

# Perancangan Sistem *Rain Water Harvesting*, Studi Kasus: Hotel Novotel Yogyakarta

Ahmad Saiful Fathi<sup>1</sup>, Sentagi Sesotya Utami<sup>2</sup>, Rachmawan Budiarto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Fisika FT UGM

Jl. Grafika 2 Yogyakarta 55281 INDONESIA

<sup>1</sup>nockifathi@gmail.com

<sup>2</sup>sentagi@gmail.com

<sup>3</sup>rachmawan@yahoo.com

**Intisari**— Perhatian pada sektor air bersih semakin meningkat secara signifikan. Pada World Summit on Sustainable Development (WSSD) di Johannesburg, 2-4 September 2002, air bersih menjadi salah satu perhatian dari lima sektor yang dibahas, yaitu *water, energy, health, agriculture*, dan *biodiversity* (disingkat sebagai WEHAB). Air bersih memiliki tingkat kepentingan yang tinggi dalam perkembangan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan. Banyak upaya dilakukan untuk menjaga pasokan air, termasuk penghematan air, *waste water management*, dan *rain water harvesting* (RWH). Pada penelitian ini, dilakukan analisis terhadap perancangan sistem RWH pada bangunan publik dengan studi kasus Hotel Novotel Yogyakarta. Kegiatan utamanya yaitu melakukan studi kelayakan pada *existing building condition* dan menganalisis potensi penghematan dengan pemanfaatan sistem RWH.

Air hujan yang biasanya langsung dibuang ke saluran drainase kota dikumpulkan, kemudian diberikan pengolahan agar sesuai dengan standar kualitas air minum yang dikembangkan oleh World Health Organization (WHO) sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber air bersih pada hotel. Selain itu, perancangan sistem RWH ini juga mengacu pada *GreenShip Rating Tools* yang dikeluarkan oleh GBCI (Green Building Council Indonesia). Dari perhitungan yang dilakukan, rata-rata air hujan yang dapat ditampung dalam satu bulan yaitu 478.820 liter dan dalam satu tahun dapat terkumpul sebesar 5.745.809 liter. Pada musim hujan, air hujan pada Hotel Novotel dapat memasok hingga 21% dari total kebutuhan air bersih dalam satu bulan. Rata-rata konsumsi air yang dapat ditangani oleh air hujan dalam setahun adalah 8,6%.

**Kata kunci**— air hujan, *greenship*, konservasi

**Abstract**—Attention on clean water sector is significantly increasing. During the World Summit on Sustainable Development (WSSD) in Johannesburg, September 2 -4, clean water became one of five fields that were discussed, including water, energy, health, agriculture, and biodiversity (given acronym as WEHAB). Clean water (or generalized as sanitation and water source) contains significant importance in the development of economic, social and environmental aspects. Many efforts were done to preserve water supply, including clean water saving, waste water management, and rain water harvesting. In this research, an analysis had been conducted to design of rain water harvesting (RWH) system on public building with case study of Novotel Hotel, Yogyakarta. The main activity was to do feasibility study on the existing building condition and to analyze the saving potential with the application of RWH system.

Rain water runoff that is usually disposed directly to the city water ways was collected in a storage tank, and then treated so that it meets the drinking water quality standard developed by WHO and used as a clean water resource in the hotel. Besides, this design of RWH system also refers to *GreenShip Rating Tools* developed by GBCI (Green Building Council Indonesia). Based on the calculation, the average rain water runoff stored in a month is about 478,820 liters, and within a year, the rain water runoff stored is about 5,745,809 liters. During the rainy season, rain water can supply up to 21% of total water consumption in a month. Anually, the rain water can supply the water consumption of the hotel for about 8.6%.

**Keywords**— rainwater, *greenship*, conservation

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan wilayah dengan curah hujan yang cukup tinggi, yaitu antara 2.000-4.000 mm/tahun [1]. Potensi air hujan yang begitu besar belum termanfaatkan dengan baik. Hal ini perlu diperhatikan terkait ketimpangan akan kebutuhan air di Indonesia, khususnya di Pulau Jawa. Ketika musim kemarau tiba, terjadi kekeringan, sedangkan pada musim penghujan terjadi banjir. Untuk menyeimbangkan hal tersebut, diperlukan adanya upaya pengelolaan air hujan supaya dapat dimanfaatkan dengan baik. Limpasan air hujan dapat dimanfaatkan kembali. Cara ini biasa disebut dengan *Rain Water Harvesting* (RWH), yaitu limpasan air hujan pada suatu

bangunan dikumpulkan dalam suatu tempat atau tangki.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan analisis dan upaya penghematan konsumsi air pada bangunan hotel. Kegiatan utama dari penelitian ini yaitu melakukan *feasibility study* kondisi bangunan yang sudah ada dan lahan yang belum termanfaatkan serta merancang desain pengolahan air hujan yang sesuai untuk bangunan tersebut. Air hujan yang telah dikumpulkan kemudian dapat digunakan untuk kebutuhan yang sifatnya *non-potable* (tidak untuk diminum) seperti untuk mencuci mobil, *gardening* dan toilet *flush*. Perancangan ini mengacu pada kriteria yang ada pada kategori *water conservation* dengan kode WAC 1 tentang *water use*

reduction, WAC 2 tentang *water fixtures* dan WAC 5 tentang *rainwater harvesting* [2]. Penelitian ini menggunakan Hotel Novotel sebagai studi kasus berdasarkan pertimbangan bahwa sektor perhotelan mengambil konsumsi pemakaian air yang besar sehingga harus diimbangi dengan pengelolaan air yang baik.

Studi kelayakan penerapan sistem RWH pernah dilakukan di kampus Texas A&M (TAMU) untuk tujuan irigasi. Sistem RWH yang dirancang terdiri dari tiga komponen yaitu *catchment*, *detention basin*, dan *conveyance system*. Bagian terpenting dari ketiga komponen tersebut adalah *catchment* yang digunakan untuk megumpulkan air hujan. Sistem RWH di TAMU menggunakan atap bangunan sebagai media *catchment*. Tangki penampungan *fiberglass* digunakan sebagai tangki *detention basin*. *Conveyance system* berperan sebagai media transportasi yang memungkinkan air hujan berpindah dari satu titik ke titik yang lain.

Di TAMU terdapat 240 bangunan dengan luas atap yang dapat digunakan sebagai *catchment* kira-kira mencapai 0,36 km<sup>2</sup>. Seratus tiga belas bangunan, dengan total luasan atap sebesar 0,24 km<sup>2</sup> dipilih untuk instalasi sistem RWH berdasarkan pengelompokan bangunan, luasan atap, dan kedekatan terhadap area lanskap. Keseratus tiga belas bangunan itu berpotensi mengumpulkan sekitar 276.629.576 liter air hujan setiap tahunnya jika seluruh air hujan ditampung selama setahun. Jumlah potensi air hujan tersebut dihitung dengan menggunakan Metode Rasional untuk menghitung limpasan air hujan. Berdasarkan potensi air hujan yang dapat ditampung, penghematan yang dapat dilakukan yaitu sebesar 406.000 USD tiap tahunnya dengan 2,44 USD per 1.000 galon (City of College Station 2008) [3].

