

REKAYASA SISTEM DRAINASE YANG BERWAWASAN LINGKUNGAN DI KAMPUS POLITEKNIK NEGERI KETAPANG

Alan Putranto dan Syf. Umi Kalsum

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ketapang

Jl. Ranga Sentap, Dalong-Sukaharja, Ketapang

e-mail: alanputranto@politap.ac.id, syarifahumi99kalsum@gmail.com

Abstract: Sustainable drainage system in this study was conducted at campus Politeknik Negeri Ketapang. Stormwater runoff that is commonly restrained in some areas around the campus during the rainy season was disturbed pedestrians and it must infiltrate downward into the ground. The analytical method of hydrological analysis using 15 years of rainfall data, maximum rainfall calculate using Gumbel and Log Person Type III distribution, and the goodness of fit test using chi-square and Smirnov-Kolmogorov method, rainfall intensity analysis, and calculate the intensity curve. Hydraulics analysis was conducted to determine the cross-section shape and dimensions of the drainage system. The infiltration test of soil samples was conducted using a falling head permeameter test and some physical properties of the soil test. The results of soil samples and calculated hydrological analysis combined with a study based on SNI 8456: 2017 to determine the infiltration design. Based on the results of this study, it was found that infiltration wells or infiltration basin cannot be constructed at the campus area of Politeknik Negeri Ketapang due to the groundwater level is very high and distribute rainfall on the roof of the building must be drained into the green area through the drainage channels. The total area needed to absorb all rainwater is 84.095% of the total catchment area. Around the green area, a perimeter was constructed using precast concrete sheet pile as an alternative of the infiltration basin.

Keywords: Sustainable drainage system, green space, infiltration basin, perimeter, precast sheet pile concrete.

Abstrak: Sistem drainase yang berwawasan lingkungan pada penelitian ini dianalisa pada area kampus politeknik negeri ketapang. Air limpasan yang biasa menggenang di beberapa area disekitar kampus pada musim penghujan dan cukup mengganggu pejalan kaki harus dialirkan kembali ke dalam tanah. Metode analisa yang digunakan adalah analisa hidrologi menggunakan data hujan 15 tahun, curah hujan maksimum menggunakan distribusi Gumbel dan Log Person Tipe III, uji keselarasan menggunakan metode chi kuadrat dan smirnov kolmogrove, analisis intensitas hujan, serta menghitung rumus lengkung intensitas hujan rencana. Analisa hidrolika untuk menentukan besarnya dimensi rencana saluran drainase. Pengujian infiltrasi sampel tanah dengan uji *falling head permeameter* dan pengujian beberapa sifat fisik tanah. Dari hasil pengujian sampel tanah dan perhitungan analisa hidrologi dilakukan suatu kajian berdasarkan SNI 8456:2017 untuk menentukan rancangan resapan. Berdasarkan hasil kajian pada penelitian ini didapat bahwasanya tidak dapat diterpkan rancangan sumur resapan ataupun parit resapan pada area kampus Politeknik Negeri Ketapang karena level muka air tanah yang sangat tinggi dan air yang jatuh ke atap bangunan harus dialirkan ke area ruang terbuka hijau (RTH) melalui saluran drainase. Total Luasan yang diperlukan untuk meresapkan seluruh air hujan adalah sebesar 84,095% dari luasan total zona resapan. Disekeliling ruang terbuka hijau dibuat suatu perimeter menggunakan precast beton sheet pile sebagai alternatif konstruksi parit resapan.

Kata kunci: Drainase berwawasan lingkungan, ruang terbuka hijau (RTH), parit resapan, perimeter, precast beton sheet pile.

PENDAHULUAN

Sistem drainase yang berwawasan lingkungan dapat mengurangi risiko banjir, memungkinkan lebih banyak air yang dibuang secara alamiah (contoh infiltrasi) dan dapat mengurangi tingkat polusi aliran air (Abbot dan Mateos 2003). Kendala daripada penerapan sistem seperti ini

adalah ketidakpastian teknis kinerja, kurangnya data, serta masalah pemeliharaan. Penelitian yang dilakukan oleh (Ellis dkk 2004) membuat beberapa pendekatan multi kriteria pengambilan keputusan untuk mendukung pilihan sistem drainase berwawasan lingkungan sebagai langkah pemeliharaan pada limpasan permukaan

di jalan raya dan perkotaan. Prosedur tersebut terbukti menjadi metode yang simple dan mudah dimengerti untuk diterapkan pada evaluasi pemilihan kriteria dan tolak ukur struktur yang berkelanjutan meskipun masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memvalidasi dan memverifikasi tolak ukur standar yang sesuai khususnya untuk penerapan dalam jangka waktu yang panjang. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh (Muliawati dan Mardyanto 2015) mencoba melakukan perencanaan sistem drainase berwawasan lingkungan menggunakan sumur resapan di kawasan Rungkut dengan hasil 282 buah sumur resapan yang dibutuhkan di wilayah tangkapan air dari saluran drainase yang terjadi genangan. (Sugiyarto dkk) melakukan kajian jaringan drainase kampus UNNES menuju sistem drainase berwawasan lingkungan dengan hasil jumlah sumur resapan yang diperlukan adalah 1.388 buah dengan kedalaman 3 meter dan diameter sumur sebesar 80 cm. Berdasarkan hasil survey pada tahun 2019 dimusim penghujan selalu terjadi genangan air di lingkungan kampus politeknik negeri ketapang dan level muka air tanah berada pada - 113 cm di bawah elevasi tanah dasar. Serta belum ada-nya saluran drainase yang mengalirkan air ke area resapan. Penelitian ini bertujuan untuk me-rancang sistem drainase yang berwawasan lingkungan dan sesuai degan karakteristik lokasi penelitian guna mengurangi limpasan permukaan dan kemudian mengembalikan limpasan air ke dalam tanah sebagai fungsi cadangan air tanah.

METODE PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data primer dilakukan dengan pengamatan langsung dan dokumentasi di lapangan. Sedangkan data sekunder yang digunakan adalah data curah hujan 15 tahun yang bersumber dari data online BMKG Stasiun Meteorologi Rahadi Oesman. Data sekunder lainnya yang digunakan adalah data hasil uji tanah dan uji *falling head permeability*.

METODE ANALISIS

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan guna menghitung limpasan permukaan yang ada di lokasi penelitian. Tahap-tahapan analisis adalah sebagai berikut :

1. Uji homogenitas data curah hujan
data curah hujan yang digunakan adalah 15 tahun berdasarkan data online BMKG Stasiun Meteorologi Rahadi Oesman.
2. Analisis curah hujan maksimum
Data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan harian periode 2004-2018 menggunakan distribusi Gumbel dan Log Person Tipe III
3. Uji Keselarasan
Distribusi data curah hujan kemudian diuji dengan metode chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.
4. Analisis Intensitas Hujan
5. Menghitung rumus lengkung intensitas hujan rencana

Analisis Hidrolika

Analisa hidrolika yang dilakukan adalah menghitung debit puncak dan dimensi rencana saluran drainase.

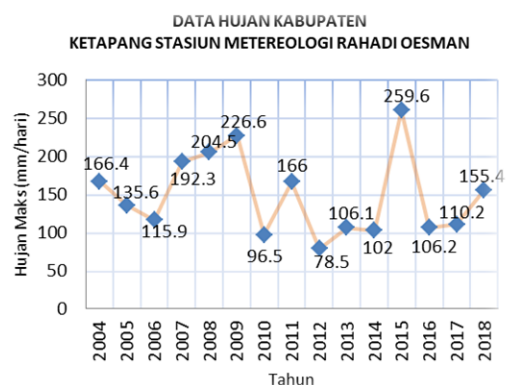
Rencana Penerapan Resapan

Rencana penerapan resapan dicari model yang paling efektif baik digunakan sumur resapan, parit resapan, kolam resapan atau kombinasi dari beberapa model tersebut.

PEMBAHASAN

a. Analisis Hidrologi

Data curah hujan diperoleh dari data online BMKG Stasiun Meteorologi Rahadi Oesman. Data tersebut dilampirkan pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Data Hujan Kabupaten Ketapang Stasiun Meteorologi Rahadi Oesman
(Sumber : Data Online BMKG Stasiun Meteorologi Rahadi Oesman)

- b. Uji Homogenitas
Data curah hujan diuji dengan metode run test diperoleh bahwa data dari stasiun hujan telah 26omogeny dengan jumlah run 9 dan N1 bernilai 7 serta N2 bernilai 8 dengan $\alpha = 0,05$.
- c. Curah Hujan Harian Maksimum Rata-Rata Berdasarkan hasil perhitungan dengan beberapa metode, maka dapat dilihat nilai hujan harian maksimum seperti tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Analisis Hujan Harian Maksimum.

Return Period (tahun)	Hujan (mm/24 jam)			
	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Per-son3
2	148.12	139.64	140.44	151.29
5	193.14	187.90	199.94	200.31
10	216.73	219.50	239.33	229.26
25	239.68	255.37	289.11	262.55
50	257.99	288.14	326.04	285.31
100	273	318.10	362.69	306.44

- d. Uji Keselarasan
Uji keselarasan dilakukan terhadap beberapa fungsi distribusi kontinyu (teoritis) tersebut guna mengetahui distribusi mana yang dianggap paling mendekati. Berdasarkan Triatmojo, B (2008) uji distribusi dilakukan dengan uji chi-kuadrat dan Sminorv Kolmogorov. Dari hasil analisa kedua uji tersebut diperoleh bahwa data hujan mengikuti distribusi Gumbel.

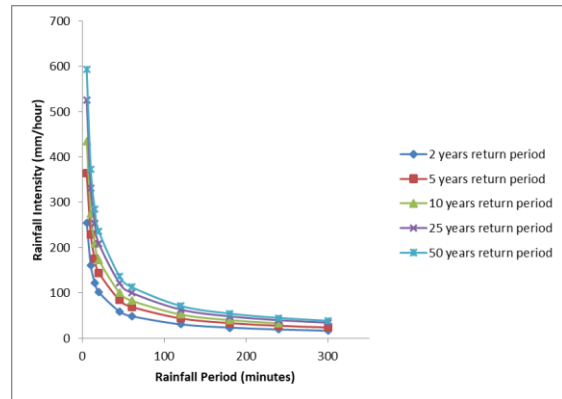
- e. Intensitas Hujan
Lokasi penelitian merupakan daerah tangkapan kecil sehingga dilakukan analisis Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF). Metode yang digunakan untuk menghitung distribusi hujan rencana adalah metode Mononobe. Persamaan Mononobe dapat dilihat sebagai berikut :

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

dengan :

I_t = Intensitas curah hujan untuk lama hujan t (mm/jam)

t = lamanya curah hujan (jam)
 R_{24} = curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)



Gambar 2. Kurva IDF Stasiun Hujan Rahadi Oesman



Gambar 3. Lokasi Penelitian

Analisis Hidrolika

Perhitungan Debit

Debit puncak pada penelitian ini dihitung dengan menggunakan metode rasional. Menurut Ponce (1989) dalam Bambang T (2008), Metode rasional digunakan untuk daerah pengaliran < 2,5 km². Rumus umum metode rasional adalah sebagai berikut :

$$Q = 0,278xCxIx A \tag{2}$$

dengan

Q = debit puncak limpasan permukaan (m³/det)

C = koefisien aliran

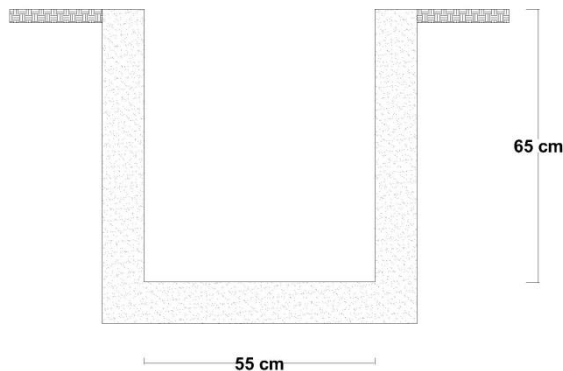
I = intensitas curah hujan (mm/jam)

A = luas daerah tangkapan (km²)

Perencanaan Dimensi Saluran

Perencanaan dimensi saluran menggunakan periode 2 tahun dengan intensitas 49 mm/jam sedangkan luas daerah tangkapan (asumsi luas atap dan lapis permukaan yang ditutupi jalan

beton) adalah 0,0317 km² dan koefisien aliran gabungan adalah 0,67 sehingga debit puncak yang diperoleh adalah 0,289 m³/det. Hasil rancangan dimensi saluran adalah sebagai berikut dengan nilai lebar bawah 0,55 m dan tinggi saluran 0,65 m. Saluran direncanakan menggunakan cor beton dengan tebal 10 cm.



