

## PENGARUH PEMBANGUNAN GEDUNG NTC TERHADAP RESAPAN TANAH

Hasriyasti Saptowati<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir

### ABSTRAK

*PENGARUH PEMBANGUNAN GEDUNG NTC TERHADAP RESAPAN TANAH. Rancangan resapan air ini akan dibuat untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan akibat pembangunan NTC didaerah yang telah padat oleh gedung-gedung dan untuk menanggulangi berkurangnya sumber air tanah atau menurunnya tinggi muka air tanah. Dengan dibuatnya rancangan resapan ini, kondisi tanah di daerah tersebut dapat terjaga struktur tanah dan daya permeabilitasnya sehingga masyarakat di lingkungan tersebut dapat terhindar dari bahaya banjir akibat dari daya serap tanah yang masih cukup besar. Sumur-sumur resapan ini dibuat di beberapa tempat dihitung dari jumlah kapasitas air resapan yang dapat ditampung dan menginduk di satu resapan induk. Rancangan resapan air ini menggunakan rumus Darcy dan Manning.*

*Kata kunci : Bangunan, Rancangan, Resapan Air, Kondisi Tanah*

### ABSTRACT

*NTC BUILDING EFFECTS OF THE CONDITION OF THE RECHARGE GROUND. Design of the recharge will be made to reduce the impacts caused by development in areas that NTC has solid by the buildings and to overcome the lack of ground water or ground water level decline. By this design of recharge ground, the soil conditions in the area can be sustained their soil structure and permeability so that the community resources in the environment can be protected from the danger of flooding due to ground absorption, which is still quite large. Infiltration wells are made in some places, and calculated from the amount of water absorption capacity that can fit on a single recharge and have as great in one catchment. These recharge calculations using Darcy's law and Manning formula.*

*Keywords: Buildings, Design, Infiltration Water, Soil Conditions*

### 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan fasilitas bangunan saat ini makin meningkat, terutama pembangunan di kawasan padat penduduk atau perkotaan. Salah satu fasilitas yang akan dibangun dalam rangka untuk mempersiapkan sumber daya manusia yang kompeten bagi pengoperasian PLTN yaitu gedung NTC (Nuclear Training Centre). NTC ini terdiri dari beberapa gedung yaitu gedung A dengan fasilitas 3 lantai, gedung B dengan fasilitas 3 lantai dan gedung C dengan fasilitas 2 lantai. Gedung A dipergunakan untuk pelatihan, sedangkan gedung B untuk penginapan

dan gedung C untuk olah raga atau senam.

Penggunaan lahan dengan adanya pembangunan gedung – gedung ini dapat menimbulkan dampak berkurangnya resapan air hujan kedalam tanah. Dengan makin berkurangnya lahan untuk penyerapan air, daerah tadah hujan dan makin banyaknya bangunan menyebabkan koefisien resapan tanah menjadi berkurang. Ini semua menyebabkan banjir dan berkurangnya sumber air tanah. Dimana air tanah saat ini masih menjadi andalan sumber mata air andalan bagi masyarakat.

Di bumi terdapat kira-kira 1,3 – 1,4 milyar km<sup>3</sup> air, 97,5% adalah air

laut, 1,75% berbentuk es dan 0,73% berada di daratan sebagai air sungai, air danau, air tanah dan sebagainya. Hanya 0,001% berbentuk uap di udara. Air di bumi ini mengulangi terus menerus sirkulasi [3]. Sebagian air hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan masuk kedalam tanah (infiltrasi). Bagian lain yang merupakan kelebihan akan mengisi lekuk-lekuk permukaan tanah, kemudian mengalir ke dataran rendah, masuk sungai-sungai kemudian mengalir kelaut. Sebagian menguap (evaporasi) dan prosipitasi.

Kapasitas infiltrasi curah hujan dari permukaan tanah kedalam permukaan tanah sangat berbeda-beda tergantung kondisi tanah. Permeabilitas tanah ditentukan oleh tekstur dan butir-butir tanah. Tetapi perbedaan tekstur dan struktur menentukan juga kapasitas menahan kelembaban tanah.

