



Insitu Permeability Constand Head Untuk Menentukan Daya Resap Air Dan Sumur Resapan Di Desa Sukolilo Kecamatan Jabung Kabupaten Malang

Azizah Rokhmawati¹, Rahmawati²

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Malang

²Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Malang,

³Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Malang

azizah.rachmawati@unisma.ac.id

Abstrak

Sumur resapan adalah salah satu rekayasa teknik konservasi air, berupa bangunan yang dibuat sedemikian rupa sehingga menyerupai bentuk sumur gali dengan kedalaman tertentu yang berfungsi sebagai tempat menampung air hujan yang jatuh di atas atap rumah atau lahan terbuka dan meresapkannya ke dalam tanah. Ada beberapa metode untuk mendimensi sumur resapan, antara lain metode Sunjoto (1988). Sunjoto membangun konsep bahwa volume air yang masuk dapat dihitung berdasarkan keseimbangan antara air yang masuk ke dalam sumur dan air yang meresap ke dalam tanah. Air yang meresap ke dalam tanah dapat di hitung dari penurunan tinggi muka air tanah (H) terhadap waktu yang dibutuhkan untuk meresapkan air ke dalam tanah (t). Untuk mencapai keseimbangan volume air yang masuk dan keluar maka bentuk dasar sumur resapan dibuat mencapai lapisan tanah yang porous agar air cepat meresap ke dalam tanah. Salah satu untuk mengetahui daya resap air yakni dengan penelitian insitu permeability constand head.

Hasil dari penelitian ini perlapisan jenis tanah terdiri dari tanah kepasiran, lanau kepasiran serta lanau kelembungan. Nilai permeabilitas (K) untuk L=0,30 m adalah 7,38 cm/jam, L= 0,70 dengan peresapan sangat cepat yakni 10,728 cm/jam, serta L=1,00 m dengan nilai 9,612 cm/jam. Nilai debit resap (Q₀) terhadap kedalaman saluran dan waktu (T) menunjukkan nilai Determinasi (R²) yang semakin meningkat pada sumur resapan 1 yakni 0,70 %, sumur resapan 2 sebesar 0,89 % dan sumur resapan 3 sebesar 0,94 %. Nilai determinasi (R²) pada kedua faktor geometrik dengan K constand head menunjukkan hasil yang maksimal yakni 90%.

Kata kunci: Daya resap air (Q₀), Faktor geometrik (F), insitu permeability constand head, sumur resapan, auger boring.

1. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk dan pembangunan yang begitu cepat telah menyebabkan perubahan tata guna lahan. Banyak lahan-lahan yang semula berupa lahan terbuka atau hutan berubah menjadi areal permukiman atau industri. Hal ini tidak hanya terjadi di kawasan perkotaan, namun sudah merambah ke kawasan budidaya dan kawasan lindung, yang berfungsi sebagai daerah resapan air. Dampak dari perubahan tata guna lahan tersebut adalah meningkatnya aliran permukaan langsung sekaligus menurunnya air yang meresap ke dalam tanah. Salah satu upaya untuk meningkatkan kemampuan tanah meresapkan air hujan yaitu melalui pembuatan sumur resapan.

Sumur resapan adalah salah satu rekayasa teknik konservasi air, berupa bangunan yang dibuat sedemikian rupa sehingga menyerupai bentuk sumur gali dengan kedalaman tertentu yang berfungsi sebagai tempat menampung air hujan yang jatuh di atas atap rumah atau lahan terbuka dan meresapkannya ke dalam tanah. Ada beberapa metode untuk mendimensi sumur resapan, antara lain metode Sunjoto (1988). Sunjoto membangun konsep bahwa volume air yang masuk dapat dihitung berdasarkan keseimbangan antara air yang masuk ke dalam sumur

dan air yang meresap kedalam tanah. Air yang meresap ke dalam tanah dapat di hitung dari penurunan tinggi muka air tanah (H) terhadap waktu yang dibutuhkan untuk meresapkan air ke dalam tanah (t). Untuk mencapai keseimbangan volume air yang masuk dan keluar maka bentuk dasar sumur resapan dibuat mencapai lapisan tanah yang porus agar air cepat meresap ke dalam tanah.

