

PENGGUNAAN SUMUR RESAPAN UNTUK MENGURANGI GENANGAN AIR HUJAN DI KAMPUS KARANGMALANG UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Lutjito¹, Sudiyono AD², Didik Purwantoro³

^{1,2,3}Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY
lutjito@uny.ac.id

ABSTRACT

The objectives of this study was to solve the problem of floodwater due to the rainwater runoff and to reduce the flow rate of the runoff at the Colombo Street in front of the Faculty of Sport Science, Yogyakarta State University (YSU). This study was conducted based on the existing primary and secondary data. The data analysis to get the rainfall intensity was conducted using the analytical method that obtain the values of the standard deviation, the mean, the coefficient of variation, the asymmetry and kurtosis. From these values, it was obtained the types of eligible distribution after going through the test to get the maximum rainfall in the period of 2 years, 5 years, 10 years, 20 years and 25 years. Based on the data, the arch intensity was examined. The analysis showed if 20% of YSU area is occupied by infiltration wells or if there are 250 infiltration wells in which 1 infiltration well is used for the area of 350 m², the need of infiltration wells will be covered and it is going to reduce the flow rate of the runoff in 0.552 m³/s. This is consistent with the concept of sustainable rainwater drainage system based on the conservation of ground Water. Essentially, it is a drainage system in which the rainwater falling on the roof/pavement, is accommodated in a system of water absorption among others infiltration Wells therefore it will reduce the the floodwater runoff at the Colombo street. Another benefit is the infiltration wells will also increase the ground water level.

Keywords: Rate of Flow, Infiltration Well, Rain Water

PENDAHULUAN

Banjir atau terjadinya genangan air di suatu kawasan pemukiman atau perkotaan masih banyak terjadi di berbagai kota di Indonesia. Genangan tidak hanya dialami oleh kawasan perkotaan yang terletak di dataran rendah saja, bahkan dialami kawasan yang terletak di dataran tinggi. Banjir atau genangan di suatu kawasan terjadi apabila sistem yang berfungsi untuk menampung genangan itu tidak mampu menampung debit yang mengalir, hal ini akibat dari tiga kemungkinan yang terjadi yaitu: kapasitas sistem yang menurun, debit aliran air yang meningkat, atau kombinasi dari kedua-duanya. Pengertian sistem disini adalah sistem jaringan drainase di suatu kawasan. Sedangkan sistem drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air (banjir) dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal, jadi sistem drainase adalah rekayasa infrastruktur di suatu kawasan untuk menanggulangi adanya genangan banjir (Suripin, 2004).

Sistem jaringan drainase disuatu kawasan sudah semestinya dirancang untuk menampung debit aliran yang normal, terutama pada saat musim hujan. Artinya kapasitas saluran drainase sudah diperhitungkan untuk dapat menampung debit air yang terjadi sehingga kawasan yang dimaksud tidak mengalami genangan atau banjir. Jika kapasitas sistem saluran drainase menurun dikarenakan oleh berbagai sebab maka debit yang normal sekalipun tidak akan bisa ditampung oleh sistem yang ada. Sedangkan sebab menurunnya kapasitas sistem antara lain, banyak terdapat endapan, terjadi kerusakan fisik sistem jaringan, adanya bangunan lain di atas sistem jaringan. Pada waktu-waktu tertentu saat musim hujan sering terjadi peningkatan debit aliran, atau telah terjadi peningkatan debit yang dikarenakan oleh berbagai sebab, maka kapasitas sistem yang ada tidak bisa lagi menampung debit aliran, sehingga mengakibatkan banjir di suatu kawasan. Sedangkan penyebab meningkatnya debit antara lain, curah hujan yang tinggi di luar kebiasaan, perubahan tata guna lahan, dan kerusakan

lingkungan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) di suatu kawasan. Kemudian jika suatu perkotaan atau kawasan terjadi penurunan kapasitas sistem sekaligus terjadi peningkatan debit aliran, maka banjir akan semakin meningkat, baik frekuensinya, luasannya, kedalamannya, maupun durasinya.

Jika dirunut ke belakang, akar permasalahan banjir di perkotaan atau suatu wilayah berawal dari pertambahan penduduk yang sangat cepat dari kota/wilayah tersebut. Hal ini terjadi akibat dari pertumbuhan penduduk yang sangat cepat diatas rata-rata pertumbuhan nasional, akibat urbanisasi baik migrasi maupun permanen. Pertambahan penduduk yang tidak diimbangi dengan penyediaan sarana dan prasarana perkotaan yang memadai menyebabkan pemanfaatan lahan perkotaan menjadi tidak tertib dan tidak terkendali dengan baik. Disamping itu juga disebabkan oleh tingkat kesadaran Sumber Daya Manusia (SDM) didalam institusi pemerintah, serta masyarakat yang masih rendah dan acuh tak acuh terhadap permasalahan yang dihadapi kota, khususnya kinerja drainasinya.

