

Kajian Penggunaan Sumur Resapan di Kampus UIKA Bogor

Andini R. Putri, Feril Hariati, Nurul Chayati, Fadhila M.L. Taqwa, Alimuddin

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ibn Khaldun Bogor.

Email: rizkatrputri@gmail.com¹⁾, feril.hariati@uika-bogor.ac.id²⁾

ABSTRAK

Konsep sistem drainase yang berkelanjutan saat ini telah menjadi isu utama dalam rangka mengurangi dampak perubahan iklim terhadap keberlangsungan sumber daya air. Konsep utama sistem drainase berkelanjutan adalah mengelola limpasan permukaan dengan cara mengembangkan fasilitas untuk menahan air hujan, seperti sumur resapan, dan kolam retensi. Universitas Ibn Khaldun (UIKA) Bogor menempati lahan seluas 4.35 Ha di Kecamatan Tanah Sareal, Kota Bogor. Lahan di sekitar universitas merupakan lahan permukiman padat, pusat perbelanjaan, dan sekolah. Selain itu, pengembangan universitas yang menuntut dibangunnya gedung-gedung baru sebagai fasilitas pendidikan, mengakibatkan ketersediaan lahan terbuka untuk meresapkan air hujan ke dalam tanah, menjadi semakin berkurang. Kota Bogor dikenal sebagai kota dengan curah hujan tinggi, antara 3,500 sampai 4,000 mm pertahun. Dengan perhitungan kasar, terdapat potensi air sebesar 152,250 m³ air yang dapat diresapkan ke dalam tanah dan menjadi cadangan air bersih di kampus UIKA Bogor. Oleh karena itu, perlu direncanakan fasilitas penahan air hujan. Analisis kala ulang hujan dilakukan dengan menggunakan Metode Gumbel, intensitas hujan menggunakan Metode Mononobe, dan debit limpasan menggunakan metode rasional. Hasil analisis menunjukkan bahwa diperlukan 4 sumur resapan berbentuk lingkaran dengan diameter 1 m dan kedalaman 2 m di setiap bangunan. Penggunaan sumur resapan ini mampu menampung air sebesar 5.65 m³, dan mengurangi debit limpasan sebesar 0.02 m³/dtk.

Kata kunci: Drainase berkelanjutan, sumur resapan, Kampus UIKA Bogor

ABSTRACT

The concept of a sustainable drainage system has now become a major issue to reduce the impact of climate change on the sustainability of water resources. The main concept of a sustainable drainage system is to manage surface runoff by developing facilities to retain rainwater, such as infiltration wells and retention ponds. Ibn Khaldun University (UIKA) Bogor occupies an area of 4.35 hectares in Tanah Sareal District, Bogor City. The land around the university is a dense residential area, shopping centers, and schools. Also, the development of universities, which requires the construction of new buildings as educational facilities, has resulted in less availability of open land to absorb rainwater into the ground. Bogor City is known as a city with high rainfall, between 3,500 to 4,000 mm per year. With a rough calculation, there is a water potential of 152,250 m³ of water that can be infiltrated into the ground and become a clean water reserve on the UIKA Bogor campus. Therefore, it is necessary to plan rainwater retaining facilities. Rainfall analysis was performed using the Gumbel Method, rainfall intensity using the Mononobe method, and runoff discharge using the rational method. The results of the analysis show that 4 circular infiltration wells are required with a diameter of 1 m and a depth of 2 m in each building. The use of these infiltration wells is able to accommodate 5.65 m³ of water and reduce runoff by 0.02 m³ / s.

Keywords: Sustainable drainage, infiltration wells, UIKA Bogor Campus

1 PENDAHULUAN

Universitas Ibn Khaldun (UIKA) Bogor merupakan universitas tertua di Kota Bogor. Pada tahun 1987, Universitas Ibn Khaldun menempati lahan seluas 4.35 Ha di Kecamatan Tanah Sareal yang pada saat itu masih merupakan kawasan permukiman dengan kepadatan rendah dan perkebunan. Seiring dengan perkembangan Kota Bogor sebagai daerah penyangga Provinsi DKI Jakarta, Pemerintah Kota Bogor mengembangkan Kecamatan Tanah Sareal menjadi pusat permukiman dengan kepadatan tinggi, pusat perniagaan, dan perkantoran. Hal ini menjadi peluang bagi UIKA Bogor untuk mengembangkan institusi, salah satunya adalah membangun gedung-gedung

perkuliahan baru. Akibatnya, daerah resapan di kawasan kampus semakin berkurang. Selain itu, terdapat kendala dalam sistem drainase eksisting yang tidak terintegrasi antara satu gedung dengan gedung lainnya. Akibatnya, limpasan hujan dari seluruh bangunan melimpas ke areal terendah di kawasan UIKA Bogor, yaitu Gedung Laboratorium Teknik Mesin dan Teknik Sipil. Pada saat hujan dengan intensitas tinggi, kawasan ini menjadi tergenang, dan membutuhkan waktu sekitar satu hari untuk surut. Perubahan iklim mengancam keberlangsungan sumber daya air di seluruh dunia. Di Indonesia, perubahan iklim diprediksi berdampak pada semakin panjangnya musim kemarau (Suroso dkk., 2010). Kota Bogor sejak dahulu telah dikenal sebagai kota hujan, dengan jumlah

hujan berkisar 3,500 sampai 4,000 mm pertahun yang turun secara teratur. Potensi air hujan yang dapat ditampung oleh kampus UIKA Bogor dapat mencapai 152,250 m³/dtk pertahunnya. Untuk mengatasi masalah banjir dan mengantisipasi dampak perubahan iklim, maka perlu dilakukan upaya konservasi sumber daya dengan konsep sistem drainase berkelanjutan. Prinsip utama konsep ini adalah pengelolaan limpasan permukaan dengan cara mengembangkan fasilitas untuk menahan air hujan (Abbot dkk., 2013). Salah satu fasilitas penahan air hujan yang umum diterapkan di kawasan perkotaan di Indonesia adalah sumur resapan (Indramaya dan Purnama, 2013; Wahyuningtyas dkk., 2012; Arafat, 2008). Sumur resapan merupakan sumur atau lubang yang ada di permukaan tanah. Sumur ini berfungsi untuk menampung air hujan dari atap bangunan maupun aliran permukaan, dan meresapkannya ke dalam tanah, sehingga dapat mengisi pori-pori air tanah.

Secara umum, metode pembuatan sumur resapan di pekarangan rumah diatur dalam SNI No. 03-2453-2002. Berdasarkan SNI tersebut berikut adalah persyaratan umum yang harus dipenuhi dalam pembuatan sumur resapan antara lain; (a) lokasi pembuatan harus pada tanah yang datar, tidak bergelombang, berlereng, curam, atau labil, (b) letaknya harus jauh dari tempat penimbunan sampah (baik sampah organik maupun anorganik), jauh dari *septic tank* (minimum berjarak 5 m dari tepi), dan berjarak minimum 1 m dari pondasi bangunan, (c) struktur tanah harus mempunyai permeabilitas tanah (kemampuan tanah menyerap air) lebih besar atau sama dengan 2 cm/jam (artinya genangan air setinggi 2 cm akan surut dalam kurun waktu satu jam). Sumur resapan merupakan fasilitas penahan air paling efisien untuk diterapkan pada kawasan perkotaan, yang memiliki keterbatasan lahan terbuka. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk merencanakan sistem drainase berkelanjutan, dengan menggunakan sumur resapan sebagai upaya mengurangi limpasan permukaan dan melakukan konservasi air tanah di kawasan Kampus UIKA Bogor.

2 METODE PENELITIAN

Untuk merencanakan sistem drainase berkelanjutan dengan menggunakan sumur resapan diperlukan beberapa tahap analisis. Tahapan analisis yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Pemetaan kondisi eksiting sistem drainase Kampus UIKA Bogor, dengan menggunakan alat ukur sederhana, seperti meteran dan GPS. Hasil pemetaan disajikan dalam peta site plan, yang

menggambarkan jalur saluran drainase di Kampus UIKA.

2. Analisis data hujan, yang diperlukan untuk menghitung debit air yang masuk dalam saluran dan yang melimpas. Data hujan harian diperoleh dari Stasiun Pencatat Curah Hujan BMKG Dramaga, Kota Bogor. Sehubungan dengan keterbatasan akses dan kelengkapan data, data yang diperoleh merupakan data curah hujan untuk rentang periode pencatatan dari tahun 1993 sampai 2006. Analisis kala ulang dilakukan untuk mengantisipasi besar debit banjir yang masuk ke dalam sistem drainase. Kalau ulang yang digunakan, ditinjau dari tipologi kota mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan Untuk Perencanaan Drainase (Tabel 1)
3. Data hujan harian dengan kala ulang tertentu dirubah menjadi data intensitas hujan dengan menerapkan persamaan Mononobe sebagai berikut (persamaan 1):

Tabel 1. Kala ulang banjir rencana berdasarkan tipologi kota

Tipologi Kota	Luas Daerah tangkapan Air (Ha)			
	<10	10-100	101-500	>500
Metropolitan	2 thn	2-5 thn	5-10 thn	10-25 thn
Besar	2 thn	2-5 thn	2-5 thn	5-20 thn
Sedang	2 thn	2-5 thn	2-5 thn	5-10 thn
Kecil	2 thn	2 thn	2 thn	2-5 thn

(Sumber : SNI No. 03-2453-2002)

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \tag{1}$$

dengan I = intensitas hujan (mm/jam); t = lamanya hujan (jam), dan R₂₄ = curah hujan maksimum harian selama 24 jam (mm). Metode Mononobe merupakan metode yang paling sederhana. Metode ini dipakai apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, dan yang ada hanya data hujan harian (R₂₄).

Karena nilai hujan untuk waktu tertentu tidak tersedia di stasiun pencatat, maka nilai t dapat dikorelasikan dengan waktu aliran air hujan kawasan kampus, yang meliputi perhitungan waktu aliran air pada permukaan lahan (t₀), perhitungan waktu aliran air pada saluran (t_f), dan perhitungan waktu aliran air pada titik yang ditinjau (t_c) yang disebut juga sebagai waktu konsentrasi. Waktu konsentrasi (t_c), yaitu waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran. Salah satu metode untuk

memperkirakan waktu konsentrasi adalah persamaan Kirpich (1940), sebagai berikut:

Dengan t_c = waktu konsentrasi (jam); L = panjang lintasan dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau (km), dan S = kemiringan rata-rata saluran

4. Menghitung debit banjir rencana dengan menggunakan metode rasional; $Q = 0.278 * C * I * A$, dengan Q = debit puncak limpasan permukaan (m^3/dtk); C = koefisien limpasan; I = intensitas hujan (mm/jam), dan A luas daerah tangkapan (km^2)
5. Membandingkan kapasitas saluran eksisting dengan debit limpasan. Apabila kapasitas saluran eksisting cukup untuk mengalirkan debit limpasan, maka tidak diperlukan fasilitas sumur resapan. Apabila kapasitas saluran eksisting tidak mencukupi, maka perlu direncanakan sumur resapan.
6. Merencanakan sumur resapan mengacu pada SNI No. 03-2453-2002

Bangunan Laboratorium Teknik Sipil dan Mesin (No.8), merupakan area dengan elevasi permukaan

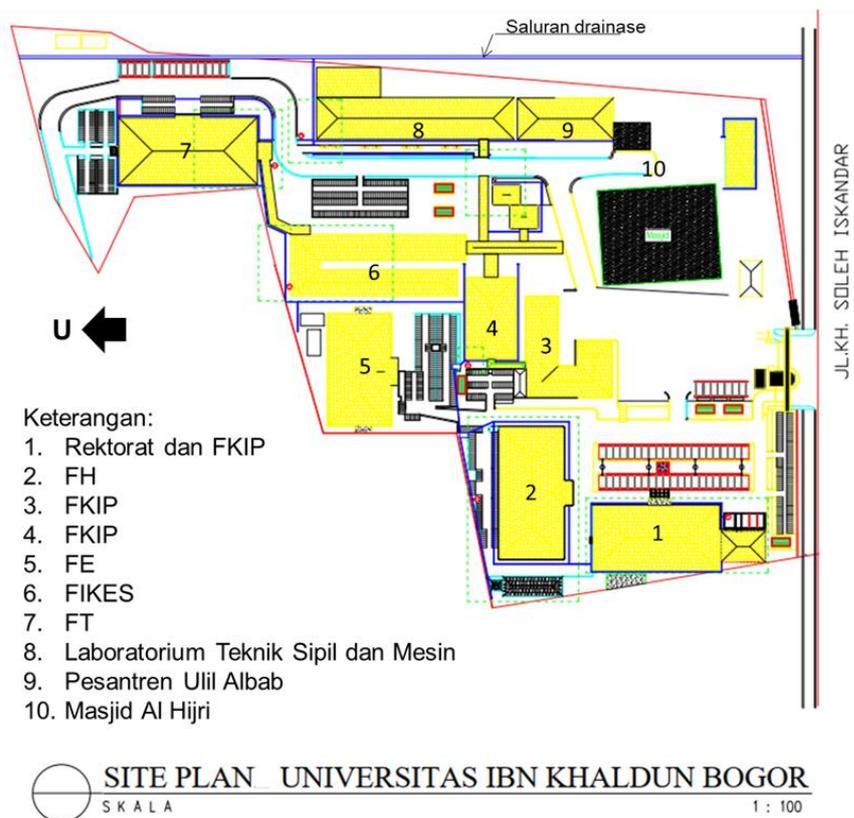
$$t_c = \left(\frac{0.87 * L^2}{1000 * S} \right)^{0.385} \tag{2}$$

tanah yang paling rendah. Terdapat beda tinggi sekitar 1.5 m antara jalan dengan bangunan (Gambar 1). Aliran air limpasan mengalir secara alami ke bagian timur, dan masuk ke dalam saluran drainase yang berada di belakang bangunan Laboratorium Teknik Sipil dan Mesin. Saat intensitas hujan tinggi, muka air drainase naik, sehingga terjadi aliran balik (*backwater*) yang menggenangi area bangunan Laboratorium Teknik Sipil dan Mesin.

3 HASIL DAN BAHASAN

3.1 Lay-out Eksisting Sistem Drainase di Kampus UIKA Bogor

Secara umum, kondisi topografi Kampus UIKA Bogor merupakan lahan yang dengan kemiringan landai.



Gambar 1. Site plan UIKA Bogor. Garis biru merupakan drainase, dan titik merah rencana penempatan sumur resapan

Untuk menyederhanakan proses analisis, saluran drainase eksisting dibagi dalam beberapa segmen, yang disajikan pada Tabel 2. Kapasitas maksimum saluran dihitung dengan menggunakan persamaan Manning. Seluruh saluran drainase di kampus terbuat dari material beton, maka nilai koefisien kekasaran Manning (n) ditetapkan sebesar 0.015. Tinggi jagaan diasumsikan sebesar 0.05 m untuk seluruh saluran.

3.2 Analisis kala ulang hujan

Curah hujan harian maksimum dalam periode 14 tahun dari 1993–2006 terjadi pada tahun 1993 dibulan Agustus dengan curah hujan 176,30 mm. Curah hujan harian minimum terjadi pada tahun 1995 pada bulan Agustus dengan curah hujan 4,00 mm. Sedangkan curah hujan rata-rata tahunan sebesar 72,51 mm (Tabel 4)

Untuk mengetahui kesesuaian data dengan metode analisis distribusi frekuensi hujan yang dipakai dalam menghitung besar hujan rencana, maka dilakukan analisis distribusi frekuensi. Hasil analisis menunjukkan bahwa kumpulan data hujan memenuhi persyaratan distribusi frekuensi Gumbel. Selain itu untuk memilih jenis distribusi frekuensi sampel data yang cocok terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat mewakili distribusi frekuensi tersebut, maka diperlukan uji chi-kuadrat terhadap distribusi frekuensi yang akan digunakan (Suripin, 2004). Syarat sebuah metode distribusi frekuensi dapat diterima jika nilai chi-kuadrat hitung lebih kecil dibandingkan dengan nilai Chi-Kuadrat tabel, dengan terlebih dahulu menetapkan nilai derajat kebebasan (dk) dan nilai peluang. Berdasarkan hasil perhitungan metode Gumbel dapat diterima karena nilai chi-kuadrat hitung (8.86) lebih kecil dari chi-kuadrat tabel (15.50). Karena luas daerah tangkapan air Kampus UIKA Bogor lebih kecil dari 10 Ha, maka kala ulang yang diperlukan untuk perencanaan adalah kala ulang 2 tahun. Hasil analisis distribusi frekuensi hujan harian rencana dengan menggunakan metode Gumbel disajikan pada Tabel 4

Tabel 2. Segmentasi cakupan daerah tangkapan air (B=lebar saluran; h = kedalaman saluran; L =panjang saluran)

Segmen	Daerah tangkapan air	B (m)	D (m)	L (m)	Kapasitas maksimum saluran (m ³ /dtk)
I	Gedung 1	0.3	0.3	207	0.023
II	Gedung 2	0.3	0.5	233	0.043
III	Gedung 5,6	0.6	0.4	327	0.073
IV	Gedung 4	0.1	0.1	265	0.001
V	Depan masjid	0.3	0.3	232	0.022
VI	Gedung 8	0.5	0.5	3	0.850
VII	Gedung 7	0.3	0.3	64	
		0.5	0.5	200	0.099

Tabel 3. Data curah hujan harian maksimum

Tahun	R24 Maks (mm)	Tahun	R24 Maks (mm)
1993	176	2000	94

1994	100	2001	108
1995	88	2002	127
1996	174	2003	123
1997	114	2004	133
1998	127	2005	127
1999	150	2006	136

Tabel 4. Hujan rencana

Periode Ulang	2 tahun
Y _T	0.37
Y _n	0.51
S _n	1.01
K _T	-0.14
S	26.65
X _{Tt} (mm)	127
X _{Tr} (mm)	123.21

3.3 Analisis intensitas hujan

Waktu intensitas hujan terdiri dari waktu yang diperlukan oleh air dari atap dan lahan menuju saluran drainase. Untuk keperluan penelitian, diasumsikan kecepatan aliran air dari atap bangunan menuju saluran drainase adalah 0.2 m/dtk. Sedangkan waktu yang diperlukan aliran air pada lahan menuju saluran drainase diperoleh dengan menerapkan persamaan Kirpich.

Tabel 5. Intensitas hujan tiap segmen

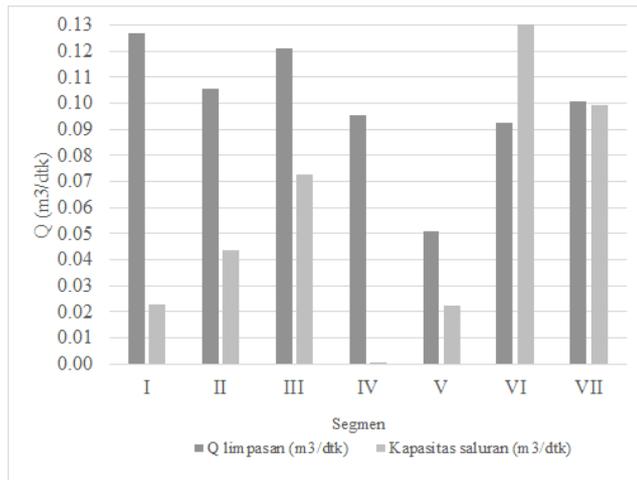
Segmen	L _{atap} (m)	t _o (jam)	L _{lahan} (m)	S	t _c (jam)	t _{total} (jam)	I (mm/jam)
I	76	0.11	207	0.005	0.06	0.17	141
II	88	0.12	233	0.004	0.07	0.19	128
III	124	0.17	327	0.003	0.11	0.28	101
IV	96	0.13	265	0.004	0.08	0.22	119
V	91	0.13	233	0.004	0.07	0.20	126
VI	105	0.15	67	0.004	0.08	0.23	115
VII	284	0.39	200	0.015	0.24	0.63	58

Nilai intensitas hujan yang diperoleh, digunakan untuk menghitung debit limpasan air hujan yang terjadi di setiap segmen. Hasil analisis disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai C gabungan dan debit lintasan untuk setiap segmen

Segmen	I	II	III	IV	V	VI	VII
A _{atap} (m ²)	1454	1714	2843	2082	529	1545	3501
A _{lahan} (m ²)	1454	1714	2843	2082	529	1545	3501
A _{beton} (m ²)	343	123	462	989	6351	1000	990
A _{paving} (m ²)	0	790	610	0	0	784	2042
A _{total}	2590	766	1350	1080	0	690	968
A _i *C _i	4387	3393	5265	4151	6880	4019	7501
C _{gabungan}	0.74	0.88	0.82	0.69	0.21	0.72	0.83
I (mm/jam)	141	128	101	119	126	115	58
Q (m ³ /dtk)	0.13	0.11	0.12	0.10	0.05	0.09	0.10

Dari hasil analisis debit limpasan, diperoleh limpasan rata-rata yang terjadi di Kampus UIKA sebesar 0.05 sampai 0.13 m³/detik, dengan limpasan maksimum terdapat di segmen I. Untuk mengetahui apakah terjadi potensi banjir, maka dilakukan perbandingan antara debit limpasan dengan kapasitas saluran drainase (Gambar 2.)



Gambar 2. Perbandingan debit limpasan dan kapasitas saluran

Dari gambar 2, dapat dilihat bahwa kondisi saluran di Kampus UIKA tidak cukup menampung limpasan air hujan. Hal ini menjelaskan juga, mengapa segmen VII, yang merupakan laboratorium seringkali mengalami

banjir akibat limpasan dari segmen I sampai V. Sistem drainase eksisting saat ini, hanya difungsikan untuk mengalirkan air hujan secepat-cepatnya, menuju saluran drainase yang berada di belakang bangunan di segmen VI.

