

KAJIAN PEMANFAATAN AIR HUJAN SEBAGAI AIR BERSIH INDUSTRI DI KOTA SEMARANG

Djoko Suwarno^{*1}, Ignatius Edwin Kristianto², Benyamin Alvin Triantoputro², Budi Santosa¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Soegijapranata, Jln. Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan
Duwur Semarang

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Soegijapranata, Jln. Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan
Duwur Semarang

*E-mail: dj.suwarno@unika.ac.id

ABSTRAK

Air bersih dibutuhkan industri dan sumber air tanah sering digunakan. Dampak negatif penggunaan air tanah beresiko tinggi terhadap penurunan muka tanah. Sumber air bersih lainnya yaitu air hujan. Pemanfaatan air hujan untuk mengurangi pemanfaatan air tanah secara berlebihan. Oleh karena itu dilakukan penelitian mengenai kajian pemanfaatan air hujan sebagai air bersih industri yang ditujukan supaya industri mengetahui seberapa besar potensi air hujan untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Metode penelitian menggunakan analisis pemanfaatan air hujan terhadap penggunaan air bersih industri. Analisis air hujan dan penghematan air bersih didasarkan pada hasil perhitungan curah hujan andalan selama 10 tahun, dan kebutuhan air bersih. Hasil analisis menunjukkan potensi pemenuhan air bersih oleh air hujan pada industri sebesar 30% dari total kebutuhan air bersih menggunakan air tanah.

Kata kunci: *penyediaan air, air bersih industri, pemanfaatan air hujan, Kota Semarang*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Semarang menempati sepuluh besar dalam resiko bencana dan juga rentan air bersih. Hal itu terungkap oleh tim penyusun strategi perubahan iklim Kota Semarang tahun 2010-2020 (BLH Semarang, 2013). Air merupakan kebutuhan dasar manusia yang tidak dapat tergantikan. Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416 Tahun 1990, menyebutkan kualitas air bersih harus memenuhi syarat kesehatan dan diolah sebelum diminum. Salah satu sumber air yang digunakan adalah air tanah. Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral wilayah Jawa Tengah pada tahun 2012, menyebutkan jumlah sumur bor yang digunakan mencapai 4.259 sumur dengan pengambilan air tanah rata-rata mencapai volume 15.300.000 m³ per bulan. Prasetya (2017) menyatakan terjadi penurunan muka tanah sebesar 1,33-34,9 cm per tahun pada tahun 2016. Maka diperlukan alternatif pengurangan pengambilan air tanah dengan pemanfaatan air hujan. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang pemanfaatan air hujan sebagai sumber air yang dapat dimanfaatkan sebagai tambahan air tanah dan/atau dimanfaatkan secara langsung untuk mengatasi kekurangan air pada musim kemarau dan banjir pada musim penghujan.

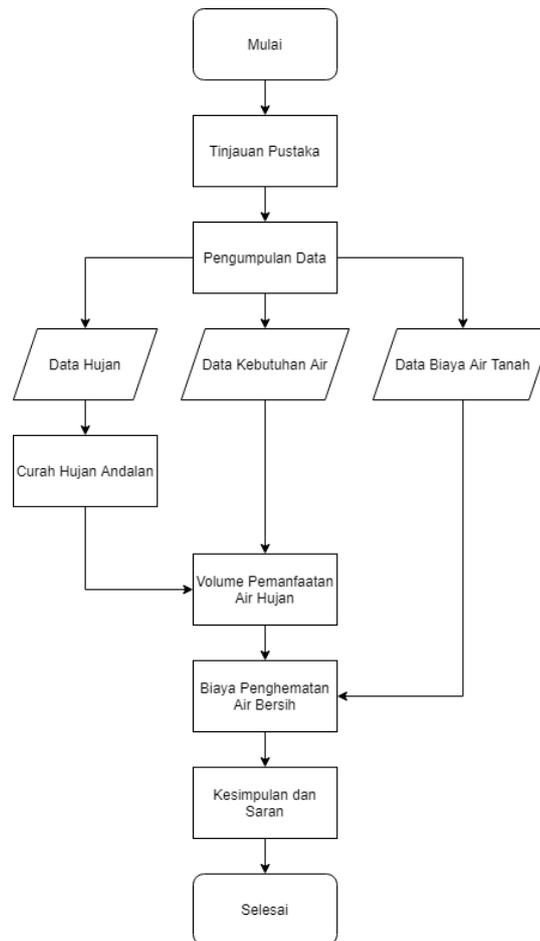
1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian di area industri untuk mengetahui curah hujan andalan, potensi volume air hujan di lokasi potensi volume air hujan dan kebutuhan air bersih. Permasalahan dibatasi dengan pembahasan penelitian lokasi studi kasus gedung industri di Kota Semarang dengan luas area ±13.500 m², gedung dalam pembangunan, menghitung volume dan membandingkan air hujan yang digunakan untuk mendukung sebagian kebutuhan air bersih dan penelitian pada kuantitas air.

2. METODE

2.1 Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mengumpulkan sumber-sumber pustaka terkait penelitian kajian pemanfaatan air hujan sebagai air bersih industri di Kota Semarang. Sumber pustaka termasuk teori air bersih, sumber air bersih, dan curah hujan serta pemanenan air hujan. Termasuk jurnal-jurnal dan sumber lain, dalam menganalisis permasalahan serta data-data yang diperlukan. Kajian literatur meliputi kajian identifikasi hubungan antara pemanfaatan air hujan sebagai sumber air bersih.



Gambar 1. Diagram alur pekerjaan dan pengolahan data

2.2 Pengumpulan Data

Data sekunder yaitu data hujan harian, luasan area penangkapan air hujan (luasan atap), dan kebutuhan air bersih. Data sekunder curah hujan diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika yang diperoleh dari stasiun UPT kelas 1 wilayah Kota Semarang yaitu Stasiun Klimatologi Semarang.

2.3 Pengolahan Data

Data sekunder diolah menggunakan metode yang diperoleh dari studi pustaka. Data yang diolah pada yaitu:

- Data curah hujan harian digunakan untuk menghitung hujan andalan (hujan efektif). Perhitungan hujan andalan dengan mengolah data curah hujan bulanan dari data curah hujan tahunan. Kemudian data bulanan diurutkan sesuai besaran curah hujan rata-rata bulanan, lalu menghitung probabilitas hujan andalan. Selanjutnya perhitungan volume air hujan yang dapat dipanen. Rumus metode distribusi normal:

$$X_{80\%} = X_i + K_{80\%} \times SD \quad (1)$$

dengan: $X_{80\%}$: Curah hujan andalan peluang 80% (mm)
 X_i : Rata-rata curah hujan harian/tanggal (mm)
 SD : Standar deviasi
 $K_{80\%}$: Faktor Frekuensi (Tabel 1)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

(Sumber: Soewarno, 1995)

dengan: SD : Standar deviasi
 X_i : Rata-rata curah hujan harian/tanggal(mm)
 \bar{x} : Rata-rata curah hujan harian/bulan (mm)
 n : Jumlah data

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

(3)

(Sumber: Soewarno, 1995)

dengan: X_i : Rata-rata curah hujan harian/bulan (mm)

n : Jumlah data

Tabel 1. Faktor Frekuensi (Soewarno, 1995)

Periode ulang T (tahun)	Peluang	k
1,001	0,999	-3,05
1,005	0,995	-2,58
1,01	0,99	-2,33
1,05	0,95	-1,64
1,11	0,9	-1,28
1,25	0,8	-0,84
1,33	0,75	-0,67
1,43	0,7	-0,52
1,67	0,6	-0,25
2	0,5	0
2,5	0,4	0,25
3,33	0,3	0,52
4	0,25	0,67
5	0,2	0,84
10	0,1	1,28
20	0,05	1,64
50	0,2	2,05
100	0,01	2,33
200	0,005	2,58
500	0,002	2,88
1000	0,001	3,09

Memperhitungkan volume ketersediaan air hujan dari curah hujan andalan yang dapat ditampung untuk setiap bulannya dengan rumus sebagai berikut:

$$V = R \times A \times C$$

(4)

(Sumber: Mujiyono, 2019)

dengan: V : Volume tampungan (m^3 /bulan)

R : Hujan andalan (mm)

A : Luas atap (m^2)

C : Koefisien limpasan permukaan

Nilai koefisien limpasan permukaan sebesar 0,9 berdasarkan SNI 2415 Tahun 2016 Tentang Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana yang diperlihatkan pada Tabel 2.

- b. Data kebutuhan air adalah data untuk pembandingan antara ketersediaan air hujan, sehingga volume air hujan dimanfaatkan sebagai air bersih.

Menentukan bobot nilai perolehan air secara eksponensial dari nilai peringkatnya dengan ketentuan berikut pada Tabel 3.

Menentukan komponen peruntukan dan pengelolaan air tanah berdasarkan kelompok. Kegiatan industri menggunakan air dalam jumlah sedang masuk kelompok 3 berdasarkan Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2017 seperti pada Tabel 4.

Tabel 2. Koefisien Limpasan Permukaan (SNI 2415-2016)

Kondisi Permukaan	Koefisien <i>limpasan permukaan</i>
Jalan Aspal	
Aspal dan beton	0,75 – 0,95
Batu bata dan batako	0,70 – 0,85
Atap Rumah	0,70 – 0,95
Halaman berumput, tanah pasir	
Datar 2%	0,05 – 0,10
Rata-Rata 2-7%	0,10 – 0,15
Curam 7% atau lebih	0,15– 0,20
Halaman berumput, tanah pasir padat	
Datar 2%	0,13 – 0,17
Rata-Rata 2-7%	0,18– 0,22
Curam 7% atau lebih	0,25 – 0,35

Tabel 3. Bobot Nilai Perolehan Air (Peraturan ESDM No 20 Tahun 2017)

No	Kriteria	Peringkat	Bobot
1	Air tanah kualitas baik, ada sumber air alternatif	4	16
2	Air tanah kualitas baik, tidak ada sumber air alternatif	3	9
3	Air tanah kualitas tidak baik, ada sumber air alternatif	2	4
4	Air tanah kualitas tidak baik, tidak ada sumber air alternatif	1	1

Tabel 4. Kelompok Pengguna Air Tanah (Peraturan ESDM No 20 Tahun 2017)

Kelompok	Jenis Perusahaan
1	1.a. Pemasok air baku 1.b. Perusahaan air minum 1.c. Industri air minum dalam kemasan 1.d. Pabrik es kristal 1.e. Pabrik minuman olahan
2	2.a. Industri tekstil 2.b. Pabrik makanan olahan 2.c. Hotel bintang 3, hotel bintang 4, dan hotel bintang 5 2.d. Pabrik kimia 2.e. Industri farmasi
3	3.a. Hotel bintang 1 dan hotel bintang 2 3.b. Usaha persewaan jasa kantor 3.c. Apartemen 3.d. Pabrik es skala kecil 3.e. Agro industri 3.f. Industri pengolahan logam 3.g. Pusat perbelanjaan
4	4.a. Losmen/pondokan/penginapan/rumah sewa 4.b. Tempat hiburan 4.c. Restoran 4.d. Gedung pendingin 4.e. Pabrik mesin elektronik 4.f. Pencucian kendaraan bermotor
5	5.a. Usaha kecil skala rumah tangga 5.b. Hotel non-bintang 5.c. Rumah makan 5.d. Rumah sakit

Tabel 5. Komponen Peruntukan dan Pengelolaan Air Tanah (Peraturan ESDM No 20 Tahun 2017)

No	Kelompok	Komponen Peruntukan				
		0-50 m ³	51-500 m ³	501-1000 m ³	1001-2500 m ³	<2500 m ³
1	5	1	1,5	2,25	3,38	5,06
2	4	3	4,5	6,75	10,13	15,19
3	3	5	7,5	11,25	16,88	25,31
4	2	7	10,5	15,75	23,63	35,44
5	1	9	13,5	20,25	30,38	45,56

2.4 Analisis Data

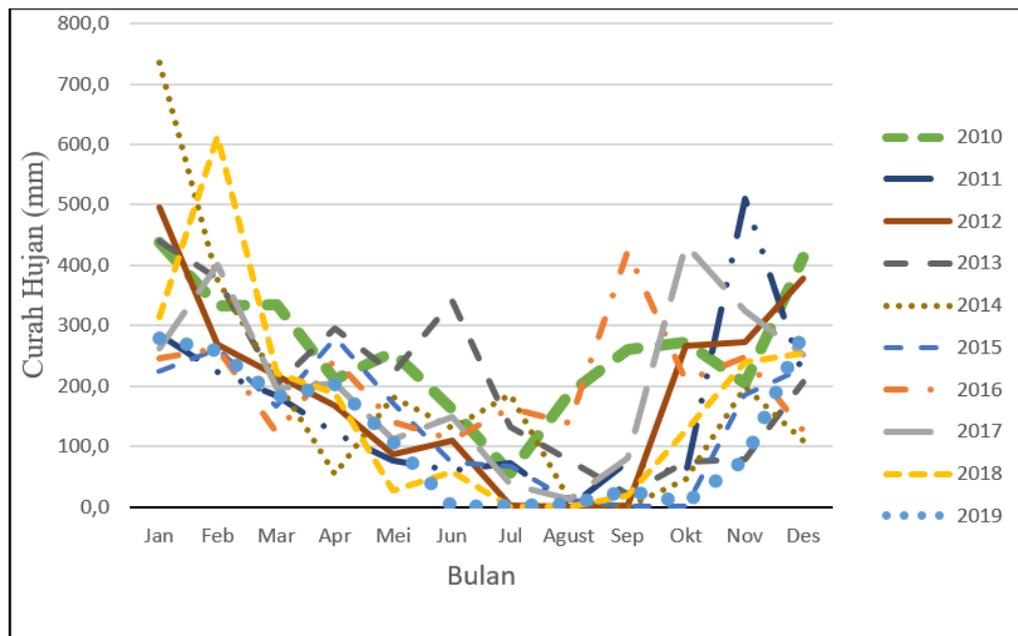
Analisis data dilakukan dengan mengelola data. Analisis mengenai pengaruh dari air hujan yang telah ditampung terhadap pemenuhan kebutuhan air bersih. Berikut ini diperlihatkan pada Gambar 1 Diagram Alur Pekerjaan dan Pengolahan Data sehingga dapat dilakukan pengkajian analisa data.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Identifikasi Studi Kasus

Luas bangunan Industri ±45.000 m² dan luas lahan ±116.933,5 m² difungsikan sebagai pusat perbelanjaan.

- Curah hujan dari Stasiun Klimatologi Semarang. Data curah hujan harian periode 10 tahun dari tahun 2010-2019 ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Curah Hujan Selama 10 Tahun

- Komponen pemanenan air hujan meliputi area penangkapan air hujan pada atap bangunan. Kemiringan atap bangunan diperlukan supaya air hujan mengalir ke saluran. Saluran air hujan mengalirkan air hujan masuk saluran melalui saringan dan masuk ke dalam tangki penampungan air hujan sebagai tempat penyimpanan air yang diletak di bawah tanah dengan total kapasitas ± 580 m³. Dilengkapi dengan filtrasi yang dirancang untuk membersihkan air dan bau.
- Kebutuhan air bersih
 Kebutuhan air bersih didasarkan pada kebutuhan air bersih per hari. Perhitungan air bersih dihitung atas luasan, jumlah pengunjung dan jumlah pegawai. Kebutuhan air bersih 228,5 m³/hari. Tabel 6 menunjukkan kebutuhan air dalam satu bulan.

Tabel 6. Kebutuhan Air Selama Satu Bulan

Bulan	Jumlah hari	Total kebutuhan air bersih (m ³)
Jan	31	7083,5
Feb	28	6398
Mar	31	7083,5
Apr	30	6855
Mei	31	7083,5
Jun	30	6855
Jul	31	7083,5
Agust	31	7083,5
Sep	30	6855
Okt	31	7083,5
Nov	30	6855
Des	31	7083,5

3.2. Analisis Hidrologi

Data curah hujan dianalisis dengan menggunakan data sekunder. Analisis perencanaan penampungan air hujan dibagi menjadi beberapa tahap yaitu:

3.2.1 Perhitungan Curah Hujan Andalan

Curah hujan andalan harian dihitung menggunakan metode distribusi normal. Contoh untuk tanggal 1 bulan Januari:

$$X_i = \text{Rata-rata curah hujan bulan Januari tanggal 1} \\ = (0+5+2+2+3,3+1,4+ 27,3+7,2+7,8)/9 = 6,2 \text{ mm}$$

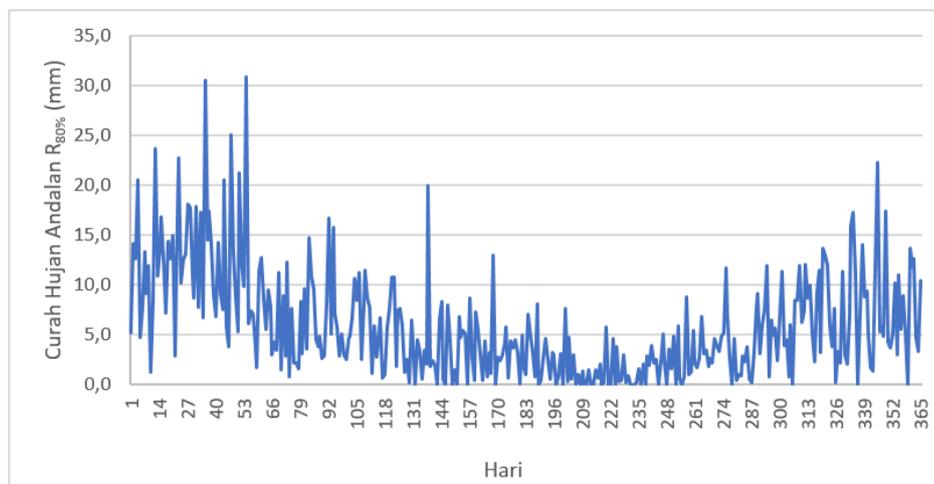
$$K_{80\%} = \text{Faktor Frekuensi} = -0,84$$

$$\bar{X} = \text{Rata - rata curah hujan harian/bulan} = \frac{\sum X_i}{n} = 12,9 \text{ mm}$$

$$SD = \text{Standar deviasi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = 1,22$$

$$X_{80\%} = \text{Curah hujan andalan probabilitas 80\%} = 5,20 \text{ mm}$$

Curah hujan andalan berbasis harian untuk memperoleh pemanfaatan tampungan air, sehingga diketahui pemanfaatan air hujan dan air tanah per harinya. Perhitungan tersebut lebih rinci dan akurat dalam perhitungan bila dibandingkan dengan curah hujan berbasis mingguan atau bulanan. Pertimbangan ini diharapkan lebih tepat sesuai dengan ketersediaan data curah hujan yang tersedia. Bila data curah hujan yang tersedia tidak lengkap maka pemakaian curah hujan digunakan berbasis mingguan atau bulanan. Grafik curah hujan andalan R80% selama satu tahun pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Curah Hujan Andalan R80% selama Satu Tahun

Tabel 7. Curah Hujan Andalan Bulan Januari

Bulan	Tanggal	Hujan andalan (R _{80%}) (mm)	Bulan	Tanggal	Hujan andalan (R _{80%}) (mm)
Januari	1	5,2	Januari	16	12,7
	2	14,1		17	7,2
	3	12,6		18	14,4
	4	20,6		19	12,6
	5	4,7		20	15
	6	7,6		21	2,8
	7	13,4		22	10,8
	8	9,1		23	22,7
	9	11,9		24	10,1
	10	1,3		25	12,5
	11	8,3		26	13,1
	12	23,7		27	18,1
	13	10,9		28	17,8
	14	13,6		29	10,8
	15	16,8		30	8,6

3.2.2 Perhitungan Volume Air Hujan

Volume air hujan yang ditangkap oleh atap dalam periode waktu tertentu. Perhitungan ini dipengaruhi oleh curah hujan, luas area penangkapan, dan koefisien limpasan permukaan. Contoh perhitungan volume air hujan tanggal 1 Januari:

Luasan atap bangunan (A) = ±13.500 m²

Koefisien limpasan permukaan (C) = 0,9

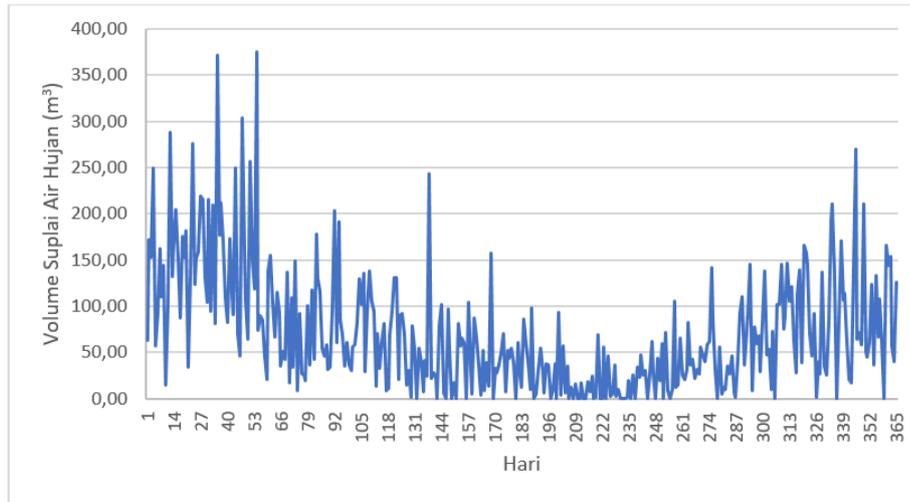
Curah hujan andalan bulan Januari 1 (R_{80%}) = 5,20 mm

Volume suplai air hujan (V_{80%}) adalah curah hujan andalan bulan Januari 1 dikalikan dengan luas atap bangunan dan dikalikan dengan koefisien limpasan permukaan, sehingga diperoleh volume air hujan sebesar 63,1 m³/hari.

Tabel 8. Suplai Air Hujan Bulan Januari

Tanggal	Luas Atap (m ²)	Hujan andalan (R _{80%}) (mm)	Volume suplai air hujan (V _{80%}) (m ³)	Tanggal	Luas Atap (m ²)	Hujan andalan (R _{80%}) (mm)	Volume suplai air hujan (V _{80%}) (m ³)
		Jan				Jan	
1	13500	5,2	63,1	16	13500	12,7	153,9
2	13500	14,1	171,8	17	13500	7,2	87,4
3	13500	12,6	153,2	18	13500	14,4	175,2
4	13500	20,6	250,0	19	13500	12,6	153,2
5	13500	4,7	56,6	20	13500	15,0	182,1
6	13500	7,6	92,3	21	13500	2,8	34,3
7	13500	13,4	162,2	22	13500	10,8	131,0
8	13500	9,1	110,3	23	13500	22,7	276,3
9	13500	11,9	144,4	24	13500	10,1	123,2
10	13500	1,3	15,2	25	13500	12,5	152,0
11	13500	8,3	100,7	26	13500	13,1	158,9
12	13500	23,7	287,9	27	13500	18,1	219,7
13	13500	10,9	132,0	28	13500	17,8	216,0
14	13500	13,6	164,7	29	13500	10,8	131,5
15	13500	16,8	204,6	30	13500	8,6	104,6

Grafik air hujan selama satu tahun di Gambar 4.



Gambar 4. Grafik air hujan dalam satu tahun

3.3 Analisis Volume Pemanfaatan

Pemanfaatan air hujan menggunakan air hujan yang tertampung sebelumnya. Air hujan dimanfaatkan adalah air hujan yang telah melebihi batas tampungan mati dalam tangki. Contoh perhitungan:

Tanggal 1 Januari

Volume tampungan belum melebihi batas tampungan mati dalam tangki, sehingga belum dapat dimanfaatkan.

Tanggal 3 Januari

Volume tampungan di hari sebelumnya telah melebihi batas tampungan mati dalam tangki, sehingga air hujan dapat dimanfaatkan.

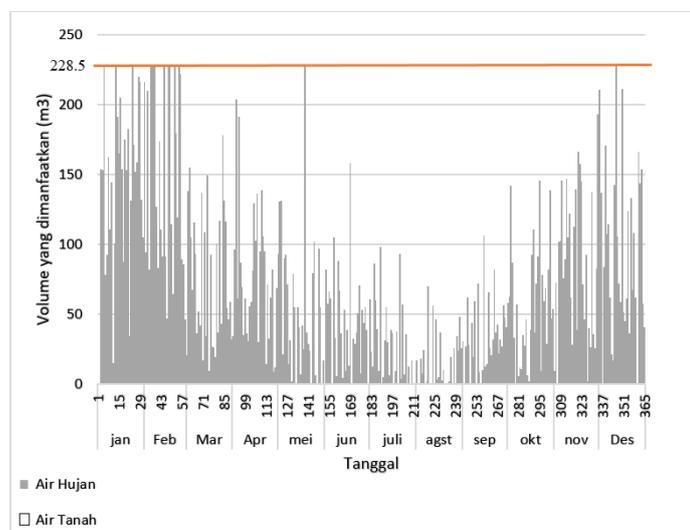
Air Hujan

Volume yang dimanfaatkan adalah volume tangki sebelumnya dikurangi dengan batas tampungan mati sebesar 153,7 m³.

Air Tanah

Volume yang dimanfaatkan adalah kebutuhan air bersih dikurangi dengan volume yang dimanfaatkan (air hujan) yaitu sebesar 74,8 m³.

Grafik Perbandingan Volume Pelayanan Air Tanah dan Air Hujan selama satu tahun pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan Volume Pelayanan Air Tanah dan Air Hujan selama satu tahun

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Penampungan air hujan sebagai alternatif pemenuhan kebutuhan air bersih sudah diperhitungkan dan dibahas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Curah hujan andalan selama satu tahun memiliki rata-rata sebesar 5,9 mm/hari dan curah hujan andalan tertinggi terjadi pada 23 Februari sebesar 30,9 mm dengan volume air hujan 417,15 m³.
- Potensi volume air hujan yang jatuh pada atap gedung bertingkat memiliki akumulasi volume selama satu tahun sebesar 26.083 m³.
- Potensi volume air hujan pada Gedung industri dapat dimanfaatkan secara penuh tanpa adanya volume air hujan yang terbuang. Potensi volume air hujan yang digunakan sebesar 25.875,7 m³ dan dapat memenuhi 30% air bersih yang diperlukan selama setahun.

4.2 Saran

Pada kajian air hujan sebagai alternatif air bersih dapat diberi saran sebagai berikut:

- Penambahan luasan area penangkapan air hujan dilakukan dengan menampung air hujan yang jatuh di halaman, supaya dapat meningkatkan volume air hujan yang dapat dimanfaatkan.
- Pemanfaatan air hujan agar dilakukan oleh setiap gedung hijau dan rumah tinggal untuk mengurangi pemanfaatan air tanah, sehingga konservasi air dapat terjadi.

PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2016. *SNI 2415-2016, Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Dinas Energi Sumber Daya dan Mineral. 2012. *Laporan Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Wilayah Jawa Tengah Pada Tahun 2012*.
- Irham, M. 2006. Pemetaan Sebaran air Tanah Asin Pada Aquifer. *Berkala Fisika*, 9: 137-143.
- Mujiyono. 2019. Desain Sistem Pemanenan Air Hujan Pada Rumah Hunian di Daerah Karst Kabupaten Malang. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur Dan Fasilitas*, 3: 59-74.
- Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2017 Tentang Pedoman Penetapan Nilai Perolehan Air Tanah. Jakarta.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan. Jakarta.
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tahun 1990 tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air. Jakarta.
- Prasetya, A. 2017. Pemantauan Penurunan Muka Tanah Kota Semarang Tahun 2016 Menggunakan Perangkat Lunak Gamit 10.6. *Jurnal Geodesi UNDIP*, 6: 21-28.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi, Aplikasi Metode Statistic Untuk Analisa, Jilid I*. Bandung: Penerbit Nova.
- Tim Penyusun Badan Lingkungan Hidup Kota Semarang. 2013. *Laporan Kegiatan Pengendalian Dampak Perubahan Iklim Tahun 2013*. Semarang: Badan Lingkungan Hidup Kota Semarang.