberapa tren termasuk intensifikasi curah hujan, urbanisasi, penggundulan hutan, dan perpindahan penduduk dari desa ke kota telah meningkatkan paparan banjir di masa depan (Alexander dan Arblaster, 2009; Jongman dkk., 2012; Hallegatte dkk., 2013; IPCC, 2013).

Kelangkaan air diakui sebagai masalah yang semakin parah dengan implikasi global (Sazakli et al. 2007). Kelangkaan air adalah masalah utama di semua bagian dunia dan sekitar 2,2 miliar populasi dunia hidup tanpa air minum yang aman (WHO, 2019). Sekitar 5-20% dari populasi global diperkirakan hidup di bawah kelangkaan air absolut yaitu $<500 \text{ m}^3 / \text{orang} / \text{tahun}$ (Schewe ea al., 2014)

Banjir dan kekeringan, menjadi salah satu konsekuensi paling signifikan dari perubahan iklim dan urbanisasi (Semenza et al., 2008). Kerugian ekonomi yang disebabkan oleh banjir dan kekeringan telah meningkat secara dramatis di banyak wilayah di dunia selama beberapa dekade terakhir (Baldassarre et al., 2017). Meningkatnya banjir di daerah perkotaan berdampak terhadap infrastruktur perkotaan, yang akan membutuhkan sumber daya keuangan yang signifikan untuk ditangani (Giuffria et al., 2017). Manajemen banjir adalah masalah kritis yang dihadapi kota-kota di sekitarnya dunia (Sundermann et al., 2014). Terdapat dua faktor dominan yang mempengaruhi pemanasan global dan perubahan iklim, yaitu faktor alam dan manusia. Kelembagaan merupakan peran penting untuk menciptakan kondisi yang memungkinkan untuk adaptasi dan juga untuk tata kelola air yang efektif dan pemanfaatan sumber daya (Azhoni et al., 2017). Adaptasi iklim ekstrem dalam jangka panjang difasilitasi jika kesejahteraan sosial, kualitas hidup, infrastruktur, mata pencaharian, dan penggabungan pendekatan multi-bahaya termasuk ke dalam perencanaan untuk bencana dalam jangka pendek (Yazdanfar, 2015).

Permasalahan banjir dan kekeringan memerlukan paradigma baru dalam pengelolaan air. Paradigma pengelolaan air telah berkembang pesat sejak kelahiran kota-kota, dari tujuan paling mendasar dari penyediaan air yang aman hingga sanitasi, perlindungan banjir, dan Kota Siklus Air (Brown et al., 2009). Pengelolaan air hujan merupakan paradigma baru sebagai alternatif untuk keberlanjutan air (Han, 2006). Air hujan sebagai sumber analternatif bangunan air telah digunakan selama bertahun-tahun di seluruh dunia. Ini dapat digunakan sebagai air minum dan air yang tidak dapat diminum (Gwenzi et al., 2015). Tugas sistem pemanenan air hujan adalah pengumpulan, penyimpanan, distribusi, dan penggunaan air untuk berbagai keperluan di dalam bangunan (Jha et al., 2014). Secara umum, kelayakan finansial sistem pemanenan air hujan tergantung pada biaya modal sistem, permintaan air hujan yang dipanen, dan harga air (Campisano et al., 2017). Dari sisi teknis air hujan biasanya memiliki kualitas yang lebih baik daripada air limbah atau limbah industri yang tidak diolah (Mitchell et al., 2002). Namun demikian, pengembangan sistem pemanenan air hujan sebagai sumber air seringkali terhambat oleh hambatan sosial dan kelembagaan yang dihasilkan dari campuran yang rumit dari persepsi risiko oleh banyak pemangku kepentingan (Dobbie and Brown, 2012).

Perkembangan Kawasan Perkotaan Yogyakarta tergolong cukup pesat, dengan pertumbuhan penduduk mencapai 0,29% (BPS, 2018) dan aktivitas kegiatan komersial sebagai pendukung Kawasan Perkotaan Yogyakarta sebagai kawasan pariwisata dan budaya. Pemenuhan kebutuhan air di Kawasan Perkotaan Yogyakarta dilakukan oleh PDAM dan air tanah berupa air dari sumur yang dimiliki secara individual oleh masyarakat. Dampak dari konversi lahan di Kawasan Perkotaan Yogyakarta sudah mulai dirasakan di Kota Yogyakarta, pada tahun 2011 penurunan muka air tanah di Kota Yogyakarta mencapai 30 cm per tahun dan 15-30 cm per tahun (Purnama, 2016). Dilihat dari parameter koefisien limpasan, kemiringan lereng, kerapatan drainase, tinggi muka air tanah, kebutuhan air, fluktuasi muka air tanah dan permeabilitas tanah maka Kawasan Perkotaan Yogyakarta berpotensi tinggi dan membutuhkan pemanenan air hujan. Faktor sosial masyarakat terhadap pemanenan air hujan perlu diuji sebagai faktor pendukung keberlanjutan pemanenan air hujan di Kawasan Perkotaan Yogyakarta.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji tingkat studi kelayakan sosial dan ekonomi masyarakat terhadap pengembangan pemanenan air hujan sebagai upaya keberlanjutan sumber daya air.

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan pada penelitian ini didapatkan dengan metode kuesioner dan survei instansi pemerintah yang bersumber dari data populasi Kawasan perkotaan Yogyakarta. Cara pengumpulan data dengan kuesioner yaitu mengajukan daftar pertanyaan tertulis kepada masyarakat (rumah tangga) atau

responden dengan tujuan memperoleh informasi dengan reliabilitas dan validitas yang tinggi. Jumlah responden dalam penelitian ini ditentukan dengan rumus slovin (Rumus 1):

