

# PENANGGULANGAN BANJIR DENGAN JARING PENGAMAN SOSIAL SUMUR RESAPAN DI JAKARTA DAN SEKITARNYA

R. Haryoto Indriatmoko

Arie Herlambang

Peneliti di Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan  
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta

## Abstrak

*Banjir tanggal 11 Februari 2002 mengejutkan banyak pihak karena datangnya tiba-tiba dan tidak terduga besarnya, sehingga hampir 30% wilayah Jakarta tergenang air, transportasi lumpuh, dan memakan korban jiwa akibat tanah lingsor, tenggelam, hanyut dan tersengat aliran listrik. Total aliran air permukaan diperkirakan mencapai 70 juta meter kubik, dimana jumlah tersebut tidak dapat tertampung oleh badan-badan sungai yang ada dan meluap menggenangi daerah dataran banjir sungai (floodplain area) yang saat ini banyak ditempati oleh pemukiman penduduk. Berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh Kelompok Pengkajian Sitem Pengelolaan Air (BPPT) dalam Studi Model Optimisasi Pengelolaan Air Tanah Jakarta, maka besarnya imbuhan buatan yang harus dimasukkan kembali kedalam akuifer dangkal untuk daerah seluas 25 km<sup>2</sup> berkisar antara 1.082.419- 54.120.960 m<sup>3</sup>/tahun atau antara 1,08 - 54,12 m<sup>3</sup>/tahun/m<sup>2</sup>. Lokasi imbuhan buatan dapat dilihat pada Peta Lokasi Imbuhan Buatan Berdasarkan Hasil Optimisasi Pengelolaan Air Tanah. Jika diasumsikan 1 (satu) sumur resapan dengan diameter 0,8 meter, lebar bidang resapan 1 meter pada tanah dengan permeabilitas rendah (0,00105 m/hari), maka kapasitas sumur resapan adalah 0,592 m<sup>3</sup>/tahun/unit. Dengan demikian untuk daerah Jakarta dan sekitarnya dibutuhkan kurang lebih 2 juta sumur resapan. Pelestarian lingkungan merupakan tanggung jawab pemerintah dan masyarakat. Walaupun sudah ada Surat Keputusan Gubernur DKI yang mengatur tentang sumur resapan, pelaksanaan dilapangan masih sulit pengawasannya. Dalam kondisi krismon ini perlu langkah terobosan untuk membuat sumur resapan dengan program jaring pengaman sosial, dengan demikian pemerintah membuka lapangan pekerjaan bersamaan dengan perbaikan lingkungan.*

*Kata kunci : banjir, air tanah, sumur resapan*

## I. PENDAHULUAN

Banjir tanggal 11 Februari 2002 mengejutkan banyak pihak karena datangnya tiba-tiba dan tidak terduga besarnya, sehingga hampir 30% wilayah Jakarta tergenang air, transportasi lumpuh, dan memakan korban jiwa akibat tanah lingsor, tenggelam, hanyut dan tersengat aliran listrik. Total aliran air permukaan diperkirakan mencapai 70 juta meter kubik, dimana jumlah tersebut tidak dapat tertampung oleh badan-badan sungai yang ada dan meluap menggenangi daerah dataran banjir sungai

(floodplain area) yang saat ini banyak ditempati oleh pemukiman penduduk.

Perubahan penggunaan lahan dari daerah yang belum dibangun menjadi daerah yang dibangun ternyata dapat mempengaruhi aliran air sungai. Dengan adanya perubahan tata guna lahan tersebut air limpasan akan lebih besar. Perubahan kapasitas air limpasan tidak hanya berpengaruh terhadap debit aliran sungai tetapi juga dapat mempengaruhi kualitas air sungai itu sendiri.

Dalam prakteknya, data dan hasil-hasil penelitian yang menyebutkan pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap kualitas dan debit air sungai masih sangat kurang, demikian pula penelitian lebih lanjut terhadap data dan hasil penelitian yang sudah ada belum mendapatkan pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap kualitas dan debit air sungai. Data yang tersedia hanya menunjukkan data besarnya banjir, muatan sedimen, dan kualitas air.