Sistem RWH sebagai sumber suplemen kebutuhan air bersih juga banyak digunakan di Tokyo, Jepang, mengingat daerah ini terletak pada zona sub-tropis yang lembab. Rata-rata curah hujan tahunan di daerah ini yaitu 1.380 mm. Di Tokyo, perkembangan tentang RWH paling pesat bermula di Kota Sumida.

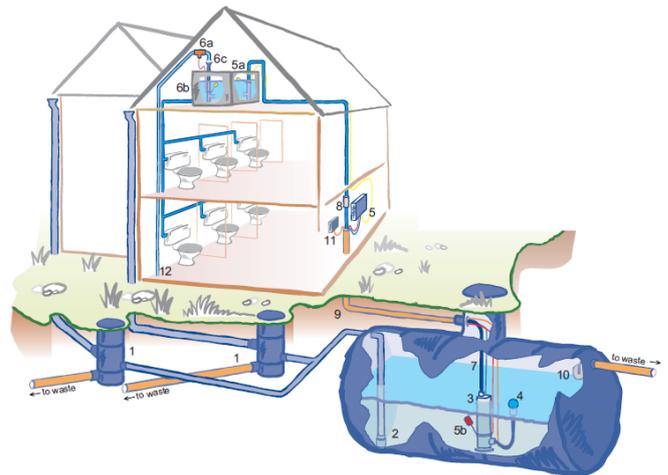


Gambar 1. Arena Sumo Ryogoku Kokugikan

Arena Sumo Ryogoku Kokugikan (Gambar 1) dibangun pada 1985 di Kota Sumida, merupakan sebuah fasilitas yang terkenal yang menggunakan air hujan pada skala besar. Atap seluas 8.400 m<sup>2</sup> merupakan *catchment* dari sistem RWH di

gedung ini. Air hujan yang dikumpulkan ditampung pada tangki bawah tanah berukuran 1.000 m<sup>3</sup> dan digunakan untuk menggyur toilet dan pendingin udara [4].

Berikut ini digambarkan contoh sistem RWH yang terhubung dengan toilet. Gambar 2 memberikan ilustrasi air hujan yang turun dan dialirkan dari *catchment* melalui sistem pengumpulan menuju tangki penampungan bawah tanah yang terlebih dulu dilewatkan ke filter untuk mengeliminasi kotoran-kotoran yang ikut mengalir bersama air hujan. Air hujan kemudian secara *on-demand* dipompa oleh *submersible pump* melalui *suction filter* terampung menuju tangki atas. Pompa dikontrol melalui panel (5) yang menerima input dari *switch* terampung (5a) di tangki untuk mendeteksi adanya permintaan air dan *switch* terampung (5b) di tangki bawah tanah untuk memberikan sinyal jika tangki air hujan bawah tanah sedang kosong atau kekurangan Air bersih dari sumber utama (bukan air hujan) dialirkan ke dalam tangki atas melalui katup solenoid yang diaktifkan oleh *switch* terampung ketiga. Katup ini terbuka apabila tangki atas sedang membutuhkan air sedangkan tangki air hujan bawah tanah sedang kosong atau kekurangan. Kemudian air dari tangki atas dialirkan secara gravitasi menuju toilet [5].



Gambar 2. Sistem RWH dengan bantuan gravitasi

Dalam menentukan ukuran tangki penampung diperlukan data mengenai volume air hujan yang turun ke permukaan atap atau lahan perkerasan bangunan. Perhitungan air hujan yang turun dapat dilakukan dengan beberapa metode [6].

#### 1) Metode Rasional

Persamaan Rasional merupakan metode yang paling umum dalam menentukan debit puncak dari suatu lahan drainase. Metode ini biasanya digunakan untuk menentukan ukuran selokan, kanal air, dan struktur-struktur lainnya yang bertujuan untuk menangani limpasan air hujan pada lahan drainase yang tidak lebih dari 200 ac atau sekitar 80,1 ha.

Persamaan Rasional dinyatakan dengan Persamaan 1.

$$Q = 0,28 \times C \times i \times A \quad (1)$$

Luas area, A, dalam satuan km<sup>2</sup> merupakan luas lahan

drainase yang secara langsung terkena air hujan dan harus dihitung secara akurat. Koefisien limpasan,  $C$ , merupakan desimal tak berdimensi yang menyatakan rasio dari air hujan dengan limpasannya. Variabel yang diperlukan untuk mengestimasi  $C$  yaitu jenis tanah atau perkerasan.  $C$  diasumsikan konstan walaupun koefisien limpasan dapat berubah selama hujan atau badai berlangsung. Intensitas air hujan,  $i$ , merupakan intensitas air hujan yang turun ke permukaan tanah atau perkerasan dengan satuan mm per jam.

Untuk mengetahui volume air hujan yang dapat ditampung dalam kurun waktu sebulan, persamaan 1 dapat dikonversi menjadi Persamaan 2.

$$V = 0,001008 \times C \times R \times A_n \quad (2)$$

$V$  ( $m^3$ ) merupakan total limpasan air hujan dalam kurun waktu sebulan. Curah hujan,  $R$  (mm), merupakan jumlah curah hujan dalam sebulan. Luas area,  $A_n$  ( $m^2$ ) merupakan luas permukaan bangunan atau tanah yang secara langsung tertimpa air hujan.

### 2) Simple Method

*Simple Method* menggunakan jumlah informasi yang minim seperti luas lahan drainase yang terpapar air hujan, *impervious area* (lahan kedap), dan curah hujan untuk memperkirakan volume limpasan air hujan. Metode Sempel dikembangkan dengan mengukur limpasan dari berbagai lahan yang terpapar air hujan dengan luas lahan kedap dan koefisien limpasan yang diketahui. Koefisien Limpasan dapat diketahui dengan persamaan 3.

$$R_v = 0,05 + 0,9 \times I_A \quad (3)$$

Dimana:

$R_v$  : Koefisien limpasan [limpasan (in) / curah hujan (in)], tak berdimensi.

$I_A$  : *Impervious fraction* [bagian lahan drainase yang kedap (ac) / total lahan drainase (ac)], tak berdimensi.

Begitu koefisien limpasan diketahui, volume limpasan yang harus ditangani didapatkan dari Persamaan 4.

$$V_s = 3630 \times R_D \times R_v \times A_s \quad (4)$$

Dimana:

$V_s$  : Volume limpasan air yang harus ditangani atau ditampung

$R_D$  : Curah hujan (in)

$A_s$  : Luas lahan drainase

### 3) Discrete SCS Curve Number Method

Metode SCS merupakan metode alternatif untuk menghitung volume limpasan air hujan. Persamaan limpasan air hujan dengan menggunakan metode SCS ditunjukkan pada

Persamaan 5.

$$Q^* = \frac{(p - 0,2S)}{p + 0,8S} \quad (5)$$

Dimana:

$Q^*$  : Kedalaman limpasan (in)

$p$  : Curah hujan (in)

$S$  : Potensi daya tampung maksimum saat hujan (in)

$S$  berhubungan dengan karakteristik permukaan dan tanah dari lahan drainase yang dapat diketahui dengan *curve number* ( $CN$ ) pada Persamaan 6.

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \quad (6)$$

$CN$  merupakan *curve number*, tak berdimensi, menggambarkan karakteristik dari lahan drainase yang menentukan volume limpasan air hujan. Volume limpasan air hujan yang harus ditangani atau ditampung dapat diketahui dengan mengalikan kedalaman limpasan ( $Q^*$ ) dengan luas lahan drainase.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data lapangan meliputi curah hujan pada daerah setempat sepanjang tahun, karakteristik fundamental bangunan seperti bentuk geometri bangunan yang terkena air hujan secara langsung, dan material bangunan tersebut.

Cetak biru (*blueprint*) yang digunakan sebagai sumber daya untuk penelitian ini meliputi bentuk geometri bangunan dan sistem *plumbing* termasuk tata letak sistem sanitasi baik air panas maupun air dingin dan sistem drainase yang ada di Hotel Novotel. Semua cetak biru didapatkan dari Departemen *Engineering* Hotel Novotel Yogyakarta.

Data-data yang diperlukan dirangkum dalam Tabel I.

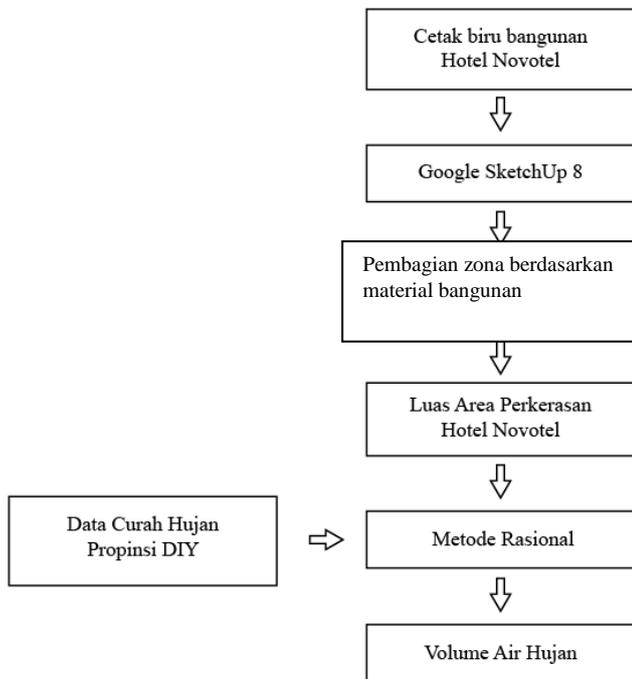
TABLE I  
DATA YANG DIBUTUHKAN SELAMA PENELITIAN

No	Data	Sumber	Keterangan
1	As Built Drawing Hotel Novotel	Departemen Engineering Hotel Novotel	Format .tif
2	Plumbing Novotel	Departemen Engineering Hotel Novotel	Format .tif
3	Rekening air Hotel Novotel	Departemen Engineering Hotel Novotel	Format .xls
4	Curah hujan Provinsi DIY	Situs internet BMKG	Data curah hujan Provinsi DIY tiap bulan pada tahun 2004-2008

Wawancara dilakukan kepada staf ahli hotel untuk mendapatkan data yang tidak diperoleh dari cetak biru,

meliputi material, konstruksi bangunan dan rekening air Hotel Novotel Yogyakarta. Selain itu, wawancara juga diperlukan untuk mendapatkan data kualitatif seperti kebijakan pengelolaan bangunan yang diterapkan pihak Hotel Novotel terkait konsumsi air bersih.

Perhitungan diperlukan untuk memperkirakan potensi air hujan yang dapat ditampung serta pasokan air bersih yang dapat disalurkan dari air hujan tersebut. Proses perhitungan potensi air hujan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 3. Proses kalkulasi potensi air hujan

Cetak biru bangunan dimodelkan menggunakan Google SketchUp 8. Pemodelan bangunan meliputi atap dan lahan perkerasan yang bersifat kedap dan terpapar hujan secara langsung. Bagian dalam bangunan yang tidak terkena hujan dan taman di luar bangunan yang bersifat menyerap air tidak dimodelkan. Setelah dimodelkan, kemudian bangunan dibagi menjadi beberapa zona yang berbeda sesuai dengan material perkerasannya. Masing-masing material perkerasan memiliki koefisien limpasan yang berbeda. Setelah dibagi menjadi beberapa zona, maka diperoleh luas area perkerasan untuk masing-masing material perkerasan yang berbeda.

Perhitungan air hujan yang turun dilakukan menggunakan metode rasional dengan memasukkan data rata-rata curah hujan Propinsi DIY serta luas area masing-masing material perkerasan pada Hotel Novotel sehingga didapatkan informasi volume air hujan turun yang dapat ditampung tiap bulannya. Dari informasi tersebut, dapat diketahui volume air hujan yang dapat ditampung setiap tahunnya. Selain itu, dengan

memasukkan data curah hujan yang berbeda tiap bulannya, dapat diketahui kecenderungan volume air hujan terhadap bulan yang berbeda dalam satu tahunnya.

Volume air hujan disimulasikan sesuai dengan skenario penggunaan air bersih pada kamar hotel berdasarkan konsumsi air pada tahun tertentu. Simulasi dilakukan sepanjang tahun, 12 bulan dengan curah hujan rata-rata yang berbeda-beda. Dari hasil simulasi dapat diketahui nilai penghematan air bersih yang dapat dilakukan dengan menggunakan sistem RWH.

Perancangan sistem mengacu pada *GreenShip Rating Tools* yang dikeluarkan oleh GBCI untuk bangunan baru [7]. Perancangan sistem RWH pada penelitian ini meliputi tiga komponen utama, yaitu pengumpulan (*catchment*), penanganan (*treatment*), dan sistem distribusi. *Conveyance system* pada sistem RWH ini tidak berdiri sendiri sebagai satu komponen utama melainkan sudah termasuk pada ketiga komponen utama di atas.

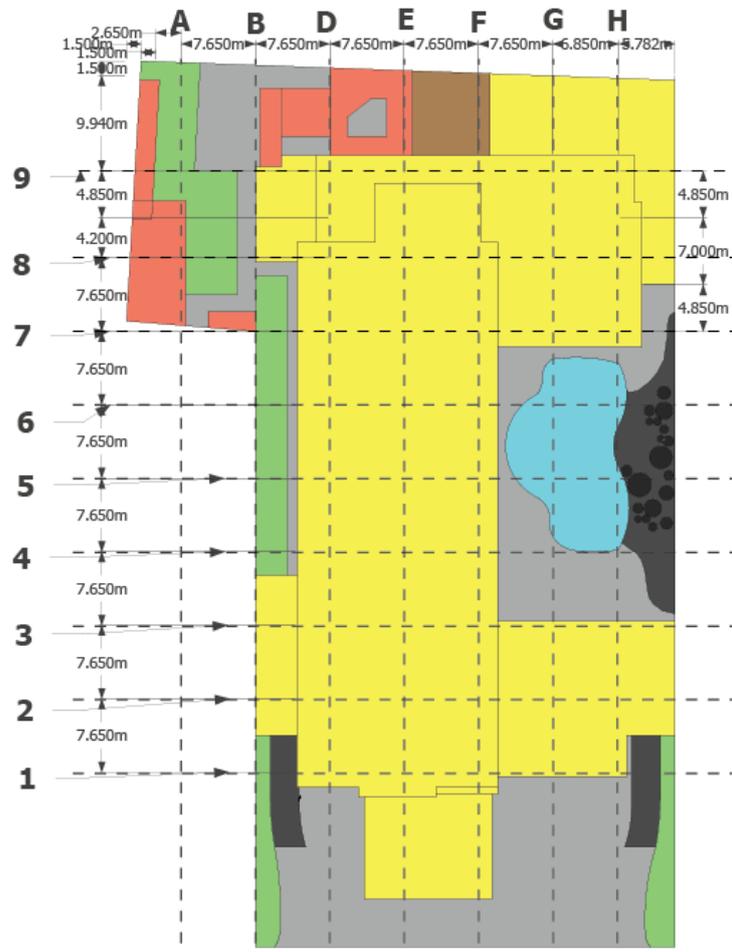
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sumber air bersih pada Hotel Novotel terdiri dari dua sumber, yaitu sumur dalam dan PDAM. Sumur dalam merupakan sumber air bersih utama, sedangkan PDAM sebagai sumber air bersih cadangan apabila air bersih dari sumur dalam tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan hotel.

Hotel Novotel Yogyakarta memiliki dua sumur dalam yang masing-masing memiliki kedalaman sedalam 60 meter. Kedua sumur ini memasok kebutuhan air bersih pada hotel sepanjang tahun. Air tanah dipompa dari kedua sumur ke dalam tangki penampung air mentah (*raw tank*) setelah sebelumnya dilewatkan pada proses koagulasi dengan menggunakan aluminium sulfat sebagai koagulannya. Dari *raw tank* air kemudian dipompa menuju *ground tank* dengan dilewatkan pada filter pasir (*sand filter*), filter karbon (*carbon filter*), dan proses klorinasi. Dari *ground tank* kemudian air dipompa menuju *roof tank* untuk kemudian dialirkan secara gravitasi menuju titik-titik penggunaan air bersih hotel.

Air PDAM pada Hotel Novotel dimanfaatkan sebagai sumber air cadangan apabila sedang kekurangan air dari sumber air sumur dalam sehingga jarang sekali digunakan. Air PDAM digunakan hanya pada saat musim kemarau ketika sumur dalam sedikit kekeringan. Penanganan air PDAM ini sama seperti air dari sumur dalam, hanya saja air PDAM tidak dilewatkan pada proses koagulasi dan tidak melewati filter karbon dan filter pasir. Hotel Novotel Yogyakarta terletak di atas tanah seluas 4.300 m<sup>2</sup> dimana 3.587,57 m<sup>2</sup> merupakan lahan kedap air.

Gambar penampang atas Hotel Novotel dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Penampang atas Hotel Novotel

Pada Gambar 4, bagian berwarna kuning merupakan lahan perkerasan kedap air dengan material beton. Bagian berwarna oranye kecoklatan merupakan lahan perkerasan kedap air berupa genteng. Bagian berwarna abu-abu muda merupakan lahan perkerasan dengan materi berupa batu candi, sedangkan bagian berwarna abu-abu tua, materialnya berupa aspal. Bagian berwarna biru merupakan kolam renang, bagian berwarna hijau merupakan taman. Selain itu terdapat bagian berwarna abu-abu tua dengan lingkaran-lingkaran berwarna hitam di sebelah kolam renang, itu merupakan ornamen dari kolam renang dan tidak dihitung sebagai *catchment*. Detil mengenai luas area untuk tiap material dapat dilihat pada Tabel II.

TABEL II  
LUAS AREA NOVOTEL BERDASARKAN MATERIAL PERKERASAN

Material	Luas Total (m <sup>2</sup> )
Beton	2.415,517
Genteng	209,614
Batu Candi	893,705
Aspal	68,738

Hasil perkalian luas area perkerasan untuk masing-masing material ditunjukkan pada Tabel III.

TABEL III  
LUAS AREA X KOEFISIEN LIMPASAN

Material Perkerasan	C	Total Area, A <sub>n</sub> (m <sup>2</sup> )	C x A <sub>n</sub>	%
Beton	0,85	2.415,517	2.053,189	64,62
Genteng	1,00	209,614	209,614	6,59
Batu Candi	0,95	893,705	849,019	26,72
Aspal	0,95	68,738	65,301	2,05
Total		3587,574	3.177,124	

Dengan curah hujan rata-rata sebesar 149,51 mm, maka didapat rata-rata volume air hujan tiap bulannya sebesar 478.820 liter. Dalam satu tahun, air hujan yang dapat terkumpul yaitu sebesar 5.745.809 liter. Untuk air sebanyak itu, penghematan yang dilakukan apabila digunakan untuk menggantikan air dari PDAM yaitu sebesar Rp 60.322.500 tiap tahunnya dengan Rp 10.500 per meter kubik untuk kelas niaga besar (PDAM Yogyakarta, per 1 September 2013). Hal ini tentu belum termasuk variabel-variabel lainnya seperti biaya instalasi, operasional pompa, pengolahan, dan hal lain yang dapat mengurangi nilai penghematannya.

TABEL IV  
DATA KONSUMSI AIR DI HOTEL NOVOTEL PADA TAHUN 2012

Bulan	2012	
	Jumlah tamu (orang x hari)	Konsumsi air (L)
Januari	6.500	5.950.000
Februari	7.198	5.128.000
Maret	8.090	5.696.000
April	9.375	5.943.000
Mei	9.800	6.009.000
Juni	10.396	6.398.000
Juli	10.973	5.594.000
Agustus	7.105	4.908.000
September	9.509	4.450.000
Oktober	10.657	5.604.000
November	9.602	5.295.000
Desember	11.517	5.789.000
TOTAL	110.722	66.764.000

Data yang tersedia di Hotel Novotel Yogyakarta adalah data konsumsi air keseluruhan, tanpa ada data proporsi pengguna air. Sehingga hal ini cukup menyulitkan untuk mengidentifikasi penggunaan atau konsumsi air kamar hotel. Dengan demikian, digunakan suatu asumsi untuk

memperkirakan konsumsi air per kamar hotel per hari, yaitu seluruh air yang dikonsumsi oleh hotel adalah bertujuan untuk melayani tamu (*embodied energy / water*). Dalam arti, seluruh kegiatan di dapur, *laundry*, fasilitas sauna, kolam renang, *coffee shop*, kantor, dan bagian lain dalam hotel yang mengkonsumsi air, diasumsikan adalah untuk layanan tamu. Maka, konsumsi air per kamar per hari dapat dihitung dan hasilnya adalah ditunjukkan pada Tabel V.

TABEL V  
KONSUMSI AIR PER KAMAR HOTEL

Total Konsumsi Air	Jumlah Tamu (orang x hari)	Konsumsi Air (L/orang/hari)	Konsumsi Air (L/kamar/orang)
66.764.000	110.722	602,98	1.205,97

Untuk menghitung konsumsi air per kamar, diasumsikan jumlah tamu per kamar adalah dua orang. Jika dibandingkan antara profil curah hujan yang berbeda-beda tiap bulannya sesuai dengan musim hujan, dengan konsumsi air Hotel Novotel tiap bulan, juga dengan asumsi bahwa semua air hujan yang turun dapat dimanfaatkan dan tidak ada kebocoran atau *overflow* pada tangki penampung air hujan, maka didapatkan.

TABEL VI  
PENGHEMATAN AIR SELAMA SATU TAHUN

Bulan	Curah Hujan (mm)	Volume Limpasan (m <sup>3</sup> )	Jumlah Pengunjung (orang x hari)	Jumlah Kamar (ruang x hari)	Konsumsi Air (m <sup>3</sup> )	Penghematan (%)
Januari	266,32	852,92	6.500	3.250	3.919,40	21,76
Februari	261,66	838,00	7.198	3.599	4.340,29	19,31
Maret	279,46	895,00	8.090	4.045	4.878,15	18,35
April	171,92	550,59	9.375	4.688	5.652,98	9,74
Mei	77,80	249,16	9.800	4.900	5.909,25	4,22
Juni	12,14	38,88	10.396	5.198	6.268,63	0,62
Juli	5,80	18,58	10.973	5.487	6.616,55	0,28
Agustus	2,80	8,97	7.105	3.553	4.284,21	0,21
September	1,00	3,20	9.509	4.755	5.733,78	0,06
Oktober	53,98	172,88	10.657	5.329	6.426,01	2,69
November	238,04	762,35	9.602	4.801	5.789,86	13,17
Desember	423,18	1.355,28	11.517	5.759	6.944,58	19,52
Total		5745,81	110.722	55.361	66.763,71	8,61

Konsumsi air pada Tabel VI mengacu pada konsumsi air per kamar per hari pada Tabel V sebelumnya. Dengan demikian, dapat diketahui penghematan air pada musim kemarau yaitu sekitar 0,06% hingga 10%, sedangkan pada musim hujan penghematan air dapat mencapai 21%.

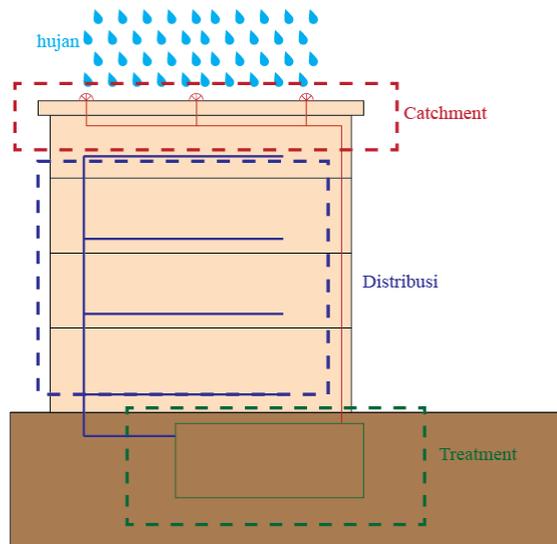
#### A. Perancangan Sistem RWH

Perancangan *catchment* meliputi perancangan talang-talang air yang mengumpulkan air hujan dan pipa-pipa yang mengalirkan air hujan dari talang air menuju tangki penampung air hujan. Perancangan sistem pengolahan meliputi perancangan alur penanganan air hujan yang telah

dikumpulkan. Dalam komponen ini terdapat tangki penampung air hujan, proses penanganan air seperti yang disarankan oleh WHO, dan pipa-pipa penghubungnya. Perancangan pada komponen ini menyesuaikan tujuan penggunaan air hujan yang dikumpulkan, karena berbeda guna air berbeda pula penanganannya. Misalnya untuk air *non-potable* seperti toilet *flush* tidak diperlukan penanganan khusus seperti disinfeksi dan sebagainya. Berbeda apabila air hujan yang dikumpulkan akan digunakan sebagai air *potable*, maka perlu penanganan khusus agar air hujan tersebut sesuai dengan standar kualitas air minum.

Perancangan sistem distribusi meliputi perancangan sistem pemipaan hasil keluaran air hujan berupa air bersih yang siap

digunakan untuk kebutuhan hotel. Gambaran komponen pada sistem RWH ini dapat dilihat pada Gambar 5.



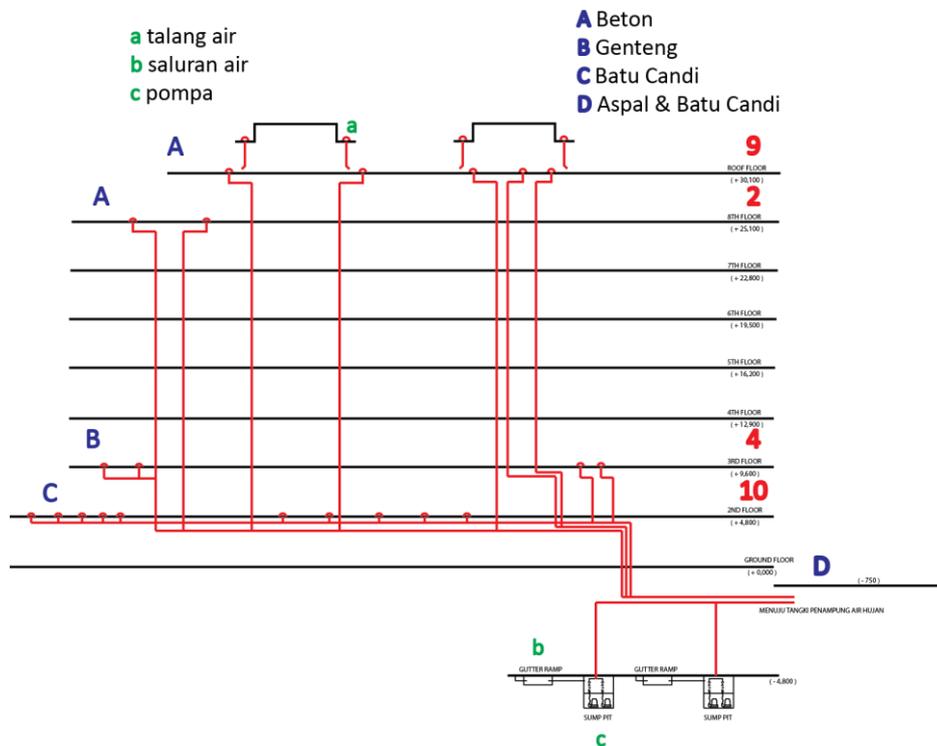
Gambar 5. Sistem RWH

**1) Sistem Catchment**

Sistem *catchment* merupakan sistem yang bekerja sebagai media pengumpul air hujan. Di Hotel Novotel sudah ada sistem *catchment* berupa talang-talang air hujan sejumlah sembilan talang air hujan di *roof floor*, dua talang air hujan di lantai 8, empat talang air hujan di lantai 3, sepuluh talang air hujan di lantai 2, dan dua selokan air hujan pada lantai *basement-1*.

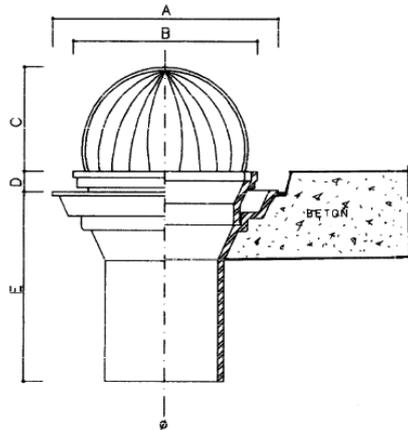
Material perkerasan pada *roof floor* dan lantai 8 merupakan beton, lantai 3 berupa genteng, lantai 2 berupa batu candi, dan selokan air hujan pada lantai *basement-1* mengumpulkan limpasan air hujan dari *ground floor* dengan material perkerasan terdiri dari aspal dan batu candi.

Gambar mengenai sistem *catchment* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Sistem *Catchment* di Hotel Novotel

Talang-talang air hujan di Hotel Novotel saat ini langsung menuju ke saluran drainase kota. Pada sistem RWH ini, tujuan dari talang-talang air diubah, yaitu dikumpulkan dalam suatu tangki penampung air hujan sebelum selanjutnya dilakukan pengolahan untuk meningkatkan kualitas air hujan tersebut.



∅	A	B	C	D	E
50 & 65	190	146	62	15-30	180
80 & 100	260	220	97	25-40	224
125 & 150	360	320	147	25-40	275

CAST IRON ROOF DRAIN ( RD )  
N.T.S

Gambar 7. Dimensi talang air pada *catchment*  
(Sumber: *As Built Drawing* Hotel Novotel Yogyakarta)

**B. Sistem Pengolahan dan Sistem Distribusi**

Air hujan merupakan *greywater*, sehingga tidak dapat dicampur dengan air bersih lainnya. Dengan demikian, terdapat dua pilihan pada sistem distribusi berkaitan dengan tujuan penggunaan air hujan yang berimbang pada perbedaan dalam sistem pengolahan.

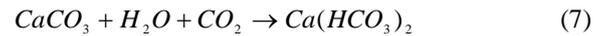
**1) Non Potable**

Pilihan pertama yaitu dengan menggunakan air hujan yang terkumpul sebagai *non-potable water*. Pilihan ini tidak memerlukan pengolahan dan air hujan dapat langsung dimanfaatkan untuk kebutuhan air yang bersifat *non-potable* seperti toilet *flush*, *fire fighter*, *gardening*, pendingin udara, dan lain-lain. Akan tetapi, karena air hujan merupakan *greywater* yang tidak bisa dicampur dengan air bersih lainnya, maka diperlukan sistem distribusi yang benar-benar baru. Kekurangannya yaitu dengan membuat sistem distribusi yang baru maka terdapat tambahan biaya perancangan dan pembangunan sistem yang tidak kecil, selain itu terdapat masalah pada ruang yang tersedia apabila akan membuat sistem distribusi yang baru.

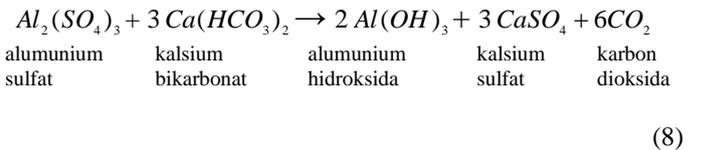
**2) Potable**

Pilihan yang kedua yaitu air hujan terkumpul dimanfaatkan sebagai air yang bersifat *potable* atau dapat diminum. Pilihan ini lebih mudah karena tidak memerlukan sistem distribusi air yang baru dimana air hujan dapat dicampur dengan air bersih lainnya. Akan tetapi sebelum dapat dicampur dengan air bersih lainnya, perlu dilakukan pengolahan agar air hujan terkumpul sesuai dengan standar kualitas air minum.

Skenario yang diambil adalah skenario nomor dua, yaitu tidak diperlukan sistem distribusi yang baru. Di Hotel Novotel, saat ini sudah ada serangkaian pengolahan untuk air dari sumur agar menjadi *potable*. Sehingga lebih mudah untuk mengolah air hujan, yaitu dengan memasukkannya ke dalam sistem pengolahan yang sudah ada. Ketika air hujan turun, terdapat kemungkinan terjadinya pengelupasan material pada pipa-pipa di bagian *catchment* berupa logam dari pipa. Untuk mengurangi kadar logam pada air hujan tersebut maka diperlukan suatu pengolahan berupa koagulasi untuk mengendapkan logam tersebut dan memisahkannya dari air. Koagulasi dilakukan bersamaan dengan air dari sumur. Air hujan yang sedikit asam juga akan bereaksi dengan air dari sumur yang mengandung kapur (kalsium karbonat,  $CaCO_3$ ) dan membentuk kalsium bikarbonat. Reaksi tersebut ditunjukkan pada Persamaan 7.



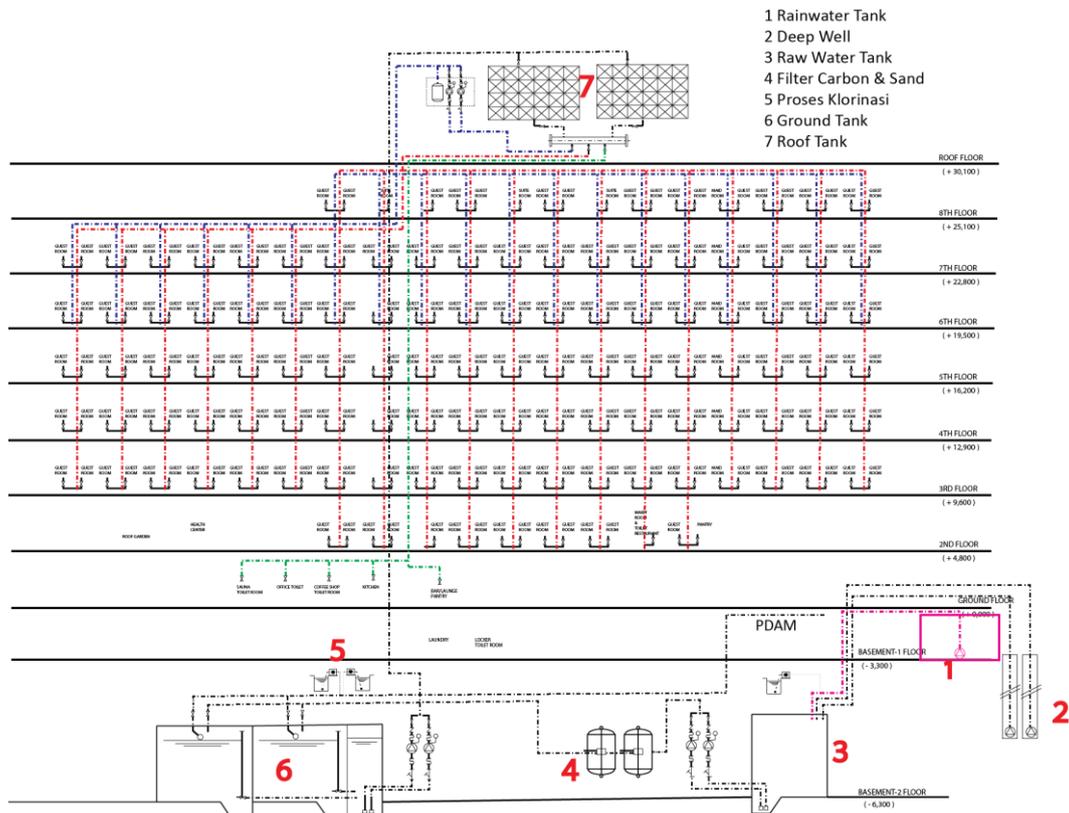
Dengan adanya kalsium bikarbonat, maka air menjadi sadah karena mengandung ion kalsium (Ca). Air yang sadah ini dapat menyebabkan pengendapan mineral dan dapat menyumbat saluran pipa dan keran. Untuk mengurangi kesadahan air ini perlu dilakukan koagulasi untuk menghilangkan ion  $Ca^{2+}$ . Hal ini dapat dilakukan dengan memberikan aluminium sulfat sebagai koagulan agar terjadi proses koagulasi. Reaksi yang terjadi yaitu pada Persamaan 8.



(8)

Reaksi tersebut membentuk aluminium hidroksida dan kalsium sulfat. Aluminium hidroksida memiliki kelarutan yang rendah sehingga dapat dipisahkan dari air menggunakan *filter*. Proses koagulasi ini sudah ada di Hotel Novotel Yogyakarta dimana pada proses ini, koagulan yang digunakan juga aluminium sulfat. Juga *filter* yang sudah ada di Hotel Novotel Yogyakarta yaitu *filter* karbon dan *filter* pasir untuk menyaring senyawa kimia seperti aluminium hidroksida dan mikroba seperti bakteri dan protozoa.

Dengan dilakukan proses koagulasi ini, pH air menjadi turun dan air menjadi bersifat asam. Oleh karena itu diperlukan pengolahan lain untuk menetralkan pH air. Untuk menaikkan pH air dapat dilakukan dengan memberikan soda abu ke dalam air. Berikut ini rancangan sistem pengolahan dan sistem distribusi pada sistem RWH di Hotel Novotel.

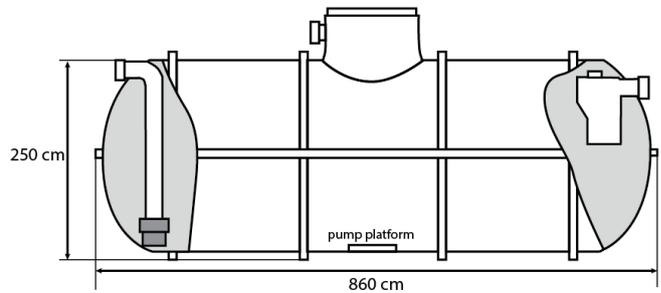


Gambar 8. Sistem pengolahan dan sistem distribusi air hujan pada Hotel Novotel

Sesuai skema pada Gambar 8, air hujan yang tertampung pada *rainwater tank* kemudian dipompakan menuju *raw water tank* dimana pada tangki ini dilakukan koagulasi dengan menambahkan aluminium sulfat ke dalamnya. Di tangki ini air hujan bercampur dengan air yang dipompa dari dua *deep well*. Dari *raw water tank*, air kemudian dipompakan menuju *ground tank*. Selama perjalanan air dilewatkan melalui dua filter yaitu filter karbon dan filter pasir (termasuk filter granula) untuk menyaring patogen-patogen dan partikel-partikel lainnya seperti kalsium, magnesium, atau *zinc*. Kemudian air melewati proses klorinasi dan pemberian abu soda. Klorinasi berfungsi sebagai pembunuh bakteri dan mikroba lainnya sedangkan abu soda menetralkan air dengan menaikkan pH-nya. Dari *ground tank*, air kemudian dipompa menuju *roof tank*. Dari *roof tank* air yang sudah siap untuk dikonsumsi dialirkan secara gravitasi ke lantai-lantai bawahnya mulai dari lantai basement hingga lantai lima. Untuk lantai enam hingga delapan, air dari *roof tank* tidak dialirkan secara gravitasi melainkan dipompa untuk meningkatkan tekanannya. Seluruh komponen pada sistem *treatment* pada Gambar 8 merupakan *existing component* yang sudah ada di Hotel Novotel Yogyakarta kecuali bagian berwarna merah yaitu tangki penampung air hujan dan pipa yang menghubungkan antara tangki tersebut dengan *raw water tank* yang perlu dibangun..

Berikut ini detail tangki-tangki pada sistem RWH di Hotel Novotel, diantaranya yaitu *rainwater tank*, *raw tank*, *ground tank*, dan *roof tank*. Untuk *rainwater tank*, ukuran tangki

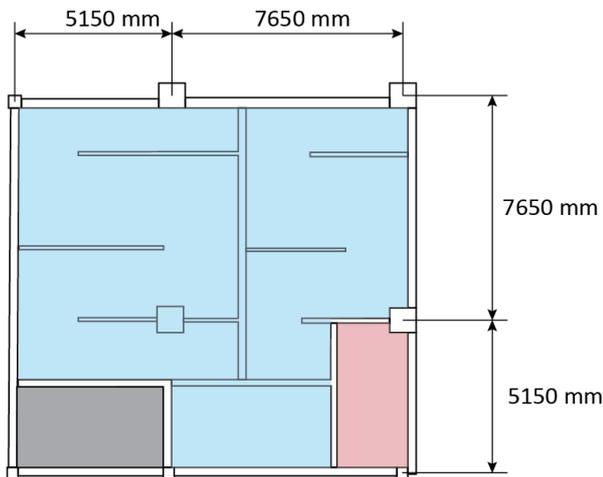
ditentukan dengan volume air hujan yang akan ditampung. Untuk siklus harian, dalam sehari, rata-rata air hujan yang dapat ditampung di Hotel Novotel yaitu sebesar  $41,94 \text{ m}^3$ . Kemudian dapat ditentukan dimensi *rainwater tank* sebagai berikut.



Gambar 9. Dimensi *Rainwater Tank*

*Rainwater tank* diletakkan di bagian depan hotel, menyesuaikan dengan ruang yang tersedia yang hanya ada di bagian depan hotel. Tangki ini diletakkan di bawah tanah, pada level yang sama dengan *basement-1* yaitu pada kedalaman 3,3 meter di bawah tanah.

Untuk *raw water tank* dan *ground tank*, keduanya berada pada tempat yang sama dan hanya dibatasi dinding. Kedua tangki ini sudah ada di Hotel Novotel. Berikut ini penampang kedua tangki tersebut.



Gambar 10. Penampang *raw water tank* dan *ground tank*

Pada Gambar 10, bagian berwarna biru merupakan *ground tank*, bagian berwarna merah merupakan *raw water tank*, dan bagian berwarna abu-abu bukan merupakan tangki air melainkan bagian ruangan lain. Dengan kedalaman tangki sekitar 4,5 hingga 5 meter, total *ground tank* dan *raw water tank* ini memiliki kapasitas sekitar 300 meter kubik. Sedangkan untuk *roof tank*, tidak didapatkan data mengenai dimensinya, tetapi dari hasil wawancara dengan pihak *Engineering Dept.* Hotel Novotel, didapatkan bahwa kapasitas *roof tank* yaitu sebesar 60 meter kubik. Panjang total pipa dari *rainwater tank* menuju *raw water tank* yaitu sepanjang 87 meter. Dari perhitungan, daya pompa yang dibutuhkan untuk memompa air hujan dari *rainwater tank* menuju *raw water tank* dengan debit sebesar 90 liter per menit yaitu sebesar 100 watt.

Pada sistem RWH ini, terdapat dua kemungkinan skenario yang terjadi yaitu ketika musim hujan dimana air hujan turun secara berlebihan dan ketika musim kering dimana air hujan tidak turun sama sekali. Pada saat musim hujan, air hujan dari *rainwater tank* dimanfaatkan sebagai sumber air utama untuk dipompa ke *raw water tank* dan air dari sumur dalam sebagai sumber air cadangan, artinya air hujan pada *rainwater tank* lebih diprioritaskan untuk digunakan ketimbang air dari sumur dalam. Jadi, *raw water tank* akan meminta air dari *rainwater tank* dan ketika *rainwater tank* sedang dalam keadaan kekurangan air maka air dari sumur dalam dipompa ke *raw water tank*. Ketika hujan turun berlebih, maka *overflow* akan dibuang dari *rainwater tank* menuju saluran drainase kota melalui *overflow pipe* pada *rainwater tank*. Pada *overflow pipe* ini dipasang *check valve* untuk menghindari adanya *backflow* dari saluran drainase kota menuju *rainwater tank*.

Jika disimulasikan, untuk hujan lebat, dengan kategori hujan lebat dengan curah hujan mencapai 100 mm/hari dan (atau) 20 mm/jam, maka dalam sehari limpasan air hujan di Hotel Novotel yaitu sebesar 320 meter kubik dalam sehari atau selama hujan lebat berlangsung selama kurang lebih lima jam. Kebutuhan air rata-rata per hari pada Hotel Novotel yaitu sebesar 150 meter kubik. Maka kebutuhan air hotel dalam sehari dapat dipenuhi seluruhnya oleh air hujan pada saat

hujan lebat terjadi. Dengan tangki penampung air hujan sebesar 40 meter kubik, *ground tank* sebesar 300 meter kubik, dan *roof tank* sebesar 60 meter kubik, maka keseluruhan total kapasitas air yang dapat ditampung dalam satu waktu yaitu 400 meter kubik. Walaupun begitu, total kapasitas 400 meter kubik ini tidak bisa begitu saja diisi dengan air hujan. Itu dikarenakan *ground tank* dan *roof tank* merupakan penampung air yang sudah diberikan *treatment* sehingga air hujan harus diolah terlebih dahulu baru kemudian dapat ditampung di kedua tangki tersebut. Disamping itu, proses koagulasi pada *raw water tank* membutuhkan waktu selama 15 atau 20 menit hingga satu jam untuk memungkinkan terjadinya penggumpalan. Kapasitas *raw tank* untuk melakukan proses koagulasi yaitu sekitar 60 meter kubik, maka dalam lima jam dapat dilakukan 5 sampai 10 kali siklus koagulasi. Dari perhitungan ini maka *raw water tank* sanggup mengolah 320 meter kubik air hujan dalam lima jam. Bagaimanapun, dari *raw water tank* air yang telah dilakukan proses koagulasi dipompa menuju *ground tank* dengan terlebih dulu melewati filter karbon dan filter pasir, dimana pada kedua filter ini, penyaringan dapat berlangsung secara maksimal pada debit aliran sekitar 230 liter per menit. Dengan debit sebesar itu, dalam lima jam, air yang dapat ditangani yaitu sebesar 70 meter kubik, sehingga dipastikan akan terjadi *overflow* pada saat hujan lebat turun karena *rainwater tank* sudah penuh dan *raw water tank* tidak dapat menampung lebih banyak lagi. Untuk menghindari hal itu, diperlukan tangki penampung air hujan yang lebih besar yang dapat menampung seluruh limpasan air hujan yaitu sebesar 320 meter kubik atau minimal sebesar 250 meter kubik dengan asumsi 70 meter kubik air hujan lima jam pertama dapat langsung dilakukan *treatment*.

Pada saat musim kering, dimana hujan jarang sekali turun, maka *rainwater tank* akan lebih sering kosong. Pada masa ini air hujan hanya akan dipompa menuju *raw water tank* ketika ada air hujan di *rainwater tank*.

#### IV. KESIMPULAN

Air hujan memiliki potensi yang cukup besar untuk memenuhi kebutuhan akan air bersih. Penghematan air yang dapat dilakukan di Hotel Novotel Yogyakarta dengan penerapan RWH mencapai angka 8,6%, bahkan pada bulan-bulan tertentu dapat mencapai 21%. Untuk pengolahan airnya, Hotel Novotel sudah memiliki sistem pengolahan tersendiri sehingga memungkinkan untuk memanfaatkannya sebagai RWH untuk tujuan kegunaan air *potable*. Walaupun demikian, akan lebih baik jika sistem RWH tidak hanya menangani kebutuhan air *potable* saja tetapi juga menangani kebutuhan air *non-potable* sehingga dapat digabungkan dengan sistem *waste water management*.

Penelitian selanjutnya diharapkan lebih mengedepankan aspek *financial feasibility* dari sistem Rain Water Harvesting dari sisi komersial, selain itu juga perlu dilakukan analisis dan rekomendasi terhadap material-material perkerasan sebagai *catchment* yang selain memiliki koefisien limpasan yang tinggi, tetapi juga dapat digunakan dari sisi kekuatan material

dan estetika, misalnya penggunaan teknologi *green roof* atau *biopore*. Dengan teknologi ini, taman juga dapat dijadikan sebagai media *catchment*.

Permukaan *catchment* bisa saja menampung debu, benda-benda organik, daun-daun, dan kotoran dari binatang seperti burung yang dapat mengkontaminasi air hujan. Kontaminan terbanyak dibawa oleh air hujan pada awal-awal terjadinya air hujan. Oleh karena itu, perlu dirancang suatu sistem yang mengalihkan air hujan pada awal-awal turunnya hujan agar tidak ditampung di *rainwater tank*. Hal itu dapat berupa alat otomatis yang mencegah mengalirnya air hujan pada awal-awal turunnya hujan agar tidak ditampung di *rainwater tank*.

Dalam rangka upaya melakukan konservasi energi, pemerintah sebaiknya memberikan mandat yang mewajibkan pengaplikasian sistem RWH pada bangunan, terlebih pada bangunan-bangunan berskala besar.

## REFERENSI

- [1] Indriyanto, *Ekologi Hutan*, Jakarta: Bumi Aksara, 2006.
- [2] O'Neill, Siegelbaum, "Hotel water conservation", Seattle Public Utilities, July 2002.
- [3] William Hall Saour, "Implementing rainwater harvesting systems on the Texas A&M Campus for irrigation purposes: A feasibility study", Thesis, Civil Engineering Texas A&M University, Texas, 2009
- [4] A.R. Nafisah dan Jun Matsushita, "Comparative study on rainwater harvesting practice between two metropolices: Tokyo (Sumida-ku) & Selangor, Malaysia", *Proc. of 5<sup>th</sup> Society for Social Management Systems 2010*, Kochi, Japan, 4-6 March 2010.
- [5] (2010) The UKRHA website. [Online]. Available: [www.sgeg.org.uk/documents/Advice/Water/Guide%20to%20Rainwater%20Harvesting%20\(UKRHA\).pdf](http://www.sgeg.org.uk/documents/Advice/Water/Guide%20to%20Rainwater%20Harvesting%20(UKRHA).pdf)
- [6] *The Texas Manual on Rainwater Harvesting*, Texas Water Development Board, 2005
- [7] *Greenship untuk Bangunan Baru*, GBCI, 2013.