

**KRITERIA DESAIN DRAINASE KAWASAN PERMUKIMAN
KOTA BERWAWASAN LINGKUNGAN
Design Criteria of the Urban Area Sustainable Drainage
For Human Settlements**

Sarbidi

Pusat Litbang Permukiman, Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum
Jl. Panyawungan, Cileunyi Wetan-Kabupaten Bandung 40393
E-mail : sarbidi.ah@gmail.com, tophisblind@yahoo.com
Diterima : 19 Februari 2014; Disetujui : 4 Maret 2014

Abstrak

Sistem drainase konvensional kawasan atau kota sudah tidak kondusif untuk menangani genangan air atau banjir saat ini. Konsep drainase berwawasan lingkungan harus segera diterapkan di lingkungan permukiman. Untuk itu harus didukung dengan kriteria desain yang cukup lengkap. Sasaran penelitian antara lain untuk mendapatkan kriteria umum dan teknis desain drainase kawasan atau drainase kota berwawasan lingkungan. Kegiatan dilaksanakan dengan metode deskriptif dan hasil deskripsi data sekunder dan data primer hasil survei disusun dalam tabel dan matrik data, yang sudah diisi dengan rumusan konsep kriteria, kemudian dibandingkan dengan standar terkait. Hasil kajian : (1) kriteria umum terdiri atas 2 (dua) parameter penentu, sebagai landasan kebijakan dan pembuatan master plan drainase berwawasan lingkungan, 10 (sepuluh) elemen penentu dan 29 (dua puluh sembilan) kriteria penentu, (2) kriteria teknis terdiri atas sekitar 3 (tiga) parameter penentu, 20 (dua puluh) elemen penentu dan 56 (lima puluh enam) kriteria penentu, (3) penerapan drainase kawasan atau kota berwawasan lingkungan perlu didukung dengan subsistem tampungan, resapan, manfaat dan alirkan (TRMA) sisa limpasan keluar.

Kata Kunci : Kriteria, desain, drainase, berwawasan lingkungan, air hujan

Abstract

Conventional system of regional or urban drainage is no more conducive in handling flood. The concept of eco-drainage has to be applied soon at settlements. It should be supported by sufficient technical guidance and design criteria. The aim of this research is to get a general criteria and technique design of the regional or urban eco-drainage. This research is conducted by using the descriptive method. The secondary and primary data is processed and presented in table and matrix with formulation set of criteria. Research result are (1) General criteria consist of 2 (two) determinant parameters, as a policy platform and master plan composing of the sustainable regional and urban drainage, 10 (ten) determinant elements, and 29 (twenty nine) determinant criteria. (2) Technical criteria consist of 3 (three) determinant parameters, 20 (twenty) determinant elements, and 56 (fifty six) determinant criteria. (3) The implementation of the regional or urban eco-drainage which needs to be supported by rain water reservoir, infiltration, utilization and the rest of run off needs to be flowed.

Keywords : Criteria, design, drainage, sustainable, rain water

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Drainase ramai dibicarakan penduduk kota ketika musim hujan, pada saat aktifitas hidup terusik oleh genangan air hujan atau banjir. Sebaliknya, drainase mungkin dianggap tidak terlalu penting dibanding penyediaan air minum, pengolahan air limbah dan pengelolaan sampah. Oleh karena itu, sebagian besar masyarakat, bahkan memanfaatkan saluran drainase untuk membuang air limbah dan sampah, tanpa rasa malu dan sesal sedikit pun.

Pengembangan perkotaan pasti diikuti oleh terjadinya alih fungsi lahan secara besar-besaran, kawasan konservasi dijadikan kawasan produksi,

permukaan tanah yang hijau vegetatif berubah menjadi kawasan kedap air, sehingga tidak mampu merembeskan air hujan ke dalam tanah secara alamiah dan dihasilkan koefisien limpasan yang terus membesar dari waktu ke waktu, yang secara langsung berpengaruh pada sistem drainase kawasan permukiman dan/atau drainase perkotaan.

Sistem drainase kawasan atau kota dikembangkan untuk pengendalian air genangan (banjir) di permukiman. Cakupan layanan sistem drainase dibagi 3 bagian pokok yaitu : (1) Sistem drainase lokal adalah sistem drainase yang melayani suatu area ≤ 10 hektar. (2) Sistem drainase utama terdiri

atas saluran primer, sekunder, tersier dan bangunan kelengkapannya. (3) Sistem pengendalian banjir (*flood control*) disebabkan oleh sungai yang melintasi wilayah kota, agar tidak mengganggu kehidupan masyarakat dan lingkungan permukiman (Rencana Program Investasi Jangka Menengah (RPIJM) Direktorat Jenderal Cipta Karya (DJCK), Departemen Pekerjaan Umum, 2007). Jadi fungsi utama drainase adalah untuk mengalirkan air hujan yang jatuh pada permukaan tanah dan atap bangunan langsung ke sungai dan dialirkan ke hilir secepatnya, sehingga daerah hilir semakin sering terkena bencana banjir. Pola ini dikenal dengan istilah drainase konvensional (Ditjen Penyehatan Lingkungan Permukiman, Kementerian Pekerjaan Umum, 2011).

Drainase konvensional masih diterapkan hampir di seluruh kota-kota di Indonesia. Kenyataannya tingkat layanan drainase kota yang diperoleh saat ini masih rendah, sebagaimana dibuktikan dengan adanya kondisi saat ini, yakni : (1) rumah tangga yang mempunyai akses ke saluran drainase hanya 52,83%. (2) sistem drainase dalam keadaan tergenang atau alirannya lambat dengan kapasitas aliran yang kurang memadai sekitar 14,49%, (3) kawasan yang tidak mempunyai saluran drainase sekitar 32,68%. Disamping itu, masih terdapat sekitar 22.500 hektar wilayah genangan/banjir pada sekitar 100 kawasan strategis di dalam 50 wilayah kota/kabupaten yang memerlukan sistem pematusan air hujan segera dan berfungsi dengan baik (Bappenas, 2010).

Untuk meningkatkan kinerja sistem drainase kawasan atau drainase kota perlu ada perubahan konsep desain drainase menjadi sistem drainase berwawasan lingkungan. Sistem drainase harus dibangun dan dilengkapi dengan subsistem tampungan, resapan, manfaat dan alirkan (TRMA) kelebihan limpasan sekecil-kecilnya, sehingga air hujan berguna untuk memenuhi konsumsi air minum, konservasi air tanah dan mereduksi puncak banjir. Air hujan (*run off*) harus dipandang sebagai aset berharga yang ada kawasan perkotaan (Sarbidi, 2012).

Berdasarkan laporan survei sistem drainase Kota Balikpapan (Sarbidi dan Edinur, 2012) diketahui bahwa drainase berwawasan lingkungan terdiri atas drainase lokal dan drainase utama, yaitu :

- Sistem penampungan dengan : kolam retensi, kolam detensi (*bouzem*), bendung pengendali banjir (Bendali) serta *polder* untuk pengendalian banjir.
- Sistem peresapan digunakan : sumur resapan air hujan dan lainnya.
- Sistem pemanfaatan air hujan dengan penampungan air hujan.

- Sistem pengaliran dengan saluran tersier, sekunder dan primer.

Rumusan Masalah

Norma standar pedoman dan kriteria (NSPK) terkait drainase berwawasan lingkungan masih belum memadai, yang ada antara lain : (1) Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan (SNI 02-2406-1991), tetapi belum dilengkapi dengan ketentuan teknis perencanaan drainase berwawasan lingkungan secara rinci. (2) Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan (SNI 03-2453-2002), tetapi hanya mengatur teknis peresapan air hujan ke dalam tanah belum mencakup tampungan. (3) Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan (SNI 03-1733-2004), hanya petunjuk umum. (4) Panduan Pengelolaan Terpadu Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan, (Dit. PLP Kem. PU, 2011), berupa acuan umum untuk menciptakan kesamaan pemahaman dan persepsi drainase berwawasan lingkungan, bagi pihak terkait di tingkat pusat dan daerah.