$$n = \frac{N}{(1 + Nx(e))^2} \quad \dots \dots \dots \text{(Rumus 1)}$$

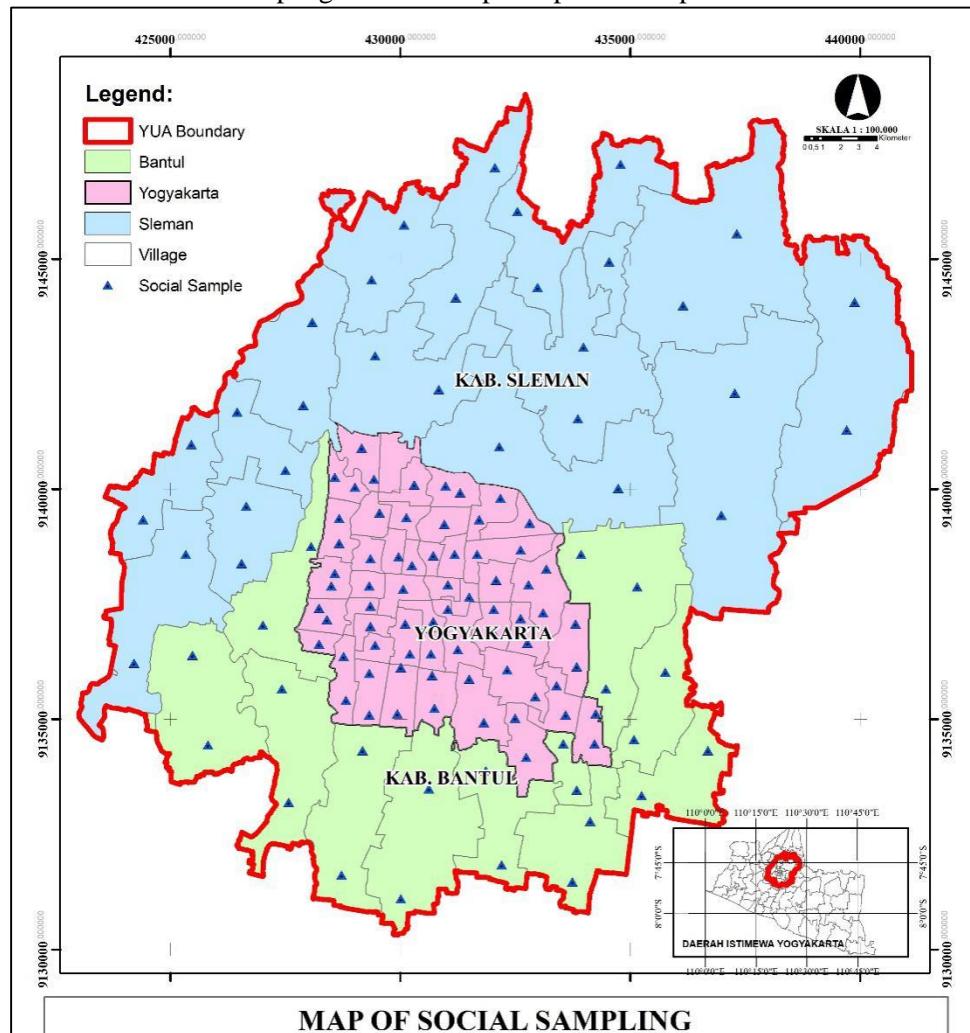
Keterangan :

n = Jumlah Sampel

N = Jumlah Total Populasi

e = Batas Toleransi Error (10%)

Dengan jumlah populasi di Kawasan Perkotaan Yogyakarta sebanyak 228.007 KK, maka jumlah responden adalah 100 KK. Jumlah desa di Kawasan Perkotaan Yogyakarta sebanyak 71, agar sampling merata pada seluruh desa maka diambil 2 sampel pada masing-masing desa, sehingga jumlah total sampel adalah 142 KK. Sebaran pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Sampling

Analisis untuk menguji kemampuan dan kemauan masyarakat dalam pembiayaan pemanenan air hujan menggunakan analisis *Willingness To Pay* (WTP), *Ability To Pay* (ATP). Sedangkan analisis kelayakan ekonomi pemanenan air hujan menggunakan *Cost-Benefit Ratio* (CBR). WTP adalah kesediaan pengguna untuk mengeluarkan imbalan atas jasa yang diperolehnya (Tamim, 1999). Nilai WTP terhadap suatu alternatif model ditentukan dengan survey kuesioner menggunakan format pertanyaan berdasarkan metode stated preference (Setiawan, 2000). Pendekatan yang digunakan dalam analisis ATP didasarkan pada alokasi biaya untuk memenuhi kebutuhan air bersih dan volume air bersih

yang digunakan. Nilai ATP dianalisis dengan Rumus 2. Sedangkan analisis CBR adalah membandingkan manfaat dan biaya dalam implementasi RWH dengan rumus 3.

$$ATP = \frac{Ix.Pp}{Tr} \quad \dots \dots \dots \text{(Rumus 2)}$$

Keterangan:

ATPr = ATP respondent (Rp/m3)

Ix = income level of respondents per month (Rp/month)

Pp = The percentage of the budget for the cost of meeting the needs of clean water (%)

Tr = The volume of clean water consumed by respondents per month (m3/bulan)

$$NetB / CRatio = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Bt - Ct}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{Ct - Bt}{(1+i)^t}} \quad \dots \dots \dots \text{(Rumus 3)}$$

Keterangan:

Bt = Manfaat sosial kotor proyek pada tahun ke-t.

Ct = Biaya sosial kotor proyek pada tahun ke-t.

n = Umur ekonomis proyek.

i = Oportunitas sosial atas modal (tingkat diskonto sosial)

RWH dinyatakan layak secara ekonomi jika nilai CBR lebih dari 1.

Tingkat sosial masyarakat terhadap pengembangan pemanenan air hujan dianalisis menggunakan uji korelasi antara 2 variabel yaitu pemanenan air hujan dan sosial masyarakat. Korelasi merupakan salah satu teknik analisis dalam statistik yang digunakan untuk mencari hubungan antara dua variabel yang bersifat kuantitatif. Hubungan dua variabel tersebut dapat terjadi karena adanya hubungan sebab akibat atau dapat pula terjadi karena kebetulan saja. Dua variabel dikatakan berkorelasi apabila perubahan pada variabel yang satu akan diikuti perubahan pada variabel yang lain secara teratur dengan arah yang sama (korelasi positif) atau berlawanan (korelasi negatif). Tahapan dalam uji korelasi adalah mengelompokkan data hasil kuesioner yang terbagi menjadi variabel x dan variabel y. Yang kemudian dihitung nilai korelasi Rumus 4, untuk menentukan tingkat besaran korelasi yang juga merupakan tingkat modal sosial masyarakat. Nilai korelasi dikelompokan menjadi skala sebagai berikut (Nugroho, 2005);

0,00 – 0,20 = korelasi sangat lemah / tidak berkorelasi

0,21 – 0,40 = korelasi lemah

0,41 – 0,70 = korelasi kuat

0,71 – 0,91 = korelasi sangat kuat

0,91 – 0,99 = korelasi sangat kuat sekali

1,00 = korelasi sempurna

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2}} \quad \dots \dots \dots \text{(Rumus 4)}$$

Keterangan:

n : jumlah pasangan data

x : Variabel x

y : variabel y

Pemanenan air hujan sebagai variabel x dengan beberapa sub kriteria sebagai berikut;

- a. Air bersih
- b. Air kesehatan
- c. Ekonomi
- d. Sosial Budaya
- e. Lingkungan

Teknik pengolahan data statistic untuk mengetahui nilai korelasi atau kuat lemahnya hubungan kedua variabel sebaiknya menggunakan bantuan software seperti Statistikal Package for the Social Science (SPSS). SPSS adalah sebuah program aplikasi yang memiliki kemampuan analisis statistic cukup tinggi serta sistem manajemen data pada lingkungan grafis dengan menggunakan menu deskriptif dan kotak-kotak dialog yang sederhana sehingga mudah untuk dipahami cara pengoperasianya (Arif, 2010). Selain mudah cara pengoperasianya yaitu efektif dalam segi waktu untuk interpretasi output yang dihasilkan disbanding dengan menggunakan metode perhitungan rumus secara manual.

