

BIAYA SISTEM KONSERVASI AIR *EXISTING* DAN USULAN PADA APARTEMEN AMEGA CROWN RESIDENCES SURABAYA

Yudi Sanjaya¹, Jeffry Gunawan², Herry Pintardi Chandra³, dan Cilcia Kusumastuti⁴

ABSTRAK : Kebutuhan manusia yang semakin bertambah menyebabkan sumber daya alam semakin langka, sehingga perlu diperhatikan konsep ramah lingkungan (*green building*). Salah satu konsep *green building* adalah konservasi air yang dilakukan dengan beberapa upaya seperti mendaur ulang air, penampungan air hujan, dan penggunaan fitur-fitur pendukung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui biaya konservasi air pada Apartemen Amega Crown Residences.

Sistem konservasi air pada penelitian ini diterapkan dengan mendesain sistem *rainwater harvesting*, sistem pengolahan air limbah, dan sistem pendeteksi kebocoran pipa. Pada penelitian ini didapatkan besarnya curah hujan rencana dan intensitas hujan yang digunakan untuk mendesain pipa penyaluran. Sedangkan sistem pengolahan air limbah didesain berdasarkan jumlah air limbah yang dihasilkan.

Berdasarkan analisis data air hujan dan air hasil sistem pengolahan air limbah, volume air hujan dan air limbah yang diolah dapat memenuhi kebutuhan untuk *flushing* toilet sehingga penggunaan air PDAM dapat dikurangi. Biaya konservasi air *existing* sebesar Rp 10.513.087.820,00 sedangkan biaya konservasi air usulan sebesar Rp 15.124.117.520,00.

KATA KUNCI : konservasi air, *rainwater harvesting*, sistem pengolahan air limbah

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang semakin pesat diiringi dengan semakin bertambahnya kebutuhan menyebabkan sumber daya alam yang ada semakin langka. Kondisi tersebut memaksa manusia untuk mengembangkan bangunan yang ramah lingkungan yang dikenal dengan *Green Building* (Nasir, 2016). Konsep *green building* merupakan usaha menciptakan bangunan yang ramah lingkungan dan penggunaan sumber daya yang seefisien mungkin baik dalam tahap konstruksi maupun operasional gedung tersebut. Sebelum konsep ini digunakan perlu dihitung seberapa besar konsep tersebut memberikan manfaat bagi penggunanya, dan apakah sepadan dengan biaya yang harus dikeluarkan untuk menerapkan konsep tersebut. Sehingga perlu dilakukan estimasi biaya pengaplikasian konsep *green building* tersebut.

Penerapan konsep *green building* pastinya akan berpengaruh pada biaya konstruksi dan operasional gedung, sehingga perlu dihitung biaya pengaplikasian sistem tersebut. Menurut Green Building Council Indonesia (GBCI, 2013) terdapat 6 kategori yang menjadi pedoman dalam evaluasi *green building* yaitu: tepat guna lahan (*Appropriate Site Development/ASD*), efisiensi dan konservasi energi (*Energy Efficiency & Conservation/EEC*), konservasi air (*Water Conservation/WAC*), sumber dan siklus material (*Material Resource and Cycle/MRC*), kualitas udara & kenyamanan ruang (*Indoor Air Health and Comfort/IHC*), manajemen lingkungan bangunan (*Building and Environment Management/BEM*). Dari beberapa kategori *green building* diatas, dalam penelitian ini dipilih satu kategori yaitu konservasi air. Konservasi air dilakukan dengan melakukan beberapa upaya seperti mendaur ulang air (*Water Recycling*), penampungan air hujan (*Rainwater Harvesting*), dan penggunaan fitur-fitur pendukung.

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21414019@john.petra.ac.id

²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21414022@john.petra.ac.id

³Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, Herpin@peter.petra.ac.id

⁴Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, Cilcia.k@peter.petra.ac.id

2. LANDASAN TEORI

Konservasi air adalah upaya untuk memelihara keberadaan dan mutu air tanah supaya tetap tersedia dalam kualitas dan kuantitas yang memadai guna memenuhi kebutuhan makhluk hidup baik di masa sekarang maupun di masa yang akan datang. (UU RI No.7 Tahun 2004 pasal 1 ayat 18 Tentang Sumber Daya Air). Konservasi air dilakukan dengan tujuan utama untuk melakukan efisiensi pemakaian air tanah. Menurut Green Building Council Indonesia (GBCI, 2013) konservasi air dapat dilakukan dengan melakukan beberapa upaya seperti: pemasangan meteran air, perhitungan penggunaan air, mengurangi penggunaan air, pemasangan fitur-fitur air, mendaur ulang air, penggunaan sumber air alternatif selain air tanah, penampungan air hujan, dan efisiensi penggunaan air lansekap. Dari beberapa macam upaya konservasi air dalam penelitian ini dipilih beberapa kategori yaitu penampungan air hujan (*Rainwater Harvesting*), daur ulang air (*Water Recycling*), dan penggunaan fitur-fitur air (*Water Fixtures*).

2.1 *Rainwater Harvesting*

Rainwater harvesting merupakan upaya pemanfaatan air hujan sebagai salah satu sumber air alternatif. Proses *rainwater harvesting* dapat dikelompokkan dalam 3 (tiga) tahapan yaitu proses penangkapan air hujan pada atap bangunan, penyaluran air hujan dari atap ke tempat penampungan melalui talang dan pipa penyaluran, dan penyimpanan air beserta perangkat ekstraksi air yang dapat berupa keran atau pompa air (*Canada Mortgage and Housing Corporation, 2012*).

2.2 *Water Recycling*

Water recycling merupakan penggunaan kembali air untuk aplikasi yang sama dengan awal *dari kegunaan air tersebut (USEPA, 1995)*. *Water recycling* dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya dengan sistem pengolahan air limbah (SPAL). Pengolahan air dalam SPAL memiliki fungsi untuk mengurangi zat pencemar tertentu sehingga kualitas limbah cair hasil olahan SPAL bisa digunakan kembali dalam hal-hal tertentu dan buangan limbah cair hasil olahan SPAL bisa memenuhi syarat kualitas pembuangan limbah.

2.3 *Water Fixture*

Water fixture merupakan penggunaan alat-alat pendukung yang dapat mendorong upaya penghematan air. Salah satu cara penerapannya adalah dengan memasang alat pendeteksi kebocoran pipa penyaluran. Deteksi kebocoran pipa dapat dilakukan menggunakan *acoustic/vibration sensors* atau sensor pendeteksi air yang dapat membunyikan alarm dan mematikan air ketika sensor bersentuhan dengan air. (Flood Master, 2018).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan studi literatur dan survei lapangan. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan teori-teori pendukung untuk mendesain sistem konservasi air. Survei lapangan dilakukan untuk mendapatkan data denah dan detail bangunan dari proyek Apartemen Amega Crown Residences dan data curah hujan dari Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air provinsi Jawa Timur.

Dalam penelitian ini dilakukan 2 (dua) macam analisis, yaitu analisis hidrologi dan analisis hidrolika. Analisis hidrologi yang dilakukan pada penelitian ini meliputi analisis data curah hujan, analisis distribusi curah hujan, pengujian kecocokan, perhitungan curah hujan rencana, dan perhitungan curah hujan bulanan rata-rata. Sedangkan analisis hidrolika yang dilakukan pada penelitian ini meliputi analisis kapasitas pipa penyaluran dan perencanaan bak tampungan beserta bak pengolahan.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Sistem konservasi air pada penelitian ini meliputi sistem *rainwater harvesting*, sistem pengolahan air limbah, dan sistem pendeteksi kebocoran pipa. Air hujan dan air dari sistem pengolahan air limbah akan

ditampung pada sebuah bak tampungan dan akan disalurkan kembali untuk digunakan pada *flushing* toilet.

4.1. Sistem *Rainwater Harvesting*

Sistem *rainwater harvesting* memiliki 3 (tiga) tahapan yaitu proses penangkapan air hujan, proses penyaluran air hujan, dan proses penyimpanan air hujan pada bak tampungan. Pada penelitian ini terdapat 3 (tiga) daerah tangkapan air hujan yaitu atap, podium lantai 1, dan balkon lantai 1. Air hujan dari daerah tangkapan akan disalurkan melalui pipa penyaluran menuju bak tampungan, pipa penyaluran meliputi pipa vertikal, pipa horisontal atap, dan pipa horisontal lantai P2.

4.1.1. Analisis Data Curah Hujan

Analisis data curah hujan meliputi perhitungan curah hujan maksimum rencana dan curah hujan rata-rata harian per bulan. Untuk mendapatkan data tersebut dilakukan analisis data curah hujan harian pada tahun 2006-2016 yang diperoleh dari 5 (lima) stasiun hujan di Kota Surabaya yaitu Stasiun Meteorologi Juanda, Stasiun Hujan Wonokromo, Stasiun Hujan Wonorejo, Stasiun Hujan Gunungsari, dan Stasiun Hujan Kebon Agung.

4.1.2. Analisis Distribusi Curah Hujan

Analisis distribusi curah hujan dilakukan setelah didapatkan data curah hujan maksimum harian pada tahun 2006-2016. Selanjutnya dilakukan perhitungan parameter statistik untuk distribusi normal dan distribusi log-normal. Nilai-nilai parameter statistik tersebut dibandingkan dengan persyaratan masing-masing metode distribusi yang ada dan dipilih 1 (satu) metode distribusi yang paling mendekati.

4.1.3. Pengujian Kecocokan

Pengujian kecocokan berfungsi menguji kelayakan metode distribusi untuk digunakan dalam menghitung curah hujan rencana maksimum. Pengujian kecocokan dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara yaitu uji Chi-Kuadrat dan uji Smirnov-Kolmogorov. Pengujian Chi-Kuadrat kedua metode distribusi memiliki hasil yang sama yaitu dapat digunakan. Karena kedua metode memiliki hasil yang sama maka dilakukan uji kecocokan yang kedua yaitu uji Smirnov-Kolmogorov. Dari pengujian Smirnov-Kolmogorov metode distribusi Normal memiliki D yang lebih kecil dari D_0 yang didapatkan dari tabel nilai kritis (Soewarno, 1995) sehingga metode distribusi Normal dapat digunakan, sedangkan untuk metode distribusi Log Normal memiliki D yang lebih besar dari D_0 sehingga metode Log Normal tidak dapat digunakan. Sehingga pada penelitian ini digunakan metode distribusi Normal.

4.1.4. Perhitungan Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana untuk daerah penelitian yang ditinjau dihitung dengan menggunakan metode distribusi Normal dengan K merupakan faktor reduksi Gauss sebesar 0,84 (Soewarno, 1995).

$$\begin{aligned} X &= \bar{X} + K.S \\ &= 79,70 + 0,84 \times 14,02 \\ &= 91,48 \text{ mm} \end{aligned}$$

4.1.5. Perhitungan Curah Hujan Rata-rata Harian per Bulan

Dari data hujan harian yang telah didapatkan dilakukan perhitungan curah hujan rata-rata harian per bulan selama 11 tahun. Perhitungan tersebut dilakukan dengan menjumlahkan curah hujan rata-rata pada suatu bulan per tahun dan membaginya dengan jumlah tahun. Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan curah hujan rata-rata harian per bulan selama 11 tahun.

4.1.6. Desain Pipa Penyaluran

Pada proses desain pipa penyaluran diperlukan data berupa besarnya debit limpasan air hujan yang mengalir pada masing-masing pipa penyaluran. Untuk menghitung debit limpasan diperlukan data intensitas hujan yang dihitung dengan rumus Mononobe (Suripin, 2004). Sebelum menghitung intensitas hujan terlebih dahulu dihitung waktu konsentrasi hujan (Djajadi, 2016). Pada penelitian ini didapatkan Intensitas hujan sebesar 296,4 mm/jam. Selanjutnya dihitung diameter minimal untuk masing-masing

pipa penyaluran. Dari hasil perhitungan tersebut pipa PVC diameter 100 mm (4”) dapat digunakan pada pipa penyaluran vertikal. Sedangkan pipa penyaluran horisontal atap dan lantai P2 dapat menggunakan pipa PVC 120x110 dan pipa PVC diameter 200 mm (8”).

