

KRITERIA DESAIN SUB-RESERVOIR AIR HUJAN MENUNJANG DRAINASE RAMAH LINGKUNGAN

Design Criteria of Rain Water Sub-reservoir in Supporting Eco-drainage Concept

Sarbidi

Pusat Litbang Permukiman, Balitbang Kementerian Pekerjaan Umum
Jl. Panyawungan, Cileunyi Wetan, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, Indonesia
e-mail: tophisblind@yahoo.com; sarbidi.ah@gmail.com

Diterima: 2 Juli 2013, Direvisi: 10 September 2013, Disetujui: 15 September 2013

Abstrak

Penyediaan ruang terbuka hijau (RTH) kota yang cukup dilengkapi kolam retensi berguna untuk pengendalian air larian. Air kolam retensi berguna untuk menjaga muka air tanah, tapi kelemahannya memerlukan lahan yang cukup luas dan lahan di bagian atas kolam tidak dapat dimanfaatkan untuk tempat parkir dan bangunan. Tahun 2011 dilakukan kajian subreservoir air hujan pada RTH. Tujuan mendapatkan kriteria desain subreservoir air hujan pada RTH. Sasaran adalah kriteria desain subreservoir air hujan. Kegiatan menggunakan metode deskriptif, data sekunder dan data primer. Rumusan kriteria didasarkan data primer dan data sekunder divalidasi dengan kriteria desain standar. Selanjutnya disusun matrik data, rumusan konsep kriteria, diskusi dengan tim pakar dan rumusan kriteria desain final. Hasil kajian ini yaitu: (1) desain subreservoir air hujan pada RTH harus memperhatikan sekitar 18 (delapan belas) ketentuan umum, 17 (tujuh belas) ketentuan teknis dan sekitar 10 (sepuluh) ketentuan untuk operasi dan perawatan. (2) Kriteria umum antara lain karakteristik RTH dan izin pemanfaatan, intensitas air hujan, karakteristik tanah dan air tanah. (3) Kriteria teknis antara lain koefisien limpasan, intensitas hujan, luas bidang tadah, debit puncak dan debit rata-rata, SNI 03-2453-2002, pedoman desain sumur bor dalam, bahan dan konstruksi, operasi-perawatan dan pemanfaatan subreservoir air hujan.

Kata kunci : kriteria desain, subreservoir, air hujan, ruang terbuka hijau.

Abstract

Providing sufficient green open space (GOS) in a city, filled with retention pond is use full for controlling the run off. Besides, Water pond can control surface ground water level, but it's needed the wider space and upper of part of the pond cannot be used as a parking lot and another building. In 2011, research concerning the rain water sub reservoir on a GOS was conducted. Research aimed at obtaining design criteria of such sub reservoir based on secondary and primary data and validated with design standard. Then, it is made the data matrix, concept design criteria, expert discussion and final design criteria. The research result:(1) rain water sub reservoir design has to consider are about 18 (eighteen) general requirements, 17 (seventeen) technical requirements and are about 10 (ten) operation and maintenance. (2) General criteria among others are GOS characteristic and using permit, rain water, soil and ground water. (3) Technical criteria among others are run off coefficient, rain water intensity, size of roof area, maximum and average rate of the rain, INS 03-2453-2002, deep well design standard, material and construction, operation-maintenance and sub reservoir uses.

Keywords: design criteria, sub reservoir, rain water, green open space.

1. PENDAHULUAN

Secara umum, rata-rata curah hujan per tahun di Indonesia masih tergolong cukup tinggi. Menurut Putra Pamungkas (2006) rata-rata antara (1000 – 4000) mm/tahun. Apabila dilihat dari besarnya curah hujan, sesungguhnya air hujan tersebut merupakan salah satu aset berharga di perkotaan yang perlu dimanfaatkan untuk kepentingan lingkungan hidup dan masyarakat serta konservasi air, dengan cara aplikasi drainase ramah lingkungan di permukiman, antara lain penerapan sumur resapan air hujan.

Pembuatan sumur resapan air hujan telah ditetapkan pada SNI 03-2453-2002, tentang tata cara perencanaan teknik sumur resapan air hujan. Namun SNI tersebut hanya mengatur teknis peresapan air hujan ke dalam tanah saja, belum dilengkapi dengan sarana penampungan dan pemanfaatan air hujan secara terintegrasi. Oleh karena itu agar dapat dilakukan penampungan dan pemanfaatan air hujan yang terintegrasi diperlukan teknologi yang baru.

Dalam UU RI No. 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang ditetapkan bahwa di kawasan perkotaan harus tersedia luas ruang terbuka

hijau (RTH) paling sedikit 30% dari luas wilayah. Selanjutnya ditegaskan oleh Permen PU No: 05/PRT/M/2008, RTH terdiri atas 20% RTH publik dan 10% RTH privat. Penyediaan dan pemanfaatan RTH Kota dimaksudkan untuk menjamin tersedianya ruang yang cukup, antara lain kawasan pengendalian air larian (*run off*) dengan menyediakan kolam retensi. RTH adalah aset kota yang lain, yang sangat bernilai untuk melestarikan sumber air, termasuk tempat memanfaatkan air hujan di perkotaan.

Kolam retensi mempunyai beberapa kelebihan, tetapi juga mempunyai beberapa kelemahan, seperti : (1) membutuhkan lahan yang cukup luas, (2) lahan di atas kolam tidak dapat dimanfaatkan untuk keperluan yang lain, seperti taman, lahan parkir dan bangunan, (3) rentan pendangkalan akibat endapan lumpur atau sampah, (4) air kolam rentan terkena polusi air limbah rumah tangga, sampah dan pertumbuhan algae. Oleh karena itu diperlukan pengembangan teknologi alternatif untuk sistem penampungan, peresapan dan pemanfaatan air hujan secara terpadu. Sehubungan dengan hal tersebut, tahun 2011 di Puslitbang Permukiman telah diteliti subreservoir air hujan, yang diterapkan di bawah permukaan tanah RTH.