Selain itu, beberapa variabel yang menentukan dalam proses peresapan antara lain: debit air yang masuk ke dalam sumur (Q_0), koefisien permeabilitas tanah (K), durasi dominan hujan (t) serta faktor geometrik (F). Proses peresapan air dalam sumur resapan tergantung pada bidang resap yakni nilai permeabilitas tanah porus (K) , debit tampungan (Q), Volume tampungan (V) serta tinggi tekan (H).

Dalam penelitian ini, akan diketahui bagaimana cara kerja Insitu Permeability constant head di lokasi yang ditinjau yaitu di Desa Sukolilo, Kecamatan Jabung Kabupaten Malang.

2. Metode

Metode untuk mendimensi sumur resapan menurut Sunjoto (1988) adalah berdasarkan penelitian dari Forcheimer 1930 yang menggunakan percobaan dengan Auger hole dan lubang yang diberi casing dan diisi air dan dihitng $Q_i = 0$ untuk mendapatkan koefisien permeabilitas tanah (K), pengukuran ini tidak memperhitungkan perbedaan waktu pengukuran dari awal sampai akhir sehingga harga K akan berbeda hasilnya dengan data yang sama tapi durasi yang berbeda. Hal ini karena kondisi masih unsteady flow condition sedangkan formulanya untuk steady flow condition.

2.1. Uji Permeabilitas di Lapangan (In situ Permeability)

Uji kelulusan air di lapangan dapat dilakukan pada tanah asli (dan batuan) dengan beberapa metode, termasuk tinggi tekan turun sederhana, packer (uji bertekanan), pemompaan dengan Auger boring (kondisi surut), uji slug (impul dinamik), dan uji disipasi.(Pd T-04-2005-A).

2.2. Metode insitu permeability Constan Head

Tujuan dari pengujian ini untuk mendapatkan nilai permeabilitas (K) atau tingkat kelulusan terhadap air tanah yang selanjutnya akan dibangun sebagai lokasi sumur resapan. Lubang bor untuk uji kelulusan air harus dibor dengan menggunakan hanya air jernih sebagai pembilas. Hal ini akan mengakibatkan formasi lumpur pada dinding lubang atau penyumbatan pori tanah oleh lumpur bor. Pengujian ini dilakukan dengan selang seling, sama seperti pemasukan lubang bor. Jika lubang bor mencapai tingkat uji yang diinginkan, lubang dibersihkan dengan pengurusan menggunakan air jernih yang dipompa melalui alat bor dengan pancaran yang terlindung atau yang dibelokkan keatas.

Metode insitu permeability constant head, dalam penelitian ini selain menggunakan auger boring untuk pengeboran ke dalam tanah, diperlukan juga sebuah bak kaca sebagai penampung air untuk mendapatkan penurunan debit air dalam kondisi konstan

1. Bahan dan Alat

- a. Bor jenis Jarret diameter 10 cm dengan mata bor berbentuk spiral

Live and Applied Science, Volume 2

- b. Bor jenis iwan diameter 10 cm dengan mata bor berbentuk helical
 - c. Kepala pengambil contoh 6,8 cm lengkap dengan peralatan kunci
 - d. Tabung contoh ukuran diameter 6,8 cm dengan panjang 40 cm
 - e. Satu set stang bor
 - f. Pemutar stang bor
 - g. Satu set pipa pelindung (casing) dengan sepatu dan dongkrak pencabut
 - h. Tandon sebagai sumber air
 - i. Bak kaca ukur ukuran 40x40x30 cm sebagai pengatur constan debit air
 - j. Meja tempat bak kaca
 - k. Slang air sebagai pengalir alir
 - l. Stop kran sebagai pengatur debit
 - m. Stopwatch
 - n. Meteran
 - o. Seperangkat alat tulis
2. Proses jalannya penelitian di lapangan
- a. Persiapkan semua alat untuk insitu permeability constand head
 - b. Lakukan pengeboran sampai kedalaman yang telah ditentukan, yakni kedalaman casing 1,0 m dan kedalaman porus terbagi menjadi 3 yakni: 0,30 m, 0,70 m dan 1,00 m
 - c. Masukkan pipa pvc sebagai pelindung (casing) sampai kedalaman 1,0 m
 - d. Atur dan seting alat uji
 - e. Langkah-langkah penelitian:
 - f. Masukkan air kedalam bak ukur sampai penuh
 - g. Atur debit rencana yang kita inginkan
 - h. Masukkan air sesuai debit konstan ke dalam sumur sampai penuh selama 3 kali percobaan setiap kedalaman porus 0,30 m, 0,70 m dan 1,00 m.
 - i. Ukur dan catat tinggi penurunan muka air pada bak ukur
 - j. Catat waktu pengukuran saat sumur penuh



Gambar 1. Alat Auger Boring dan Pengukurann Insitu Permeability Constan Head.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perlapisan Jenis Tanah di Daerah Penelitian

Dalam penelitian pendahuluan, terlebih dahulu diadakan pengujian dan pengeboran untuk mencari perlapisan jenis tanah di lokasi pembuatan sumur resapan. Dengan alau auger boring maka di dapatkan sampel jenis tanah dan bisa diamati secara visual dan mendapatkan sistem perlapisan jenis tanah di daerah penelitian yakni di Desa Sukolilo -Kecamatan Jabung Kabupaten Malang yang di deskripsikan secara visual seperti Tabel 1. dibawah ini:

Tabel-1. Sistem perlapisan Jenis Tanah di daerah penelitian.

No	Kedalaman tanah m	Jenis Tanah
1	0.30 – 0.50 m	Kepasiran
2	0.50 - 1.00 m	Lanau kepasiran
3	1.00 – 1.44 m	Lanau Kelempungan
4	1.44 – 2.00 m	Lanau Kelempungan
5	2.00 – 2.65 m	Lanau berliat coklat tua

3.2. Nilai Faktor Geometrik (F) dengan K Constand Head untuk berbagai Sumur Resapan

Untuk mencari nilai permeabilitas metode constand head. Pengeboran kedalam tanah dilakukan dengan alat Auger boring. Pengambilan sampel data dan Analisa dilakukan dengan menggunakan bak kaca sebagai penampung air untuk mendapatkan penurunan debit air dalam kondisi konstan. Bak kaca berukuran 0,30 x 0,40 cm dipakai sebagai bak kontrol untuk mengalirkan air dari pipa ke dalam lubang auger. Air dimasukkan dalam bak kontrol sampai

penyempurnaan. Atur debit rencana yang kita inginkan, kemudian kita masukkan air sesuai debit konstan ke dalam sumur sampai penuh. Ukur dan catat tinggi penurunan muka air pada bak ukur. Cara ini kita lakukan sebanyak 3 kali percobaan di setiap kedalaman sesuai dengan variasi penelitian. Yakni kita lakukan di setiap kedalaman poros atau L untuk 0,3 m, 0,7 m dan 1,0 m. Analisa penelitian yang didapatkan adalah nilai permeabilitas atau K.

Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini adalah disesuaikan dengan variasi ketinggian dinding poros dan jari-jari sumur resapan. Nilai Permeabilitas (K) untuk L = 0,3 m adalah 0,00205 cm/det. Untuk L = 0,7 m adalah 0,00298 cm/det sedangkan nilai permeabilitas untuk L = 1 m adalah 0,00267 cm/det.

Faktor geometrik lapangan atau F didapatkan dengan cara menggunakan rumus yakni $Q = FK.H$ sehingga $F = Q / K.H$. Untuk nilai permeabilitas yang dipakai adalah menggunakan hasil nilai permeabilitas lapangan K konstant head.

Hasil nilai faktor geometrik F dengan K konstant head disajikan dalam Tabel 1 untuk nilai L = 0,3 m dan Tabel 2. dan Tabel 3. untuk nilai L = 0,7 m dan L = 1 m.

Tabel-1. Hasil Faktor Geometrik (F) Sumur resapan dengan K konstant head untuk L = 0,3 m

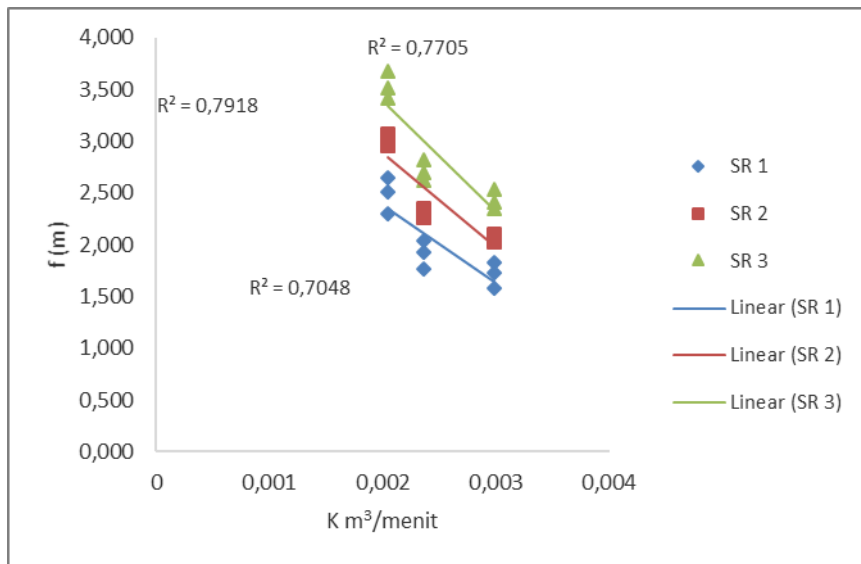
Sumur Resapan	R (m)	L (m)	H (m)	K (cm/det)	Qi m ³ /det	F m
Sumur Resapan 1	0,3	0,3	1,3	0,00205	0,00707	2,65103
	0,3	0,3	1,3	0,00205	0,00668	2,50643
	0,3	0,3	1,3	0,00205	0,00612	2,29756
Sumur Resapan 2	0,4	0,3	1,3	0,00205	0,00816	3,06341
	0,4	0,3	1,3	0,00205	0,00806	3,02559
	0,4	0,3	1,3	0,00205	0,00787	2,95269
Sumur Resapan 3	0,5	0,3	1,3	0,00205	0,00981	3,68199
	0,5	0,3	1,3	0,00205	0,00936	3,51309
	0,5	0,3	1,3	0,00205	0,00911	3,41899

Tabel-2. Hasil Faktor Geometrik (F) Sumur resapan dengan K konstant head untuk

Sumur Resapan	R (m)	L (m)	H (m)	K (cm/det)	Qi m ³ /det	F m
Sumur Resapan 1	0,3	0,7	1,7	0,00298	0,00924	1,82370
	0,3	0,7	1,7	0,00298	0,00873	1,72422
	0,3	0,7	1,7	0,00298	0,00801	1,58054
Sumur Resapan 2	0,4	0,7	1,7	0,00298	0,01068	2,10738
	0,4	0,7	1,7	0,00298	0,01054	2,08137
	0,4	0,7	1,7	0,00298	0,01029	2,03121
Sumur Resapan 3	0,5	0,7	1,7	0,00298	0,01283	2,53291
	0,5	0,7	1,7	0,00298	0,01224	2,41672
	0,5	0,7	1,7	0,00298	0,01192	2,35199

Tabel-3. Hasil Faktor Geometrik (F) Sumur resapan dengan K *constand head* untuk

Sumur Resapan	R (m)	L (m)	H (m)	K (cm/det)	Qi m ³ /det	F m
Sumur Resapan 1	0,3	1,0	2,0	0,00267	0,01087	2,03544
	0,3	1,0	2,0	0,00267	0,01028	1,92441
	0,3	1,0	2,0	0,00267	0,00942	1,76404
Sumur Resapan 2	0,4	1,0	2,0	0,00267	0,01256	2,35206
	0,4	1,0	2,0	0,00267	0,01240	2,32302
	0,4	1,0	2,0	0,00267	0,01211	2,26705
Sumur Resapan 3	0,5	1,0	2,0	0,00267	0,01510	2,82700
	0,5	1,0	2,0	0,00267	0,01440	2,69732
	0,5	1,0	2,0	0,00267	0,01402	2,62507



Gambar 2. Nilai F Constant Hed pada Tinjauan Tinggi Dinding Porus

Dari Gambar 1 diatas, Nilai permeabilitas untuk K dengan metode constand head yang semakin kecil juga menghasilkan nilai Faktor geometrik yang semakin besar. Tinggi dinding porus 0,3 m menjadi faktor yang sangat berpengaruh pada nilai F dengan metode ini. Untuk kedalaman porus 0,7 m dan 1,0 mempunyai nilai F yang hamper sama.

Dapat disimpulkan bahwa dengan metode auger boring baik menggunakan metode constand head head nilai faktor geometrik terbesar terjadi tinggi dinding porus L = 0,3 m sedangkan dengan K teoritik nilai faktor geometrik terbesar terjadi pada tinggi dinding porus L = 0,7 m

3.3. Parameter Statistik Analisis Regresi dan Analisis Variansi (ANOVA)

Sesuai dengan kerangka fikir penelitian, faktor geometrik merupakan salah satu parameter desain untuk variasi tinggi dinding porus dan radius. Parameter statistik analisis regresi dan analisis variansi untuk seluruh parameter desain, yang dilakukan secara bertahap dimulai dari parameter desain dengan koefisien determinasi yang paling kuat. Tahap selanjutnya adalah menggunakan parameter tersebut dengan satu parameter berikutnya

dengan koefisien determinasi di urutan berikutnya. Demikian seterusnya sampai seluruh parameter desain dianalisis.

Analisis regresi dan analisis variansi juga akan kita lakukan pada parameter amatan faktor geometrik dengan K constand head, dengan langkah-langkah perhitungan yang sama akan kita dapatkan parameter statistik analisis regresi dan analisis variansi ANOVA untuk masing-masing sumur, seperti dalam Tabel dibawah ini,

Tabel 4. Parameter Statistik Hasil Analisis Regresi dan ANOVA faktor geometrik dengan K Constand head pada berbagai sumur resapan

Macam Sumur	Parameter amatan	Parameter desain	Statistik Regresi				ANOVA				
			R	R ²	Adj R	Err tot	SS Reg	SS Res	F	F tab	Sig F
Sumur resapan 1	F _{constand}	L	0,85	0,73	0,60	0,11	0,29	0,11	22,07	4,49	0,00
		L,R	0,99	0,99	0,60	0,11	0,38	0,27	4,89	3,40	0,00
		L,R,H	0,99	0,99	0,84	0,19	0,39	0,14	5,86	2,90	0,00
Sumur resapan 2	F _{constand}	L	0,85	0,76	0,61	0,13	0,41	0,14	22,3	4,49	0,00
		L,R	0,99	0,99	0,85	0,17	0,56	0,22	8,84	3,40	0,00
		L,R,H	0,99	0,99	0,83	0,04	0,56	0,13	8,60	2,90	0,00
Sumur resapan 3	F _{constand}	L	0,85	0,73	0,61	0,16	0,57	0,20	22,2	4,49	0,00
		L,R	0,99	0,99	0,85	0,22	0,77	0,36	7,40	3,40	0,00
		L,R,H	0,99	0,99	0,83	0,11	0,77	0,10	21,14	2,90	0,00

Tabel 4. menunjukkan bahwa parameter statistik untuk (R²) pada kedua faktor geometrik dengan K constand head menunjukkan hasil yang maksimal yakni 90%.

4. Kesimpulan

1. Hasil nilai perlapisan jenis tanah di daerah penelitian dengan menggunakan alat Auger boring, di dapatkan perlapisan jenis tanah sebagai berikut:
 - a. Kedalaman 0,30 – 0,50 m = Kepasiran
 - b. Kedalaman 0,50 – 1,00 m = Lanau Kepasiran
 - c. Kedalaman 1,00 – 1,44 m = Lanau Kelempungan
 - d. Kedalaman 1,44 – 2,00 m = Lanau Kelempungan
 - e. Kedalaman 2,00 – 2,65 m = Lanau berliat coklat tua

2. Nilai daya resap atau Q_0 pada sumur resapan menunjukkan nilai yang semakin meningkat dengan semakin besar parameter L (tinggi dinding porus) dan R (radius sumur). Nilai debit peresapan Q_0 yang semakin besar maka nilai faktor geometrik (F) juga semakin besar
 - Untuk $L = 0,3$ m dan $R = 0,3$ m Sumur resapan 1, Q_0 rata-rata = 0,010 m/det
 - $R = 0,4$ m Sumur resapan 2, Q_0 rata-rata = 0,020 m/det
 - $R = 0,5$ m Sumur resapan 3, Q_0 rata-rata = 0,021 m/det
 - Untuk $L = 0,7$ m dan $R = 0,3$ m Sumur resapan 1, Q_0 rata-rata = 0,028 m/det
 - $R = 0,4$ m Sumur resapan 2, Q_0 rata-rata = 0,036 m/det
 - $R = 0,5$ m Sumur resapan 3, Q_0 rata-rata = 0,037 m/det
 - Untuk $L = 0,7$ m dan $R = 0,3$ m Sumur resapan 1, Q_0 rata-rata = 0,047 m/det
 - $R = 0,4$ m Sumur resapan 2, Q_0 rata-rata = 0,043 m/det
 - $R = 0,5$ m Sumur resapan 3, Q_0 rata-rata = 0,056 m/det
3. Hasil Analisa debit resap (Q_0) terhadap kedalaman saluran dan waktu (T) menunjukkan nilai Determinasi (R^2) yang semakin meningkat pada sumur resapan 1 yakni 0,70 %, sumur resapan 2 sebesar 0,89 % dan sumur resapan 3 sebesar 0,94 %
4. Hasil parameter statistik untuk (R^2) pada kedua faktor geometrik dengan K constant head menunjukkan hasil yang maksimal yakni 90%,

Daftar Rujukan

- ASTM, Designation: D 1452 – 80 (2000). Standard Practice for Soil Investigation and Sampling by Auger Borings. United States.
- A. Rifa'i, Y. Takeshita, M. Komatsu (2015). Development of In Situ Permeability Test Using Constant Discharge Method for Sandy Soils. International journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering Vol : 9, No.11 2015
- Aravin ,VE., Numerov, S.N. 1965. Theory of fluid Flow in Undeformable Porous Media, Translated from Russian, Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem.
- Chapuis, R.P. 1989. Shape Factor for Permeability Test in Boreholes and Piezometers
- Christopher J. Neville and Jeffrey M. Markle (2000). Interpretation of Constant-Head tests: Rigorous and Approximate. Montreal, Quebec. First Joint IAH-CNC/CGS Groundwater Specialty Conference
- Departemen PU (1990). Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan
- Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan. Bandung. Yayasan LPMB.
- Department of Transportation Engineering Service Center. 1998. Method Of Test For Permeability Of Soils. California: State of California.
- Ernest. L.F. 1950. A New formula for Calculation of the Permeability Factor with the Auger Hole Method. Cornell Univ. Ithaca. New York.
- Kirkham. D. 1955. Measurement of the Hydraulic Conductivity of Soil in Place. Symposium of Permeability of Soil. Am. Soc. for Testing Materials. Spec. Technology Publikasi No. 163

- Kusnaedi (2011), Sumur Resapan untuk Pemukiman Perkotaan dan Pedesaan), Jakarta: Penebar Swadaya.
- SNI.2411:2008.Cara Uji Kelulusan Air di Lapangan.Jakarta.Badan Standarisasi Nasional.
- Suhardjono, 2013.Drainase Perkotaan, Malang: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Suripin, 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Sunjoto,S.1988. Optimasi Sumur Resapan Sebagai Salah Satu Pencegahan Intrusi Air laut.Pros.Seminar PAU-IT-UGM .Yogyakarta.