Hal inilah yang menyebabkan persoalan drainase perkotaan/wilayah menjadi sangat kompleks, seperti pada contoh kasus berikut ini. Kasus banjir sering terjadi pada kawasan tertentu di wilayah perkotaan, seperti sering terjadi di sistem drainase kampus UNY Karangmalang selama ini menggunakan sistem drainase terbuka, yaitu saluran drainase berupa saluran (got) yang terletak di sepanjang tepian kampus. Namun sangat disayangkan sistem drainase dengan sistem terbuka yang ada selama ini masih belum mampu mengalirkan air hujan yang turun secara memadai. Hal ini dapat dilihat dari seringnya banjir di kawasan kampus maupun sekitarnya, terlebih lagi di kawasan Jalan Colombo.

Kawasan Jalan Colombo (depan Kampus FIK) dan beberapa kawasan kampus UNY, selama ini dikenal sebagai kawasan yang rawan banjir. Bahkan banjir di kawasan ini bisa mencapai ketinggian 1meter. Tentu saja dampak yang ditimbulkan dari banjir ini adalah, kemacetan, kumuh, dan cepat rusaknya jalan akibat genangan banjir. Dampak lain adalah tentu saja mengarah pada kurang positifnya citra kampus sebagai pusat kegiatan ilmiah dan intelektual, sebab justru di sekitar kampus masih ditemukan permasalahan yang semestinya mampu diatasi dengan kegiatan ilmiah melalui penelitian.

Berdasarkan uraian di atas tercermin bahwa permasalahan banjir perkotaan/wilayah tidak semata-mata persoalan teknis, tetapi juga terkait erat dengan masalah non teknis yaitu, kondisi sosial, budaya, dan ekonomi masyarakat. Oleh karena itu penyelesaian permasalahan banjir perkotaan tidak bisa diselesaikan hanya merujuk pada disiplin ilmu teknik saja tapi juga partisipasi (keterlibatan) masyarakat sangat mempengaruhi, terutama dalam hal operasional dan pemeliharannya.

Disamping pengertian dan permasalahan sistem drainase, kita juga harus menyadari bahwatelah terjadi semakin timpangnyaperimbangan air yaitu semakin tipisnya ketersediaan air, sementara itu pemakaian air semakin meningkat antara lain dengan cara pengambilan air tanah yang berlebihan, mengakibatkan terjadinya penurunan muka air tanah dan yang tidak kalah pentingnya adalah tingginya tingkat pencemaran air tanah akibat rembesan dari limbah industri dan rumah tangga yang tumbuh subur di pinggiran perkotaan. Untuk itu telah banyak langkah-langkah antisipasi yang dilakukan masyarakat dunia maupun pemerintah dan masyarakat Indonesia, salah satu alternatif tindakan dengan melakukan suatu perancangan drainase yang berfilosofi bukan saja aman terhadap genangan tapi juga sekaligus berasas pada konservasi air.Konsep perancangan sistem drainase air hujan yang berkelanjutan berasaskan pada konsevasi air tanah, yang pada hakekatnya adalah perancangan suatu sistem drainase yangmana air hujan jatuh diatap/perkerasan, ditampung pada suatu sistem resapan air antara lain Sumur Resapan Air Hujan, sedangkan hanya air dari halaman bukan perkerasan yang perlu ditampung oleh sistem jaringan drainase (Sunjoto, 1987).

Latar belakang seperti tersebut di atas juga terjadi di kawasankampus UNY Yogyakarta, lokasi dimana studi kasus ini dilaksanakan, masyarakat penghuni sudah mulai mengeluhkan

tekadang terjadi banjir pada saat hujan dengan intensitas yang tinggi dan pada waktu yang cukup lama.

Sistem Drainase kampus UNY yogyakarta merupakan satu kesatuan sistem jaringan drainase, apabila di beberapa tempat mengalami gangguan fungsinya seperti kerusakan, penuh dengan endapan dan atau penyumbatan maka akan mempengaruhi kinerja seluruh jaringan. Sistem Drainase kampus UNY merupakan satu kesatuan sistem jaringan drainase yang dirancang bangun dalam Master Plan Drainase kampus UNY ini dirancang dan dibangun sesuai dengan pentahapan pembangunan kampus.

Sampai saat ini perancangan drainase didasarkan pada filosofi bahwa air secepatnya mengalir dan seminimal mungkin menggenangi daerah layanan. Tapi dengan semakin timpangnya perimbangan air (pemakaian dan ketersediaan) maka diperlukan suatu perancangan drainase yang berfilosofi bukan saja aman terhadap genangan tapi juga sekaligus berbasas pada konservasi air (Sunjoto, 1987).

METODE

Objek penelitian ini merupakan sistem drainase di kawasan Kampus UNY Karangmalang dan sekitarnya (jalan yang mengelilingi kampus). Data-data yang diperlukan meliputi data: (1) Geografis yang merupakan data yang meliputi area kampus UNY dan batas-batasnya serta saluran drainase yang ada di kampus maupun di sekitarnya yang menjadi *outlet* dari drainase kampus (2) Tata guna lahan selain digunakan sebagai kampus dengan bangunan gedung juga terdapat lapangan olahraga, seperti lapangan bola sepakbola, tennis, ruang publik (belajar terbuka), dan tempat ibadah seperti masjid serta jalan lingkungan kampus. Data tataguna lahan ini nantinya adalah data yang sangat penting guna menentukan arah dan sumber aliran yang masuk ke saluran drainase (3) Topografi, kondisi di kawasan kampus UNY Karangmalang merupakan daerah topografi tidak berbukit, mempunyai permukaan tanah dengan sudut elevasi rata-rata berkisar 1 derajat sampai 3 derajat dan mempunyai ketinggian 165 m di atas permukaan laut (4) Pola Aliran Drainase, jaringan drainase pada kawasan kampus UNY Karangmalang terdiri dari jaringan drainase skunder dan jaringan drainase primer. Jaringan drainase skunder yang berasal dari gedung kampus mengalir menuju saluran drainase primer dan terus mengalir menuju saluran induk yang kemudian dialirkan ke sungai (5) Klimatologi dan Curah Hujan.