Subreservoir air hujan dapat digunakan untuk menampung dan meresapkan air hujan, mereduksi puncak banjir dan menahan debit *run off* hingga dicapai 100% (Sarbid, et.al. 2012) atau air hujan yang dialirkan ke luar kawasan dapat dicapai hingga nol persen (*zero run off*). Jadi subreservoir air hujan dapat difungsikan untuk menampung, meresapkan dan menahan air hujan, yang berasal dari atap rumah dan bangunan di lokasinya. Esometrik subreservoir air hujan pada RTH ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Esometrik subreservoir air hujan pada RTH tanpa skala (Sarbid, 2011).

Dari Gambar 1 dapat diketahui bahwa subreservoir air hujan terdiri atas saluran drainase sekeliling bangunan, saringan kasar

batu marmer, pipa sadap, sureservoir, sumur resapan air hujan dan *overflow* ke saluran terdekat.

Desain teknis subreservoir mengacu pada ketentuan teknis desain kolam retensi dan standar perencanaan sumur resapan air hujan. Perbedaan mendasar antara subreservoir air hujan dengan kolam retensi terletak pada sistem konstruksi. Subreservoir dibangun di bawah muka tanah, sedangkan kolam retensi di atas muka tanah. Keuntungan subreservoir antara lain lahan di atasnya dapat difungsikan untuk keperluan yang lain, seperti RTH, lapangan olah raga, tempat parkir, taman, halaman dan sebagainya.

Konsep desain subreservoir air hujan pada Gambar 1 merupakan "pembaharuan" dari teknologi yang telah ada, karena subreservoir merupakan paket pengelolaan air hujan yang kompak dan menyatukan tampungan, manfaat, resapan dan alirkan (TRMA) sisa air hujan secara terpadu.

Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan ketentuan dan/atau kriteria desain serta operasi pemeliharaan subreservoir air hujan pada RTH perkotaan, yang dapat berfungsi sebagai sarana menampung, meresapkan dan memanen air hujan dalam menunjang drainase berwawasan lingkungan di perkotaan. Ketentuan tersebut diperoleh dengan cara merumuskan faktor teknis dan non teknis yang berpengaruh, yang diperoleh berdasarkan data primer dan data sekunder.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kata sub dalam subreservoir kependekan kata dari "*subsurface*", artinya di bawah permukaan tanah (air), sedangkan kata "*reservoir*" artinya waduk/kolam air, waduk tandon air (M Echols, John; Shadily, Hassan, 1990). Dalam hal ini, "*subreservoir*" artinya adalah waduk/kolam air di bawah permukaan tanah untuk menampung air hujan yang berasal dari talang atap rumah, bangunan atau lainnya.

Analisis hidrologi untuk subreservoir, Sarbid, et.al (2011) menggunakan data curah hujan rata-rata, runtut waktu selama (5 – 10) tahun. Merujuk pada Kamiana, I Made (2011) dan Subarkah, Imam. (1980), analisis distribusi frekwensi mengikuti metode Gumbel, Log Normal dan/atau Log Pearson Tipe III. Intensitas hujan dihitung dengan rumus Talbot, Ishiguro, Sherman dan atau rumus Mononobe. Untuk menentukan debit air larian maksimum rencana digunakan rumus Mulvaney (1847) dikenal dengan rumus rasional, Kamiana, I Made (2011)

dan bidang tadah adalah luas atap, koefisien larian diambil untuk permukaan kedap air, yaitu antara 0,75 – 0,95. Air hujan yang ditampung subreservoir adalah tampungan maksimum.

Volume maksimum subreservoir air hujan selama satu tahun merupakan akumulasi hujan rata-rata dikurangi dengan total kebutuhan atau konsumsi air setiap orang per hari selama satu tahun. Secara matematis, volume tersebut adalah perbedaan volume yang terbesar antara kurva *inflow* dengan *outflow*, yang biasanya digambarkan dalam grafik tampungan air hujan, dalam satuan waktu tertentu.

Pada subreservoir ditetapkan bahwa volume resapan air hujan ke dalam tanah mengikuti ketentuan sumur resapan, sebagaimana diatur dalam SNI 03-2453-2002. Akan tetapi bila dikehendaki menggunakan resapan air hingga lapisan akuifer atau air tanah dalam harus merujuk pada pedoman teknis desain sumur bor dalam.

Secara umum air hujan menunjukkan sangat miskin kandungan mineral. Kandungan rata-rata air hujan di Indonesia adalah: mineral rendah, kesadahan rendah, pH antara 3 – 6, kandungan organik tinggi atau sekitar 10 mg/L. Ke dalam air hujan perlu ditambah, antara lain kandungan kalsium atau kapur. Adapun tambahan mineral kapur pada subreservoir dipasok dari filter batu kapur, yang dipasang dalam saluran drainase bangunan tersebut. Diameter butir batu kapur, yang digunakan berkisar antara 2 cm – 3 cm.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penyusunan kriteria desain subreservoir air hujan dilaksanakan dengan metode sebagai berikut:

1. Pengumpulan data sekunder dari Standar Nasional Indonesia (SNI), pedoman teknis desain dan kriteria desain yang berlaku dan diskusi dengan nara sumber pakar dan/atau praktisi terkait.
2. Pengumpulan data primer dengan metode survei instansional dan observasi pada kawasan perumahan yang menerapkan drainase ramah lingkungan dan/atau subreservoir air hujan pada RTH. Instansi yang dikunjungi: Bappeda, Dinas PU Cipta Karya dan Tata Kota, Dinas Pengairan, Dinas Kebersihan dan Pertamanan, Badan Meterorologi Klimtologi dan Geofisika (BMKG), Pengembang Perumahan dan Geologi Tata Lingkungan.