Modal social sebagai gambaran kehidupan social yang memungkinkan para partisipan dalam hal ini masyarakat dalam suatu wilayah bertindak bersama secara lebih efektif untuk mencapai tujuan Bersama (Putnam, 2000). Terdapat tiga komponen pembentuk modal social yaitu :

1. Kepercayaan
2. Jaringan Sosial
3. Norma

Berikut merupakan indikator yang digunakan untuk mengukur modal social dalam penelitian ini yaitu:

1. Bertambah atau berkurangnya jumlah penduduk
2. Penemuan-penemuan baru
3. Pertentangan
4. Kontak dengan kebudayaan lain
5. Sistem Pendidikan Formal yang Maju
6. Sistem terbuka dalam lapisan-lapisan masyarakat
7. Penduduk yang Heterogen
8. Ketidakpuasan masyarakat terhadap bidang-bidang tertentu

Penjelasan dari kriteria pemanenan air hujan ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1. Kriteria Pemanenan Air Hujan

Kriteria	Penjelasan
Air Bersih	Air hujan merupakan air baku utama yang menjadi sumber baku andalan bagi air permukaan dan air tanah. Air hujan ditampung untuk digunakan langsung sebagai penyediaan air bersih domestik sehari-hari melalui penyaringan sederhana. Lebihan/sisa penggunaan air bersih diresapkan pada sumur dan dialirkan dengan saluran resapan.
Air Kesehatan	Kualitas air hujan relatif lebih baik dibandingkan dengan air permukaan dan air tanah diamana karakter fisik, kimia dan biologi aman dibawah baku mutu syarat air bersih. Kandungan zat pada terlarut (TDS) dan bakteri e-coli rendah, potensi untuk digunakan sebagai air minum. Melalui proses eletrolisis dapat memilahkan air hujan menjadi sifat asam dan basa yang keduanya dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan kesehatan, menyembuhkan berbagai penyakit. Air basa bagus diminum untuk menurunkan asam lambung dan berbagai racun dalam tubuh. Air asam bisa dipakai untuk perawatan kulit, terutama perawatan wajah.
Ekonomi	Nilai ekonomi air hujan meliputi seluruh nilai yang terkandung di dalam nilai-nilai air bersih, kesehatan, sosial, dan budaya. Mencakup biaya investasi dan operasional pemeliharaan (Capex and Opex), Biaya dari pengoperasian, pemeliharaan, perbaikan, penggantian, dan administrasi pelayanan terjangkau pada level lokal melalui user fees atau alternatif mekanisme pembiayaan yang berkelanjutan. Nilai air bersih: <ol style="list-style-type: none">1. Biaya pembuatan sumur gali2. Biaya langganan PDAM3. Biaya langganan PLN4. Biaya pembelian air isi ulang (galon)5. Biaya pembelian air minum dalam kemasan (AMDK)6. Biaya operasional dan pemeliharaan Nilai kesehatan:

Kriteria	Penjelasan
Sosial Budaya	<p>1. Biaya obat 2. Biaya dokter 3. Biaya perawatan 4. Biaya pemulihan 5. Biaya kerentanan Nilai sosial budaya:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Biaya pembelian pulsa 2. Biaya rekreasi 3. Biaya keamanan 4. Biaya kenyamanan 5. Biaya kesejahteraan 6. Biaya ketenangan <p>Nilai konservasi/kualitas lingkungan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Biaya perbaikan tanah longsor 2. Biaya penanganan kekeringan/droping air bersih 3. Biaya perbaikan kerusakan infrastruktur 4. Biaya pembelian kayu 5. Biaya pembelian sayur & buah <p>Sosial dan budaya merupakan satu kesatuan nilai yang ada di masyarakat membentuk kekuatan sosial (modal sosial). Komunitas pemanenan air hujan akan membentuk karakter sosial: semakin mempererat jalinan sosial dan merekatkan nilai-nilai luhur budaya melestarikan air sebagai sumber kehidupan. Jalinan erat komunitas terbentuk di daerah sekitar, nasional, dan bahkan secara global. Air hujan turun di seluruh belahan bumi berkah seluruh alam dan menjadi tanggung jawab seluruh makhluk ciptaan Tuhan untuk mengelola dan memanfaatkan sebaik-baiknya sehingga betul-betul menjadi berkah dan berdaya guna, dan tidak berdaya rusak.</p>
Lingkungan	<p>Air hujan sejatinya bersih dan sehat, berdaya guna dan bukan berdaya rusak. Air hujan dikelola dengan baik sebagaimana kitohnya makan akan membawa berkah untuk seluruh kehidupan. Air hujan ditampung, dimanfaatkan dan diresapkan sebagai tabungan air tanah menjadi langkah konservatif meningkatkan kualitas lingkungan. Pembuatan ruang terbuka hijau (RTH) selain fungsi konservasi menyimpan air tanah, juga menciptakan iklim mikro menyajikan udara sejuk, taman alam indah untuk rekreasi dan bangkitkan ekonomi, serta sarana edukasi.</p>

Sumber : pengolahan data sekunder

Sosial masyarakat sebagai variabel y dengan beberapa sub kriteria sebagai berikut;

- a. Kebutuhan
- b. Kemauan
- c. Kemampuan
- d. Partisipasi

Penjelasan dari kriteria sosial masyarakat ditunjukkan pada Tabel 2

Tabel 2. Kriteria Sosial Masyarakat

Kriteria	Penjelasan
Kebutuhan	Kebutuhan sosial yang harus dipenuhi berdasarkan kepentingan bersama dalam masyarakat secara individu, keluarga dan komunitas. Kebutuhan pokok manusia adalah pangan, sandang dan papan, untuk mewujudkan hidup aman, tenteram, damai, sehat, bahagia, sejahtera dll. Air hujan merupakan salah satu bahan pokok untuk memenuhi kebutuhan hidup.
Kemauan	Kemauan adalah dorongan dari dalam yang sadar, berdasarkan pertimbangan pikiran dan perasaan, serta seluruh pribadi seseorang yang menimbulkan kegiatan yang terarah pada tercapainya tujuan tertentu yang

Kriteria	Penjelasan
Kemampuan	berhubungan dengan kebutuhan hidupnya. Artinya; kemauan dipicu oleh kebutuhan, seseorang akan muncul kemauan tatkala merasa butuh dan harus dipenuhi walau harus berkorban atau mengeluarkan energi (tenaga, pikiran, waktu dan biaya).
Partisipasi	Kemampuan masyarakat didorong oleh adanya kemauan atas dasar kebutuhan. Kemampuan masyarakat untuk membayar sejumlah nilai demi pemenuhan kebutuhan pokok hidupnya. Sebagai contoh kemampuan membayar jasa pelayanan air bersih yang diterimanya berdasarkan penghasilan yang dianggap ideal. Faktor yang mempengaruhi kemampuan masyarakat dalam membayar adalah penghasilan keluarga per bulan.
	Partisipasi masyarakat terbentuk karena adanya ikatan kebutuhan, kemauan dan kemampuan, agar tujuan hidupnya tercapai. Contoh; partisipasi masyarakat melekat dalam pemeliharaan prasarana pemanenan hujan diperlukan dalam upaya menjaga keberlanjutan fungsi dan meminimalisasi terjadinya kerusakan pada prasarana pemanenan air hujan.