Pengaruh utama yang terjadi pada sungai sebagai akibat dari perubahan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut (Cordery, I, 1976):

1. Debit banjir meningkat. Banjir yang berlangsung secara berulang-ulang dengan periode ulang 1 tahun biasanya debitnya meningkat sampai dengan tiga kali.
2. Volume aliran sungai bisa meningkat lebih dari dua kali. Faktor yang mempengaruhi peningkatan aliran sungai tergantung pada tipe tanah dan hidro-geologinya.
3. Selama proses perubahan sering muatan sedimen dalam sungai menjadi lebih besar dan akan berangsur-angsur berkurang sejalan dengan selesainya pembangunan.
4. Kualitas air permukaan umumnya menjadi makin buruk ketika terjadi perubahan dari kondisi perdesaan menjadi kondisi perkotaan. Volume saluran pembuangan di kota menjadi lebih besar dibanding di desa.

Perubahan penggunaan lahan dari daerah pertanian/perkebunan (tegalan)/hutan menjadi daerah pemukiman akan menyebabkan berkurangnya daerah infiltrasi alami. Sehingga apabila hujan turun pada daerah tersebut maka air hujan akan dengan cepat berubah menjadi aliran permukaan. Air hujan yang telah berubah menjadi aliran permukaan tersebut akan semakin banyak dan segera mengalir ke tempat yang lebih rendah untuk seterusnya masuk kedalam sungai menjadi aliran sungai. Keadaan semacam inilah yang sering kali menimbulkan banjir bahkan oleh hujan yang kecil sekalipun.

Demikian pula halnya dengan Jakarta, sebagai akibat dari perubahan penggunaan lahan telah menyebabkan berkurangnya lahan yang sebelumnya merupakan zone infiltrasi alami. Perubahan-perubahan yang menyebabkan zone infiltrasi menjadi berkurang antara lain: a. Lahan yang dipakai untuk bangunan. b. Lahan yang dipakai untuk jalan, c. Lahan yang diaspal/beton. d. Tubuh air (situ, danau alam, dan rawa alam) yang ditimbun.

## II. DASAR TEORI

Banjir dalam hidrologi dapat didefinisikan sebagai suatu keadaan dimana debit air sungai melebihi debit aliran dasar (aliran normal) sebagai akibat dari hujan yang jatuh diatas vegetasi, batuan, permukaan tanah, permukaan air dan saluran sungai. Hujan yang jatuh di atas permukaan tanah sebagian mengalami intersepsi atau langsung jatuh ke permukaan tanah. Air hujan yang jatuh mula-mula akan membasahi tanah, bangunan, batuan dan vegetasi. Berikutnya akan membentuk lapisan tipis air di atas permukaan tanah yang dikenal dengan *surface detention*, kemudian membentuk aliran linier. Karena ketebalannya bertambah, kecepatan aliran bertambah dan turbulensinya bertambah maka aliran air menjadi apa yang disebut *overland flow*, sebelum memasuki saluran akhirnya aliran air ini mencapai saluran sungai dan memperbesar limpasan (*runoff*).

Tidak semua bagian dari hujan akan menjadi limpasan pada saluran, sebagian darinya mengalami evaporasi, transpirasi oleh tumbuh-tumbuhan, evaporasi melalui tanah dan sebagian lagi mengalami infiltrasi. Air hujan yang mengalami infiltrasi ini sebagian ada yang mengalami perkolasi langsung menjadi air tanah ada yang mengalir menuju dasar sungai tidak sampai mencapai permukaan tanah lebih dahulu, bahkan sebagian air yang mengalami infiltrasi ini tetap tinggal di dalam tanah sebagai lengas tanah.

Limpasan air dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) nampak dalam bentuk sistem yang sangat kompleks, terjadi setelah air hujan mengalami perjalanan melalui beberapa tahap mulai dari

penimbunan dan pemindahan sampai masuk kedalam saluran. Kompleksitas ini semakin bertambah sejalan dengan faktor variabel dalam DAS. Variabel dalam DAS yang berkaitan dengan proses hidrologi didalamnya meliputi (Seyhan, 1977): a. Variabel Klimatologis. b. Variabel Fisik permukaan lahan. c. Variabel Keluaran. d. Variabel proses.

Limpasan air dari suatu daerah aliran sungai yang besar biasanya dimonitor dengan alat yang disebut AWLR. Alat ini mengukur tinggi muka air sungai secara terus menerus. Hasil pengukurannya berupa grafik hubungan antara tinggi muka air dengan waktu atau sering disebut hidrograf. Untuk dapat mengukur besarnya debit sungai maka pada saat tertentu (biasanya pada saat musim hujan dan kemarau) dilakukan pengukuran debit sungai. Hubungan antara debit dan tinggi muka air dapat dihitung dengan menggunakan rumus *Discharge Rating Curve*.

