

Pengendalian Debit Limpasan Permukaan Dengan Metode Kolam Retensi Di Kawasan Citraland Kairagi

Julio A. D. Mangare^{#a}, Tiny Mananoma^{#b}, Jeffry S. F. Sumarauw^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^ajuliomangare27@gmail.com; ^btmananoma@yahoo.com; ^cjeffrysumarauw@unsrat.ac.id

Abstrak

Perubahan tata guna lahan sebagai dampak pengembangan daerah perkotaan menyebabkan terjadinya penurunan daya resapan pada lahan dan meningkatnya limpasan air permukaan yang jika tidak dikendalikan dapat menyebabkan banjir. Salah satu bentuk pengendalian debit limpasan permukaan yaitu Kolam retensi. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk menghitung dimensi dan kapasitas Kolam retensi untuk pengendalian debit limpasan permukaan. Penelitian ini dilakukan di kawasan perumahan Citraland Kairagi yang baru di kembangkan. Pada penelitian ini menggunakan data curah hujan tahun 2011-2021 dan untuk analisis debit banjir menggunakan metode rasional. Berdasarkan analisis didapatkan debit banjir rencana dengan kala ulang 10 tahun adalah $3,953 \text{ m}^3/\text{det}$ (Q_{10}). Volume aliran saat debit puncak (Q_{10}) adalah $3807,087 \text{ m}^3$. Volume Tampungan yang tersedia adalah $3889,06 \text{ m}^3$. Sehingga Volume tampungan kolam retensi yang tersedia di kawasan perumahan masih dapat menampung volume aliran saat debit puncak.

Kata kunci: pengendalian, limpasan permukaan, kolam retensi, Citraland

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk di wilayah perkotaan mengharuskan adanya pembangunan yang masif untuk memenuhi kebutuhan masyarakat perkotaan baik untuk pemukiman, industri, komersial hal ini dapat meningkatnya roda perekonomian di wilayah perkotaan.

Banjir merupakan permasalahan yang terus mewarnai di daerah perkotaan karena adanya perubahan tata guna lahan sebagai dampak pengembangan daerah perkotaan. Lahan yang awalnya memiliki kondisi alami sehingga memiliki daya resapan yang masif dan baik berubah menjadi lahan alih fungsi yang memiliki daya resap relatif kecil setelah adanya pembangunan. Pada saat hujan bila tutup permukaan berubah maka limpasan permukaan menjadi besar.

Limpasan air permukaan ini jika tidak dikendalikan dapat menyebabkan banjir. Salah satu bentuk pengendalian debit limpasan permukaan yaitu dengan konsep memperlambat kehadiran limpasan air permukaan tanpa menyebabkan masalah disuatu tempat. Kolam retensi adalah bentuk nyata dari konsep tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut perlu dilakukan kajian terkait pengendalian *runoff* dengan konsep kolam retensi.

1.3. Pembatasan Penelitian

- Kawasan yang menjadi objek penelitian adalah perumahan Citraland *Luxury at The Hill* Kairagi.

- Analisis dengan menggunakan debit banjir rencana kala ulang Q_2 Q_5 Q_{10} Q_{25} Q_{50} Q_{100}
- Analisis dibatasi sampai dimensi kolam retensi tanpa perhitungan struktur.

1.4. Tujuan Penelitian

Mendapatkan dimensi dan kapasitas Kolam retensi untuk pengendalian debit limpasan permukaan

1.5. Manfaat Penelitian

Sebagai referensi bagi pihak terkait untuk pengendalian debit limpasan permukaan dan bagi mahasiswa yang ingin belajar.

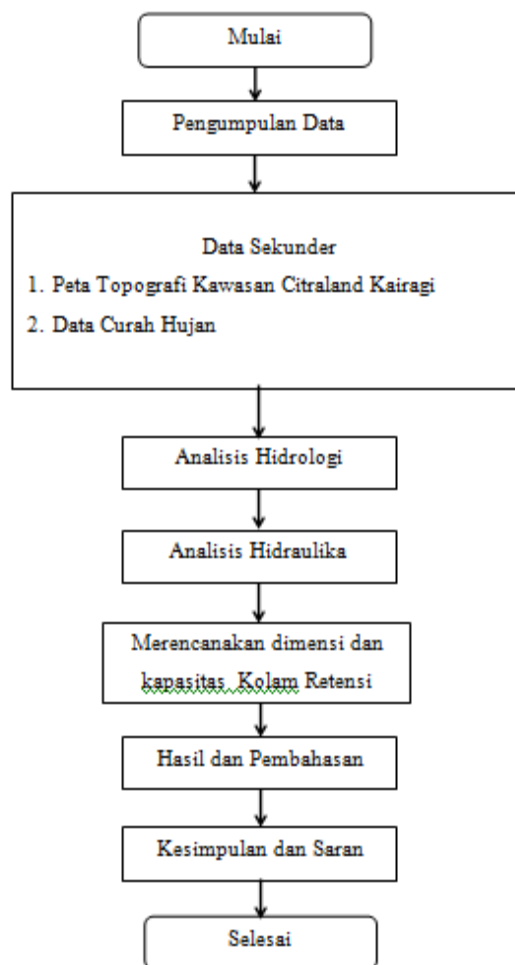
2. Metode

2.1. Lokasi Penelitian

Kawasan perumahan Citraland *Luxury at The Hill*. Kairagi merupakan kawasan perumahan yang terletak di Jalan Arie Lasut Manado Sulawesi Utara Provinsi Sulawesi Utara. Lokasi penelitian berada di $1^{\circ}30'2.42''N$ $124^{\circ}52'36.26''E$.

2.2. Bagan Alir Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. Kajian Literatur

3.1. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah Gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau presipitasi dan akan berakhir mengalir ke laut lagi (Soemarto, 1987). Sedangkan siklus hidrologi adalah perjalanan air dari atmosfer ke permukaan tanah dan Kembali lagi ke laut yang tidak pernah berhenti (Asdak, 2007).

3.2. Banjir

Banjir adalah suatu kondisi dimana tidak tertampungnya air dalam saluran atau terhambatnya aliran air di dalam saluran (Suripin, 2003).

3.3. Metode Rasional

Dalam perhitungan debit puncak rencana digunakan *Rational Method* (RM). Untuk persamaan debit rencana adalah sebagai berikut :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

3.4. Sistem Drainase

Menurut Suripin (2004) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, sistem drainase dapat diartikan sebagai serangkaian bangunan air yang memiliki fungsi untuk mengurangi, membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat dimanfaatkan secara optimal.

3.5. Kolam Retensi

Kolam retensi merupakan suatu kolam atau cekungan yang merupakan bagian dari prasarana drainase yang berfungsi untuk menampung dan meresapkan limpasan air permukaan di suatu wilayah. Kolam retensi terbagi menjadi dua bagian yaitu kolam alami dan non alami. Air yang masuk ke dalam *inlet* akan menampung air sesuai dengan kapasitas yang telah direncanakan untuk mengurangi debit banjir puncak (*peak flow*) pada saat *over flow*, sehingga kolam retensi dapat berfungsi sebagai tempat pengurangan debit banjir karena adanya penambahan waktu konsentrasi air untuk mengalir dipermukaan (Diklat Penanganan Drainase Jalan Modul 4 Kementerian PUPR, 2019).

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Analisis Hidrologi

Tabel 1. Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Hujan Bailang Kayuwatu

Tahun	Curah Hujan (mm)
2011	148,00
2012	75,90
2013	194,30
2014	201,00
2015	124,50
2016	65,10
2017	99,30
2018	78,80
2019	46,00
2020	88,20
2021	83,20

Sumber: Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1

Tabel 2. Rangking Data Curah Hujan

Tahun	Curah Hujan (mm)
2019	46,00
2016	65,10
2012	75,90
2018	78,80
2021	83,20
2020	88,20
2017	99,30
2015	124,50
2011	148,00
2013	194,30
2014	201,00

Berdasarkan tabel urutan data di atas nilai terendah curah hujan maksimum adalah 46,00 mm dan untuk nilai tertinggi curah hujan maksimum adalah 201,00 mm.

Tabel 3. Analisa Data Outlier

No	X_i (mm)	$\text{Log } X_i$	$\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X}$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3$
1	46,00	1,66	-0,38	0,14	-0,05
2	65,10	1,81	-0,23	0,05	-0,01
3	75,90	1,88	-0,16	0,03	0,00
4	78,80	1,90	-0,14	0,02	0,00
5	83,20	1,92	-0,12	0,01	0,00
6	88,20	1,95	-0,09	0,01	0,00
7	99,30	2,00	-0,04	0,00	0,00
8	124,50	2,10	0,06	0,00	0,00
9	148,00	2,17	0,13	0,02	0,00
10	194,30	2,29	0,25	0,06	0,02
11	201,00	2,30	0,26	0,07	0,02
Σ	1204,30	21,97	-0,46	0,42	-0,04
\bar{X}	109,48				
$\text{Log } \bar{X}$	2,04				

- Mean

$$\begin{aligned} \log \bar{X} &= \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \\ &= \log \frac{(46+65,1+75,9+78,8+83,2+88,2+99,3+124,5+148+185,85+201,00)}{11} \\ &= \log 109,48 \\ &= 2,04 \end{aligned}$$

- Standar Deviasi

$$S_{\log} = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X_i})^2} = \sqrt{\frac{0,42}{(11-1)}} = 0,20$$

- Koefisien kemencengan (*Skewness*)

$$CS_{\log} = \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X_i})^3}{(n-1)(n-2)(S_{\log})^3} = -0,552$$

Maka dilakukan uji outlier rendah kemudian uji outlier tinggi. Dengan $K_{(11)} = 2,088$, hasilnya adalah:

$$\begin{aligned} \log X_l &= \log \bar{X} - kn S_{\log} \\ X_l &= 41,20 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\log Xl = \log \bar{X} + kn S_{\log}$$

$$Xh = 291,63 \text{ mm}$$

Hal ini menunjukkan data curah hujan ini lebih tinggi dari syarat uji outlier tinggi dan lebih rendah dari syarat uji outlier tinggi. Sehingga data curah hujan dapat digunakan.

Tabel 4. Perhitungan Parameter Statistik

No	X_i (mm)	$\log X_i$	$\log X_i - \log \bar{X}$	$(\log X_i - \log \bar{X})^2$	$(\log X_i - \log \bar{X})^3$	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
1	77,40	1,89	-0,17	0,03	-0,01	-37,67	1419,03	-53454,82	2013643,02
2	77,90	1,89	-0,17	0,03	0,00	-37,17	1381,61	-51354,40	1908843,15
3	88,00	1,94	-0,12	0,01	0,00	-27,07	732,78	-19836,49	536973,71
4	92,95	1,97	-0,09	0,01	0,00	-22,12	489,29	-10823,19	239409,01
5	104,60	2,02	-0,04	0,00	0,00	-10,47	109,62	-1147,73	12016,74
6	107,25	2,03	-0,03	0,00	0,00	-7,82	61,15	-478,21	3739,62
7	129,10	2,11	0,05	0,00	0,00	14,03	196,84	2761,68	38746,34
8	139,65	2,15	0,08	0,01	0,00	24,58	604,18	14850,66	365029,12
9	148,00	2,17	0,11	0,01	0,00	32,93	1084,38	35708,79	1175890,61
10	185,85	2,27	0,21	0,04	0,01	70,78	5009,81	354594,24	25098180,20
Σ	1150,70	20,44	-0,17	0,15	0,00	0,00	11088,70	270820,52	31392471,53
\bar{X}	115,07								
$\log \bar{X}$	2,06								

- Mean

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{1204,30}{11} = 109,48 \text{ mm}$$

- Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} = \sqrt{\frac{26595,02}{(11-1)}} = 51,57$$

- Koefisien Variasi (*Coefficient of Variation*)

$$Cv = \frac{s}{\bar{X}} = \frac{51,57}{109,48} = 0,47$$

- Koefisien Kemencengan (*Coefficient of Skewness*)

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$= \frac{10 \times 998393,32}{(11-1)(11-2) 51,57^3} = 0,89$$

- Koefisien Kurtosis (*Coefficient of Kurtosis*)

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

$$= \frac{10 \times 147129106,47}{(11-1)(11-2)(11-3) 51,57^4} = 0,003$$

Tabel 5. Perhitungan Parameter Statistik

No	Tipe Distribusi	Syarat Parameter Statistik	Hasil syarat Parameter	Parameter Hasil Analisis	keterangan
1	Distribusi Normal	$Cs \approx 0$	Cs	0	Tidak Memenuhi
		$Ck \approx 3$	Ck	3	
2	Distribusi Log-Normal	$Cs \approx Cv^3 + 3Cv$	Cs	1,518	Tidak Memenuhi
		$Ck \approx Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$	Ck	7,356	
3	Distribusi Gumbel	$Cs \approx 1,14$	Cs	1,44	Tidak Memenuhi
		$Ck \approx 5,40$	Ck	5,4	
4	Distribusi Log - Person III	Karena ketiga kriteria sebaran tidak memenuhi maka tipe sebaran dianggap tipe Distribusi Log - Person III			

Dengan diketahui standar periode ulang yang berlaku melalui P3KT di Sulawesi Utara adalah 10 tahun, maka:

Untuk kala ulang 10 Tahun

$$\log X_T = \log \bar{X} + Slog \cdot K_{TR,Cs}$$

$$\log X_T = 2,04 + 0,20 \times 1,13$$

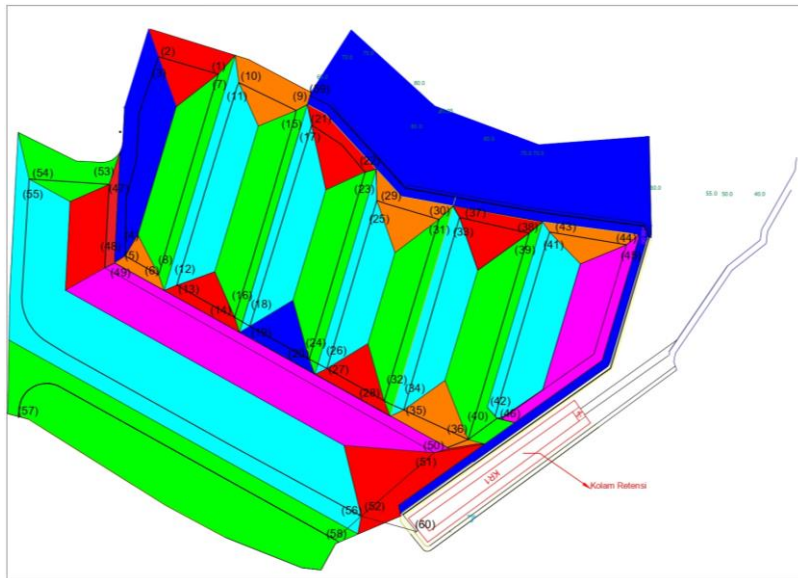
$$\log X_T = 2,31$$

$$X_T = 205,18 \text{ mm}$$

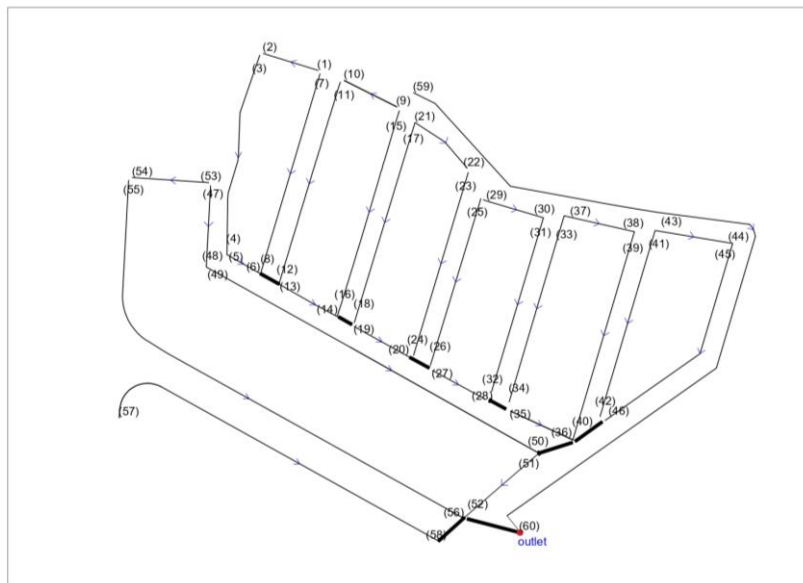
Tabel 6. Hujan rencana dengan beberapa kala ulang

T (tahun)	K	Slog	1/T (%)	Log X_T	X_T (mm)
2	-0,15	0,20	50	2,01	102,22
5	0,77	0,20	20	2,20	157,14
10	1,34	0,20	10	2,31	205,18
25	2,02	0,20	4	2,45	281,87
50	2,49	0,20	2	2,55	352,73

4.2. Analisis Debit Rencana Saluran Eksisting

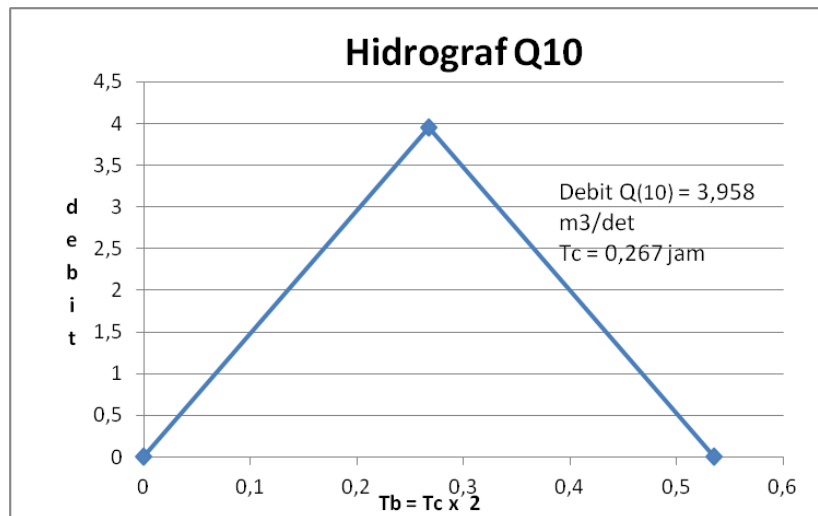


Gambar 2. Daerah Pengaruh Saluran



Gambar 3. Skema Arah Aliran

4.3. Perencanaan Dimensi Kolam Retensi



Gambar 4. Hidrograf (Q_{10})

Dari luasan hidrograf dapat di tentukan volume aliran saat debit puncak yang perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$T_b = 2 \times T_c = 2 \times 0,267 \text{ jam} = 0,535 \text{ jam}$$

$$V = \frac{1}{2} \times Q_{10} \times T_b \times 3600 = \frac{1}{2} \times 3,958 \times 0,535 \times 3600$$

$$= 3807,087 \text{ m}^3$$

Menggunakan data luasan yang tersedia adalah $1407,8057 \text{ m}^2$ dikurangi 15% untuk konstruksi dengan desain kedalaman kolam retensi adalah 4,5 m dengan tinggi jagaan 0,75 m dan tumpangan mati 0,5 m sehingga volume tampungan:

$$A_{\text{efektif}} = A_{\text{tersedia}} - A_{15\%} = 1407,8057 - (15\% \times 1407,8057)$$

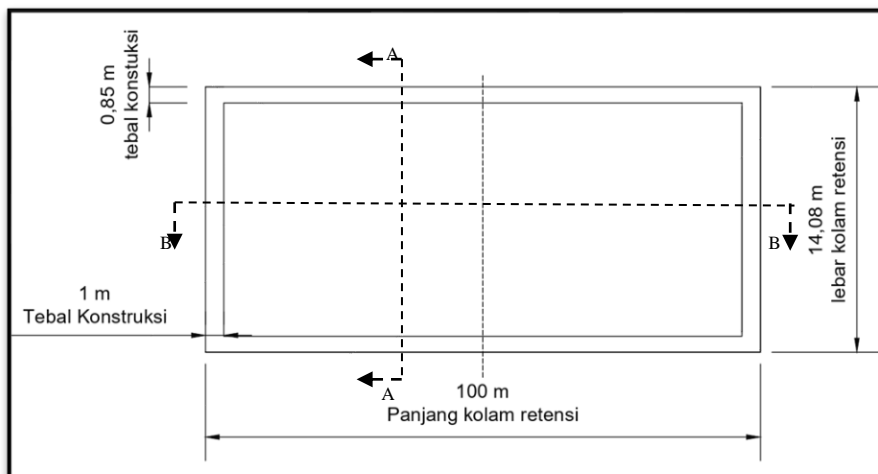
$$A_{\text{efektif}} = 1196,63 \text{ m}^2$$

$$h_{\text{efektif}} = h_{\text{des}} - h_{\text{jagaan}} - h_{\text{t.mati}}$$

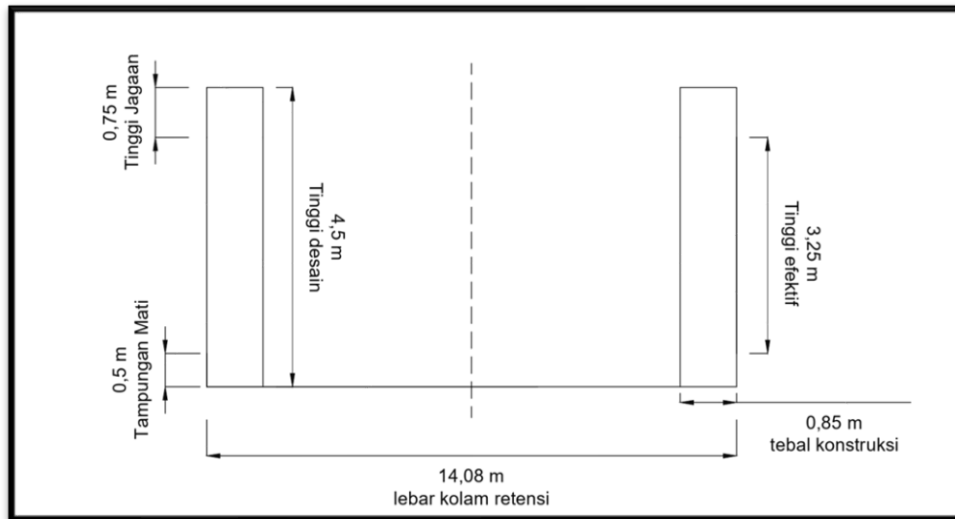
$$h_{\text{efektif}} = 4,5 - 0,75 - 0,5 = 3,25 \text{ m}$$

$$V_{\text{tersedia}} = 1196,63 \times 3,25 = 3889,06 \text{ m}^3$$

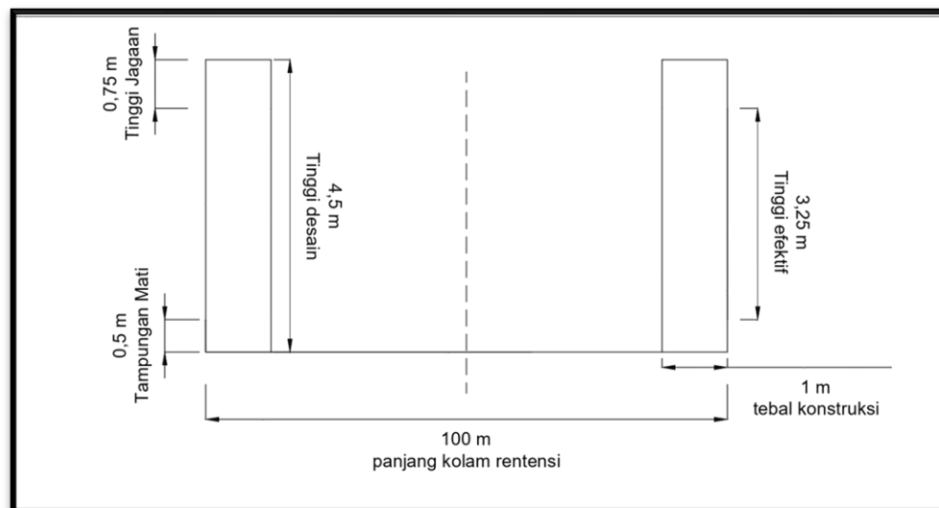
Dengan demikian volume aliran untuk $Q_{10} = 3807,087 \text{ m}^3$ masih dapat ditampung oleh volume kolam yang tersedia $3889,06 \text{ m}^3$. Penggambaran kolam retensi mengikuti kontur di lokasi perencanaan. Lokasi kolam retensi berbentuk cekung memanjang.



Gambar 5. Dimensi Kolam Retensi



Gambar 6. Potongan A-A



Gambar 7. Potongan B-B

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan

1. Berdasarkan P3KT di Sulawesi, hujan rencana yang digunakan adalah pada kala ulang 10 tahun, sebesar 205,18 mm.
2. Debit rencana pada *oulet* kolam retensi dengan kala ulang 10 tahun adalah 3,953 m³/det (Q_{10})
3. Volume aliran saat debit puncak (Q_{10}) adalah 3807,087 m³
4. Volume Tampungan yang tersedia adalah 3889,06 m³
5. Volume tampungan kolam retensi masih dapat menampung volume aliran saat debit puncak

Referensi

- Asdak, Chay. 1995. Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Balai Wilayah Sungai Sulawesi I. 2021. Data Curah Hujan
- Balai Besar Wilayah Sungai Pemali-Juana. 2021. Album: Pengendalian Banjir dan Penanganan Pantai. Kolam retensi Banjardowo. september 2021
- Bambang Triatmodjo. 2008. Hidrologi Terapan. Beta Offset, Yogyakarta
- Deysi Astuti, Siswanto, Iman Suprayogi. 2015. Analisi Kolam Retensi Sebagai Pengendalian Banjir

- Genangan Di Kecamatan Payung Sekaki. Jurnal Teknik Sipil Volume 2 No.2 Oktober 2015, Universitas Riau
- Ersin Seyhan. 1997. Dasar Dasar Hidrologi. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Evy Harmani, M. Soemantoro. 2015. Kolam Retensi Sebagai Alternatif Pengendalian Banjir. Jurnal Teknik Sipil Vol. 1 No. 1 Desember 2015, Universitas Budi Utomo
- Hasmar Halim, H., A., 2011, Drainase Terapan, UII Press, Yogyakarta
- Imam Subarkah, (1980), Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air, Idea Dharma, Bandung.
- Kelvin Haryono Auwyanto, Jeffry S. F. Sumarauw, Tiny Mananoma. 2022. Manajemen Sungai Torrential Sebagai Konsep Pengendalian Banjir Dari Kawasan Hulu DAS Pulisan Jurnal Tekno Vol. 20 No 80. April 2022 ISSN: 0215-9617
- Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Satuan Kerja Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Jalam, Perumahan, Permukiman Dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah. 2019. Diklat Penanganan Drainase Jalan Modul 4 Perencanaan Sistem Polder Dan kolam Retensi. Bandung
- Reni Andayani, Bahder Djohan , Kemas Aditya Arlingga. 2017. Penanganan Banjir Dengan Kolam Retensi (*Retarding Basin*) Di Kelurahan Gandus Kota Palembang. Jurnal Teknik Sipil Vol. 7 No 1 mei 2017 ISSN:2089-2942, Universitas Palembang
- Rurung, Muhammad Alriansyah., Herawaty Riogilang., Liany A. Hendratta., 2019. Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan dengan Sumur Resapan di Lahan Perumahan Wenwin-Sea Tumpengan Kabupaten Minahasa, Jurnal Sipil Statik Vol. 7 No. 2 Februari 2019 (189-200) ISSN : 2337-6732.
- Soemarto, CD.1986. Hidrologi Teknik. Penerbit Usaha Nasional, Surabaya
- Soemarto C. D. 1999. Hidrologi Teknik,Edisi Kedua. Erlangga, Jakarta
- Soewarno,1995. Hidrologi - Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid I. Bandung: Penerbit Nova
- Sosrodarsono, Suryono. 2003. Hidrologi Untuk Pengairan. Permas, Jakarta
- Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan . Andi, Yogyakarta