

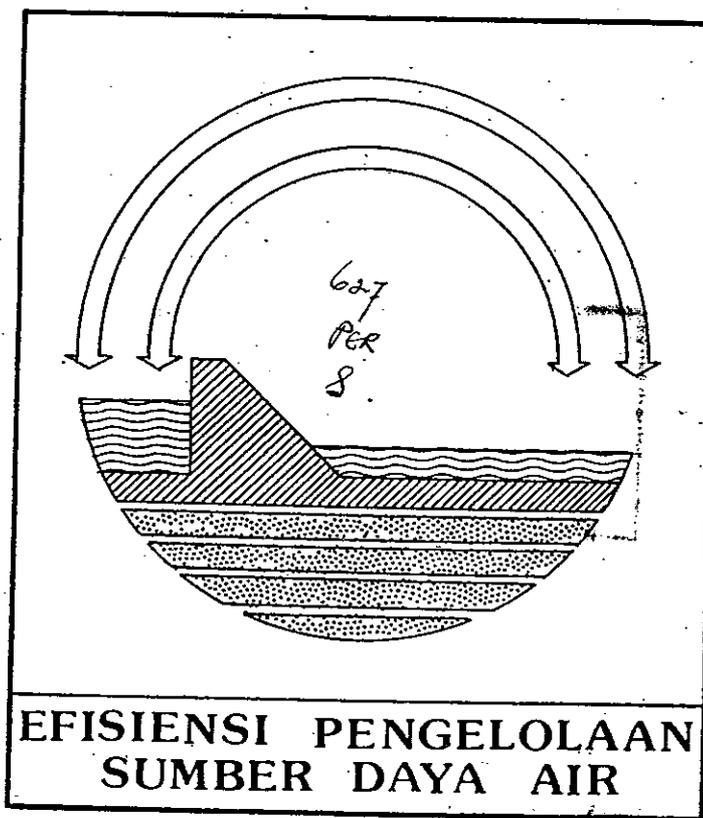
Perpustakaan  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jl. Merdeka 19  
BALDUNG

# Pertemuan Ilmiah Tahunan IV (PIT IV)

## Makalah:

SUATU GAGASAN TENTANG PENYIMPANAN AIR

SOEDARWOTO HADHISISWOYO



41782 17  
23  
12 - 87

SEMARANG, 8-10 SEPTEMBER 1987



# HATHI

Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia

SUATU GAGASAN TENTANG PENYIMPANAN AIR

disusun oleh

Soedarwoto Hadhiswoyo

Fakultas Teknik UNPAR

B a n d u n g

disampaikan pada

Pertemuan Ilmiah Tahunan ke IV

Di Semarang tgl. 7 s/d 10 September 1987

HIMPUNAN AHLI TEKNIK HIDRAULIK INDONESIA

Perpustakaan  
Universitas Saolik Parahyangan  
Jl. Merdeka 19  
B A N D U N G

## Daftar Isi

I. Pendahuluan .....	1
II. Dasar Teori .....	2
III. Gagasan tentang penyimpanan air .....	5
IV. Kesimpulan .....	8
Saran .....	8
Tabel 1 dan Tabel 2 .....	9
Tabel 3 .....	10
Daftar Istilah .....	11
Daftar Simbol .....	12
Daftar Pustaka .....	13

# SUATU GAGASAN TENTANG PENYIMPANAN AIR

disusun oleh

Soedarwoto Hadhiswoyo  
Fakultas Teknik Unpar Bandung

## I. Pendahuluan

### 1. Latar belakang

Seperti kita ketahui pada umumnya permukaan lahan daerah perkotaan sebagian besar ditutup oleh lapisan kedap air. Karena penutupan ini maka koefisien aliran permukaan menjadi tinggi dan dapat dikatakan air hujan yang jatuh ke permukaan lahan sebagian besar dialirkan tanpa ada yang meresap kedalam tanah. Setelah air mengalir ke pematuan air hujan, semua terbuang masuk kedalam sungai akhirnya mengalir ke laut lepas.

### 2. Identifikasi masalah

Mengingat faktor-faktor yang disebutkan diatas maka di-kandung maksud untuk menyampaikan suatu cara yang diha-rapkan dapat menyimpan sebagian air hujan yang mengalir dan terbuang begitu saja, terutama di daerah perkotaan, daerah perumahan dan pada saluran pematuan.

### 3. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulisan gagasan ini adalah untuk mengajak serta berbagai pihak memikirkan usaha praktis dalam pe-nyimpanan air dalam waktu yang relatif singkat.

Disamping itu diharapkan pula dapat mengurangi aliran permukaan didaerah perkotaan, daerah perumahan dan sa-luran pematuan air hujan sehingga tidak menimbulkan

banjir cileuncang. Tujuan yang hendak dicapai adalah mencoba untuk memperbanyak persediaan air yang ada dalam tanah sehingga dapat dimanfaatkan pada sepanjang musim terutama pada musim kemarau.

## II. Dasar Teori

Didasari oleh air hujan yang jatuh ke atas permukaan, dianalisa proses resapan dan pengalirannya, untuk itu diperlukan data daya resap tanah yang akan dijadikan penampungan sebagian air yang mengalir disekitarnya.

### 2.1. Aliran permukaan

Aliran permukaan akan terjadi apabila laju jatuhnya hujan melampaui kapasitas infiltrasi, peristiwa ini diawali dengan terjadinya genangan yang akhirnya akan menjadi aliran pada permukaan.

Terjadi dua aliran permukaan, yaitu berupa aliran di atas permukaan tanah dan aliran dekat di bawah permukaan tanah.

### 2.2. Rumus praktis Infiltrasi

Rumus infiltrasi kumulatif

Green and Ampt

$$W - (H + H_c)(\tilde{\theta} - \theta_i) \ln \left( 1 + \frac{W}{(\tilde{\theta} - \theta_i)(H + H_c)} \right) = \bar{K} t \quad (2.1)$$

Morel Seytoux

$$W - (H + H_c)(\tilde{\theta} - \theta_i) \ln \left[ 1 + \frac{W}{(\tilde{\theta} - \theta_i)(H - H_c)} \right] = \frac{\bar{K} t}{\beta} \quad (2.2)$$

Philip

$$W = K t + S t^{1/2} \quad (2.3)$$

Rumus sederhana untuk waktu ponding dimana hujan adalah konstan,

Rumus Mein and Larson (1973)

$$t_p = \frac{(\bar{\theta} - \theta_i) H_b}{r \left( \frac{r}{K} - 1 \right)} \quad (2.4)$$

Rumus Morel Seytoux

$$t_p = \frac{(\bar{\theta} - \theta_i) H_c}{r} \left[ e^{\frac{K}{\beta r - K}} - 1 \right] \quad (2.5)$$

Rumus kapasitas infiltrasi

Rumus Green and Ampt. secara umum digunakan untuk infiltrasi rata-rata dimana,

$$I = \frac{\tilde{K} (W + (H+H_f)(\bar{\theta} - \theta_i))}{W} \quad (2.6)$$

$$S_f = (\bar{\theta} - \theta_i) (H + H_f) \quad (2.6a)$$

Kapasitas infiltrasi

$$I_c = \tilde{K} \frac{(S_f + W)}{W} \quad (2.7)$$

$S_f$ , storage suction faktor menunjukkan gaya kapiler yang memberikan arah aliran pada saat awal terjadinya hujan.

Mein and Larson

Untuk menghitung kapasitas infiltrasi, Mein and Larson menggunakan rumus Green and Ampt

$$I_c = \tilde{K} + \frac{[S_f + W]}{W}$$

Philip

Menurut Philip pada awal proses infiltrasi aliran diarahkan oleh gaya kapiler dan ditentukan untuk persamaan kapasitas rata-rata,

$$I = -\frac{1}{2} \sqrt{2(\theta - \theta_i) \tilde{K} (H + H_f)} \frac{1}{\sqrt{t}} \quad (2.8)$$

$$I = -\frac{1}{2} S \frac{1}{\sqrt{t}} \quad (2.8a)$$

S, sorptivity

Dalam waktu yang pendek, gravitasi merupakan gaya yang dominan dan kapasitas infiltrasi akan sama dengan  $\tilde{K}$

$$I_c = \tilde{K} \quad (2.9)$$

Philip menjumlahkan persamaan (2.8a) dan (2.9) sehingga didapat kapasitas infiltrasi rata-rata pada waktu t ,

$$I_c = -\frac{1}{2} S \frac{1}{\sqrt{t}} + \tilde{K} \quad (2.10)$$

Rumus kapasitas infiltrasi sesudah ponding

Untuk  $t \geq t_p$   $I = I_c$

$$I_c = \tilde{K} \frac{\frac{r^*}{p} W + W - \frac{W}{p}}{W_p + \beta (W - W_p)} \quad (2.12)$$

Kapasitas infiltrasi dinyatakan sebagai fungsi waktu,

$$I_c = \tilde{K} + (I_0 - \tilde{K})e^{-kt} \quad (2.12a)$$

Rumus waktu ponding

$$t_p = t_{j-1} + \frac{1}{r_j} \left[ \frac{S_f}{r_j^* - 1} - \sum_{v=1}^{j-1} r_v (t_v - t_{v-1}) \right] \quad (2.13)$$

Rumus kedalaman infiltrasi kumulatif sebagai fungsi dari waktu,

$$\frac{\tilde{K}}{\beta} (t - t_p) = W - W_p - W_p \left( \frac{\beta r_p^* - 1}{\beta} \right) \ln \left( \frac{r_p^* W + W - W_p}{r_p^* W_p} \right) \quad (2.14)$$

Berdasarkan rumus-rumus yang dituliskan di atas maupun yang tidak dicantumkan, akan diketahui, kedalaman infiltrasi kumulatif, waktu dan faktor-faktor lain yang diperlukan untuk menganalisa hujan yang jatuh diatas permukaan tanah. Apabila permukaan tanah ditutup atau diberi lapisan maka sebagian besar air hujan dialirkan kebagian yang lebih rendah.

### III. Gagasan tentang penyimpanan air

Berdasarkan beberapa gambaran tentang rumusan infiltrasi yang tersebut diatas, didukung oleh pengamatan lapangan, tetapi belum didukung oleh suatu penelitian. Penulis mencoba menyampaikan suatu gagasan yang berkaitan dengan usaha penyimpanan air hujan.

### 3.1. Penyimpanan di daerah perkotaan

Daerah perkotaan maupun daerah industri merupakan suatu daerah yang tertutup dengan bangunan dan diluar bangunan juga ditutup oleh lapisan yang kedap air. Air hujan yang jatuh di atasnya hampir seluruhnya dialirkan, tanpa mempunyai kesempatan untuk meresap kedalam tanah.

Ini terlihat pada tabel 2 dimana nilai koefisien pengalirannya  $k = 0,90$ .

Untuk kepentingan penyimpanan air perlu dilakukan usaha menggantikan air yang langsung mengalir melalui permukaan. Langkah yang ditempuh yaitu dengan membuat lubang berdiameter tertentu, dalam lubang ditentukan berdasarkan kapasitas infiltrasi tanah (tabel 1) dan muka air tanah dari daerah perkotaan tersebut.

Jumlah dan jarak lubang tersebut direncanakan berdasarkan kedalaman air yang mengalir di permukaan atau disesuaikan dengan kebutuhan.

Pengamanan terhadap lubang dengan memasang tutup seperti terlihat pada gambar 1.

### 3.2. Penyimpanan di daerah perumahan

Prinsip penyimpanan air adalah sama dengan penyimpanan di daerah perkotaan, dibuat lubang di halaman atau langsung dibawah cucuran atap.

Gagasan ini terutama ditujukan untuk daerah yang miskin akan sumber air sehingga dapat bermanfaat pada saat dibutuhkan pada musim kemarau.

### 3.3. Penyimpanan pada saluran pematusan

Tidak perlu disangsikan lagi bahwa pada musim hujan air hujan cukup melimpah diberbagai tempat, dengan cepat diusahakan agar terbangun menuju tempat yang lebih rendah. Sistem pematusan yang baik diharapkan dapat mengurangi akibat buruk dari genangan air yang tidak diperlukan, dalam wujud yang lebih mengerikan, yaitu banjir.

Seringkali wujud tersebut hanya berupa gangguan ringan, yang sifatnya ringan, orang Bandung bilang banjir "ci-leuncang" karena penyaluran air hujan yang jatuh di atas permukaan jalan tidak segera masuk kedalam saluran pematusan.

Gagasan untuk penyimpanan air pada saluran pematusan ini tidak berbeda dengan cara penyimpanan sebelumnya hanya penempatan lubang berada di dasar saluran pematusan. Ukuran garis tengah, jarak dan dalamnya lubang dapat di-perhitungkan berdasarkan kebutuhan.

### 3.4. Gagasan tambahan/pelengkap

Untuk saluran pematusan jalan yang berfungsi baik, tetapi masih mempunyai masalah terbentuknya aliran air hujan di permukaannya, perlu dibuatkan suatu saluran melintang pada setiap jarak tertentu.

Gagasan mengenai bentuk saluran melintang ini adalah seperti "vortex tube", yang menggunakan pipa yang seolah-olah dapat membuat pusangan atau menghisap sendiri.

#### IV. Kesimpulan

1. Penutupan lahan dengan lapisan yang kedap air dapat dilakukan apabila dipilih cara pengganti infiltrasi yang terhalang oleh penutupan lahan tersebut.
2. Diharapkan penyimpanan air hujan melalui lubang-lubang yang direncanakan, dapat menambah persediaan air untuk berbagai keperluan terutama dimusim kemarau.
3. Ukuran lubang, garis tengah, dalam dan jarak lubang harus sedemikian rupa sehingga dapat segera meresap kedalam lapisan tanah.

#### Saran

Diperlukan tindak lanjut berupa penelitian terhadap gagasan ini.

Tabel 1. Kapasitas infiltrasi dari berbagai tipe tanah, hasil pengukuran di lapangan

Jenis tanah	Kapasitas infiltrasi [mm/jam]
1.Pasir berlempung	25 - 50
2.Lempung	12,50 - 25
3.Lempung berdebu	7,50 - 15
4.Lempung berliat	2,50 - 0,50
5.Liat	< 0,50

Tabel 2. Koefisien pengaliran dari bermacam-macam permukaan

Permukaan	nilai k
1.Daerah perumahan	
. rumah tunggal	0,30
. rumah dengan pertamanan	0,50
2.Daerah perdagangan dan perindustrian	0,90
3.Daerah hutan berdasarkan jenis tanah	0,05 - 0,2
4.Daerah pertamanan, pertanian dan pa- dang rumput	0,05 - 0,3
5.Daerah yang ditutup aspal atau beton	0,85 - 1,0

Tabel 3. Klasifikasi intensitas hujan

Laju hujan [mm/jam]	klasifikasi
< 6,25	kecil, gerimis
6,25 - 12,50	sedang
12,50 - 50	lebat
> 50	sangat lebat

## Daftar istilah

- Infiltrasi : peristiwa masuknya air kedalam tanah.
- Perkolasi : peristiwa Bergeraknya air kedalam profil tanah
- Perkolasi dalam : perkolasi dibawah zone perakaran tanaman
- Kapasitas infiltrasi : laju maksimum masuknya air kedalam tanah pada suatu saat
- Rembesan lateral : Bergeraknya air tanah dalam arah horizontal yang disebabkan oleh permeabilitas berbagai lapisan yang tidak seragam

### Daftar Simbol

$H_c$	= gaya kapiler efektif	[ sm ]
$I_c$	= kapasitas infiltrasi	[ sm/jam ]
$K$	= konduktifitas hidraulik	[ sm/det ]
$r$	= curah hujan	[ sm/jam ]
$t_p$	= waktu ponding	[ det. ]
$W$	= kedalaman infiltrasi kumulatif	[ sm ]
$\beta$	= faktor koreksi viskositas	[ - ]
$\beta_p$	= faktor koreksi viskositas pada saat ponding	[ - ]
$\bar{\theta}$	= water content	[ - ]
$\theta_i$	= water content awal	[ - ]

Daftar Pustaka

1. LINSLEY, R. K. and FRANZINI, J. B.: Water-Resources Engineering., 2. nd. ed., McGraw-Hill \* Kogakusha LTD., Tokyo-Sydney, 45-49, 1972.
2. MOREL-SEYTOUX, H. J.: Rainfall Infiltration in Soils, in Physical Hydrology, 71-84, 1981.
3. ARSYAD, SITANALA, Dr.Inr.: Infiltrasi dan Perkolasi, dalam Pengawetan Tanah-dan Air, Institut Pertanian Bogor, 39-57, 1976.