

**KAJIAN PEMANENAN AIR HUJAN SEBAGAI ALTERNATIF  
PEMENUHAN AIR BAKU DI KECAMATAN BENGKALIS**

**Yogi Septian Malik<sup>1)</sup>, Imam Suprayogi<sup>2)</sup>, Jecky Asmura<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, <sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil,

<sup>3)</sup>Dosen Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28289

E-mail: [yongjaemalik@gmail.com](mailto:yongjaemalik@gmail.com)

**ABSTRACT**

*Providing clean water is a major concern, because water is a basic need and is essential for life and health of mankind. Sourced from the Long Term Development Plan (RPJP) Riau Province 2005-2025 that meet the needs of clean water for domestic Riau Province large part still rely on shallow groundwater and service of the Regional Water Company (PDAM). Rainwater is a source of high quality water which is available every rainy season and has the potential to reduce the pressure on the use of fresh water resources (fresh water sources). Rainwater coming from the roof of the house is usually the cleanest water alternatives that can be used as a source of clean water one of them in the District of Bengkalis. This study aims to find out alternative clean water that can be used in the District of Bengkalis and determine the volume of rain water storage and rainwater harvesting design plan or Rainwater Harvesting. In this research, modeling Rain Cycle 2 is a rainwater harvesting modeling that uses some of the data, the data are derived from primary data in the form of extensive data roofs society, data on the number of family members in the head of the family, and the data of showers field. The results of this study rainwater harvesting by using a holding tank depends on the ability of people in the District Bengkalis income as well as extensive holdings community yard individual scale to meet the needs of clean water which ensures the availability of supply of clean water with a limited number of tanks.*

*Keywords : Rain water harvesting , Rain Cycle 2 , raw water*

**I. PENDAHULUAN**

Penyediaan air bersih merupakan perhatian utama di banyak negara berkembang termasuk Indonesia, karena air merupakan kebutuhan dasar dan sangat penting untuk kehidupan dan kesehatan umat manusia (Song et al., 2009). Konservasi sumber daya air dalam arti penghematan dan penggunaan kembali (*reuse*)

menjadi hal yang sangat penting pada saat ini. Hal ini disebabkan oleh beberapa masalah yang berkaitan dengan ketersediaan air bersih seperti penurunan muka air tanah, kekeringan maupun dampak dari perubahan iklim. Pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan didasarkan pada prinsip bahwa sumber air seharusnya digunakan sesuai

dengan kuantitas air yang dibutuhkan (Kim et al., 2007).

Menurut data Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas., 2010), bahwa selama abad 20 Indonesia telah mengalami peningkatan suhu rata-rata udara di permukaan tanah sekitar  $0,5^{\circ}$  C. Rata-rata suhu Indonesia diproyeksikan meningkat  $0,8-1,0$   $0,5^{\circ}$  C antara tahun 2020 hingga 2050, kondisi ini jika dibandingkan periode tahun 1961 hingga 1990. Masih bersumber dari Bappenas (2010) bahwa peningkatan suhu akibat perubahan iklim mengakibatkan semakin tingginya penguapan sumber air permukaan seperti sungai, danau dan waduk sehingga mengurangi jumlah air baku. Penguapan ini sekaligus menurunkan kualitas sumber air permukaan hingga batas bawah toleransi (tidak dapat diolah) akibat makin pekatnya bahan pencemar, salinitas dan mikroorganisme air pembawa wabah penyakit.

Sementara di lain sistem air tanah umumnya lebih tahan terhadap perubahan iklim daripada sumber air permukaan. Namun perlu diwaspadai, saat penguapan meningkat maka badan air tanah kehilangan lebih banyak air. Suhu tinggi juga mempercepat pembentukan kerak tanah sehingga tanah butuh waktu lebih lama agar

dapat kembali ke kondisi maksimum untuk meresapkan air hujan. Akibatnya, total volume air yang masuk ke lapisan akuifer (lapisan penahan air) menjadi berkurang.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Siklus Hidrologi**

Air merupakan bagian penting dari sumberdaya alam dan bersifat sumberdaya yang terbarukan dan dinamis. Air adalah zat atau materi atau unsur yang penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di Bumi (Kodoatie dan Sjarief, 2010). Air dalam kehidupan khususnya untuk manusia merupakan kebutuhan paling esensial sehingga pemenuhan atas ketersediaannya mutlak dibutuhkan (Asih, 2006).