Kawasan kampus UNY Karangmalang adalah termasuk bagian dari Kabupaten Sleman yang memiliki iklim yang sama dengan daerah atau kota-kota lain di Indonesia yaitu beriklim tropis. Iklim tropis mempunyai dua musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan dengan siklus pergantian kurang lebih 6 bulan sekali dalam satu tahun. Musim penghujan datang antara bulan September sampai bulan Februari. Sedangkan musim kemarau datang antara bulan Maret sampai bulan Agustus. Data curah hujan yang digunakan adalah data dari Stasiun penangkaran hujan kecamatan Berbah, Stasiun penangkaran hujan kecamatan Kalasan, Stasiun penangkaran hujan kecamatan Sambiroto, dan Stasiun penangkaran hujan kecamatan Depok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Saluran drainase yang terdapat di kompleks Kampus UNY adalah drainase buatan yang sistem pengalirannya yaitu dengan sistem jaringan. Berdasarkan fungsinya, saluran drainase ini merupakan drainase *single purpose* yang mempunyai konstruksi saluran terbuka. Pola saluran drainase tersebut adalah pola jaring-jaring paralel, saluran ini akan mengalir mengikuti arah jalan raya. Saluran drainase ini mengelilingi kompleks Kampus UNY.

Kampus UNY Karangmalang terletak di Jl. Colombo, Karangmalang yang mempunyai luas wilayah 450.000 m² dengan luas bangunan 77.310 m². Di dalam kampus ini terdapat beberapa daerah yang tidak dapat meresapkan air seperti jalan, bangunan gedung. (1) Bangunan gedung perkuliahan dan perkantoran yang terdapat di kampus UNY berjumlah 150

bangunan yang terdiri dari gedung perkuliahan, gedung rektorat, masjid, gedung olahraga, auditorium. Total luas keseluruhan daerah yang terbangun adalah 77.310 m². (2) Jalan yang terdapat di kampus ini yaitu jalan aspal dan jalan *paving block*: (a)Jalan aspal ini menghubungkan antara fakultas satu dengan fakultas lain yang mempunyai luas 8.900 m². (b) Jalan *paving block* yang terdapat di kompleks Kampus UNY yaitu seluas 9.800 m². (c) Lahan terbuka. Data curah hujan yang digunakan dalam perhitungan diambil dari empat stasiun penakar hujan yaitu:

Tabel 1. Hujan Maksimum Harian Rata-Rata (Rifta, 2012)

Tahun	Kejadian Tanggal	Bulan	ST CH Beran	ST CH Tanjung Tirta	ST CH Gemawang	ST CH Santan	Hujan Harian Rata-Rata	Hujan Maks Harian Rata-Rata
2000	21	1	14	2	0	54	23,33	76,67
	4	2	90	59	0	81	76,67	
	23	11	0	0	0	64	64	
2001	6	1	3	34	0	99	45,33	45,33
	6	4	14	0	21	101	45,33	
	16	11	26	3	0	80	36,33	
2002	2	1	2	0	0	80	41	63
	21	2	0	0	18	80	49	
	22	4	0	0	0	63	63	
2003	5	1	1	5	46	58	27,5	86
	27	2	22	13	37	196	67	
	2	5	0	0	0	86	86	
2004	29	2	1	118	0	184	101	101
	27	3	6	0	22	76	34,67	
	25	11	8	48	0	76	44	
2005	21	1	51	4	2	145	50,5	50,5
	20	2	12	27	50	80	42,25	
	18	12	11	60	3	77	37,75	
2006	27	1	63	49	6	63	45,25	59
	28	2	59	0	0	59	59	
	13	12	0	40	13	84	45,67	
2007	16	2	3	32	8	72	28,75	83,5
	19	3	0	41	22	58	40,33	
	28	12	25	99	53	157	83,5	
2008	27	1	0	0	58	65	30,75	30,75
	13	4	0	0	11	68	19,75	
	22	5	10	0	14	64	22	
2009	28	1	111	36	18	52	54,25	54,25
	12	2	49	12	62	40	40,75	
	3	4	70	14	30	32	36,5	
2010	16	1	2	14	48	41	26,25	56
	13	6	16	29	55	32	33	
	23	9	136	50	32	6	56	

Berdasarkan curah hujan tahunan perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan harian maksimum tersebut untuk menentukan debit banjir rencana. Suatu kenyataan bahwa tidak semua varian dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya, akan tetapi kemungkinan ada nilai varian yang lebih besar atau lebih kecil dari nilai rata-ratanya. Besarnya derajat dari sebaran varian di sekitar nilai rata-ratanya disebut dengan variasi atau dispersi. Cara mengukur besarnya dispersi adalah dengan pengukuran dispersi. Dalam pengukuran dispersi dengan data normal, untuk memudahkan perhitungan dilakukan perhitungan parameter statistik untuk nilai $(x_i - x)$, $(x_i - x)^2$, $(x_i - x)^3$, dan $(x_i - x)^4$ terlebih dahulu, dimana x_i adalah besarnya curah hujan daerah (mm) dan x adalah rata-rata curah hujan daerah (mm). Hasil perhitungam statistik dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Parameter Statistik Curah Hujan