4.1.7. Perhitungan Biaya Sistem *Rainwater Harvesting*

Biaya aplikasi sistem *rainwater harvesting* pada penelitian ini terdiri dari biaya peralatan plambing. Biaya peralatan plambing terdiri dari pipa penyaluran horisontal, pipa penyaluran vertikal, dan sambungan pipa. Perhitungan biaya sistem *rainwater harvesting* disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Perhitungan Biaya Sistem *Rainwater Harvesting*

Jenis	Kuantitas	Satuan	Total Harga (Rp)
Pipa penyaluran *	6392	m	483.853.800 ⁽¹⁾
Sambungan pipa *	3244	buah	282.066.000 ⁽¹⁾
Ongkos Pekerja	1	Ls	361.730.311
Total Biaya			1.127.650.111
Total Biaya (Termasuk PPN 10%)			1.240.415.122

Keterangan Kode : * PVC Rucika tipe AW
 Sumber : ⁽¹⁾ PT. Wahana Duta Jaya Rucika

4.2. Sistem Pengolahan Air Limbah

Pada penelitian ini dilakukan evaluasi kapasitas sistem pengolahan air limbah *existing* dan mengusulkan desain sistem pengolahan air limbah usulan yang dianggap lebih baik dibandingkan yang sudah ada. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan kapasitas sistem pengolahan air limbah yang dibutuhkan dengan kapasitas sistem pengolahan air limbah yang tersedia. Jumlah air yang masuk kedalam sistem pengolahan air limbah ditentukan oleh jumlah total penghuni apartemen tersebut. Jumlah penghuni dihitung dengan membandingkan jumlah ideal berdasarkan kebutuhan udara segar per orang dari perhitungan SNI (SNI 03-1733-2004) dan data pengembang apartemen sehingga didapatkan jumlah penghuni total 3028 orang.

4.2.1. Sistem Pengolahan Air Limbah *Existing*

Saat ini terdapat 2(dua) unit sistem pengolahan air limbah (SPAL) yaitu SPAL *tower* A dan SPAL *tower* B. Kedua SPAL ini memiliki fungsi yang sama yaitu mengolah limbah dari masing-masing *tower*, baik limbah yang berasal dari toilet dan dapur (*black water*) maupun bekas mandi dan *laundry* (*grey water*). Kedua jenis limbah akan diolah terlebih dahulu dalam SPAL masing-masing *tower* dan selanjutnya dibuang ke sungai atau saluran pembuangan kota. Dari hasil perhitungan kapasitas bak pengolahan SPAL *existing* yang tersedia tidak memadai sehingga perlu dilakukan penambahan kapasitas bak pengolahan yang ada.

4.2.2. Sistem Pengolahan Air Limbah Usulan

Pada desain sistem pengolahan air limbah usulan ini terdapat 2(dua) unit sistem pengolahan air limbah (SPAL) yaitu SPAL 1 dan SPAL 2. Kedua SPAL memiliki fungsi yang berbeda, SPAL 1 memiliki tugas untuk mengolah limbah toilet dan dapur (*black water*) dari 2(dua) *tower*. Sedangkan SPAL 2 memiliki tugas mengolah limbah bekas mandi dan *laundry* (*grey water*) dari 2(dua) *tower*. Untuk limbah *black water* setelah diolah pada SPAL 1 akan dibuang ke sungai, sedangkan untuk limbah *grey water* setelah diolah di SPAL 2 akan dimasukkan kedalam bak tampungan.

4.2.3. Perhitungan Biaya Alat Sistem Pengolahan Air Limbah

Biaya aplikasi sistem pengolahan air limbah terdiri dari beberapa komponen yaitu biaya konstruksi bak pengolahan dan biaya peralatan beserta plambing yang ada di dalam bak pengolahan tersebut. Perhitungan biaya SPAL *existing* disajikan pada **Tabel 2**, sedangkan untuk biaya SPAL usulan disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 2. Perhitungan Biaya Peralatan SPAL Existing

Jenis	Kuantitas	Satuan	Total Harga (Rp)
Pompa	6	buah	82.900.000 ⁽¹⁾
Diffuser + Biofilter + Lamella settler + saringan	56	buah	11.320.000
Ozon generator	1	buah	20.000.000 ⁽²⁾
Panel listrik	1	buah	2.750.000 ⁽³⁾
Valve	7	buah	64.400.000 ⁽⁴⁾
Flow Meter	1	buah	4.050.000 ⁽⁴⁾
Pipa penyaluran *	324	m	21.761.100 ⁽⁵⁾
Sambungan Pipa *	136	buah	10.187.100 ⁽⁵⁾
Ongkos Pekerja	1	Ls	24.335.516
Total Biaya 1 (satu) unit SPAL Existing			241.703.716
Total Biaya 2 (dua) unit SPAL Existing			483.407.433
Total Biaya 2 (dua) unit SPAL Existing (Termasuk PPN 10%)			531.748.176

Keterangan Kode : * PVC Rucika tipe AW

Sumber : ⁽¹⁾ PT. Sandai Indah Jaya

⁽²⁾ PT. Purewatercare

⁽³⁾ PT. Tunggal Jaya Kabel

⁽⁴⁾ PT. Busur Kilat Perkasa

⁽⁵⁾ PT. Wahana Duta Jaya Rucika

Tabel 3. Perhitungan Biaya Peralatan SPAL Usulan

Jenis	Kuantitas	Satuan	Total Harga (Rp)
Pompa	12	buah	165.800.000 ⁽¹⁾
Diffuser + Biofilter + Lamella settler + saringan	100	buah	17.390.000
Ozon generator	2	buah	40.000.000 ⁽²⁾
Panel listrik	2	buah	5.500.000 ⁽³⁾
Valve	12	buah	128.800.000 ⁽⁴⁾
Flow Meter	2	buah	8.100.000 ⁽⁴⁾
Pipa penyaluran *	640	m	42.874.000 ⁽⁵⁾
Sambungan Pipa *	245	buah	17.947.600 ⁽⁵⁾
Ongkos Pekerja	1	Ls	48.218.303
Total Biaya SPAL Usulan			474.629.903
Total Biaya SPAL Usulan (Termasuk PPN 10%)			522.092.893

Keterangan Kode : * PVC Rucika tipe AW

Sumber : ⁽¹⁾ PT. Sandai Indah Jaya

⁽²⁾ PT. Purewatercare

⁽³⁾ PT. Tunggal Jaya Kabel

⁽⁴⁾ PT. Busur Kilat Perkasa

⁽⁵⁾ PT. Wahana Duta Jaya Rucika

4.3. Perencanaan Bak Tampungan Air Hujan dan Air Limbah Olahan

Perencanaan bak tampungan dipengaruhi oleh besarnya aliran masuk dan aliran keluar. Sehingga sebelum menentukan kapasitas bak tampungan perlu dihitung besarnya aliran masuk dan aliran keluar. Aliran masuk pada penelitian ini berasal dari 2(dua) sumber, yaitu air hujan dan air hasil olahan sistem pengolahan air limbah (SPAL) yang berasal dari air bekas mandi dan *laundry*.

4.3.1. Aliran Masuk dari Air Hujan

Daerah tangkapan air hujan berasal dari 3(tiga) lokasi yaitu atap, podium lantai 1, dan balkon lantai 1 yaitu seluas 4395,24 m². Debit air hujan yang masuk ke bak tampungan dapat dihitung dengan mengalikan curah hujan rata-rata harian per bulan dengan luas daerah tangkapan. Dari hasil perhitungan didapatkan debit aliran masuk air hujan terbesar terjadi pada bulan februari yaitu sebesar 64.365,1 liter/hari.

4.3.2. Aliran Masuk dari Hasil Pengolahan Air Limbah

Air hasil olahan sistem pengolahan air limbah (SPAL) yang digunakan kembali berasal dari air bekas mandi dan *laundry* (*grey water*). Jumlah air masuk per harinya didapatkan dari perhitungan jumlah air bersih yang dapat *direcycle* dikalikan dengan jumlah penghuni. Dari hasil perhitungan didapatkan jumlah air masuk per harinya sebesar 166.237,2 liter/hari.

4.3.3. Aliran Keluar

Aliran keluar pada penelitian ini akan digunakan kembali untuk *flushing* toilet. Jumlah air keluar didapatkan dari perhitungan jumlah pemakaian air untuk toilet dikalikan dengan jumlah penghuni. Dari hasil perhitungan didapatkan jumlah aliran keluar sebesar 94.473.6 liter/hari.

Setelah menghitung volume aliran masuk dari air hujan, aliran masuk dari hasil pengolahan air limbah, dan aliran keluar, kapasitas bak tampungan yang dibutuhkan dapat dihitung. Kapasitas bak tampungan yang disediakan sebesar 155.840 liter.

4.3.4. Perhitungan Biaya Bak Tampungan dan Bak Pengolahan

Perhitungan biaya bak tampungan dihitung bersamaan dengan bak pengolahan SPAL usulan, hal ini dilakukan karena bak tampungan merupakan satu bagian dari bangunan sistem pengolahan air limbah usulan. Perhitungan biaya bak pengolahan SPAL *existing* disajikan pada **Tabel 4**, sedangkan untuk bak pengolahan SPAL usulan beserta bak tampungan disajikan pada **Tabel 5**.

Tabel 4. Perhitungan Biaya Bak Pengolahan SPAL Existing

Jenis Pekerjaan	Kuantitas	Satuan	Total Harga (Rp)
Beton	475,93	m ³	549.065.775
Besi	42.465,91	kg	716.850.040
Bekisting	2.538,33	m ²	1.082.062.559
Total Harga			2.347.978.374
Total Harga termasuk PPN 10%			2.582.776.211

Tabel 5. Perhitungan Biaya Bak Pengolahan dan Bak Tampungan SPAL Usulan

Jenis Pekerjaan	Kuantitas	Satuan	Total Harga (Rp)
Beton	652,89	m ³	752.885.375
Besi	58.113,33	kg	980.987.879
Bekisting	3.133,64	m ²	1.340.816.695
Total Harga			3.074.689.947
Total Harga termasuk PPN 10%			3.382.158.944

4.4. Sistem Pipa Penyaluran Air Bersih dari Bak Tampungan

Sistem pipa penyaluran dari bak tampungan berfungsi untuk menyalurkan air bersih dari bak tampungan menuju kamar apartemen untuk digunakan kembali sebagai *flushing* toilet. Sistem pipa penyaluran dari bak tampungan ini berdampingan dengan sistem plambing air bersih yang sudah ada. Perhitungan biaya sistem plambing air bersih *existing* disajikan pada **Tabel 6** sedangkan sistem pipa penyaluran dari bak tampungan disajikan pada **Tabel 7**.

Tabel 6. Perhitungan Biaya Sistem Plambing Air Bersih Existing

Jenis	Kuantitas	Satuan	Total Harga (Rp)
Pipa Penyaluran ^{\$}	360	m	143.175.100 ⁽¹⁾
Pipa Penyaluran [#]	31.056	m	1.259.198.270 ⁽²⁾
Sambungan Pipa ^{\$}	25	buah	11.787.590 ⁽¹⁾
Sambungan Pipa [#]	26.945	buah	476.728.670 ⁽²⁾
Roof Tank	2	buah	296.000.000 ⁽³⁾
Pompa	9	buah	108.900.000 ⁽⁴⁾
PRV	4	buah	23.200.000 ⁽¹⁾
Valve + Water Meter	3464	buah	1.690.286.000 ⁽¹⁾
Ongkos Pekerja	1	Ls	1.787.979.909
Total Biaya			5.797.255.539
Total Biaya (Termasuk PPN 10%)			6.376.981.093

Keterangan Kode : ^{\$} GIP SPS tipe Medium

: [#] PPR Rucika tipe PN-16

Sumber : ⁽¹⁾ PT. Busur Kilat Perkasa

: ⁽²⁾ PT. Wahana Duta Jaya Rucika

: ⁽³⁾ PT. Ramdhani Jaya

: ⁽⁴⁾ PT. Sandai Indah Jaya

Tabel 7. Perhitungan Biaya Sistem Pipa Penyaluran Air Bersih dari Bak Tampungan

Jenis	Kuantitas	Satuan	Total Harga (Rp)
Pipa Penyaluran ^{\$}	258	m	111.306.900 ⁽¹⁾
Pipa Penyaluran [#]	6188	m	710.048.680 ⁽²⁾
Sambungan Pipa ^{\$}	18	buah	10.219.230 ⁽¹⁾
Sambungan Pipa [#]	6494	buah	239.706.500 ⁽²⁾
Roof Tank	2	buah	100.000.000 ⁽³⁾
Pompa	3	buah	36.300.000 ⁽⁴⁾
PRV	4	buah	23.200.000 ⁽¹⁾
Valve	1162	buah	575.504.000 ⁽¹⁾
Water Meter	1136	buah	795.200.000 ⁽¹⁾
Ongkos Pekerja	1	Ls	368.584.534
Total Biaya			2.970.069.844
Total Biaya (Termasuk PPN 10%)			3.267.076.828

Keterangan Kode : ^{\$} GIP SPS tipe Medium

: [#] PPR Rucika tipe PN-16

Sumber : ⁽¹⁾ PT. Busur Kilat Perkasa

⁽³⁾ PT. Ramdhani Jaya

⁽²⁾ PT. Wahana Duta Jaya Rucika

⁽⁴⁾ PT. Sandai Indah Jaya

4.5. Sistem Pendeteksi Kebocoran Pipa

Pada penelitian ini digunakan sistem *water sensor* yang secara otomatis membunyikan alarm apabila sensor terkena air. Sensor diletakan pada setiap unit apartemen dengan masing-masing unit 2 (dua) buah sensor, yaitu pada plafon kamar mandi dan plafon dapur. Informasi mengenai spesifikasi alat dan harga sistem pendeteksi kebocoran pipa didapat dari distributor alat yang bernama LIVOTECH yang berlokasi di Kota Malang. Biaya sistem pendeteksi kebocoran pipa terdiri dari biaya alat sebesar Rp 90.000,00 per buah, baterai sebesar Rp 32.000,00 per buah, dan Ongkos pasang sebesar Rp 12.200,00 per buah. Sehingga total biaya sistem pendeteksi kebocoran pipa sebesar Rp 304.902.400,00.

4.6. Rincian Biaya Sistem Konservasi Air *Existing* dan Usulan Apartemen Amega Crown Residences

Rincian biaya sistem konservasi air *existing* dan usulan Apartemen Amega Crown Residences disajikan pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Biaya Sistem Konservasi Air *Existing* dan Usulan

Biaya Sistem Konservasi <i>Existing</i>		Biaya Sistem Konservasi Usulan	
Jenis	Biaya (Rp) [#]	Jenis	Biaya (Rp) [#]
Biaya Konstruksi Sistem	2.582.776.211	Biaya Konstruksi Sistem	3.382.158.944
Instalasi Pipa Air Hujan	1.021.582.337	Sistem <i>Rainwater Harvesting</i>	1.240.415.122
SPAL <i>existing</i>	531.748.176	SPAL usulan	522.092.893
-		Sistem Pendeteksi Kebocoran Pipa	335.392.640
Instalasi Pipa Air Bersih	6.376.981.093	Instalasi Pipa Air Bersih <i>Existing</i> + Pipa Air Bersih dari Bak Tampungan	9.644.057.921
Total Biaya	10.513.087.820	Total Biaya	15.124.117.520

Keterangan : [#] Harga sudah termasuk PPN 10%

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan dari data-data yang diperoleh pada penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan evaluasi pada kapasitas bak pengolahan sistem pengolahan air limbah (SPAL) *existing*, kapasitas bak pengolahan tidak memadai, sehingga dilakukan perubahan desain SPAL yang sudah ada dengan membuat SPAL usulan.
- Volume air hujan dan hasil pengolahan air limbah yang masuk ke bak tampungan lebih besar dibandingkan dengan jumlah kebutuhan air untuk toilet. Sehingga volume air hujan dan hasil

pengolahan air limbah tersebut dapat memenuhi kebutuhan untuk *flushing* toilet dan penggunaan air PDAM dapat dikurangi.

- Biaya konservasi air *existing* Apartemen Amega Crown Residences sebesar Rp 10.513.087.820,00 (sudah termasuk PPN 10%). Sedangkan Biaya konservasi air usulan sebesar Rp 15.124.117.520,00 (sudah termasuk PPN 10%).

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan yang didapat dari penelitian ini, penulis memberikan saran-saran sebagai berikut:

- Pada pembangunan gedung bertingkat tinggi seperti apartemen di Surabaya dan sekitarnya disarankan untuk dapat menerapkan sistem konservasi air berupa *rainwater harvesting*, sistem pengolahan air limbah, dan fitur-fitur air. Penerapan sistem konservasi air dapat mengurangi penggunaan air dari sumber air yang digunakan saat ini.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengujian kualitas air hasil pengolahan air limbah pada sistem pengolahan air limbah (SPAL) usulan pada Apartemen Amega Crown Residences, sehingga penggunaan air hasil olahan tersebut dapat dikembangkan untuk kebutuhan lainnya dan tidak terbatas pada *flushing* toilet.

6. DAFTAR REFERENSI

- Canada Mortgage and Housing Corporation. (2012). *Guidelines for Residential Rainwater Harvesting Systems Handbook*.
- Flood Master. (2018). *RS-360 User Manual & Troubleshooting Guide*. Diperoleh 20 Februari 2018, dari <https://reliancedetection.com/products/wireless-leak-detection-water-alarm/water-leak-frozen-pipe-protection/>
- Green Building Council Indonesia. (2013). Greenship untuk Bangunan Baru versi 1.2. *Ringkasan Kriteria dan Tolok Ukur*.
- Livotech. "Sensor Banjir & kebocoran Air / Water Leak Detector / Alarm – Bocor". Diakses 30 Mei 2018. <https://www.tokopedia.com/livotech/sensor-banjir-kebocoran-air-water-leak-detector-alarm-bocor>.
- Nasir, Rana Yusuf. (2016). Sekilas Tentang Green Building. *Engineer Weekly* No 3 W III April 2016.
- PT. Busur Kilat Perkasa. (2015). "Harga Valve". Diakses 31 Mei 2018. <<http://busurkilat.com/produk/valve/harga-valve/>>.
- PT. Purewatercare. (2012). "Ozone Generator". Diakses 2 Juni 2018. <<http://www.purewatercare.com/pwc/index.php?categoryID=23>>.
- PT. Ramdhani Jaya. (2018). "Roof Tank FRP, Spesifikasi, Harga & Daftar Ukuran". 31 Mei 2018. <http://www.ramdhanijaya.com/news/roof-tank-frp-spesifikasi-harga-daftar-ukuran?gclid=Cj0KCQjwuYTYBRDsARIsAJnrUXCQUBTji1W4fbDuNvv6-L1OONsD_EkYJkqLoz0bhBvcZDiJahnxHD4aAh_9EALw_wcB>.
- PT. Sandai Indah Jaya. (2014). "Ebara Pump (Pompa Ebara)". Diakses 2 Juni 2018. <<http://www.sandaipump.com/EBARA%2034%20product.html>>.
- PT. Tunggal Jaya Kabel. (2015). "Harga Panel Listrik". Diakses 2 Juni 2018. <<http://tunggajayakabel.blogspot.com/p/daftar-harga-panel-listrik.html>>.
- PT. Wahana Duta Jaya Rucika. (2018). "Daftar Harga Rucika Standard". Diakses 3 Juni 2018. <<http://rucika.co.id/produk/standard/>>.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*, Nova: Bandung
- Standar Nasional Indonesia. (2004). No. 03-1733-2004 tentang *Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan*.
- Djajadi, Ruslan. (2016). *Drainase*. Universitas Kristen Petra: Surabaya.
- Undang-Undang Republik Indonesia. (2004). No. 7 pasal 1: ayat 18 dan pasal 21 tentang *Sumber Daya Air*.
- United States Environmental Protection Agency. (1995). *Office of Water. Cleaner Water Through Conversation*. Washington DC.