3.4 Analisis dimensi sumur resapan

SNI No. 03-2453-2002 digunakan sebagai acuan dalam merencanakan sumur resapan. Direncanakan, sumur resapan memiliki dimensi diameter (D) = 1 m, dan kedalaman (H) = 2 m. Koefisien permeabilitas tanah di kampus (K) = 0.2 cm/jam. Dengan menerapkan analisis sederhana, maka volume air yang dapat ditampung oleh satu sumur resapan dengan durasi satu jam adalah 1.4 m³. Direncanakan pada setiap sudut bangunan disediakan 4 sumur resapan, maka potensi air yang dapat ditahan dalam waktu satu jam sebesar 5.65 m³ (Tabel 7). Penggunaan sumur resapan juga mengurangi debit limpasan sebesar 0.02 m³/dtk.

Tabel 7. Volume air yang dapat ditampung dalam sumur resapan dan pengurangan debit limpasan akibat sumur resapan

Segmen	Q _{limpasan} (m ³ /dtk)	Volume air dalam waktu 1 jam (m ³)	Volume sumur resapan (m ³)	Volume air yang melimpas (m ³)	Q _{limpasan} (dengan sumur resapan) (m ³ /dtk)	Pengurangan nilai Q _{limpasan} (m ³ /dtk)
I	0.13	390.86	5.65	385.21	0.11	0.02
II	0.11	325.50	5.65	319.84	0.09	0.02
III	0.12	372.14	5.65	366.49	0.10	0.02
IV	0.10	293.17	5.65	287.52	0.08	0.02
V	0.05	157.15	5.65	151.50	0.04	0.01
VI	0.09	284.52	5.65	278.87	0.08	0.01
VII	0.10	310.01	5.65	304.36	0.08	0.02

Meskipun dampak pemakaian sumur resapan terhadap pengurangan debit limpasan di Kampus UIKA Bogor tidak besar, akan tetapi dampak lain, yaitu pengisian kembali air tanah, perlu dijadikan pertimbangan. Terlebih, saat ini suplai air bersih di Kampus UIKA sangat tergantung dengan air tanah.

4 SIMPULAN

Secara keseluruhan, kapasitas drainase di Kampus UIKA Bogor tidak cukup untuk mengalirkan limpasan air hujan. Kondisi drainase yang tidak terintegrasi anatar satu gedung dengan gedung lainnya, mengakibatkan aliran limpasan air hujan tidak terarah, dan berpotensi mengakibatkan banjir, terutama di segemen VI yang merupakan kawasan dengan titik terendah di dalam lingkungan kampus. Penggunaan sumur resapan, meskipun tidak mengurangi debit limpasan secara signifikan, sekitar 0.1 sampai 0.2 m³/dtk, akan tetapi satu sumur resapan dengan diameter satu meter dan kedalaman dua meter, mampu menyimpan cadangan air sebesar 5.65 m³ dalam waktu 1 jam.

DAFTAR PUSTAKA

Abbot, J.; Davies, P.; Morgan, C.; Levin, D.; Robinson, P. *Water Sensitive Urban Design in the UK in Scoping Study*; CIRIA C724; Construction Industry Research and Information Association: London, UK, 2013.

Arafat, Y., (2008). Reduksi beban aliran drainase permukaan menggunakan sumur resapan. *SMARTek*, Vol.6 (3).

Indramaya, E.A. and Purnama, I.L.S., (2013). Rancangan Sumur Resapan Air Hujan sebagai Salah Satu Usaha Konservasi Air Tanah di Perumahan Dayu Baru Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Bumi Indonesia*, Vol. 2 (3).

Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. ANDI Offset. Yogyakarta.

Suroso, D.S., Abdurahman, O. and Setiawan, B., (2010). Impacts of Climate Change on the sustainability of Water Supply in Indonesia. In *Proceedings of the Second International Workshop*

on Water Supply Management System and Social Capital. March 2010 (pp. 15-16).
Wahyuningtyas, A., Hariyani, S. and Sutikno, F.R.,
2012. Strategi Penerapan Sumur Resapan sebagai

Teknologi Ekodrainase di Kota Malang (Studi Kasus: Sub DAS Metro). *Jurnal Tata Kota dan Daerah*, 3(1), pp.25-31.