

PENYEDIAAN AIR MINUM DI DAERAH PESISIR KOTA BANDAR LAMPUNG MELALUI RAINWATER HARVESTING

WATER SUPPLY IN COASTAL AREA OF BANDAR LAMPUNG CITY THROUGH RAINWATER HARVESTING

*¹Ade Esti Rahmayanti dan ² Prayatni Soewondo

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung
Jl Ganesha 10 Bandung 40132

e-mail: ¹adeesti84@gmail.com, ²prayatnisoe@yahoo.com

Abstrak: Atap rumah merupakan komponen utama dalam sistem pemanenan air hujan, sehingga selain dari kondisi lingkungan yang mempengaruhi kualitas air hujan, atap rumah juga memberikan pengaruh terhadap kualitas air hujan yang dipanen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari waktu Panen Air Hujan, lokasi pemanenan air hujan, dan beberapa jenis atap (asbes, seng dan genting tanah liat) terhadap kualitas air hujan terpanen. Beberapa parameter uji kualitas air (pH, kekeruhan, suhu, TDS, Fluorida, Nitrit, Nitrat, Besi, Seng, Kadmium, Kromium, Kesadahan, Mangan, Sulfat, Klorida) dianalisa dan hasilnya dibandingkan dengan standard baku mutu untuk air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Konsentrasi Kadmium (Cd) yang terkandung pada air hujan terpanen saat hujan kedua (0,0204 mg/L) lebih tinggi dibandingkan dengan hujan pertama (0,0123 mg/L). Atap genting merupakan jenis atap yang paling ideal untuk melakukan pemanenan air hujan dan kualitas air hujan yang jatuh di lokasi industri maupun lokasi yang jauh dari industri tidak jauh berbeda. Kuantitas air hujan dalam rangka penyediaan air minum melalui pemanenan air hujan ditunjukkan dengan tingkat keandalan atau reliabilitas (Re) melalui simulasi tampungan air hujan untuk kapasitas tangki 1 m³ menggunakan data hujan selama tiga tahun berturut-turut dan simulasi tersebut menunjukkan bahwa keandalan air hujan sebagai alternatif sumber air minum, sumber air untuk memasak pada saat musim penghujan berlangsung yang jatuh di lokasi studi bisa mencapai 79,84% dan 45,80%. Sedangkan tingkat keandalan air hujan sebagai alternatif sumber air minum sesuai dengan hasil survey bisa mencapai 91,97%. Survey sosial ekonomi menunjukkan bahwa tidak banyak masyarakat menyadari manfaat penggunaan air hujan dan beberapa dari mereka bahkan memiliki kesalahpahaman tentang kualitas air hujan. Persepsi negatif mengenai pemanenan air hujan adalah bahwa pemanenan air hujan bukan merupakan hal yang umum dilakukan terutama di daerah dekat dengan perkotaan.

Kata kunci: Pemanenan air hujan, penyediaan air minum, kualitas air, kuantitas air hujan

Abstract : Roof of the house is the main component in a rainwater harvesting system that gives direct impact towards the quality of the harvested rainwater regardless the environmental conditions. This study aims to determine the effect of time, location, and roofing material (asbestos, metal sheet and clay tiles) on the quality of rainwater harvested. Some water quality parameters (pH, turbidity, temperature, TDS, Fluoride, Nitrite, Nitrate, Iron, Zinc, Cadmium, Chromium) were analyzed and the results were compared to drinking water standard based on the Regulation of the Minister of Health No. 492 of 2010. Cadmium (Cd) concentration contained in harvested rainwater after several rain events (0.0204 mg/L) is higher than the first rains (0.0123 mg/L). Clay tile roof is the most ideal roofing material for harvesting rainwater and the quality of rainwater that falls on industrial area and the residential area is not very different. The quantity of rainwater as a supporting capacity in drinking water through rainwater harvesting is indicated by the level of reliability (Re) through simulated rainwater tank capacity of 1 m³ using daily rainfall data for three consecutive years and simulations showed that the reliability of rainwater as an alternative source of drinking water attained 91.97% and 45.80% for cooking purpose. While the level of reliability of rainwater as an alternative source of drinking water based on the socio-economic survey is 79.84%. Socio-economic survey shows that not many local people are aware of the benefits of utilizing rainwater and some of them even have a misunderstanding regarding the quality of rainwater. Negative perceptions about rainwater harvesting is that rainwater harvesting is not a common thing to do, especially in areas close to urban.

Key words: Rainwater Harvesting, Water Supply, Water Quality, Rainwater Quantity

PENDAHULUAN

Ketersediaan air bersih di perkotaan dan berbagai sumber air bersih yang ada di perkotaan tidak dapat disamakan dengan daerah-daerah pesisir pantai, karena daerah pantai merupakan daerah dengan sumber daya air tawar yang sangat langka terutama akibat intrusi air laut ataupun secara alami merupakan akuifer air asin. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Song, dkk (2009) menyatakan bahwa masyarakat di Banda Aceh menghabiskan 16% dari penghasilan yang diperoleh oleh satu keluarga untuk membeli air bersih. Kondisi demikian membuat masyarakat pesisir terpaksa memanfaatkan sumber air seadanya untuk memenuhi kebutuhan air keseharian mereka dengan cara mengambil sumber air lain yang lebih baik di lokasi yang jauh dengan harga yang mahal. Krisis air bersih baik dari sisi kualitas, kuantitas, kontinuitas, serta kemudahan akses perolehan terhadap air bersih untuk keperluan sehari-hari, khususnya untuk air minum menjadikan isu ini sebagai salah satu permasalahan yang paling menonjol hampir diseluruh daerah pesisir. Hal tersebut semakin diperburuk dengan kehidupan masyarakat pesisir yang sangat tergantung pada kondisi lingkungan dan sangat rentan terhadap kerusakan lingkungan, khususnya pencemaran, karena limbah industri maupun tumpahan minyak misalnya serta keterbatasan pendidikan yang berimbas pada kondisi sosial ekonomi yang membatasi daya beli masyarakat pesisir untuk memperoleh air bersih.

Hujan merupakan sumber air yang dapat diperoleh secara cuma-cuma namun hingga saat ini belum dimanfaatkan secara optimal untuk berbagai keperluan. Berkembangnya ilmu pengetahuan dan banyaknya konsep penyediaan air yang dapat dilakukan seharusnya dapat mengatasi keterbatasan air di berbagai daerah. Rainwater Harvesting merupakan salah satu teknik pengumpulan, penyimpanan dan penggunaan air hujan yang dapat diaplikasikan dalam rangka memenuhi kebutuhan air untuk berbagai keperluan, tidak terkecuali untuk keperluan air minum. Peruntukan air hujan sebagai air minum tentunya memerlukan kriteria tertentu sesuai dengan standard yang berlaku sehingga sesuai dengan kriteria kualitas air layak minum.

Nolde (2007) menyatakan bahwa kualitas dari air hujan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan daerah tangkapan air hujan. Selain itu, Mendez (2011) juga telah melakukan penelitian mengenai dampak dari jenis bahan atap (roofing material) terhadap kualitas air hujan yang dapat dipanen. Penelitian yang serupa juga dilakukan oleh Farreny (2011) dimana pada dasarnya pemanfaatan air hujan dapat memberikan banyak keuntungan dan merupakan salah satu strategi untuk mengatasi keterbatasan air. Kualitas air yang jatuh pada beberapa atap juga menjadi fokus dalam penelitian tersebut, dimana hasil dari penelitian tersebut penting untuk mendesain system pemanenan air hujan yang baik pada suatu daerah. Pada daerah pesisir Kota Bandar Lampung, terdapat sebagian daerah pesisir yang padat dengan penduduk sekaligus merupakan daerah industri. Sebagian daerah pesisir lainnya hanya dipadati oleh rumah penduduk tanpa keberadaan industri. Namun terdapat kesamaan permasalahan yang dimiliki penduduk pesisir di kedua daerah tersebut, yaitu keterbatasan air tawar sebagai air minum. Maka dari itu perlu dilakukan suatu penelitian yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan air hujan yang dipanen pada beberapa jenis atap rumah penduduk pesisir di lokasi studi dari kedua kondisi lingkungan di daerah tersebut sehingga pemanfaatan air hujan untuk memenuhi kebutuhan air minum dapat dilakukan dengan optimal. Hasil analisa kualitas air dari air hujan yang dipanen dari beberapa jenis atap tersebut akan memberikan informasi mengenai kelayakan air hujan tersebut sebagai air layak minum melalui uji karakteristik air hujan.

Kecenderungan dari hujan yang terjadi di lokasi studi diketahui melalui penggunaan seridatcurah hujan hariansetidaknya tigatahun berturut-turut (Kahinda, 2010). Analisa lebih dalam untuk mendukung penelitian tersebut dilakukan dengan menghitung kapasitas penyimpanan air hujan (Rainwater Harvesting System storage capacity) dengan laju defisit penyediaan air (water supply deficit rates) yang sebelumnya pernah dilakukan oleh Kastaghir dan Jayasuriya (2010) untuk daerah Melbourne. Informasi dasar mengenai kondisi sosial ekonomi melalui hasil penyebaran kuisioner terhadap responden terpilih akan memberikan gambaran mengenai persepsi masyarakat dan manfaat dari pemanenan air hujan.

METODOLOGI

Penelitian mengenai kualitas air hujan dan kuantitas dari air hujan untuk penyediaan air minum di daerah pesisir di lokasi studi dilakukan melalui beberapa langkah, mulai dari pengumpulan data primer dan sekunder, pembuatan purwarupa, sampai kegiatan analisa terhadap data-data yang terkumpul.

Pengumpulan Data Primer

Data-primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah dokumentasi kondisi lapangan di lokasi studi, sampel air hujan yang jatuh pada purwarupa yang direncanakan dalam penelitian ini serta kuisisioner dari survey sosial ekonomi masyarakat di lokasi studi, hasil analisa kualitas air hujan untuk beberapa parameter yang tidak dapat diawetkan (pH, kekeruhan, suhu dan TDS). Teknik Simple Random Sampling digunakan dalam survey sosial ekonomi untuk memilih responden. Sedangkan jumlah responden untuk keperluan survey ini ditentukan secara proporsional terhadap jumlah penduduk terkini Tahun 2014 dengan menggunakan Rumus Slovin (Setiawan, 2007):

$$n = \frac{N}{Nd^2 + 1} \quad \text{Persamaan(1)}$$

dimana:

- n = ukuran sampel
- N = ukuran populasi
- d = galat pendugaan

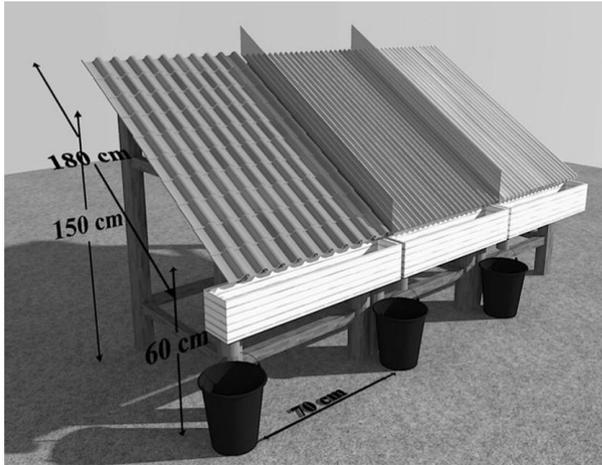
Lokasi studi dalam penelitian ini adalah Kelurahan Karang Maritim dengan jumlah penduduk sebesar 9.776 Jiwa, sedangkan Kelurahan Tanjung Raya adalah sebanyak 8.153 Jiwa. Sehingga, penduduk di Kelurahan Karang Maritim dan Kelurahan Tanjung Raya adalah 53% dan 47% dari total jumlah penduduk pada lokasi studi (17.929 Jiwa). Berdasarkan jumlah penduduk tersebut, maka jumlah responden pada Kelurahan Karang Maritim dan Kelurahan Tanjung Raya adalah sebanyak 54 responden dan 45 responden.

Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini adalah Peta Administrasi Kota Bandar Lampung, data dan peta curah hujan dan data penduduk.

Pembuatan Purwarupa

Pembuatan purwarupa (prototype) sistem panen air hujan sesuai skema pemanenan air hujan yang diadaptasi dari Mendez, 2011 dengan modifikasi tersendiri untuk menghemat tempat yang diperlukan dalam peletakan prototype yang serupa. Purwarupa dari sistem pemanenan air hujan tersebut disesuaikan dengan ketiga jenis bahan atap yang telah ditentukan dalam penelitian ini yaitu, seng, asbes dan genting tanah liat dengan luasan permukaan dan kemiringan atap rumah yang sama. Kemiringan yang ditentukan dalam prototype ini adalah sebesar 30° sesuai dengan standard atap rumah. Keseluruhan jenis bahan atap yang digunakan dalam pembuatan purwarupa ini adalah menggunakan atap baru, hal tersebut untuk mengurangi variabel-variabel yang mempengaruhi kualitas air hujan yang akan dipanen (misalnya: korosi pada atap seng yang bervariasi antar rumah, kondisi genting tanah liat yang sudah berlumut atau asbes yang sudah mengalami keretakan, dan sebagainya). Skema dari purwarupa tersebut adalah sebagai berikut:



(a) Desain purwarupa



(b) Konstruksi purwarupa

Gambar 1. Desain Purwarupa sistem pemanenan air hujan

Pertimbangan lain yang digunakan dalam penggunaan atap baru adalah kecenderungan untuk menggunakan bahan atap yang masih dalam kondisi baik untuk keperluan pemanenan air hujan terutama dalam mendukung penyediaan kebutuhan air minum.

Analisa deskriptif kondisi sosial ekonomi masyarakat

Analisa deskriptif kondisi sosial ekonomi masyarakat yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan menghitung prosentase jawaban dari setiap kelompok pertanyaan yang diajukan dalam kuisioner. Setiap informasi yang diperoleh dari hasil kuisioner tersebut menghasilkan suatu kesimpulan yang kemudian digunakan sebagai acuan dalam mengetahui potensi pemanenan air hujan pada masyarakat di lokasi studi.

Simulasi tampungan air hujan

Simulasi tampungan air hujan ini dihitung dengan menggunakan model neraca air harian untuk atap pemanenan air hujan. Kecenderungan dari hujan yang terjadi di lokasi studi diketahui melalui penggunaan seridatacurah hujan hariansetidaknya tigatahun berturut-turut (Kahinda, 2010). Dalam penelitian ini digunakan data curah hujan harian dari tahun 2007-2009. Model simulasi yang dilakukan adalah dengan menghitung kapasitas tampungan dengan mengetahui jumlah penggunaan air harian dan luas atap (Kastaghir dan Jayasuriya, 2010). Persamaan neraca air dalam simulasi tampungan air hujan tersebut adalah sebagai berikut:

$$S_t = S_{t+1} + Q_t - D_t \quad 0 \leq S_{t+1} \leq C \quad \text{Persamaan(2)}$$

$$Q_t = I_{eff} \cdot C_R \cdot A \quad \text{Persamaan(3)}$$

$$D_t = D \times n \quad \text{Persamaan(4)}$$

$$I_{eff} = \text{Curah hujan harian} - \text{first flush} \quad \text{Persamaan(5)}$$

dengan:

- St+1 = volume penyimpanan dalam tangki pada akhir hari ke-t (m³)
- St = Volume penyimpanan pada awal hari ke-t (m³)
- Qt = limpasan air dari atap rumah yang masuk kedalam tangki pada hari ke-t (m³)
- Dt = Jumlah total kebutuhan air dalam satu rumah ((m³)/hari)
- C = kapasitas aktif tangki (m³)

| | |
|-------------|--|
| I_{eff} | = Curah hujan efektif harian (mm) |
| CR | = koefisien limpasan. |
| A | = luas atap yang dihubungkan dengan tangki (m^3) |
| D | = Jumlah kebutuhan air minum ($m^2/orang/hari$) |
| n | = Jumlah orang dalam satu rumah (orang) |
| First flush | = 0,33 mm |

Sebagai langkah pertama, kapasitas tangki C diasumsikan. limpasan harian dari atap (Q_t) tergantung pada curah hujan harian. Kebutuhan air sehari-hari (D_t) tergantung pada sejumlah faktor penggunaan air untuk kebutuhan dalam rumah maupun luar rumah. **Persamaan (2)** diaplikasikan pada akhir setiap tahapan waktuharian untuk mendapatkan jumlah simpanan air. Pada hari tertentu jika jumlah simpanan air (S_{t+1}) lebih besar dari kapasitas tangki (C), maka kelebihan air akan tumpah dan jumlah simpanan air di tangki pada akhir hari akan sama dengan C. Jumlah air yang melimpah dihitung menggunakan **Persamaan (6)**. Probabilitas tangki memiliki jumlah air yang cukup untuk memenuhi kebutuhan diasumsikan sebagai tingkat keandalan (reliabilitas) sesuai dengan **Persamaan (7)**. Sedangkan kebutuhan air dapat dihitung menggunakan **Persamaan (4)**. Limpasan pada hari ke-t dan tingkat keandalan (Re) dihitung sebagaimana **Persamaan (6)** dan **Persamaan (7)**.

$$\text{Limpasan pada hari ke-t} = S_{t+1} - C \quad \text{Persamaan(6)}$$

$$Re = \frac{P}{N} \times 100 \quad \text{Persamaan(7)}$$

dengan:

| | |
|----|------------------------------------|
| Re | = probabilitas tangki tidak kosong |
| P | = jumlah hari tangki tidak kosong |
| N | = jumlah hari |

Jumlah kebutuhan air yang digunakan dalam perhitungan simulasi tampungan hujan dalam penelitian ini menggunakan dua nilai yang sesuai dengan: 1) kebutuhan air minum rata-rata berdasarkan hasil kuisioner sosial ekonomi dan 2) kebutuhan air minum sesuai dengan petunjuk teknis penyediaan air minum yang biasa dijadikan acuan dalam desain teknis sistem penyediaan air minum di Indonesia yaitu 5-15 Liter/orang/hari. Koefisien limpasan atap yang digunakan adalah sebesar 0,8-1,0 (Fewkes, 1999) untuk menghitung kehilangan air karena penguapan dan infiltrasi ke dalam permukaan atap. Sedangkan luas atap diasumsikan sebesar 36 m^2 sesuai dengan rata-rata luas atap untuk daerah pedesaan di Indonesia. Air hujan yang jatuh ke atap pada saat awal terjadinya hujan memiliki kualitas buruk akibat dari akumulasi debu, sedimen, kotoran hewan dan burung, daun serta puing-puing dari daerah sekitarnya. Maka dari itu, diperlukan penggelontoran sejumlah air hujan yang jatuh ke atap (*first flush*) untuk meningkatkan kualitas air panen yang akan dipergunakan. Terdapat perbedaan pendapat mengenai jumlah *first flush* yang dibuang, namun Yaziz et al. (1989) dalam Khastagir dan Jayasuriya (2010) menyatakan bahwa membuang jumlah air hujan saat awal terjadinya hujan sebanyak 0,33 mm dari total curah hujan harian akan secara signifikan meningkatkan kualitas air yang dipanen, sehingga nilai *first flush* tersebut adalah nilai yang digunakan dalam perhitungan simulasi tampungan hujan dalam penelitian ini.

Analisa laboratorium kualitas air hujan

Laboratorium yang digunakan untuk melakukan uji beberapa parameter kualitas air adalah salah satu laboratorium terakreditasi yang tersedia di Kota Bandar Lampung, yaitu di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan dengan alamat Jl. Dr. Sam Ratulangi No. 103 Penengahan, Bandar Lampung 35112. Parameter-parameter yang dianalisa adalah mengacu pada Permenkes Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, yaitu: pH, kekeruhan, suhu,

TDS, Fluorida, Nitrit, Nitrat, Besi, Seng, Kadmium, Kromium, Kesadahan, Mangan, Sulfat, Klorida.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh waktu panen air hujan terhadap kualitas air hujan terpanen

Kualitas air hujan yang terpanen di kedua lokasi studi pada saat hujan pertama (setelah beberapa hari sebelumnya tidak terjadi hujan) dan pada saat hujan kedua (setelah terjadi hujan 2-3 hari berturut-turut) dalam sampel air yang dianalisa baik dalam *on site survey* maupun analisa di laboratorium dipastikan tidak mengandung air penggelontoran pertama (*first flush*) air limpasan yang terjadi di awal kejadian hujan.

Tabel 1. Hasil analisa kualitas air hujan di lokasi studi

| Parameter Atap | Hujan Pertama | | | | | | Hujan Kedua | | | | | | Permenkes 492 Tahun 2010 |
|-------------------|---------------|---------|---------|----------|--------|---------|-------------|--------|---------|----------|---------|---------|-----------------------------|
| | Perumahan | | | Industri | | | Perumahan | | | Industri | | | |
| | Asbes | Seng | Genting | Asbes | Seng | Genting | Asbes | Seng | Genting | Asbes | Seng | Genting | |
| Fluorida | 0,185 | 0,494 | 0,532 | 0,307 | 0,3315 | 0,017 | 0,1905 | 0,409 | 0,581 | 0,3455 | 0,319 | 0,203 | 1,5 |
| Klorida | 1,550 | 2,590 | 0,150 | 2,32 | 5,70 | 6,73 | 3,11 | 1,81 | 0,26 | 0,52 | 1,81 | 1,30 | 250 |
| Sulfat | 0,140 | 0,963 | 1,146 | 1,675 | 1,281 | 4,875 | 1,399 | 5,216 | 5,692 | 5,17 | 37,8725 | 8,405 | 250 |
| Nitrit | 0,005 | 0,005 | 0,0055 | 0,003 | 0,011 | 0,002 | 0,001 | 0 | 0,004 | 0,004 | 0,0065 | 0,324 | 3 |
| Nitrat | 0,176 | 0,095 | 0,204 | 0,097 | 0,359 | 0,103 | 0,149 | 0,198 | 0,52 | 0,35 | 0,267 | 0,52 | 50 |
| Kesadahan | 24 | 26 | 24 | 35 | 32 | 56 | 116 | 30 | 20 | 85 | 48 | 110 | 500 |
| pH | 8,11 | 7,31 | 6,88 | 7,42 | 6,72 | 7,13 | 7,08 | 6,81 | 6,26 | 7,05 | 6,86 | 6,62 | 6,5-8,5 |
| Turbidity | 5,19 | 2,59 | 2,03 | 6,45 | 10,49 | 2,74 | 4,81 | 3,93 | 7,72 | 5,46 | 6,14 | 0,86 | 5 |
| Suhu | 28,7 | 31,5 | 29,8 | 32,7 | 31,8 | 32,7 | 29,4 | 30,4 | 31,0 | 29,6 | 29,4 | 29,3 | suhu udara ± 3 |
| TDS | 100 | 30 | 30 | 97 | 53 | 47 | 70 | 43 | 43 | 120 | 30 | 50 | 500 |
| Besi | 0,4146 | 0,392 | 0,4373 | 0,7318 | 0,5166 | 0,1315 | 0,1881 | 0,426 | 0,4826 | 0,392 | 0,5506 | 0,3807 | 0,3 |
| Kadmium | 0 | 0,0011 | 0,0043 | 0,0091 | 0,0123 | 0,0059 | 0,0091 | 0,0204 | 0,0091 | 0,0091 | 0,0059 | 0,0059 | 0,003 |
| Kromium | 0,2079 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,052 | 0 | 0 | 0 | 0,05 |
| Mangan | 0,2784 | 10,6256 | 0,8976 | 0,0506 | 0,3081 | 1,0709 | 0,6251 | 0,0803 | 0,0704 | 0,5657 | 0,1595 | 0,0109 | 0,4 |
| Seng | 0,1135 | 3,7031 | 0,0799 | 0,0711 | 1,1743 | 0,7876 | 0,1208 | 3,5762 | 2,2994 | 0,8212 | 4,7669 | 0,2141 | 3 |
| Timbal | 0,3817 | 0,6067 | 0,5617 | 0,4267 | 0,3367 | 0,6967 | 1,1467 | 0,4267 | 0,6067 | 0,0217 | 1,1467 | 2,0916 | 0,01 |

Kualitas air hujan yang jatuh pada saat hujan pertama lebih baik dibandingkan dengan hujan kedua. Analisa karakteristik air hujan terpanen terhadap beberapa parameter uji menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kualitas air hujan terpanen yang jatuh pada saat hujan pertama dengan hujan kedua.

Terdapat tujuh parameter kualitas air minum yang tidak memenuhi standard dari sampel air hujan pada saat hujan pertama dan kedua. Namun, jumlah sampel yang tidak memenuhi standard lebih banyak ditunjukkan oleh air hujan terpanen pada saat hujan kedua. Parameter yang paling menonjol adalah parameter logam Kadmium (Cd) dan Seng (Zn), dimana konsentrasi tertinggi logam ini pada saat hujan kedua adalah sebesar 0,0204 mg/L dan 4,7669 mg/L.

Tabel 2. Hasil analisa pengaruh waktu pemanenan air hujan di lokasi studi

| Parameter | Jumlah sampel | Konsentrasi | | | | Jumlah sampel yang tidak memenuhi syarat | |
|-----------|---------------|---------------|--------|-------------|--------|--|-------------|
| | | Hujan pertama | | Hujan Kedua | | Hujan Pertama | Hujan Kedua |
| | | Max. | Min. | Max | Min. | | |
| Kekeruhan | 96 | 10,49 | 2,03 | 7,72 | 0,86 | 3 | 3 |
| Besi | 96 | 0,7318 | 0,1315 | 0,5506 | 0,1881 | 5 | 5 |
| Kadmium | 96 | 0,0123 | 0,0000 | 0,0204 | 0,0059 | 4 | 6 |
| Kromium | 96 | 0,2079 | 0,0000 | 0,0520 | 0,0000 | 1 | 1 |
| Mangan | 96 | 10,6256 | 0,0506 | 0,6251 | 0,0109 | 3 | 2 |
| Seng | 96 | 3,7031 | 0,0711 | 4,7669 | 0,1208 | 1 | 2 |
| Timbal | 96 | 0,6967 | 0,3367 | 2,0916 | 0,0217 | 6 | 6 |

Kekeruhan dan konsentrasi Timbal yang tinggi yang terkandung pada air hujan terpanen di kedua lokasi diperkirakan akibat dari lokasi studi yang padat dengan lalu lintas kendaraan bermotor dan kendaraan besar dari industri-industri yang ada disekitar lokasi studi. Hal tersebut dapat dipahami karena lokasi studi merupakan lokasi yang dilalui oleh jalan Lintas Sumatera dengan tingkat penggunaan jalan yang tinggi.

Pengaruh lokasi terhadap kualitas air hujan terpanen

Lokasi pemanenan air hujan juga berpengaruh terhadap kualitas air hujan yang dipanen dalam sistem pemanenan air hujan. Jumlah sampel yang tidak memenuhi standard pada area perumahan dan area industri berjumlah sama, namun terdapat perbedaan konsentrasi dari parameter-parameter yang tidak sesuai standard tersebut. Konsentrasi yang paling tampak menonjol adalah konsentrasi Mangan (Mn) dan Seng (Zn) yang memiliki konsentrasi maksimum sebesar 10,6256 mg/L dan 3,7031 mg/L untuk area perumahan; 0,8976 mg/L dan 4,7669 mg/L untuk area industri. Terdapat tujuh parameter yang tidak memenuhi standard air minum dari 16 parameter yang dianalisa sebagaimana tersaji pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil analisa pengaruh lokasi pemanenan air hujan di lokasi studi

| Parameter | Jumlah sampel | Konsentrasi | | | | Jumlah sampel yang tidak memenuhi syarat | |
|-----------|---------------|-------------|--------|----------|--------|--|----------|
| | | Perumahan | | Industri | | Perumahan | Industri |
| | | Max. | Min. | Max | Min. | | |
| Kekeruhan | 96 | 7,72 | 2,03 | 10,49 | 0,86 | 2 | 4 |
| Besi | 96 | 0,4826 | 0,1881 | 0,7318 | 0,1315 | 5 | 5 |
| Kadmium | 96 | 0,0204 | 0,0000 | 0,0123 | 0,0059 | 4 | 6 |
| Kromium | 96 | 0,2079 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 2 | 0 |
| Mangan | 96 | 10,6256 | 0,0704 | 0,8976 | 0,0506 | 3 | 2 |
| Seng | 96 | 3,7031 | 0,0799 | 4,7669 | 0,0711 | 2 | 1 |
| Timbal | 96 | 1,1467 | 0,3817 | 2,0916 | 0,0217 | 6 | 6 |

Konsentrasi dari parameter-parameter yang tidak memenuhi standard di lokasi area perumahan lebih tinggi dibandingkan di area industri. Hal tersebut diperkirakan karena terdapat

perbedaan ketinggian antara area industri dan area perumahan. Area industri di lokasi studi merupakan area sumber penguapan karena lebih dekat dengan laut, dan angin yang melewati sumber penguapan akan membawa uap air yang terkontaminasi ketempat yang lebih tinggi (area perumahan), sehingga kualitas air hujan di lokasi perumahan lebih buruk dibandingkan dengan lokasi industri.

Pengaruh jenis bahan atap terhadap kualitas air hujan terpanen

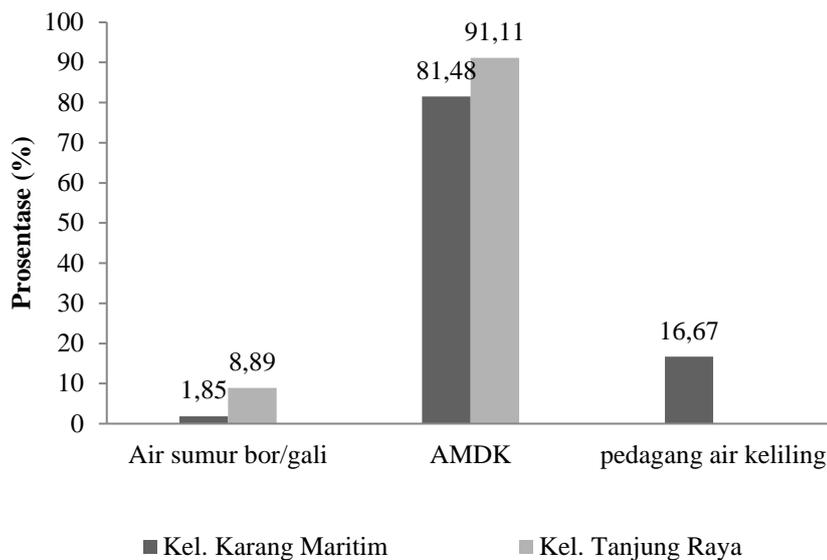
Jenis bahan atap terbukti memberikan pengaruh terhadap kualitas air hujan terpanen. Hal tersebut ditunjukkan dari hasil analisa jumlah sampel air hujan terpanen dari setiap jenis bahan atap (64 sampel/jenis) yang dianalisa, jumlah sampel dari atap genting paling sedikit memiliki jumlah sampel yang tidak memenuhi standar (15 sampel). Seng merupakan jenis atap terburuk dimana konsentrasi yang paling menonjol adalah konsentrasi Mangan dan Seng (Zn) yang mencapai 10,6256 mg/L dan 4,7669 mg/L). Konsentrasi beberapa parameter yang menunjukkan pengaruh jenis atap terhadap kualitas air hujan terpanen dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Pengaruh jenis bahan atap terhadap kualitas air hujan terpanen di lokasi studi

| Parameter | Jmlh sampel | Konsentrasi | | | | | | Jumlah sampel yang tidak memenuhi syarat | | |
|-----------|-------------|-------------|--------|---------|--------|---------|--------|--|------|---------|
| | | Asbes | | Seng | | Genting | | Asbes | Seng | Genting |
| | | Max. | Min. | Max. | Min. | Max. | Min. | | | |
| Kekeruhan | 12 | 6,45 | 4,81 | 10,49 | 2,59 | 7,72 | 0,86 | 3 | 2 | 1 |
| Besi | 12 | 0,7318 | 0,1881 | 0,5506 | 0,3920 | 0,4826 | 0,1315 | 3 | 4 | 3 |
| Kadmium | 12 | 0,0091 | 0,0000 | 0,0204 | 0,0011 | 0,0091 | 0,0043 | 3 | 3 | 4 |
| Kromium | 12 | 0,2079 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0520 | 0,0000 | 1 | 0 | 1 |
| Mangan | 12 | 0,6251 | 0,0506 | 10,6256 | 0,0803 | 1,0709 | 0,0109 | 2 | 1 | 2 |
| Seng | 12 | 0,8212 | 0,0711 | 4,7669 | 1,1743 | 2,2994 | 0,0799 | 0 | 3 | 0 |
| Timbal | 12 | 1,1467 | 0,0217 | 1,1467 | 0,3367 | 2,0916 | 0,5617 | 4 | 4 | 4 |

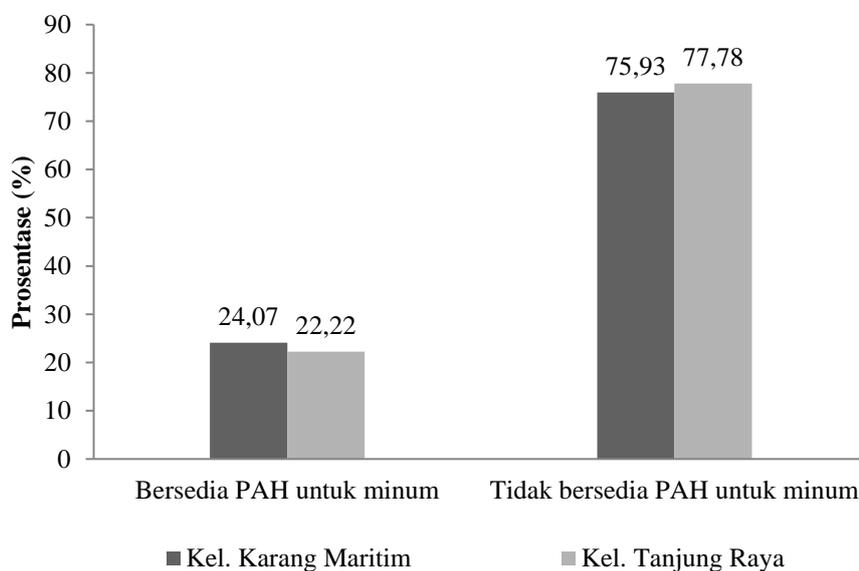
Persepsi masyarakat terhadap pemanenan air hujan

Persepsi masyarakat terhadap pemanenan air hujan melalui survey social ekonomi yang dilakukan di lokasi studi. Seluruh responden di Kelurahan Karang Maritim di Kecamatan Panjang memiliki sumber air dengan status kepemilikan sendiri, yaitu berupa sumur bor maupun sumur gali yang menghasilkan air payau. Pipa jaringan PDAM belum melayani lokasi tempat survey social ekonomi ini dilakukan meskipun batas lokasi layanan sangat dekat dengan dilakukannya survey ini. Hasil survey menunjukkan bahwa sebagian besar sumber air yang digunakan untuk minum berbeda dengan sumber air yang digunakan untuk memasak. Sebagian besar responden di Kelurahan Karang Maritim dan Kelurahan Tanjung Raya menggunakan AMDK sebagai sumber air minum (81,48% dan 91,11%). Responden di Kelurahan Karang Maritim menggunakan air PDAM yang dijual oleh pedagang air keliling untuk memenuhi kebutuhan memasak. Sedangkan di Kelurahan Tanjung Raya, kebutuhan air untuk memasak terpenuhi dari air sumur bor pribadi.



Gambar 2. Sumber air minum masyarakat di lokasi studi

Sebesar 24,07% responden di Kelurahan Karang Maritim menyatakan kesediaannya untuk memanfaatkan air hujan sebagai alternatif sumber air minum, dan sebesar 75,93% responden tidak bersedia untuk memanfaatkan air hujan sebagai alternatif sumber air minum. Hal tersebut disebabkan oleh kemudahan mendapatkan air dari para pedagang air PDAM keliling dan juga dari pedagang AMDK yang secara rutin datang ke lokasi untuk menjual air berdasarkan pesanan maupun berjualan bebas.



Gambar 3. Kesiediaan masyarakat di lokasi studi untuk melakukan PAH untuk air minum

Responden di Kelurahan Tanjung Raya tidak bersedia untuk memanfaatkan air hujan sebagai alternatif sumber air minum (77,78%), hal tersebut disebabkan oleh kemudahan akses untuk memperoleh air dalam kemasan tersebut dan praktis karena dapat langsung diminum tanpa harus melalui proses apapun. Sedangkan ketersediaan air dari sumur bor cukup dapat diandalkan untuk memenuhi kebutuhan air diluar air minum.

Tingkat keandalan air hujan melalui simulasi tampungan air hujan

Keandalan air hujan atau kuantitas air hujan sebagai kapasitas pendukung untuk memenuhi kebutuhan air minum masyarakat pesisir pada saat musim penghujan dapat diketahui melalui simulasi tampungan air hujan. Tingkat keandalan air hujan di lokasi studi dengan variasi jumlah kebutuhan air sesuai simulasi tampungan air hujan dengan menggunakan data curah hujan selama tiga tahun berturut-turut (2007-2009) adalah seperti pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Tingkat Keandalan air hujan di lokasi studi sebagai kapasitas pendukung terhadap penyediaan air

| Tahun | Jumlah hari tangki tidak kosong ($S_t - D_t > 0$) | | | Jumlah hari | Reliabilitas (%) | | |
|--------------|--|------------|------------|----------------|------------------|--------------|--------------|
| | D=5,4 L | D=10L | D=30L | | D=5,4 L | D=10L | D=30L |
| 2007 | 311 | 251 | 118 | 365 | 85,21 | 68,77 | 32,33 |
| 2008 | 350 | 327 | 205 | 366 | 95,63 | 89,34 | 56,01 |
| 2009 | 347 | 297 | 179 | 365 | 95,07 | 81,37 | 49,04 |
| TOTAL | 1008 | 875 | 502 | 1096 | 91,97 | 79,84 | 45,80 |

