

MODEL SUMUR RESAPAN DENGAN PERESAPAN DASAR RATA DI DESA SUKOLILO KECAMATAN JABUNG - KABUPATEN MALANG

Moh. Bagus Fahmi, Eko Noerhayati, Azizah Rachmawati
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
Jalan MT. Haryono 193 Malang
Email: mbagusfami@gmail.com

ABSTRAKSI

Desa Sukolilo Kecamatan Jabung adalah salah satu daerah yang terletak di Kabupaten Malang yang merupakan salah satu daerah dengan jumlah penduduk yang padat. faktor yang mempengaruhi kepadatan penduduk salah satunya adalah Perkembangan perumahan. Dampak dari perubahan alih fungsi dari sawah ke perumahan atau pemukiman mengurangi daerah resapan air. Permasalahan yang timbul adalah limpasan air hujan dari perumahan atau pemukiman langsung dialirkan menuju saluran drainase tanpa meresapkannya terlebih dahulu ketika musim hujan. penurunan muka air tanah akan sangat terasa ketika musim kemarau, karna mayoritas masyarakat masih menggunakan sumur tanah. maka dari itu perlu dilakukan suatu kajian efektifitas dan model sumur resapan dengan peresapan dasar rata. Metode yang digunakan adalah metode *falling head* pada 3 model sumur resapan yang direncanakan dengan dimensi 0,6m, 0,8m dan 1,0m dan sama-sama memiliki kedalaman $H=1,3$ m, memakai buis beton tinggi 1,0 m dan dinding porus 0,3 m . Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai permeabilitas lapangan dengan penyelidikan *auger boring*, nilai debit banjir kala ulang, kemampuan resap sumur resapan terhadap debit banjir dan perbandingan nilai faktor geometrik F lapangan dan F Sunjoto. Hasil penelitian dan kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah nilai permeabilitas pada kedalaman 1,3 m sebesar $K = 0,00235$ m/det. Sumur resapan $d=0,6$ m mampu menampung debit banjir kala ulang 5 tahun, sumur resapan $d=0,8$ m mampu menampung debit banjir kala ulang 10 tahun, dan sumur resapan $d=1,0$ m mampu menampung debit banjir kala ulang 25 tahun. Faktor geometrik lapangan menunjukkan nilai F lapangan lebih besar dari pada F Sunjoto dengan nilai perbandingan sumur resapan $d=0,6$ m memiliki nilai perbandingan 0,90 %, sumur resapan $d=0,8$ m memiliki nilai perbandingan 0,54 % dan sumur resapan $d=1,0$ m memiliki nilai perbandingan 0,79 %, dimana F lapangan lebih besar dari F Sunjoto.

Kata Kunci : *Sumur Resapan, Permeabilitas Lapangan, Faktor Geometrik Lapangan*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kecamatan Jabung adalah salah satu kecamatan yang terletak di Kabupaten Malang yang merupakan salah satu daerah dengan jumlah penduduk yang padat. faktor yang mempengaruhi kepadatan penduduk salah satunya adalah Perkembangan perumahan. Dampak dari perubahan alih fungsi dari sawah ke perumahan atau pemukiman mengurangi daerah resapan air. Permasalahan yang timbul adalah limpasan air hujan dari perumahan atau pemukiman langsung dialirkan menuju saluran drainase tanpa meresapkannya terlebih dahulu ketika musim hujan. penurunan muka air tanah akan sangat terasa ketika musim kemarau, karna mayoritas masyarakat masih menggunakan sumur tanah.

Berdasarkan uraian di atas penulis bermaksud melakukan penelitian Kajian Efektifitas dan Model Sumur Resapan Dengan Peresapan Dasar Rata Di Desa Sukolilo Kecamatan Jabung Kabupaten Malang.

Rumusan Masalah

1. Berapakah nilai koefisien permeabilitas tanah di Desa Sukolilo Kecamatan Jabung Kabupaten Malang?
2. Berapakah nilai debit rencana periode 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun dan 50 tahun yang terjadi di Desa Sukolilo Kecamatan Jabung Kabupaten Malang?