Sumber : pengolahan data sekunder

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aspek sosial masyarakat dalam pemenuhan kebutuhan air bersih sangat penting untuk mempengaruhi Pemerintah Daerah dan keberhasilan dalam penerapan teknologi baru yaitu pemanenan air hujan. Masyarakat dapat merespon ancaman kekeringan melalui dua strategi yang berbeda yaitu adaptasi dan mitigasi. Kesediaan masyarakat untuk berpartisipasi dalam kegiatan publik merupakan faktor penting dalam kemampuan publik untuk mempengaruhi pemerintah daerah dan keberhasilan dalam penerapan teknologi baru yaitu pemanenan air hujan.

Aspek sosial masyarakat dalam menguji kemampuan dan kemauan masyarakat dianalisis dengan ATP dan WTP. Data yang digunakan pada analisis ATP dan WTP adalah dari hasil kuesioner. Hasil kuesioner dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Perhitungan ATP dan WTP

No	Karakteristik Responden	Nilai
1	Biaya yang dikeluarkan untuk pemenuhan kebutuhan air bersih (Rp. /bulan)	165.000
2	Volume kebutuhan air bersih per bulan/ KK (m ³)	12
3	Kemauan masyarakat dalam membayar biaya layanan pemanenan air hujan (Rp. /bulan)	111.000

Sumber : pengolahan data sekunder

Dari tabel 3, maka dihitung nilai ATP sebagai berikut;

$$ATP = \frac{Rp. 165.000}{12m^3}$$

$$= Rp. 13.750 \text{ per m}^3$$

Sedangkan nilai WTP berdasarkan data kuesioner adalah Rp. 111.000 per bulan maka jika dihitung untuk satuan per m³ menjadi Rp. 111.000 : 15 m³ = Rp. 7.400/m³. Jika dibandingkan dengan harga air PDAM yaitu Rp 2000 per m². Maka nilai ATP dan WTP dari hasil penelitian melebihi harga air PDAM. Sedangkan sumber air bersih yang digunakan masyarakat sebagian besar menggunakan air tanah dari sumur sebanyak 69% dan sisanya sebanyak 39% menggunakan air PDAM. Jadi dari hasil analisis ATP dapat disimpulkan jika penggunaan air oleh masyarakat lebih dari 12 m³/bulan atau 0,1 m³/jiwa/hari. Selain itu tingginya nilai ATP dapat diartikan jika penggunaan air bersih oleh penduduk bukan hanya untuk keperluan domestik namun juga untuk keperluan non domestik.

Analisis kelayakan ekonomi pemanenan air hujan menggunakan analisis CBR. Analisis CBR dilakukan pada prasarana RWH yang sebagian besar pengadaan dan operasionalnya melibatkan masyarakat yaitu sumur resapan dan penampungan air hujan individual. Analisis CBR untuk sumur

resapan air hujan meliputi penghitungan biaya konstruksi, biaya pemeliharaan dan manfaat yang diperoleh. Biaya konstruksi dan pemeliharaan sumur resapan diuraikan pada Tabel 4

Tabel 4. Biaya Konstruksi dan Pemeliharaan Sumur Resapan

No	Komponen	jumlah	satuan	harga satuan	Total Biaya
Biaya Konstruksi					
1	Buis beton	4	bah	Rp 305.000	Rp 1.220.000
2	Semen	20	Sak	Rp 50.000	Rp 1.000.000
3	Pasir	1	Rit	Rp 1.300.000	Rp 1.300.000
4	Talang	20	m	Rp 120.000	Rp 2.400.000
5	Pipa	4	m	Rp 130.000	Rp 520.000
6	Tenaga	5	3 hari	Rp 100.000	Rp 500.000
Total Biaya Konstruksi					
Biaya Pemeliharaan					
1	Pengurasan	1	tahun	Rp 200.000	Rp 200.000

Sumber : pengolahan data sekunder, Kementerian PUPR

Analisis manfaat didasarkan pada pengaruh sumur resapan terhadap peningkatan tinggi muka air tanah. Keberadaan sumur resapan di Yogyakarta telah menaikkan muka air tanah 0,282 meter/tahun dengan curah hujan 800,6 mm (Moeljono, 1995)

Analisis CBR dilakukan dengan kriteria sebagai berikut;

$$\text{Umur sumur resapan (t)} = 20 \text{ tahun}$$

$$\text{Tingkat diskonto (i)} = 15\%$$

$$\text{Harga air (r)} = \text{Rp. } 2000 / \text{m}^3$$

$$\text{Jumlah jiwa per KK (n)} = 4 \text{ jiwa/KK}$$

$$\text{pemakaian air (v)} = 150 \text{ liter/org/hr} = 0,15 \text{ m}^3/\text{org/hr}$$

$$\text{jumlah hari bulan kering (b)} = 180 \text{ hari}$$

$$\text{kedalaman sumur resapan (h)} = 2 \text{ m}$$

$$\text{diameter (d)} = 1 \text{ m}$$

$$\text{curah hujan kota jogja (ch)} = 2542,3 \text{ mm}$$

$$\text{Besarnya manfaat} = n \times b \times v + (3,14 \times (d/2)^2) \times ch$$

$$= 4 \text{ jiwa/KK} \times 180 \text{ hari} \times 0,15 \text{ m}^3/\text{hr} + (3,14 \times 0,5 \times 0,5) \times 2542,3 \text{ mm}/800,6 \text{ mm.}$$

$$= \text{Rp } 687.312$$

$$\text{Besarnya manfaat tahun t (Bt)} = \text{Rp } 687.312 : 15\% \times 20$$

$$= \text{Rp } 11.953.261$$

$$\text{Besarnya biaya investasi tahun t (Ct)} = \text{Rp } 6.940.000 + (200.000 : 15\% \times 20)$$

$$= \text{Rp } 10.418.261$$

$$\text{CBR} = \text{Rp } 11.953.261 : \text{Rp } 10.418.261 = 1,14$$

Nilai CBR lebih dari 1 sehingga sumur resapan layak secara ekonomi sebagai metode pemanenan air hujan

Analisis CBR untuk penampungan air hujan meliputi penghitungan biaya konstruksi, biaya operasional dan pemeliharaan serta manfaat yang diperoleh. Biaya konstruksi dan biaya operasional dan pemeliharaan penampungan air hujan diuraikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Biaya Konstruksi dan Pemeliharaan Penampungan Air Hujan