No	Tahun	x_i	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^3$	$(x_i - \bar{x})^4$
1	2004	101	36.81	1354.976	49876.67024	1835960.232
2	2003	86	21.81	475.6761	10374.49574	226267.7521
3	2007	83,5	19.31	372.8761	7200.237491	139036.586
4	2000	76,67	12.48	155.7504	1943.764992	24258.1871
5	2002	63	-1.19	1.4161	-1.685159	2.00533921
6	2006	59	-5.19	26.9361	-139.798359	725.5534832
7	2010	56	-8.19	67.0761	-549.353259	4499.203191
8	2009	54,25	-9.94	98.8036	-982.107784	9762.151373
9	2005	50,55	-13.64	186.0496	-2537.716544	34614.45366
10	2001	45,33	-18.86	355.6996	-6708.494456	126522.2054
11	2008	30,75	-33.44	1118.234	-37393.73158	1250446.384
Jumlah		706,05		4213.493	21082.28132	3652094.713

Rata-rata: $\bar{X} = \frac{706,05}{11} = 64,19;$ $s = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{4213,493}{10}} = 20,52$

Koefisien Skewness $C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - x)^3}{(n-1)(n-2)s^3} = \frac{11 \times 21082,3}{10 \times 9 \times 20,52^3} = \frac{231905,3}{777632,8} = 0,298$

Pengukuran Kurtosis $C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (x_i - x)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} = \frac{11^2 \times 3652094,713}{10 \times 9 \times 8 \times 20,52^4} = \frac{441903460,3}{127656202,9} = 3,46$

Dalam pengukuran dispersi dengan data log, untuk memudahkan perhitungan dilakukan perhitungan parameter statistik untuk nilai $(\text{Log}x_i - \text{Log}x)$, $(\text{Log}x_i - \text{Log}x)^2$, $(\text{Log}x_i - \text{Log}x)^3$, $(\text{Log}x_i - \text{Log}x)^4$ terlebih dahulu, dimana x_i adalah besarnya curah hujan daerah (mm) dan x adalah rata-rata curah hujan daerah (mm). Hasil perhitungan parameter statistik dengan data log dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Parameter Staistik Curah Hujan dengan Data Log

Tahun	x_i	$\text{Log } x_i$	$(\text{Log}x_i - \text{Log}x)$	$(\text{Log}x_i - \text{Log}x)^2$	$(\text{Log}x_i - \text{Log}x)^3$	$(\text{Log}x_i - \text{Log}x)^4$
2004	101	2,00432137	0,2183338	0,0476696	0,010407892	0,0022723943
2003	86	1,93449845	0,1485109	0,0220555	0,003275477	0,0004864439
2007	83,5	1,92168648	0,1356989	0,0184142	0,002498784	0,0003390822
2000	76,67	1,88462546	0,0986379	0,0097294	0,000959690	0,0000946618
2002	63	1,79934055	0,0133529	0,0001783	0,000002381	0,0000000318
2006	59	1,77085201	-0,0151356	0,0002291	-0,000003467	0,0000000525
2010	56	1,74818803	-0,0377996	0,0014288	-0,000054008	0,0000020415
2009	54,25	1,73439974	-0,0515879	0,0026613	-0,000137291	0,0000070826
2005	50,55	1,70372116	-0,0822664	0,0067678	-0,000556760	0,0000458027
2001	45,33	1,65638572	-0,1296019	0,0167966	-0,002176877	0,0002821274
2008	30,75	1,48784512	-0,2981425	0,0888889	-0,026501569	0,0079012434
jumlah	706,05	19,645864	0,00000000	0,2148196	-0,012285749	0,0114309638

$$\text{Rata-rata: } \bar{X} = \frac{19,645}{11} = 1,786; \quad s = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,2148196}{10}} = 0,146567$$

$$\text{Koefisien skewness } C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} = \frac{11x - 0,012285749}{10x9x0,146567^3} = -0,4769$$

$$\text{Pengukuran Kurtosis } C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} = \frac{11^2 x 0,0114309638}{10x9x8x0,146567^4} = 4,9541$$

$$\text{Koefisien variasi } C_v = \frac{S}{x} = \frac{0,1465767}{1,7859679} = 0,082$$

Dari perhitungan besarnya nilai skewness C_s dan kurtosis C_k dapat ditentukan pemilihan metode penyelesaian untuk menentukan analisis frekuensi sebaran curah hujan. Dari metode yang sudah dijelaskan diatas dipilih diantara metode: distribusi normal, distribusi log normal, distribusi Gumbel, dan distribusi log Pearson Tipe III