3. Data sekunder diolah untuk dihasilkan prakonsep kriteria desain subreservoir air hujan pada RTH perkotaan. Prakonsep mencakup kelompok ketentuan umum (non teknis) dan ketentuan teknis. Prakonsep disusun berdasarkan ketentuan dalam desain penampungan air hujan dan drainase ramah lingkungan yang telah ada.
4. Diskusi dan pembahasan bahan-bahan terkait lainnya untuk melengkapi prakonsep pada butir 3 di atas. Bahan tambahan dalam diskusi tersebut adalah tata kelola lingkungan dan pengelolaan air hujan. Peserta diskusi adalah para praktisi/konsultan drainase, penentu kebijakan drainase di Indonesia, produsen atau pabrikan peralatan drainase dan pengembang yang menerapkan drainase ramah lingkungan. Hasil diskusi dibahas dan dirumuskan sebagai input untuk menyusun kriteria desain.
5. Survei dan observasi dengan panduan utama adalah prakonsep yang disusun di atas. Dalam survei digunakan kuesioner. Sifat survei untuk mengecek atau validasi prakonsep dengan kondisi desain dan konstruksi drainase ramah lingkungan di lapangan. Hasil survei adalah matrik data untuk dijadikan sebagai dasar rumusan kriteria desain.
6. Matrik data survei dan observasi dibahas dan dibandingkan dengan standar drainase yang telah ada, hingga dihasilkan rumusan kriteria desain subreservoir air hujan pada RTH perkotaan.

Lokasi survei ditetapkan dengan asumsi bahwa lokasi mempunyai curah hujan relatif seragam, yaitu antara (1000 – 4000) mm/tahun, kondisi topografi yang berbeda dan mempertimbangkan saran otoritas lokal, khususnya keberadaan sistem drainase ramah lingkungan setempat. Untuk itu, diambil tiga batasan wilayah/lokasi survei, yaitu dataran tinggi/ perbukitan/pegunungan, dataran rendah, pantai dan/atau pasang surut. Lokasi survei sebagai berikut:

1. Jakarta (pantai/pasang), objek survei dan observasi adalah sistem drainase Kompleks Perumahan PU Pejompongan dan RTH Bandara Soekarno-Hatta.
2. Bogor (dataran tinggi/pegunungan), objek survei dan observasi adalah sistem drainase Perumahan Bogor Nirwana Residence dan Kawasan Kali Kayang serta pabrik beton pracetak peralatan drainase.
3. Tangerang (dataran), objek survei dan observasi adalah sistem drainase Perumahan Bumi Serpong Damai serta kunjungan pada

pabrik ground water tank bahan fiberglass reinforced plastic (FRP).

4. Bandung (dataran tinggi/pegunungan), objek survei dan observasi adalah sistem drainase Perumahan Kota Baru Bumi Parahyangan dan pengumpulan data hidrologi, geologi dan muka air tanah dangkal pada beberapa sumur penduduk Bandung.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

- 4.1 Tampungungan dan resapan air hujan eksisting.

Teknologi tampungan dan resapan air hujan, yang paling banyak dijumpai di lokasi survei, seperti ditampilkan pada Tabel 1, yaitu: (1) tampungan umumnya (a) kolam retensi dan kolam detensi (*bouzem*), (b) kolam tando (*polder*) pengendali banjir, (c) tidak ditemukan "subreservoir air hujan" di seluruh lokasi survei. (2) resapan air hujan umumnya sumur resapan, biopori, paving blok dan grass blok, bioretensi, rumput/taman. (3) Pemanfaatan air hujan umumnya untuk *recharge* air tanah (konservasi air tanah), air mancur kolam retensi dan tempat rekreasi atau pelengkap taman. (4) Air hujan dialirkan menggunakan saluran terbuka atau saluran tertutup konstruksi beton, pasangan bata atau saluran tanah biasa.

Tabel 1 Teknologi tampungan dan resapan air hujan di lokasi survei.

No	Lokasi Survei	Tampungungan	Resapan Hujan	Manfaat Air Hujan	Alirkan Air Kelebihan
1.	Bandung Kotabaru Parah- yangan	-	SRAH, Biopori, Rumput/taman.	<i>Recharge</i> air tanah	Saluran tertutup beton pracetak
2.	Bogor • Peruma- han <i>Bogor Nirwana Residence</i> (BNR) ⁸ • Kawasan Kali Kayang	Kolam Retensi Kolam Retensi (Dalam rencana)	SRAH, Biopori, Rumput /taman. SRAH, Biopori	Air man-cur, rekreasi, <i>recharge</i> air tanah -	Sungai buatan, Saluran terbuka pasangan Saluran terbuka pasangan
	• Peruma-han <i>Bukit Cimanggo City</i>	Kolam Retensi	SRAH, Biopori, Rumput/taman.	Rekreasi, <i>recharge</i> air tanah	Saluran terbuka pasangan
3.	Jakarta Komplek PU Pejom-pongan	Kolam Tando (<i>Polder</i>)	-	Pengen-dali banjir	Saluran terbuka pasangan, Pintu air, Pompa
4.	Tangerang • Bandara Soekarno- Hatta. • Bumi Serpong Damai (BSD)	Kolam Tando (<i>Polder</i>) Kolam Retensi	Rumput/taman, Saluran tanah. SRAH, Biopori, Rumput/taman.	<i>Recharge</i> air tanah Air man-cur, rekreasi, <i>recharge</i> air tanah	Saluran terbuka tanah, Pintu air, Pompa. Saluran terbuka pasangan

Sumber: Hasil kajian Sarbidi, dkk, 2011 (dimodifikasi).

- 4.2 Kriteria desain tampungan dan resapan air hujan eksisting.