Siklus hidrologi merupakan pemindahan air secara berlanjut yang dimulai dari laut menuju ke atmosfer yang selanjutnya dari atmosfer jatuh ke permukaan tanah dan berakhir ke laut kembali. Proses ini berlangsung secara kontinyu (Hadisusanto, 2010). Siklus hidrologi di dalamnya terdapat beberapa proses yang saling terkait mencerminkan pergerakan air, meliputi proses presipitasi, evaporasi, transpirasi, intersepsi, infiltrasi, perkolasi, aliran limpasan, aliran air bawah tanah. Selanjutnya proses Evapotranspirasi, intersepsi, infiltrasi, perkolasi, aliran disebut sebagai komponen

ketersediaan air (Suharini, 2010).

## 2.2 Prinsip – Prinsip Pemanenan Air Hujan

Pemanenan air hujan (PAH) merupakan metode atau teknologi yang digunakan untuk mengumpulkan air hujan yang berasal dari atap bangunan, permukaan tanah, jalan atau perbukitan batu dan dimanfaatkan sebagai salah satu sumber suplai air bersih (Abdulla et al., 2009). Air hujan merupakan sumber air yang sangat penting terutama di daerah yang tidak terdapat sistem penyediaan air bersih, kualitas air permukaan yang rendah serta tidak tersedia air tanah (Abdulla et al., 2009).

## 2.3 Komponen Sistem Pemanenan Air Hujan

Sistem pemanenan air hujan biasanya terdiri dari area tangkapan, saluran pengumpulan atau pipa yang mengalirkan air hujan yang turun di atap tangki penyimpanan (*cistern or tanks*). Saluran pengumpulan atau pipa mempunyai ukuran, kemiringan dan dipasang sedemikian rupa agar kuantitas air hujan dapat tertampung semaksimal mungkin (Abdulla et al., 2009). Ukuran saluran penampung bergantung pada luas area tangkapan hujan, biasanya diameter saluran penampung berukuran 20-50 cm (Abdulla et al., 2009). Filter dibutuhkan untuk menyaring sampah (daun,

plastik, dan ranting) yang ikut bersama air hujan dalam saluran penampung sehingga kualitas air hujan terjaga. Dalam kondisi tertentu, filter harus bisa dilepas dengan mudah dan dibersihkan dari sampah.

## 2.4 Tipe Sistem Pemanenan Air Hujan

Menurut UNEP (2001), beberapa sistem pemanenan air hujan yang dapat diterapkan adalah sebagai berikut

1, Sistem atap (*roof system*) menggunakan atap rumah secara individual memungkinkan air yang akan terkumpul tidak terlalu signifikan, namun apabila diterapkan secara masal maka air yang terkumpul sangat melimpah.

2, Sistem permukaan tanah (*land catchment area*) menggunakan permukaan tanah merupakan metode yang sangat sederhana untuk mengumpulkan air hujan. Dibandingkan dengan sistem atap, pemanenan air hujan dengan sistem ini lebih banyak mengumpulkan air hujan dari daerah tangkapan yang lebih luas. Air hujan yang terkumpul dengan sistem ini lebih cocok digunakan untuk pertanian, karena kualitas air yang rendah. Air dapat ditampung dalam embung atau danau kecil. Namun, ada kemungkinan sebagian air

yang tertampung akan meresap kedalam tanah.

## 2.5 *Rain Cycle 2*

*Software Rain Cycle* standar v2.0 adalah *software* yang membantu dalam membangun sistem *Rainwater Harvesting*. Perangkat lunak ini merupakan aplikasi berbasis spreadsheet ditulis untuk Microsoft Excel™ dan merupakan alat penilaian yang kuat dan userfriendly. Fungsi aplikasi adalah simulasi hidrolik dan seluruh biaya (konstruksi, operasi/pemeliharaan) dari sistem *Rainwater Harvesting* untuk bangunan perumahan, komersial, industri dan masyarakat. Hal ini dimaksudkan sebagai bantuan untuk pengambilan keputusan dan dapat membantu untuk menghapus beberapa ketidakpastian tentang pasokan air/permintaan fluks dan masalah biaya sekitar struktur *Rainwater Harvesting*.