Tabel 4. Macam Distribusi dan Kriteria Pemilihan

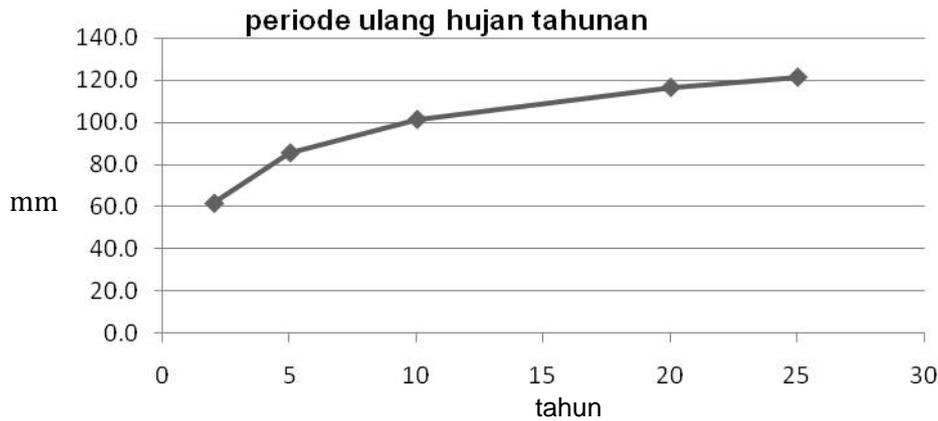
No.	Jenis distribusi	Syarat	Hitungan	Keterangan
1	Distribusi normal	$C_s = 0$	$C_s = 1,098$	
2	Distribusi log normal	$C_s = 3C_v + C_v^3$ $0,09$	$C_s = 0,082 + 0,00055 = 0,08$	memenuhi
3	Distribusi Gumbel	$C_s = 1,1396$ $C_k = 5,4002$	$C_s = 1,098$ $C_k = 4,33$	Memenuhi, Dipilih distribusi Gumbel
4	Distribusi log Pearson tipe III	$C_s < 0$	$C_s = -0,4749$	memenuhi

Berdasarkan kriteria-kriteria di atas, maka dipilih jenis Distribusi Gumbel Tipe III, maka dilakukan prosedur selanjutnya antara lain sebagai berikut: penyusunan data curah hujan menurut besarnya, memberikan tiap harga pengamatan suatu nomor urut, dan penghitungan probabilitas untuk tiap harga pengamatan, karena koefisien skewness (C_s) = 0,298 dan koefisien kurtosis (C_k) = 3,46 maka digunakan persamaan Gumbel.

Tabel 5. Perhitungan dari Nilai Ekstrim Metode Gumbel

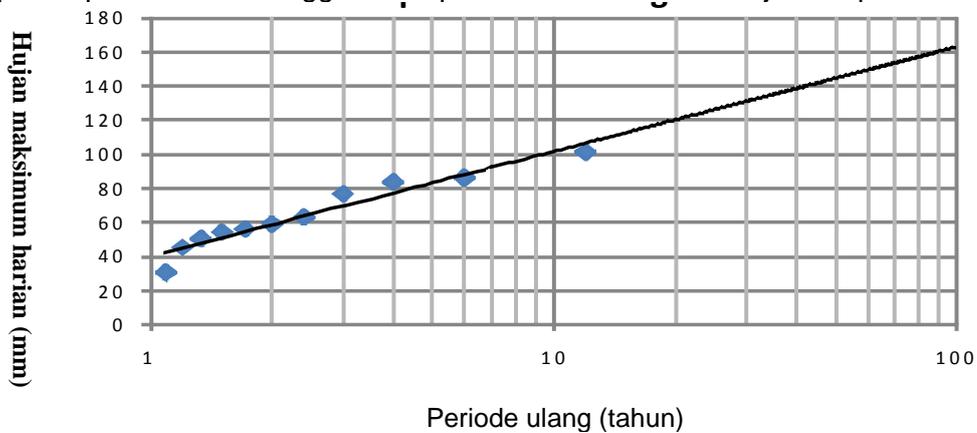
No	Tahun	x_i	$\frac{n+1}{m}$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	x_i^2
1	2004	101	12	36,81364	1355,244	10201
2	2003	86	6	21,81364	475,8347	7396
3	2007	83,5	4	19,31364	373,0165	6972,25
4	2000	76,67	3	12,48364	155,8412	5878,289
5	2002	63	2.4	-1,18636	1,407459	3969
6	2006	59	2	-5,18636	26,89837	3481
7	2010	56	1.71	-8,18636	67,01655	3136
8	2009	54,25	1.5	-9,93636	98,73132	2943,063
9	2005	50,55	1.33	-13,6364	185,9504	2555,303
10	2001	45,33	1.2	-18,8564	355,5624	2054,809
11	2008	30,75	1.091	-33,4364	1117,99	945,5625
	Jumlah	706,05			4213,493	49532,28

Dari data Tabel 5 diatas diperoleh periode ulang hujan tahunan sebagai berikut: $X_2 = 53,588 + 21,214 \times 0,3668 = 61,369$ mm; $X_5 = 53,588 + 21,214 \times 1,5004 = 85,418$ mm; $X_{10} = 53,588 + 21,214 \times 2,2510 = 101,341$ mm; $X_{20} = 53,588 + 21,214 \times 2,9709 = 116,613$ mm; $X_{25} = 53,588 + 21,214 \times 3,1993 = 121,458$ mm.



