



Analisis Curah Hujan dan Debit Banjir DAS Cipeles Terhadap Drainase Jalan Tol Cisumdawu Phase III

Sulwan Permana¹, Mohamad Fadilah²

Jurnal Konstruksi
Institut Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@itg.ac.id

¹sulwanpermana@itg.ac.id

²1811043@itg.ac.id

Abstrak – Jalan tol Cisumdawu memiliki panjang sebesar 60,455 KM di bagi 6 seksi. Pembangunan Jalan Tol Cisumdawu bertujuan untuk menghubungkan 3 Wilayah yaitu Kota Bandung, Kabupaten Sumedang dan Kabupaten Majalengka. Jalan Tol Cisumdawu Phase III DAS Cipeles ini merupakan wilayah dengan tinggi permukaan tanah yang rendah karena kondisi jalan tol melintasi sungai. Sehingga, pada saat hujan deras dalam selang waktu tertentu memungkingkan adanya genangan air pada kawasan jalan tol Cisumdawu Phase III DAS Cipeles ini. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisa kinerja alur jaringan saluran drainase di Jalan Tol Cisumdawu Phase III DAS Cipeles, pengaruh dan kelayakannya khususnya diruas Jalan Tol Cisumdawu Phase III DAS Cipeles. Dengan menggunakan metode penelitian kuantitatif menggunakan data curah hujan terdekat yang mendukung untuk menghitung debit banjir rencana 5 tahun Metode Rasional yang akan dialirkan menuju saluran. Berdasarkan hasil analisa saluran drainase pada Jalan Tol Cisumdawu Phase III DAS Cipeles ini dengan data curah hujan pos hujan terdekat 10 tahun terakhir, menggunakan perhitungan curah hujan rata-rata Poligon Thiessen dengan luas DAS 65 km². Mendapatkan hasil perhitungan curah hujan rata-rata 250 mm, ada beberapa hal yang perlu dianalisis pertama adalah curah hujan rencana, dalam pemilihan metode distribusi curah hujan rencana yang akan digunakan. Diuji menggunakan metode Uji Chi-Kuadrat dan data yang digunakan adalah data curah hujan 10 tahun terakhir, lalu setelah diuji didapat hasil bahwa perhitungan curah hujan rencana untuk data dalam penelitian ini dapat dianalisis dengan metode distribusi Log Pearson Tipe III yang didapat hasil sebesar 325,704 mm dengan periode ulang 5 tahun yang dalam penelitian ini menggunakan metode rasional. Setelah semuanya dilakukan analisis didapat hasil yang menyimpulkan bahwa semua saluran drainase mampu menampung debit dari hasil hidrologi rencana. Debit rencana maksimum saluran terbesar yang dilimpaskan ke sungai sebesar 1,016 m³/detik yang dilimpaskan oleh semua saluran sisi barat.

Kata Kunci – Curah Hujan; Debit; Drainase; Jalan Tol; Kapasitas.

I. PENDAHULUAN

Dengan terjadinya urbanisasi di seluruh wilayah di Indonesia menjadikan beban daerah perkotaan menjadi lebih berat akhir-akhir ini. Berdasarkan hasil sensus penduduk 2020, rata-rata laju pertumbuhan penduduk yang mencapai 2,31%. Hal itu mengakibatkan kebutuhan akan lahan, baik untuk wilayah pemukiman maupun aktivitas perekonomian masyarakat meningkat, sehingga diperlukan sarana pemenuhan publik agar tercapainya kebutuhan pertumbuhan ekonomi. Sesuai dengan upaya mencapai target pertumbuhan ekonomi sebesar 5,2%. Maka, salah satunya upaya untuk memenuhinya yaitu dengan pembangunan infrastruktur di Indonesia.

Infrastruktur merupakan salah satu aspek penting sebagai penunjang penggerak pertumbuhan ekonomi di suatu wilayah, tak terkecuali di wilayah perkotaan. Peran infrastruktur sangat penting sebagai penunjang aktivitas kehidupan manusia. Dengan dibangunnya infrastruktur maka diperlukan evaluasi kinerja dari infrastruktur tersebut. Hal itu guna mengatasi permasalahan masyarakat yang baru diakibatkan oleh dibangunnya infrastruktur di wilayah tersebut. Infrastruktur terdiri dari banyak macamnya yaitu jalan tol, bendungan, saluran irigasi, bandara, pelabuhan dan jembatan.

Jalan tol atau jalan bebas hambatan adalah infrastruktur yang dibuat agar mempermudah mobilitas transportasi dari suatu wilayah ke wilayah lain. Jalan tol menjadi solusi dari permasalahan masyarakat untuk memudahkan akses masyarakat terkait mobilitas dari suatu kawasan. Pembangunan jalan tol banyak dilakukan, hal itu disesuaikan dengan pertumbuhan penduduk serta meningkatnya kebutuhan di suatu wilayah. Pembangunan jalan tol di Indonesia sangat banyak diantaranya ; jalan tol Cisumdawu, jalan tol Cipularang, jalan tol Cipali, jalan tol Trans-jawa, jalan tol Jagorawi dan lainnya.

Jalan tol Cisumdawu memiliki panjang 60,455 km di bagi 6 seksi. Pembangunan Jalan Tol Cisumdawu bertujuan untuk menghubungkan 3 Wilayah yaitu Kota Bandung, Kabupaten Sumedang dan Kabupaten Majalengka. Dengan dibangunnya Infrastruktur di wilayah ini, tidak menutup kemungkinan beberapa tahun mendatang akan terjadi peningkatan pada daerah pemukiman, perdagangan dan jasa industri. Sehingga menyebabkan berkurangnya daerah resapan air pada wilayah sekitar pembangunan. Oleh karena itu, pembangunan jalan tol ini dilengkapi dengan saluran drainase di samping sisi kiri, tengah (*mainhole*) dan kanan Jalan untuk mengatasi limpasan air hujan yang terjadi pada jalan.

Namun, pada jalan tol Cisumdawu Phase III DAS Cipeles ini merupakan wilayah dengan tinggi permukaan tanah yang rendah karena kondisi jalan tol melintasi sungai. Sehingga, pada saat hujan deras dalam beberapa waktu terlihat adanya limpasan air dari jalan tol yang memiliki permukaan tinggi menyebabkan genangan pada kawasan jalan tol Cisumdawu Phase III DAS Cipeles ini.

Ada beberapa faktor penting yang perlu diperhatikan dalam perencanaan perkerasan jalan tol, seperti tidak adanya kerusakan dan drainase yang baik sehingga tidak ada genangan air di Jalan Tol Cisumdawu. Jika hujan deras turun di jalan, genangan air dapat terbentuk jika limpasan air hujan tidak diterima dengan baik oleh sistem drainase yang ada. Jalan Tol Cisumdawu melintasi beberapa sungai. Sungai dapat digunakan sebagai saluran drainase untuk mengirimkan limpasan air hujan atau sebagai tempat pembuangan akhir. Pemeriksaan kapasitas saluran drainase jalan tol penting dilakukan agar debit limpasan dari Jalan tidak membebani sungai.

Penelitian ini didasarkan pada beberapa penelitian yang terdahulu yang mempunyai karakteristik yang relatif sama. Terdapat beberapa penelitian yang dijadikan acuan dalam penelitian ini misalnya, Analisis Kapasitas Jaringan Drainase Di Pasar Kemis Cikupa Kabupaten Tangerang (2020) [1], Evaluasi Sistem Drainase Pada Pembangunan Proyek Jalan Tol Binjai–Langsa Zona 1 (2021) [2], Perencanaan Drainase Jalan Lingkar Luar Barat Surabaya Tahap 3 (STA 4+000 Sampai Dengan STA 11+502.94) (2017) [3], Kapasitas Infiltrasi Pada Berbagai Kerapatan Tajuk Di Daerah Tangkapan Air (DTA) (2017) [4], Evaluasi Sistem Drainase Kawasan Universitas Pertamina (2020) [5] dan Analisis Debit Banjir dan Penelusuran Banjir di Bendungan Cipanas Kabupaten Sumedang (2021) [6].

Rumusan Masalah dari penelitian ini yaitu ; bagaimana kondisi sistem drainase pada kawasan Jalan Tol Cisumdawu Phase III DAS Cipeles, berapakah besar debit banjir rencana maksimum yang akan disalurkan menuju saluran drainase Jalan Tol Cisumdawu Phase III DAS Cipeles, berapakah kebutuhan dimensi saluran drainase tepi Jalan Tol Cisumdawu Phase III DAS Cipeles agar dapat menampung limpasan air hujan dan bagaimanakah pengaruh debit limpasan pada sungai atau saluran yang dilalui terhadap pembangunan Jalan Tol Cisumdawu Phase III.

Tujuan dari Penelitian ini adalah menganalisis kinerja alur jaringan saluran drainase di Jalan Tol Cisumdawu Phase III DAS Cipeles, pengaruh dan kelayakannya khususnya ruas Jalan Tol Cisumdawu Phase III DAS Cipeles, Mengetahui kondisi sistem drainase pada kawasan Jalan Tol Cisumdawu Phase III DAS Cipeles, menentukan debit banjir rencana 5 tahun yang akan dialirkan menuju saluran drainase Jalan Tol Cisumdawu

Phase III DAS Cipeles dan mengetahui pengaruh debit limpasan sungai atau saluran yang dilalui terhadap pembangunan Jalan Tol Cisumdawu Phase III.

Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas [7]. Adapun konsep dasar pengembangan sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan adalah meningkatkan daya guna air, meminimalkan kerugian, serta memperbaiki dan konservasi lingkungan [7].

Drainase memiliki banyak fungsi, diantaranya [8] : Mengeringkan daerah becek dan banyak air, mengendalikan akumulasi limpasan air hujan yang berlebihan, mengendalikan erosi, kerusakan jalan dan kerusakan infrastruktur dan mengelola kualitas air. Daerah Tangkapan Air (DTA) adalah suatu kawasan yang berfungsi sebagai daerah penadah air yang mempunyai manfaat penting untuk mempertahankan kelestarian fungsi sumber air di wilayah daerah [4]. DAS sebagai suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama. Sedangkan wilayah daratan tersebut dinamakan Daerah Tangkapan Air (DTA) atau Water Catchment Area yang merupakan suatu ekosistem dengan unsur utamanya terdiri atas sumberdaya alam (tanah, air, dan vegetasi) dan sumberdaya manusia sebagai pemanfaat sumber daya alam[9]. Untuk sistem drainase perkotaan yang digunakan adalah DTA [1].

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Desa Pamulihan, Kecamatan Pamulihan. Lokasi yang dijadikan objek penelitian ini yaitu di Jalan Tol Cisumdawu Phase III area DAS Cipeles, Desa Pamulihan, Kecamatan Pamulihan, Kabupaten Sumedang, Provinsi Jawa Barat. Dengan luas DAS sebesar 65 km² yang dimulai dari hulu sampai titik kumpul air pada kawasan Tol Cisumdawu, Secara geografis DAS Cipeles membentang dari 107 0 45'34 – 108 0 01'57" Bujur Timur dan 06 0 45'57" – 06 0 57'59" Lintang Selatan. Secara administratif Cipeles melewati paling tidak 6 kecamatan. Mulai dari hulu sungai yaitu di daerah Kecamatan Sukasari hingga bermuara ke Sungai Cimanuk tepatnya berada di daerah Kecamatan Tomo. Wilayah-wilayah yang dilewatinya yang secara mudah dapat dilihat disepanjang jalan raya Sumedang diantaranya adalah Pasanggrahan, Padasuka, wilayah kota Sumedang, jalan jalur Situraja, Darmaraja, Wado dan Cadas Ngampar.



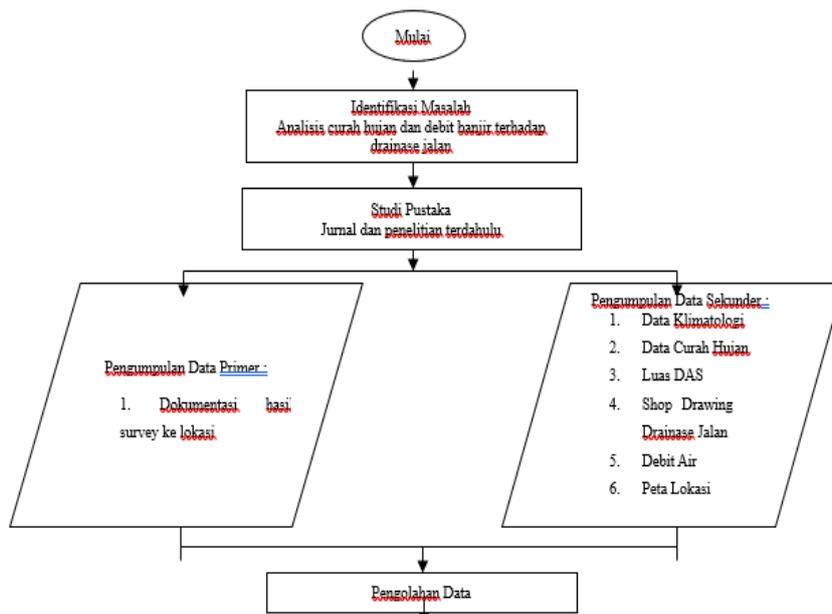
(Sumber: Google Earth 2022)
Gambar 1: Lokasi Penelitian

B. Metode Analisis Data

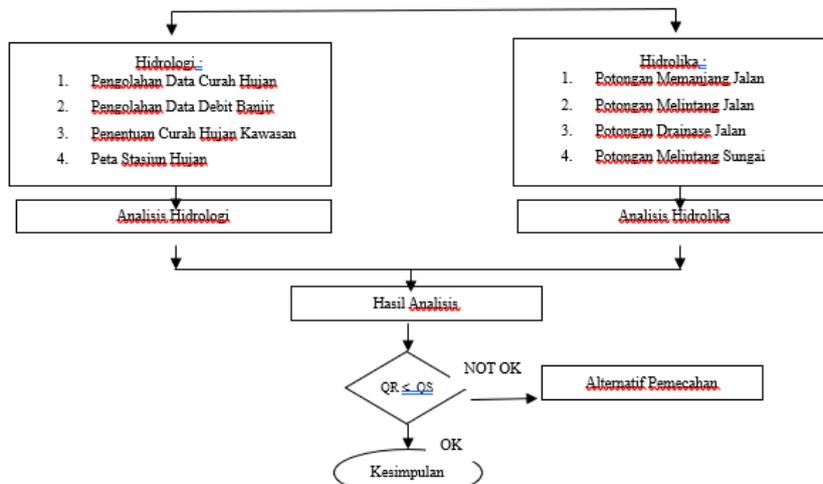
Metode Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan menganalisis data curah hujan yang terjadi di suatu kawasan. Analisis data pada penelitian menggunakan hitungan manual menggunakan program Microsoft Excel 2013. Adapun tahap penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

1. **Analisa Curah Hujan Rata-rata**
Dalam analisis hidrologi sering diperlukan untuk menentukan hujan rerata pada daerah tersebut [10]. Menentukan rata-rata curah hujan setiap bulan menggunakan metode Poligon Thiessen periode 10 tahun terakhir.
2. **Analisa Frekuensi Curah Hujan**
Untuk mendapatkan curah hujan setiap periode ulang yang diinginkan, Periode ulang hujan adalah suatu periode yang berulang dalam ukuran tertentu yang mana kejadian hujan dengan intensitas sama berulang kembali. Misalnya 2, 5, 10, 50 tahun sekali [11]. Analisis ini menghasilkan curah hujan harian maksimum sesuai periode ulang.
3. **Uji kecocokan Distribusi Hujan**
Menguji curah hujan yang digunakan layak atau tidaknya digunakan dalam analisis perhitungan. Metode yang digunakan menggunakan Uji Chi-kuadrat.
4. **Analisa Intensitas Hujan**
Menentukan besarnya intensitas hujan dalam suatu waktu, dengan menggunakan curah hujan harian maksimum. Intensitas curah hujan adalah besarnya curah hujan maksimum yang diperhitungkan dalam suatu desain [12]
5. **Analisa Debit Banjir Rencana**
Debit air adalah kecepatan aliran zat cair melewati jarak penampang per satuan waktu [13]. Mencari besaran debit limpasan yang terjadi pada kawasan, menggunakan metode rasional sesuai periode ulang yang dipakai. Informasi yang diperlukan untuk memastikan debit banjir rencana antara lain informasi curah hujan, luas catchment zona serta informasi penutup lahan [6].
6. **Analisa Kapasitas Saluran**
Menghitung besarnya debit pada saluran yang mampu ditampung, dengan menghitung debit berdasarkan jenis penampang saluran yang digunakan.

C. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2: Diagram Alir Penelitian



Gambar 2: Diagram Alir Penelitian (lanjutan)

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Analisa Curah Hujan Rata-rata

Suatu perancangan keairan diperlukan curah hujan rata-rata atau sering disebut sebagai curah hujan daerah [14]. Diasumsikan bahwa variasi hujan antara pos yang satu dengan yang lainnya adalah liner dan bahwa sembarang pos dianggap dapat mewakili kawasan terdekat [7]. Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah atau curah hujan daerah yang dinyatakan dalam satuan millimeter [14]. Hujan kawasan dengan menggunakan Metode Polygon Thiessen diperoleh dari persamaan berikut:

$$P = \frac{A_1d_1+A_2d_2+A_3d_3+\dots+A_nd_n}{A_1+A_2+A_3+\dots+A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i d_i}{A_i} \tag{1}$$

Dengan :

- A = Luas areal
- d = Tinggi curah hujan rata-rata areal
- d₁,d₂,...d_n = Tinggi curah hujan di pos 1,2,...n
- A₁, A₂, A₃,...A_n = Luas daerah pengaruh pos 1, 2, 3, ..., n.

Tabel 1 : Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Rata-rata

TAHUN	BULAN												rata-rata
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEPT	OKT	NOV	DES	
2012	278	451	338	220	205	377	0	0	0	112	580	799	280
2013	458	652	524	649	371	202	444	2	12	127	368	727	378
2014	390	371	505	553	386	254	96	72	0	128	630	660	337
2015	433	682	326	196	37	13	1	0	2	0	207	333	186
2016	601	756	949	801	333	330	330	204	632	541	505	130	509
2017	111	110	253	261	120	68	9	0	64	207	539	201	162
2018	89	285	375	210	130	26	0	6	6	54	301	206	141
2019	188	368	328	331	66	7	0	0	0	23	102	215	136
2020	192	374	311	256	185	74	45	55	43	286	205	229	188
2021	236	145	446	82	123	185	45	16	34	138	456	352	188

Tabel 1 berisikan hasil perhitungan hujan rata-rata dalam DAS yang dihitung menggunakan metode Poligon

Thiesen dari 2 stasiun terdekat. Contoh perhitungan curah hujan bulan Januari 2012.

Dik : Luas Tanjung Sari = 16 km²
Luas stasiun Pamulihan = 49 km²

$$P = \frac{A_1 d_1 + A_2 d_2}{A_1 + A_2}$$

$$= \frac{(16 \times 178) + (49 \times 310,5)}{(16 + 49)}$$

$$= 278 \text{ mm}$$

B. Analisa Frekuensi Curah Hujan

Analisis frekuensi digunakan untuk menetapkan besaran hujan atau debit dengan kala ulang tertentu [7]. Penetapan kala ulang hujan ini dipakai untuk menentukan besarnya kapasitas saluran atau bangunan drainase [11]. Metode yang digunakan untuk menghitung hujan rencana antara lain Metode Distribusi Log Normal, Metode Distribusi Normal, Metode Distribusi Gumble, dan Metode Distribusi Log Pearson Tipe III. Hasil pada pada analisis frekuensi curah hujan didapat pada tabel berikut [15].

Tabel 2 : Analisa Curah Hujan Rencana

No	Jenis Sebaran	Hasil Perhitungan	Syarat	Keterangan
1	Normal	Cs = 1.402875	Cs = 0	Tidak
		Ck = 4.512785	Ck = 3	Memenuhi
2	Log Normal	Cs = 0.632033	Cs = Cv ² + 3Cv	Tidak
		Ck = -0.87529	Ck = 5,383	Memenuhi
3	Gumbel	Cs = 1.402875	Cs ≤ 1,1396	Tidak
		Ck = 4.512785	Ck ≤ 5,4002	Memenuhi
4	Log Pearson Tipe III	Cs = 0.632033	Bebas	Memenuhi

Tabel 3 : Analisis Frekuensi Curah Hujan Sesuai Periode Ulang

Periode Ulang (Tahun)	CURAH HUJAN MAX (mm)				Distribusi yang digunakan
	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson III	
	Log Person III				
2	250.453	227.348	233.750	216.882	216.882
5	353.991	332.115	380.870	325.704	325.704
10	408.226	405.048	478.277	414.215	414.215
20	452.599	476.485	571.711	498.891	498.891
50	503.135	573.309	692.653	663.667	663.667
100	537.648	650.511	783.282	795.911	795.911

Tabel 2 dan tabel 3 merupakan hasil analisa frekuensi curah hujan sesuai periode ulang dapat diketahui bahwa metode distribusi yang memenuhi. Dan dapat digunakan adalah hasil distribusi metode log person untuk dipakai pada perhitungan selanjutnya karena sudah memenuhi sesuai syarat ketentuan.

C. Uji Kecocokan Distribusi Curah Hujan

Dalam menentukan distribusi curah hujan yang dipakai, kita lakukan perhitungan uji kecocokan distribusi hujan yang tersedia. Perhitungan uji kecocokan harus dilakukan karena masing-masing perhitungan distribusi hujan memiliki sifat statistik yang khas [3]. Karena distribusi yang memenuhi adalah metode distribusi Metode Log Pearson, maka hasil distribusinya diuji kecocokannya. Parameter uji kecocokan yang digunakan adalah metode Uji Chi-Kuadrat. Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan Metode Chi Kuadrat adalah sebagai berikut [16].

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f E_f)}{E_f} \tag{2}$$

Dengan :

- X^2 = Parameter Chi Kuadrat terhitung.
- E_f = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya.
- O_f = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama.
- n = Jumlah sub kelompok.

Tabel 4 : Hasil Uji Chi-Kuadrat Distribusi Log Pearson Tipe III

No	Nilai Batas Kelompok	Jumlah Data		(O _i - E _i)	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
		O _i	E _i		
1	0 < 2.189	2	2.50	-0.5	0.10
2	2.1888 - 2.271	2	2.50	-0.5	0.10
3	2.2707 - 2.360	2	2.50	-0.5	0.10
4	2.3595 <	4	2.50	1.5	0.90
TOTAL		10	10	0.00	1.20

Tabel 4 berisikan hasil dari uji kecocokan curah hujan dengan metode Uji Chi-Kuadrat menunjukkan bahwa curah hujan periode ulang metode distribusi Log Person Tipe III dapat digunakan untuk analisis perhitungan. Dan curah hujan tersebut sudah memenuhi syarat uji Kecocokan Chi-Kuadrat, sehingga perhitungan curah hujan dapat digunakan.

D. Analisis Intensitas Curah Hujan

Besar intensitas curah hujan berbeda-beda, waktu curah hujan sangat mempengaruhi besar kecilnya intensitas hujan. Karena data yang tersedia data curah hujan harian, maka perhitungan curah hujan menggunakan rumus Mononobe.

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

Dengan :

- I = Intensitas Hujan (mm/jam)
- R_{24} = Tinggi hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
- tc = Waktu hujan (jam)

Intensitas curah hujan 5 tahun digunakan untuk perencanaan saluran drainase. Pada perhitungan intensitas hujan perlu dihitung waktu konsentrasi (tc) menggunakan persamaan berikut[7].

$$tc = t_0 + t_d \tag{4}$$

$$t_0 = \left\{ 2/3 \times 3,28 \times l_0 \frac{Nd}{\sqrt{S}} \right\}^{0,167} \tag{5}$$

$$t_d = \frac{60V}{V} \tag{6}$$

- Nd = Angka kekasaran permukaan lahan.
- S = Kemiringan lahan.
- L = Panjang lintas aliran di atas permukaan lahan (m).
- l_0 = Panjang lintas aliran di dalam saluran/sungai (m).
- V = Kecepatan aliran di dalam saluran (m/detik).

Tabel 5 : Perhitungan Waktu Konsentrasi (tc)

NO	Saluran	Panjang Saluran (m)	Luas Tangkapan (ha)	Durasi (tc) (menit)	t0	td	v
1	Relokasi DS APBN Left Side	278.759	0.65	5.1	2.0	3.1	1.5
2	Relokasi DS APBN Right Side	278.759	0.45	4.9	1.8	3.1	1.5
3	DS 5 Left Side	365.01	0.79	8.0	4.0	4.1	1.5
4	DS 5 Right Side	365.01	0.79	8.0	4.0	4.1	1.5
5	Additional Drainage DS 5 Left Side from Pesantren	348.142	1.31	7.86	4.0	3.9	1.5
6	Additional Drainage DS 5 Right Side	371.913	1.41	8.12	4.0	4.1	1.5
7	Drainage DS-3	140.586	0.26	3.93	2.4	1.6	1.5
8	Cipeles River Cross	139.979	3.94	5.55	4.0	1.6	1.5

Tabel 5 merupakan hasil perhitungan waktu konsentrasi aliran dalam suatu kawasan DTA (Daerah Tangkap Air) yang mengalirkan air kedalam saluran sesuai kawasannya. T0 merupakan waktu air mengalir dari permukaan limpasan ke saluran, sedangkan td merupakan waktu yang mengalir pada saluran dari titik terjauh saluran.

Tabel 6 : Analisa Intensitas Curah Hujan

NO	Saluran	Durasi (tc) (menit)	Curah Hujan Harian Maksimum 24 Jam (R24) (mm/24 jam)					
			2 tahun	5 tahun	10 tahun	20 tahun	50 tahun	100 tahun
			216.88	325.70	414.22	498.89	663.67	795.91
			Intensitas Hujan Rencana dengan rumus Mononobe (mm/jam)					
1	Relokasi DS APBN Left Side	5.1	389.67	585.19	744.22	896.35	1192.41	1430.01
2	Relokasi DS APBN Right Side	4.9	397.50	596.94	759.16	914.35	1216.35	1458.72
3	DS 5 Left Side	8.0	287.00	431.00	548.13	660.18	878.23	1053.23
4	DS 5 Right Side	8.0	287.41	431.62	548.92	661.13	879.50	1054.75
5	Additional Drainage DS 5 Left Side from Pesantren	7.86	291.55	437.83	556.81	670.64	892.14	1069.91
6	Additional Drainage DS 5 Right Side	8.12	285.19	428.29	544.67	656.02	872.69	1046.59
7	Drainage DS-3	3.93	462.68	694.83	883.66	1064.30	1415.82	1697.94
8	Cipeles River Cross	5.55	367.82	552.38	702.49	846.10	1125.55	1349.83

Tabel 6 merupakan hasil perhitungan intensitas hujan yang terjadi pada kawasan saluran yang ada, karena pada analisa drainase yang digunakan adalah periode ulang 5 tahun. Maka data yang diambil adalah hasil perhitungan intensitas hujan dengan periode ulang 5 tahun.

E. Analisis Debit Banjir Rencana

Model ini sangat simpel dan mudah dalam penggunaannya, namun penggunaannya terbatas untuk DAS-DAS dengan ukuran kecil kurang dari 300 ha. Model ini tidak dapat menerangkan hubungan curah hujan dan aliran permukaan dalam bentuk hidrograf [7].

Persamaan metode rasional dapat ditulis dalam bentuk:

$$Q = (0,002778) \times C \times I \times A$$

Dimana :

Q = Laju aliran permukaan (debit) puncak (m3/detik)

C = Koefisien aliran permukaan tergantung pada karakteristik DA ($0 \leq C \leq 1$).
I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
A = Luas DAS (ha)

Tabel 7 : Analisa Debit Banjir Rencana Metode Rasional

NO	Saluran	Luas Tangkapan (ha)	Koef C	Curah Hujan Harian Maksimum 24 Jam (R24) (mm/24 jam)					
				2 tahun	5 tahun	10 tahun	20 tahun	50 tahun	100 tahun
				216.88	325.70	414.22	498.89	663.67	795.91
Debit Banjir Rencana Metode Rasional (m3/s)									
1	Relokasi DS APBN <i>Left Side</i>	0.65	0.4	0.28	0.42	0.54	0.65	0.86	1.03
2	Relokasi DS APBN <i>Right Side</i>	0.45	0.4	0.20	0.43	0.55	0.66	0.88	1.05
3	DS 5 <i>Left Side</i>	0.79	0.6	0.36	0.31	0.40	0.48	0.63	0.76
4	DS 5 <i>Right Side</i>	0.79	0.6	0.36	0.31	0.40	0.48	0.64	0.76
5	<i>Additional Drainage</i> DS 5 <i>Left Side from</i> Pesantren	1.31	0.5	0.48	0.32	0.40	0.48	0.64	0.77
6	<i>Additional Drainage</i> DS 5 <i>Right Side</i>	1.41	0.5	0.50	0.31	0.39	0.47	0.63	0.76
7	<i>Drainage</i> DS-3	0.26	0.8	0.26	0.40	0.50	0.61	0.81	0.97
8	Cipeles <i>River Cross</i>	3.94	0.4	1.81	2.72	3.46	4.16	5.54	6.64

Pada tabel 7 menjelaskan hasil dari analisa debit banjir yang melimpas pada saluran disesuaikan pada periode ulang yang digunakan. Karena yang digunakan pada analisa debit banjir adalah periode ulang 5 tahun, maka debit banjir yang dihitung serta digunakan adalah debit banjir rencana 5 tahun pada analisa kapasitas drainase yang ada.

F. Analisa Kapasitas Saluran

Pada analisa ini menghitung besaran kapasitas pada saluran untuk menampung debit air yang melimpas pada saluran tersebut. Perhitungan di sesuaikan dengan tipe penampang saluran yang ada dilapangan. Kapasitas saluran dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut [17].

$$Q = A.V$$

$$Q = A \cdot \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Tabel 8 : Analisa Kapasitas Saluran

No	Nama Saluran	V Hidrolika (m/dt)	n	b (m)	h (m)	m	Tinggi Jagaan W (m)	A (m2)	P saluran (m)	I	R= A/P	V manning (m/dt)	Q saluran (m3/dt)
1	Relokasi DS APBN <i>Left Side</i>	1.50	0.015	0.75	0.39	1	0.44	0.45	2.17	0.03	0.21	4.09	1.84
2	Relokasi DS APBN <i>Right Side</i>	1.50	0.015	0.75	0.40	1	0.45	0.45	2.18	0.03	0.21	4.05	1.84
3	DS 5 <i>Left Side</i>	1.50	0.015	0.75	0.34	1	0.41	0.37	2.01	0.05	0.18	4.85	1.78
4	DS 5 <i>Right Side</i>	1.50	0.015	0.75	0.34	1	0.41	0.37	2.01	0.05	0.18	4.85	1.78
5	<i>Additional Drainage</i> DS 5 <i>Left Side from</i> Pesantren	1.50	0.015	0.75	0.34	1	0.41	0.37	2.02	0.05	0.18	4.81	1.78
6	<i>Additional Drainage</i> DS 5 <i>Right Side</i>	1.50	0.015	0.75	0.34	1	0.41	0.36	2.01	0.05	0.18	4.87	1.78
7	<i>Drainage</i> DS-3	1.50	0.015	0.50	0.38		0.44	0.19	1.26	0.11	0.15	6.23	1.18
8	Cipeles <i>River Cross</i>	1.50	0.020	3.00	1.00	1	0.71	3.98	7.06	0.00	0.56	1.07	4.27

Pada tabel 8 memuat hasil perhitungan kapasitas saluran yang ada disesuaikan dengan dimensi saluran yang ada dilapangan. Maka hasil debit yang dihitung adalah kapasitas debit yang mampu ditampung saluran, sesuai dengan dimensi saluran tersebut.

Tabel 9 : Perbandingan Debit Banjir Rencana Dengan Kapasitas Saluran

No	Nama Saluran	Q Rencana (m3/dt)	Q Saluran (m3/dt)	Hasil
1	Relokasi DS APBN <i>Left Side</i>	0.42	1.84	memenuhi
2	Relokasi DS APBN <i>Right Side</i>	0.43	1.84	memenuhi
3	DS 5 <i>Left Side</i>	0.31	1.78	memenuhi
4	DS 5 <i>Right Side</i>	0.31	1.78	memenuhi
5	<i>Additional Drainage DS 5 Left Side from Pesantren</i>	0.32	1.78	memenuhi
6	<i>Additional Drainage DS 5 Right Side</i>	0.31	1.78	memenuhi
7	Drainage DS-3	0.40	1.82	memenuhi
8	Cipeles River Cross	2.72	4.27	memenuhi

Pada perhitungan tabel 9 dapat diketahui bahwa hampir semua Q Saluran $>$ Q Rencana, maka pada semua saluran kapasitasnya mampu menahan limpasan yang terjadi ataupun membebani saluran drainase. Namun, ada beberapa saluran yang terhubung pada saluran drainase sebelum melimpas ke sungai sehingga perlu dilakukan perhitungan debit sesuai dengan lokasi saluran tersebut. Maka, langkah pertama adalah dicari waktu konsentrasi yang terjadi pada saluran.

Tabel 10 : Analisa Debit Rencana Gabungan Sisi Barat Jalan

No	Nama Saluran	Luas Tangkapan (ha)	S	L (m)	C	V (m/s)	t0 (menit)	td (menit)	tc (menit)	I (mm/jam)	Q rencana (m3/s)
1	Debit Gabungan Relokasi DS APBN <i>Left Side</i> & DS 5 <i>Left side</i>	0.67	0.17	125.0	0.44	1.50	4.44	1.39	5.82	693.86	0.56
2	Debit Gabungan Relokasi DS APBN <i>Right Side</i> & DS 5 <i>Right side</i>	0.53	0.15	136.8	0.45	1.50	4.47	1.52	5.99	687.81	0.46
3	Debit Gabungan Total Relokasi dan DS 5 <i>main road</i>	1.57	0.02	25.0	0.40	1.50	8.55	0.28	8.83	581.57	1.02

Karena pada dasarnya dimensi saluran drainase gabungan sama dengan saluran drainase DS 5, maka kapasitas saluran drainase pada saat debitnya bergabung masih mampu menampung.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Kondisi sistem drainase Jalan Tol Cisumdawu phase III terdiri dari 7 saluran yaitu saluran Relokasi DS APBN *Left Side*, saluran Relokasi DS APBN *Right Side*, saluran DS 5 *Left Side*, saluran DS 5 *Right Side*, saluran *Additional Drainage* DS 5 *Left Side* from Pesantren, saluran *Additional Drainage* DS 5 *Right Side*, dan saluran *Drainage* DS-3. keenam saluran tersebut dilimpaskan ke 1 saluran terakhir yaitu Cipeles *River Cross*. Setelah hasil analisa perhitungan didapatkan semua kondisi saluran dapat menampung debit limpasan yang terjadi dan sistem saluran dapat berfungsi dengan baik.
2. Debit banjir rencana maksimum periode ulang 5 tahun yang dialirkan ke saluran tepi barat Jalan Tol Cisumdawu Phase III DAS Cipeles yaitu sebesar 0,56 m³/detik yang dialirkan oleh gabungan dari saluran DS APBN *Left Side* & DS 5 *Left side*. Debit banjir rencana maksimum periode ulang 5 tahun yang dialirkan ke saluran tepi timur Jalan Tol Cisumdawu Phase III DAS Cipeles yaitu sebesar 0,32 m³/detik yang dialirkan oleh saluran *Additional Drainage* DS 5 *Left Side* from Pesantren. Debit banjir rencana maksimum periode ulang 5 tahun yang dilimpaskan ke sungai sebesar 1,016 m³/detik yang dilimpaskan oleh semua saluran sisi barat.
3. Dari hasil analisis perhitungan kapasitas saluran dapat mengambil kesimpulan bahwa dimensi yang ada dilapangan sudah cukup ideal untuk menampung debit banjir rencana yang terjadi disekitarnya untuk periode ulang 5-10 tahun. Debit banjir rencana yang perhitungannya mendekati kapasitas saluran yaitu debit rencana 100 tahun.
4. Pengaruh debit limpasan terhadap sungai atau saluran yang dilalui tidak akan menimbulkan masalah genangan air/ atau pun banjir pada kawasan dalam skala besar. Karena kapasitas saluran drainase mampu menampung debit banjir rencana periode ulang 5-10 tahun. Hanya saja jika terjadi tumpukan endapan pada saluran drainase yang ada, dapat mengurangi kapasitas saluran drainase. Sehingga, dapat menyebabkan genangan pada kawasan disekitarnya.

Untuk mengatasi genangan yang terjadi pada saat hujan deras alangkah baiknya dilakukan pengecekan serta pembersihan pada saluran secara rutin selang waktu tertentu. Agar tidak terjadi genangan pada saat hujan deras di kawasan jalan, karena kapasitas saluran drainase mampu menampung debit limpasan ada di kawasan sekitar jalan. Perlu menjaga sarana dan prasarana infrastruktur Jalan Tol Cisumdawu Phase III agar pemanfaatan Jalan Tol Cisumdawu Phase III dapat terpakai secara maksimal. Disarankan pada penelitian selanjutnya dilakukan analisis sedimentasi pada saluran karena sedimentasi pada saluran merupakan salah satu penyebab berkurangnya kapasitas drainase yang terjadi pada jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. D. C. Simanungkalit, A. Sutandi, and V. Kurniawan, "Analisis Kapasitas Jaringan Drainase Di Pasar Kemis Cikupa Kabupaten Tangerang," *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 3, no. 2, p. 443, 2020, doi: 10.24912/jmts.v3i2.7017.
- [2] Y. R. P. Meuraxa, "Evaluasi Sistem Drainase Pada Pembangunan Proyek Jalan Tol Binjai–Langsa Zona 1," vol. 1, 2021, [Online]. Available: <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/16368>
- [3] P. Prameswari, "PERENCANAAN DRAINASE JALAN LINGKAR LUAR BARAT SURABAYA TAHAP 3 (STA 4+000 SAMPAI DENGAN STA 11+502.94)," Institut Teknologi Sepuluh November, 2017.
- [4] D. A. Puji, "Kapasitas Infiltrasi Pada Berbagai Kerapatan Tajuk Di Daerah Tangkapan Air (DTA)," Repositori Universitas Gajah Mada, 2017.
- [5] B. Kirana, "Evaluasi Sistem Drainase Kawasan Universitas Pertamina," Universitas Pertamina, 2020.
- [6] A. N. Qais and S. Permana, "Analisis Debit Banjir dan Penelusuran Banjir di Bendungan Cipanas Kabupaten Sumedang," *J. Konstr.*, vol. 19, no. 1, pp. 157–168, 2021, doi: 10.33364/konstruksi/v.19-1.901.
- [7] Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Semarang: ANDI, 2004.
- [8] Moduto, *Desain Drainase Perkotaan Volume 1*. Bandung: Departemen Teknik Lingkungan ITB, 1988.

- [9] C. Asdak, "Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai," Gajah Mada University Press, 2022.
- [10] A. Rahmawati, "Evaluasi Sistem Drainase Terhadap Penanggulangan Genangan di Kecamatan Sidoarjo, Buduran, Candi, dan Wonoayu, Kabupaten Sidoarjo," pp. 1–8, 2015.
- [11] H. . Masduki, *Drainase Pemukiman*. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 1988.
- [12] K. Sosrodarsono, Suyono, *Bendungan Type Urugan*. Jakarta: Pradya Mitha, 1977.
- [13] E. Walujodjati and Hadi Nurhuda, "Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air," *J. Konstr.*, vol. 20, no. 1, pp. 183–193, 2022, doi: 10.33364/konstruksi/v.20-1.1053.
- [14] K. Sosrodarsono, Suyono, Takeda, *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita, 2003.
- [15] I. Made Kamiana, "Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air I Made Kamiana," no. May, 2011.
- [16] Soewarno, *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung: NOVA, 1995.
- [17] Y. Andung, Suripin, Bagus Hario Setiadji, *Sistem drainase jalan raya yang berkelanjutan*. CV. Tohar Media. Accessed: Sep. 10, 2022. [Online]. Available: https://www.google.co.id/books/edition/Sistem_drainase_jalan_raya_yang_berkelan/vLJ0EAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=drainase+berkelanjutan&pg=PA13&printsec=frontcover