

## Pengaruh Hujan terhadap Perubahan Elevasi Muka Air Tanah pada Model Unit Resapan dengan Media Tanah Pasir

(The Effect of Rain to the Change of the Ground Water Levels in Infiltration Unit Models with Media Sand)

BURHAN BARID, WAHYUNIKA SARI

### ABSTRACT

This study aimed to determine changes in ground water level against time to recharge the unit models with medium sand soil in cloudburst conditions, to determine the effect of changes in humidity land in heavy rain conditions and for the efficiency of the model unit catchment .. By using the model infiltration unit made from box 170x170x200 cm<sup>3</sup> and infiltration well with dimensions of 30x30x100 cm<sup>3</sup> filled with 90 cm thick layer of sandy soil . The results showed that changes in ground water level is 18.8 % , 22.4 % and 24 % for the test I, II, III , respectively .. Soil moisture for the test I ran to saturation at 110 minutes , while for II and III trials in the 90th minute . Unit efficiency filtration models in improving the soil surface water is 3.6 % . This suggests that these filtration units of the model can reduce surface water runoff and increasing groundwater levels.

**Keywords :** infiltration, filtration, water ground level

### PENDAHULUAN

Fenomena turunnya air hujan (*presipitasi*) diyakini menjadi hal terpenting bagi kelanjutan hidup semua ekosistem di bumi, karena hal ini berkaitan langsung dengan daur hidrologi yang merupakan bagian utama dalam pertumbuhan makhluk hidup secara umum dan perkembangan tingkat peradaban manusia pada khususnya.

Ada tiga faktor utama untuk terjadinya hujan (Asdak, 2007), yaitu:

1. Kenaikan massa uap air ke tempat yang lebih tinggi sampai saatnya atmosfer menjadi jenuh.
2. Terjadinya kondensasi atas partikel-partikel uap air kecil di atmosfer.
3. Partikel-partikel uap air tersebut bertambah besar sejalan dengan waktu untuk kemudian jatuh ke bumi dan permukaan laut (sebagai hujan) karena gaya gravitasi.

Sebagian air hujan yang jatuh di permukaan tanah tidak sepenuhnya meresap (*infiltrasi*), tetapi sebagian menggenang dan sebagian lagi mengalir pada permukaan tanah (*run off*). Air yang mengalir pada permukaan tanah akan

masuk pada saluran alam atau ke sungai. Banyaknya air yang dapat terserap oleh tanah tergantung dari kondisi tanah tersebut. Seiring berjalannya waktu infiltrasi yang terjadi mengalami penurunan. Oleh karena itu, perlu adanya usaha untuk meningkatkan daya infiltrasi. Salah satu upaya untuk memperbesar kapasitas infiltrasi tersebut adalah dengan cara membuat model infiltrasi sederhana di areal sekitar pekarangan rumah .

Pada penelitian ini, model infiltrasi yang dikaji untuk mengendalikan limpasan yang terjadi akibat hujan adalah dengan menggunakan model unit resapan buatan. Selain untuk menghambat laju infiltrasi, model infiltrasi tersebut juga diharapkan bisa meningkatkan kandungan air di dalam tanah.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan elevasi muka air tanah pada model unit resapan dengan media tanah pasir ketika hujan sangat deras, untuk mengetahui perubahan kelembaban tanah pada kondisi hujan sangat deras dan untuk mencari nilai efisiensi dari model unit resapan.

Perubahan muka air tanah tergantung pada jumlah dan kecepatan air hujan masuk ke dalam tanah, pengambilan air tanah, dan

permeabilitas tanah. Hal lain yang perlu ditekankan adalah bahwa tinggi permukaan air tanah bukan suatu permukaan air yang bersifat statis, melainkan fluktuatif, naik dan turun tergantung pada fluktuasi curah hujan. Selama musim hujan, permukaan air tanah akan naik, kemudian sebagian air tanah tersebut akan bersinggungan dengan permukaan tanah dan akan mengisi sungai di sekitarnya.