Salah satu pemanfaatan air tanah adalah untuk rumah tangga, sehingga air tanah memegang peranan yang sangat penting, maka air tanah harus dijaga supaya penggunaannya tidak berlebihan (boros) dan juga harus diperhatikan cara pengawetan (koservasi) air tanah. Cara pemompaan air tanah yang berlebihan akan mengakibatkan :

1. Air tanah akan menjadi kering tiba-tiba.
2. Penurunan permukaan tanah.
3. Penerobosan air asin.

Untuk mencegah dampak di atas harus dibuat suatu teknik untuk pengawetan air tanah yang berupa pengisian kembali secara buatan (artificial recharge) melalui resapan. Cara ini mempunyai efek yang langsung terhadap ketersediaan air tanah yang kita butuhkan dan mengurangi banjir.

## 2. TEORI

Air tanah adalah salah satu bagian dalam proses sirkulasi alamiah. Jika pemanfaatan air tanah itu memutuskan sistem sirkulasi yaitu jika air yang dipompa atau dikeluarkan melebihi besarnya pengisian kembali

(recharge), maka akan terjadi pengurangan volume air tanah yang ada.

Berkurangnya volume air tanah menyebabkan penurunan permukaan air tanah dan penurunan tekanan air tanah jika dilakukan terus menerus. Penurunan ini akan mengakibatkan penurunan fasilitas pemompaan dan jika penurunan ini melampaui limit tertentu, fungsi pemompaan akan hilang dan sumber air tanah akan menjadi kering.

Penurunan permukaan air tanah atau tekanan air tanah secara terus menerus juga dapat mengakibatkan penurunan tanah dan penerobosan air asin ke dalam air tanah. Penurunan tanah tersebut di atas menjadi problema sosial yang besar, akibatnya dapat menimbulkan kerusakan yang bukan hanya mempengaruhi penduduk pengguna air tanah tetapi juga mempengaruhi penduduk yang tinggal di daerah tersebut.

### 2.1. SUHU TANAH

Naik turunnya suhu tanah dipengaruhi oleh :

- Jumlah panas yang masuk kedalam atau keluar dari permukaan tanah.
- Kapasitas panas tanah dan konduktivitas panas yaitu panas jenis tanah, kerapatan, kadar kelembaban tanah dan sifat-sifat fisis tanah.

Demikian pula radiasi yang diterima permukaan tanah dipengaruhi oleh:

- Gradien tanah
- Warna tanah
- Tumbuh-tumbuhan yang ada dipermukaan tanah

### 2.2. CURAH HUJAN

Curah hujan yang diperlukan untuk pembuatan rancangan drainasi berdasarkan volume debit yang disebabkan oleh curah hujan dari daerah pengaliran yang kecil seperti perhitungan debit banjir, saluran

drainasi, gorong-gorong, selokan. Ini semua menggunakan curah hujan jangka waktu pendek.

Intensitas curah hujan jangka waktu pendek yaitu  $\pm 2$  jam dirubah menjadi intensitas curah hujan perjam dan disebut intensitas curah hujan. Makin pendek jangka waktu curah hujan makin kecil intensitasnya. Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang bersangkutan. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah/daerah dan dinyatakan dalam mm. Curah hujan ini harus diperkirakan dari pengamatan curah hujan di beberapa titik pengamatan curah hujan<sup>[3]</sup>.

$$R = 1/n ( R_1 + R_2 \dots + R_n ) \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

- R = curah hujan wilayah/daerah
- n = jumlah pengamatan
- R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> = curah hujan dititik pengamatan (mm).

### 2.3. EVAPORASI

Faktor faktor yang mempengaruhi evaporasi/penguapan adalah<sup>[3]</sup>.

- Suhu air
- Suhu udara
- Kelembaban
- Kecepatan angin
- Tekanan udara
- Sinar matahari

$$E = 0,35 (e_a - e_d) (1 + V/100) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- E = evaporasi
- e<sub>a</sub> = tekanan uap jenuh pada suhu rata-rata harian (mm/Hg)
- e<sub>d</sub> = tekanan uap (mm/Hg)
- v = kecepatan angin pada ketinggian 2 meter di atas permukaan tanah (mile/hr).

### 2.4. INFILTRASI

Infiltrasi adalah proses masuknya air hujan ke dalam lapisan permukaan tanah dan turun ke permukaan air tanah. Air ini diabsorpsi untuk meningkatkan kelembaban tanah, selebihnya akan turun ke permukaan air tanah dan mengalir ke samping.

Faktor-faktor yang mempengaruhi infiltrasi:

- Banyaknya air genangan di atas permukaan tanah dan tebal lapisan jenuh.
- Kelembaban tanah
- Pemampatan oleh curah hujan
- Penyumbatan oleh bahan-bahan yang halus.
- Pemampatan oleh orang dan hewan
- Struktur tanah
- Tumbuh-tumbuhan
- Udara yang terdapat dalam tanah
- Pengurangan kelembaban tanah oleh transpirasi melalui tanaman.
- Variasi kekentalan air dalam tanah akibat suhu tanah.
- Efek-efek pembekuan.