3. Bagaimanakah model sumur resapan yang direncanakan di Desa Sukolilo Kecamatan Jabung Kabupaten Malang?
4. Bagaimanakah perbandingan resapan dari ketiga model sumur resapan yang direncanakan di Desa Sukolilo Kecamatan Jabung Kabupaten Malang?
5. Berapakah nilai faktor geometrik dari nilai F sunjoto dan F lapangan di Desa Sukolilo Kecamatan Jabung Kabupaten Malang?

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui nilai koefisien permeabilitas tanah di Desa Sukolilo Kecamatan Jabung Kabupaten Malang.
2. Mengetahui nilai debit rencana periode 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun dan 50 tahun yang terjadi di Desa Sukolilo Kecamatan Jabung Kabupaten Malang.
3. Mengetahui model sumur resapan yang direncanakan sesuai penelitian di Desa Sukolilo Kecamatan Jabung Kabupaten Malang.
4. Mengetahui perbandingan resapan dari ketiga model sumur resapan yang direncanakan di Desa Sukolilo Kecamatan Jabung Kabupaten Malang?
5. Mengetahui nilai faktor geometrik dari nilai F Sunjoto dan F lapangan di Desa Sukolilo Kecamatan Jabung Kabupaten Malang.

TINJAUAN PUSTAKA

Desain Sumur Resapan

Desain sumur resapan ditentukan berdasarkan kedalaman sumur resapan pada luas atap rumah yang berbeda-beda. Beberapa parameter yang digunakan untuk menentukan desain sumur resapan antara lain (Eka Ayu Indramaya, 2013) :

Nilai permeabilitas (K)

Permeabilitas tanah adalah kecepatan daya serap tanah terhadap air. Struktur tanah yang dapat digunakan harus mempunyai nilai permeabilitas tanah $\geq 2,0$ cm/jam = 0,0000056 m/det, (SNI, 2002)

Luas Tangkapan Air Hujan (A)

Luas tangkapan air hujan adalah luas atap salah satu rumah di Desa Sukolilo Kecamatan Jabung Kabupaten Malang.

Intensitas Hujan

Menurut Mononobe intensitas hujan (I) didalam rumus rasional dapat dihitung dengan rumus :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^n$$

Dimana :

- R_{24} = Curah hujan maksimum dalam 1 hari (mm)
 t = waktu konsentrasi hujan (jam), untuk Indonesia 5 – 7 jam
 I = intensitas curah hujan (mm/jam)
 n = tetapan (untuk Indonesia diperkirakan $n = 2/3$)

Debit Rancangan (Q)

Langkah awal yang harus dilakukan yaitu menghitung debit hujan rancangan masing-masing tipe dengan metode rasional :

$$Q = 0,2778 \times C \times I \times A$$

Keterangan :

- Q : Debit saluran (m³/det)
 C : Koefisien Limpasan
 I : Intensitas curah hujan (mm/jam)
 A : Luasan bidang tadah (ha)

Faktor Geometrik

Faktor geometric adalah besaran yang mewakili keliling serta luas tampang sumur, gradien hidrolis, keadaan pelapisan tanah serta kedudukan sumur terhadap pelapisan tersebut serta porositas dinding sumur yang dinyatakan dalam besaran radius. (Sunjoto,(2002))

$$F_{5b} = \frac{2\pi L + 2\pi R \ln 2}{\ln \left\{ \frac{(L+2R)}{R} + \sqrt{\left(\frac{L}{R}\right)^2 + 1} \right\}}$$

Keterangan :

- F : Faktor geometrik (m)
- L : Ketinggian dinding porus (m)
- R : Jari-jari sumur resapan (m)

Dimensi Sumur Resapan

Secara teori, menghitung volume dan efisiensi sumur resapan adalah dengan berdasarkan keseimbangan air yang masuk ke dalam sumur dan air yang meresap ke dalam tanah. Perumusannya dapat ditulis sebagai berikut :

$$Q = F.K.H$$

Dimana :

- Q = debit air masuk (m³/detik)
- F = faktor geometrik (m)
- K = koefisien permeabilitas tanah (cm/detik)
- H = tinggi muka air dalam sumur (m)

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data-data terkait, baik data curah hujan, luas daerah pengaliran, permeabilitas tanah dan debit rencana yang ada di lokasi penelitian. Dari data yang diperoleh, analisis dilakukan untuk merencanakan model sumur resapan di lokasi penelitian.