No	Komponen	jumlah	satuan	harga satuan	Total Biaya
Biaya Konstruksi					
1	Semen	20	bah	Rp 50.000	Rp 1.000.000
2	Bata	4000	Sak	Rp 500	Rp 2.000.000
3	Pasir	2,5	Rit	Rp 1.300.000	Rp 3.250.000
4	Kran	2	m	Rp 15.000	Rp 30.000
5	Besi	40	m	Rp 20.000	Rp 800.000
Alat					
6	Penyaring	20	m ²	Rp 10.000	Rp 200.000
7	Mesin RO	1	unit	Rp 5.500.000	Rp 5.500.000
Total Biaya Konstruksi					
Biaya Operasional					

No	Komponen	jumlah	satuan	harga satuan	Total Biaya
1	Listrik	12	bulan	Rp 20.000	Rp 240.000
1	Biaya Pemeliharaan Pengurasan	1	tahun	Rp 100.000	Rp 100.000

Analisis CBR dilakukan dengan kriteria sebagai berikut;

$$\begin{aligned}
 \text{Umur sumur resapan (t)} &= 20 \text{ tahun} \\
 \text{Tingkat diskonto (i)} &= 15\% \\
 \text{Harga air (r)} &= \text{Rp. } 2000 / \text{m}^3 \\
 \text{Jumlah jiwa per KK (n)} &= 4 \text{ jiwa/KK} \\
 \text{pemakaian air (v)} &= 150 \text{ liter/org/hr} = 0,15 \text{ m}^3/\text{hr} \\
 \text{jumlah hari bulan kering (b)} &= 180 \text{ hari} \\
 \text{Volume penampungan air hujan (V)} &= n \times v \times b \\
 &= 4 \text{ jiwa/KK} \times 0,15 \text{ m}^3/\text{jiwa/hr} \times 180 \text{ hari} \\
 &= 108 \text{ m}^3 \\
 \text{Besarnya manfaat} &= 108 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 2000 / \text{m}^3 \\
 &= \text{Rp} 216.000 \\
 \text{Besarnya manfaat tahun t (Bt)} &= \text{Rp } 216.000 : 15\% \times 20 \\
 &= \text{Rp } 3.756.600 \\
 \text{Besarnya biaya investasi tahun t (Ct)} &= \text{Rp } 12.780 + (\text{Rp } 340.000 : 15\% \times 20) \\
 &= \text{Rp } 18.694.000 \\
 \text{CBR} &= \text{Rp } 3.756.600 : \text{Rp } 18.694.000 = 0,2
 \end{aligned}$$

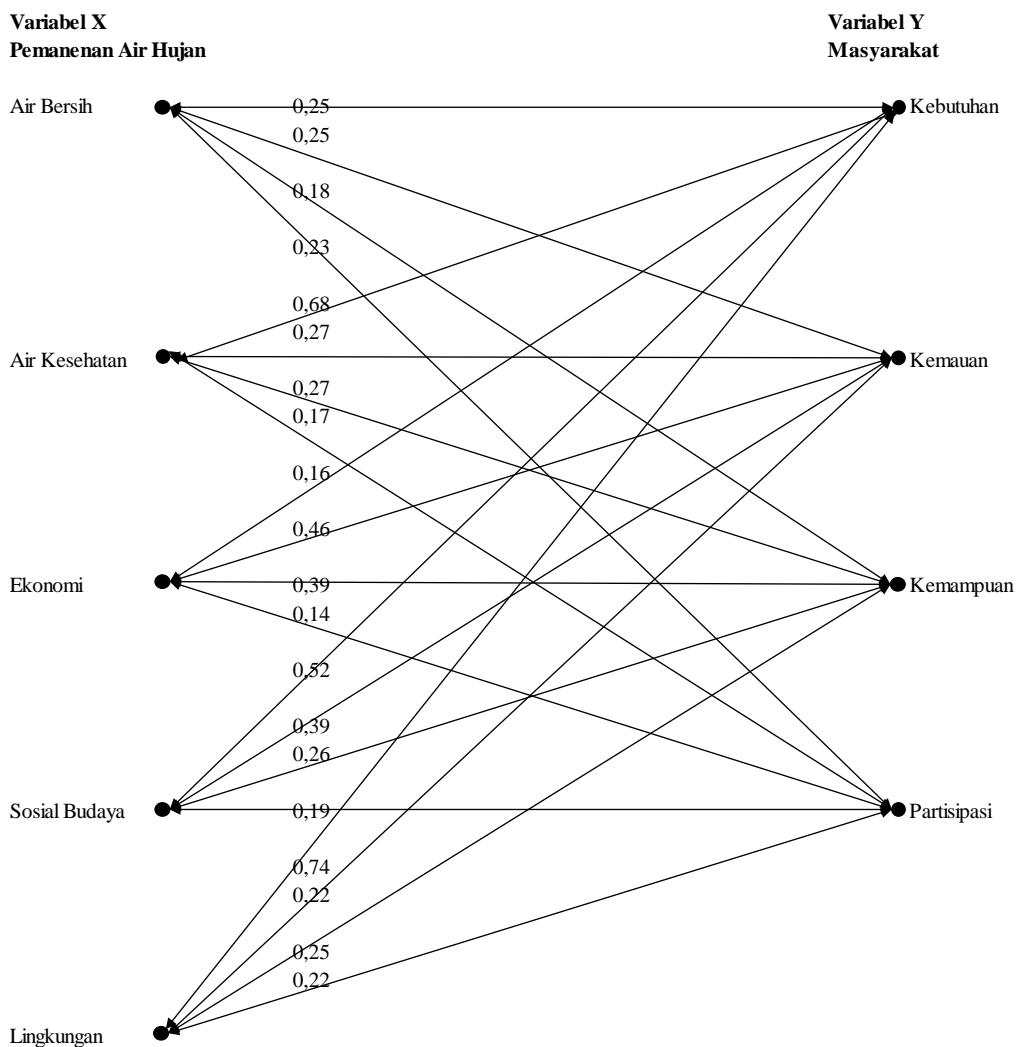
Nilai CBR kurang dari 1 sehingga penampungan air hujan tidak layak secara ekonomi sebagai metode pemanenan air hujan. Hal ini dipengaruhi oleh keterbatasan manfaat yang hanya berlaku pada musim kering, diperlukannya tempat penampungan yang luas, serta tingginya biaya konstruksi karena ukuran dan nilai lahannya. Bagi konstruksi rumah yang memungkinkan dibuatnya penampungan di lantai atas akan meminimalisir biaya, terutama nilai lahannya serta kemudahan pemanfaatannya.

Analisis yang dilakukan selanjutnya adalah korelasi aspek sosial masyarakat dan pemanenan air hujan. Data yang digunakan dalam uji korelasi adalah variabel pemanenan air hujan dan sosial masyarakat didapatkan dari kuesioner. Hasil kuesioner dapat dilihat pada Tabel 6

Tabel 6. Hasil Uji Kuesioner

No	Kriteria	Skor Kuesioner
1	Air Bersih	692
2	Air Kesehatan	691
3	Ekonomi	691
4	Sosial Budaya	702
5	Lingkungan	691
6	Kebutuhan	688
7	Kemauaan	685
8	Kemampuan	674
9	Partisipasi	650

Pengujian korelasi dilakukan antara 2 variabel yaitu variabel x yang terdiri dari kriteria pemanenan air hujan dan variabel y yang terdiri dari kriteria sosial masyarakat. Hasil korelasi dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Nilai Korelasi Antara Pemanenan Air Hujan dan Masyarakat

Dari nilai korelasi kemudian ditentukan Tingkat korelasi antara 2 variabel tersebut. Tingkat korelasi antara pemanenan air hujan dan sosial masyarakat dapat dilihat pada Tabel 7

Tabel 7. Tingkat Korelasi Antara Pemanenan Air Hujan dan Sosial Masyarakat

x	y	Nilai Korelasi	kriteria
Lingkungan	Kebutuhan masyarakat	0,74	korelasi sangat kuat
Air Kesehatan	Kebutuhan masyarakat	0,68	korelasi kuat
Sosial Budaya	Kebutuhan masyarakat	0,52	korelasi kuat
Ekonomi	Kemauan Masyarakat	0,46	korelasi kuat
Sosial Budaya	Kemauan Masyarakat	0,39	korelasi lemah
Air Kesehatan	Kemampuan Masyarakat	0,27	korelasi lemah
Air Kesehatan	Kemauan Masyarakat	0,27	korelasi lemah
Sosial Budaya	Kemampuan Masyarakat	0,26	korelasi lemah
Air bersih	Kemauan Masyarakat	0,25	korelasi lemah
Lingkungan	Kemampuan Masyarakat	0,25	korelasi lemah
Air bersih	Kebutuhan masyarakat	0,25	korelasi lemah
Air bersih	Partisipasi Masyarakat	0,23	korelasi lemah
Lingkungan	Kemauan Masyarakat	0,22	korelasi lemah

x	y	Nilai Korelasi	kriteria
Sosial Budaya	Partisipasi Masyarakat	0,19	korelasi sangat lemah
Air bersih	Kemampuan Masyarakat	0,18	korelasi sangat lemah
Air Kesehatan	Partisipasi Masyarakat	0,17	korelasi sangat lemah
Ekonomi	Kebutuhan masyarakat	0,16	korelasi sangat lemah
Ekonomi	Kemampuan Masyarakat	0,14	korelasi sangat lemah
Ekonomi	Partisipasi Masyarakat	0,14	korelasi sangat lemah
Lingkungan	Partisipasi Masyarakat	0,14	korelasi sangat lemah

Tabel 7 menunjukkan bahwa nilai korelasi tertinggi atau sangat kuat adalah korelasi antara lingkungan dan kebutuhan masyarakat. korelasi tinggi atau kuat adalah korelasi antara air kesehatan dan kebutuhan masyarakat, korelasi antara sosial budaya dan kebutuhan masyarakat dan korelasi antara ekonomi dan kemauan masyarakat. Korelasi kuat antara air kesehatan dan kebutuhan masyarakat menunjukkan jika masyarakat sangat membutuhkan pemanenan air hujan terutama untuk kesehatan, karena air hujan memiliki kualitas yang cenderung baik sehingga menjamin kesehatan masyarakat, disisi lain korelasi antara kebutuhan air bersih sangat membutuhkan partisipasi sosial dimana masyarakat sebagai faktor penting selain sebagai konsumen namun juga dapat berperan dalam menyediakan prasarana pemanenan air hujan dan berpartisipasi dalam pemeliharaan prasarana pemanenan air hujan. Kualitas air hujan yang cenderung baik hanya memerlukan teknologi pengolahan yang sederhana untuk dapat memenuhi baku mutu untuk air bersih sehingga biaya untuk pengaan instalasi pengolahan air lebih murah dibandingkan pengolahan air dengan air baku air permukaan. Selain itu curah hujan di Kawasan Perkotaan Yogyakarta cukup tinggi yaitu 2.542,3 mm³/tahun untuk Kota Yogyakarta, 2443,25 mm³/tahun untuk Kabupaten Bantul dan 3.521 mm³/tahun untuk Kabupaten Sleman. Besarnya curah hujan sangat berpengaruh terhadap besarnya volume air hujan yang dapat dipanen yang kemudian dapat meminimalkan biaya kebutuhan air bersih dari PDAM. Sehingga pemanenan air hujan memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan juga memiliki korelasi yang kuat terhadap kemauan masyarakat untuk memanfaatkan air hujan.

Beberapa kriteria masih menunjukkan kriteria yang sangat lemah terutama untuk faktor partisipasi masyarakat. Partisipasi masyarakat dalam pemeliharaan prasarana pemanenan hujan diperlukan dalam upaya menjaga keberlanjutan fungsi dan meminimalisasi terjadinya kerusakan pada prasarana pemanenan air hujan

Dari besaran nilai korelasi selanjutnya dianalisis tingkat modal sosial masyarakat dalam pemanenan air hujan yang dikelompokkan menjadi 4 kriteria yaitu tinggi, sedang, rendah dan minimum. Tingkat modal sosial masyarakat terhadap pemanenan air hujan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Tingkat Modal Sosial Masyarakat terhadap Pemanenan Air Hujan

PAH	Masyarakat	Nilai	Tingkat Modal Sosial
Lingkungan	Kebutuhan masyarakat	0,74	tinggi
Air Kesehatan	Kebutuhan masyarakat	0,68	tinggi
Sosial Budaya	Kebutuhan masyarakat	0,52	sedang
Ekonomi	Kemauan Masyarakat	0,46	sedang
Sosial Budaya	Kemauan Masyarakat	0,39	rendah
Air Kesehatan	Kemampuan Masyarakat	0,27	minimum
Air Kesehatan	Kemauan Masyarakat	0,27	minimum
Sosial Budaya	Kemampuan Masyarakat	0,26	minimum
Air bersih	Kemauan Masyarakat	0,25	minimum
Lingkungan	Kemampuan Masyarakat	0,25	minimum
Air bersih	Kebutuhan masyarakat	0,25	minimum
Air bersih	Partisipasi Masyarakat	0,23	minimum
Lingkungan	Kemauan Masyarakat	0,22	minimum

Sosial Budaya	Partisipasi Masyarakat	0,19	minimum
Air bersih	Kemampuan Masyarakat	0,18	minimum
Air Kesehatan	Partisipasi Masyarakat	0,17	minimum
Ekonomi	Kebutuhan masyarakat	0,16	minimum
Ekonomi	Kemampuan Masyarakat	0,14	minimum
Ekonomi	Partisipasi Masyarakat	0,14	minimum
Lingkungan	Partisipasi Masyarakat	0,14	minimum

Tingkat modal sosial dari masing-masing kriteria menunjukkan sejauh mana sikap masyarakat terhadap pemanenan air hujan. Kriteria modal sosial dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Kriteria Modal Sosial

Minimum	Rendah	Sedang	Tinggi
– Tidak mementingkan kesejahteraan orang lain; memaksimalkan kepentingan sendiri dengan mengorbankan kepentingan orang lain	– Hanya mengutamakan kesejahteraan sendiri; kerjasama terjadi sejauh bisa menguntungkan diri sendiri	– Komitmen terhadap upaya bersama; kerjasama terjadi bila juga memberi keuntungan pada orang lain	– Komitmen terhadap kesejahteraan orang lain; kerjasama tidak terbatas pada kemanfaatan sendiri, tetapi juga kebaikan bersama
– Nilai-nilai: Hanya menghargai kebesaran diri sendiri	– Efisiensi kerjasama	– Efektivitas kerjasama	– Altruisme dipandang sebagai hal yang baik
– Isu-isu pokok: Selfishness: Bagaimana sifat seperti ini bisa dicegah agar tidak merusak masyarakat secara keseluruhan	– Biaya Transaksi: Bagaimana biaya ini bisa dikurangi untuk meningkatkan manfaat bersih bagi masing-masing orang	– Tindakan kolektif: Bagaimana kerjasama (penghimpunan sumberdaya) bisa berhasil dan berkelanjutan	– Pengorbanan diri: Sejauh mana hal-hal seperti patriotisme dan pengorbanan demi fatalisme agama perlu dilakukan
– Strategi: Jalan sendiri	– Kerjasama taktis	– kerjasama strategis	– Bergabung atau melarutkan kepentingan individu
– Kepentingan bersama: tidak jadi pertimbangan	– Instrumental	– Institusional	– Transendental
– Pilihan: keluar bila tidak puas	– Bersuara, berusaha untuk memperbaiki syarat pertukaran	– Bersuara, mencoba memperbaiki keseluruhan produktivitas	– Setia menerima apapun jika hal itu baik untuk kepentingan bersama secara keseluruhan

Modal sosial masyarakat dapat berubah menjadi lebih tinggi atau bahkan menurun, faktor-faktor yang mempengaruhi modal sosial masyarakat diuraikan sebagai berikut;

1. Bertambah atau berkurangnya jumlah penduduk

Bertambahnya penduduk menyebabkan terjadinya perubahan dalam struktur masyarakat, terutama yang menyangkut lembaga-lembaga kemasyarakatan. Berkurangnya penduduk mungkin disebabkan karena pindahnya penduduk dari desa ke kota atau dari daerah ke daerah lain. Perpindahan penduduk tersebut mengakibatkan kekosongan, misalnya dalam bidang pembagian kerja, stratifikasi sosial dan selanjutnya yang mempengaruhi lembaga-lembaga kemasyarakatan.

2. Penemuan-penemuan baru

Suatu proses sosial dan kebudayaan yang besar tetapi yang terjadi dalam jangka waktu yang tidak terlalu lama adalah inovasi. Proses tersebut meliputi suatu penemuan baru, jalannya unsur kebudayaan baru tersebar ke lain-lain bagian dari masyarakat dan cara-cara unsur kebudayaan baru diterima, dipelajari dan akhirnya dipakai dalam masyarakat yang bersangkutan.

3. Pertentangan

Dalam masyarakat mungkin pola menjadi sebab daripada terjadinya perubahan-perubahan sosial dan kebudayaan. Pertentangan-pertentangan tersebut mungkin terjadi antara orang perorangan dengan kelompoknya atau pertentangan antar kelompok-kelompok.

4. Kontak dengan kebudayaan lain

Salah satu proses yang menyangkut hal ini adalah diffusion. Difusi adalah suatu proses penyebaran unsur-unsur kebudayaan dari satu masyarakat ke masyarakat lain. Dengan proses tersebut manusia mampu untuk menghimpun penemuan-penemuan baru yang telah dihasilkan dan berguna bagi kemajuan peradaban yaitu antara lain proses tersebut merupakan pendorong bagi pertumbuhan suatu kebudayaan.

5. Sistem Pendidikan Formal yang Maju

Pendidikan memberikan suatu nilai-nilai tertentu bagi manusia, terutama dalam membuka fikirannya serta menerima hal-hal yang baru dan juga bagaimana cara berfikir secara ilmiah. pendidikan mengajarkan manusia untuk dapat berfikir secara objektif, hal mana akan dapat memberikan kemampuan baginya untuk menilai apakah kebudayaan masyarakatnya akan dapat memenuhi kebutuhan-kebutuhan zaman atau tidak.

6. Sistem terbuka dalam lapisan-lapisan masyarakat

Sistem terbuka memungkinkan adanya gerak sosial vertikal yang luas yang berarti memberi kesempatan bagi orang-perorangan untuk maju atas dasar kemampuan-kemampuannya dalam.

7. Penduduk yang Heterogen

Masyarakat yang terdiri dari kelompok-kelompok sosial yang mempunyai latar belakang kebudayaan yang berbeda ras, ideologi yang berbeda dan seterusnya, mempermudah terjadinya pertentangan-pertentangan yang mengakibatkan keguncangan-keguncangan. Keadaan tersebut merupakan pendorong bagi terjadinya perubahan sosial.

8. Ketidakpuasan masyarakat terhadap bidang-bidang tertentu

Keadaan tersebut apabila telah terjadi dalam waktu yang lama, di mana masyarakat mengalami tekanan-tekanan dan kekecewaan dapat menyebabkan timbulnya suatu revolusi dalam masyarakat tersebut.

Perubahan modal sosial masyarakat menjadi semakin baik adalah hal yang diharapkan, sehingga diperlukan strategi untuk dapat mempertahankan dan meningkatkan modal sosial dalam pemanenan air hujan yang diuraikan sebagai berikut;

1. Penguatan norma, melalui program:

Pengembangan kapasitas komunitas pemanenan air hujan melalui pelatihan-pelatihan dan membangun jaringan kerjasama sehingga kelembagaan berjalan secara efektif.

2. Menyusun aturan yang jelas (standar prosedur) secara partisipatif.

3. Program Monitoring evaluasi partisipatif

Monitoring evaluasi partisipatif, diperlukan untuk menilai perkembangan dari norma yang dimiliki. Hasil monitoring digunakan untuk memperbaiki kondisi yang belum sesuai rencana.

4. Program pengembangan komunikasi

Pengelolaan informasi diperlukan untuk menyebarkan informasi terkait keberadaan dan kegiatan kelompok. Pengembangan komunikasi informasi lewat beragam media dan saluran seni budaya diharapkan dapat menanamkan nilai-nilai luhur dari kearifan lokal, kerjasama, saling percaya, dan tanggung jawab.