## 3. METODOLOGI

### 3.1. DEBIT CURAH HUJAN

Besarnya debit air hujan dapat diketahui dari besarnya curah hujan. Dari badan meteorologi didapat besarnya curah hujan maksimum<sup>[1]</sup>.

$$Ch \text{ maks } (R \text{ maks}) = 94 \text{ mm} \dots\dots\dots(3)$$

Akibat air hujan pada atap gedung NTC = 6852 m<sup>2</sup>.

Akibat air hujan pada jalan + parkir = 1980 m<sup>2</sup>.

Besarnya debit akibat curah hujan adalah<sup>[2]</sup>.

$$Q = V . A \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

- Q = debit air
- V = kecepatan
- A = luas

Air di dalam tanah ditahan oleh gaya absorpsi permukaan butir-butir tanah dan tegangan antara molekul air. Disekeliling buti-butir tanah terdapat membran air higroskopis yang diabsorpsi secara intensif. Makin jauh air itu dari permukaan butir tanah makin lemah gaya absorpsi.

Besarnya air yang dapat bergerak di dalam tanah dipengaruhi oleh gradien tanah, seperti diperlihatkan pada rumus berikut [3]:

$$I = \frac{\Delta h \pm \Delta z}{l} \dots\dots\dots(5)$$

$\Delta h$  = gradien kapiler  
 $\Delta z$  = gradien gravitasi

Dimana tekanan air  $\Delta h$  cm dengan jarak  $l$  cm adalah  $\Delta h/l$ .

Jika selisih antara ke 2 ujung dari jarak  $l$  cm =  $\Delta z$ , maka gradien gravitasi adalah  $\Delta z/l$ .

dengan hukum Darcy [2]:

$$V = k \cdot I \dots\dots\dots(6)$$

$$Q = k \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

Q = debit air (cm<sup>3</sup>/jam)

K = koefisien konduktif

I = gradien

A = luas potongan melintang tanah (cm<sup>2</sup>).

$$V_a = 14,5 \text{ Knots}^{[1]}$$

$$V = 26,854 \text{ Km/jam}$$

$$V = 7,46 \text{ m/s}$$

Dengan menghitung besarnya luas taman dapat diketahui daya serap tanah.

$$A_{\text{taman}} = 676,1 \text{ m}^2$$

Kemiringan 2 %

$$\text{Daya serap tanah } k = 5,1243$$

$$Q = K \times i \times A = 5,1243 \times 10^{-2} \times (676,1)$$

$$= 34,65 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Besar debit akibat curah hujan:

$$Q = 6832 \times 94.10^{-3} \times 7,46 =$$

$$4790,87 \text{ m}^3/\text{dt}.$$

### 3.2. HUBUNGAN ANTARA PENGUAPAN DAN KELEMBABAN

Hubungan antara penguapan dan kelembaban (humidity) diperkirakan dengan rumus experimental dari Mitscherlich [3]:

$$D = (12,3 \pm 0,1) V \dots\dots\dots(8)$$

Dimana:

V = jumlah penguapan dalam 24 jam

D = selisih kejenuhan yaitu selisih = dengan satuan isi (g) dengan jumlah uap pada saat itu (g).

Tabel 1. Tabel tekanan uap jenuh, untuk mengetahui besarnya kelembaban berdasarkan suhu.

0 °C	P mm/Hg
0	4,58
10	9,21
20	17,55
30	31,86
40	55,40
50	92,6
60	149,6
80	355,4
100	760 (1 atm)

Untuk suhu 30 °C didapat  $e_a = 31,86$  mm/ Hg

Dengan kelembaban relatif 68 % maka didapat  $e_d = 21,65$  mm/Hg

### 3.3. HUBUNGAN ANTARA KECEPATAN PENGUAPAN DAN KECEPATAN ANGIN

Besar kecepatan angin maksimum adalah 1,5 kali kecepatan selama sepuluh menit yang diukur oleh badan meteorologi.

Sedangkan kecepatan penguapan berbanding lurus dengan akar kecepatan angin seperti dirumuskan oleh rumus Trabert [3] :

$$V_p = C (1 + \alpha.t) \sqrt{V_a} (P_w - p) \dots\dots\dots(9)$$

Dimana :

$V_p$  = kecepatan penguapan

C = tetapan/koeffisien yang ditentukan (0,237)  
 $\alpha$  = koeffisien pengembangan volume = 1/271  
 t = suhu ( $^{\circ}$ C)  
 $V_a$  = kecepatan angin (mm/dt)  
 $P_w$  = tekanan maksimum uap dipermukaan air pada suhu t  $^{\circ}$ C

Menjadi:

$$V_p = c (1 + \alpha.t) \times \sqrt{V_a} \times (P-27)$$

$V_a = 14,5 \text{ Knots} = 26,854 \text{ Km/jam}$   
 Kecepatan Angin = 7,46 m/s

Kecepatan penguapan :  
 $V = c (1 + \alpha.t) \sqrt{V(P_w - P)} \rightarrow c = 0,237$

$$H = P_w/P \times 100^{[3]} \dots\dots\dots (9)$$

$$92 = 27/P \times 100 \rightarrow P = 25,53$$

$$V_p = c (1 + \alpha.t) \times \sqrt{V_a} \times (P-24) = 27,56$$

### 3.4. RESAPAN

Rancangan resapan menggunakan formula manning dengan rumus sebagai berikut [2]:

$$Q = b \times h \times \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \dots\dots\dots (10)$$

Dimana:  
 Q = debit aliran  
 b = lebar saluran  
 h = tinggi saluran  
 R = jari-jari hidraulik  
 S = kemiringan  
 n = koeffisien manning

Didalam disain resapan digunakan bahan-bahan resapan antara lain :

- Batu koral
- Batu bata
- Pasir
- Ijuk

Bahan – bahan tersebut mempunyai nilai n = 0,011 – 0,014

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

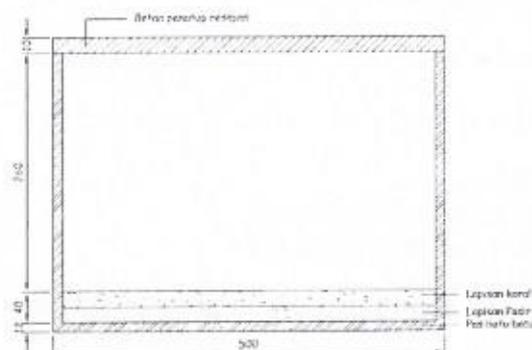
Dimensi serapan didapat dari rumus Manning:

$$Q = b \times h \times \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \dots\dots\dots [2]$$

❖ Untuk resapan 1 yaitu rancangan resapan untuk gedung A dan B. dengan area 4500 m<sup>2</sup>  
 $Q = 1468 \text{ m}^3/\text{dt}$   
 Didapat saluran resapan dengan dimensi:  
 $b = 5 \text{ m}, h = 3,0 \text{ m}$

Pada gambar resapan 1 ini diperlihatkan di dalam resapan terdapat lapisan batu koral setinggi 20 cm dan lapisan pasir setinggi 20 cm. Kedua lapisan ini mempunyai daya serap yang cukup tinggi.

Dengan adanya disain resapan 1 ini, kawasan atau daerah pembuangan air hujan untuk area gedung A dan B dapat tertampung didalam saluran resapan 1.



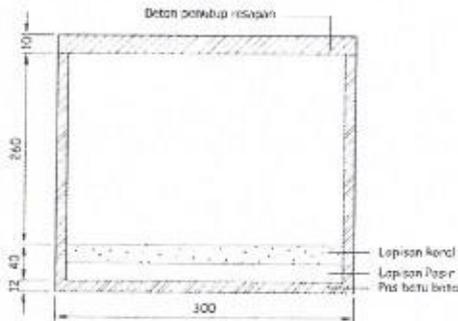
RESAPAN 1

Gambar 1. Resapan 1 untuk rancangan resapan air gedung A dan B dengan area 4500 m<sup>2</sup>.

Untuk saluran lingkungan didapat:  
 $h = 240 \text{ cm}, b = 100 \text{ cm}$ , dengan asumsi  
 Pemakaian air rata-rata = 144 l/org/hari

❖ untuk resapan 2 yaitu rancangan resapan untuk gedung C dengan area 1250 m<sup>2</sup>  
 $Q = 436,26 \text{ m}^3/\text{dt}$

Didapat saluran resapan dengan dimensi:  
 $b = 3 \text{ m}$ ,  $h = 3 \text{ m}$



RESAPAN 2

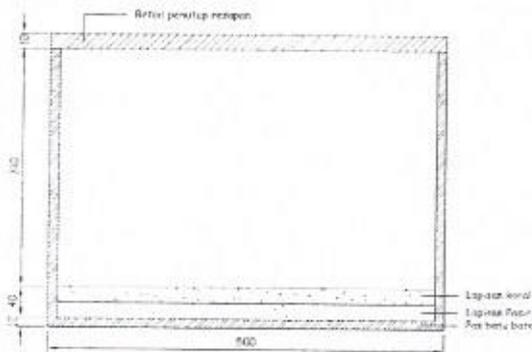
Skala 1:100

Gambar 2. Resapan 2 untuk rancangan gedung C dengan area 1250 m.

Pada gambar resapan 2 ini diperlihatkan di dalam resapan terdapat lapisan batu koral setinggi 20 cm dan lapisan pasir setinggi 20 cm. Kedua lapisan ini mempunyai daya serap yang cukup tinggi.

Untuk resapan 2 ini diharapkan dapat menampung semua air hujan dari area gedung C dan sekitarnya.

- ❖ Resapan 3 berfungsi sebagai saluran induk yaitu induk dari saluran 1 dan saluran 2, dibuat resapan dengan dimensi  
 $b = 5 \text{ m}$ ,  $h = 3,5 \text{ m}$



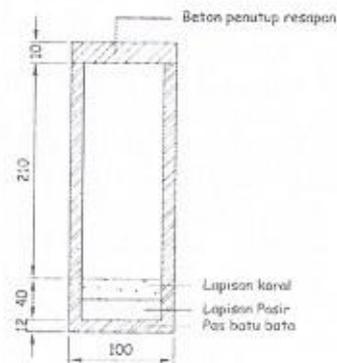
RESAPAN 3

Skala 1:100

Gambar 3. Resapan 3 untuk rancangan resapan air induk yang mencakup seluruh kawasan.

Pada gambar resapan 3 ini diperlihatkan di dalam resapan terdapat lapisan batu koral setinggi 20 cm dan lapisan pasir setinggi 20 cm. Kedua lapisan ini mempunyai daya serap yang cukup tinggi.

- ❖ Untuk saluran lingkungan yaitu saluran disekeliling lingkungan gedung NTC didisain dengan dimensi:  
 $h = 240 \text{ cm}$ ,  $b = 100 \text{ cm}$ ,  
dengan asumsi:  
Pemakaian air rata-rata= 144 liter/org/hari ..... [1]



RESAPAN LINGKUNGAN

Skala 1:100

Gambar 4. Resapan lingkungan untuk rancangan resapan air yang bukan air hujan.

Saluran lingkungan ini untuk menampung limbah air kebutuhan sehari-hari dari seluruh gedung yang bukan berasal dari air hujan.

Bahan-bahan yang digunakan pada rancangan resapan air ini mudah didapat dan sederhana tetapi mempunyai dampak yang sangat berarti bagi lingkungan dan masyarakat.

## 5. KESIMPULAN

Dengan dibuatnya resapan-resapan air ini diharapkan dapat mencegah dampak yang timbul akibat dari penggunaan lahan untuk pembangunan gedung NTC yang cukup luas yaitu 6000 m<sup>2</sup>.

Saluran resapan ini merupakan salah satu cara untuk pengawetan air tanah yaitu berupa pengisian kembali secara buatan (*artificial recharge*) dan ini mempunyai efek langsung terhadap ketersediaan air tanah yang kita butuhkan dan dapat mengurangi banjir, sebagai akibat dari penurunan muka tanah dan pengosongan atau berkurangnya air tanah.

Dengan adanya pengisian air kembali secara buatan ini maka kondisi dan sifat-sifat fisis dari tanah antara lain daya permeabilitas, struktur tanah dan kelembaban tanah tetap terjaga.

Disain atau rancangan resapan ini menggunakan pasangan batu bata yang selain murah juga mempunyai daya serap terhadap air dan di dalam saluran juga terdapat bahan-bahan yang mempunyai daya serap air cukup tinggi (lapisan pasir dan lapisan batu koral) sehingga dapat memaksimalkan fungsi saluran sebagai resapan. Dengan demikian dampak dari pembangunan gedung NTC terhadap kondisi resapan tanah dapat dihindari atau seminimal mungkin.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Annonim, BMG, 2010. Di Yogyakarta.
- [2]. Chow Ven Te, Hidraulika Saluran Terbuka, Erlangga,
- [3]. Suyono Sosrodarsono, Kensaku Takeda, 1976. Hidrologi Untuk Pengairan, Paramita.