Derajat curah hujan dan intensitas hujan dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel tersebut menunjukkan bahwa curah hujan tidak bertambah sebanding dengan waktu. Jika durasi waktu lebih lama, penambahan curah hujan adalah lebih kecil dibanding dengan penambahan waktu, karena hujan tersebut bisa berkurang atau berhenti.

Jumlah hujan yang jatuh di permukaan bumi dinyatakan dalam kedalaman air (biasanya mm), yang dianggap terdistribusi secara merata pada seluruh daerah tangkapan air. Intensitas hujan adalah jumlah curah hujan dalam suatu satuan waktu, yang biasanya dinyatakan dalam mm/jam, mm/hari, mm/minggu, mm/bulan, atau mm/tahun, yang berturut-turut sering disebut hujan jam-jaman, harian, mingguan, bulanan, atau tahunan.

Sumur resapan (Model Unit Resapan / MUR) adalah sistem resapan buatan yang dapat menampung air hujan, baik dari permukaan tanah maupun dari air hujan yang disalurkan melalui atap bangunan, dapat berbentuk sumur, kolam dengan resapan, saluran porous, saluran resapan dan sejenisnya. Bangunan sumur resapan adalah bangunan yang menyerupai sumur gali dengan kedalaman tertentu yang berfungsi sebagai tempat menampung air hujan yang jatuh dan meresap ke dalam tanah.

Berdasarkan berbagai penelitian dipandang perlu melestarikan sumber daya air tanah dan salah satu upaya yang paling efektif adalah memasyarakatkan sumur resapan buatan/sumur penampungan air hujan sekaligus akan mengurangi debit banjir/genangan air pada musim hujan.

Tujuan pembuatan sumur resapan adalah :

1. Melestarikan dan memperbaiki lingkungan
2. Membantu menanggulangi kekurangan air bersih
3. Membudayakan kesadaran lingkungan
4. Mengurangi erosi permukaan tanah.

Manfaat yang dapat diperoleh dengan pembuatan sumur resapan air antara lain :

1. Mengurangi aliran permukaan dan mencegah terjadinya genangan air
2. Mempertahankan tinggi muka air tanah dan menambah persediaan air
3. Mencegah penurunan lahan sebagai akibat pengambilan air tanah yang berlebihan
4. Mengurangi konsentrasi pencemaran air tanah.
5. Mampu memperbaiki kualitas air tanah.

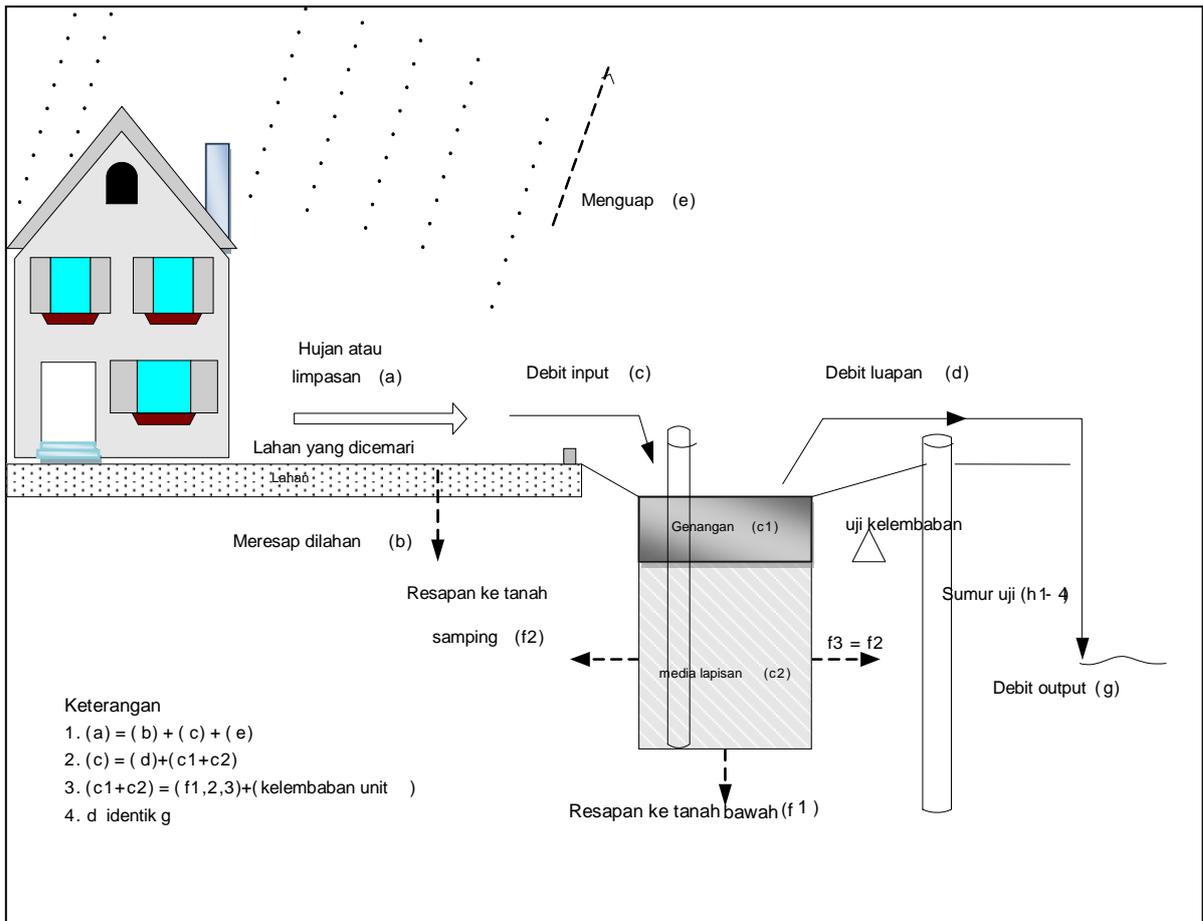
## METODE PENELITIAN

### *Desain Model infiltrasi*

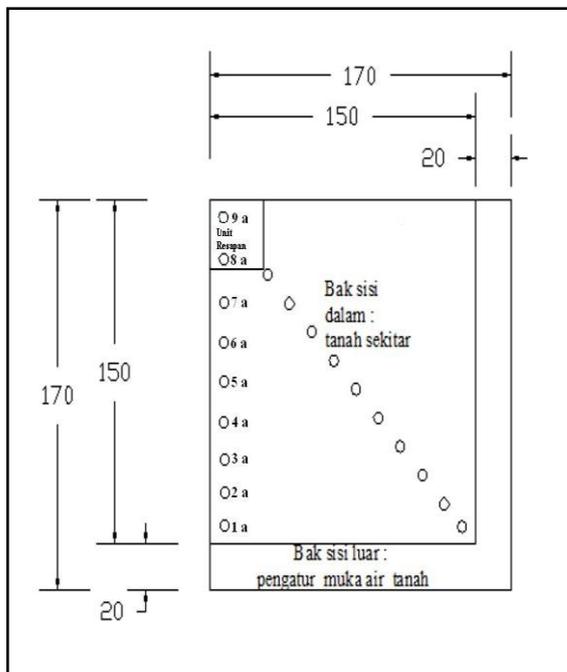
Desain model infiltrasi mengacu pada skema aliran pada unit resapan dari lahan pemukiman. Skema penelitian dan desain serta tampang model infiltrasi dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3.

TABEL 1. Derajat curah hujan dan intensitas curah Hujan

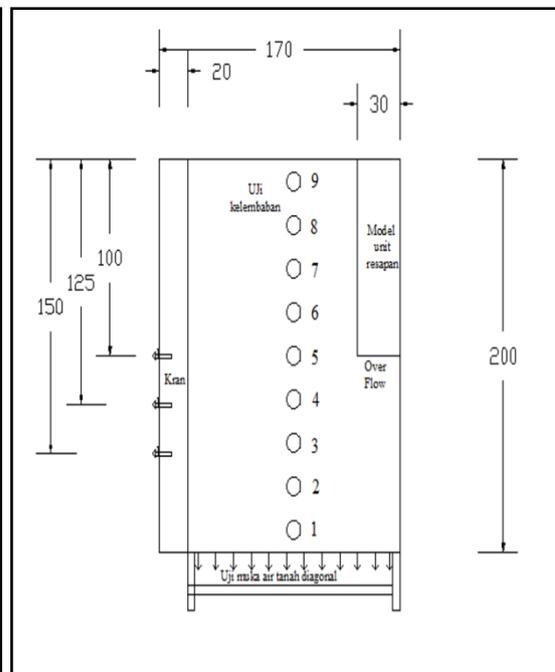
Derajat hujan	Intensitas curah hujan (mm/menit)		Kondisi
	1 jam	24 jam	
Hujan sangat ringan	< 1	< 5	Tanah agak basah atau dibasahi sedikit.
Hujan ringan	1 – 5	5 - 20	Tanah menjadi basah semuanya, tetapi sulit membuat puddel
Hujan normal	5 - 10	20 - 50	Dapat dibuat puddel dan bunyi curah hujan kedengaran.
Hujan lebat	10 - 20	50 - 100	Air tergenang di seluruh permukaan tanah dan bunyi keras hujan kedengaran dari genangan.
Hujan sangat lebat	>20	>100	Hujan seperti ditumpahkan, saluran dan drainasi meluap.



GAMBAR 1. Skematik aliran pada unit resapan dari lahan pemukiman



GAMBAR 2. Skema tampak atas tanah sekitar dan model unit resapan



GAMBAR 3. Tampak sisi

Model unit sumur resapan air dibuat dari kotak berukuran total  $170 \times 170 \times 200 \text{ cm}^3$ . Model ini dibagi menjadi tiga ruang Ruang pertama

berukuran  $150 \times 150 \times 200 \text{ cm}^3$ , yang diisi dengan media tanah pasir setebal 90 cm. Ruang kedua berukuran  $170 \times 20 \times 200 \text{ cm}^3$  yang digunakan

untuk mengontrol ketinggian muka air tanah. Ruang ketiga digunakan untuk sumur resapan yang berukuran 30x30x100 cm<sup>3</sup>.

Untuk pengambilan data kelembaban tanah, pada kedua sisi samping model, masing-masing terdapat 9 titik lubang yang berdiameter 5 cm, dengan jarak tiap lubang 20 cm. Untuk pengambilan data kenaikan muka air tanah terdapat 21 titik lubang yang tersambung dengan selang pengukur (12 titik arah diagonal dan 9 titik arah horizontal).

#### Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Pemasukan media tanah ke dalam model. Agar lubang pemantau kenaikan muka air tanah tidak tersumbat maka sebelum tanah dimasukkan terlebih dahulu dilapisi dengan ijuk.
2. Menguji kepadatan tanah di laboratorium dengan metode *Sand Cone* setiap ketinggian 50 cm tanah timbunan.
3. Permukaan tanah diatur kemiringannya sebesar 6,67% (sepanjang 1,5 m, sisi terjauh dari Model Unit Resapan (MUR) lebih tinggi 10 cm).
4. Air dimasukkan ke dalam tanah hingga Muka Air Tanah (MAT) mula-mula terletak pada -100 cm dari permukaan tanah.
5. Sebelum hujan diturunkan diambil terlebih dahulu data awal kelembaban tanah dan sampel media tanah untuk pengujian kadar air tanah. Kemudian hujan diturunkan

dengan menggunakan *rainfall simulator*, dengan intensitas hujan 140 mm/jam (sangat deras) selama 2 jam.

6. Data kelembaban tanah pada kedua sisi dan perubahan muka air tanah diambil setiap 10 menit selama hujan turun. Kelembaban di permukaan juga diukur di awal, tengah dan akhir durasi hujan.

#### Variasi Pengujian

Dalam penelitian ini dilakukan 3 variasi pengujian, yaitu :

1. Pengujian pertama menggunakan media tanpa Model Unit Resapan (MUR).
2. Pengujian kedua menggunakan media sumur kosong.
3. Pengujian ketiga menggunakan media dengan MUR.

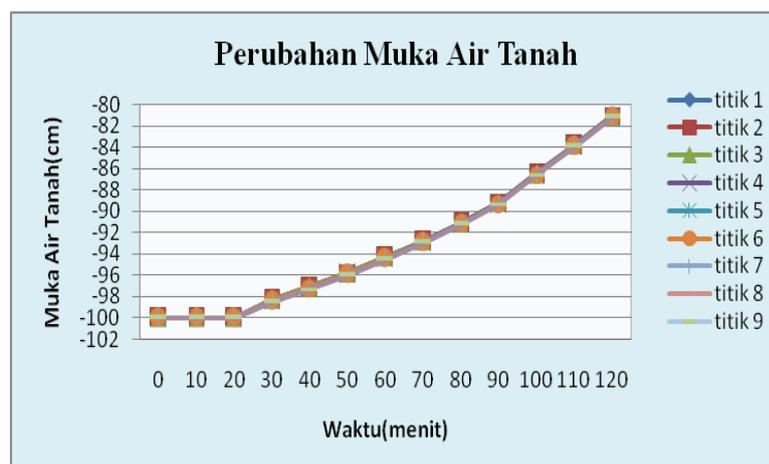
#### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Lahar Sabo Yogyakarta, dengan menggunakan *Rainfall Simulator*.

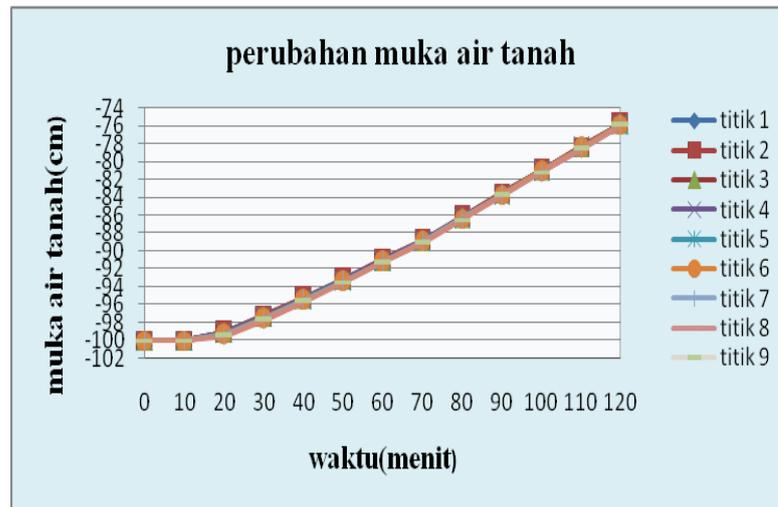
#### HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Hubungan Antara Perubahan Muka Air Tanah dan Waktu

Hasil dari 3 variasi pengujian dapat dilihat pada Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6.



GAMBAR 4. Hubungan antara perubahan muka air tanah dan waktu pada media tanpa MUR



GAMBAR 5. Hubungan antara perubahan muka air tanah dan waktu pada media sumur kosong



GAMBAR 6. Hubungan antara perubahan muka air tanah dan waktu pada media MUR

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa pada awal hujan, air hujan yang jatuh pada model unit resapan belum dapat terinfiltrasi dengan baik oleh tanah. Hal ini disebabkan karena permukaan tanah yang masih kering belum dapat menyerap sebagian air hujan dengan baik. Perubahan muka air tanah terjadi pada menit ke-30 yang artinya proses infiltrasi baru terjadi setelah menit ke-30 sebesar -98,3 cm, dan perubahan muka air tanah berangsur-angsur mengalami kenaikan sampai menit ke-120. Infiltrasi akan mengalami penurunan apabila pori-pori tanah sudah terisi oleh air.

Pada Gambar 5 proses infiltrasi terjadi pada menit ke-20. Perubahan muka air tanah berangsur-angsur mengalami kenaikan. Kenaikan muka air tanah tertinggi mencapai sebesar -99 cm pada menit ke-120.

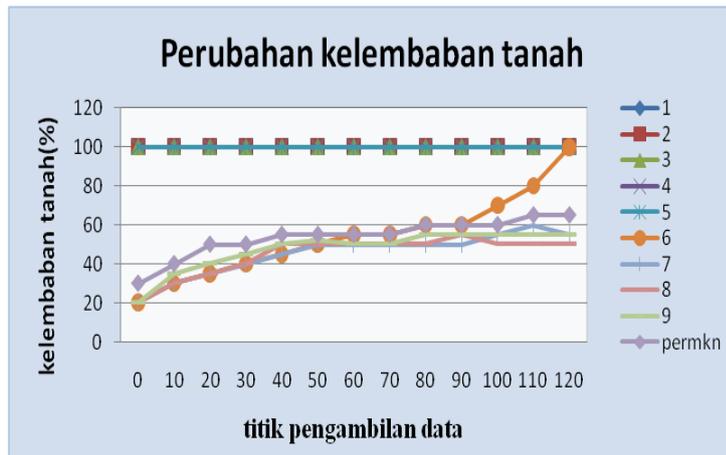
Pada Gambar 6, ketika hujan diturunkan didapat perubahan muka air tanah setelah menit

ke-20 sebesar -98,6 cm yang artinya perubahan muka air tanah didapat secara berangsur-angsur hingga mengalami kenaikan sampai menit ke-120.

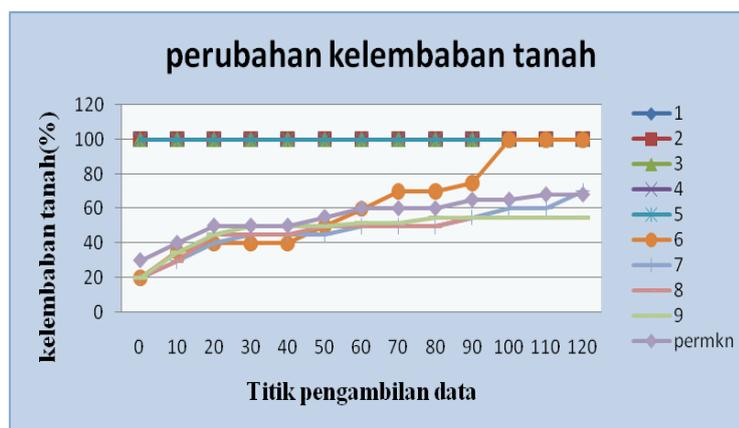
#### *Hubungan Antara Kelembaban Tanah dan Waktu*

Untuk mengetahui laju infiltrasi dapat dilihat dari data kelembaban tanah. Data kelembaban tanah diambil setiap 10 menit pada 9 titik lubang kelembaban dan permukaan tanah. Alat untuk mengukur kelembaban tanah menggunakan *tester soil* dan pengukur waktu menggunakan *stopwatch*.

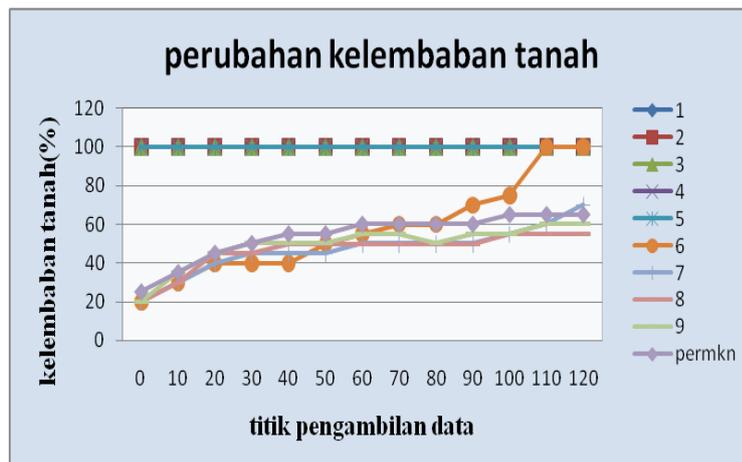
Hasil dari 3 variasi pengujian dapat dilihat pada Gambar 7, Gambar 8 dan Gambar 9.



GAMBAR 7. Hubungan antara kelembaban tanah dan waktu pada media tanpa MUR



GAMBAR 8 Hubungan antara kelembaban tanah terhadap waktu pada media sumur kosong



GAMBAR 9. Hubungan antara kelembaban tanah terhadap waktu pada media MUR

Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa kondisi permukaan yang kering dan tidak adanya sumur resapan membuat laju infiltrasi sangat lambat, terlihat dari kelembaban tanah di titik 6 baru mengalami kenaikan yang signifikan pada menit ke-80 hingga mengalami kejenuhan pada menit ke-110.

Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa dengan kondisi hujan yang sama, kelembaban tanah mengalami kejenuhan di titik 6 pada menit ke-60, hingga mengalami kejenuhan sampai di menit ke-100 dan seterusnya.

Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa dengan kondisi hujan yang sama pada pengujian ini, kelembaban tanah mengalami kejenuhan di titik

6 pada menit ke-60, hingga mengalami kejenuhan pada menit ke-100 dan seterusnya.

#### *Efisiensi Model Unit Resapan*

Pada penelitian ini kemampuan atau efisiensi model infiltrasi sederhana dalam mengurangi limpasan permukaan akibat hujan sangat deras diindikasikan oleh adanya selisih antara tingginya kenaikan muka air tanah pada pengujian tanpa MUR dibandingkan dengan pengujian menggunakan MUR.

Untuk mengetahui jumlah air yang terinfiltrasi ke dalam tanah, terlebih dahulu diketahui volume hujan. Dengan menggunakan Intensitas hujan ( $I$ ) 0,14 m/jam, luas area ( $A$ ) 2,25 m<sup>2</sup>, dan durasi hujan ( $t$ ) selama 2 jam, maka volume hujan dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} V &= I \times A \times t \\ &= 0,14 \text{ m/jam} \times 2,25 \text{ m}^2 \times 2 \text{ jam} \\ &= 0,63 \text{ m}^3 = 630 \text{ liter} \end{aligned}$$

Volume hujan sama dengan volume air hujan yang terinfiltrasi dan dari perhitungan dapat diketahui selama 120 menit sebesar 630 liter pada ketiga pengujian.

Banyaknya jumlah air hujan yang tertampung pada Model Unit Resapan (MUR) sebagian akan langsung meresap ke dalam tanah dan sebagian lagi tertahan di atas permukaan tanah sebagai genangan. Bagian yang tertahan di atas permukaan tanah perlahan-lahan berkurang sebagai proses infiltrasi.

Persentase dihitung tiap satuan waktu dengan cara perbandingan antara kenaikan muka air tanah dan nilai total kenaikan muka air tanah yang terjadi kemudian dikalikan 100%.

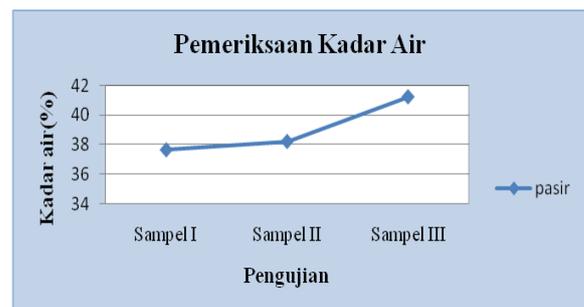
Kenaikan muka air tanah dan nilai total kenaikan muka air tanah selama hujan terjadi merupakan data utama untuk menghitung persentase efisiensi model sumur resapan. Data nilai total debit limpasan dan volume air hujan yang terinfiltrasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan adanya model unit resapan, nilai efisiensi model infiltrasi mampu menaikkan muka air tanah sebesar 3,6%.

#### *Kehandalan Model Unit Resapan Buatan*

Dari model unit resapan buatan yang dibuat pada jangka waktu tertentu jika dipakai terus menerus maka sudah tidak efektif lagi. Karena jika air yang meresap ke dalam model unit resapan tersebut terlalu banyak dan sering, maka tanah akan menjadi jenuh air dan tidak akan meresapkan air dengan cepat. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kehandalan unit resapan adalah nilai kelembaban tanah. Banyaknya air dalam tanah pada suatu keadaan tertentu disebut tetapan kelembaban tanah dan digunakan untuk menentukan sifat menahan air dari tanah.

Dalam pengujian ini dilakukan pengujian kadar air dalam tanah pada ketiga variasi media, seperti yang ditampilkan pada Gambar 10.



GAMBAR 10. Pemeriksaan kadar air sampel ketiga media

Dari Gambar 10 dapat diketahui bahwa pada ketiga media tersebut, pemeriksaan kadar air pada sampel pasir mulai dari pengujian 1,2 dan 3 terus mengalami peningkatan jumlah kadar air. Hasil pemeriksaan kadar air menunjukkan bahwa kemampuan atau daya resap dari pasir untuk menyimpan air cukup baik.

TABEL 2. Data durasi hujan, nilai total kenaikan MAT, kenaikan MAT dan nilai persentase tiap pengujian

Uji	Durasi Hujan (menit)	Nilai Total Kenaikan MAT (cm)	Kenaikan MAT (cm)	Persentase (%)
I	120	100	18,8	18,8
II	120	100	22,4	22,4
III	120	100	24	24

## KESIMPULAN

1. Perubahan muka air tanah terjadi pada menit ke-120, pada pengujian I hanya mencapai -81,2 cm, pengujian II mencapai -76 cm, dan pada pengujian III kenaikan muka air tanah mencapai -77,6 cm.
2. Pada pengujian I Kelembaban tanah mengalami kejenuhan pada menit ke-110, pengujian II kelembaban tanah mengalami kenaikan pada menit ke-70 dan kejenuhan yang lebih cepat yaitu pada menit ke-90, sedangkan pada pengujian III kelembaban tanah mengalami kenaikan pada menit ke-70 hingga mengalami kejenuhan di menit ke-100.
3. Dalam ketiga pengujian ini masing-masing menggunakan intensitas hujan (I) sebesar 0,14 m/jam, luas area (A) 2,25 m<sup>2</sup>, dan durasi hujan (t) selama 2 jam yang sama. Dari data tersebut diperoleh Volume hujan sebesar 630 liter. Efisiensi Model Unit Resapan diperoleh dari tiap persentase kenaikan muka air tanah, pada pengujian I diperoleh nilai persentase kenaikan muka air tanah sebesar 18,8%, pengujian II diperoleh nilai persentase sebesar 22,4%, dan pada pengujian III diperoleh nilai persentase kenaikan muka air tanah sebesar 24%. Dari ketiga persentase pengujian

dapat disimpulkan nilai efisiensi Model Unit Resapan sebesar 3,6%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay (2007). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Soemarto, C.D. (1999). *Hidrologi Teknik*, Jakarta: Erlangga.

## PENULIS:

Burhan Barid✉

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul 55183, Yogyakarta.

✉Email: bhan0709@yahoo.com

Wahyunika Sari

Alumni Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul 55183, Yogyakarta.