KESIMPULAN

Keberlanjutan ketersediaan air tanah semakin teracam akibat konservasi lahan dan degradasi lingkungan akibat perubahan iklim dan pemanasan global sehingga diperlukan alternatif air baku yaitu pemanenan air hujan yang juga sebagai upaya mitigasi banjir dan kekeringan. Penerapan teknologi pemanenan air hujan akan berjalan apabila masyarakat sebagai pengguna memiliki persepsi yang positif. Dari aspek pembiayaan, masyarakat memiliki kemauan membayar (WTP) lebih rendah dari kemampuan membayar (WTP). Metode pemanenan air hujan dengan sumur resapan layak dari segi ekonomi, sedangkan metode pemanenan air hujan dengan penampungan air hujan kurang layak dari segi ekonomi. Sehingga metode pemanenan air hujan yang cocok diterapkan dari segi ekonomi adalah sumur resapan. Dalam pemeliharaan dan pemanfaatan prasarana pemanenan air hujan dibutuhkan modal sosial. Modal sosial dalam partisipasi masyarakat terhadap pemeliharaan dan pengadaan prasarana pemanenan air hujan masih minimum. Perlunya upaya untuk menguatkan modal sosial masyarakat dalam pemanenan air hujan sebagai alternatif penyediaan air bersih melalui program pengembangan kapasitas komunitas pemanenan air hujan sebagai subyek yang berperan langsung dalam peningkatan partisipasi masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami berterima kasih kepada pengulas anonim atas komentar mereka pada versi naskah sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, L.V., & Arblaster, J.M. (2009). Assessing trends in observed and modelled climate extremes over Australia in relation to future projections. *Int. J. Climatol.* 29, 417–435
- Arif. (2010). Arti SPSS dan Kegunaannya.
- Azhoni, A., Holman, I., & Jude, S. (2017). Science of the Total Environment Contextual and interdependent causes of climate change adaptation barriers : Insights from water management institutions in Himachal. *Science of the Total Environment*, 576, 817–828. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.151>
- Baldassarre, G., Martinez, F., Kalantari, Z., & Viglione, A. (2017). Drought and flood in the Anthropocene: feedback mechanisms in reservoir operation. *Earth System Dynamics*, 8(1), 1-9.
- Biswas, A.K., Tortajada, C., & Izquierdo, R. (Eds.). (2009). Water Management in 2020 and Beyond. Springer, Berlin.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2018). Kota Yogyakarta dalam Angka. Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta.
- Brown, R.R., Keath, N., & Wong, T.H.F. (2009). Urban water management in cities: historical, current and future regimes. *Water Sci. Technol.* 59 (5), 847e855.
- Campusano, A., Butler, D., Ward, S., Burns, M.J., Friedler, E., DeBusk, K., Fisher-Jeffes, L.N., GHisi, E., Rahman, A., Furumai, H., Han, M. (2017). Urban rainwater harvesting systems: research, implementation and future perspectives. *Water Res.* 115, 195–209
- Dobbie, M.F., Brown, R.R. (2012). Risk perceptions and receptivity of Australian urban water practitioners to stormwater harvesting and treatment systems. *Water Sci. Technol. Water Supply* 12, 888–894.
- EEA. (2009). EEA Signals 2009: Key Environmental Issues Facing Europe. European Environment Agency. Copenhagen. 38 pp. ISBN 978-92-9167-391-9.
- Giuffria, Jonathon M., Bosch Darrell, J., Taylor Daniel, B., Alamdar, N. (2017). Costs of water quality goals under climate change in urbanizing watersheds: difficult run, Virginia. *J. Water Resour. Plan. Manag.* 143 (9), 04017055

- Gwenzi, W., Dunjana, N., Pisa, C., Tauro, T., & Nyamadzawo, G. (2015). Water quality and public health risks associated with roof rainwater harvesting systems for potable supply: Review and perspectives. *Sustainability of Water Quality and Ecology*, 6, 107-118.
- Hallegatte, S., Green, C., Nicholls, R.J., Corfee-Morlot, J. (2013). Future flood losses in major coastal cities. *Nat. Clim. Change* 3 (9), 802–806.
- Han,M. (2006). Revival of rainwater harvesting and management in Asia and the Pacific. Sustainable Infrastructure in Asia. *Overview and Proceedings* (pp. 109 118)
- IPCC, 2013. Climate change (2013): the physical science basis. In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M, Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M. (Eds.), Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p. 1535. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>.
- Jha, M.K., Chowdary, V.M., Kulkarni, Y., Mal, B.C. (2014). Rainwater harvesting planning using geospatial techniques and multicriteria decision analysis. *Resour. Conserv. Recycl.* 83, 96–111.
- Jongman, B., Ward, P. J., & Aerts, J. C. (2012). Global exposure to river and coastal flooding: Long term trends and changes. *Global Environmental Change*, 22(4), 823-835.
- Mitchell, V.G., Mein, R.G., McMahon, T.A. (2002). Utilising stormwater and wastewater resources in urban areas. *Australian Journal of Water Resources* 6 (1), 31–43
- Moeljono. (1995). Pengaruh Sumur Resapan Air Hujan pada Kualitas Air Sumur: Studi Kasus Kota Yogyakarta. UGM. Yogyakarta.
- Nugroho, B. A. (2005). Strategi jitu memilih metode statistik penelitian dengan SPSS. Yogyakarta: Andi.
- Purnama, Setyawan. (2016). 50 persen Wilayah Yogyakarta dan Sleman krisis air. <https://ugm.ac.id/id/berita/12410->. Diakses tanggal 17 Mei 2019.
- Putnam, R.D. (2000). *Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community*, New York: Simon and Schuster
- Sazakli E, Alexopoulos A, & Leotsinidis M. (2007) Rainwater harvesting, quality assessment and utilization in Kefalonia Island, Greece. *Water Res* 41:2039–2047
- Schewe, J., Heinke, J., Gerten, D., Haddeland, I., Arnell, N.W., Clark, D.B., Dankers, R., Eisner, S., Fekete, B.M., Col_on-Gonz_alez, F.J. (2014). Multimodel assessment of water scarcity under climate change. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 111, 3245e3250.
- Semenza, J. C., Hall, D. E., Wilson, D. J., Bontempo, B. D., Sailor, D. J., & George, L. A. (2008). Public perception of climate change: voluntary mitigation and barriers to behavior change. *American journal of preventive medicine*, 35(5), 479-487.
- Setiawan, R. (2000). Studi Kelayakan Pembangunan Gedung Parkir dan Analisis Willingness To Pay: Studi Kasus di Universitas Kristen Petra Surabaya. Jurusan Teknik Sipil UKP. Surabaya.
- Sundermann, L., Schelske, O., Hausmann, P. (2014). Mind the Risk - A Global Ranking of Cities Under Threat from Natural Disasters. Swiss Reinsurance Company, Zurich, Switzerland.
- Tamim, O. (1999). Evaluasi Tarif Angkutan Umum dan Analisis Ability To Pay dan Wilingness To Pay di DKI Jakarta. *Jurnal Transportasi-ITB*, Vol. 1 No.2 Desember 1999. Bandung.
- WHO, Water Sanitation and Health, last accessed on 29, Oktober, 2019.
- Z. Yazdanfar, A. Sharma, Urban drainage system planning and design – challenges with climate change and urbanization: a review, *Water Sci. Technol.* 72 (2015) 165. doi:10.2166/wst.2015.207.