Apabila menggunakan tangki air bervolume 1 m³ untuk menampung air hujan dan jumlah kebutuhan air minum yang dimasukkan kedalam simulasi ini adalah sebesar 10 L/orang/hari dengan rata-rata jumlah anggota dalam satu keluarga adalah 4 orang (berdasarkan petunjuk teknik penyediaan air minum), maka tingkat keandalan (Re) dari air hujan untuk dapat memenuhi kebutuhan air minum selama musim penghujan adalah sebesar 79,84%. Jumlah kebutuhan air dan rata-rata jumlah orang dalam satu rumah berdasarkan hasil kuisioner adalah 5,4 Liter/orang/hari dan satu rumah terdiri dari 4 orang, maka tingkat keandalan (Re) dari air hujan untuk dapat memenuhi kebutuhan air minum selama musim penghujan adalah sebesar 91,97%. Apabila PAH dilakukan sebagai kapasitas pendukung untuk berbagai kebutuhan sebanyak 30L/org/hari dengan jumlah anggota keluarga yang sama, maka tingkat keandalan (Re) dari air hujan untuk dapat memenuhi kebutuhan air minum selama musim penghujan adalah sebesar 45,80%.

KESIMPULAN

Waktu panen air hujan, lokasi pemanenan air hujan serta jenis bahan atap penangkap atau penerima air hujan memberikan pengaruh terhadap kualitas air hujan terpanen. Analisa karakteristik air hujan terpanen terhadap beberapa parameter uji menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kualitas air hujan terpanen yang jatuh pada saat hujan pertama dengan hujan kedua. Terdapat 23,96% sampel tidak memenuhi standard pada saat hujan pertama dan 26,06% sampel pada saat hujan kedua tidak memenuhi standard.

Lokasi pemanenan air hujan di area industri memberikan kualitas air hujan yang lebih baik daripada di area perumahan, hal tersebut diperkirakan akibat tiupan angin dari daerah industri yang membawa uap air yang terkontaminasi bergerak ke arah area perumahan. Konsentrasi yang paling tampak menonjol adalah konsentrasi logam Mangan dan Seng yang memiliki konsentrasi maksimum sebesar 10,6256 mg/L dan 3,7031 mg/L untuk area perumahan; 0,8976 mg/L dan 4,7669 mg/L untuk area industri.

Jenis bahan atap terbaik untuk pemanenan air hujan adalah jenis genting, dimana jumlah sampel dari atap genting paling sedikit memiliki jumlah sampel yang tidak memenuhi standard, sedangkan atap seng merupakan jenis atap terburuk dibandingkan dengan asbes. Hal tersebut diperkirakan akibat dari bahan yang terkandung dari seng itu sendiri. Seng merupakan jenis atap terburuk dimana konsentrasi yang paling menonjol adalah konsentrasi Mangan dan Seng (Zn) yang mencapai 10,6256 mg/L dan 4,7669 mg/L).

Survey sosial ekonomi menemukan bahwa tidak banyak masyarakat menyadari keuntungan pemanfaatan air hujan dan, sebagaimana tercermin dalam hasil wawancara, beberapa dari mereka bahkan memiliki kesalahpahaman tentang kualitas air hujan. Hal tersebut dibuktikan dari ketidaksiediaan masyarakat untuk melakukan pemanenan air hujan dengan berbagai latar belakang, salah satunya adalah bahwa pemanenan air hujan bukan merupakan suatu hal yang umum dilakukan terutama di daerah dekat dengan perkotaan, sekalipun tingkat keandalan air hujan sebagai alternatif sumber air minum dan sumber air untuk memasak pada saat musim penghujan berlangsung yang jatuh di lokasi studi bisa mencapai 79,84% dan 45,80%. Sedangkan tingkat keandalan air hujan sebagai alternatif sumber air minum sesuai dengan hasil survey bisa mencapai 91,97%.

DAFTAR PUSTAKA

- Farreny, Ramon., Morales-Pinzón, Tito., Guisasola, Albert., Tayá, Carlota., Rieradevall, Joan., Gabarrell, Xavier. (2011): Roof Selection for Rainwater Harvesting: Quantity and Quality Assessment in Spain, *Journal of Water Research***45**, 3245-3254. Elsevier.
- Fewkes, A. (1999): The Use of Rainwater for WC flushing: the field Testing of a Collection System, *Journal of Building and Environment***34(6)**, 765-772.
- Kahinda, J. M., Taigbenu, A. E., dan Boroto, R.J. (2010): Domestic Rainwater Harvesting as an Adaptation Measure to Climate Change in South Africa, *Physics and Chemistry of the Earth***32 (15-18)**, 1050-1057.
- Khastagir, Anirban., Jayasuriya, Niranjali. (2010): Optimal Sizing of Rain Water Tanks for Domestic Water Conservation, *Journal of Hydrology***381**, 181-188. Elsevier.
- Mendez, Carolina B., Klenzendorf, Brandon J., Afshar, Brigit R., Simmons, Mark T., Barrett, Michael E., Kinney, Kerry A., Kirisits, Mary Jo. (2011): The Effect of Roofing Material on the Quality of Harvested Rainwater, *Journal of Water Research***45**, 2049-2059. Elsevier.
- Nolde, Erwin. (2007): Possibilities of Rainwater Utilisation in Densely Populated Areas Including Precipitation Runoffs from Traffic Surfaces, *Journal of Desalination***215**, 1-11. Elsevier.
- Setiawan, Nugraha. (2007): Penentuan Ukuran Sampel Memakai Rumus Slovin dan Tabel Krejcie-Morgan: Telaah Konsep dan Aplikasinya, Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Padjajaran.
- Song, Jaemin., Han, Mooyoung., Kim, Tschung-il., Song, Jee-eun. (2009): Rainwater Harvesting as a Sustainable Water Supply Option in Banda Aceh, *Desalination***248**, 233-240. Elsevier.