Dengan demikian NSPK yang sudah ada, belum sepenuhnya dilengkapi dengan metode TRMA secara terpadu dan rinci. Oleh karena itu diperlukan standar yang lebih komprehensif dan integratif. Inilah antara lain, latar belakang dilakukan upaya penyusunan kriteria desain drainase kawasan permukiman kota berwawasan lingkungan. Bahan-bahan utama penyusunan diambil dari Kegiatan Pengembangan Sistem Drainase Permukiman Perkotaan Ramah Lingkungan. Sub Kegiatan Kriteria Desain Drainase Ramah Lingkungan Kawasan Permukiman Kota (Sarbidi, dkk, 2012 dan 2013).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan kriteria desain drainase kawasan dan/atau drainase kota berwawasan lingkungan, dengan dukungan sistem tampung, resapan, manfaat dan alirkan (TRMA) kelebihan air limpasan ke badan air penerima.

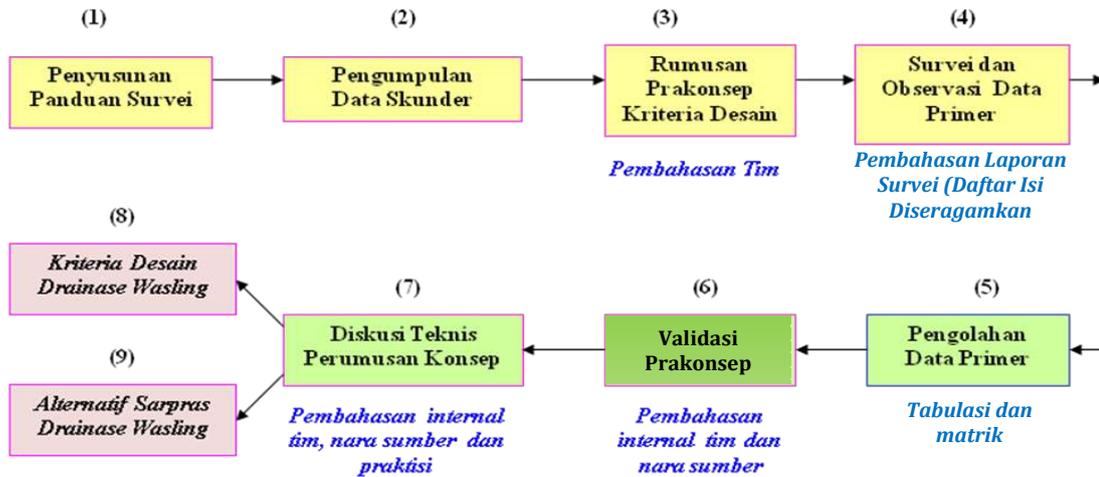
METODOLOGI

Penyusunan kriteria desain drainase berwawasan lingkungan secara singkat ditampilkan pada Gambar 1 dan dijelaskan sebagai berikut :

1. Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan cara mengkaji Standar Nasional Indonesia (SNI), pedoman teknis dan kriteria desain yang berlaku dan pustaka lain yang terkait.
2. Data sekunder ditabulasi dan dimasukkan ke dalam suatu matrik dan dihasilkan rumusan prakonsep kriteria desain drainase kawasan atau kota berwawasan lingkungan. Prakonsep mencakup kelompok ketentuan umum (non

teknis) dan ketentuan teknis. Prakonsept disusun berdasarkan ketentuan dalam desain drainase

kota dan/atau drainase ramah lingkungan yang telah ada.



Gambar 1 Metode Pelaksanaan Kegiatan

3. Pengumpulan data primer ditempuh dengan metode survei instansional dan observasi pada kawasan permukiman atau perumahan yang telah menerapkan sistem drainase berwawasan lingkungan. Lokasi survei mencakup kategori dataran tinggi/perbukitan, dataran rendah/ sedang dan kategori pantai dan/atau pasang surut. Lokasi observasi dipilih karena ada aplikasi drainase berwawasan lingkungan yang baik dan disarankan oleh pengelola drainase yang ada.

Lokasi survei data primer adalah sebagai berikut :

- (1) Jakarta (wilayah umumnya dataran rendah, pantai dan dipengaruhi pasang rob). Obyek survei adalah sistem drainase perumahan Pantai Indah Kapuk, *Green Lake City*, Perumahan Pekerjaan Umum Pejompongan dan Bandara Soekarno-Hatta (3 lokasi)
- (2) Bogor (wilayah umumnya dataran tinggi, perbukitan). Obyek survei adalah sistem drainase perumahan *Bogor Nirwana Residence*, Kawasan Kali Kayang dan pabrik beton pracetak peralatan drainase (3 lokasi).
- (3) Bekasi (wilayah umumnya dataran rendah). Obyek survei sistem drainase di Summarecon dan Kota Baru Harapan Indah (2 lokasi).
- (4) Tangerang (wilayah umumnya dataran rendah). Obyek survei adalah drainase Bandara Soetta, Perumahan Bumi Serpong Damai dan pabrik *ground water tank* bahan *fiberglass reinforced plastic* (3 lokasi).
- (5) Bandung (wilayah umumnya dataran tinggi, pegunungan). Obyek survei sistem drainase Perumahan Kota Baru Parahyangan dan prototipe drainase ramah lingkungan kantor Pusat Litbang Permukiman (2 lokasi).
- (6) Yogyakarta (wilayah umumnya dataran). Obyek survei adalah sistem drainase kawasan permukiman dan drainase kota.

(7) Malang (wilayah umumnya dataran tinggi). Obyek survei sistem drainase kawasan yang dibangun pada zaman Belanda.

(8) Surabaya (wilayah umumnya dataran rendah, pantai). Obyek survei drainase kawasan permukiman dan drainase kota.

(9) Balikpapan (wilayah umumnya bukit, pantai dan dipengaruhi pasang surut). Obyek survei adalah sistem drainase kawasan permukiman yang dibangun pada zaman Belanda dan drainase kawasan permukiman kota yang baru.

(10) Palembang (wilayah umumnya dataran rendah dan dipengaruhi pasang surut). Obyek survei sistem drainase kawasan pada zaman Belanda dan drainase kawasan permukiman kota yang baru.

4. Panduan utama survei dan observasi adalah kuesioner. Survei dilaksanakan di beberapa instansi dan lembaga terkait, antara lain badan perencana kota, perencana atau pengelola sumber daya air pusat dan daerah, pengembang perumahan skala besar.

5. Data primer diolah (tabulasi dan matrik) hingga didapatkan prakonsept kriteria desain drainase kawasan/kota berwawasan lingkungan.

6. Perumusan hasil dilaksanakan dengan cara membahas kriteria umum dan teknis yang diperoleh di lapangan dan membandingkannya dengan standar perencanaan dan konstruksi drainase kawasan atau drainase kota yang ada.

7. Pembahasan rumusan hasil yang telah diperoleh diatas bersama nara sumber, praktisi, produsen peralatan drainase dan lain-lain, sehingga diperoleh ketentuan atau kriteria desain sistem drainase kawasan atau kota berwawasan lingkungan.

Tabel 1 Matrik Kriteria Umum untuk Desain Sistem Drainase Kawasan atau Kota Berwawasan Lingkungan di Beberapa Kota