Parameter, elemen dan kriteria yang dirumuskan untuk acuan ketentuan teknis desain, yaitu: (1) tampungan memerlukan, terdiri atas: (a) analisis data hujan, intensitas hujan, koefisien *run off* dan bidang tadah, (b) perhitungan debit maksimum dan rata-rata harian, (c) perhitungan volume tampungan, (d) analisis hidrolika saluran, tampungan/kolam, pintu air, pompa, (e) analisis muka air tanah, (f) analisis permeabilitas tanah, (g) peta topografi, peta wilayah/tapak dan elevasi kawasan. Ketentuan teknis untuk desain tampungan, resapan, manfaat dan aliran air hujan kelebihan ditampilkan pada Tabel 2.

Berdasarkan informasi matrik yang ditampilkan pada Tabel 3 dan Tabel 4 diketahui bahwa rumusan kriteria teknis desain subreservoir dipengaruhi oleh ketentuan umum

terdiri atas: 6 (enam) parameter penentu, 21 (dua puluh satu) elemen penentu dan 23 (dua puluh tiga) kriteria desain. Ketentuan umum terdiri atas 3 (tiga) katagori, yaitu: ketentuan umum atau non teknis, operasi-pemeliharaan dan manfaat subreservoir air hujan.

Kriteria Desain Sub-Reservoir Air Hujan Menunjang Drainase Ramah Lingkungan
(Sarbidi)

Tabel 2 Ketentuan teknis desain tampungan dan resapan air hujan.

No	Lokasi Survei	Tampungan	Resapan Hujan	Manfaat Air Hujan	Alirkan Air Kelebihan	Yang Membuat
1.	Bandung Kotabaru Parah-yangan	-	SNI 03-2453-2002			Developer (konsultan).
2.	Bogor				Saluran tertutup beton.	
	• Perumahan <i>Bogor Nirwana Residence</i> (BNR)	Analisis I, C, A, Q, hidrolika dan S_{max}	SNI 03-2453-2002 Biopori			Developer (konsultan).
	• Kawasan Kali Kayang	Analisis I, C, A, Q, hidrolika	SNI 03-2453-2002 Biopori	Air mancur untuk kolam retensi, recharge air tanah.	Sugai buatan, Saluran terbuka tanah asli	Dinas SDA Kota Bogor (konsultan).
	• Perumahan <i>Bukit Cimanggo City</i>	Analisis I, C, A, Q, hidrolika dan S_{max}	SNI 03-2453-2002 Biopori	-	Saluran terbuka pasangan batu	Developer (konsultan).
3.	Jakarta			Recharge air tanah	Saluran terbuka pasangan batu	
	Komplek PU Pejompong-an	Analisis I, C, A, Q, hidrolika dan S_{max}	-			Dit. PLP, Kem. PU (konsultan).
4.	Tangerang			Pompa/pengendali banjir dan pintu air.	Saluran terbuka, pintu air, pompa.	
	• Bandara Soekarno- Hatta.	Analisis I, C, A, Q, hidrolika dan S_{max}	Taman rumput, saluran tanah asli			Konsultan (Perancis)
	• Bumi Serpong Damai (BSD)	Analisis I, C, A, Q, hidrolika dan S_{max}	SNI 03-2453-2002.	Recharge air tanah, saluran dinding tanah	Saluran tanah, pintu air dan pompa banjir.	Developer (konsultan).

Sumber: Hasil kajian Sarbidi, dkk, 2011 (dimodifikasi).

Keterangan: I = intensitas hujan; C = koefisien larian; A = luas bidang tadah; Q = debit rencana; S_{max} = volume tampungan maksim.

Tabel 3 Ketentuan umum kriteria desain subreservoir air hujan pada RTH kota.

No	Kategori	Parameter Penentu	Elemen Penentu	Kriteria Desain
I.	Ketentuan Umum (Ketentuan non teknis)	1. Subreservoir air hujan	1) Fungsi, bentuk dan kapasitas tampungan; 2) Sumber air.	1) Sesuai karakteristik setempat. 2) Air hujan dari atap bangunan/gedung. 3) Izin membangun subreservoir
		2. Data pendukung desain subreservoir air hujan (data sekunder dan data primer)	3) Data curah hujan: 5 – 10 tahun; 4) Koefisien limpasan; 5) Bidang tadah; 6) Topografi; 7) Hidrogeologi 8) Geologi 9) Konsumsi air; 10) Kualitas air hujan; 11) Jenis bahan dan upah ; 12) Biaya konstruksi dan OP 13) Pengelolaan	1) Data hujan dari Stasiun BMKG terdekat; 2) Permukaan kedap air (atap/halaman) 3) Sesuai dengan luas atap/halaman 4) Peta topografi 5) Air tanah dangkal/dalam (peta hidrogeologi) 6) Permeabilitas/daya dukung tanah (peta geologi dan peta geohidrologi). 7) Standar kebutuhan air minum. 8) Standar air baku (analisis air hujan) 9) Mengutamakan bahan lokal 10) Harga bahan dan upah kerja setempat. 11) Pemerintah, swasta dan/atau masyarakat
		3. RTH kota	14) Jenis, fungsi dan luas RTH. 15) Status kepemilikan dan NJOP RTH, 16) Izin penggunaan RTH	12) UU No. 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang; 13) Permen PU No: 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan; 14) Perda rencana tata ruang wilayah (RTRW) kota
		4. Drainase kota ⁹	17) Kebijakan daerah tentang drainase kota. 18) Master plan drainase ¹⁰ 19) Data drainase eksisting sekitar RTH	15) UU No.7 tahun 2004 tentang PSDA; 16) PP No. 28 tahun 2011 tentang Sungai. 17) PP No. 33 tahun 2011 tentang Kebijakan Nasional Pengelolaan Sumber Daya Air 18) Drainase ramah lingkungan 19) Kriteria desain, sistem saluran dan pengaliran, perlengkapan, peralatan, OP dan lain-lain. 20) SNI 02-2406-1991, Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan,.
		5. Dampak Lingkungan	19) RKL / RPL	21) Studi AMDAL (antisipasi dampak penting).
		6. Biaya	20) Konstruksi (investasi) 21) Operasi dan perawatan	22) Biaya pemerintah, swasta, masyarakat, efisiensi. 23) <i>Non full recovery (non profitable)</i>
		6 parameter penentu umum	21 Elemen penentu umum	23 Kriteria desain umum

Sumber: Hasil kajian, Sarbidi, dkk. Oktober (2011), dimodifikasi.