Bentuk hidrograf banjir sangat dipengaruhi oleh bentuk DAS. Jika DAS berbentuk membesar di tengah maka bentuk hidrografnya adalah debit puncak berlangsung dalam waktu yang cepat. Jika berbentuk membesar di hulu maka debit puncak akan dicapai dalam waktu yang relatif lama, sedangkan kalau berbentuk mengecil di tengah dan membesar di bagian hulu dan hilir maka bentuk hidrografnya mempunyai puncak dua buah. Jika DAS mempunyai bentuk panjang maka bentuk hidrografnya relatif simetris.

Hidrograf aliran sangat diperlukan dalam studi banjir sebab dengan memanfaatkan data tersebut kita dapat melakukan perencanaan bangunan air yang sangat diperlukan dalam penanggulangan banjir. Penerapan studi banjir antara lain dipakai untuk merancang Waduk, Jembatan, Saluran drainase, Jalan, Perencanaan kota dan Saluran irigasi.

Salah satu metode yang dipakai dalam analisis banjir adalah hidrograf satuan. Hidrograf satuan adalah hidrograf aliran langsung yang disebabkan oleh hujan setebal 1 mm yang jatuh di atas DAS. Jika dalam suatu DAS sudah diketahui hidrograf satuannya maka banjir yang akan terjadi dapat dihitung. Jika

besarnya banjir yang akan berlangsung sudah dapat diketahui maka dapat dilakukan upaya pencegahan. Bentuk upaya pencegahan berdasarkan hasil tersebut misalnya dibangunnya banjir kanal, pengerukan atau pelebaran sungai.

Dalam membangun suatu sistem penanggulangan banjir terpadu maka data hujan dari semua stasiun hujan yang berada dalam suatu DAS dikirim melalui radio untuk diproses dengan cepat, dengan demikian banjir yang akan berlangsung dapat diberitahukan dengan cepat kepada masyarakat di daerah rawan banjir. Dengan demikian kerugian jiwa dan materiil dapat dicegah.

Hidrograf satuan selain berfungsi untuk perencanaan banjir juga berfungsi sebagai tolok ukur perubahan penggunaan lahan. Ini memungkinkan jika mempunyai data hidrograf satuan seri selama beberapa tahun. Efek perubahan penggunaan lahan akan menyebabkan bentuk hidrograf satuannya juga berubah. Perubahan bentuk hidrograf satuan secara seri tersebut dapat dilihat dari komponen-komponennya hidrograf satuan yang meliputi : a. Waktu puncak ( $t_p$ ). b. Waktu dasar ( $t_b$ ) dan c. Debit puncak ( $q_p$ ).

### III. FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB BANJIR

Banjir merupakan fenomena alam yang sudah ada sejak dulu. Saat ini pun kejadian banjir banyak terjadi di sungai-sungai besar terutama pada daerah-daerah kelokan sungai, dataran banjir dan hilir. Secara umum faktor-faktor yang mempunyai kontribusi terhadap banjir dapat dikelompokkan menjadi dua sebab, yaitu: 1. Faktor Alam dan 2. Faktor Manusia.

Faktor Alam meliputi faktor topografi wilayah, jenis tanah, kondisi geologi, geomorfologi, dan hutan. Faktor topografi memberi kontribusi positif terhadap besarnya aliran jika topografinya mempunyai kelereng yang tinggi, sehingga potensial menyebabkan banjir. Jenis tanah terutama yang mempunyai permeabilitas rendah. Tanah yang mempunyai permeabilitas rendah bila hujan turun air hujan hanya sebagian kecil saja yang meresap selebihnya mengalir sebagai air limpasan. Demikian pula

dengan faktor geologi dimana batuan yang keras dan impermeabel akan meningkatkan air limpasan. Faktor Geomorfologi berkaitan dengan bentuk bentang alam. Morfologi sungai terdiri dari badan sungai, tanggul alam dan dataran banjir. Pemukiman yang berlokasi di dataran banjir sungai wajar saja bila terkena banjir. Hutan mempunyai koefisien limpasan yang sangat kecil, yaitu 0,01-0,1. Hutan tidak mencegah banjir tetapi mengurangi resiko terhadap banjir, terutama banjir bandang.