No.	Keten-tuan	Parameter Penentu	Elemen Penentu	Kriteria Penentu Desain Drainase Kawasan atau Kota Berwawasan Lingkungan	Hasil Kajian di Beberapa Lokasi											
					Jakarta ***)	Bogor ***)	Bekasi ***)	Tange-rang**)	Ban-dung*)	Yogya-karta	Ma-lang	Sura-baya	Balik-papan	Palem-bang		
I	Umum	1. Kebijakan penerapan drainase	1. UU No. 7 Tahun 2004 tentang Pengelolaan Sumber daya air	(1) Pemisahan antara jaringan drainase dan jaringan pengumpul air limbah pada kawasan perkotaan (PP No. 42 Tahun 2008).	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
				(2) Sungai juga berfungsi sebagai saluran pengaliran drainase (PP No. 38 Tahun 2007).	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada		
			2. UU No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang.	(1) RTRW mencantumkan langsung kebijakan tentang drainase kota berwawasan lingkungan	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
				(2) Persetujuan <i>site plan</i> pengembangan kawasan \geq 10 hektar harus dibangun kolam retensi, subreservoir air hujan dan sumur resapan sesuai kapasitas <i>run off</i> yang ada.	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
				(3) Persetujuan IMB dikaitkan dengan keharusan masyarakat membuat kolam retensi, subreservoir air hujan dan/atau sumur resapan sesuai ketentuan yang ada setempat.	ada	ada	-	-	ada	ada	-	-	ada	ada		
				(4) Ketentuan tentang KDB, KLB, GSB.	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
				(5) Ketentuan tentang RTH sesuai Permen PU No. 05/PRP/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan RTH di perkotaan.	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
				(6) Ketentuan non teknis yang lain sesuai aturan yang berlaku setempat.	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
			3. UU No. 23 Tahun 2010 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup	(1) Studi AMDAL drainase disetujui oleh instansi berwenang pada pemerintah kota.	ada	ada	-	-	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
				(2) Upaya kelola lingkungan (UKL) dan upaya pemanfaatn lingkungan (UPL).	ada	ada	ada	ada	-	-	-	-	ada	ada	ada	
				(3) Analisis dampak genangan (banjir)	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
			4. Prinsip dasar penerapan drainase berwawasan lingkungan	(1) Tampung, resap, manfaat dan alirkan (TRMA) kelebihan <i>run off</i> hingga nol (<i>zero run off</i>).	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
				(2) Ketentuan tentang AMDAL, UKL dan UPL disetujui oleh pemkot/pemkab/pemprov.	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
			2. Rumusan <i>master plan</i> drainase kawasan/ kota berwawasan lingkungan	1. Wilayah layanan	(1) Peta tapak kawasan skala 1: 5000 dan peta jaringan drainase skala 1:5000.	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
					(2) Peta kejadian genangan/banjir	ada	-	-	-	-	-	-	ada	ada	ada	
				2. Genangan yang ditoleransi	(1) Indeks genangan atau banjir	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
					3. <i>Master plan drainase</i>	(1) Ketentuan berwawasan dirumuskan terinci	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada
				4. Keterangan tujuan dan sasaran drainase berwawasan lingkungan	(1) Pengendalian genangan (banjir)	(1) <i>Recharge</i> air tanah	-	ada	ada	ada	ada	ada	ada	-	-	-
						(2) Cadangan air baku dan pemanfaatan air hujan	-	-	-	-	ada	ada	-	-	-	
						(3) Pengendalian menuju <i>zero run off</i>	-	-	-	-	ada	-	-	-	-	
(4) Pengendalian menuju <i>zero run off</i>	-	-				-	-	ada	-	-	-	-				

Lanjutan Tabel 1

No.	Keten-tuan	Parameter Penentu	Elemen Penentu	Kriteria Penentu Desain Drainase Kawasan atau Kota Berwawasan Lingkungan	Hasil Kajian di Beberapa Lokasi										
					Jakarta (***)	Bogor (***)	Bekasi (***)	Tange-rang**)	Ban-dung*)	Yogya-karta	Ma-lang	Sura-baya	Balik-papan	Palem-bang	
			5. Drainase berwawasan lingkungan, prinsip tampung, resap, manfaat dan alirkan kelebihan <i>run off</i>	(1) Sarana resapan air hujan	-	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
				(2) Sarana tampungan	ada	ada	ada	ada	ada	-	ada	ada	ada	ada	ada
				(3) Pengaliran air hujan (saluran)	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada
				(4) Sarana pemanfaatan	-	ada	-	ada	ada	-	-	-	-	-	-
			6. Partisipasi masyarakat	(1) Tingkat pendidikan dan pendapatan	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
				(2) Tokoh masyarakat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				(3) Kebiasaan membuang limbah dan sampah	ada	ada	-	-	-	-	-	-	ada	ada	ada

Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2011 - 2013 (dimodifikasi)

Keterangan :

*) : Sistem drainase kawasan perumahan skala besar dan perkantoran

**) : Sistem drainase kawasan perumahan skala besar dan bandara

***) : Sistem drainase kawasan perumahan skala besar

Tabel 2 Matrik Kriteria Teknis untuk Desain Sistem Drainase Kawasan atau Kota Berwawasan Lingkungan di Beberapa Kota

No.	Keten-tuan	Parameter Penentu	Elemen Penentu	Kriteria Penentu Desain Drainase Kawasan atau Kota Berwawasan Lingkungan	Hasil Kajian di Beberapa Lokasi											
					Jakarta (***)	Bogor (***)	Bekasi (***)	Tange-rang**)	Ban-dung*)	Yogya-karta	Malang	Sura-baya	Balik-papan	Palem-bang		
II	Teknis	1. Prioritas wilayah pelayanan	1. Kawasan genangan air atau banjir yang paling mengganggu aktifitas utama kota	(1) Luas wilayah genangan air/banjir	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada		
				(2) Kedalaman banjir rata-rata dan maksimum	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
				(3) Lama kejadian banjir rata-rata dan maksimum	ada	ada	-	-	ada	ada	-	-	ada	ada	ada	
				(4) Ketentuan tentang KDB, KLB, GSB.	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
				(5) Frekuensi kejadian banjir	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
			2. Rencana tapak kawasan	(1) Peta rencana tapak skala 1 : 5000	ada	ada	-	-	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada
				(2) Peta topografi dan elevasi, termasuk elevasi muka air laut, sungai terhadap daratan 1 : 5000	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada
				(3) Peta sungai eksisting 1 : 5000	ada	-	-	-	-	-	-	-	ada	ada	ada	ada
				(5) Peta jaringan drainase dan jalan 1 : 5000	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada
				(6) Peta kepadatan bangunan	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada
		2. Skala pelayanan individual	1. Layanan skala individual	(6) Peta geohidrologi dan data pengukuran muka air tanah dangkal	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
				(7) Data curah hujan stasiun BMKG	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
				(8) Data permeabilitas tanah	-	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
				(1) Luas atap rumah dan/atau bangunan	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
				(2) Data hujan maksimum dan rata-rata dari BMKG	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
				(3) Data muka air tanah dangkal sekitar/kawasan	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada			
				(4) Data permeabilitas tanah	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada			
				(5) Jumlah rumah dan bangunan	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada			

Lanjutan Tabel 2

No.	Keten-tuan	Parameter Penentu	Elemen Penentu	Kriteria Penentu Desain Drainase Kawasan atau Kota Berwawasan Lingkungan	Hasil Kajian di Beberapa Lokasi											
					Jakarta (***)	Bogor (***)	Bekasi (***)	Tange-rang**)	Ban-dung*)	Yogya-karta	Malang	Sura-baya	Balik-papan	Palem-bang		
III	Operasi dan Pemeliharaan (OP)	1. Lembaga 2. SDM 3. Peralatan 4. Petunjuk	9. Geologi	(1) Permeabilitas tanah	ada	ada	-	ada	ada	ada	-	-	-	-		
				(2) Daya dukung tanah (uji tanah)	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
				(3) Peta geologi setempat	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	
				10. Topografi dan elevasi	(1) Peta topografi dan elevasi muka air/kawasan	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada
				11. Badan air penerima	(1) Sungai, laut, waduk, kolam, saluran.	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada
					(2) Pasangan dan beton	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada
				12. Bahan dan konstruksi	(3) Bahan <i>fiber reinforced polymer</i> (FRP)	-	-	-	-	ada	-	-	-	-	-	-
					(4) Bahan lokal/produk Indonesia.	-	-	-	-	ada	-	-	-	-	-	-
					1. Propinsi dan kota	(1) Dinas PU, kecamatan, swasta, masyarakat	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada
					2. Kualifikasi	(2) Pendidikan formal STM/SMK, pengalaman kerja minimal 2 tahun	ada	ada	-	-	-	-	-	ada	ada	ada
					3. Peralatan OP minimum	(3) <i>Workshop, backhoe, dump truck</i> , pompa, dsb	ada	ada	-	-	-	-	-	ada	ada	ada
			IV	Pembiayaan	1. Biaya	4. Prosedur OP	(4) Mengikuti standar operasional prosedur	ada	ada	-	-	-	-	-	ada	ada
1. Bahan dan konstruksi	(1) APBN, APBD, swasta (CSR), dsb	ada				ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada		
2. Biaya operasi pemeliharaan	(2) APBD, masyarakat, CSR	ada				ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada	ada		

Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2011 - 2013 (dimodifikasi)

Keterangan :

*) : Sistem drainase kawasan perumahan skala besar dan perkantoran
 **) : Sistem drainase kawasan perumahan skala besar dan bandara
 ***) : Sistem drainase kawasan perumahan skala besar
 IMB : Izin Mendirikan Bangunan
 KDB : Koefisien Dasar Bangunan
 KLB : Koefisien Dasar Bangunan
 GSB : Garis Sempadan Bangunan
 DED : *Detail Engineering Design*
 RKS : Rencana Kerja dan Syarat-syarat
 HPS : Harga Perkiraan Sendiri (*owner estimate*)
 BOQ : *Bill of Quantity*
 BMKG : Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika

APBN : Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara
 APBD : Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah
 RTRW : Rencana Tata Ruang Wilayah
 AMDAL : Analisis Mengenai Dampak Lingkungan
 RTH : Ruang Terbuka Hijau
 UPL : Upaya Pengelolaan Lingkungan
 CSR : *Corporate Social Responsibility*
 SMK : Sekolah Menengah Kejuruan
 STM : Sekolah Teknik Menengah
 SOP : *Standard Operational Procedure*
 FRP : *Fiber Reinforced Polymer*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kriteria Desain Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan di Beberapa Kota

Berdasarkan analisis data dan informasi hasil survei pada seluruh lokasi kajian dan juga data pustaka diketahui kriteria umum untuk desain drainase berwawasan lingkungan ditampilkan pada matrik Tabel 1 dan kriteria teknis ditampilkan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 1 diketahui rumusan kriteria desain drainase berwawasan lingkungan dipengaruhi oleh ketentuan umum dengan 2 (dua) parameter penentu umum, yaitu landasan kebijakan dan *master plan* drainase berwawasan lingkungan, 10 (sepuluh) elemen penentu dan 29 (dua puluh sembilan) kriteria penentu. Sedangkan berdasarkan pada Tabel 2 diketahui ketentuan teknis terdiri atas sekitar 3 (tiga) parameter penentu umum, 20 (dua puluh) elemen penentu dan 56 (lima puluh enam) kriteria penentu. Selanjutnya sistem drainase dipengaruhi juga oleh ketentuan tentang operasi pemeliharaan dan pembiayaan.

Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan di Beberapa Kota

Drainase berwawasan lingkungan dilengkapi oleh tampungan, resapan, manfaat dan alirakan (TRMA) air hujan kelebihan. Secara umum drainase dipengaruhi oleh kondisi hidrologis, topografi, geologi, geohidrologi, tata guna lahan eksisting di kawasan setempat serta sistem drainase yang sudah ada. Dari kompilasi dan analisis data diperoleh debit rencana, analisis hidrolis, prasarana dan sarana drainase berwawasan lingkungan yang diperlukan untuk kawasan tersebut.

Berdasarkan kompilasi data survei diperoleh parameter desain sistem drainase berwawasan lingkungan eksisting perkotaan dan kawasan perumahan skala besar yang telah diterapkan di beberapa lokasi ditampilkan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa : (1) Desain drainase berwawasan lingkungan disesuaikan dengan karakteristik topografi, daya rembes tanah dan fungsi drainase sendiri. (2) Pada tanah didominasi jenis tanah pasir (daya rembes tanah besar) digunakan hanya sumur resapan, biopori, taman, tanaman, ruang hijau dan sebagainya serta sistem saluran terbuka untuk pengaliran air hujan. (3) Bagi daerah dengan dominan lempungan pasir berada di dataran sedang digunakan kolam

retensi, kolam detensi, sistem resapan dan sistem saluran terbuka. (4) Untuk daerah dengan dominan lempung pasir dan berada di dataran rendah, pasang surut serta kawasan banjir digunakan *polder*, bendali, kolam detensi (*bouzem*) atau telaga dilengkapi dengan pintu air, *spillway* dan pompa drainase pengendali permukaan air serta sistem saluran terbuka. Dengan demikian penerapan harus memperhatikan selain curah hujan, juga daya rembes tanah, topografi dan fungsi drainase dalam pengelolaan lingkungan, seperti konservasi air tanah, persediaan air domestik, pengendali banjir, taman dan lain-lain.

Desain Teknis Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan di Beberapa Kota

Desain sistem drainase berwawasan lingkungan mengacu pada ketentuan desain drainase kota yang telah ada, tetapi dalam desain tersebut harus dicakup subsistem tampungan, resapan, manfaat dan aliran (TRMA) air hujan kelebihan secara lengkap dan satu kesatuan, sehingga kapasitas dan outputnya masing-masing dapat dikelola dengan baik kuantitas dan kualitasnya. Metode TRMA dapat mereduksi *run off* di dalam kawasan hingga mencapai 100% atau yang dikeluarkan dapat dicapai nol persen atau *zero run off* (Pusat Litbang Permukiman 2012 dan 2013). Praktek penerapan sistem drainase berwawasan lingkungan yang ditemukan di 10 kota Indonesia ditampilkan pada Tabel 4.

Berdasarkan informasi pada Tabel 4 diketahui bahwa desain drainase berwawasan lingkungan dipengaruhi oleh sistem tampungan, resapan, manfaat, aliran air hujan kelebihan. (1) Untuk desain tampungan diperlukan (a) data dan analisis hidrologi kawasan (intensitas hujan, koefisien *run off*, bidang tadah), (b) analisis debit rencana maksimum dan rata-rata harian, (c) analisis volume tampungan/kolam/telaga, pintu air, pompa, *spillway*, elakan, dan pasang surut sesuai dengan desain bendung atau kolam, pompa, ambang/terjunan dan pintu air. (2) Desain sumur resapan air diperlukan (a) analisis hidrologis (b) analisis muka air tanah dan (c) analisis permeabilitas tanah sesuai kriteria desain SNI 03-24-2002. (3) Desain pemanfaatan air hujan diperlukan analisis konsumsi air selama setahun. (4) Desain pengaliran kelebihan air hujan diperlukan (a) analisis hidrolika saluran terbuka atau tertutup, (b) peta topografi, (c) peta wilayah/tapak dan elevasi kawasan serta badan air penerima terdekat.

Tabel 3 Parameter Desain Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan Beberapa Kota

No.	Lokasi Survei	Topografi	Jenis Tanah	Drainase Ramah Lingkungan Eksisting
1. Jakarta	• Perumahan Komplek PU Pejompongan	Dataran rendah	Lempung Pasiran	<i>Polder</i> , Saluran terbuka pintu air, Pompa
	• Perumahan Pantai Indah Kapuk	Pantai, rawa, pasang laut	Lempung Pasiran	<i>Polder</i> , Saluran terbuka pintu air, Pompa
	• Perumahan <i>Green Lake City</i>	Pantai, rawa, pasang laut	Lempung Pasiran	<i>Polder</i> , Saluran terbuka pintu air, Pompa
2. Bogor	• Perumahan <i>Bogor Nirwana Residence</i> .	Dataran tinggi (Pegunungan)	Lempung Pasiran	Kolam Retensi, Sungai buatan/ Saluran terbuka SRAH, Biopori
	• Kawasan Kali Kayang	Dataran tinggi (Pegunungan)	Lempung Pasiran	Kolam Retensi, Saluran terbuka
	• Perumahan <i>Bukit Cimanggo City</i>	Dataran tinggi (Pegunungan)	Lempung Pasiran	Kolam Retensi, Saluran terbuka
3. Bekasi	• Perumahan Summarecon	Dataran rendah	Lempung Pasiran	Kolam Retensi, Saluran terbuka
	• Perumahan Kota Baru Harapan Indah	Dataran rendah	Lempung Pasiran	Kolam Retensi, Saluran terbuka
4. Tangerang	• Bandara Soekarno- Hatta.	Dataran rendah	Lempung Pasiran	<i>Polder</i> , Saluran terbuka pintu air, Pompa
	• Perumahan Bumi Serpong Damai	Dataran rendah	Lempung Pasiran	Kolam Retensi, Saluran terbuka
5. Bandung	• Drainase berwawasan lingkungan Kantor Pusat Litbang Permukiman	Dataran tinggi (Pegunungan)	Lempung Pasiran	Subreservoir, SRAH*), <i>Paving/ grass block</i> , Taman, Saluran terbuka, Tampungan taman, IPAM AH**).
	• Perumahan Kota baru Parahyangan	Dataran tinggi (Pegunungan)	Lempung Pasiran	Saluran tertutup SRAH, Biopori
6. Yogyakarta (Drainase kota)		Dataran	Dominan Pasir	SRAH, Biopori, Saluran terbuka
7. Malang (Model drainase zaman Belanda)		Dataran tinggi	Lempung Pasiran	Kolam Detensi (<i>bouzem</i>), Saluran terbuka.
8. Surbaya (Drainase kota)		Dataran rendah/ Pantai	Lempung Pasiran	Telaga/ Kolam Retensi, Saluran terbuka
9. Balikpapan (Drainase kota)		Bukit, pantai, pasang surut	Lempung Pasiran	Bendali, Kolam Detensi, Saluran terbuka
10. Palembang (Drainase kota zaman Belanda dan sekarang)		Dataran rendah, pasang surut	Lempung Pasiran	Kolam Retensi, Saluran terbuka

Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2011 - 2013 (dimodifikasi).