Gambar 4. Cross section saluran drainase

Rencana Resapan

Dari data survey lapangan diketahui tinggi muka air tanah (MAT) pada kondisi musim penghujan 2019 (asumsi tinggi muka air tanah maksimum) pada lubang sumur di area penelitian sedalam – 113 cm di bawah elevasi tanah dasar. Hal tersebut tidak dimungkinkan untuk dibangun sumur resapan. Maka dari itu, perencanaan harus merujuk pada SNI 8456:2017 tentang sumur dan parit resapan air hujan, Penelitian ini merancang sesuai ketentuan perencanaan parit resapan sebagai berikut :

1. Tentukan lahan untuk penempatan parit resapan.
2. Ukur jarak antar rencana penempatan parit resapan air hujan dengan bangunan dengan ketentuan jarak mengikuti tabel 1 SNI 8456:2017.
3. Ukur muka air tanah (MAT)
Syarat teknis rencana parit resapan adalah muka air tanah ≤ 2 m.
4. Tentukan angka permeabilitas tanah
Syarat teknis rencana parit resapan adalah hasil pengujian perkolasi tanah harus memiliki nilai ≥ 2 cm/jam.
5. Perhitungan dimensi parit resapan
Data-data yang diperlukan untuk menghitung dimensi parit resapan adalah data curah hu-

jan harian guna menghitung intensitas hujan (i), luas bidang tadah (A), dan data jenis tanah atau nilai koefisien permeabilitas tanah (K). Rumus yang digunakan adalah :

$$B = \frac{Q^2}{\beta b x H^2 x K^2} \quad (3)$$

dengan :

B = Panjang parit (m)

H = Kedalaman parit (m)

K = koefisien permeabilitas tanah (m/jam)

b = lebar parit (m)

Q = debit andil banjir ($Q = C.I.A$) (m³/jam)

β = harga 16 untuk parit kosong ber dinding kedap air atau parit tanpa dinding dengan batu pengisi dan harga 40 untuk parit kosong ber dinding porus.

Perhitungan intensitas hujan menggunakan Metode Monobe dengan analisis *Intensity Duration Frequency* (IDF) durasi hujan 2 jam periode ulang 2 tahun. Sedangkan koefisien limpasan (C) ditetapkan nilainya sebesar 0,95.

Hasil Uji *Falling Head Permeameter*

Tabel berikut menunjukkan hasil percobaan pengujian *falling head permeameter*.

Tabel 2. Hasil Uji

Percobaan	dh		A-A		A-B		A-C		A-D		A-E		
	T	k	T	k	T	k	T	k	T	k	T	k	
	cm	detik	cm/det	detik	cm/det	detik	cm/det	detik	cm/det	detik	cm/det	detik	
1	46	28	0.00207	30	0.001932	27	0.002147	30	0.001932	32	0.001811		
2	43	31	0.002005	34	0.001828	30	0.002072	34	0.001828	38	0.001635		
3	40	42	0.001595	45	0.001489	38	0.001763	43	0.001558	49	0.001367		
4	37	50	0.001453	57	0.001275	48	0.001514	57	0.001275	65	0.001118		
5	34	73	0.001087	81	0.00098	70	0.001134	86	0.000923	94	0.000844		
6	31	129	0.000678	147	0.000595	134	0.000653	157	0.000557	168	0.000521		
rata-rata			0.001481		0.00135		0.001547		0.001345		0.001216		

Hasil lima sampel pengujian *falling head permeameter* rata-rata adalah untuk sampel A-A koefisien permeabilitas sebesar 0,001481 cm/det, sampel A-B sebesar 0,00135 cm/det, sampel A-C sebesar 0,001547, sampel A-D sebesar 0,001345, dan sampel A-E sebesar 0,001216 cm/det.

Hasil Uji Laboratorium

Beberapa pengujian laboratorium lainnya juga dilakukan guna mengetahui sifat fisik dan

karakteristik tanah. Diantaranya adalah pengujian berat jenis, gradasi butir tanah, hidrometer, dan pengujian batas cair. Tabel berikut menunjukkan hasil pengujian laboratorium.

Tabel 3. Hasil Uji Karakteristik Tanah

Parameter Uji	Hasil
Berat Jenis	2,67
Batas Cair (%)	42
Flow Indeks (%)	16,71
Kandungan (%) :	
Kerikil	0
Pasir	54,40
Lanau	43,59
Lempung	2,01
D60 mm	0,1343
D30 mm	0,0597
D10 mm	0,04
Cu	2,2507
Cc	0,6626

Analisa dan Perhitungan

Tabel berikut menunjukkan hasil perhitungan kebutuhan dimensi dan luasan area resapan berdasarkan data pengujian dan hasil analisa yang telah dilakukan.

Tabel 4. Dimensi dan Luasan Resapan

Gedung	Luas atap		Koefisien (C)	Intensitas	Debit	Dimensi Parit Resapan			Luas Area Resapan
	(m ²)	(mm/jam)				(m ³ /det)	b (m)	H (m)	
A	1581	0.95	31	46.56	1	0.9	1438.89	1438.89	
B	1700	0.95	31	50.07	1	0.9	1547.20	1547.20	
C	2282	0.95	31	67.20	1	0.9	2076.88	2076.88	
D	728	0.95	31	21.44	1	0.9	662.56	662.56	
E	3120	0.95	31	91.88	1	0.9	2839.56	2839.56	
F	4138	0.95	31	121.86	1	0.9	3766.06	3766.06	
G	1682	0.95	31	49.53	1	0.9	1530.81	1530.81	
H	1360	0.95	31	40.05	1	0.9	1237.76	1237.76	
I	1632	0.95	31	48.06	1	0.9	1485.31	1485.31	

Pada prakteknya berdasarkan hasil analisa tersebut di atas tidak mungkin dibuat parit resapan sebesar dimensi yang dibutuhkan karena keterbatasan tinggi resapan akibat level muka air tanah yang cukup tinggi yaitu -113 cm dari permukaan tanah. Maka dari itu, semua air hujan yang akan diresapkan kedalam tanah yang ditangkap atap bangunan akan dialirkan ke ruang terbuka hijau (RTH) yang difungsikan sebagai zona resapan dengan konstruksi precast beton *sheet pile* dikeliling perimeter zona resapan dan zona resapan tersebut memiliki luas yang memadai untuk menampung air yang dialirkan dari atap melalui saluran drainase. Ruang terbuka hijau zona resapan 1 memiliki luas 11.146 m², zona 2 luasnya 20.425 m², zona 3 luasnya 1.140 m², dan zona 4 luasnya 1.596 m². Gedung A sampai dengan gedung E dialirkan ke zona resapan 1 sedangkan gedung F sampai dengan gedung I dialirkan ke zona resapan 2. Total luasan yang diperlukan untuk meresapkan seluruh air hujan yang jatuh di lokasi penelitian adalah 84,095 % dari luas total zona resapan yang tersedia. Luasan pada ruang terbuka hijau di lokasi penelitian dianggap memadai untuk menampung air hujan.

pan dan zona resapan tersebut memiliki luas yang memadai untuk menampung air yang dialirkan dari atap melalui saluran drainase. Ruang terbuka hijau zona resapan 1 memiliki luas 11.146 m², zona 2 luasnya 20.425 m², zona 3 luasnya 1.140 m², dan zona 4 luasnya 1.596 m². Gedung A sampai dengan gedung E dialirkan ke zona resapan 1 sedangkan gedung F sampai dengan gedung I dialirkan ke zona resapan 2. Total luasan yang diperlukan untuk meresapkan seluruh air hujan yang jatuh di lokasi penelitian adalah 84,095 % dari luas total zona resapan yang tersedia. Luasan pada ruang terbuka hijau di lokasi penelitian dianggap memadai untuk menampung air hujan.



Gambar 5. Layout tampak atas rancangan Sistem Drainase Berkelanjutan

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada hasil analisis, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Tidak dapat diterapkan racangan sumur resapan ataupun parit resapan pada area kampus Politeknik Negeri Ketapang
2. Air hujan yang jatuh ke atap bangunan dialirkan ke area ruang terbuka hijau.
3. Total luasan yang diperlukan untuk meresapkan seluruh air hujan yang jatuh di lokasi penelitian adalah sebesar 84,095% dari luasan total zona resapan.
4. Ruang terbuka hijau dibuat suatu perimeter dikelilinginya menggunakan precast beton *sheet pile* sebagai alternatif konstruksi parit resapan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbot C.L., Mateos L.C 2003 In-Situ Hydraulic Performance of Permeable Pavement Sustainable Urban Drainage System
- BMKG, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, [Online]. Available at : http://dataonline.bmkg.go.id/data_iklim (Accessed 18 Desember 2019)
- Ellis, J.B., Deutsch, J.C., Mouchel, J.M., Scholes, L., Revitt, M.D. 2004. Multicriteria decision approaches to support sustainable drainage options for the treatment of highway and urban runoff. *Sci. Total Environ.*, page 251–260.
- Muliawati, D.N., Mardiyanto, M.A. 2015. Perencanaan Penerapan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan (Eko-Drainase) Menggunakan Sumur Resapan di Kawasan Rungkut. *Jurnal Teknik ITS*, Vol 4 (1) hal 16-20.
- SNI 8456:2017. 2017. *Sumur dan Parit Resapan Hujan*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Sugiyarto B, dkk 2017. Kajian Jaringan Drainase Kampus UNNES Menuju Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan. *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, Vol 19 (2) hal 136-142.
- Triatmodjo, Bambang. 2008, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.