Faktor manusia meliputi interaksi manusia dengan lahan yang cenderung merubah bentuk penggunaan lahan sehingga koefisien limpasan menjadi meningkat. Perilaku manusia ditentukan kondisi sosial, ekonomi dan Budaya, sehingga menyebabkan pola konsumsi berubah. Keadaan ini berkaitan dengan limbah yang dihasilkan. Limbah penduduk kota saat ini banyak yang berasal dari jenis yang tidak mudah terurai, seperti plastik dan kaleng. Limbah tersebut sering menyumbat aliran selokan dan sungai.

#### **IV. UPAYA PENANGGULANGAN BANJIR**

Mengingat bahaya banjir sering menimbulkan bahaya yang sangat besar mulai dari keselamatan jiwa manusia, harta benda dan sumberdaya maka perlu dilakukan pengelolaan DAS. Pengelolaan DAS menurut UURI No: 4 tahun 1985 dapat didefinisikan sebagai suatu usaha terpadu meliputi pemanfaatan, penataan, pemeliharaan, pengawasan, pengendalian, pemulihan dan pengembangan. Untuk dapat melakukan pengelolaan DAS dengan baik maka tahap yang dilakukan adalah 1. Pengenalan. 2. Pemulihan. 3. Perlindungan. 4. Perbaikan dan 5. Monitoring.

Untuk melakukan pengenalan dapat dilakukan dengan mempelajari kondisi fisik DAS yang meliputi kondisi geologi, geomorfologi, topografi, jenis tanah, iklim, ekonomi, sosial dan budaya. Tahap pemulihan meliputi upaya untuk mengembalikan fungsi semula. Tahap perlindungan merupakan upaya pelestarian sesuai dengan fungsi dan peruntukannya. Tahap perbaikan merupakan kegiatan yang dimaksudkan

meningkatkan fungsinya, sedang tahap monitoring mempunyai fungsi sebagai faktor pengontrol dan evaluasi kegiatan sehingga bila ada kekurangan akan segera dapat diambil tindakan yang cepat.

Setidaknya ada 4 upaya yang dapat dilakukan untuk menanggulangi banjir di Jakarta yaitu 1. Mengoptimalkan penampungan air. 2. Penerapan Sumur Resapan. 3. Penataan Lahan yang tepat, Penghijauan. 4. Melakukan evaluasi drainase. Uraian mengenai keempat upaya tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

##### ***Penampungan Air***

Penampungan air seperti waduk dan situ, merupakan alat yang sangat penting dalam rangka mengatur air limpasan yang berasal dari hujan. Sampai saat ini sebagian besar air hujan masih terbuang secara percuma ke laut. Padahal jika musim kemarau sudah datang aliran menjadi kecil, bahkan dibeberapa tempat malah kekurangan air.

Situ-situ disekitar Jakarta jumlahnya banyak akan tetapi sebagian sudah mulai beralih fungsi menjadi daerah pertanian dan pemukiman. Situ yang dikelilingi oleh pemukiman jumlah airnya cenderung turun dari tahun ke tahun karena pendangkalan. Disamping itu pemukiman juga mencemari air situ sehingga kualitasnya menurun. Di Bogor 30% situ telah berubah fungsi menjadi perumahan. Pengalihan fungsi situ menyebabkan sebagian air yang biasanya tertampung berpindah ke tempat lain, sehingga potensil menyebabkan banjir.

Pengembalian fungsi situ dan waduk akan bermanfaat untuk mengurangi jumlah air yang masuk ke tubuh sungai, sehingga beban sungai menjadi berkurang sehingga air hujan tidak melimpah ke daerah rawan banjir.

##### ***Sumur Resapan.***

Sumur resapan merupakan salah satu cara konservasi air tanah. Caranya dengan membuat bangunan berupa sumur yang berfungsi untuk memasukkan air hujan kedalam tanah. Tujuan pembuatan sumur resapan yaitu: a. Melestarikan dan memperbaiki kualitas lingkungan. b. Membantu menanggulangi kekurangan air

bersih. c. Membudayakan kesadaran lingkungan. d. mengurangi erosi tanah.