Lokasi Penelitian

Kabupaten Malang secara astronomis terletak pada 112°17' sampai 112°57' Bujur Timur dan 7°44' sampai 8°26' Lintang Selatan. Batas wilayah administrasi Kabuapten Malang adalah :

1. Sebelah Utara : Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Mojokerto
2. Sebelah Selatan : Samudra Indonesia
3. Sebelah Timur : Kabupaten Probolinggo dan Kabupaten Lumajang

Sebelah Barat : Kabupaten Blitar dan Kabupaten Kediri



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Variasi Penelitian

a. Variasi Debit

Variasi debit penelitian dimana debit rencana yang akan dipakai adalah Q_5 tahun, Q_{10} tahun, Q_{25} tahun dan Q_{50} tahun.

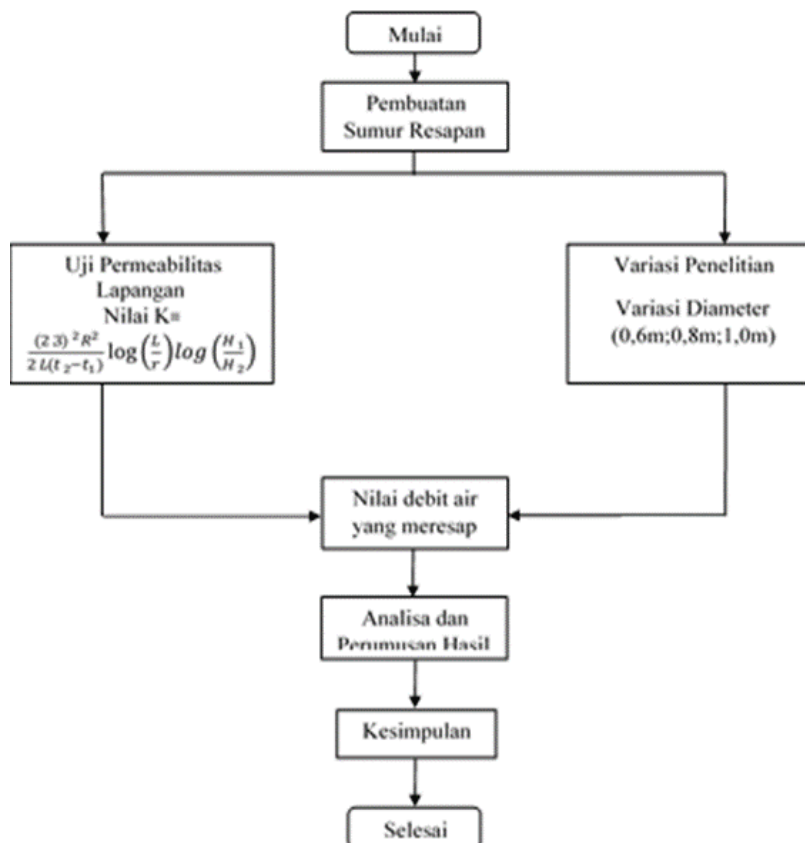
b. Variasi Dimensi Sumur Resapan

Variasi Dimensi Sumur Resapan direncanakan yakni 60 cm, 80,cm dan 100 m.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Pengolahan data hidrologi
- b. Pengambilan data permeabilitas lapangan
- c. Pembuatan sumur dan tandon air
- d. Penyetingan alat
- e. Memasukkan air ke dalam tandon hingga penuh ke dalam sumur resapan selama 3 kali percobaan.
- f. Mengukur tinggi penurunan muka air sumur resapan dengan rentang waktu 3 menit serta 5 menit sampai air di dalam sumur habis teresap ke dalam tanah
- g. Analisa hasil penelitian
- h. Kesimpulan



Gambar 2. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

- c. Kedalaman pengeboran tanah
 - d. Kedalaman casing
 - e. Tinggi casing dari permukaan tanah
 - f. Radius casing (R)
 - g. Raadius lubang (r)
 - h. Tinggi muka air
 - i. Luas permukaan lubang / Area
 - j. Ketinggian dinding porus (L Test)
 - k. Deskripsi lapisan jenis tanah
3. Pengambilan Contoh Tanah
- a. Untuk pengambilan contoh tanah tidak asli, tanah diambil dengan bor tangan, yang diambil adalah contoh dari setiap lapisan yang ditentukan dengan pemeriksaan visual, kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label.
 - b. Untuk pengambilan contoh tanah asli, untuk cara ini dipergunakan tabung contoh ukuran 6,8 cm dan panjang 40 cm. tabung contoh dimasukkan lubang bor dan kemudian ditekan perlahan-lahan sampai mencapai kedalaman 40 cm.
4. Uji *Falling Head* / pencatatan Data H dan t.
- a. Alat dibenamkan ke dalam tanah dan selanjutnya ditarik beserta tanah yang melekat, tanah tersebut diambil untuk diteliti dan dicatat deskripsi lapisan tanahnya setiap 50 cm.
 - b. Alat kembali dimasukkan ke dalam tanah dan kemudian diputar ke bawah.
 - c. Setelah kondisi lubang tidak bisa atau sisi tanahnya tidak mengalami keruntuhan, maka dipasang pipa pelindung atau casing yang berdiameter sedikit lebih besar dari diameter auger.
 - d. Pipa pelindung diisi dengan air yang merembes ke dalam tanah. Tunggu permukaan air sampai konstan atau kondisi tanah disekitarnya jenuh. Setelah jenuh baru dilakukan pengukuran.
 - e. Amati dan catat kecepatan turunnya muka air (H) dalam casing pada interval waktu 5 menit berikutnya. Pengamatan ini dilakukan sampai kecepatan turunnya muka air atau hasil pembacaan sudah cukup untuk menentukan kelulusan air.
5. Hitung nilai K di lapangan

$$K = \frac{(2.3)^2 R^2}{2L(t_2 - t_1)} \log \left(\frac{L}{r} \right) \log \left(\frac{H_1}{H_2} \right)$$

Nilai permeabilitas lapanan yang diperoleh dari hasil penyelidikan bersama tim PT. Indra Karya pada kedalaman tanah 1,3 m adalah $K = 0,00235$ m/det

Debit Banjir Kala Ulang

Perhitungan debit banjir kala ulang yang direncanakan adalah kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun dan 50 tahun. Didapat dari pengolahan data hujan stasiun Abdurrahman Saleh. Dimana luasan daeahnya memakai luasan atap.

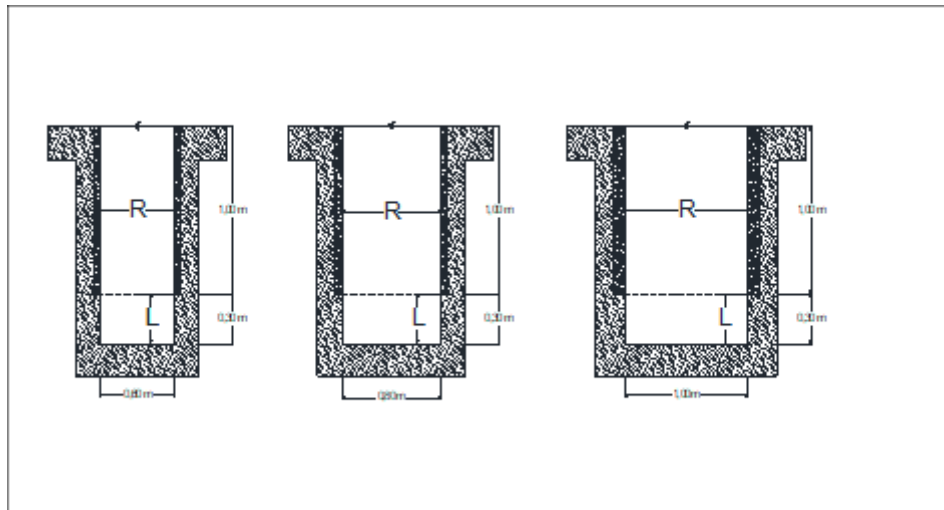
Tabel 1. Debit Banjir Kala Ulang

No	Priode Ulang (tahun)	Luas (ha)	Koefisien C	Intensitas Hujan	Q (m3/det)
		Atap	Atap		
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1	5	0,00930	0,75	22,067	0,0428
2	10	0,00930	0,75	24,477	0,0474
3	25	0,00930	0,75	27,397	0,0531
4	50	0,00930	0,75	31,552	0,0611

(sumber : perhitungan)

Model Sumur Resapan

Model sumur resapan yang direncanakan untuk penelitian ada 3 model, yaitu :
 Sumur resapan 1 dengan dimensi 0,6 m, sumur resapan 2 dengan dimensi 0,8 m dan sumur resapan 3 dengan dimensi 1,0 m. ketiga sum ur tersebut sama-sama memiliki kedalaman $H = 1,3$ m, dengan kedalaman buis beton 1,0 m dan dinding porus $L = 0,3$ m.



Gambar 4. Potongan Sumur Resapan

Data Penelitian Lapangan

Tabel 1. Debit Air Yang Meresap pada Sumur Resapan 1

No	Sumur Resapan 1 (d=0,6m)				
	V	t input	Qi	t resap	Qo
	m3	detik	m3/det	detik	m3/det
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
1	0,36738	52	0,007065	1800	0,000204
2	0,36738	55	0,00668	2340	0,000157
3	0,36738	60	0,006123	2460	0,000149

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 2. Debit Air Yang Meresap pada Sumur Resapan 2

No	Sumur Resapan 2 (d=0,8m)				
	V	T input	Q1	T resap	Qo
	m3	detik	m3/det	detik	m3/det
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
1	0,65312	80	0,008164	1200	0,000544
2	0,65312	81	0,008063	1440	0,000454

Tabel 3. Debit Air Yang Meresap pada Sumur Resapan 3

No	Sumur Resapan 3 (d= 1m)				
	V	t input	Qi	t resap	Qo
	m3	detik	m3/det	detik	m3/det
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
1	1,0205	104	0,009813	1200	0,00085
2	1,0205	109	0,009362	1260	0,00081
3	1,0205	112	0,009112	1500	0,00068

Sumber : hasil perhitungan

Keterangan :

Kolom (a) adalah jumlah ulangan percobaan

Kolom (b) volume sumur resapan

Didapat dari per hitungan

Sumur resapan 1 diameter ; 0,6 m dan H ; 1,3 m

$$V = \pi R^2 H = 3,14 \cdot 0,32 \cdot 1,3$$

$$= 0,36738 \text{ m}^3$$

Kolom (c) adalah waktu pengisian sumur resapan sampai penuh

Kolom (d) adalah debit input, didapat dari perhitungan

$$Q_i = V/t = 0,36738 / 52$$

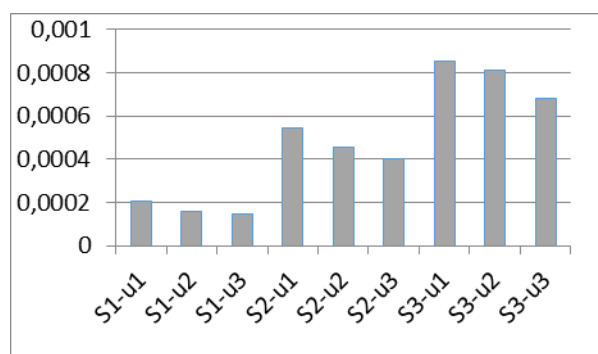
$$= 0,007065 \text{ m}^3/\text{det}$$

Kolom (e) adalah waktu meresap sumur resapan sampai habis

Kolom (f) adalah debit resap, didapat dari perhitungan

$$Q_o = V/t = 0,36738 / 1800$$

$$= 0,000204 \text{ m}^3/\text{det}$$



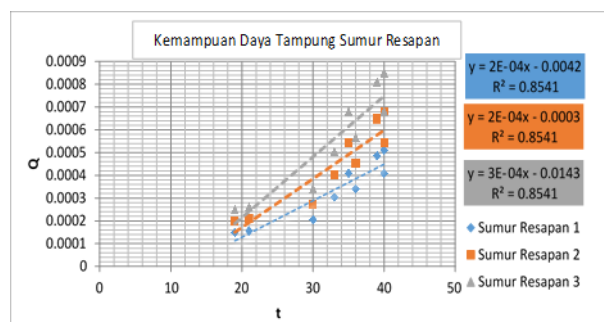
Gambar 5. Grafik Debit Resap ketiga Sumur Resapan ulangan 1,2,3

Dari grafik di atas menunjukkan setiap sumur resapan memiliki penurunan daya resap dari percobaan pertama, kedua dan ketiga. Hal itu terjadi karena tanah mengalami kejenuhan akibat seringnya terjadi proses resapan air.

Sumur resapan 3 memiliki nilai debit resap tertinggi, hal tersebut menunjukkan bahwa dimensi sumur resapan berbanding lurus dengan kemampuan resap sumur resapan tersebut. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa sumur resapan 3 dengan dimensi 100 cm merupakan sumur yang paling efektif dan stabil dibandingkan sumur resapan 1 dan 2.

Debit Banjir yang Ditampung Sumur Resapan

Penampang yang digunakan sumur resapan adalah rata, jika dari penelitian didapat nilai grafik kemampuan daya tamping sumur resapan sebagai berikut :



Gambar 6. Grafik Kemampuan Daya Tampung Sumur Resapan

Sumur Resapan 1 :

$$Q_{\text{resapan}} = 2E-04 t - 0,0042$$

Sumur Resapan 2 :

$$Q_{\text{resapan}} = 2E-04 t - 0,0003$$

Sumur Resapan 3 :

$$Q_{\text{resapan}} = 3E-04 t - 0,0143$$

Berdasarkan penelitian Ir. Van Breen di Indonesia, khususnya di Pulau Jawa, curah Hujan terkonsentrasi selama 4 jam dengan jumlah curah hujan sebesar 90% dari jumlah curah hujan selama 24 jam (Malinda, 2007).

Jadi direncanakan kemampuan daya tampung maksimum sumur resapan selama 4 jam $t = 240$ menit

1. Sumur resapan 1

$$\begin{aligned} Q_{\text{resapan}} &= 2E-04 t - 0,0042 \\ &= 2E-04 (240) - 0,0042 \\ &= 0,0438 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

2. Sumur resapan 2

$$\begin{aligned} Q_{\text{resapan}} &= 2E-04 t - 0,0003 \\ &= 2E-04 (240) - 0,0003 \\ &= 0,0477 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

3. Sumur resapan 3

$$\begin{aligned} Q_{\text{resapan}} &= 3E-04 t - 0,0143 \\ &= 3E-04 (240) - 0,0143 \\ &= 0,0577 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Diketahui debit banjir rencana (input) kala ulang di Desa Sukolilo Kecamatan Jabung Kabupaten Malang sebesar pada Tabel Perhitungan Debit Rencana

Sehingga, debit banjir rencana (output) sebesar :

1. Sumur Resapan 1

$$\begin{aligned} n &= Q_{\text{resapan}} : Q_{\text{input}} \text{ (kala ulang 5 tahun)} \\ &= 0,0438 : 0,0427 \\ &= 1,024 \approx \text{sumur resapan 1 mampu menampung debit banjir kala ulang 5 tahun} \end{aligned}$$

2. Sumur Resapan 2

$$\begin{aligned} n &= Q_{\text{resapan}} : Q_{\text{input}} \text{ (kala ulang 10 tahun)} \\ &= 0,0477 : 0,0474 \\ &= 1,006 \approx \text{sumur resapan 2 mampu menampung debit banjir kala ulang 10 tahun} \end{aligned}$$

3. Sumur Resapan 3

$$\begin{aligned} n &= Q_{\text{resapan}} : Q_{\text{input}} \text{ (kala ulang 25 tahun)} \\ &= 0,0577 : 0,0531 \\ &= 1,087 \approx \text{sumur resapan 3 mampu menampung debit banjir kala ulang 25 tahun} \end{aligned}$$

Faktor Geometrik Lapangan

Tabel 4. perbandingan F Sunjoto dan F lapangan

No	Sumur Resapan	F Lapangan	F Sunjoto	ΔF	%
1	Sumur Resapan 1	2,1678	2,1483	0,0195	0,90
2	Sumur Resapan 2	2,6292	2,6150	0,0142	0,54
3	Sumur Resapan 3	3,0864	3,0621	0,0243	0,79

Sumber : hasil perhitungan

F lapangan dan F Sunjoto terlihat memiliki perbedaan, dimana F lapangan sumur resapan 1,2 dan 3 lebih besar dari nilai F Sunjoto sumur resapan 1, 2 dan 3 dengan perbandingan nilai :

F_L Sumur Resapan 1 lebih besar 0,90% dari F Sunjoto sumur resapan 1

F_L Sumur Resapan 2 lebih besar 0,54% dari F Sunjoto sumur resapan 2

F_L Sumur Resapan 3 lebih besar 0,79% dari F Sunjoto sumur resapan 3

Dari nilai perbandingan antara F lapangan dengan F sunjoto, Sumur Resapan 2 adalah sumur resapan yang memiliki nilai persentase perbandingan terkecil dari pada sumur resapan yang lain.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Nilai koefisien permeabilitas (K) diperoleh dari hasil penyelidikan lapangan dengan alat auger boring dan metode falling head di Desa Sukolilo Kecamatan Jabung Kabupaten Malang adalah : $K = 0,00235$ m/det pada kedalaman 1,3 m dan masuk dalam jenis tanah lempung kelanauan.
2. Nilai debit banjir rencana tahunan yang diperoleh dari pengolahan data hujan Stasiun Abdurrahman Saleh adalah kala ulang 5 tahun $Q = 0,04276$ m³/det, kala ulang 10 tahun $Q = 0,04743$ m³/det, kala ulang 25 tahun $Q = 0,05309$ m³/det dan kala ulang 50 tahun $Q = 0,06114$ m³/det.
3. Model sumur resapan yang direncanakan di Desa Sukolilo Kecamatan Jabung Kabupaten Malang sebagai bahan penelitian terdiri dari 3 sumur, yaitu : sumur resapan 1 berdiameter 0,6 m, sumur resapan 2 berdiameter 0,8 m dan sumur resapan 3 berdiameter 1,0 m dengan kedalaman sumur $H = 1,3$ m, tinggi dinding porus $L = 0,3$ m serta memakai buis beton dengan tinggi 1,0 m.
4. Nilai debit yang meresap dari ketiga model sumur resapan yang direncanakan di Desa Sukolilo Kecamatan Jabung Kabupaten Malang adalah :
 - a. Sumur resapan 1 dengan $Q_{resapan} = 0,0438$ m³/detik mampu menampung debit banjir kala ulang 5 tahun.
 - b. Sumur resapan 2 dengan $Q_{resapan} = 0,0477$ m³/detik mampu menampung debit banjir kala ulang 10 tahun.
 - c. Sumur resapan 3 dengan $Q_{resapan} = 0,0577$ m³/detik mampu menampung debit banjir kala ulang 25 tahun
5. Nilai perbandingan faktor geometrik antara F Sunjoto dan F lapangan di Desa Sukolilo Kecamatan Jabung Kabupaten Malang adalah sumur resapan 1 memiliki nilai perbandingan 0,90 %, sumur resapan 2 memiliki nilai perbandingan 0,54 % dan sumur resapan 3 memiliki nilai perbandingan 0,79 %, dimana F lapangan lebih besar dari F Sunjoto.

Saran

1. Perlu dikembangkan penelitian lanjutan dengan mempertimbangkan kedalaman sumur yang lebih variatif dan faktor geometrik dengan model berbeda.
2. Mengembangkan penelitian lanjutan dengan mempertimbangkan muka air tanah yang dapat dinaikkan dengan adanya sumur resapan.
3. Mengembangkan penelitian dengan mempertimbangkan lokasi penelitian yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Arsyad S. 2006. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press Bogor.

Chairil Fachrurazie, dkk, 2002, Analisa Drainase Sumur Resapan Pada Kampus UNLAM Banjarbaru.

Das Braja M. 2014. Mekanika Tanah Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 1, Erlangga, Jakarta.

Kusnaedi. 2011. Sumur Resapan untuk Pemukiman Perkotaan dan Pedesaan, Penebar Swadaya, Jakarta.

SNI 03-2453-2002, Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan.

Sunjoto. 2016. Teknik Drainase Pro-Air dan Konsevasi Air Berkelanjutan, 19 Desember 2016, Yogyakarta.

Sumarto. 1987. Hidrologi Teknik Dasar, Usaha Nasional, Surabaya.

Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Andi. Yogyakarta.

Suroso, et al. 2006. Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir Daerah Aliran Sungai Banjaran.

Suwarno. 1995. Hidrologi Jilid 1. Nova, Bandung.

Syampadzi Nurroh. 2009. Pengaruh sumur resapan terhadap sistem hidrologi dan aplikasinya terhadap pemukiman di Jakarta Barat.