## III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada prinsipnya proses pelaksanaan studi ini terbagi dalam tiga bagian yaitu pengumpulan data, pengolahan data hingga keluaran yang berupa hasil analisa model. Data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah data primer dan data sekunder. Adapun data primer yang digunakan dalam

penelitian ini dapat dilihat di bawah ini.

1. Data luas atap masyarakat.
2. Data jumlah orang dalam satu kepala keluarga.

Sedangkan untuk data sekunder yang digunakan adalah data curah hujan harian pada Stasiun Kandis untuk tahun 2009, 2010, 2011, 2012 dan 2013 dari Balai Wilayah Sungai (BWS) III Sumatera.

### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian secara administrasi terletak di Kecamatan Bengkalis. Luas wilayah Kecamatan Bengkalis 514 km<sup>2</sup>, tepatnya di ibukota Kabupaten Bengkalis, yaitu kota Bengkalis.

### 3.2 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini data yang digunakan berupa data primer yang diperoleh dari hasil survey lapangan di Kecamatan Bengkalis Kabupaten Bengkalis. Sedangkan data sekunder didapat dari Instansi yaitu Badan Wilayah Sungai Sumatra III (BWS III) yang berada di stasiun Kandis.

Adapun data-data yang harus dikumpulkan adalah data primer dan data sekunder yang penjelasannya dapat dilihat di bawah ini.

1. Data Primer
  - a. Data-data luas atap masyarakat yang berada di Kecamatan Bengkalis Kabupaten Bengkalis.
  - b. Data orang dalam satu kepala keluarga yang berada di Kecamatan Bengkalis Kabupaten Bengkalis, yang digunakan untuk menentukan kebutuhan air dalam satu kepala keluarga tersebut.

Data sekunder yang digunakan adalah data curah hujan harian pada Stasiun Kandis untuk tahun 2009, 2010, 2011, 2012 dan 2013 dari Balai Wilayah Sungai (BWS) III Sumatera.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Data sampel rumah dengan luas atap 32 m<sup>2</sup> dengan 4 anggota keluarga

Data rumah diambil atas nama milik Bapak Samsudin dengan ukuran rumah 4 m x 8 m atau 32 m<sup>2</sup> serta jumlah penghuni sebanyak 4 orang dengan perincian bapak, ibu dan 2 orang anak.

Langkah selanjutnya dilakukan penyusunan skema penelitian dengan parameter input parameter curah hujan setiap tahun yang berubah (lihat Gambar 4.5) dan contoh data sampel luas atap 32 m<sup>2</sup> dengan anggota keluarga 4 orang yang tidak mengalami perubahan selama tahun 2009 sampai 2012. Selanjutnya skema kebutuhan simulasi menggunakan Model Rain Cycle 2 bertujuan untuk mendiskripsikan pola hubungan kebutuhan dimensi tangki terhadap hasil pemanenan air hujan skala individu yang selengkapnya disajikan seperti pada Tabel 4.1 sebagai berikut

Tabel 4.1. Hubungan Antara Variasi Skema Model Terhadap Perubahan Data Curah Hujan dari tahun 2009 sampai 2012

Skema	Input Data Dengan Parameter Berubah	Input Data Dengan Parameter Tetap
Skema 1	Curah Hujan Tahun 2009 sebesar 2219 (mm/tahun)	Luas Atap 32 m <sup>2</sup> Jumlah Penghuni 4 orang
Skema 2	Curah Hujan Tahun 2010 sebesar 2329 (mm/tahun)	Luas Atap 32 m <sup>2</sup> Jumlah Penghuni 4 orang
Skema 3	Curah Hujan Tahun 2011 sebesar 2294 (mm/tahun)	Luas Atap 32 m <sup>2</sup> Jumlah Penghuni 4 orang
Skema 4	Curah Hujan Tahun 2012 sebesar 1667 (mm/tahun)	Luas Atap 32 m <sup>2</sup> Jumlah Penghuni 4 orang