Keterangan :

*) : SRAH = Sumur Resapan Air Hujan;

***) : IPAM AH = Instalasi Pengolahan Air Minum, Air Hujan

Kriteria Umum (Non Teknis)

Berdasarkan hasil analisis dalam Tabel 1, Tabel 2, Tabel 4 dan Tabel 5 diperoleh rumusan kriteria desain drainase kawasan permukiman dan/atau drainase kota berwawasan lingkungan sebagai berikut :

Kebijakan Penerapan Drainase

Dasar hukum untuk melaksanakan penerapan kebijakan drainase berwawasan lingkungan didasarkan pada peraturan perundangan antara lain di bawah ini :

- 1) Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air mengharuskan hal-hal berikut :

Tabel 4 Ketentuan Desain Teknis Drainase Kota Berwawasan Lingkungan

No.	Lokasi Survei	Tampungan	Resapan Hujan	Manfaat Air Hujan	Alirkan Air Kelebihan
1.	Jakarta				
	• Komplek PU Pejompangan	$I_{maks}, C, A, Q_{maks}, Polder$	-	-	Saluran terbuka, pintu air, pompa
	• Pantai Indah Kapuk	$I_{maks}, C, A, Q_{maks}, Polder$	SNI 03-2453-2002	-	Saluran terbuka, pintu air, pompa
	• <i>Green Lake City</i>	$I_{maks}, C, A, Q_{maks}, Polder$	-	-	Saluran terbuka, pintu air, pompa
2.	Bogor				
	• Perumahan Bogor Nirwana Residence (BNR)	Imaks, C, A, Qmaks, dan Smaks Kolam Retensi	SNI 03-2453-2002 Biopori	Pompa air mancur, <i>Recharge</i> air tanah	Saluran terbuka
	• Kawasan Kali Kayang	Imaks, C, A, Qmaks, Kolam Detensi	SNI 03-2453-2002 Biopori	-	Saluran terbuka
	• Perumahan Bukit Cimanggo City	Imaks, C, A, Qmaks, dan Smax, Kolam Retensi	SNI 03-2453-2002 Biopori	<i>Recharge</i> air tanah	Saluran terbuka
3.	Bekasi				
	• Perumahan Summarecon	Imaks, C, A, Qmaks, dan Smax, Kolam Retensi	SNI 03-2453-2002 Biopori	<i>Recharge</i> air tanah, taman	Saluran terbuka
	• Perumahan Kota Baru Harapan Indah	-	SNI 03-2453-2002 Biopori	-	Saluran terbuka
4.	Tangerang				
	• Bandara Soekarno-Hatta.	Imaks, C, A, Qmaks, dan Smax, <i>Polder</i>	Taman rumput, saluran tanah asli.	<i>Recharge</i> air tanah, saluran dinding tanah	Saluran terbuka, pintu air, pompa
	• Bumi Serpong Damai (BSD)	Imaks, C, A, Qmaks, dan Smax, Kolam Retensi	SNI 03-2453-2002	Pompa air mancur, <i>Recharge</i> air tanah	Saluran terbuka
5.	Bandung				
	• Drainase RL Kantor Pusat Litbang Perumahan (<i>zero run off</i>)	Imaks, C, A, Qmaks, dan Smax, Subreservoir, tampungan taman	SNI 03-2453-2002	Air minum, <i>Recharge</i> air tanah, air damkar	Saluran terbuka dan saluran tertutup
	• Kota Baru Parahyangan	-	SNI 03-2453-2002 Biopori	<i>Recharge</i> air tanah, taman	Saluran tertutup
6.	Yogyakarta Drainase Kota	-	SNI 03-2453-2002 Biopori	<i>Recharge</i> air tanah, taman	Saluran terbuka
7.	Malang Drainase Kawasan (Zaman Belanda)	Imaks, C, A, Qmaks, dan Smax, Kolam Detensi (<i>Bouzem</i>)	-	-	Saluran terbuka
8.	Surabaya Drainase Kota dan/atau Kawasan Perumahan	Imaks, C, A, Qmaks, dan Smax, Telaga, Kolam Retensi	-	-	Saluran terbuka, pintu air, pompa
9.	Balikpapan Drainase Kota	Imaks, C, A, Qmaks, dan Smax, Bendali, <i>Bouzem</i>	SNI 03-2453-2002 Biopori	<i>Recharge</i> air tanah, taman	Sungai, Saluran terbuka, pintu air, pompa
10.	Palembang Drainase Kota dan/atau Kawasan Perumahan	Imaks, C, A, Qmaks, dan Smax, <i>Polder</i> , Kolam Retensi	SNI 03-2453-2002 Biopori	-	Saluran terbuka, pintu air, pompa

Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2011 - 2013 (dimodifikasi)

Keterangan:

- I = intensitas hujan;
 C = koefisien *runoff*;
 A = luas bidang tadah;
 Q = debit rencana;
 $S_{max} = V_i - V_o$;
 V_i = volume inlet (m^3);
 V_o = volume outlet (m^3).

- (1) Jaringan drainase dan jaringan pengumpul air limbah kawasan perkotaan diharuskan terpisah (Peraturan Pemerintah Nomor 42 Tahun 2008).
- (2) Sungai dapat difungsikan juga sebagai saluran pengaliran/drainase (Peraturan Pemerintah Nomor 38).

- (3) Pengembangan prasarana dan sarana sanitasi terpadu pengembangan SPAM (Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2005).
- 2) Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang mengatur pembuatan Perda RTRW Kota untuk itu maka Pemerintah Kota harus :

- (1) Menyusun Perda RTRWK yang memuat secara konkrit ketentuan tentang pembangunan drainase kawasan atau kota berwawasan lingkungan.
 - (2) Persetujuan Izin Mendirikan Bangunan (IMB) diterbitkan oleh Pemerintah Kota, apabila desain teknis kawasan atau bangunan dilengkapi dengan drainase berwawasan lingkungan, yang telah disetujui oleh instansi yang mempunyai kompetensi bidang drainase atau teknik pengelolaan sumber daya air.
 - (3) Pemkot harus menetapkan kebijakan *site plan* pengembangan disetujui apabila setiap lahan dengan luas ≥ 10 hektar harus dibangun minimal 1 (satu) kolam retensi, subreservoir air hujan dan sumur resapan di dalam kawasan tersebut.
 - (4) *Master plan* drainase kawasan atau kota wajib menetapkan drainase kawasan dan/atau kota berwawasan lingkungan secara terinci dan lengkap. *Master plan* harus memuat prinsip-prinsip subsistem tampungan, resapan, manfaat dan aliriran (TRMA) kelebihan air hujan sesedikit mungkin atau hingga nol persen (*zero run off*).
 - (5) *Master plan* drainase kawasan menetapkan ketentuan pemanfaat Ruang Terbuka Hijau (RTH) kota sebagai bagian wilayah layanan drainase kota, terutama untuk pembangunan kolam retensi, subreservoir air hujan, sumur resapan, sesuai ketentuan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/ 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan.
- 3) Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2010 PPLH, mengatur pembuatan AMDAL, UKL dan UPL termasuk pembangunan drainase berwawasan lingkungan menetapkan ketentuan tentang Koefisien Dasar Bangunan (KDB), Koefisien Luas Bangunan (KLB) dan Garis Sempadan Bangunan (GSB). Sehingga dapat dimanfaatkan untuk keperluan penerapan drainase kawasan atau drainase kota berwawasan lingkungan.

Rumusan *Master Plan* Drainase

Master plan drainase berwawasan lingkungan harus memuat ketentuan sebagai berikut :

- 1) Rumusan sistem kota atau kawasan drainase berwawasan lingkungan permukiman disusun secara terinci dan lengkap
- 2) Penerapan drainase berwawasan lingkungan didasarkan pada prinsip-prinsip : tampungan, resapan, manfaat dan aliriran (TRMA) kelebihan air hujan ke luar kawasan hingga nol persen

(*zero run off*), skala layanan drainase, pengendalian genangan/banjir dan pengelolaan.

- 3) Pekerjaan fisik drainase rinci ditetapkan dalam *Detail Engineering Design* (DED).
- 4) Pembiayaan dan partisipasi masyarakat

Kriteria Teknis

Dalam merencanakan dan membangun drainase berwawasan lingkungan perlu merujuk pada beberapa hal teknis antara lain di bawah ini :

- 1) Prioritas wilayah layanan
Untuk menentukan prioritas wilayah layanan perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :
 - (1) Tingkat gangguan kawasan genangan air/banjir terhadap aktifitas utama permukiman atau kota, untuk itu diperlukan data luas, lama, dalam dan frekuensi kejadian genangan/banjir.
 - (2) Rencana tapak kawasan/permukiman dengan dilengkapi dengan peta rencana, peta geografi, tata guna lahan, peta geohidrologi, peta geologi, peta jaringan sarana dan prasarana, data curah hujan, sistem sungai yang ada dan lain-lain.
- 2) Skala pelayanan drainase
Skala pelayanan drainase berwawasan lingkungan dipengaruhi oleh antara lain elevasi muka tanah terhadap muka air badan penerima, permeabilitas tanah dan muka air tanah, tujuan atau sasaran penerapan drainase, partisipasi masyarakat dan *detail engineering design* (DED).

Skala pelayanan drainase berwawasan lingkungan terdiri atas :

- (1) Layanan skala individual (rumah tangga atau lahan pekarangan), berfungsi untuk resapan, tampungan, manfaat air hujan. Layanan skala individual memenuhi ketentuan :
 - a. Curah hujan harian rata-rata
 - b. Bidang tadah adalah luas atap bangunan
 - c. Untuk atap, koefisien pengaliran (C) diambil diantara (0,75 - 0,95)
 - d. Sarana yang diterapkan antara lain :
 - a) Sumur resapan air hujan (SRAH) dibuat sesuai dengan ketentuan dalam SNI 03-2453-2002.
 - b) Penampung air hujan (PAH) dibuat sesuai ketentuan teknis.
 - c) Subreservoir air hujan dibuat sesuai modul SR5 - SR10.
 - d) *Swale*, *bioretention*, *bioditch*, biopori dan lain-lain dibuat sesuai dengan ketentuan teknis berlaku.
- (2) Layanan skala kawasan (perumahan, industri, perkantoran, RTH dan sebagainya), guna menerapkan subsistem TRMA dan sistem saluran atau sungai serta sistem pengendali banjir (*polder*).

Layanan skala kawasan memenuhi ketentuan :

- a. Luas wilayah layanan < 10 hektar dilengkapi dengan subreservoir air hujan, kolam retensi dan sumur resapan.
 - b. Bila luas wilayah layanan \geq 10 hektar diperlukan sarana penampung air hujan, seperti kolam retensi, kolam detensi, sub-reservoir air hujan dan sumur resapan. Khusus daerah pantai dan pasang surut dilengkapi dengan *polder*.
 - c. Subreservoir, kolam retensi, kolam detensi dan sumur resapan dapat ditempatkan dalam kawasan RTH.
 - d. Topografi (peta topografi), morfologi dan elevasi kawasan
 - e. Kemiringan dan profil hidrolis sistem saluran dan tampungan
 - a) Bidang tadah (*catchment area*) berdasarkan peta layanan (peta wilayah kota dan peta tata guna lahan)
 - b) Geohidrologi (peta geohidrologi Direktorat Geologi Tata Lingkungan) atau pengukuran muka air tanah pada sumur-sumur terdekat.
 - c) Permeabilitas tanah \geq 2 m/jam, sesuai ketentuan SNI 03-2453-2002.
- (3) Kombinasi layanan individual dan kawasan. Layanan drainase kombinasi skala individual dan skala kawasan terpadu harus memenuhi ketentuan :
- a. Layanan individual dan komunal saling terintegrasi dengan jaringan saluran.
 - b. Lokasi layanan digambarkan dalam peta jaringan drainase skala 1 : 5000.

Desain Teknis dan Kapasitas Sistem Drainase

Desain teknis drainase berwawasan lingkungan harus didukung oleh *master plan* termasuk subsistem TRMA yang diperlukan secara lengkap. Desain teknis harus dilengkapi juga dengan analisis hidrologi, koefisien limpasan komposit, debit rencana, analisis hidrolis dan pemodelan neraca air serta bahan dan konstruksi yang dibutuhkan oleh skala layanan sasaran. Bahan dan konstruksi yang digunakan dalam penerapan drainase berwawasan lingkungan memenuhi SNI atau standar yang berlaku dan mengutamakan penggunaan produk lokal. Desain memerlukan data hujan, koefisien limpasan aktual, luas bidang tadah, waktu konsentrasi, geohidrologi, topografi, elevasi kawasan dan elevasi muka air penerima, data sistem drainase pada wilayah layanan yang sudah ada dan data harga satuan bahan dan upah setempat. Produk akhir desain teknis adalah *master plan* dan *Detail Engineering Design (DED)*

yang terdiri atas : RKS, spesifikasi, HPS, BOQ dan gambar denah, potongan, tampak, detil, dst.

Desain teknis drainase disesuaikan dengan kondisi setempat atau lokal, yaitu :

- 1) Apabila ditemukan permeabilitas tanah (K) yang baik, atau $K \geq 2$ m/jam dan muka air tanah ≥ 2 m, seperti di Yogyakarta maka yang pertama-tama diterapkan dalam sistem drainase berwawasan lingkungan adalah sistem peresapan air hujan (sumur resapan air hujan). Penentuan sumur resapan air hujan disesuaikan SNI 03-2453-2002 (BSN, 2002) dan resapan untuk air tanah dalam dirujuk pada tata cara pengeboran air tanah. Sistem resapan yang lain adalah parit resapan, *swale*, *bioretension*, *bioditch* dan biopori. Dapat juga dipasang perkerasan muka tanah digunakan *paving block* atau *grass block* (Pusat Litbang Permukiman, 1991), taman dan kota hutan kota (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008), serta dikombinasi dengan subreservoir air hujan SR12,5 – SR65 (Sarbidi, Pusat Litbang Permukiman 2011) dan kolam retensi.
- 2) Apabila kondisi lokal merupakan kawasan banjir dan pasang surut diterapkan *polder* komplit dengan pintu air, *spill way* dan pompa drainase, kolam detensi serta dikombinasi dengan subreservoir air hujan, kolam retensi, serta hutan dan taman air kota. Sistem tampungan (*polder*, kolam detensi dan kolam detensi) diperhitungkan terhadap muka air maksimum dan evapotranspirasi terutama untuk tampungan besar dan terpapar matahari.
- 3) Apabila kondisi lokal kekurangan sumber air bersih diterapkan subreservoir air hujan, sumur-sumur tampungan air hujan, kolam detensi, penampung air hujan (PAH), dan instalasi pengolahan air hujan untuk minum.
- 4) Pengaliran air hujan keluar wilayah layanan dapat digunakan saluran tertutup atau saluran terbuka. Kemiringan saluran, bahan dan konstruksi sistem saluran memenuhi ketentuan standar teknis yang berlaku.

Parameter berikut dipertimbangkan untuk desain teknis drainase, yaitu :

Intensitas Hujan Rencana (I)

Intensitas hujan rencana (I) didasarkan pada :

- 1) Data hujan runtut waktu minimal 5 tahun, berupa data rata-rata harian, menitan atau jam-an.
- 2) Durasi hujan adalah 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50 menit dan seterusnya;
- 3) Periode ulang hujan (PUH) adalah 2, 5,10, 25, 50, 100 tahun, disesuaikan dengan kebutuhan. Biasanya desain saluran sekunder digunakan

PUH 5 tahun, saluran primer digunakan PUH 10 tahun, daerah layanan ≤ 50 hektar digunakan PUH (2 – 10) tahun dan daerah layanan > 50 hektar digunakan PUH (10 – 25) tahun.

- 4) Analisis frekuensi dengan rumus Gumbel, Log Normal dan/atau Log Pearson III (Kamiana, 2011; Subarkah, 1980).
- 5) Analisis intensitas hujan (I) dengan rumus Ishiguro, Sherman dan/atau Talbot (Suyono dan Takeda, 1993). Dalam rumus tersebut, intensitas hujan (I) rencana ditetapkan berdasarkan nilai dengan deviasi terkecil. Intensitas hujan dapat juga dengan rumus Mononobe atau Van Breen atau rumus lain, disesuaikan data hujan yang tersedia.

Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran (C) merupakan perbandingan antara jumlah air yang mengalir di suatu daerah akibat turunnya hujan dengan jumlah hujan yang turun di daerah tersebut (Subarkah, 1980).

Koefisien pengaliran merupakan cerminan dari karakteristik daerah pengaliran dan dinyatakan dengan nilai C antara (0 – 1). Koefisien pengaliran bergantung pada banyak faktor, yaitu faktor meteorologis, faktor daerah aliran dan faktor alih fungsi lahan akibat campur tangan manusia dalam memanfaatkan ruang permukiman dan/atau ketika merencanakan tata guna lahan. Nilai C yang semakin besar, mendekati nilai 1 menunjukkan bahwa kemampuan permukaan tanah untuk meresapkan air hujan semakin rendah dan menyebabkan jumlah air limpasan di bidang tadah semakin besar. Koefisien pengaliran (C) dihitung dengan memperhatikan guna lahan bidang tadah (*catchment area*). Biasanya diukur dari peta tata guna lahan, skala 1 : 10000 atau skala 1 : 5000.

Jika kondisi muka tanah tidak ditentukan secara khusus di lapangan maka besarnya koefisien pengaliran (C) dapat ditentukan dari data empiris pada Tabel 5.

Debit Rencana (Q)

Debit rencana atau maksimum untuk pengamanan genangan (banjir) pada suatu kawasan dihitung dengan rumus rasional, seperti pada rumus (1).

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \tag{1}$$

Keterangan :

- Q = debit rencana maksimum, (m³/det)
- C = koefisien pengaliran
- I = intensitas hujan rencana, (mm/jam)
- A = luas bidang tadah/*catchment area*, (m²).

Sampai sekarang, Rumus Rasional masih layak digunakan untuk menaksir banjir dalam wilayah kota, karena di dalam daerah perkotaan, umumnya

waktu konsentrasi pendek, sehingga kehilangan air relatif sedikit. Tetapi untuk penaksiran debit banjir dalam daerah aliran sungai yang luas ≥ 500 hektar, Metode Rasional ini sudah kurang baik untuk digunakan.

Tabel 5 Koefisien Pengaliran Berdasarkan Jenis Permukaan Tata Guna Tanah

Jenis Permukaan Tanah / Tata Guna Tanah	Koefisien (C)
A. Rerumputan	
• Tanah pasir, slope 2%	0.05 - 0.10
• Tanah pasir, slope 2 - 7%	0.10 - 0.15
• Tanah pasir, slope 7 %	0.15 - 0.20
• Tanah gemuk, slope 2 %	0.13 - 0.17
• Tanah gemuk, slope 2 - 7%	0.18 - 0.22
• Tanah gemuk, slope 7%	0.25 - 0.35
B. Perkantoran	
▪ Pusat kota	0.75 - 0.95
▪ Daerah pinggiran	0.50 - 0.70
C. Perumahan	
▪ Kepadatan 20 rumah/ha	0.50 - 0.60
▪ Kepadatan 20-60 rumah/ha	0.60 - 0.80
▪ Kepadatan 60-160 rumah/ha	0.70 - 0.90
D. Perindustrian	
▪ Industri ringan	0.50 - 0.60
▪ Industri berat	0.60 - 0.90
E. Pertanian	
0.45 - 0.55	
F. Perkebunan	
0.20 - 0.30	
G. Pertamanan dan kuburan	
0.10 - 0.25	
H. Tempat bermain	
0.20 - 0.35	
I. Jalan	
▪ Beraspal	0.70 - 0.95
▪ Beton	0.80 - 0.95
▪ Batu	0.70 - 0.85
J. Daerah yang tidak dikerjakan	
0.10 - 0.30	

Sumber : Subarkah, 1980

Waktu Konsentrasi (t_c)

Waktu konsentrasi (t_c) disesuaikan dengan jarak tempuh air hujan pada lahan atau tapak kawasan (*site plan*) dan panjang saluran yang dilewati air hujan ke lokasi keluaran (*out flow*) drainase.

Volume Tampungan (S_{max})

Air hujan yang ditampung dalam sarana tampungan (kolam retensi, subreservoir, *polder*, dan lain-lain) adalah volume maksimum (S_{max}), yang didapatkan dari perbedaan terbesar antara kurva *inflow* dengan *outflow* dalam persediaan air dan konsumsi air untuk berbagai keperluan dalam satu tahun (Sarwoko Mangkoediharjo, 2011), seperti dirumuskan pada persamaan (2).

$$S_{max} = V_i - V_o \tag{2}$$

Keterangan:

- S_{max} = volume tampungan (m³)
- V_i = volume total *inflow* (m³)
- V_o = volume total *outflow* (m³)

Berdasarkan rumus (2) dapat diartikan bahwa volume tampungan atau volume konsumsi air adalah selisih antara volume *inlet* dengan volume *outlet*.

Badan Air Penerima

Badan air penerima (*receiving water*) disesuaikan dengan jenisnya dan yang ada di lokasi, yaitu :

- 1) Sungai diperhitungkan terhadap muka air maksimum.
- 2) Laut dan pasang surut diperhitungkan terhadap muka air pasang maksimum.

Hidrolika Jaringan

Hidrolika sistem drainase disesuaikan dengan keperluan jenis sarana dan prasarana saluran dan tampungan, yaitu :

- 1) Kecepatan aliran yang optimal
- 2) Penampang saluran ekonomis
- 3) Kapasitas saluran
- 4) Kemiringan saluran dan talud saluran
- 5) Perubahan saluran
- 6) Pertemuan saluran
- 7) Perlengkapan saluran
- 8) Tali air (*inlet* saluran dari jalan raya)
- 9) Bangunan terjunan landai/miring dan olakan
- 10) Gorong-gorong
- 11) Pintu air
- 12) Belokan dan *manhole*
- 13) Ambang bebas
- 14) Bangunan pembuangan
- 15) *Polder*, kolam detensi, kolam retensi, subreservoir air hujan
- 16) Pompa drainase

Analisis hidrolika sistem drainase kawasan permukiman atau drainase kota dikaitkan pada hal-hal sebagai berikut :

- Penampang saluran efektif, bentuk trapesium, segi empat, bulat, setengah lingkaran, segi tiga atau kombinasi.
- Kecepatan air dalam saluran menggunakan Rumus Manning, Chezy atau Strickler.
- Aliran air dalam saluran, yaitu : kritis, subkriteria dan superkritis, yang dinilai dari bilangan Froude (Fr). $Fr = 1$ (aliran kritis), $Fr < 1$ (aliran subkritis); $Fr > 1$ (aliran superkritis).
- Kala ulang berdasarkan luas daerah aliran sungai (DAS) dan tipologi kota yang bersangkutan
- Kapasitas bangunan pelengkap ditambah 10% dari debit saluran

Perencanaan Struktur

Perencanaan struktur drainase ditujukan untuk : (1) kestabilan terhadap guling, (2) daya dukung tanah pada dinding dan dasar saluran serta perlengkapan drainase (bangunan air) dan (3) ketahanan terhadap gaya geser. Sehingga dapat meredam gaya vertikal, gaya luar, gaya tekanan tanah aktif dan pasif, yang mempengaruhi struktur bangunan tersebut. Perencanaan struktur didukung dengan data karakteristik tanah. Untuk pekerjaan struktur beton disesuaikan pada SNI 03-

2847-2002 (BSN, 2002), Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung.

Operasi dan Pemeliharaan

Operasi dan pemeliharaan (OP) drainase perlu didukung oleh pemerintah pusat, pemerintah kota, swasta dan partisipasi masyarakat. Kegiatan OP dilengkapi dan didukung lembaga pengelola dari unsur pemkot yaitu : (1) Dinas Sumber Daya Air, swasta dan lembaga swadaya masyarakat. (2) Sumber daya manusia (SDM) handal yang mempunyai pendidikan formal minimal SMK/STM dan pengalaman kerja minimal 2 tahun. (3) Dilengkapi dengan peralatan OP dan bengkel (*workshop*) yang memadai, yang cukup baik. (4) Dioperasikan dan dipelihara mengikuti prosedur OP sesuai spesifikasi peralatan yang berlaku.

Kegiatan pengoperasian meliputi : pengoperasian tampungan, resapan, pengolahan air hujan, pembersihan saluran, pintu air, pompa dan peralatan mekanikal-elektrikal dan peralatan berat yang dipergunakan pada sistem drainase kota mengikuti prosedur teknisnya.

Adapun kegiatan pemeliharaan meliputi :

- 1) Memelihara saluran/sungai dan bendali, agar penampang saluran mampu dilewati debit banjir rencana dan bendali dapat menampung air secara optimal,
- 2) Membersihkan saluran dari endapan lumpur, sampah dan tanaman pengganggu.
- 3) Memelihara peralatan mekanis (pompa, *backhoe*, kendaraan dan sebagainya).
- 4) Perbaiki kerusakan saluran drainase dan fasilitasnya akibat banjir dan sebab-sebab lain (tebing longsor, tanggul roboh dan lain-lain).

Pembiayaan

Prinsip pembiayaan drainase adalah *non full recovery*, *intangibile* dan pendekatan pada ekonomi lingkungan. Biaya drainase terdiri atas biaya konstruksi, biaya operasi dan pemeliharaan. Sumber biaya drainase antara lain : APBN, APBD, swasta (CSR), hibah dan masyarakat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dalam merancang drainase kawasan atau drainase kota berwawasan lingkungan perlu diperhatikan:

1. Kriteria umum, terdiri atas 2 (dua) parameter penentu, sebagai landasan kebijakan dan pembuatan *master plan* drainase berwawasan lingkungan, 10 (sepuluh) elemen penentu dan 29 (dua puluh sembilan) kriteria penentu. Kriteria umum yang mempengaruhi drainase berwawasan lingkungan antara lain :
 - 1) Kebijakan pemerintah kota tentang keharusan penerapan drainase kawasan dan

- kota berwawasan lingkungan, dan dituangkan dalam Perda RTRW Kota atau peraturan lainnya.
- 2) *Master plan* drainase kawasan atau kota tercantum ketentuan-ketentuan penerapan drainase berwawasan lingkungan oleh pemerintah, swasta dan masyarakat.
 - 3) Skala wilayah layanan, terdiri atas skala individual (lahan pekarangan dan taman) dan skala kawasan dengan luas ± 10 Ha per unit layanan drainase kawasan.
 - 4) Persetujuan *site plan* dan sertifikat IMB untuk pengembangan kawasan perkotaan akan diterbitkan oleh pemerintah kota, apabila pengembang sanggup membangun minimal 1 (satu) tampungan dan sejumlah sumur resapan, yang mencukupi untuk kendali genangan air/banjir dan *recharge air* tanah, pengawasan pelaksanaan fisik bangunan dan koefisien dasar bangunan (KDB).
2. Kriteria teknis terdiri atas 3 (tiga) parameter penentu, 20 (dua puluh) elemen penentu dan 56 (lima puluh enam) kriteria penentu. Kriteria teknis yang mempengaruhi penerapan drainase kawasan permukiman atau drainase kota berwawasan lingkungan antara lain :
 - 1) Karakteristik geologis lokasi, yaitu daya permeabilitas dan daya dukung tanah.
 - 2) Karakteristik geohidrologis kawasan, yaitu kedalaman muka air tanah dangkal.
 - 3) Koefisien pengaliran berdasarkan peta tata guna tanah lahan (kawasan) sekarang dan mendatang, termasuk diakibatkan oleh jenis dan luas bangunan (kavling dan atap bangunan).
 - 4) Analisis data hidrologi (intensitas hujan maksimum dan rata-rata kawasan serta evapotranspirasi).
 - 5) Topografi dan kemiringan lahan kawasan permukiman.
 - 6) Badan air penerima dan muka air pasang surut maksimum dan rata-rata.
 - 7) Analisis hidrolika bangunan air pada subsistem tampungan, resapan, manfaat air hujan dan aliran (TRMA) hujan kelebihan air hujan.
 3. Perlu didukung dengan subsistem tampungan, resapan, manfaat dan aliran (TRMA) sisa limpasan keluar. Infrastruktur yang diperlukan antara lain :
 - 1) Subsistem tampungan menggunakan subreservoir air hujan, kolam retensi, kolam detensi (*bouzem*), *polder*, pompa dan pintu air dan lain-lain.
 - 2) Subsistem resapan menggunakan sumur dan parit resapan air hujan, bioretensi, *swale*, rumput, taman dan hutan kota, perkerasan muka tanah dengan *paving /grass block*, biopori dan saluran porous atau tanah asli.
 - 3) Subsistem memanfaatkan air hujan menggunakan PAH, instalasi air minum air hujan dan sebagainya.
 - 4) Subsistem pengaliran kelebihan air dengan saluran primer, sekunder, tersier dan serta perlengkapan drainase yang lain.
 4. Perlu dibentuk dan didukung dengan :
 - 1) Lembaga pengelola dari unsur pemerintah pusat dan daerah, Dinas Sumber Daya Air, swasta dan masyarakat.
 - 2) SDM yang baik, prosedur operasi dan perawatan serta peralatan yang baik.
 - 3) Biaya konstruksi dan biaya OP dari APBN, APBD, CSR (swasta) dan masyarakat.

Saran

Penerapan drainase berwawasan lingkungan disarankan agar memperhatikan :

1. *Master plan* pengelolaan sungai, rawa dan pantai,
2. *Master plan* pengelolaan air limbah dan *master plan* pengelolaan sampah dan terintegrasi satu sama lain.
3. Ukuran layanan skala kawasan sekitar 10 Ha per kawasan per paket sistem drainase kawasan berwawasan lingkungan.
4. Skala individual dan skala kawasan saling terintegrasi satu dengan yang lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Pusat Litbang Permukiman disampaikan ucapan terima kasih atas upaya menciptakan program dan kegiatan litbang drainase berwawasan lingkungan sejak tahun 2011 - 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- BAPPENAS. 2010. PERPRES RI Nomor 5 Tahun 2010 tentang RPJMN 2010 - 2014. Diperbanyak oleh BAPPENAS, 2010.
- Dit. PLP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum. 2011. Kebijakan *Drainase Kota Kementerian PU saat ini dan yang akan datang*. Bahan tayang Distek Penyusunan Kriteria Teknis Desain Subreservoir Air Hujan pada RTH Perkotaan, Hotel Mason Pine. Kota Baru Parahyangan. Kabupaten Bandung, 28 September 2011.
- Dit. PLP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum. 2012. *Panduan Pengelolaan Terpadu Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan*. Bahan diskusi. Jakarta 2012.
- 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*.
- Permen PU Nomor 05/PRT/M/2008, *Penyediaan dan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan*.
- Pusat Litbang Permukiman. 2011. *Penyusunan Kriteria Teknis Desain Subreservoir Air Hujan pada RTH untuk Drainase Berwawasan Lingkungan*. Laporan Akhir. Desember 2011.
- Pusat Litbang Permukiman. 2012. *Pengembangan Sistem Drainase Permukiman Perkotaan Ramah Lingkungan*. Laporan Akhir. Desember 2012.
- Pusat Litbang Permukiman. 2013. *Penerapan Sistem Drainase dan Sanitasi Lingkungan*. Laporan Akhir. Desember 2013.
- Sosrodarsono, Suyono, Kensaku Takeda. 1993. *Hidrologi untuk Pengairan*. Cetakan ke-7. Penerbit PT. Pradnya Paramita. Jakarta 1993.
- Subarkah, Imam. 1980. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*.
- SNI 02-2406-1991, *Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan*. Badan Standar Nasional.
- SNI 03-2453-2002, *Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan*. Badan Standar Nasional.
- SNI 03-1733-2004, *Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan*. Badan Standar Nasional.
- SNI 03-2847-2002 *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Badan Standar Nasional.
- 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. 2013. *Kriteria Teknis Desain Drainase Ramah Lingkungan Kawasan Permukiman Kota*. Makalah-1. Prosiding Kolokium 2013. Pusat Litbang Permukiman. Kementerian Pekerjaan Umum.
- Sarbidi, Edi Nur. 2012. *Pengembangan Sistem Drainase Permukiman Perkotaan Ramah Lingkungan*. Laporan Kajian Lapangan Kota Balikpapan.
- Undang-Undang RI Nomor 7 Tahun 2004 tentang *Sumber Daya Air*.
- Undang-Undang RI Nomor 6 Tahun 2007 tentang *Tata Ruang*.
- Undang-Undang RI Nomor 23 Tahun 2010 tentang *Pengelolaan Lingkungan Hidup*.
- 2011. *Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan*. Buku Jilid IA. Dit. PLP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum.
- 2007. *Buku Panduan Penyehatan Lingkungan Permukiman*. RPIJM. Ditjen Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum.