

## ANALISIS DRAINASE PADA LAHAN YANG MENGALAMI PERUBAHAN FUNGSI (STUDI KASUS DI KAWASAN KAMPUS POLITEKNIK PU)

NICKO FADHIL MUHAMMAD<sup>1</sup>, BUDIONO JOKO NUGROHO<sup>2</sup>

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang<sup>12</sup>

Email: nicko-fadhil@untagsmg.ac.id<sup>1</sup>, budionojoko@untagsmg.ac.id<sup>2</sup>

DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v7i1.4406>

**Abstrak:** Kota Semarang adalah Ibu Kota Provinsi Jawa Tengah, dimana di dalamnya terdapat berbagai macam bangunan vital penggerak pemerintahan, pendidikan dan perekonomian. Seiring bertambahnya tahun maka bertambah juga jumlah penduduk, dalam kurun waktu 5 tahun yaitu pada tahun 2018 sampai dengan 2023 terjadi penambahan penduduk sebesar 20.403 jiwa (Dispendukcapil Kota Semarang, 2023). Penambahan penduduk tersebut berpengaruh terhadap pembangunan, salah satunya adalah pembangunan Kampus POLITEKNIK PU. Kampus tersebut menggunakan lahan yang awal mulanya adalah lahan yang tertutup semak belukar dibangun menjadi kawasan kampus. Sehingga tata guna lahan awal yang harusnya dapat menyerap air hujan menjadi berkurang karena tertutup oleh bangunan dan jalan yang dibangun di lahan tersebut. Penelitian ini adalah untuk menganalisis bangunan air yang dapat menampung limpasan akibat perubahan tata guna lahan dari semak belukar menjadi kawasan kampus. Beberapa analisis diperlukan dalam penelitian ini adalah menganalisis debit banjir rencana dengan tata guna lahan eksiting, menganalisis debit banjir rencana dengan tata guna lahan setelah terbangun kampus POLITEKNIK PU dan menganalisis bangunan air penampung limpasan yang kapasitasnya adalah hasil selisih limpasan tata guna lahan baru dikurangi limpasan tata guna lahan eksisting. Berdasar hasil analisis dari 3 bangunan air yaitu kolam retensi, long storage dan u-ditch dengan 3 profil (50x60 cm, 60x70 cm dan 80x100 cm) diperoleh kapasitas maksimal sebesar 7926,70 m<sup>3</sup>. Kapaitas tersebut dapat menampung debit banjir dari curah hujan rencana yang terjadi dengan durasi 2,18 jam.

**Kata kunci:** Debit Banjir, Kolam Retensi, Long Storage, U-ditch.

### A. Pendahuluan

Kota Semarang adalah Ibu Kota Provinsi Jawa Tengah, dimana di dalamnya terdapat berbagai macam bangunan vital penggerak pemerintahan, pendidikan dan perekonomian. Seiring bertambahnya tahun maka bertambah juga jumlah penduduk, dalam kurun waktu 5 tahun yaitu pada tahun 2018 sampai dengan 2023 terjadi penambahan penduduk sebesar 20.403 jiwa (Dispendukcapil Kota Semarang, 2023). Penambahan penduduk tersebut berpengaruh terhadap pembangunan, salah satunya adalah pembangunan Kampus POLITEKNIK PU. Kampus tersebut menggunakan lahan yang awal mulanya adalah lahan yang tertutup semak belukar dibangun menjadi kawasan kampus. Sehingga tata guna lahan awal yang harusnya dapat menyerap air hujan menjadi berkurang karena tertutup oleh bangunan dan jalan yang dibangun di lahan tersebut.

Pembangunan yang dilakukan di wilayah Kampus POLITEKNIK PU seluas 47,020 m<sup>2</sup> harus didukung dengan pembangunan sistem drainase yang memadai, sehingga tidak mengakibatkan genangan air pada daerah sekitarnya. Di dalam Peraturan Pemerintah No. 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah dalam Pasal 99 diantara isinya adalah penerapan prinsip *zero delta Q policy*. Prinsip zero delta Q di suatu wilayah dapat dinyatakan gagal jika kemampuan dari kapasitas saluran yang sudah disediakan atau tersedia tidak sesuai lagi dengan kapasitas rancangan atau desain. Ini ditandai dengan besarnya debit aliran langsung yang masuk ke dalam saluran akan tampak lebih besar dibanding dengan debit aliran pada biasanya, padahal debit aliran langsung tersebut dihasilkan oleh curah hujan dengan intensitas yang relatif sama. (Robertus Haryoko, 2010)

## B. Metodologi Penelitian

Beberapa analisis diperlukan dalam penelitian ini guna meminimalkan kesalahan sehingga diharapkan dapat memperoleh hasil yang maksimal dari beberapa analisis yang dilakukan. Beberapa analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis debit banjir rencana dengan tata guna lahan eksisting.
2. Menganalisis debit banjir rencana dengan tata guna lahan setelah terbangun kampus POLITEKNIK PU.
3. Menganalisis bangunan air penampung limpasan yang kapasitasnya adalah hasil selisih limpasan tata guna lahan baru dikurangi limpasan tata guna lahan eksisting.

### Pengolahan Data Hidrologi

Data hidrologi diolah melalui 3 tahapan yaitu:

- a. Perhitungan curah hujan maksimum tahunan

Data hujan diambil dari Stasiun Hujan Maritim. Data hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan harian dari tahun 2000 sampai dengan 2019.

- b. Analisis distribusi

Analisis distribusi hujan membandingkan 4 metode distribusi, yaitu: Normal, Gumbel, Log Pearson III dan Log Normal.

- c. Uji distribusi

Pengujian distribusi dilakukan menggunakan 2 metode, yaitu: Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov.

### Metode Pengumpulan Data

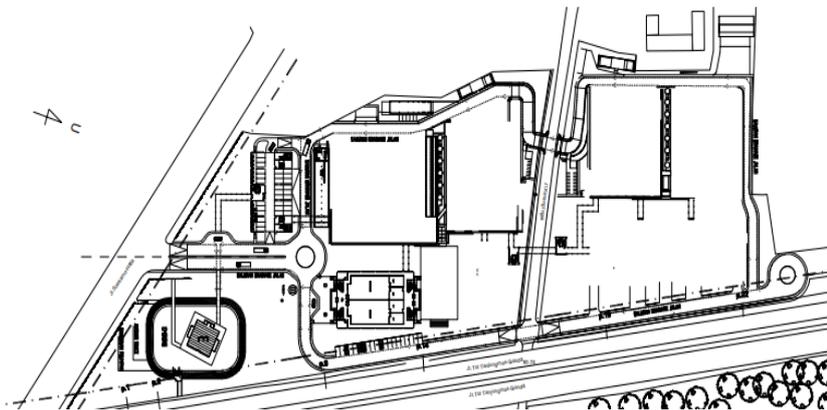
Data yang digunakan untuk dianalisis adalah sebagai berikut:

- a. Data daerah tangkapan air hujan (*catchment area*).

Data daerah tangkapan air hujan menggunakan data primer, yaitu data yang diambil langsung di lokasi penelitian. Gambar *catchment area* ditampilkan pada Gambar 1.

- b. Data curah hujan.

Data yang digunakan diperoleh dari Dinas PU SDA & Tata Ruang Provinsi Jawa Tengah, sehingga termasuk kategori data sekunder. Data curah hujan yang digunakan adalah dari Stasiun Hujan Maritim. Data curah hujan tersebut ditampilkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Gambar daerah tangkapan air hujan (*catchment area*).

Tabel 1. Data curah hujan maksimal di Stasiun Hujan Maritim.

Tahun	Curah Hujan Maksimal (mm)
2000	168,0

2001	156
2002	94
2003	98
2004	87,00
2005	80
2006	148,0
2007	97,0
2008	107,0
2009	231,0
2010	139,0
2011	106,0
2012	110,0
2013	147,0
2014	142,0
2015	66,0
2016	79,0
2017	83,0
2018	105,0
2019	54,0

(Sumber: Dinas PU SDA Tata Ruang Provinsi Jawa Tengah, 2020).