##### 1. Hasil Simulasi Model Raincycle 2

Simulasi Model Raincycle 2 untuk di skema 1 menggunakan data input yang terdiri dari :

- a. Data curah hujan yang diambil dari Stasiun Curah Hujan Kota Kandis pada tahun 2009 sebesar 2219 mm/tahun (lihat Gambar 4.1)

- b. Data Luas Atap Rumah seluas 32 m<sup>2</sup>, penetapan Koefisien Pengaliran (*Run Off Coefficient*) sebesar 0.75 dengan tipe *Pitched Roof Tile* disajikan seperti pada Gambar 4.8 di bawah ini.

Surface	Type	Coefficient
Roof	Pitched roof tiles	0.75-0.9
	Flat roof with smooth surface	0.5-0.6
	Flat roof with gravel or thin turf (<150mm)	0.4-0.5

Gambar 4.8. Input Luas Atap dan Koefisien Pengaliran

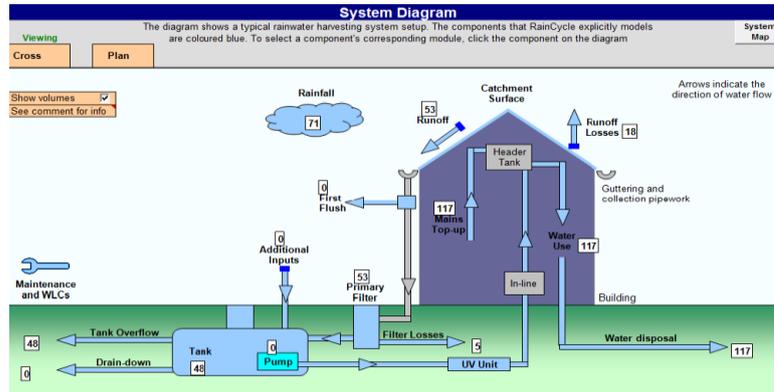
- c. Data Koefisien Filter (*Filter Coefficient*), penetapan Koefisien Filter (*Filter Coefficient*) sebesar 0.9 adalah efektif aliran yang akan masuk ke tangki penampung yang disajikan seperti pada Gambar 4.9 di bawah ini.

An 'average' value for the rainwater filter coefficient is 0.9 i.e. 90% of the effective runoff enters the storage tank

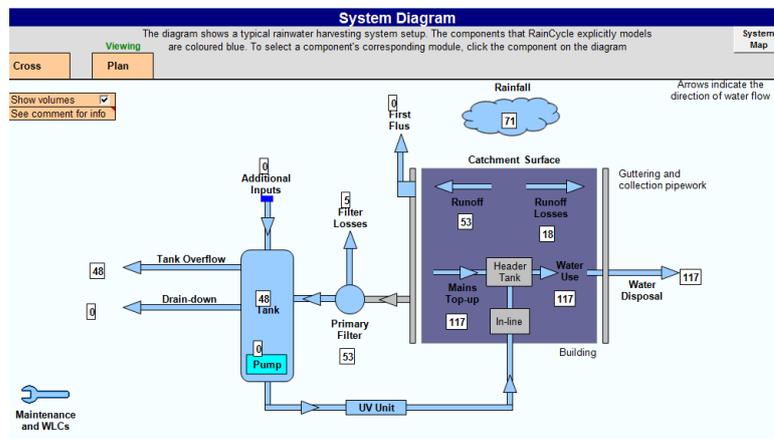
Note that most systems have multiple in-line filters but it is normally only the first (coarse) filter that has any losses (usually to a sewer system or a soakaway). Therefore no further filter losses are assumed to occur

Gambar 4.9. Input Filter Curah Hujan (*Filter rain Water Coefficient*)

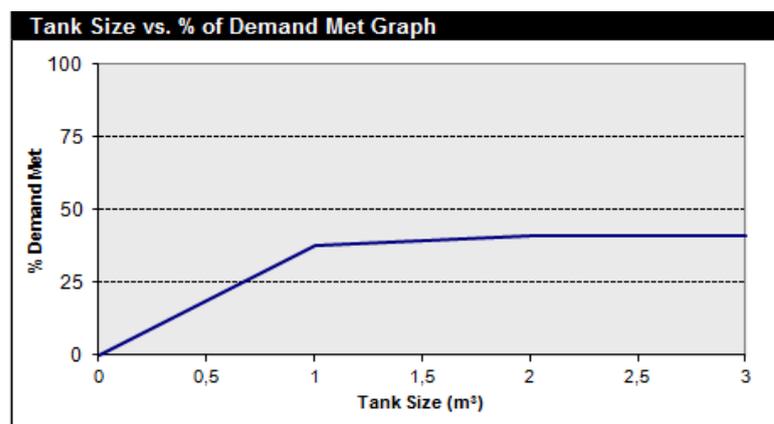
- d. Langkah selanjutnya dilakukan *running* Model Rain Cycle 2 yang hasil *output* model berupa grafik hubungan antara jumlah tangki dalam m<sup>3</sup> terhadap kebutuhan air bersih dalam %. Hasil running model selengkapnya di sajikan seperti pada Gambar 4.10, Gambar 4.11 dan Gambar 4.12 di bawah ini.



Gambar 4.10 Penampang Memanjang Sistem Pemanenan Air Hujan Skala Individu dengan Input Data Curah Hujan tahun 2010



Gambar 4.11. Tampak Atas Dari Sistem Pemanenan Air Hujan Skala Individu dengan Input Data Curah Hujan tahun 2010



Gambar 4.12. Grafik Hubungan antara Jumlah Tangki dalam m<sup>3</sup> terhadap Kebutuhan Air Bersih Skala Individu dalam % (Sumber : Hasil Running Program Model Raincycle 2 untuk input data curah hujan tahun 20

Merujuk hasil Gambar 4.12 di atas, merepresentasikan hubungan antara jumlah tangki dalam  $m^3$  terhadap kebutuhan air bersih dalam % dengan mengasumsikan bahwa penggunaan tangki penampung yang

lazim digunakan di masyarakat adalah tangki yang terbuat dari fiber dengan kapasitas tampung 1000 liter atau  $1 m^3$ . Diskripsi hasil disajikan seperti pada Tabel 4.2 sebagai berikut ini.

Tabel 4.2. Hubungan Antara Kebutuhan Jumlah Tangki Terhadap Kontribusi Air Hujan Untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Skala Individu Untuk Tahun 2009

Ukuran Tangki ( $m^3$ )	Jumlah Tangki yang dibutuhkan dengan kapasitas Tangki $1 m^3$ (buah )	Sumbangan Air Hujan Untuk Kebutuhan Air Bersih Skala Individu (%)
1	1	37,6
2	2	41,0
3	3	41,0

Sumber : Hasil Running Model Rain Cycle 2

Dengan cara serta langkah yang sama maka akan diperoleh hubungan antara kebutuhan jumlah tangki terhadap kontribusi air hujan untuk

pemenuhan kebutuhan air bersih skala individu di Kecamatan Bengkalis dari Tahun 2010, 2011 dan 2012.

Tabel 4.3. Hubungan Antara Kebutuhan Jumlah Tangki Terhadap Kontribusi Air Hujan Untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Skala Individu Untuk Tahun 2010

Ukuran Tangki ( $m^3$ )	Jumlah Tangki yang dibutuhkan dengan kapasitas Tangki $1 m^3$ (buah )	Sumbangan Air Hujan Untuk Kebutuhan Air Bersih Skala Individu (%)
1	1	39,0
2	2	42,6
3	3	43,1

Sumber : Hasil Running Model Rain Cycle 2

Tabel 4.4. Hubungan Antara Kebutuhan Jumlah Tangki Terhadap Kontribusi Air Hujan Untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Skala Individu Untuk Tahun 2011

Ukuran Tangki (m <sup>3</sup> )	Jumlah Tangki yang dibutuhkan dengan kapasitas Tangki 1 m <sup>3</sup> (buah )	Sumbangan Air Hujan Untuk Kebutuhan Air Bersih Skala Individu (%)
1	1	35,5
2	2	40,2
3	3	41,8

Sumber : Hasil Running Model Rain Cycle 2

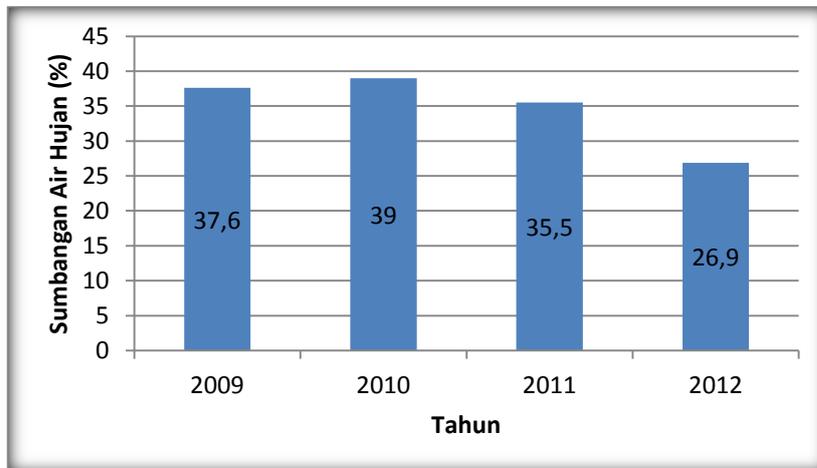
Tabel 4.5. Hubungan Antara Kebutuhan Jumlah Tangki Terhadap Kontribusi Air Hujan Untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Skala Individu Untuk Tahun 2012

Ukuran Tangki (m <sup>3</sup> )	Jumlah Tangki yang dibutuhkan dengan kapasitas Tangki 1 m <sup>3</sup> (buah )	Sumbangan Air Hujan Untuk Kebutuhan Air Bersih Skala Individu (%)
1	1	26,9
2	2	29,5
3	3	30,8

Sumber : Hasil Running Model Rain Cycle 2

Masih merujuk hasil Tabel 4.2 sampai Tabel 4.5 di atas, maka dapat disusun Grafik hubungan yang merepresentasikan antara jumlah tangki dalam m<sup>3</sup> terhadap kebutuhan air bersih dalam % dengan mengasumsikan bahwa menggunakan

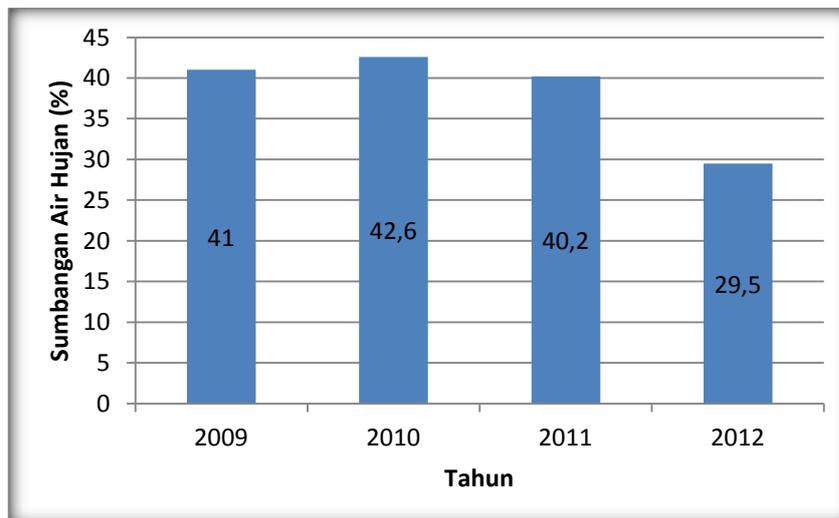
tangki penampung yang digunakan di masyarakat adalah 1 buah tangki yang terbuat dari fiber dengan kapasitas tampung 1000 liter atau 1 m<sup>3</sup>. Diskripsi hasil disajikan seperti pada Grafik 4.13 sebagai berikut.



Gambar 4.13. Grafik Sumbangan Air Hujan (%) Untuk Kebutuhan Pemenuhan Air Bersih menggunakan 1 Buah Tangki

Masih merujuk hasil Tabel 4.2 sampai Tabel 4.5 di atas, maka dapat disusun Grafik hubungan yang merepresentasikan antara jumlah tangki dalam  $m^3$  terhadap kebutuhan air bersih dalam % dengan mengasumsikan bahwa penggunaan

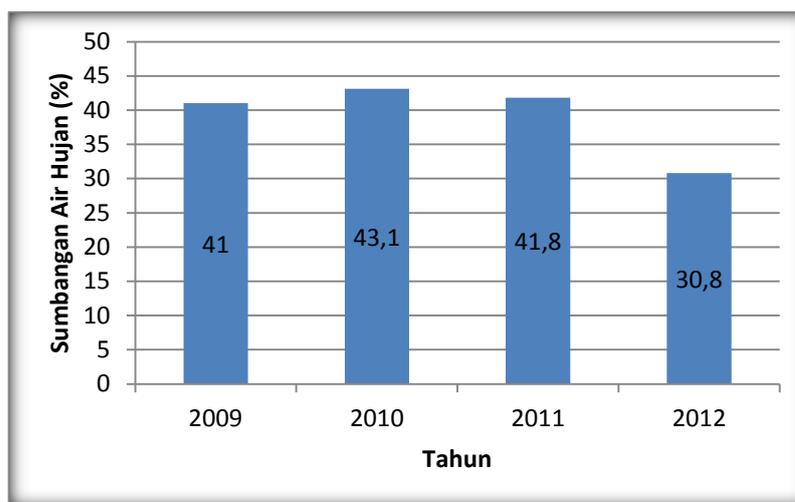
tangki penampung yang digunakan di masyarakat adalah 2 buah tangki yang terbuat dari fiber dengan kapasitas tampung 1000 liter atau  $1 m^3$ . Diskripsi hasil disajikan seperti pada Grafik 4.14 sebagai berikut.



Gambar 4.14. Grafik Sumbangan Air Hujan (%) Untuk Kebutuhan Pemenuhan Air Bersih menggunakan 2 Buah Tangki

Masih merujuk hasil Tabel 4.2 sampai Tabel 4.5 di atas, maka dapat disusun Grafik hubungan yang merepresentasikan antara jumlah tangki dalam m<sup>3</sup> terhadap kebutuhan air bersih dalam % dengan mengasumsikan bahwa penggunaan

tangki penampung yang digunakan di masyarakat adalah 3 buah tangki yang terbuat dari fiber dengan kapasitas tampung 1000 liter atau 1 m<sup>3</sup>. Diskripsi hasil disajikan seperti pada Grafik 4.15 sebagai berikut ini.



Gambar 4.15. Grafik Sumbangan Air Hujan (%) Untuk Kebutuhan Pemenuhan Air Bersih menggunakan 3 Buah Tangki

Masih merujuk dari Gambar 4.13 sampai Gambar 4.15 di atas, maka perubahan parameter curah hujan khususnya data curah hujan 2012 sangat berpengaruh cukup signifikan

terhadap konfigurasi pemenuhan kebutuhan air bersih di Kecamatan Bengkalis yang diklasifikasikan sebagai kota kecil yang sangat rentan akan pemenuhan kebutuhan air bersih sepanjang tahun.

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Merujuk dari latar belakang, perumusan masalah serta tujuan penelitian di atas maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Parameter curah hujan sangat sensitip terhadap hidrologi kuantitatif pemanenan air hujan skala individual untuk memenuhi kebutuhan air di Kecamatan Bengkalis Kabupaten Bengkalis.
2. Penerapan teknologi pemanenan air hujan dengan melakukan

penampungan menggunakan tangki sangat tergantung dengan kemampuan penghasilan masyarakat di Kecamatan Bengkalis Kabupaten Bengkalis serta kepemilikan luas pekarangan masyarakat skala individu terhadap pemenuhan kebutuhan air bersih yang menjamin ketersediaan pemenuhan air bersih dengan jumlah tangki yang terbatas.

## 5.2. Saran

Bersumber data Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas), bahwa selama abad 20 Indonesia telah mengalami peningkatan suhu rata-rata udara di permukaan tanah sekitar  $0,5^{\circ}$  C. Rata-rata suhu Indonesia diproyeksikan meningkat  $0,8-1,0^{\circ}$  C antara tahun 2020 hingga 2050, kondisi ini jika dibandingkan periode tahun 1961 hingga Tahun 1990. Masih bersumber dari Bappenas (2010) bahwa peningkatan suhu akibat perubahan iklim mengakibatkan semakin tingginya penguapan sumber air permukaan seperti sungai, danau dan waduk sehingga mengurangi jumlah air baku.

Merujuk sumber dari Bappenas dan hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan tersebut di atas maka peneliti menyarankan sebagai berikut.

1. Dalam kajian penelitian berkelanjutan untuk penerapan teknologi pemanenan air hujan perlu dilakukan kajian antisipasi dengan mempertimbangkan perubahan iklim karena kondisi ini akan berpotensi mereduksi kuantitas pemanenan air hujan yang cukup signifikan.
2. Perlu dilakukan kajian khusus dengan melakukan penelitian yang menghubungkan/mengkoneksikan tangki penampung skala individu dengan bangunan keairan yang lain seperti embung / kolam tampung komunal sehingga diharapkan

akan menambah storage kuantitas pemanenan air hujan untuk menjamin ketersediaan air di masyarakat sepanjang tahun.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Amin, Muhammad Baitullah., Lau, Victor M., Safari, Hanjar., dan Tabarid, Mansur. P.2008. *Teknik Panen hujan dengan Atap Usaha Konservasi Air di Daerah Kering*.  
[www.BebasBanjir2015.wordpress.com](http://www.BebasBanjir2015.wordpress.com).
- Abdulla Fayez A., AW Al-Shareef.2009. Roof rainwater harvesting systems for household water supply in Jordan. *Desalination* 243: 195-207.
- Amin M.T, dan M.Y. Han. 2009. Water environmental and sanitation status in disaster relief of Pakistan's 2005 earthquake. *Desalination* 248 (2009) 436-445.
- Appan, A., 1999. A dual-mode system for harnessing roofwater for nonpotable uses. *Urban Water* 1 (4):317-321.
- Anggrahini. 1996. *Hidrolika Saluran Terbuka*. CV. Citra Media:Surabaya.
- Bambang Triatmodjo, 2009. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset:Yogyakarta.
- Ghisi EneDir, Davida Fonseca Tavares dan Vinicius Luis Rocha. 2009. Rainwater harvesting in petrol stations in Brasilia: Potential for potable water saving and investment feasibility

- analysis. *Resources, Conservation and Recycling* 54:79-85.
- Heryani, Nani. 2009. *Teknik Panen Hujan: Salah Satu Alternatif Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Domestik*. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Kahinda Jean-marc Mwenge, Akpofure E.Taigbenu dan Jean R.Boroto. 2007. Domestic rainwater harvesting to improve water supply in rural South Africa. *Physics and Chemistry of the Earth* 32: 1050-1057.
- Kodoatie, R.J., Basuki, M., 2005. *Kajian Undang-undang Sumber Daya Air*. Andi, Yogyakarta.
- Li Zhe, Fergal Boyle dan Anthony Reynolds. 2010. Rainwater harvesting and greywater treatment system for domestic application in Ireland. *Desalination* 260:1-8.
- Maryono, Agus. 2006. *Metode Memanen Dan Memanfaatkan Air Hujan Untuk Penyediaan Air Bersih, Mencegah Banjir Dan Kekeringan*. Kementrian Negara Lingkungan Hidup:Jakarta.
- Robert J.K & Sjarief R. 2005. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Edisi II.Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Sazaki, E., Alexopoulos, A. dan Leotsinidis,M. 2007. Rainwater harvesting, quality assessment and utilization in Kefalonia Island, Greece. *Water Research* 41:2039-2047. In: Kahinda.
- Soesanto, R,S. 2010. *System dan Bangunan Irigasi*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember:Surabaya.
- Zhang Yan, Donghui Chen, Liang Chen dan Stephanie Ashbolt. 2009. Potential for rainwater use in high-rise buildings in Australia cities. *Journal of Environmental Management* 91:22