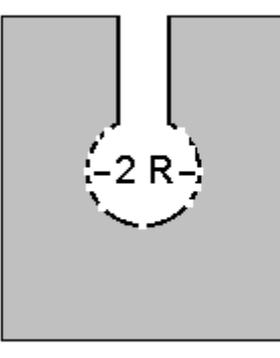
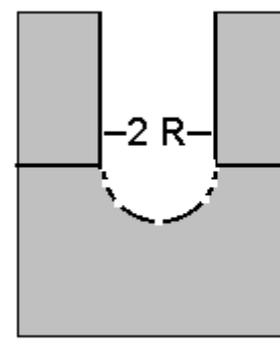
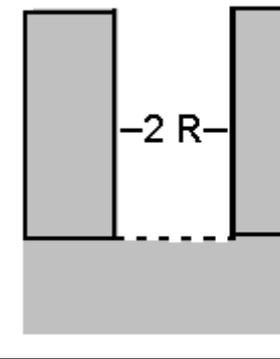
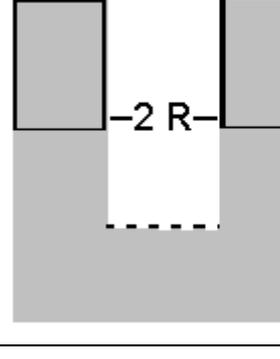
Keuntungan yang dapat diperoleh jika melakukan konservasi dengan menggunakan sumur resapan adalah (Sunjoto, 1992): a. Mencegah intrusi air laut terutama didataran pantai. b. Mereduksi dimensi jaringan drainase, dapat sampai nol jika diperlukan. c. Menurunkan konsentrasi pencemaran air tanah. d. Mempertahankan tinggi muka air tanah. e. Mencegah penurunan kawasan atau *land subsiden*.. f. Melestarikan teknologi tradisional sebagai budaya bangsa. g. Meningkatkan peran serta masyarakat dalam era pembangunan. h. Membudayakan pola pikir pelestarian lingkungan.

Untuk membangun suatu sumur resapan agar dapat memberikan kontribusi yang optimum diperlukan metoda perhitungan sebagai berikut (Sunjoto, 1992):

1. Menghitung debit masuk sebagai fungsi karakteristik luas atap bangunan dengan formula rasional ( $Q=CIA$ ,  $Q$ =debit masuk,  $C$ =Koefisien Aliran(jenis atap),  $I$ =Intensitas Hujan,  $A$ =Luas atap).
2. Menghitung kedalaman sumur optimum, yang diformulakan sebagai berikut (Formula Sunjoto 1988):  
 $H = Q/FK [1 - \exp(-FKT/\pi R^2)]$   
 Keterangan:  
 $H$  = Kedalaman air (m)  
 $Q$  = Debit masuk ( $m^3/dt$ )  
 $F$  = Faktor geometrik (m)  
 $K$  = Permeabilitas tanah (m/dt)  
 $R$  = Radius sumur (m)  
 $T$  = Durasi aliran (dt)
3. Evaluasi jenis fungsi dan pola letak sumur pada jarak saling pengaruh guna menentukan kedalaman terkoreksi dengan menggunakan "multi well system"

Tabel 1. Tabel Faktor Geometrik Sumur Resapan

KONDISI	F (M)	REFERENSI
---------	-------	-----------

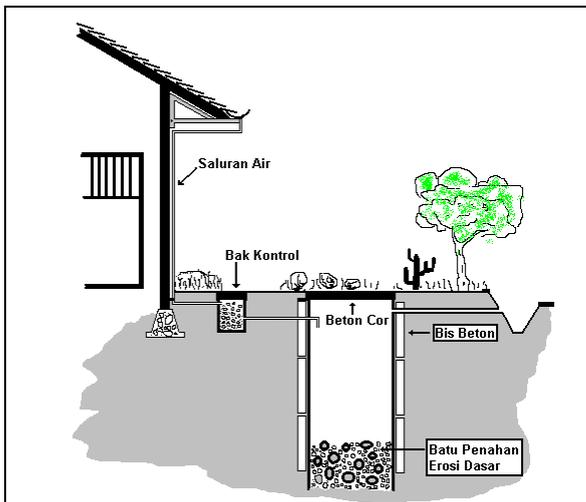
	$4\pi R$	Samsioe (1931) Dachler (1936) Aravin (1965)
	$2\pi R$	Samsioe (1931) Dachler (1936) Aravin (1965)
	$4R$	Forcheimer (1930) Dachler (1936) Aravin (1965)
	$2\pi L$ ----- ----- $\ln[L/R + \sqrt{((L/r)^2 + 1)}]$	Dachler (1936)

Tabel 2. Volume Sumur Resapan Pada Kondisi Tanah Permiabilitas Rendah (Sk. Gub No 17 Th 1992)

	LUAS	VOLUME RESAPAN ADA SALURAN	VOLUME SUMUR
--	------	----------------------------	--------------

NO	KAVLING (M <sup>2</sup> )	DRAINASE SEBAGAI PELIMPAHAN = V1  (M <sup>3</sup> )	RESAPAN TANPA ADA SALURAN DRAINASE SEBAGAI PELIMPAH AN = V2 (M <sup>3</sup> )
1.	50	1,3 - 2,1	2,1 - 4
2.	100	2,6 - 4,1	4,1 - 7,9
3.	150	3,9 - 6,2	6,2 - 11,9
4.	200	5,2 - 8,2	8,2 - 15,8
5.	300	7,8 - 12,3	12,3 - 23,4
6.	400	10,4 - 16,4	16,4 - 31,6
7.	500	13 - 20,5	20,5 - 39,6
8.	600	15,6 - 24,6	24,6 - 47,4
9.	700	18,2 - 28,7	28,7 - 55,3
10.	800	20,8 - 32,8	32,8 - 63,2
11.	900	23,4 - 36,8	36,8 - 71,1
12.	1.000	26 - 41	41 - 79

Contoh penerapan sumur di halaman rumah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Penerapan Sumur Resapan Di Halaman Rumah

Berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh Kelompok Pengkajian Sitem Pengelolaan Air (BPPT) dalam Studi Studi Model Optimisasi Pengelolaan Air Tanah Jakarta, maka besarnya imbuhan buatan yang harus dimasukkan kembali kedalam akuifer dangkal untuk daerah seluas 25 km<sup>2</sup> berkisar antara 1.082.419-54.120.960 m<sup>3</sup>/tahun atau antara 1,08 - 54,12 m<sup>3</sup>/tahun/m<sup>2</sup>. Lokasi imbuhan buatan dapat dilihat pada Peta Lokasi Imbuhan Buatan Berdasarkan Hasil Optimisasi Pengelolaan Air Tanah. Jika diasumsikan 1 (satu) sumur resapan dengan diameter 0,8 meter, lebar bidang resapan 1 meter pada tanah dengan

permeabilitas rendah (0,00105 m/hari), maka kapasitas sumur resapan adalah 0,592 m<sup>3</sup>/tahun/unit. Dengan demikian untuk daerah Jakarta dan sekitarnya dibutuhkan kurang lebih 2 juta sumur resapan.

### **Penataan Penggunaan Lahan, Terasering, bangunan Penahan Air, Penghijauan**

Hujan yang jatuh ke bumi sebagian mengalir sebagai air permukaan, sebagian meresap dan sebagian menguap. Penggunaan lahan berpengaruh pada koefisien limpasan. Penutupan lahan oleh bangunan kedap air akan memperbesar air limpasan karena air yang seharusnya meresap kedalam tanah berubah menjadi air limpasan. Perubahan penggunaan lahan dari perkebunan menjadi pemukiman akan mengakibatkan perubahan besar pada jumlah air limpasan. Pembuatan terasering bermanfaat untuk menahan laju erosi dengan membuat topografi menjadi datar, dengan demikian air akan mengalir lebih lambat, dan lebih banyak yang meresap dalam tanah. Bangunan penahan air berfungsi sebagai penahan laju sedimen dan banjir.

### **Evaluasi Drainase**

Tujuan dari dilakukannya evaluasi drainase adalah untuk mengetahui kemampuan saluran drainase mengalirkan air sungai agar tidak terjadi penggenangan. Untuk dapat melakukan evaluasi drainase maka harus dilakukan penghitungan terhadap banjir rencana yang disebabkan oleh hujan yang terjadi dengan periode ulang tertentu misalnya periode ulang 1 sampai 100 tahun di Jakarta.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut maka rencana bangunan air seperti lebar kapasitas saluran drainase dapat dihitung, sehingga jika terjadi hujan dengan periode ulang tertentu (Sesuai dengan desain ) maka air yang akan di alirkan tidak akan melimpah keluar. Sebagai akibatnya maka tidak akan melimpah keluar saluran dan menggenangi daerah rawan banjir.

Pelebaran atau memperdalam sungai mempunyai maksud untuk meningkatkan kapasitas sungai sehingga jika turun hujan lebat air hujan yang menjadi limpasan dapat ditampung dan dialirkan ke sungai tersebut.

## V. PENUTUP

Penanggulangan banjir seperti di Jakarta haruslah dilakukan secara sungguh-sungguh dan terpadu, hal ini tidak hanya disebabkan karena faktor alam dimana kondisi cekungan Jakarta sendiri merupakan lahan yang cukup datar dan dialiri oleh banyak sungai sehingga merupakan DAS yang amat luas. Untuk mengatasi banjir khususnya untuk DKI Jakarta, secara prinsip dapat dilakukan dengan cara: pertama adalah memperkecil jumlah air limpasan yang masuk ke sungai, yakni misalnya menata kawasan hulu, mempertahankan atau menambah kawasan hijau/terbuka, memelihara dan bila mungkin menambah jumlah situ/waduk, membuat sumur resapan, penghijauan daerah tangkapan air hujan, pembuatan cek dam di daerah hulu dan lain-lain. Kedua yakni dengan cara memperbesar kapasitas sistem drainase yakni dengan cara memperlebar atau memperdalam sungai/saluran, pembuatan saluran/kanal banjir, pengembangan sistem polder dan pompanisasi, rehabilitasi jembatan, dan lain-lain

Walaupun usaha pemerintah sampai saat sudah demikian banyak namun banjir masih saja terjadi. Agar masalah banjir dapat diatasi nampaknya perlu peningkatan peran masyarakat. Peran masyarakat dapat berupa pembuatan sumur resapan, membersihkan saluran air, menyediakan halaman taman dan pengaturan sampah. Peran serta organisasi masyarakat dan profesi untuk memasyarakatkan sumur resapan dan upaya konservasi air lainnya sangat diperlukan.

Khusus untuk sumur resapan, peran masyarakat sudah diharapkan dari pemerintah daerah dengan keluarnya SK. Gub No 17 th 1992, namun demikian dalam pelaksanaannya belum ada pengawasan yang ketat. Secara teoritis Jakarta membutuhkan 2 juta sumur resapan untuk mempertahankan kondisi

muka air tanahnya dan majunya intrusi air laut kearah darat, oleh arena itu perlu dilakukan upaya dari pemerintah daerah untuk membuat sumur resapan dengan melibatkan partisipasi masyarakat melalui program semacam jaring pengaman sosial. Dengan demikian pada kondisi krismon ini, pemerintah dapat membantu masyarakat kecil untuk pembuatan sumur resapan bersamaan dengan perbaikan kondisi air tanah Jakarta.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Cordery, I. 1976, *Evaluation And Improvement of Quality Characteristics of Urban Stormwater*. New South Wales, Australia, The University of New South Wales School Of Civil Engineering.
2. Deny, J. 1994. *Kelestarian Imbuhan Air Tanah Dengan Memanfaatkan Teknologi Konservasi Air Tanah*. Dalam Seminar Memasyarakatkan Penggunaan Air tanah di Wilayah Jakarta Seefisien Mungkin. Jakarta, 26 Oktober 1994.
3. Dinas Pertambangan Daerah Tingkat I Jawa Tengah dengan Direktorat Geologi Tata Lingkungan. 1995. *Pengamatan Resapan Air bawah Tanah daerah Semarang dan Sekitarnya*. Semarang. Proyek Pengawasan dan Pengendalian Pengambilan Air Bawah Tanah di Kodya Semarang, Surakarta Kabupaten Semarang, Kendal dan Sukoharjo.
4. Haryoto, I, dkk. 1992. *Optimisasi, Studi Model Optimisasi Pengelolaan Air Tanah Jakarta*. Jakarta. Direktorat Pengkajian Sistem, Kedeputian Bidang Analisis Sistem, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
5. Herlambang, Arie, dkk. 1991. *Simulasi dan Kalibrasi, Studi Model Optimisasi Pengelolaan Air Tanah Jakarta*. Jakarta. Direktorat Pengkajian Sistem, Kedeputian Bidang Analisis Sistem, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
6. Pemerintah Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Brosur, *Sumur Resapan Buatan Air Hujan*. Jakarta. Dinas Pertambangan DKI.
7. Sunjoto. 1992. *Brosur Sistem Drainase Air Hujan Berwawasan Lingkungan*. Yogyakarta. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.