Keterangan: RTH : ruang terbuka hijau; NJOP: nilai jual objek pajak; AMDAL: analisis mengenai dampak lingkungan; RKL: Rencana kelola lingkungan; RPL: rencana pemantauan lingkungan; PSDA: pengelolaan sumber daya air; BMKG: badan meteorology dan geofisika.

Tabel 4 Ketentuan teknis kriteria desain subreservoir air hujan pada RTH kota.

No	Kategori	Parameter Penentu	Elemen Penentu	Kriteria Desain
II.	Ketentuan Teknis	1. Air baku (sumber air)	1) Air hujan dari saluran drainase rumah atau bangunan	1) Saluran drainase gedung berfungsi sebagai tampungan dan tempat unit filtrasi air hujan. 2) Disaring dengan batu marmer ukuran atau diameter butir antara 2 – 3 mm,
		2. Debit rencana.	1) Koefisien limpasan (C)	1) C untuk permukaan kedap air, yaitu atap atau jalan aspal/beton . C = 0,75 – 0,95.
		3. Volume tampungan.	2) Analisis hidrologis data hujan 3) Rumus Rasional 4) Rumus Tampungan Waduk 5) Analisis hidrolika. (penampang, dimensi, arah aliran dll). 6) Analisis tanah 7) Analisis muka air tanah.	2) I (Durasi hujan) pendek 5 menit; 3) T (Periode ulang hujan) 5 tahun; 4) A (Luas bidang tadah); 5) K (Permeabilitas tanah) > 2,0 cm/jam; 6) M (Muka air tanah dangkal) > 2 m; 7) V (Volume) tampungan air sesuai curah hujan rata-rata dan konsumsi air minum. 8) t_c (Waktu konsentrasi) sesuai site (lahan).
		4. Peresapan air hujan	7) Sumur resapan dangkal 8) Sumur resapan dalam	9) SNI 03–2453–2002, Tata Cara SRAH . 10) Pedoman teknis desain sumur bor dalam;
		5. Satuan operasi	9) Saluran drainase bangunan 10) Pipa sadap 11) <i>Inlet</i> subres 12) Filter air hujan (air baku) 13) Subreservoir (SR) 14) <i>Manhole</i> 15) <i>Outlet</i> subres 16) Eksplorasi 17) <i>Over flow</i> dan pipa peresapan	11) Saluran terbuka atau tertutup. 12) Pipa sadap, kemiringan sangat rendah; 13) Ukuran lubang <i>inlet</i> 10 cm atau 4 inci; 14) Media batu marmer , Ø (2 – 3) cm. 15) SR5 - SR65 m ³ . 16) Ukuran <i>manhole</i> 60 x 60) cm / Ø 70 cm; 17) Ukuran lubang <i>outlet</i> Ø 4 inci, berada di bagian bawah subreservoir; 18) Pompa <i>submersible</i> 19) <i>Overflow</i> Ø 4 inci
		6. Konstruksi	18) Kedalaman galian tanah dan tembok penahan tanah 19) Lantai kerja, urugan pasir dan tanah halus. 20) Pondasi, sabuk dan sagrot. 21) <i>Manhole</i> dan penutup	20) Kedalaman galian tanah yang berada di atas subreservoir 0,6 – 1 m. 21) Lantai kerja pasir tebal 10 – 15 cm; 22) Pondasi beton 1 : 3 dan sabuk pengikat subreservoir dilengkapi besi sagrot. Untuk tanah lunak, pondasi dilengkapi cerucuk. 23) Mutu beton untuk tutup subreservoir lahan parkir atau jalan digunakan K350. 24) Apabila lahan atas subreservoir untuk taman digunakan lapisan tanah, rumput dan tanaman taman. 25) Apabila untuk lapangan, konstruksi disesuaikan kandungan kebutuhan.
		7. Bahan konstruksi	22) Cor insitu, beton pabrikasi, FRP	26) Diutamakan bahan lokal, produk dalam negeri
		8. Air effluen	23) Cadangan air baku air minum. 24) Cadangan air damkar; 25) Lainnya;	26) Kapasitas, kualitas dan kontinuitas pemanfaatan; 27) Volume cadangan ≥ 50 m ³ /unit bangunan 28) Sesuai keperluan setempat.
8 parameter penentu teknis		25 Elemen penentu teknis	28 Kriteria desain (teknis)	

Sumber: Hasil kajian, Sarbidi, dkk. Oktober (2011), dimodifikasi

Tabel 5 Ketentuan operasi dan pemeliharaan subreservoir air hujan pada RTH kota.

No	Kategori	Parameter Penentu	Elemen Penentu	Kriteria Desain
III.	Operasi - perawatan	1. Air baku (air hujan)	1. Kuantitas dan kualitas air	1. Duga muka air dan uji sampel air
		2. Saluran drainase gedung	2. Dimensi (penampang) dan kemiringan	2. Kebersihan penampang saluran
		3. Saringan kasar	3. Marmer (batu kapur), penyumbatan media	3. Kebersihan media dari lumpur dan sampah
		4. Inlet dan pipa sadap	4. Dimensi (penampang) dan kemiringan	4. Kebersihan penampang inlet
		5. Subreservoir air hujan	5. Kebocoran dan jumlah lumpur	5. Operator, alat dan manual operasi dan perawatan
		6. Lubang inspeksi	6. Kemudahan dimauki dan dibersihkan operator	6. Kemudahan untuk dibuka tutup
		7. <i>Outlet</i>	7. Debit dan tekanan pompa	7. Kebersihan dan penyumbatan outlet
		8. Pompa air baku untuk instalasi air minum	8. Dimensi (penampang) dan kemiringan	8. Sesuai manual pompa dan catu daya.
		9. <i>Overflow</i>	9. Penyumbatan dan genangan	9. Kebersihan dan penyumbatan overflow
		10. Sumur resapan	10. Kuantitas dan kualitas air effluen	10. Penyumbatan inlet dan kebersihan
		11. Instalasi air minum	11. Catu daya dan otomatisasi	11. Kuantitas dan kualitas air effluen.
		12. Sumber daya listrik	12. Pengecekan rutin	
12 parameter penentu OP		12 Elemen penentu OP	11 Kriteria desain OP	

Kriteria Desain Sub-Reservoir Air Hujan Menunjang Drainase Ramah Lingkungan
(Sarbid)

No	Kategori	Parameter Penentu	Elemen Penentu	Kriteria Desain
IV.	Manfaat Subreservoir air hujan	<ol style="list-style-type: none"> Cadangan air baku rumah tangga, siram kakus (<i>flushing toilet</i>), air cadangan damkar, siram tanaman dan lain-lain. <i>Recharge</i> air tanah; Reduksi genangan air dan puncak banjir permukiman Mendukung aplikasi bangunan hijau (<i>green building</i>). 	<ol style="list-style-type: none"> Pemanenan air hujan (<i>rain water harvesting</i>, RWH) <i>Non full recovery</i> (<i>non profitable</i>) Tampung, resap, manfaat dan alirkan (TRMA) air kelebihan ke saluran drainase terdekat. 	<ol style="list-style-type: none"> <i>Zero run off</i> di kawasan; Dapat mengalir ke dalam sumur resapan untuk konservasi air tanah Air hujan kelebihan dapat mengalir ke dalam saluran terdekat secara lancar. Air dalam subreservoir selalu dapat dikonsumsi (ditampung, diresapkan, dimanfaatkan dan dialirkan kelebihan air hujan ke saluran drainase kota yang terdekat. Menunjang sistem drainase ramah lingkungan Menunjang manajemen air hujan di permukiman (<i>storm water management</i>)
		4 Parameter penentu manfaat	3 Elemen penentu manfaat	6 Kriteria desain pemanfaatan

Sumber: Hasil kajian, Sarbidi, dkk. Oktober (2011), dimodifikasi..

Keterangan: RTH: ruang terbuka hijau; OP: operasi dan pemeliharaan; SOP: standard operasional procedure; RWH: *rain water harvesting*.

Operasi dan pemeliharaan subresevoir perlu memperhatikan hal-hal berikut:

1. Kuantitas dan kualitas air hujan.
2. Penampang dan kemiringan unit operasi.
3. Filter marmer dan penyumbatan.
4. Mudah dimaksuki dan dibersihkan operator.
5. Catu daya dan otomatisasi pompa.
6. Analisis kualitas air efluen.
7. Pengecekan rutin dan berkala.

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui manfaat subreservoir air hujan pada RTH perkotaan antara lain:

1. Cadangan air baku untuk rumah tangga dan pemadam kebakaran;
2. *Recharge* air tanah;
3. *Zero run off* ke luar kawasan;
4. Reduksi genangan dan puncak banjir;
5. Perbaikan manajemen air hujan (*stormwater management*) di daerah aliran sungai (DAS).

Berdasarkan informasi matrik Tabel 5 diketahui bahwa rumusan kriteria teknis desain subreservoir air hujan pada RTH perkotaan dipengaruhi oleh ketentuan teknis, terdiri atas: 8 (delapan) parameter penentu teknis, 25 (dua puluh lima) elemen penentu teknis dan 28 (dua puluh delapan) kriteria desain teknis.

Subreservoir air hujan dibangun di bawah tanah kawasan RTH kota. Air tampungan tidak terpapar sinar matahari. Subreservoir dilengkapi dengan filter batu marmer, sistem *inlet*, *outlet*, *overflow*, *manhole*, pompa eksplorasi dan resapan air hujan. Desain teknis subreservoir mengacu pada desain kolam retensi tetapi dibangun di bawah muka tanah. Sedangkan kolam retensi dibangun di atas muka tanah (airnya terpapar sinar matahari), sehingga rentan terhadap pertumbuhan algae dan polusi air

limbah dan sampah. Merujuk pada Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5 maka diperoleh rumusan kriteria desain teknis subreservoir air hujan pada ruang terbuka hijau (RTH) kota sebagai berikut:

1. Ketentuan umum (non teknis).
Berdasarkan informasi pada Tabel 3 diketahui terdapat sekitar 6 (enam) parameter penentu, 21 (dua puluh satu) elemen penentu dan 28 (dua puluh delapan) kriteria desain yang bersifat umum atau non teknis, yang berpengaruh pada desain subreservoir air hujan pada RTH kota. Berdasarkan temuan di atas dapat dirumuskan sekitar 18 (delapan belas) ketentuan umum untuk desain subreservoir air hujan pada RTH sebagai berikut:
 - 1) Membangun subreservoir air hujan dalam kawasan RTH mempunyai izin membangun dari pihak terkait.
 - 2) Penggunaan lahan subreservoir air hujan disesuaikan karakteristik RTH yang ada.
 - 3) Jenis, fungsi dan luas RTH mengacu pada UU No. 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang dan Permen PU No: 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan serta Perda Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota.
 - 4) Sumber air baku adalah air hujan dari talang atap gedung/bangunan. Air hujan dari halaman diperbolehkan, bila dilakukan pengolahan dengan baik lebih dahulu.
 - 5) Data hujan menggunakan data Stasiun Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG).
 - 6) Profil dan arah aliran air subreservoir disesuaikan ditetapkan berdasar pada peta topografi RTH tersebut.

- 7) Koefisien aliran menggunakan koefisien untuk permukaan atap (atap/halaman).
 - 8) Luas tadah adalah luas atap/halaman total.
 - 9) Muka air tanah dangkal atau air tanah dalam diukur dari peta hidrogeologi. Muka air tanah dangkal dapat diukur dari muka air pada beberapa sumur gali sekitar lokasi RTH.
 - 10) Permeabilitas dan/atau daya dukung tanah diukur dari peta geologi atau uji lapangan.
 - 11) Konsumsi air minum mengacu pada standar kebutuhan air bersih setempat.
 - 12) Kualitas air hujan mengacu pada standar kebutuhan air baku dan ditetapkan berdasarkan analisis sampel air hujan.
 - 13) Jenis bahan subreservoir diutamakan untuk menggunakan bahan lokal.
 - 14) Biaya konstruksi dan OP dihitung dengan standar bahan dan upah kerja setempat.
 - 15) Pengelola subreservoir air hujan adalah pemerintah, swasta dan/atau masyarakat.
 - 16) Drainase kota dan sekitar RTH tidak bertentangan dengan UU No.7 tahun 2004 tentang SDA dan/atau peraturan turunannya, yang tertuang dalam master plan drainase kota (drainase ramah lingkungan).
 - 17) Sumber biaya konstruksi dan OP adalah pemerintah, swasta, masyarakat dengan prinsip *non full recovery (non profitable)*.
 - 18) Antisipasi dampak negatif pembangunan subreservoir pada RTH perlu dibuatkan studi AMDAL.
2. Ketentuan teknis.
- Berdasarkan informasi pada Tabel 4 diketahui terdapat sekitar 8 (delapan) parameter penentu, 25 (dua puluh lima) elemen penentu dan 28 (dua puluh delapan) kriteria desain yang bersifat teknis yang berpengaruh pada desain subreservoir air hujan pada RTH kota. Namun ketentuan teknis desain teknis subreservoir air hujan pada RTH sebagai berikut:
- 1) Saluran drainase gedung berfungsi sebagai tampungan dan tempat unit filtrasi air hujan.
 - 2) Koefisien limpasan (C) untuk atap atau jalan aspal/beton, $C = 0,75 - 0,95$.
 - 3) Analisis hidrologi berdasarkan: (1) data hujan runtut waktu 5 – 10 tahun, (2) durasi hujan pendek 2 - 5 menit; (3) periode ulang (T) 2, 5, 10 tahun; (4) analisis frekuensi dengan rumus Gumbel, Log Normal dan/atau Log Pearson III; (5) analisis intensitas hujan dengan rumus Ishiguro, Sherman dan/atau Talbot atau (6) rumus lain, yang sesuai data hujan yang tersedia.
 - 4) Luas bidang tadah (A) adalah luas atap dan luas halaman yang ditinjau.
 - 5) Analisis debit puncak (rencana) dengan rumus rasional.
 - 6) Volume tampungan (V) air adalah volume konsumsi air, yaitu selisih antara volume inlet dengan volume outlet.
 - 7) Waktu konsentrasi (t_c) disesuaikan dengan jarak tempuh air hujan pada site plan (lahan).
 - 8) Analisis hidrolika disesuaikan dengan jenis saluran dan asesories yang ada.
 - 9) Permeabilitas tanah (K) > 2,0 cm/jam (untuk tanah porous).
 - 10) Muka air tanah dangkal (M) > 2 m; dan dapat diukur dari muka air pada sumur dangkal (penduduk) di sekitar lokasi.
 - 11) Desain sumur resapan dangkal mengikuti ketentuan dalam SNI 03–2453–2002, tentang tata cara perencanaan sumur resapan air hujan (SRAH) lahan pekarangan.
 - 12) Desain sumur resapan dalam mengikuti ketentuan pedoman teknis untuk desain sumur bor dalam.
 - 13) Bahan subreservoir adalah *fiber reinforced plastic* (FRP), dan/atau beton pracetak/cor insitu, K350. Diutamakan bahan lokal, produk dalam negeri.
 - 14) Konstruksi subreservoir, yaitu (1) kedalaman galian di atas subreservoir minimal 100 cm dari muka tanah; (2) lantai kerja pasir, tebal 10 – 15 cm; (3) pondasi beton 1 : 3, (4) sabuk pengikat subreservoir plat baja atau FRP yang dilekatkan pada pondasi atau lantai kerja; (5) urugan subreservoir terdiri atas: pasir pasang minimal setengah diameter bagian bawah dan tanah halus yang baik hingga ke permukaan tanah, dan (6) pada lapisan paling atas ditutup dengan plat beton K350, bila untuk parkir dan rumput/ tanaman perdu bila untuk taman (lansekap).
 - 15) Umur pakai minimal 15 tahun.
 - 16) Lahan bagian atas subreservoir pada RTH dapat difungsikan kembali untuk keperluan: taman, lapangan olahraga, lapangan parkir atau lainnya.
 - 17) Satuan operasi terdiri atas: (1) saluran drainase bangunan gedung, yang mempunyai ukuran lebih besar dan dalam, agar dapat berfungsi sebagai tampungan (baik saluran terbuka atau saluran tertutup); (2) saringan air hujan adalah batu marmer

ukuran seragam antara 2 – 3 cm, yang menyelimuti lubang pipa sadap (kemiringan antara pipa sadap dan inlet subreservoir sangat rendah); (3) *inlet* (ada pada bagian atas), (4) *outlet* (ada pada bagian bawah) dan (5) pipa *overflow* subreservoir (ukuran 10 cm); (6) *manhole* subreservoir ukuran 60 x 60 cm atau Ø 70 cm; (7) pompa eksplorasi jenis pompa *submersible*; (8) subreservoir dengan dengan volume : (5 – 65) m³, (9) alat ukur permukaan air dalam reservoir, (10) instalasi air minum (*portable water tipping*), (11) peralatan menikal dan elektrik.

3. Ketentuan operasi dan perawatan.

Berdasarkan data dan informasi pada Tabel 5 diketahui terdapat sekitar 12 (dua belas) parameter penentu, 12 (dua belas) elemen penentu dan 11 (sebelas) kriteria desain yang terkait dengan kegiatan operasi dan perawatan subreservoir hujan sebagai berikut:

1. Pembacaan duga muka air subreservoir.
2. Pelaksanaan uji sampel air hujan dan air minum.
3. Kebersihan penampang saluran.
4. Kebersihan media marmar dari lumpur dan sampah.
5. Kebersihan penampang inlet.
6. Peralatan menikal - elektrik (sesuai manual pompa dan catu daya).
7. Kemudahan *manhole* untuk dibuka tutup dan dimasuki oleh operator.
8. Pembersihan kotoran yang menyumbat *inlet*, *outlet* dan *overflow* subreservoir.
9. Pembersihan kotoran yang menyumbat Penyumbatan inlet dan kebersihan.
10. Kuantitas dan kualitas air efluen.

5. KESIMPULAN

Dalam melakukan desain subreservoir air hujan pada RTH harus memperhatikan sekitar 18 (delapan belas) ketentuan umum, 17 (tujuh belas) ketentuan teknis desain teknis dan sekitar 10 (sepuluh) ketentuan untuk operasi dan perawatan untuk pemanfaatannya. Kriteria umum menyangkut: karakteristik RTH dan izin pemanfaatannya, air hujan, karakteristik tanah dan air tanah, konsumsi air minum, bahan dan konstruksi, pengelolaan, kondisi sistem drainase yang berada di luar kawasan RTH.

Kriteria teknis menyangkut: dimensi saluran drainase gedung; koefisien limpasan (C) = 0,75 – 0,95; kriteria hidrologis terkait dengan: analisis frekuensi distribusi hujan dan intensitas

hujan, data hujan runtut waktu 5 – 10 tahun, durasi hujan pendek 2 - 5 menit, periode ulang (T) 2, 5, 10 tahun; luas bidang tadah (A) adalah luas atap dan luas halaman yang ditinjau; analisis debit puncak (rencana) dengan rumus rasional; analisis volume tampungan; waktu konsentrasi (t_c); analisis hidrolika saluran terbuka atau tertutup; peresapan air hujan sesuai ketentuan dalam SNI 03–2453–2002 dan pedoman teknis untuk desain sumur bor dalam; diutamakan bahan lokal; konstruksi sesuai daya dukung tanah setempat; umur pakai minimal 15 tahun dan tidak merubah fungsi lahan atas RTH sebelumnya.

Operasi dan perawatan disesuaikan dengan satuan operasi, peralatan yang digunakan dan manual operasi yang ada. Subreservoir hujan dapat dimanfaatkan untuk: mendukung drainase ramah lingkungan untuk *zero run off*; memanen air hujan (*rain water harvesting*); sumber air minum; air damkar, *recharge* air tanah (koservasi air tanah); reduksi genangan air (banjir); manajemen air hujan (*stormwater management*) dan aplikasi bangunan hijau (*green building*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Puslitbang Permukiman disampaikan ucapan terima kasih atas upaya menciptakan program dan/atau kegiatan litbang drainase berwawasan lingkungan, sehingga tahun 2011 terlaksana kegiatan kajian kriteria teknis desain subreservoir air hujan pada RTH perkotaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Kamiana, I Made. (2011). Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air. Cetakan Pertama. Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, 2011.
- Mangkoediharjo, Sarwoko. (2011). Drainase Berkelanjutan (*Sustainable Urban Drainage*)-Ver-2-adobe Reader.
- M Echols, John; Shadily, Hassan. (1990). Kamus Bahasa Inggris Indonesia. Penerbit PT. Gramedia Jakarta. Cetakan XIX Agustus 1990.
- Pamungkas, Putra. (2006). Pola Umum Cura Hujan di Indonesia. Artikel. <http://klsdtik.wordpress.com/2006/12/03/pola-umum-curah-hujan-di-indonesia>.

- Sarbidi. (2012). Kajian Subreservoir Air Hujan Pada Ruang Terbuka Hijau Dalam Mereduksi Genangan Air (Banjir). Jurnal Permukiman Vol. 7 No.3 November 2012. ISSN: 1907-4352.
- Sarbidi. dkk. (2011). Penyusunan Kriteria Teknis Desain Subreservoir Air Hujan Pada RTH Untuk Drainase Berwawasan Lingkungan. Laporan Akhir. Satker Puslitbang Permukiman, Bandung, Desember 2011.
-(2007). Undang-Undang No. 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang.
-(2008). Permen PU No.05/PRT/M/2008 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan Undang-Undang RI No. 6 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang.
-(2011). Kolam Retensi pada Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perumahan *Bogor Nirwana Residence*. Materi presentasi PT. Duta Sarana Perkasa, Distek Penyusunan Kriteria Teknis Desain Subrservoir Air Hujan pada RTH Perkotaan. Bandung, 28 September 2011.
-(2011). Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan. Buku Jilid IA. Dit. PLP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum, 2011.
- SNI 03-2453-2002. (2002), Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan. Badan Standar Nasional.
- SNI 02-2406-1991. (1991). Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan. Badan Standar Nasional, 1991.
- Subarkah, Imam. (1980). Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air, 1980.