Gambar 2. Kala Ulang Hujan Tahunan Metode Gumbel

Pengeplotan probabilitas menggunakan persamaan Weibull ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Ploting Data menurut Persamaan Weibull

Dari Gambar 3 dapat dibaca periode kala ulang hujan: $X_2 = 59$ mm; $X_5 = 82$ mm; dan $X_{10} = 100$ mm. Pengujian kecocokan sebaran digunakan metode uji *Chi-Kuadrat* seperti pada persamaan sebagai berikut: $t_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$; dimana: $X_h^2 =$ parameter Chi-kwadrat; $G =$ jumlah sub kelompok; $O_i =$ jumlah nilai pengamatan pada sub-kelompok ke 1; $E_i =$ jumlah nilai teoritis pada sub-kelompok ke 1. Hasil perhitungan uji Chi-kwadrat dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini:

Tabel 6. Perhitungan Uji Chi-Kuadrat

Kemungkinan	E_i	O_i	$(E_i - O_i)^2$	$(E_i - O_i)^2 / E_i$
21,97 < X < 39,53	2,2	1	1,44	0,65
39,53 < X < 57,09	2,2	4	3,24	1,47
57,09 < X < 74,65	2,2	2	0,04	0,02
74,65 < X < 92,21	2,2	3	0,64	0,29
92,21 < X	2,2	1	1,44	0,65
Jumlah				3,08

Dari tabel diperoleh nilai $X_h^2 = 3,08$ untuk $dk = 3$. Dari tabel Chi-kwadrat didapat derajat kebebasan () = 7,815 karena derajat kebebasan lebih besar dar 5% maka distribusi Gumbel Tipe I dapat diterima atau X_h^2 hitung < X_h^2 tabel. Untuk perhitungan debit rencana air hujan digunakan rumus rasional sebagai berikut: $Q_p = (0,002778) C.I.A$; di mana: $Q_p =$ debit air hujan ($m^3/detik$); $C =$ koefisien pengaliran; $i =$ Intensitas (mm/jam); dan $A =$ luas daerah pengaliran satuan (hektar). Koefisien pengaliran diambil berdasarkan tata guna lahan. Berdasarkan nilai koefisien pengaliran untuk berbagai tata guna lahan dari tabel pada kajian teori hal adalah

perumahan (atap) = 0,80; jalan aspal = 0,80; jalan con blok= 0,60; taman atau daerah tak terbangun = 0,25 Sementara untuk wilayah kampus UNY Karangmalang tersebut mempunyai komposisi luas wilayah sebagai berikut: perumahan (atap) = 77.310 m²= (7,731 ha); jalan aspal = 8.900 m² = (0,89 ha); jalan paving block = 9.800 m² = (0,98 ha); taman atau (daerah tak terbangun) = 354.000 m² = (35,4 ha).

Tabel 7. Perhitungan Data Tata Guna

No	Jenis tata guna	Ai (ha)	Ci	Ai.Ci
1	Lahan terbuka taman	35,4	0,25	8,85
2	Perumahan (Atap)	7,731	0,80	6,1848
3	Jalan aspal	0,89	0,80	0,712
4	Jalan con blok	0,98	0,60	0,588

Sehingga nilai koefisien pengaliran kampus UNY Karangmalang adalah sebagai berikut:

$$C_{DAS} = \frac{\sum_{i=1}^n Ci . Ai}{\sum_{i=0}^n Ai} = \text{Dimana: } A_i = \text{luas lahan dengan jenis penutup tanah } i; C_i = \text{koefisien aliran}$$

permukaan jenis penutup tanah *i*; *n* = jumlah jenis penutup lahan;

$$C_{DAS} = \frac{(8,85 + 6,18 + 0,712 + 0,588)}{(35,4 + 7,731 + 0,89 + 0,98)} = 0,36 \text{ Debit air hujan di seluruh wilayah Universitas Negeri}$$

Yogyakarta $Q_p = (0,002778) C.i.A$

Tabel 8. Debit limpasan air hujan di kampus UNY Karangmalang

Kala ulang	konstanta	C	X _i	A	Debit limpasan (m ³ /dtk)
Q _{p2}	0,002778	0,36	61,369	45	2,76
Q _{p5}	0,002778	0,36	85,418	45	3,844
Q _{p10}	0,002778	0,36	101,341	45	4,56
Q _{p20}	0,002778	0,36	116,613	45	5,25
Q _{p25}	0,002778	0,36	121,458	45	5,465

Rumus untuk mencari debit banjir dengan metode Hasper dalam Joesron (1987) adalah $Q_n = \dots q \cdot F$ dimana: Q_n = debit maksimum untuk periode ulang *n* tahun (m³/det); = koefisien pengaliran; = koefisien reduksi; *q* = hujan maksimum (m³/det/km²); dan *F* = luas daerah pengaliran (km²). Periode ulang hujan tahunan $X_2 = 53,588 + 21,214 \times 0,3668 = 61,369$ mm; $X_5 = 53,588 + 21,214 \times 1,5004 = 85,418$ mm; $X_{10} = 53,588 + 21,214 \times 2,2510 = 101,341$ mm; $X_{20} = 53,588 + 21,214 \times 2,9709 = 116,613$ mm; dan $X_{25} = 53,588 + 21,214 \times 3,1993 = 121,458$ mm.

$$r = \frac{1 + 0,012x F^{0,7}}{1 + 0,075x F^{0,7}} = \frac{1 + 0,012x 0,45^{0,7}}{1 + 0,075x 0,45^{0,7}} =$$

$$t = 0,1 \cdot L^{0,8} \cdot i^{-0,3} = 0,1 \times 1,00^{0,8} \times 0,03^{-0,3} = 0,286 \text{ jam}$$

$$\frac{1}{S} = 1 + \left[\frac{t + 3,7x10^{-0,14,t}}{t^{2+15}} \cdot \frac{F^{3/4}}{12} \right] = \frac{1}{S} = 1 + \frac{0,286 + 3,7x10^{-0,4x0,286}}{0,286^2 + 15} \times \frac{0,45^{3/4}}{12} = 1,0035 \text{ sehingga } =$$

$$0,997. \text{ Untuk } t < 2 \text{ jam; } Rt = \frac{t \cdot R_n}{t - 0,0008(260 - R^n)(2 - t)^2} = ; q = \frac{R_t}{3,6t} \text{ m}^3/\text{det}/\text{km}^2; Q = \dots q \cdot F$$

Tabel 9. Hitungan banjir rencana metode Hasper

Periode	R _n	t	R _t		q _n	F	Q (m ³ /dtk)	
2	61,369	0,286	21,437	0,965	0,997	20,797	0,450	9,004
5	85,418	0,286	27,914	0,965	0,997	27,080	0,450	11,724
10	101,341	0,286	31,761	0,965	0,997	30,813	0,450	13,340

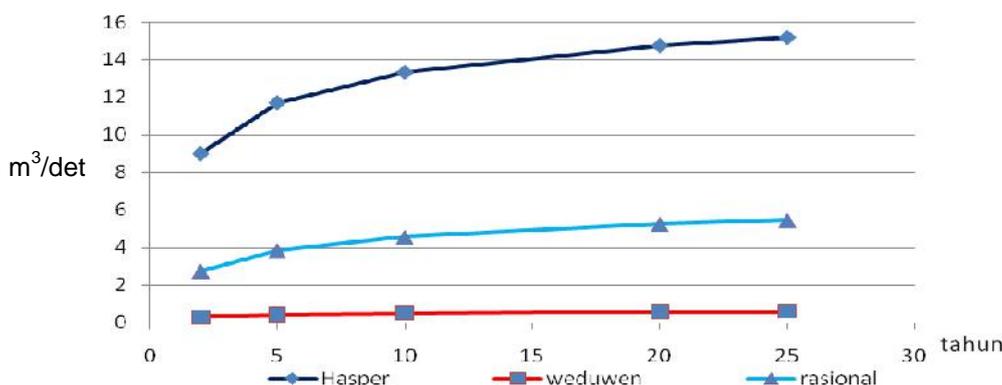
Periode	R _n	t	R _t	q _n	F	Q (m ³ /dtk)
20	116,613	0,286	35,167	0,965	0,997	34,117
25	121,458	0,286	36,194	0,965	0,997	35,113

Metode Weduwen sahik untuk daerah aliran sungai 100 km².Tabel dan grafik menggunakan referensi dari Gandakoesoemah (1969). Luas daerah aliran sungai:F = 0,45 km²; Panjang DAS1 km, dan kemiringan dasar sungai 0,3%. $R_{70} = \frac{5/6.M}{m_p}$. Untuk F = 0,45 km² dan i =0,003;

$$Q_{70} = m_p \times F \times q \times \frac{R_{70}}{240} m^3 / det$$

Tabel 10. Hitungan Banjir Rencana Metode Weduwen

n	M	mp	R70	q	F	Qn
2	61,369	0,492	103,945	3,200	0,45	0,307
5	85,418	0,602	118,242	3,200	0,45	0,427
10	101,341	0,705	119,788	3,200	0,45	0,507
20	116,613	0,811	119,824	3,200	0,45	0,583
25	121,458	0,845	119,781	3,200	0,45	0,607

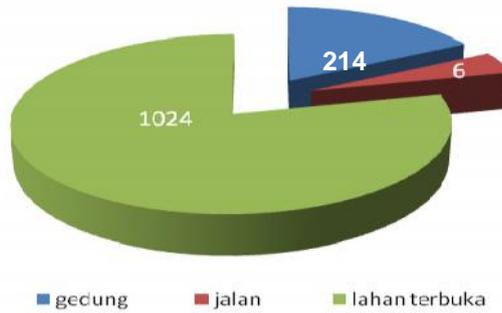


Gambar 4. Grafik Debit Limpasan Banjir Rencana Kampus UNY Karangmalang

Untuk menampung debit limpasan banjir rencana yang terjadi di kampus UNY Karangmalang yogyakarta diambil debit limpasan kala ulang 2 tahun dari rumus Rasional, dengan pertimbangan kalau menggunakan Hasper terlalu besar dan weduwen terlalu kecil sehingga diambil tengah-tengah yaitu cara Rasional dengan debit limpasan Q = 2,76 m³/detyang akan disalurkan kedalam sumur resapan.F = faktor geometri sumur resapan= 4 R. Ambil diameter sumur 0,80 m; jari-jari (R) = 0,40 m;K =10 cm/jam =2,78x10⁻⁵ m/detik (tanah pasir halus).