### C. Analisis dan Pembahasan

#### Analisis Distribusi Curah Hujan

Analisis distribusi hujan menggunakan 4 metode distribusi, yaitu: Distribusi Gumbel, Distribusi Normal, Distribusi Log Normal dan Distribusi Log Pearson III. Hasil dari masing-masing distribusi ditampilkan pada Tabel 2 sampai dengan Tabel 5.

Tabel 2. Hasil analisis Distribusi Gumbel

No	Periode Ulang T (Tahun)	$X_{\text{rerata}}$ (mm)	S	Faktor K	Hujan Rencana (mm)
1	2	115	42,836	-0,20392	106,365
2	5	115	42,836	0,90580	153,901
3	10	115	42,836	1,60368	183,795
4	20	115	42,836	2,27301	212,467
5	25	115	42,836	2,41743	218,653
6	50	115	42,836	3,13939	249,579
7	100	115	42,836	3,78864	277,390
8	500	115	42,836	5,29022	341,712
9	1000	115	42,836	5,93379	369,280

Tabel 3. Hasil analisis Distribusi Normal

No	Periode Ulang T (Tahun)	$X_{\text{rerata}}$ (mm)	S	Faktor $K_T$	Hujan Rencana (mm)
----	----------------------------	-----------------------------	---	--------------	-----------------------

1	2	115	42,836	0	115
2	5	115	42,836	0,84	151,082
3	10	115	42,836	1,28	169,930
4	20	115	42,836	1,64	185,351
5	25	115	42,836	1,71	188,278
6	50	115	42,836	2,05	202,914
7	100	115	42,836	2,33	214,908
8	500	115	42,836	2,88	238,468
9	1000	115	42,836	3,09	247,463

Tabel 4. Hasil analisis Distribusi Log Normal

No	Periode Ulang T (Tahun)	Log $X_{rerata}$	Faktor KT	SLogX	LogXT	Hujan Rencana (mm)
1	2	2,036	0,00	0,149	2,036	108,721
2	5	2,036	0,84	0,149	2,162	145,093
3	10	2,036	1,28	0,149	2,227	168,771
4	20	2,036	1,64	0,149	2,281	190,991
5	25	2,036	1,71	0,149	2,291	195,527
6	50	2,036	2,05	0,149	2,342	219,880
7	100	2,036	2,33	0,149	2,384	242,083
8	500	2,036	2,88	0,149	2,466	292,433
9	1000	2,036	3,09	0,149	2,497	314,312

Tabel 5. Hasil analisis Distribusi Log Pearson III

No	Periode Ulang T (Tahun)	Log x	Faktor KT	SLogX	LogXT	Hujan Rencana (mm)
1	2	2,036	-0,03	0,149	2,032	107,721
2	5	2,036	0,85	0,149	2,163	145,460
3	10	2,036	1,33	0,149	2,235	171,806
4	20	2,036	1,67	0,149	2,286	193,008
5	25	2,036	1,84	0,149	2,311	204,570
6	50	2,036	2,18	0,149	2,362	230,287
7	100	2,036	2,49	0,149	2,408	256,116
8	500	2,036	3,92	0,149	2,621	417,524
9	1000	2,036	4,25	0,149	2,671	468,997

### Uji Kecocokan

Tahapan selanjutnya adalah uji kecocokan dengan menggunakan 2 metode yaitu metode Smirnov-Kolmogorov dan metode Chi Kuadrat. Uji kecocokan menggunakan 2 metode tersebut menghasilkan metode Log Pearson 3 sebagai metode distribusi yang diterima. Hasil dari uji tersebut ditampilkan pada Tabel 6. Hasil rangkuman perhitungan curah hujan rencana ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 6. Hasil uji metode Smirnov-Kolmogorov

No.	Distribusi Probabilitas	Metode Chi-Kuadrat			Metode Smirnov-Kolmogorof			Keterangan
		$\chi^2$ hitungan	$\chi^2_{cr}$	Ket.	$\Delta P$ Maks	$\Delta P$ Kritis	Ket.	
1	Gumbel	8,50	5,991	Ditolak	1,003	0.29	Ditolak	Ditolak
2	Normal	8,50	5,991	Ditolak	0.619	0.29	Ditolak	Ditolak
3	Log Normal	9,25	5,991	Ditolak	0.131	0.29	Diterima	Ditolak
<b>4</b>	<b>Log Pearson Type III</b>	<b>3,917</b>	<b>5,991</b>	<b>Diterima</b>	<b>0.228</b>	<b>0.29</b>	<b>Diterima</b>	<b>Diterima</b>

Tabel 7. Hasil rangkuman perhitungan curah hujan rencana

No	Periode Ulang (Tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)			
		Gumbel	Normal	Log Normal	Log Pearson Type III *)
1	2	106,35	115,10	108,72	<b>107,72</b>
2	5	154,44	151,08	145,09	<b>145,46</b>
3	10	184,69	169,93	168,77	<b>171,81</b>
5	25	219,95	188,28	195,53	<b>204,57</b>
6	50	251,24	202,91	219,88	<b>230,29</b>
7	100	279,37	214,91	242,08	<b>256,12</b>
8	500	344,44	238,47	292,43	<b>417,52</b>
9	1000	372,33	247,46	314,31	<b>469,00</b>

### Debit Banjir Rencana

Analisis debit banjir rencana dilakukan setelah mendapatkan besaran curah hujan rencana. Analisis debit banjir rencana dilakukan dengan menggunakan metode Rasional, metode ini dipilih karena luas wilayah penelitian yang relatif kecil yaitu seluas 47,020 m<sup>2</sup> dengan rincian seluas 29.482 m<sup>2</sup> untuk lahan bangunan kampus dan seluas 17.538 m<sup>2</sup> untuk bagian lahan hijau. Rumus metode Rasional sebagai berikut (Triatmodjo, 2009):

$$Q = 0,278 C.I.A (m^3/det)$$

dimana:

- Q = debit banjir
- C = koefisien limpasan
- I = intensitas hujan
- A = luas daerah pengaliran

Rumus ini didasarkan atas sebagai berikut:

- Tidak ada kehilangan-kehilangan (semua curah hujan menjadi limpasan permukaan).
- Lama waktu hujan sedemikian rupa sehingga debit keseimbangan dicapai dengan memperhatikan adanya kehilangan-kehilangan.

Analisis debit banjir rencana dilakukan dengan 3 kondisi yaitu kondisi sebelum adanya pembangunan dan kondisi sesudah adanya pembangunan. Curah hujan yang digunakan adalah menggunakan curah hujan kala ulang 5 tahun (R5). Hasil perhitungannya ditampulkan pada Tabel 8 untuk kondisi sebelum ada pembangunan kampus, Tabel 9 untuk kondisi sesudah adanya

pembangunan kampus untuk bagian bangunan kampus dan tabel 10 untuk kondisi sesudah adanya pembangunan kampus untuk bagian lahan hijaunya.

Tabel 8. Hasil perhitungan debit banjir rencana sebelum adanya pembangunan kampus.

Kala ulang	CH (mm)		Q (m <sup>3</sup> /dt)
	Metode Log Person III		Metode Rasional
2	107,720		5,887
5	145,460		7,949

Tabel 9. Hasil perhitungan debit banjir rencana sesudah adanya pembangunan kampus untuk bagian bangunan kampus.

Kala ulang	CH (mm)		Q (m <sup>3</sup> /dt)
	Metode Log Person III		Metode Rasional
2	107,720		5,537
5	145,460		7,476

Tabel 10. Hasil perhitungan debit banjir rencana sesudah adanya pembangunan kampus untuk bagian lahan hijau.

Kala ulang	CH (mm)		Q (m <sup>3</sup> /dt)
	Metode Log Person III		Metode Rasional
2	107,720		1,098
5	145,460		1,482

### Perhitungan Selisih Besaran Limpasan

Perubahan tata guna lahan yang awalnya adalah semak belukar menjadi lahan kawasan kampus akan mengakibatkan limpasan menjadi semakin besar. Selisih besaran limpasan (*delta zero run off*) dihitung dengan hasil pengurangan antara kondisi sudah terbangun (bangunan kampus + lahan hijau) dengan kondisi sebelum terbangun. Perhitungannya adalah:

$$\text{selisih limpasan} = (7,476 + 1,482) - 7,949$$

$$\text{selisih limpasan} = 1,009 \text{ m}^3/\text{detik.}$$

Besar debit yang diperoleh dari perhitungan selisih limpasan antara kondisi yang sudah terbangun dan kondisi sebelum terbangun (*delta debit*) adalah 1,009 m<sup>3</sup>/detik.

### Perhitungan Bangunan Air

Perhitungan kapasitas bangunan air dalam penelitian ini adalah kolam retensi, *long storage* dan saluran drainase keliling bangunan menggunakan debit hasil selisih besaran limpasan antara kondisi sebelum sesudah terbangun dan sebelum terbangun yaitu sebesar 1,009 m<sup>3</sup>/detik.

Berdasarkan SNI 03-3424 – 1994 tentang Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan bahwa disyaratkan lamanya durasi curah hujan adalah selama 4 jam, sehingga perhitungan untuk kapasitasnya menggunakan durasi hujan selama 4 jam. Perhitungan volume kapasitasnya sebagai berikut:

$$4 \times 3600 \times 1,009 = 14.529,6 \text{ m}^3$$

Berdasar dari hasil perhitungan tersebut maka volume sebesar 14.529,6 m<sup>3</sup> akan ditampung oleh kolam retensi dan saluran drainase.

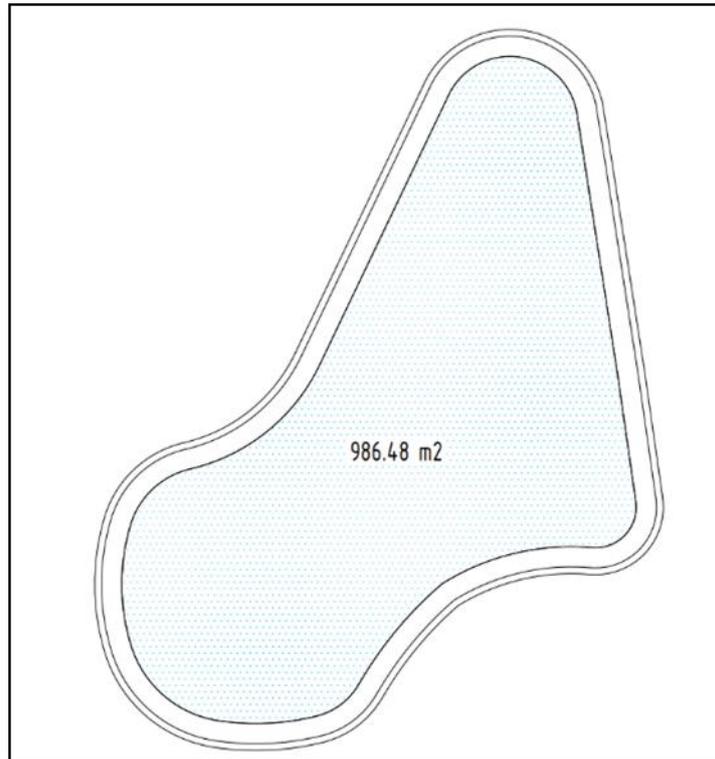
Lahan yang tersedia untuk dibangun kolam retensi seluas 986,48 m<sup>2</sup> dengan kedalaman efektif sedalam 3,5 m, karena apabila lebih dari kedalaman tersebut sudah mencapai kedalaman muka

air tanah. Gambar bentuk rencana kolam retensinya ditampilkan pada Gambar 2. Sehingga perhitungan kapasitas volumenya adalah:

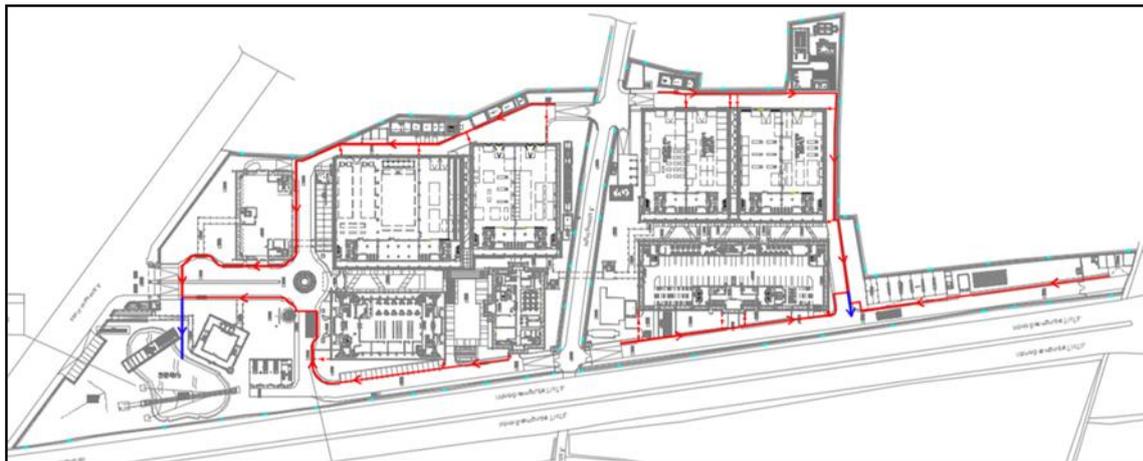
$$V = \text{Luas kolam retensi} \times \text{kedalaman}$$

$$V = 986,48 \text{ m}^2 \times 3,5\text{m}$$

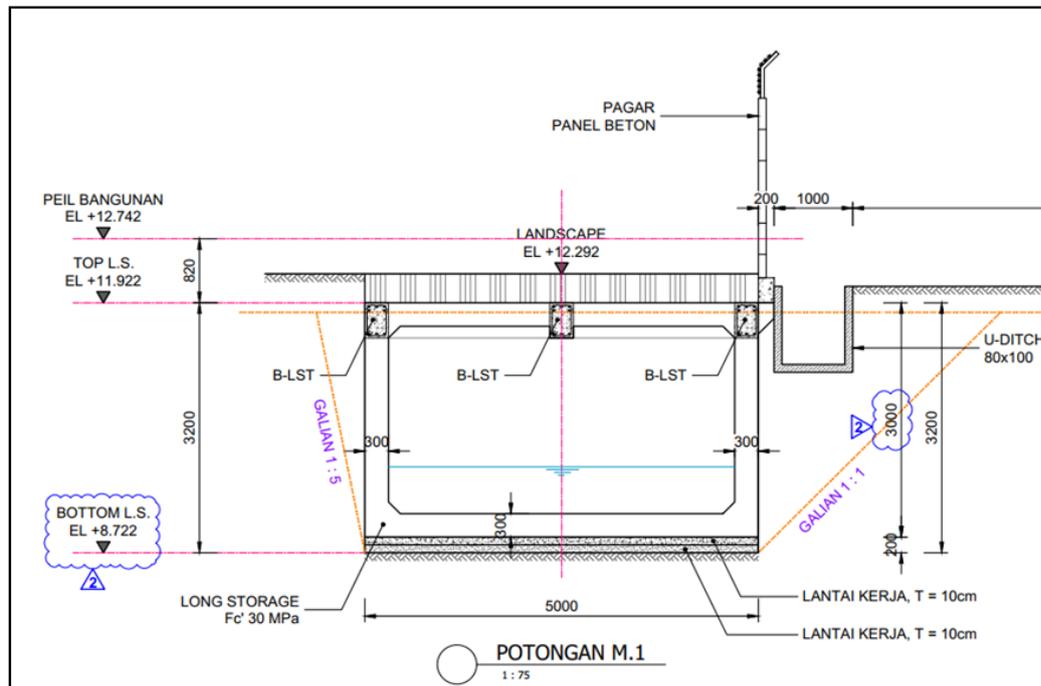
$$V = 3452,68 \text{ m}^3$$



Gambar 2. Rencana bentuk kolam retensi.



Gambar 3. Lokasi dan arah aliran air limpasan.

Gambar 4. Detail *long storage*.

Setelah mendapatkan kapasitas volume kolam retensi, maka selanjutnya menghitung kapasitas *long storage* yang akan menerima limpasan. Gambar lokasi dan arah aliran air limpasan ditampilkan pada Gambar 3, kemudian gambar detail *long storage* ditampilkan pada Gambar 4. Perhitungan kapasitas *long storage* adalah sebagai berikut:

$$V = \text{lebar} \times (\text{panjang site a} + \text{site b})$$

$$V = 10,32 \times (134 + 262)$$

$$V = 4086,72 \text{ m}^3$$

Kapasitas kolam retensi dan *long storage* sudah didapat, maka selanjutnya menghitung kapasitas saluran drainase keliling bangunan. Dimensi *long storage* menggunakan 3 model u-ditch yaitu ukuran 50 x 60 cm, 60 x 70 cm dan 80 x 100 cm. Gambar detail saluran keliling drainase bangunan di ditampilkan pada Gambar 5 sampai dengan Gambar 7. Perhitungan kapasitas saluran drainase keliling bangunan adalah sebagai berikut:

- a. Saluran u-ditch 50 x 60 cm.

$$V = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}$$

$$V = 140 \times 0,5 \times 0,6$$

$$V = 42 \text{ m}^3$$

- b. Saluran u-ditch 60 x 70 cm.

$$V = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}$$

$$V = 725 \times 0,6 \times 0,7$$

$$V = 304,5 \text{ m}^3$$

- c. Saluran u-ditch 80 x 100 cm.

$$V = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}$$

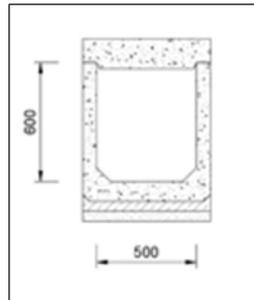
$$V = 51 \times 0,8 \times 1$$

$$V = 40,8 \text{ m}^3$$

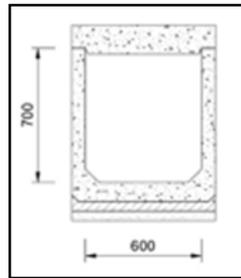
Kapasitas total dari saluran drainase keliling bangunan adalah:

$$V_{\text{total}} = 42 + 304,5 + 40,8$$

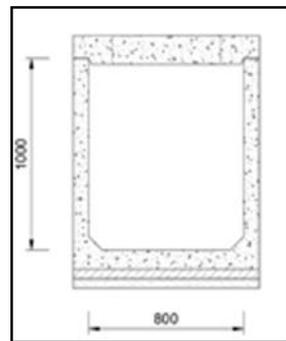
$$= 387,3 \text{ m}^3$$



Gambar 5. Detail saluran u-ditch 50 x 60 cm.



Gambar 6. Detail saluran u-ditch 60 x 70 cm.



Gambar 7. Detail saluran u-ditch 80 x 100 cm.

Berdasar dari seluruh perhitungan kapasitas bangunan air, maka hasilnya adalah sebagai berikut:

Kapasitas total = Kolam retensi + *long storage* + sal. keliling.

Kapasitas total = 3452,68 + 4086,72 + 387,3

Kapasitas total = 7926,70 m<sup>3</sup>.

#### Evaluasi Kapasitas

Tahapan setelah mendapatkan kapasitas total maka selanjutnya adalah evaluasi kapasitas. Kapasitas total yang dimiliki jika dibagi dengan debit banjir rencana adalah sebagai berikut:

$$\frac{\text{Kapasitas total}}{\text{debit banjir rencana}} = \text{durasi}$$

$$\frac{7926,70}{3600 \times 100,9} = 2,18 \text{ jam.}$$

Hasil dari evaluasi menunjukkan bahwa dengan kapasitas total sebesar 7926,70 m<sup>3</sup> hanya mampu menampung curah hujan rencana yang jatuh dengan durasi 2,18 jam, sehingga diperlukan adanya lahan yang lebih luas untuk memperoleh dimensi bangunan air yang dapat menampung secara

keseluruhan selisih besaran limpasan akibat (*zero run off*) dari perubahan tata guna lahan yang awalnya lahan yang tertutup semak belukar berubah menjadi kawasan kampus.

## D. Penutup

### Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh pada penelitian ini yang tahapan analisis-analisinya sudah dilakukan secara menyeluruh adalah sebagai berikut:

1. Potensi debit banjir terjadi dalam 3 kondisi yaitu:
  - a. Kondisi eksisting, yaitu tata guna lahan dengan kondisi lahan yang tertutup semak belukar memiliki potensi debit banjir sebesar  $7,949 \text{ m}^3/\text{detik}$ .
  - b. Kondisi setelah pembangunan, yaitu tata guna lahan dengan kondisi lahan yang tertutup bangunan kampus memiliki potensi debit banjir sebesar  $7,476 \text{ m}^3/\text{detik}$ .
  - c. Kondisi setelah pembangunan yaitu, pada bagian lahan hijau memiliki potensi debit banjir sebesar  $1,482 \text{ m}^3/\text{detik}$ .
2. Selisih limpasan yang terjadi antara kondisi eksisting dengan kondisi setelah pembangunan kampus adalah sebesar  $1,009 \text{ m}^3/\text{detik}$ .
3. Bangunan air yang dapat menampung debit banjir selisih dari perubahan tata guna lahan adalah sebagai berikut:
  - a. Kolam retensi dengan luasan kolam seluas  $986,48 \text{ m}^2$  dengan kedalaman  $3,5 \text{ m}$  dapat menampung debit banjir sebesar  $3452,68 \text{ m}^3$ .
  - b. *Long storage* 2 bagian yaitu *site A* dan *site B* dengan yang dapat menampung debit banjir berkapasitas total sebesar  $4086,72 \text{ m}^3$
  - c. Saluran keliling bangunan yang terdiri atas 3 profil u-ditch yaitu u-ditch ukuran  $40 \times 50 \text{ cm}$ , u-ditch ukuran  $60 \times 70 \text{ cm}$  dan u-ditch ukuran  $80 \times 100 \text{ cm}$ . saluran keliling tersebut dapat menampung debit banjir sebesar  $387,3 \text{ m}^3$ .Kapasitas dari 3 bangunan air tersebut dapat menampung debit banjir sebesar  $7926,70 \text{ m}^3$ . Debit banjir tersebut terjadi dengan curah hujan rencana berdurasi selama 2,18 jam.

### Saran

Saran yang dapat diberikan hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diperlukan luas lahan lebih untuk memperluas kolam retensi, sehingga dapat tercapai 0 limpasan selisih perubahan tata guna lahan (*zero run off*).
2. Diperlukan penelitian yang lebih lanjut untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal dalam meminimalisir limpasan bahkan hingga tercapai 0 limpasan (*zero run off*).

### Daftar Pustaka

- Indriatmoko, R.H., (2010) Penerapan Prinsip Kebijakan Zero Delta Q Dalam Pembangunan Wilayah. JAI (6) 1.
- Limantara, L.M. (2015). *Rekayasa Hidrologi*. Yogyakarta: Andi.
- Muhammad, N.F. (2022) Analisis Pemanenan Air Hujan (Studi Kasus di Kampus UNTAG Semarang). *Journal of Civil Engineering and Technology Sciences*. (1) 1. 36-42.
- Muhammad, N.F., Darsono, S., Suharyanto, Supriyanto, A. (2021) Analisis Reduksi Debit Banjir di Dalam DAS Pucang Gading. *Rang Teknik Journal*. (4) 2. 220-228.
- Muhammad, N.F., Hapsari R.N.A., Suseno, D.P. (2023) Analisis Perbandingan Kalibrasi Curah Hujan Jam-jaman Menggunakan Stasiun Hujan Hulu dan Hilir. *Rang Teknik Journal*. (6) 1. 1-10.
- Suharyanto, Nugroho B.J., Sangkawati S.S. (2021) Analysis Of Water Performance At Graha Jangli Indah Semarang. *Rang Teknik Journal*. (4)1. 1-10.
- Triatmodjo, B, (2009). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta. Andi.