

**ANALISIS SALURAN DRAINASE LINGKUNGAN DI KAWASAN PERMUKIMAN KUMUH
(Studi Kasus: Kelurahan Tipar Kota Sukabumi)**

NONENG NURSILA

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sukabumi

E-mail: nonengnursila@gmail.com

ABSTRAK

Permasalahan banjir dan genangan air di kawasan perkotaan tidak terlepas dari permasalahan buruknya saluran drainase. Banjir akan terjadi ketika kondisi drainase suatu daerah tidak baik, ditambah dengan curah hujan yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi penyebab genangan atau banjir serta menganalisis kapasitas saluran rencana pada saluran drainase lingkungan di RW 003 dan RW 004 Kelurahan Tipar Kota Sukabumi. Curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum tahunan yang diperoleh dari Balai PSDA Ws. Cisadea-Cibareno, data yang digunakan dalam analisis hidrologi ini adalah data 11 tahun yaitu tahun 2010 sampai dengan tahun 2020. Analisis frekuensi yang digunakan adalah metode *Moment*, merupakan ukuran kuantitatif terhadap sifat geometrik dari bentuk suatu distribusi dengan distribusi Normal, distribusi Log Normal, distribusi Gumbel dan distribusi Log Pearson III. Hasil analisis menunjukkan bahwa distribusi yang paling cocok untuk Kelurahan Tipar Kota Sukabumi adalah Log Pearson III berdasarkan uji kecocokan dengan uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. Kelurahan Tipar Kota Sukabumi untuk perhitungan debit rencana digunakan persamaan *Rasional Method* dengan kala ulang 5 Tahun. Dari hasil analisis yang diperoleh kapasitas debit saluran drainase ekisting adalah sebesar $0,166 \text{ m}^3/\text{det}$ dan debit rencana diperoleh sebesar $Q_{\text{kapasitas}} = 204 \text{ m}^3/\text{det}$ maka saluran drainase tidak mampu menampung debit rencana karena $Q_r > Q_{\text{eksisting}}$ sehingga dilakukan perencanaan ulang saluran drainase dengan menambah lebar ($b=50 \text{ cm}$) dan tinggi ($h=60 \text{ cm}$) saluran drainase sehingga didapatkan kapasitas tampungan yang cukup optimal, setelah dianalisis $Q_{\text{kapasitas}}$ diperoleh sebesar $0,574 \text{ m}^3/\text{det}$ dan Q_{rencana} diperoleh sebesar $0,136 \text{ m}^3/\text{det}$ maka saluran drainase mampu menampung debit rencana untuk periode ulang 5 Tahun.

Kata Kunci: Saluran Drainase, Log Pearson III, Chi-Kuadrat, Smirnov-Kolmogorov, Rasional Method dan Debit Banjir.

ABSTRACT

The problem of flooding and puddles in urban areas is inseparable from the problem of poor drainage. Floods will occur when the drainage conditions of an area are not good, coupled with high rainfall. The purpose of this study was to evaluate the causes of inundation or flooding and to analyze the capacity of the planned channel on environmental drainage channels in RW 003 and RW 004, Tipar Village, Sukabumi City. The rainfall used is the annual maximum daily rainfall data obtained from Balai PSDA Ws. Cisadea-Cibareno, the data used in this hydrological analysis are 11 years of data, from 2010 to 2020. The frequency analysis used is the Moment method, which is a quantitative measure of the geometric properties of the shape of a distribution with Normal distribution, Log Normal distribution, Gumbel distribution and Log Pearson III distribution. The results of the analysis show that the most suitable distribution for Tipar Village, Sukabumi City is Log Pearson III based on the compatibility test with Chi-Square and Smirnov-Kolmogorov tests. Tipar Village Sukabumi City for the calculation of the planned discharge used the Rational Method equation with a 5-year return period. From the results of the analysis, the discharge capacity of the existing drainage channel is $0.166 \text{ m}^3/\text{s}$ and the planned

discharge is obtained by $Q_{plan} = 0,204 \text{ m}^3/\text{s}$, the drainage channel is not able to accommodate the planned discharge because $Q_r > Q_{existing}$ so that a re-planning of the drainage channel is carried out by increasing the width ($b = 50 \text{ cm}$) and height ($h = 60 \text{ cm}$) of the drainage channel in order to obtain a storage capacity that is quite optimal, after analyzing the $Q_{capacity}$ obtained by $0.574 \text{ m}^3/\text{s}$ and $Q_{planning}$ obtained by $0.136 \text{ m}^3/\text{s}$ then the drainage channel is able to accommodate the planned discharge for the return period 5 Year.

Keywords: *Drainage Channel, Pearson III Log, Chi-Square, Smirnov-Kolmogorov, Rational Method and Flood Discharge.*

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Tahun 2016 di wilayah Indonesia masih terdapat permukiman kumuh perkotaan yang tersebar di semua wilayah dengan luasan sebesar 35,291 Ha yang sesuai dengan hasil perhitungan luasan permukiman kumuh perkotaan yang dilaksanakan oleh Direktorat Jenderal Cipta Karya. Dimana kondisi ini akan semakin bertambah jika tidak ada penanganan yang inovatif serta menyeluruh pada lokasi yang tepat sasaran. Undang-undang Pasal 1 No. 1 menyatakan bahwa permukiman kumuh adalah permukiman yang tidak layak huni karena ketidakaturan bangunan, tingkat kepadatan bangunan yang tinggi serta kualitas bangunan dan sarana prasarana yang tidak memenuhi syarat.

Permasalahan permukiman kumuh masih menjadi tantangan bagi pemerintah kabupaten/kota. Mengingat ini merupakan salah satu pilar perekonomian kota, karena sifat pekerjaan dan skala pencapaian diperlukan kolaborasi beberapa pihak antara pemerintah sampai dengan masyarakat serta pihak terkait lainnya. Pertambahan penduduk yang tidak diimbangi dengan penyediaan sarana dan prasarana perkotaan yang memadai mengakibatkan pemanfaatan lahan perkotaan menjadi tidak tertata dengan baik.

Pada saat ini keberadaan sistem drainase

merupakan satu penilaian infrastruktur perkotaan yang sangat penting. Sistem jaringan drainase perkotaan dibagi menjadi dua, yaitu jaringan mikro dan jaringan makro. Saluran drainase yang buruk dapat menimbulkan berbagai masalah akibat dari genangan air atau banjir, seperti rusaknya lapisan struktur jalan yang menghambat lalu lintas dan aktivitas masyarakat. Penyebab utama terjadinya banjir atau genangan air adalah belum tersedianya drainase lingkungan yang baik serta belum terhubung dengan sistem drainase perkotaan.

Permasalahan banjir dan genangan air di kawasan perkotaan tidak terlepas dari permasalahan buruknya saluran drainase. Banjir akan terjadi ketika kondisi drainase suatu daerah tidak baik, ditambah dengan curah hujan yang tinggi. Kota Sukabumi yang memiliki curah hujan cukup tinggi tiap tahunnya berkisar 461 mm^3 dengan luas wilayah 4.800 Ha (BPS Kota Sukabumi, 2018). Kelurahan Tipar adalah salah satu kelurahan yang berada di Kota Sukabumi, yaitu berada di Kecamatan Citamiang. Kelurahan Tipar adalah daerah yang paling padat jumlah penduduknya, dengan luas area wilayah 46.30 km^2 dengan kepadatan penduduk tertinggi tentu saja banyak terjadi perubahan tata guna lahan yang berdampak semakin sempitnya daerah resapan air yang akan meresap ke dalam tanah, sehingga apabila terjadi intensitas hujan yang tinggi menyebabkan terjadi banjir dan genangan. Untuk meminimalisir permasalahan

tersebut, maka perlu adanya kesinergian perencanaan antara penataan sistem drainase di

Timbulnya kawasan permukiman kumuh perkotaan adalah sebagai salah satu dampak kurang berhasilnya pembangunan permukiman di perkotaan dan keterbatasan lahan perkotaan. Kondisi saluran drainase Kelurahan Tipar khususnya di RW 03 dan RW 04 yang telah mengalami dinamika dan perubahan fungsi ini menyebabkan terjadinya banjir atau genangan ketika hujan terjadi dengan intensitas curah hujan yang tinggi. Permasalahan genangan ini harus segera diatasi untuk perbaikan kualitas lingkungan permukiman kumuh padat di Kota Sukabumi ini. Untuk itu perlu dilakukan evaluasi kapasitas saluran drainase, dengan berdasarkan analisis curah hujan, debit banjir maksimum, dan kapasitas maksimum saluran.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan di atas perlu dilakukan suatu penelitian tentang jaringan saluran drainase di lokasi Kelurahan Tipar khususnya RW 003 dan RW 004. Oleh karena itu, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan topik “**Analisis Saluran Drainase Lingkungan di Kawasan Permukiman Kumuh (Studi Kasus: Kelurahan Tipar Kota Sukabumi)**”.

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, bahwa permasalahan genangan yang kerap terjadi di Kelurahan Tipar khususnya RW 003 dan RW 004 berdampak terhadap terganggunya aktifitas masyarakat, sehingga dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apa Penyebab terjadinya genangan di RW 003 dan RW 004 Kelurahan Tipar?
2. Bagaimana hasil evaluasi saluran drainase yang diperlukan untuk wilayah Kelurahan Tipar di RW 003 dan RW 004?
3. Apa rekomendasi agar tidak terjadi genangan di RW 003 dan RW 004

wilayah Kelurahan Tipar khususnya RW 003 dan RW 004.

Kelurahan Tipar?

3. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penyusunan penelitian ini adalah untuk melakukan evaluasi saluran drainase di RW 003 dan RW 004 di Kelurahan Tipar serta perhitungan sistem drainase dan memberikan solusi alternatif sistem drainase yang dapat mengendalikan permasalahan banjir dan genangan di Kelurahan Tipar.

Adapun tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi permasalahan di RW 003 dan RW 004 lokasi genangan di Kelurahan Tipar;
2. Memberikan evaluasi terhadap sistem drainase di RW 003 dan RW 004 titik genangan di Kelurahan Tipar; dan
3. Memberikan solusi terhadap permasalahan sistem drainase di lokasi genangan yaitu RW 003 dan RW 004 Kelurahan Tipar.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Sistem Drainase

Abdel dayem (2005) menyatakan bahwa drainase adalah suatu proses alami, yang diadaptasikan manusia untuk tujuan mereka sendiri, mengarahkan air dalam ruang dan waktu dengan memanipulasi ketinggian muka air. Sedangkan Suhardjono (2013) berpendapat bahwa drainase adalah suatu tindakan untuk mengurangi air yang berlebih, baik itu air permukaan maupun air bawah permukaan. Air berlebih yang umumnya berupa genangan disebut banjir.

Jenis drainase ditinjau berdasarkan dari sistemn pengalirannya, dapat dikelompokkan menjadi:

- 1) Drainase dengan sistem jaringan adalah suatu sistem pengeringan atau pengaliran air pada suatu kawasan yang dilakukan dengan mengalirkan air melalui sistem tata

saluran dengan bangunan-bangunan pelengkapanya.

- 2) Wesli (2008) juga berpendapat Drainase dengan sistem resapan adalah sistem pengeringan atau pengaliran air yang dilakukan dengan meresapkan air ke dalam tanah. Cara resapan ini dapat dilakukan langsung terhadap genangan air di permukaan tanah ke dalam tanah melalui saluran resapan atau sumuran.

2. Siklus Hidrologi

Suripin (2004) berpendapat bahwa hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang terjadinya pergerakan dan distribusi air di bumi, baik di atas maupun di bawah permukaan bumi, tentang sifat fisik, kimia air serta reaksinya terhadap lingkungan dan hubungannya dengan kehidupan. Secara umum dapat dikatakan bahwa hidrologi adalah ilmu yang menyangkut masalah kuantitas dan kualitas air di bumi.

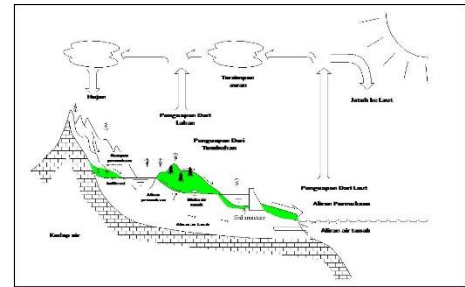
Akibat panas yang bersumber dari matahari, maka terjadi:

1. Evaporasi adalah penguapan pada permukaan air terbuka (*Open Water*) dan pada permukaan tanah.
2. Transpirasi adalah penguapan dari permukaan tanaman.

Uap air hasil penguapan ini pada ketinggian tertentu akan menjadi awan, kemudian karena beberapa sebab awan akan berkondensasi menjadi *presipitasi*, bisa dalam bentuk salju, hujan es, hujan dan embun. Air hujan yang jatuh kadang-kadang tertahan oleh tajuk (ujung-ujung daun) oleh daunnya sendiri atau bangunan dan sebagainya. Hal ini diberi istilah *intersepsi*. Besarnya intersepsi pada tanaman tergantung dari jenis tanaman, tingkat pertumbuhan, tetapi biasanya berkisar 1 mm pada hujan-hujan pertama kemudian 20% pada hujan-hujan berikutnya.

Air hujan yang mencapai tanah sebagian berinfiltrasi (menembus permukaan tanah), sebagian lagi menjadi aliran air di atas permukaan

tanah (*over land flow*) kemudian terkumpul pada saluran. Aliran ini disebut *surface run off*.



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

Sumber: Ven Te Chow R Maidment, dan Larry W. Mays, Applied Hydrology

Hasil infiltrasi sebagian mengalir menjadi aliran bawah permukaan (*interflow/subsurface flow/trough flow*). Sebagian lagi akan membasahi tanah. Air yang menjadi bagian dari tanah dan berada dalam pori-pori tanah disebut air soil, apabila kapasitas kebasahan tanah/soil moisture ini terlampaui maka kelebihan air akan berperkolasi (mengalir vertikal) mencapai air tanah. Aliran air tanah (*ground water flow*) akan terjadi sesuai dengan hukum-hukum fisika.

Air yang mengalir itu pada suatu situasi dan kondisi tertentu akan mencapai danau, sungai dan laut menjadi *depression storage* (simpanan air yang disebabkan oleh kumbangan/cekungan), saluran dan sebagiannya akan mencari tempat yang lebih rendah.

3. Hujan Kawasan (DTA=Daerah tangkapan Air Hujan)

1) Metode Poligon Thiessen

Cara ini berdasarkan rata-rata timbang (*weighted average*). Masing-masing penakar mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung di antara dua buah pos penakar hujan. Curah hujan pada suatu daerah dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$d = \frac{A_1 \cdot D_1 + A_2 \cdot D_2 + \dots + A_n \cdot D_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.1)$$

Dimana d = tinggi curah hujan rerata daerah (mm), d_n = hujan pada pos penakar hujan (mm),

A_n = luas daerah pengaruh pps penakar hujan (km^2) dan A = Luasa DAS (km^2).

4. Parameter Moment

Parameter statistik digunakan sebagai dasar dalam menentukan distribusi probabilitas yang cocok terhadap data yang tersedia. Pengukuran statistic yang seringkali digunakan dalam analisis data hidrologi, yaitu meliputi pengukuran tendensi sentral (*central tendency*) dan pengukuran disperse (*dispersion*) atau variasi (*variation*).

1) Pengukuran tendensi sentral

Nilai rata-rata merupakan nilai yang dianggap cukup representative dalam suatu distribusi. Dalam penelitian ini nilai rata-rata yang digunakan adalah nilai rata-rata yang dihitung dan dirumuskan sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2.2)$$

Dengan: \bar{X} = rata-rata hitung,
 n = jumlah data,
 X_i = sampel ke- i

2) Pengukuran dispersi

Cara menghitung besarnya dispersi disebut perhitungan dispersi. Adapun beberapa cara untuk mengukur dispersi diantaranya:

1. Kisaran

Kisaran (*range*) adalah selisish antara nilai terbesar dengan nilai terkecil dalam suatu distribusi. Cara ini merupakan cara yang paling mudah dalam mengukur disperse namun jarang digunakan karena hanya dihitung dari dua nilai ekstrem saja.

2. Deviasi standar (simpangan baku)

Didefinisikan sebagai akar kuadrat varian dan merupakan bilangan tak negatif serta memiliki satuan yang sama dengan. Simpangan baku juga menunjukkan sebaran data. Kurva simpangan baku dapat dilihat pada Gambar 2.3 [6]. Semakin kecil nilai simpangan baku menunjukkan bahwa tidak tersebar dan terkumpul pada suatu titik. Simpangan baku merupakan momen kedua terhadap nilai rata-rata dan dirumuskan dengan:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^n X_i^2 - \frac{(\sum_1^n X_i)^2}{n}}{n-1}} \quad (2.3)$$

3) Koefisien Variasi

Koefisien variasi merupakan nilai perbandingan antara standar deviasi dengan nilai rata-rata hitung suatu distribusi.

$$C_V = \frac{S}{\bar{X}} \quad (2.4)$$

dengan:

C_V = koefisien variasi.

4) Koefisien kemencengan (*skewness*)

Suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan atau kemencengan dari suatu bnetuk distribusi sebut koefisien *skewness*. Koefisien kemencengan merupakan momen ketiga terhadap nilai rata-rata.

$$C_S = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \quad (2.5)$$

Dengan:

C_S = koefisien kemencengan.

5) Koefisien Kurtosis

Koefisien kurtosis digunakan untuk mengukur keruncingan yang muncul dari bentuk kurva distribusi. Koefisien kurtosis merupakan momen keempat terhadap nilai rata-rata.

$$C_K = \frac{n}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 \quad (2.6)$$

Dengan:

C_K = koefisien kurtosis

5. Analisis Frekuensi Curah Hujan

Ada beberapa macam distribusi yang semuanya dapat dibagi menjadi dua yaitu distribusi diskret dan distribusi kontinyu. Distribusi diskret antara lain binomial dan poisson, sedangkan yang termasuk distribusi kontinyu adalah Normal, Log Normal, Gama, Beta Pearson dan Gumbel. Sedangkan distribusi yang banyak digunakan dalam hidrologi yaitu Normal, Log Normal, Log Pearson III dan Gumbel.

- 1) Distribusi Normal
- 2) Distribusi Log Normal
- 3) Distribusi Gumbel
- 4) Distribusi Log Pearson III

6. Uji Kecocokan Distribusi

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fittest test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah (i) Chi-Kuadrat dan (ii) Smirnov-Kolmogorov.

1) Uji Chi-Kuadrat

Uji chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter χ^2 , yang di dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(Ef_i - Of_i)^2}{Ef_i} \quad (2.16)$$

Syarat uji Chi Kuadrat adalah harga χ^2 harus lebih kecil dari χ_{kritik}^2 yang besarnya tergantung pada derajat kebebasan (DK) dan derajat nyata (α). Pada analisis frekuensi pada umumnya digunakan nilai $\alpha = 5\%$, sedangkan DK didapat dengan rumus di bawah ini:

$$DK = K - (P + 1) \quad (2.20)$$

Dengan:

DK = derajat kebebasan,

K = jumlah kelas,

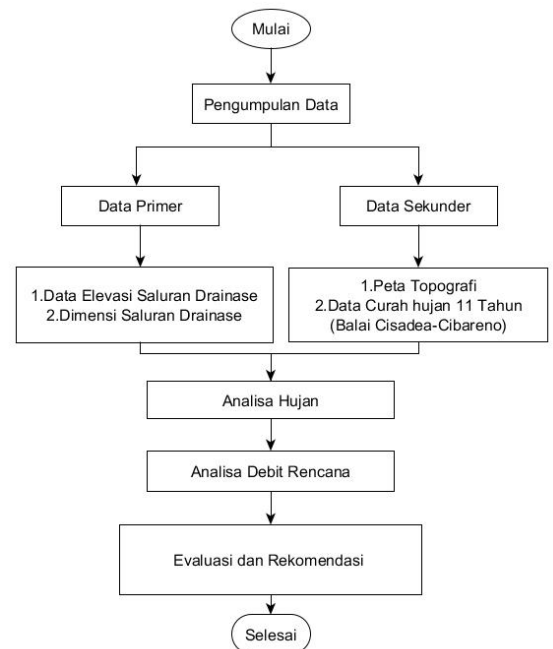
P = jumlah parameter distribusi yang dipilih

2) Smirnov-Kolmogorov

Uji kesuaian Smirnov-Kolmogorov disebut juga dengan uji kesesuaian non parametik karena proses pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Uji ini mnegggunakan probabilitas masing-masing data dan menghitung selisih terbesar antara nilai aktual dengan nilai prediksi. Kemudian membandingkan Δ_{maks} dengan Δ_{kritik} , distribusi yang dipilih dapat diterima apabila $\Delta_{maks} < \Delta_{kritik}$.

METODE PENELITIAN

1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

DATA DAN PEMBAHASAN

1. Tinjauan Umum

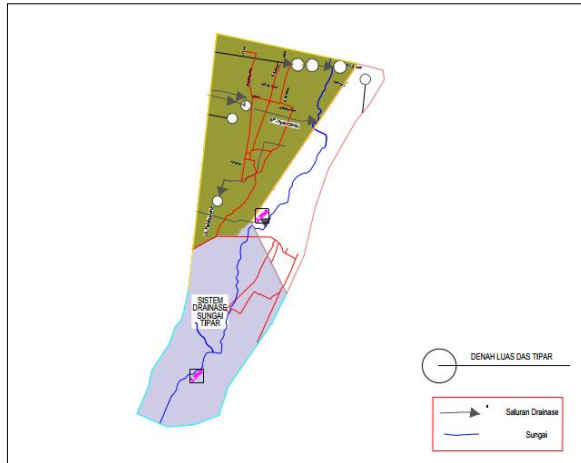
Analisis hidrologi bertujuan untuk mengetahui curah hujan rata-rata yang terjadi pada daerah tangkapan hujan yang berpengaruh pada hujan rancangan di DAS di Kelurahan Tipar. Analisis yang dilakukan terhadap data curah hujan harian antara tahun 2010 sampai dengan tahun 2020 (11 tahun) yang diperoleh dari 3 stasiun pencatat curah hujan harian, yaitu:

- 1) Sta. Ciaul
- 2) Sta. Cimandiri, dan
- 3) Sta. Situ Mekar

2. Penentuan Daerah Aliran Sungai (DAS)

Penentuan daerah aliran sungai (DAS) dilakukan berdasarkan pada peta Topografi Kota Sukabumi skala 1:25.000 (Dinas Penataan Umum dan Penataan Ruang Kota Sukabumi, 2014). DAS banjir Kelurahan Tipar berdasarkan peta tersebut mempunyai luasan sebesar 1,615 km². Penentuan luasan ini dengan menggunakan Program

AutoCAD 2016, terlihat pada gambar 4.1 Peta DAS di Kelurahan Tidar.



Gambar 4.1 Peta DAS Di Kelurahan Tidar
Sumber: Masterplan Kota Sukabumi,
DPUTR,2014.

Berdasarkan hasil pengukuran dengan AutoCAD, luas pengaruh dari tiap stasiun ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Luas Pengaruh Stasiun Hujan terhadap DAS Tidar Tahun 2010-2020

Kejadian	Tahun	Bulan	Tanggal	Sta. Ciaul		Sta. Cimandiri		Sta. Situ Mekar		Hujan Harian Rata-rata (mm)	Curah Hujan Maks. Kawasan (mm)
				Rmax	R1	Rmax	R2	Rmax	R3		
2010	Mei	9	118	53.10	13	2.73	47	15.98	71.81	71.81	
	Mar	15	11	4.95	79	16.59	29	9.86	31.40		
	Des	7	31	13.95	55	11.55	83	28.22	53.72		
2011	Jan	29	60	27.00	2	0.42	0	0.00	27.42	52.06	
	Okt	30	56	25.20	68	14.28	37	12.58	52.06		
	Nop	23	3	1.35	28	5.88	73	24.82	32.05		
2012	Nop	18	8	3.60	90	18.9	64	21.76	44.26	47.57	
	Feb	18	50	22.50	35	7.35	23	7.82	37.67		
	Des	3	9	4.05	68	14.28	86	29.24	47.57		
2013	Feb	13	39	17.55	3	0.63	0	0.00	18.18	40.91	
	Apr	22	10	4.50	69	14.49	25	8.50	27.49		
	Feb	12	9	4.05	46	9.66	80	27.20	40.91		
2014	Nop	16	96	43.20	31	6.51	15	5.10	54.81	54.81	
	Des	27	30	13.50	71	14.91	52	17.68	46.09		
	Feb	14	1	0.45	0	0.00	102	34.68	35.13		
2015	Jan	23	23	10.35	25	5.25	38	12.92	28.52	44.76	
	Des	11	3	1.35	74	15.54	24	8.16	25.05		
	Mar	22	10	4.50	46	9.66	90	30.60	44.76		
2016	Apr	23	18	8.10	5	1.05	65	22.10	31.25	50.50	
	Mar	8	8	3.60	76	15.96	91	30.94	50.50		
	Mar	8	8	3.60	76	15.96	91	30.94	50.50		
2017	Nop	5	120	54.00	0	0.00	0	0.00	54.00	92.07	
	Nop	28	85	38.25	96	20.16	99	33.66	92.07		
	Nop	28	85	38.25	96	20.16	99	33.66	92.07		
2018	Apr	5	85	38.25	16	3.36	3	1.02	42.63	59.03	
	Nop	15	55	24.75	126	26.46	23	7.82	59.03		
	Mar	7	15	6.75	111	23.31	77	26.18	56.24		
2019	Feb	17	105	47.25	93	19.53	63	21.42	88.20	88.20	
	Feb	17	105	47.25	93	19.53	63	21.42	88.20		
	Des	17	13	5.85	7	1.47	114	38.76	46.08		
2020	Mar	5	65	29.25	52	10.92	74	25.16	65.33	95.25	
	Mar	21	65	29.25	188	39.48	78	26.52	95.25		
	Apr	22	14	6.30	29	6.09	83	28.22	40.61		

Sumber: Hasil perhitungan penulis, 2021.

Berdasarkan dari data luasan area DAS Tidar dapat diambil data hujan harian maksimum kawasan tahunan terendah terjadi pada tahun 2013 dengan curah hujan sebesar 40,91 mm dan curah hujan tahunan tertinggi terjadi pada tahun 2020 dengan curah hujan 92,25 mm yang ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Curah Hujan Harian Kawasan Maksimum

Tahun	Curah Hujan Kawasan Maksimum (mm)
2010	71.81
2011	52.06
2012	47.57
2013	40.91
2014	54.81
2015	44.76
2016	50.50
2017	92.07
2018	59.03
2019	88.20
2020	95.25

Sumber: Hasil perhitungan penulis, 2021.

3. Analisis Frekuensi Curah Hujan

Penentuan nilai parameter moment diperlukan sebagai dasar penentuan distribusi dengan hasil analisis yang ada di **Tabel 4.3**.

Tabel 4.3 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Tahun	Curah Hujan (Xi)	(Xi-Xr)	(Xi-Xr)^2	(Xi-Xr)^3	(Xi-Xr)^4
2010	71.810	60.810	3697.856	224866.629	13674139.7
2011	52.060	41.060	1685.924	69224.023	2842338.3
2012	47.570	36.570	1337.365	48907.434	1788544.8
2013	40.910	29.910	894.608	26757.728	800323.6
2014	54.810	43.810	1919.316	84085.238	3683774.2
2015	44.760	33.760	1139.738	38477.541	1299001.7
2016	50.500	39.500	1560.250	61629.875	2434380.0
2017	92.070	81.070	6572.345	532820.001	43195717.4
2018	59.030	48.030	2306.881	110799.490	5321699.4
2019	88.200	77.200	5959.840	460099.648	35519692.8
2020	95.250	84.250	7098.063	598011.766	50382491.2
Jumlah Data	11		34172.185	2255679.374	160942103.8

Sumber: Hasil perhitungan penulis, 2021.

4. Pemilihan Jenis Sebaran

Dari data analisis frekuensi curah hujan yang telah dihitung maka dapat ditentukan jenis distribusi curah hujan yang digunakan.

Tabel 4.5 Parameter Statistik untuk menentukan Jenis Distribusi

Jenis Sebaran	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
Normal	$C_s = 0$	0,7	Tidak Memenuhi
	$C_k = 3$	-1,2	Tidak Memenuhi
Log Normal	$C_s = 3C_v + C_v^3$	0,5	Tidak Memenuhi
	$C_k = C_v^{1/2} + 6C_v^{1/4} + 15C_v^{1/3} + 16C_v^{1/6} + 3$	-1,4	Tidak Memenuhi
Gumbel	$C_s = 1,1$	0,7	Tidak Memenuhi
	$C_k = 5,4$	2,4	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	$C_s \neq 0$	$C_s = 0,5$	Memenuhi

Sumber: Hasil perhitungan penulis, 2021.

Dari hasil parameter statistik perhitungan yang telah dilakukan dengan syarat-syarat tersebut di atas, maka dipilih distribusi Log Pearson III yang cocok untuk jenis distribusi sebaran.

5. Analisis Hujan Rencana

Untuk menentukan besarnya hujan rencana yang akan terjadi di Daerah Aliran Sungai Cimandiri, maka terlebih dahulu di cari kemungkinan curah hujan harian maksimum. Metode yang digunakan dalam perhitungan curah hujan maksimum ini adalah metode Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson III. Penentuan nilai parameter moment diperlukan sebagai dasar penentuan hujan rencana dengan menggunakan Persamaan 2.7, 2.9, 2.11 dan 2.13.

1) Distribusi Normal

Dengan persamaan 2.7 yaitu $X_T = \bar{x} + k.S_x$ didapat hasil perhitungan hujan rancangan dengan metode Normal seperti yang ada di Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hujan rancangan dengan metode Normal

Periode Ulang (mm)	K	Xt (mm)
2	0	63.361
5	0.840	80.190
10	1.280	89.005
20	1.640	96.218
25	1.708	97.580
50	2.050	104.432
100	2.330	110.042
200	2.580	115.050

Sumber: Hasil perhitungan penulis, 2021.

2) Distribusi Log Normal

Dengan persamaan 2.9 yaitu $\text{Log } X_T = \text{log } X + k.S_x \text{ log } X$ didapat hasil perhitungan hujan rancangan dengan metode Log Normal seperti yang ada di Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hujan rancangan dengan metode Log Normal

Periode Ulang (mm)	K	Log Xt	Xt (mm)
--------------------	---	--------	---------

2	0	1.783	60.692
5	0.840	1.894	78.314
10	1.280	1.952	89.501
20	1.640	1.999	99.833
25	1.708	2.008	101.915
50	2.050	2.053	113.061
100	2.330	2.090	123.088
200	2.580	2.123	132.789

Sumber: Hasil perhitungan penulis, 2021.

3) Distribusi Gumbel

Dengan persamaan 2.11 yaitu $X_t = \bar{x} + \frac{s}{s_n}(Y - Y_n)$ didapat hasil perhitungan hujan rancangan dengan metode Gumbel seperti yang ada di Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hujan rancangan dengan metode Gumbel

Periode Ulang	Yt	Yn	Sn	Xt(mm)
2	0.367	0.522	1.021	30.042
5	1.500	0.522	1.021	71.722
10	2.250	0.522	1.021	118.303
20	2.970	0.522	1.021	163.002
25	3.199	0.522	1.021	177.175
50	3.902	0.522	1.021	220.843
100	4.600	0.522	1.021	264.189
200	5.296	0.522	1.021	307.380

Sumber: Hasil perhitungan penulis, 2021.

4) Distribusi Log Pearson III

Dengan persamaan 2.15 yaitu $Log X_T = log \bar{X} + K.s$ didapat hasil perhitungan hujan rancangan dengan metode Log Pearson III seperti yang ada di Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hujan rancangan dengan metode Log Pearson III

Periode Ulang (T)	K	Log Xt	Xt (mm)
2	-0.132	1.766	58.308
5	0.780	1.886	76.901
10	1.336	1.959	91.035
20	1.998	2.046	111.290
25	2.453	2.106	127.769
50	2.891	2.164	145.932
100	3.312	2.220	165.820
200	4.250	2.343	220.426

Sumber: Hasil perhitungan penulis, 2021.

6. Hasil Pengujian Uji Chi Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov

Dari pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode seperti berikut hasil Uji Distribusi dengan Uji Kecocokan Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov Tabel 4.20 sebagai berikut:

Tabel 4.20 Hasil Uji Distribusi dengan Uji Kecocokan Chi-Kuadrat & Smirnov-Kolmogorov

No.	Distribusi	Chi Kuadrat		Kesimpulan	Smirnov-Kolmogorov		Kesimpulan
		X2 Teori	Chi2		D Kritis	D	
1	Normal	5.991	0.364	Dapat diterima	0.375	0.450	Tidak dapat diterima
2	Log Normal	5.991	0.364	Dapat diterima	0.375	5.976	Tidak dapat diterima
3	Gumbel	5.991	0.364	Dapat diterima	0.375	0.872	Tidak dapat diterima
4	Log Pearson III	5.991	0.364	Dapat diterima	0.375	0.160	Dapat diterima

Sumber: Hasil perhitungan penulis, 2021.

7. Analisis Hujan Rencana

Hujan rencana adalah curah hujan terbesar tahunan dengan peluang tertentu yang mungkin terjadi di suatu daerah. Dari hasil uji distribusi yang digunakan, dari perhitungan curah hujan rencana periode kala ulang tertentu yang terpilih

adalah menggunakan Log Pearson III, prosedur perhitungan telah dilakukan sebelumnya dan dapat dilihat hasilnya sebagai berikut:

Tabel 4.21 Perhitungan Curah Hujan Metode Log Pearson III

Periode	Cs	Log Xi	S	k	Log Xt	S.Log X	X
2	0.5	1.783	0.13	-0.116	1.768	0.232	58.603
5	0.5	1.783	0.13	0.790	1.886	0.232	76.860
10	0.5	1.783	0.13	1.333	1.956	0.232	90.425
25	0.5	1.783	0.13	1.967	2.039	0.232	109.323
50	0.5	1.783	0.13	2.407	2.096	0.232	124.713
100	0.5	1.783	0.13	2.824	2.150	0.232	141.293
200	0.5	1.783	0.13	3.223	2.202	0.232	159.217

Sumber: Hasil perhitungan penulis, 2021.

8. Intensitas Curah Hujan

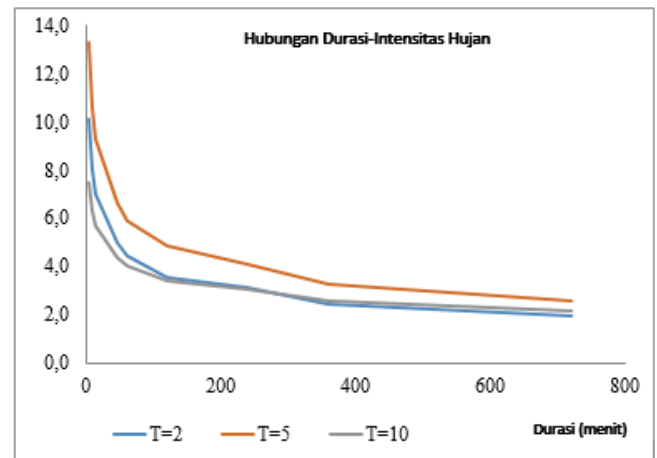
Intensitas jumlah curah hujan dalam satuan waktu, untuk perhitungan curah hujan berdasarkan hujan harian dari stasiun hujan digunakan persamaan 2.22 Mononobe, berikut hasil perhitungan intensitas curah hujan:

Tabel 2.22 Intensitas Hujan Periode Ulang 2-10 Tahun

Durasi (menit)	Intensitas hujan (mm) dengan kala ulang T tahun		
	T = 2	T = 5	T = 10
5	10.088	13.327	7.514
10	8.025	10.602	6.318
15	7.020	9.274	5.709
45	4.990	6.629	4.338
60	4.443	5.870	4.037
120	3.567	4.834	3.395
240	3.092	4.085	3.067
360	2.460	3.250	2.579
720	1.957	2.585	2.169

Sumber: Hasil perhitungan penulis, 2021.

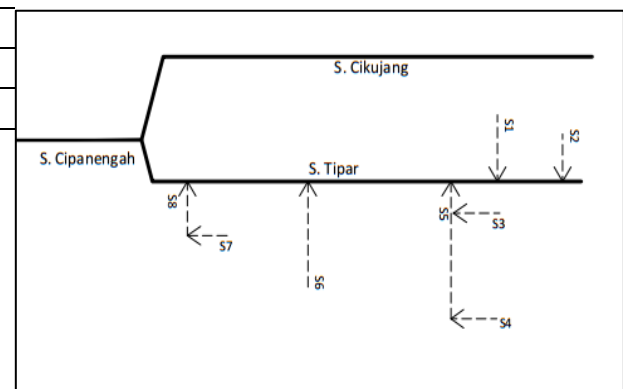
Dari Tabel 2.22 di atas dapat dilihat bahwa hasil perhitungan intensitas curah hujan tersebut digambarkan menjadi grafik intensitas curah hujan yang nantinya akan digunakan untuk perhitungan selanjutnya, yaitu perhitungan kapasitas saluran rencana. Grafik intensitas curah

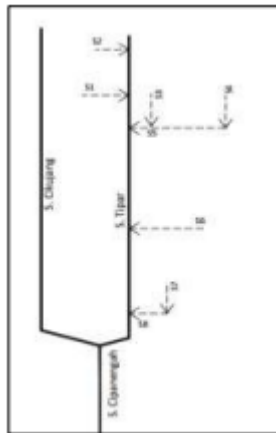


Sumber: Hasil perhitungan penulis, 2021

9. Analisis Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana untuk saluran drainase Tipar khususnya RW 003 dan RW 004 dilakukan berdasarkan hujan harian maksimum yang terjadi pada suatu periode ulang tertentu. Hal ini dilakukan mengingat adanya hubungan antara hujan dan aliran sungai dimana besarnya aliran dalam sungai ditentukan dari besarnya hujan, intensitas hujan, luas daerah hujan, lama waktu hujan, luas DAS dan ciri-ciri alirannya. Metode yang digunakan untuk menghitung debit banjir rencana yaitu metode Rasional. Metode ini dipakai apabila aliran sungai tidak mencukupi sehingga digunakan data hujan serta debit yang dihitung merupakan debit saluran perkotaan.





Gambar 4.7. Peta Saluran Drainase Tipar

Sumber: Hasil penggambaran penulis, 2021.

10. Perhitungan Koefisien Limpasan

Jika suatu DAS terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan dengan koefisien aliran permukaan yang berbeda, maka nilai C yang dipakai adalah koefisien DAS yang dapat dihitung dengan persamaan 2.29 sebagai berikut:

Tabel 4.23 Analisis tata guna lahan terhadap nilai koefisien limpasan (C)

Data Tata Guna Lahan				
No.	Jenis Tata Guna Lahan	A_i (km ²)	C_i	C
1	Perumahan	1.226	0.35	0.429
2	Jalan Aspal	1054.2	0.80	843.343
3	Paving Blok	358.82	0.80	287.056
4	Industri ringan	50	0.75	37.500
5	Pinggiran	82.67	0.60	49.602
Jumlah		1546.9		1217.9

Sumber: Hasil perhitungan penulis, 2021.

11. Perhitungan Debit Saluran

Perhitungan debit saluran ini bertujuan untuk mengetahui besarnya debit yang mampu dialirkan oleh saluran tersebut sehingga nantinya berdasarkan analisa hidrolika dapat dikontrol

apakah saluran tersebut masih dapat berfungsi atau tidak.

Tabel 4.29 Perbandingan debit banjir dan debit eksisting

Penampang Saluran	Q	Q	Keterangan
	Ekisting (m ³ /det)	Rencana (m ³ /det)	
S1-S2	0.166	0.204	Tidak Aman
S2-S3	0.166	0.204	Tidak Aman
S3-S4	0.166	0.204	Tidak Aman
S4-S5	0.110	0.204	Tidak Aman
S5-S6	0.100	0.204	Tidak Aman
S6-S7	0.094	0.204	Tidak Aman
S7-S8	0.090	0.204	Tidak Aman

Sumber: Hasil perhitungan penulis, 2021.

Pada tabel di atas menunjukkan bahwa saluran drainase eksisting di Kelurahan Tipar khususnya RW 003 dan RW 004 tidak memenuhi syarat sehingga saluran drainase tidak aman (meluap) dan terdapat genangan air dari permukaan jalan.

Jadi solusi dari evaluasi saluran drainase pada wilayah Tipar khususnya RW 003 dan RW 004 adalah harus dilakukannya perancangan ulang terhadap sistem drainase dan dimensi saluran.

12. Perencanaan Ulang Saluran Drainase

Di dalam perencanaan ulang saluran drainase ini prinsip dasarnya adalah memperbaiki saluran drainase yang sudah ada serta mengusahakan agar tidak terlalu mengubah lebar saluran dan kemiringan dinding saluran tetapi merubah kedalamannya. Keterbatasan lahan merupakan pertimbangan utama dalam hal ini.

Perencanaan dilakukan dengan mencoba merencanakan lebar dan tinggi saluran drainase sehingga didapatkan kapasitas tampungan yang cukup optimal.

Tabel 4.32 Perbandingan debit tampung dan debit rencana

Penampang Saluran	Q Tampung (m ³ /det)	Q Rencana (m ³ /det)	Keterangan
S1-S2	0.574	0.136	Aman
S2-S3	0.574	0.136	Aman
S3-S4	0.574	0.136	Aman
S4-S5	0.379	0.136	Aman
S5-S6	0.637	0.136	Aman
S6-S7	0.595	0.136	Aman
S7-S8	0.574	0.136	Aman

Sumber: Hasil perhitungan penulis, 2021.

Dengan perencanaan ulang kapasitas saluran drainase pada tabel di atas menunjukkan bahwa saluran drainase di Kelurahan Tipar khususnya RW 003 dan RW 004 memenuhi syarat sehingga saluran drainase aman karena $Q_{rencana} < Q_{tampung}$ maka saluran drainase dengan dimensi $b=50$ cm dan $h=60$ cm dapat diterima dan aman untuk dijadikan solusi untuk saluran drainase di permukiman kawasan kumuh di Kelurahan Tipar Khususnya RW 003 dan RW 004.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data-data hidrologi terhadap sistem drainase lingkungan di permukiman kumuh Tipar khususnya RW 003 dan RW 004, maka didapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil antara lain sebagai berikut:

- 1) Setelah dilakukan penelitian ternyata penyebab dari genangan air yang terjadi pada daerah Kelurahan Tipar khususnya RW 003 dan RW 004 adalah saluran drainase yang tidak berfungsi dengan baik dan dimensi saluran terlalu kecil sehingga menimbulkan genangan saat air meluap.

- 2) Hasil evaluasi saluran drainase Tipar analisis debit eksisting (Qeks) sebesar 0,166 m³/detik dan debit kapasitas (Q) dengan menggunakan metode rasional adalah sebesar 0.204 m³/detik. Perbandingan antara debit rencana (Qr) dan debit eksisting (Q) pada perencanaan saluran drainase di permukiman kumuh wilayah Tipar khususnya RW 003 dan RW 004 tidak dapat menampung debit banjir, karena $Q_r > Q_{eks}$.
- 3) Perencanaan ulang saluran drainase dengan menambah lebar ($b=50$ cm) dan tinggi ($h=60$ cm) saluran drainase sehingga didapatkan kapasitas tampungan yang cukup optimal, setelah dianalisis $Q_{kapasitas}$ diperoleh sebesar 0,574 m³/det dan $Q_{rencana}$ diperoleh sebesar 0,136 m³/det maka saluran drainase mampu menampung debit rencana untuk periode ulang 5 Tahun.

2. Saran

Adapun saran-saran dari penulis terkait dengan penelitian ini antara lain:

- 1) Dalam melaksanakan suatu kegiatan penataan sistem drainase perkotaan, yang harus dilakukan tidak hanya berkaitan dengan hal teknis saja akan tetapi perlu juga dipertimbangkan dari berbagai aspek, seperti aspek lingkungan, ekonomi, aspek kelembagaan dan aspek peran serta masyarakat.
- 2) Hasil penulisan penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan kepada pihak terkait untuk merencanakan sistem saluran drainase pada daerah penelitian ini dikemudian hari.

DAFTAR PUSTAKA

Suripin., “Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan” Yogyakarta: Andi Offset. 2004.

S. R. Brotowiryo., “*Analisis Hidrologi*” Jakarta: PT Gramedia. 1993.

Sugiono., “*Metode Penelitian Bisnis*” Bandung: Pusat Bahasa Depdiknas. 2003.

S. Sosrodarsono dan K. Takeda., “*Hidrologi Untuk Pengairan*” Jakarta: PT Pradayana Paramita. 1987.

Soewarno., “*Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometrik)*” Bandung: Nova. 1995.

V. T. Chow., D. R. Maidment., and L. W. Mays., “*Applied Hidrology*” Singapore: McGraw-Hill Book Company. 1988.

Soemarto., “*Hidrologi Teknik*” Jakarta: Erlangga. 1999.

Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya. 2012. *Buku Jilid I Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem drainase Perkotaan*. Jakarta

Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya. 2012. *Buku Jilid II Tata Cara Pelaksanaan Konstruksi Sistem drainase Perkotaan*. Jakarta

Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya. 2013. *Bidang Drainase I Diseminasi Dan Sosialisasi Keteknikan Bidang PLP*. Jakarta

Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya. 2013. *Bidang Drainase II Diseminasi Dan Sosialisasi Keteknikan Bidang PLP*. Jakarta.