$$H = \frac{Q}{FK} \left(1 - e^{-\frac{FKT}{fR^2}} \right) = \frac{2,76}{6,28 \times 2,78 \times 10^{-5}} \left(1 - e^{-\frac{6,28 \times 2,78 \times 10^{-5} \times 3600}{f \times 0,5^2}} \right) = 8710,1 \text{ m}$$

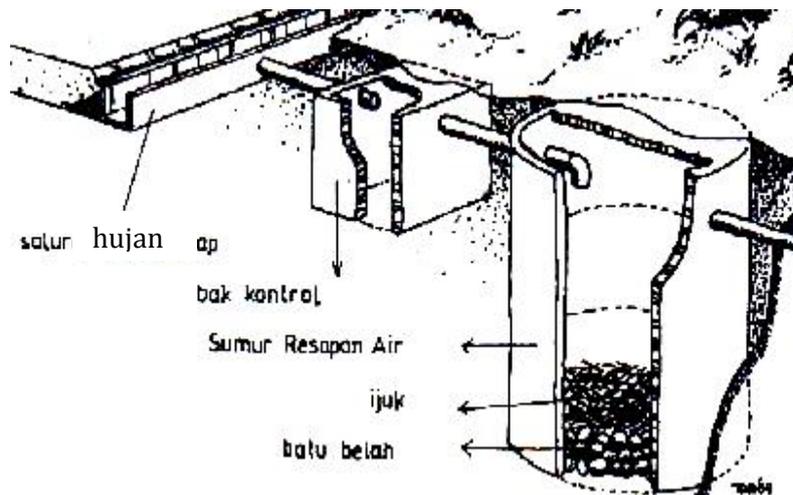
Dipakai sumur resapan dengan kedalaman 7 m. Jumlah sumur resapan = $\frac{8710,1}{7} = 1244$ buah sumur resapan dimana: bangunan gedung (atap) = 77.310 m² = 17,2 % = 214 buah sumur resapan; jalan aspal= 8.900 m²= 0,20 % = 3 buah sumur resapan; jalan paving block = 9.800 m² = 0,22 % = 3 buah sumur resapan; dan taman atau tanah terbuka= 354.000 m² = 82,38% = 1024 buah sumur resapan.



Gambar 5. Jumlah Sumur Resapan Berdasarkan Pemanfaatan Lahan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kalau seluruh kampus UNY bisa dibuat 20% nya saja yaitu 249 buah sumur resapan dimana dari setiap luasan gedung 360 m^2 membutuhkan sebuah sumur resapan sudah akan mengurangi debit limpasan banjir sebesar $0,552 \text{ m}^3/\text{det}$ dan akan sejalan dengan konsep perancangan sistem drainase air hujan yang berkelanjutan berasaskan pada konsevasi air tanah, yang pada hakekatnya adalah perancangan suatu sistem drainase yang mana air hujan jatuh di atap / perkerasan, ditampung pada suatu sistem resapan air antara lain Sumur Resapan Air Hujan dan sisanya masuk ke saluran drainase. Sehingga akan mengurangi limpasan banjir di jalan kolombo dan dengan adanya sumur resapan juga akan menambah ketinggian air tanah.



Gambar 6. Sketsa Sumur Resapan (Suripin, 2004)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dipaparkan di depan, maka disimpulkan sebagai berikut: (1) untuk mengatasi genangan banjir akibat limpasan air hujan perlu dibuat sumur resapan sebagai berikut: (a) Bangunan gedung (Atap)= $77.310 \text{ m}^2 = 17,2 \% = 214$ buah sumur resapan (b) Jalan aspal= $8.900 \text{ m}^2 = 0,20 \% = 3$ buah sumur resapan (c) jalan paving block= $9.800 \text{ m}^2 = 0,22 \% = 3$ buah sumur resapan (d) Taman atau tanah terbuka= $354.000 \text{ m}^2 = 82,38\% = 1024$ buah sumur resapan (2) Kalau seluruh kampus UNY bisa dibuat 20% nya saja yaitu 250 buah sumur resapan dimana dari setiap luasan bidang 350 m^2 membutuhkan sebuah sumur resapan sudah akan mengurangi debit limpasan banjir akibat hujan sebesar $0,552 \text{ m}^3/\text{det}$ bisa mengurangi debit banjir di jalan Colombo sebesar 20%, dan akan sejalan dengan konsep perancangan sistem drainase air hujan yang berkelanjutan berasaskan pada konsevasi air tanah

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Gandakoesoemah. (1969). *Irigasi*. Bandung: Sumur Bandung
- [2] Joesron Loebis. (1987). *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*. Bandung: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- [3] Rifta Andria Pratiwi. (2012). *Evaluasi saluran Drainase Kampus UNY Yogyakarta Karangmalang*, Proyek akhir Jurusan Pendidikan teknik Sipil dan Perencanaan UNY. Yogyakarta: UNY
- [4] Sunjoto. (1987). *Sistem Drainase Air Hujan yang Berwawasan Lingkungan*. Makalah Seminar Pengkajian Sitem Hidrologi dan Hidrolika. Universitas Gajah Mada: PAU Ilmu Teknik.
- [5] Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi