

Analisis Debit Air Limpasan Di Permukaan (Run Off) Pada Das Batang Kandih Dan Das Air Dingin Sebagai Penyebab Terjadinya Genangan Di Kota Padang

Hero Willy Ikhsan Ordheo⁽¹⁾, Rusli HAR⁽²⁾

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

1. Mahasiswa S1 Jurusan Teknik Pertambangan (heroordheo96@gmail.com)

2. Dosen Jurusan Teknik Pertambangan (ruslihar_1603@yahoo.com)

Abstract.The Purpose of this study is to calculate rainwater discharge into the ground through the infiltration process and water discharge that become a inundation on the surface, when it rains highest in on the DAS Batang Kandih and DAS Air Dingin. DAS Air Dingin has an infiltration rate of around 0,10852 cm/minutes and the value of infiltration in the DAS Air Dingin is 65.402,5331 m³/hour/km² with catchment area 20.844 km² and soil catchment area on the DAS Air Dingin very low with time around 0,1 to 0,2 per minutes. Meanwhile infiltration rate on the DAS Batang Kandih is 0,128 cm/minutes and the value of infiltration in the study area is 76.775,58 m³/hour/km². Form the result of this study the infiltration value in this area as very small because it enters the VI/E zone. Calculation of average daily maximum rainfall using Polygon Thiessen Method is 163,359 mm/day with a return period of 25 years of rainfall is 277,005 mm/day. Rain intensity at DAS Air Dingin is 32,760 hours and rain intensity at DAS batang Kandih is 32,935 hours. calculation of run off discharge value at DAS Air Dingin is 811,370 m³/seconds and calculation of run off discharge value at DAS Batang Kandih is 863,188 m³/seconds.

Keywords:infiltration, rainfall, rainfall return period, rain intensity, run off

1. Pendahuluan

Kota Padang merupakan salah satu wilayah di Sumatera Barat yang memiliki jumlah penduduk yang cukup padat karena berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kota Padang, pada tahun 2017 penduduk Kota Padang mencapai 927.168 jiwa dan luas wilayah Kota Padang 694,93 km² dengan kepadatan penduduk Kota Padang 1371 jiwa/km² dengan 11 kecamatan yang ada di Kota Padang.

Banyaknya penduduk membuat pemukiman menjadi padat. Kondisi ini menyebabkan masyarakat harus membuka lahan baru untuk membuat pemukiman yang baru yang membuat adanya penurunan daya dukung dari sumber daya alam di Kota Padang. Hutan yang biasanya sebagai wilayah resapan air akan berkurang akibat adanya pembukaan lahan baru dan padatnya permukaan tanah akibat pemadatan dalam membuat pemukiman baru yang akan menjadi bertambahnya jumlah penduduk seperti daerah perkotaan yang mengakibatkan air susah untuk diresapkan oleh tanah karena besarnya limpasan permukaan yang berakibat pada banjir.

Nilai laju infiltrasi pada daerah penelitian DAS Air Dingin adalah 0,10852 cm/menit dan nilai infiltrasi DAS Air Dingin adalah sekitar 65.402,5331 m³/jam/km² dengan luas area resapan 20.844 km²

dan daerah resapan tanah pada DAS Air Dingin sangat rendah dengan waktu sekitar 0,1 sampai 0,2 per menit^[1]. Sedangkan laju infiltrasi pada DAS Batang Kandih adalah sebesar 0,128 cm/menit dan nilai infiltrasi pada daerah penelitian adalah sebesar 76.775,58 m³/jam/km². Dari hasil penelitian ini ternyata nilai infiltrasi di daerah ini tergolong sangat kecil, karena masuk kedalam zona VI/E^[2].

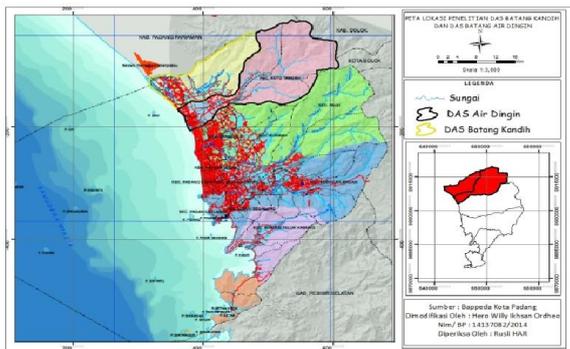
Berdasarkan pada penelitian sebelumnya, penyebab banjir di Kota Padang adalah kondisi topografi Kota Padang yang landai, kemudian hutan di Padang sudah tidak lagi berkualitas yang menyebabkan air tidak dapat meresap ke dalam tanah, dan tingginya curah hujan di Kota Padang.

Tingginya intensitas curah hujan di Kota Padang menyebabkan debit air sungai menjadi sangat tinggi sehingga melampaui batas daya tampung saluran sungai lalu meluap ke daerah dataran yang lebih rendah menjadi genangan air dan sistem drainase di kota padang yang tidak berfungsi menyebabkan air tidak bisa di alirkan dan menyebabkan genangan air semakin besar.

2. Lokasi Penelitian

Secara geografis DAS Air Dingin terletak pada 0°48' sampai dengan 0°56' Lintang Selatan dan 100°21' sampai 100°33' Bujur Timur, dengan ketinggian 0

sampai dengan 1.210 M dpl. Batang Air Dingin merupakan sungai utama pada DAS Air Dingin, yang sumber airnya berasal dari beberapa anak sungai di wilayah hulu seperti Sungai Kapecong, Sungai Air Tiris, Sungai Latuang, Batang Sako dan Sungai Abu. Untuk mencapai DAS Air Dingin. Sedangkan letak DAS Batang Kandih berada di $100^{\circ}18'50''$ BT - $100^{\circ}25'10''$ BT dan $0^{\circ}44'35''$ LS - $0^{\circ}51'20''$ LS. Sungai Batang Kandih dengan panjang sekitar 20 km dan lebar 20 meter menjadi sungai terpanjang di Kota Padang, aliran Batang Kandih bertemu dengan aliran Batang Anai dan Batang Kuranji sebelum bermuara di Samudera Hindia. Peta Lokasi penelitian DAS Batang Kandih dan DAS Air Dingin dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian DAS Batang Kandih dan DAS Air Dingin

3. Metode Penelitian

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah penelitian kuantitatif analitis yang sistematis, terstruktur, tersusun dari awal hingga akhir penelitian, dan menggunakan angka dalam proses penghitungan dan pengenalisan hasil penelitian.

3.2. Jenis Data

Dalam penelitian ini, jenis data yang digunakan adalah data sekunder yang terdiri dari:

1. Data infiltrasi DAS Batang Kandih dan DAS Air Dingin
2. Data Curah Hujan Harian
3. Data *Digital Elevation Model* (DEM)

3.3. Sumber Data

Data Sekunder yang penulis gunakan dalam penelitian ini berasal dari arsip atau dokumen pemerintahan Kota Padang diantaranya :

1. PSDA Sumbar
2. BAPPEDA Kota Padang
3. PUPR BWS Kota Padang
4. BMKG Maritim Teluk Bayur
5. BMKG Klimatologi Sicincin

3.4. Teknik Pengambilan Data

Dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan antara lain:

3.4.1. Studi Literatur

Studi literatur yang penulis lakukan adalah mempelajari jurnal-jurnal yang berkaitan dengan tugas akhir penulis. Penelitian yang relevan adalah contoh jurnal yang penulis pelajari dalam pembuatan tugas akhir. Selain jurnal, penulis juga mempelajari hasil penelitian sebelumnya tentang DAS Batang Kandih dan DAS Air Dingin sebagai pedoman penulis dalam penulisan tugas akhir. Buku-buku yang berkaitan dengan tugas akhir penulis juga dipelajari karena terdapat beberapa rumus atau cara untuk mengolah data, serta beberapa penjelasan yang digunakan untuk pembuatan latar belakang masalah maupun teori dasar.

langsung kondisi daerah yang akan dilakukan penelitian serta dapat mengangkat permasalahan yang ada untuk dijadikan topik dalam suatu penelitian.

3.4.2. Pengambilan Data

Data sekunder yang penulis dapatkan selama penelitian adalah:

a. Data Curah Hujan

Data curah hujan diperoleh dari PSDA Sumbar pada tahun 2019, PUPR BWS Kota Padang pada tahun 2019, BMKG Maritim Teluk Bayur pada tahun 2018, dan BMKG Klimatologi Sicincin dalam bentuk Excel pada tahun 2019. Data ini digunakan untuk menghitung nilai koefisien thiessen dan menghitung curah hujan dengan metode poligon thiessen.

b. Data Debit Sungai

Data ini didapatkan dari PSDA Sumbar dalam bentuk Excel pada tahun 2019. Data ini digunakan untuk menghitung berapa besar debit sungai tertinggi yang berada di daerah DAS Batang Kandih dan DAS Air Dingin.

c. Data Mentah Berupa *Shapfile* (shp)

Data ini berupa data mentah berupa *Shapfile* yang didapatkan dari BAPPEDA Kota Padang. Data mentah ini penulis olah untuk menjadi peta yang diolah menggunakan software *ArcGis 10.3*. Salah satu contoh peta yang diolah adalah peta geologi.

3.4.3. Verifikasi Data

Untuk melengkapi data curah hujan yang kosong, maka diperlukan data curah hujan 10 tahun terakhir. Data yang kosong tersebut yaitu data stasiun curah hujan Muaro Panjalinan tahun 2012 dan 2018, stasiun curah hujan Khatib Sulaiman tahun 2018 dan stasiun curah hujan Bungus tahun 2017 dan 2018. Untuk perhitungan data yang tidak lengkap digunakan

metode *Inverse Squared Distance*. Rumus yang digunakan yaitu :

$$R_x = \frac{\frac{1}{(dXA)^2}RA + \frac{1}{(dXB)^2}RB + \dots + \frac{1}{(dXn)^2}Rn}{\frac{1}{(dXA)^2} + \frac{1}{(dXB)^2} + \dots + \frac{1}{(dXn)^2}}$$

Dimana R_x adalah curah hujan stasion yang datanya dicari (mm), RA , RB , Rn adalah curah hujan maksimum stasion (mm) dan dXA , dXB , dXn adalah jarak antar stasion (mm)^{[3][4][5]}.

3.5. Teknik Pengolahan Data

Setelah dilakukan pengambilan data, maka data tersebut penulis kelompokkan dan akan dilakukan analisis data. Maka analisis data yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

3.5.1. Menghitung Curah Hujan Menggunakan Metode Poligon Thiessen

Perhitungan curah hujan maksimum harian menggunakan metode *Poligon Thiessen* digunakan karena Kota Padang memiliki pengukur curah hujan yang tidak tersebar merata dan memerlukan koordinat stasion pengukur curah hujan. Kota Padang memiliki 8 stasion pengukur curah hujan yang masih aktif. Stasion pengukur curah hujan dan koordinat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Stasion Pengukur Curah Hujan dan Koordinat

STASIUN	X	Y
Koto Tuo	100,38	-0,846
Batu Busuk	100,454	-0,904
Gunung Nago	100,434	-0,923
Limau Manih	100,435	-0,937
Ladang Padi	100,518	-0,946
Muaro Panjalinan	100,342	-0,861
Khatib Sulaiman	100,351	-0,904
Bungus	100,423	-1,016

3.5.2. Perhitungan Curah Hujan Rencana

3.5.3. Perhitungan Intensitas Hujan

Perhitungan intensitas hujan bergantung pada lamanya curah hujan dan frekuensi hujan dan waktu konsentrasi. Intensitas curah hujan disimbolkan dengan huruf I dengan satuan mm/jam. Untuk mengolah data curah hujan menjadi intensitas hujan digunakan cara statistik dari data pengamatan curah hujan yang terjadi. Salah satu metode yang banyak dipakai adalah metode Mononobe.

3.5.4. Menentukan Koefisien Limpasan

Koefisien limpasan dipengaruhi oleh faktor tanah penutup dan kemiringan, intensitas dan lamanya hujan. Koefisien limpasan setiap daerah berbeda-beda, karena kenyataan di lapangan sangat sulit untuk menemukan daerah pengaliran yang homogen. Maka nilai koefisien limpasan dihitung dengan cara sebagai berikut^[6] :

$$C_{rata-rata} = \frac{\sum C_i A_i}{A_i}$$

Dimana $C_{rata-rata}$ adalah rata-rata koefisien limpasan, C_i adalah nilai koefisien limpasan Sub DAS ke i dan A_i adalah luas tangkapan daerah (Km²).

nilai koefisien di masing-masing daerah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Harga Koefisien Limpasan

Jenis tutupan Lahan	C	Jenis tutupan Lahan	C
Hutan	0.6	Pertahanan dan Keamanan	0.7
Hutan Bakau	0.6	Perumahan	0.95
Hutan Rawa	0.65	Peternakan	0.35
Industri	0.8	Rawa	0.75
Padang Rumput	0.6	Sarana Olah Raga	0.95
Pasir / Bukit Pasir Darat	0.7	Sarana Pelayanan Umum	0.95
Pemukaman Umum	0.6	Sawah Irigasi	0.56
Pelabuhan	0.95	Sawah Tadah Hujan	0.56
Perdagangan dan Jasa	0.95	Semak Belukar / Alang Alang	0.5
Pergudangan	0.8	Sungai	0.5
Perkantoran	0.95	Tambak	0.5
Perkebunan / Kebun	0.8	Tanah Kosong / Gundul	0.8
Pertambangan	0.95	Tegalan / Ladang	0.7

Sumber: *Rusli HAR, 2018*

3.5.5. Perhitungan Debit Limpasan

Parameter yang digunakan pada perhitungan debit limpasan menggunakan rumus rasional adalah intensitas hujan, luas *catchment* area, dan koefisien limpasan. Intensitas hujan dihitung menggunakan persamaan mononobe, di mana hasil perhitungan curah hujan menggunakan dengan periode ulang 25 tahun. Luas *catchment* area didapat dengan menggunakan *software ArcGis 10.3*. Hasil perhitungan debit limpasan akan di bagi menjadi perhitungan sub das untuk mengetahui berapa nilai debit limpasan setiap Sub DAS Batang Kandih dan Sub DAS Air Dingin

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Pehitungan Curah Hujan Maksimum Menggunakan Metode Thiessen

4.1.1 Perhitungan Koefisien Thiessen

Presipitasi adalah turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi yang bisa berupa hujan, hujan salju, kabut, embun, dan hujan es. Presipitasi adalah sebutan umum dari uap yang mengkondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses siklus hidrologi, biasanya jumlah selalu dinyatakan dengan dalamnya presipitasi (mm).

Data yang digunakan pada perhitungan ini adalah data curah hujan harian maksimum dalam 10 tahun terakhir (tabel 3) dan periode ulang hujan yang dipilih adalah periode ulang 25 tahun. Pemilihan ini didasarkan pada penelitian untuk debit desain dimana hasil perhitungan penelitian saat ini harus lebih besar dari perencanaan debit desain.

Tabel 3.Data Curah Hujan Harian Maksimum 10 Tahun(mm/hari)

Tahun	Koto Tuo	Batu Busuk	Ladang Padi	Gunung Nago	Limau Manih	Muaro Panjalinan	Khatib Sulaiman	Bungus
2009	82	87	145	196	71	108	160	240
2010	215	56	109	180	75	175	220	160
2011	155	115	118	170	65	200	330	155
2012	152	145	117	140	142	300	541	794
2013	174	169	125	191	167	513.1	614	692
2014	153	133	125	139	142	70	100	433
2015	145	191	76	231	126	79	206	150
2016	218	199	118	1015	210	75	270	151
2017	140	158	122	241	181	198	195	171
2018	151	142	132	146	138	139	135	128

Perhitungan curah hujan harian maksimum ini yang pertama dilakukan adalah menghitung nilai koefisien thiessen yang digunakan untuk mengetahui apakah dalam membuat peta poligon thiessen sudah benar atau mencapai 100 %. Perhitungan koefisien thiessen menggunakan rumus^[7]:

$$C = \frac{A_i}{A_{total}} \times 100 \%$$

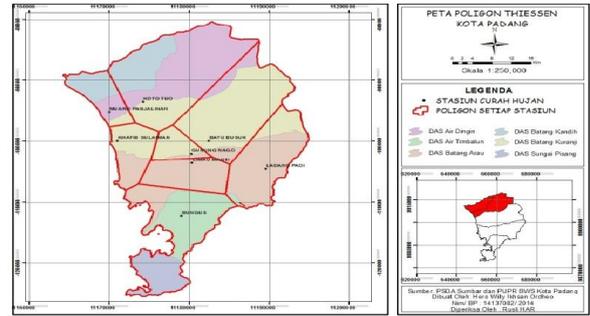
$$\begin{aligned} \text{Stasiun Koto Tuo} &= \frac{180,109}{702,286} \times 100\% \\ &= 25,64610429 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan nilai koefisien thiessen dapat di lihat pada Tabel 4.

Tabel 4.Nilai Koefisien Thiessen

No.	NAMA STASIUN	LUAS TANGKAPAN DAERAH (KM2)	KOEFISIEN THIESSEN(%)
1	KOTO TUO	180.109	25.64610429
2	BATU BUSUK	141.144	20.09779492
3	LADANG PADI	97.278	13.8516217
4	GUNUNG NAGO	25.3	3.60252091
5	LIMAU MANIH	51.624	7.350851363
6	MUARO PANJALINAN	39.152	5.574936707
7	KHATIB SULAIMAN	44.376	6.318793198
8	BUNGUS	123.303	17.55737691
JUMLAH (Σ)		702.286	100

Hasil perhitungan pada tabel dapat dilihat nilai koefisien thiessen mencapai nilai 100% dan membuktikan bahwa penulis sudah benar dalam membuat poligon pada peta dan menghitung luas tiap poligon stasiun pengukur curah hujan. Peta Poligon thiessen dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2.Peta Poligon Thiessen Kota Padang

4.1.2 Perhitungan Metode Poligon Thiessen

Setelah dilakukan perhitungan koefisien thiessen, penulis dapat menghitung curah hujan maksimum harian menggunakan metode Poligon Thiessen. Penulis menghitung curah hujan maksimum pada DAS Batang Kandih dan DAS Air Dingin hanya menggunakan 2 stasiun yaitu Stasiun Koto Tuo dan Stasiun Muaro Panjalinan karena hanya stasiun ini yang berada pada daerah penelitian penulis. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut^{[8][9][10]}:

$$\begin{aligned} R_{2009} &= \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + A_3 R_3 + \dots + A_n R_n}{A_1 A_2 A_3 A_n} \\ &= \frac{(180,109 \times 82) + (39,152 \times 108)}{180,109 + 39,152} \\ &= \frac{18997,354}{219,261} \\ &= 86,643 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan curah hujan dengan menggunakan metode Poligon Thiessen dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5.Curah Hujan Menggunakan Metode Poligon Thiessen

Tahun	RH atau Xi(mm/hari)
2009	86.643
2010	207.857
2011	163.035
2012	178.427
2013	234.551
2014	138.179
2015	133.215
2016	192.465
2017	150.357
2018	148.857

4.2. Perhitungan Curah Hujan Rencana dan Intensitas Hujan

4.2.1. Perhitungan Analisis Frekuensi

Analisis Frekuensi adalah suatu analisis dari data hidrologi dengan menggunakan statistik yang bertujuan untuk dapat mengestimasi besaran hujan dengan kala ulang waktu tertentu. Analisis frekuensi ini juga berfungsi untuk menentukan nilai dari

besaran dari peristiwa ekstrem yang berkaitan dengan distribusi probabilitas. Untuk analisis statistik ada beberapa parameter yang digunakan untuk dapat membantu menentukan jenis sebaran yang sesuai dan tepat.

Hasil pengolahan pengukuran dispersi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6.Hasil Pengukuran Dispersi Statistik

NO	TAHUN	X_i	X_r	$X_i - X_r$	$(X_i - X_r)^2$	$(X_i - X_r)^3$	$(X_i - X_r)^4$
1	2009	86.643	163.359	-76.716	5885.345	-451500.1006	34637281.72
2	2010	207.857		44.498	1980.072	88109.24403	3920685.141
3	2011	163.035		-0.324	0.104976	-0.034012224	0.011019961
4	2012	178.427		15.068	227.0446	3421.108394	51549.26129
5	2013	234.551		71.192	5068.301	360822.4751	25687673.65
6	2014	138.179		-25.18	634.0324	-15964.93583	401997.0842
7	2015	133.215		-30.144	908.6607	-27390.66923	825664.3331
8	2016	192.465		29.106	847.1592	24657.41672	717678.7711
9	2017	150.357		-13.002	169.052	-2198.014156	28578.58006
10	2018	148.857		-14.502	210.308	-3049.886674	44229.45655
Jumlah		1633.586		-0.004	15930.08	-23093.39627	66315338.01

Perhitungan standar deviasi (S_x) dapat ditentukan menggunakan rumus berikut^[11] :

$$S_x = \frac{\sqrt{\sum(X_i - X_r)^2}}{n-1}$$

$$= \frac{\sqrt{15930,08}}{10-1}$$

$$= 42,071$$

Selanjutnya perhitungan koefisien Skewness (C_s) dapat ditentukan menggunakan rumus berikut^[11] :

$$C_s = \frac{\sum n \times (X_i - X_r)^3}{(n-1) \times (n-2) \times S_x^3}$$

$$= \frac{10 \times -23093,39627}{9 \times 8 \times 42,071^3}$$

$$= -0,043$$

Selanjutnya perhitungan koefisien kurtosis (C_k) dapat ditentukan menggunakan rumus berikut^[11] :

$$C_k = \frac{\sum \frac{1}{n} \times (X_i - X_r)^4}{S_x^4}$$

$$= \frac{\frac{1}{10} \times 66315338,01}{42,071^4}$$

$$= 2,119$$

Selanjutnya perhitungan koefisien variasi dapat ditentukan menggunakan rumus berikut^[11] :

$$C_v = \frac{S_x}{X_r}$$

$$= \frac{42,071}{163,359}$$

$$= 0,258$$

Selanjutnya melakukan perhitungan dispersi logaritma dan yang harus kita tentukan yaitu nilai rata-rata, simpangan deviasi, koefisien variasi, kemencengan, kesalahan standar dan lain- lain. Hasil

pengolahan pengukuran dispersi logaritma seperti Tabel 7.

Tabel 7.Hasil Perhitungan Dispersi Logaritma

NO	TAHUN	X_i	$\log X_i$	$\log X_r$	$\log X_i - X_r$	$\log (X_i - X_r)^2$	$\log (X_i - X_r)^3$	$\log (X_i - X_r)^4$
1	2009	86.643	1.938	2.200	-0.262	0.06853924	-0.01794357	0.00469763
2	2010	207.857	2.318		0.118	0.01397124	0.00165140	0.00019520
3	2011	163.035	2.212		0.012	0.00014884	0.00000182	0.00000007
4	2012	178.427	2.251		0.051	0.00262144	0.00013422	0.00000687
5	2013	234.551	2.370		0.170	0.02896804	0.00493036	0.00083915
6	2014	138.179	2.140		-0.060	0.00357604	-0.00021385	0.00001279
7	2015	133.215	2.125		-0.0748	0.00559504	-0.00041851	0.00003130
8	2016	192.465	2.284		0.0842	0.00708964	0.00059695	0.00005026
9	2017	150.357	2.177		-0.0228	0.00051984	-0.00001185	0.00000027
10	2018	148.857	2.173		-0.0268	0.00071824	-0.00001925	0.00000052
Jumlah		1633.586	21.988		-0.01	0.13174760	-0.011292288	0.005834006

Perhitungan standar deviasi (S_x) dapat ditentukan menggunakan rumus berikut ini^[11] :

$$S_x = \frac{\sqrt{\sum \log(X_i - X_r)^2}}{n-1}$$

$$= \frac{\sqrt{0,1317476}}{10-1}$$

$$= 0.121$$

Selanjutnya perhitungan koefisien Skewness (C_s) dapat ditentukan menggunakan rumus berikut ini^[11] :

$$C_s = \frac{\sum n \times \log(X_i - X_r)^3}{(n-1) \times (n-2) \times S_x^3}$$

$$= \frac{10 \times -0,011292288}{9 \times 8 \times 0,121^3}$$

$$= -0,885$$

Selanjutnya perhitungan koefisien kurtosis (C_k) dapat ditentukan menggunakan rumus berikut^[11] :

$$C_k = \frac{\sum \frac{1}{n} \times \log(X_i - X_r)^4}{S_x^4}$$

$$= \frac{\frac{1}{10} \times 0,0058834006}{0,121^4}$$

$$= 2,722$$

Selanjutnya perhitungan koefisien variasi dapat ditentukan menggunakan rumus berikut^[11] :

$$C_v = \frac{\log S_x}{\log X_r}$$

$$= \frac{0,121}{21,988}$$

$$= 0,006$$

Hasil perhitungan parameter dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8.Parameter Statistik dan Parameter Logaritma

PARAMETER	Statistik	Logaritma
X_r	163.359	21.988
S_x	42.071	0.121
C_s	-0.043	-0.885
C_k	2.119	2.722
C_v	0.258	0.006

Pada analisis frekuensi data curah hujan atau data debit untuk dapat memperoleh nilai hujan rancangan dan debit rencana maka digunakan distribusi probabilitas dalam pengolahannya. Distribusi probabilitas yang sering digunakan yaitu distribusi Normal, Gumbel, Log Normal dan Log Pearson III. Hasil perhitungan jenis distribusi dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9.Perhitungan Hasil Jenis Distribusi

JENIS DISTRIBUSI	SYARAT	PERHITUNGAN	KESIMPULAN
NORMAL	$C_s \approx 0$	$C_s = -0.043$	TIDAK MEMENUHI
	$C_k \approx 3$	$C_k = 2.119$	
GUMBEL	$C_s \leq 1.1396$	$C_s = -0.043$	MEMENUHI
	$C_k \leq 5.4002$	$C_k = 2.119$	
LOG PEARSON III	$C_s \neq 0$	$C_s = -0.043$	MEMENUHI
LOG NORMAL	$C_s \approx 3C_v + C_v^2 = 3$	$C_s = 0.018$	TIDAK MEMENUHI
	$C_k = 5.383$	$C_k = 2.722$	

Dari hasil perhitungan didapatkan distribusi Gumbel dan Log Pearson III yang memenuhi syarat, namun perhitungan distribusi yang akan penulis gunakan adalah Gumbel karena jenis distribusi ini digunakan untuk daerah yang memiliki daerah dengan tingkat curah hujan yang tinggi dan dapat diketahui Kota Padang merupakan salah satu dengan daerah yang memiliki tingkat curah hujan yang tinggi.

4.2.2. Uji Chi Kuadrat (X^2)

Sebelum melakukan perhitungan curah hujan rencana menggunakan distribusi Gumbel harus melakukan uji kecocokan terlebih dahulu untuk mengetahui apakah distribusi Gumbel memenuhi syarat atau tidak.

Prosedur dalam perhitungan dengan menggunakan metode Chi Kuadrat adalah sebagai berikut^[6] :

1. Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya
Urutan data curah hujan maksimum harian dari besar ke kecil dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10.Pengurutan Data Curah Hujan Dari Besar Ke Kecil

No	X_i (mm)	X_i Dari Besar Ke Kecil
1	86.643	234.551
2	207.857	207.857
3	163.035	192.465
4	178.427	178.427
5	234.551	163.035
6	138.179	150.357
7	133.215	148.857
8	192.465	138.179
9	150.357	133.215
10	148.857	86.643

2. Menghitung jumlah kelas

a. Jumlah data (n) = 10

b. Kelas distribusi (K) = $1 + 3,3 \log n$
 $= 1 + 3,3 \log 10$
 $= 4,3 \approx 5$ kelas

3. Menghitung derajat kebebasan (D_k) dan Chi Kuadrat kritis (X^2_{cr})

a. Parameter (p) = 2, karena menggunakan perhitungan curah hujan maksimum harian rata-rata (X_r) dan standar deviasi (S_x).

b. Derajat kebebasan (DK) = $K - (p + 1)$
 $= 5 - (2 + 1)$
 $= 2$

c. Nilai Chi Kuadrat Kritis (X^2_{cr}) dengan jumlah data (n) = 10, α = 5% dan D_k = 2 adalah 5,9910. Nilai Chi Kuadrat Kritis dapat dilihat pada Gambar 3.

dk	Tingkat signifikansi					
	50%	30%	20%	10%	5%	1%
1	0,455	1,074	1,642	2,706	3,841	6,635
2	1,386	2,406	3,219	4,605	5,991	9,210
3	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	11,341
4	3,357	4,678	5,989	7,779	9,488	13,277
5	4,351	5,664	7,289	9,236	11,070	15,086
6	5,348	6,701	8,558	10,645	12,592	16,812
7	6,346	7,793	9,803	12,017	14,067	18,475
8	7,344	8,824	11,030	13,362	15,507	20,090
9	8,343	9,856	12,242	14,684	16,919	21,666
10	9,342	11,781	13,442	15,987	18,307	23,209
11	10,341	12,809	14,631	17,275	19,675	24,725
12	11,340	14,011	15,812	18,549	21,026	26,217
13	12,340	15,119	16,985	19,812	22,362	27,688
14	13,339	16,222	18,151	21,064	23,685	29,141
15	14,339	17,322	19,311	22,307	24,996	30,578
16	15,338	18,418	20,465	23,542	26,296	32,000
17	16,338	19,511	21,615	24,769	27,587	33,409
18	17,338	20,601	22,760	25,989	28,869	34,805
19	18,338	21,689	23,900	27,204	30,144	36,191
20	19,337	22,775	25,038	28,412	31,410	37,566
21	20,337	23,858	26,171	29,615	32,671	38,932
22	21,337	24,939	27,301	30,813	33,924	40,289
23	22,337	26,018	28,429	32,007	35,172	41,638
24	23,337	27,096	29,553	33,190	36,415	42,980
25	24,337	28,172	30,675	34,362	37,652	44,314
26	25,336	29,246	31,795	35,563	38,885	45,642
27	26,336	30,319	32,912	36,741	40,113	46,963
28	27,336	31,391	34,027	37,916	41,337	48,278
29	28,336	32,461	35,139	39,087	42,557	49,588
30	29,336	33,530	36,250	40,255	43,773	50,892

Sumber : Soemarto, 1994

Gambar 3.Nilai Chi Kuadrat Kritis

4. Menghitung kelas distribusi

a. Kelas distribusi = $\frac{1}{5} \times 100\% = 20\%$, interval distribusi adalah 20%, 40%, 60% dan 80%

b. Persentase 20%

$$P_{(x)} = 20\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_x}$$

$$= \frac{1}{0,20}$$

$$= 5 \text{ tahun}$$

Hasil perhitungan persentase interval distribusi dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11.Persentase Interval Distribusi

PERSENTASE (%)	T
20	5 Tahun
40	2,5 Tahun
60	1,67 Tahun
80	1,25 Tahun

5. Menghitung interval kelas

Dengan jumlah data (n) = 10, maka didapatkan nilai :

$$Y_r = 0,495$$

$$S_n = 1,001$$

$$Y_t = -\ln \left[-\ln \left\{ \frac{T-1}{T} \right\} \right]$$

$$= -\ln \left[-\ln \left\{ \frac{5-1}{5} \right\} \right]$$

$$= -\ln[0,2231]$$

$$= 1,5$$

$$K_5 = \frac{Y_t - Y_r}{S_n}$$

$$= \frac{1,5 - 0,495}{1,001}$$

$$= 1,004$$

$$X_r = 163,359$$

$$S_x = 42,071$$

$$X_t = X_r + S_x \times K$$

$$X_5 = 163,359 + (42,071 \times 1,004)$$

$$= 250,598$$

Perhitungan interval kelas probabilitas Gumbel dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Interval Kelas Probabilitas Gumbel

T	Y _t	K	X _t (mm)
5 tahun	1.500	1.004	205.598
2,5 Tahun	0.672	0.177	170.806
1,67 Tahun	0.091	-0.585	138.747
1,25 Tahun	-0.476	-0.97	122.55

6. Perhitungan Chi Kuadrat (X²)

Perhitungan nilai Chi kuadrat untuk distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Perhitungan Nilai X² Distribusi Gumbel

Kelas	Interval	E _f	O _f	O _f - E _f	$\frac{(O_f - E_f)^2}{E_f}$
1	> 205.598	2	2	0	0
2	170.806 - 205.598	2	2	0	0
3	138.747 - 170.806	2	3	1	0.5
4	122.550 - 138.747	2	2	0	0
5	< 122.550	2	1	-1	0.5
Σ		10	10	0	1

7. Bandingkan nilai X² terhadap X²_{cr}

Berdasarkan hasil perhitungan nilai yang diketahui nilai probabilitas X² < X²_{cr}, maka dapat disimpulkan jenis distribusi Gumbel dapat diterima dan dapat digunakan untuk menghitung curah hujan rencana.

4.2.3. Perhitungan Curah Hujan Rencana

Pada perhitungan curah hujan rencana menggunakan distribusi Gumbel, yang harus dicari terlebih dahulu adalah curah hujan maksimum harian rata-rata (X_r), *Reduced Mean* (Y_n), *Reduced Variate* (Y_t), *Standard Deviation* (S_x), dan *Reduced Standard Deviation* (S_n)^{[12][13][14][15]}.

a. Perhitungan Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata (X_r)

Perhitungan curah hujan maksimum harian rata-rata dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$X_r = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$= \frac{(86,643+207,857+163,305+178,427+234,551+138,179+133,215+192,465+150,357+148,857)/10}$$

$$X_r = 163,359 \text{ mm/hari}$$

b. Perhitungan *Reduce Mean* (Y_n)

Perhitungan *Reduce Mean* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut :

$$Y_n = -\ln \left[-\ln \left\{ \frac{n+1-m}{n+1} \right\} \right]$$

$$Y_n = -\ln \left[-\ln \left\{ \frac{10+1-10}{10+1} \right\} \right]$$

$$Y_n = -\ln [2,3979]$$

$$Y_n = -0,875$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 13.

c. Perhitungan *Reduce Mean Rata-Rata* (Y_r)

Perhitungan *Reduce Mean Rata-rata* dapat ditentukan menggunakan rumus berikut:

$$Y_r = \frac{\sum Y_n}{n}$$

$$= \frac{(-0,875)+1,606+0,501+0,794+2,351+(-0,262)+(-0,533)+1,144+0,238+(-0,012)}{10}$$

$$= 0,495$$

d. Perhitungan *Standard Deviation* (S_x)

Perhitungan *Standard Deviation* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut :

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X_r)^2}{n-1}}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{15930,08}{10-1}}$$

$$S_x = 42,071$$

e. Perhitungan *Reduced Standard Deviation* (S_n)

Nilai *Reduced Standard Deviation* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum (Y_n - Y_r)^2}{n-1}}$$

$$S_n = \sqrt{\frac{9,020}{10-1}}$$

$$S_n = 1,001$$

Tabel perhitungan reduced mean dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14.Perhitungan *Reduce Mean* dan *Reduce Mean Rata-Rata*

TAHUN	Xi	M	Yn	Yr	Yn-Yr	(Yn-Yr) ²
2009	86.643	10	-0.875	0.495	-1.370	1.877
2010	207.857	2	1.606		1.111	1.234
2011	163.035	5	0.501		0.006	0.000
2012	178.427	4	0.794		0.299	0.089
2013	234.551	1	2.351		1.856	3.445
2014	138.179	8	-0.262		-0.757	0.573
2015	133.215	9	-0.533		-1.028	1.057
2016	192.465	3	1.144		0.649	0.421
2017	150.357	6	0.238		-0.257	0.066
2018	148.857	7	-0.012		-0.507	0.257
Jumlah						9.020

f. Perhitungan Reduced Variate (Yt)

Nilai Reduced Variate dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut dengan nilai periode ulang tahun (T) yaitu 25 tahun:

$$Y_t = -\ln\left[-\ln\left\{\frac{T-1}{T}\right\}\right]$$

$$Y_t = -\ln\left[-\ln\left\{\frac{25-1}{25}\right\}\right]$$

$$Y_t = -\ln[0,0408]$$

$$Y_t = 3,199$$

g. Perhitungan Reduced Variate Factor (k)

Nilai Reduced Variate Factor dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut :

$$k = \frac{Y_t - Y_r}{S_n}$$

$$k = \frac{3,199 - 0,495}{1,001}$$

$$= 2,701$$

h. Perhitungan Curah Hujan Rencana (Xt)

Dalam menghitung curah hujan harian rencana dapat menggunakan metode Gumbel dengan menggunakan rumus berikut :

$$X_t = X_r + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_r)$$

$$X_t = 163,359 + \frac{42,071}{1,001} \times (3,199 - 0,495)$$

$$X_t = 277,005 \text{ mm/hari}$$

Perhitungan periode ulang curah hujan dapat dilihat pada tabel 15.

Tabel 15.Curah Hujan Periode Ulang

Periode Ulang	Xt(mm)
5 tahun	205.098
10 tahun	237.12
15 tahun	254.94
20 tahun	267.381
25 tahun	277.005

4.2.4. Perhitungan Intensitas Hujan

Penentuan nilai intensitas hujan didapatkan dari perhitungan menggunakan metode Mononobe. Untuk dapat melakukan perhitungan intensitas hujan, nilai waktu konsentrasi (tc) pada DAS Batang Kandih dan DAS Air Dingin harus didapatkan terlebih dahulu menggunakan metode Mc Dermot dapat dilihat pada rumus berikut^[16].

$$T_c = 0,76 \times A^{0,38}$$

$$T_{c \text{ Air Dingin}} = 0,76 \times 143,69^{0,38} = 5,019 \text{ jam}$$

$$T_{c \text{ Batang Kandih}} = 0,76 \times 140,71^{0,38} = 4,979 \text{ jam}$$

Penentuan intensitas hujan bertujuan untuk mengkonversikan curah hujan harian menjadi curah hujan dalam satuan jam dengan mempertimbangkan harga tc. Setelah didapat besaran nilai waktu konsentrasi (tc) maka perhitungan intensitas hujan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut^[15].

$$I = \left(\frac{X_t}{24}\right) \left(\frac{24}{T_c}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I_{\text{Air Dingin}} = \left(\frac{277,005}{24}\right) \left(\frac{24}{5,019}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 32,760 \text{ jam}$$

$$I_{\text{Batang Kandih}} = \left(\frac{277,005}{24}\right) \left(\frac{24}{4,979}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 32,935 \text{ jam}$$

4.3. Debit Air Limpasan

4.2.1. Koefisien Limpasan

Perhitungan nilai rata-rata koefisien limpasan pada DAS Air Dingin dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut^[6] :

$$C_{\text{rata-rata}} = \frac{\sum C_i A_i}{A_i}$$

$$C_{\text{rata-rata}} = \frac{88,90}{143,694}$$

$$C_{\text{rata-rata}} = 0,62$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16.Perhitungan Nilai C Rata-Rata Pada DAS Air Dingin

SubDAS	Ai(km ²)	Ci	AiCi(Km ²)
1	27.836	0.53	14.75
2	23.921	0.55	13.16
3	22.596	0.58	13.11
4	22.426	0.65	14.58
5	25.165	0.71	17.87
6	21.750	0.71	15.44
jumlah	143.694		88.90
C rata-rata			0.62

Sedangkan untuk perhitungan rata-rata koefisien limpasan pada DAS Batang Kandih dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut ini^[6] :

$$C_{\text{rata-rata}} = \frac{\sum C_i A_i}{A_i}$$

$$C_{\text{rata-rata}} = \frac{93,99}{0,67}$$

$$C_{\text{rata-rata}} = 0,67$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17.Perhitungan Nilai C Rata-Rata Pada DAS Batang Kandih

SubDAS	Ai(km ²)	Ci	AiCi(Km ²)
1	19.569	0.63	12.33
2	14.608	0.71	10.37
3	20.993	0.66	13.86
4	27.160	0.61	16.57
5	34.559	0.7	24.19
6	23.822	0.7	16.68
jumlah	140.711		93.99
C rata-rata			0.67

4.2.2. Debit Limpasan

Debit air limpasan dapat ditentukan setelah diketahui luas masing- masing daerah tangkapan hujan (catchment area), nilai intensitas curah hujan dan nilai koefisien limpasan. Untuk menghitung debit air limpasan pada DAS Air Dingin dapat digunakan metode Rasional menggunakan rumus berikut^{[15][17]} :

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

$$Q = 0,278 \times 0,62 \times 32,760 \times 143,694$$

$$Q = 811,370 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perhitungan debit limpasan dengan periode ulang pada DAS Air Dingin dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18.Debit Limpasan Periode Ulang DAS Air Dingin

Periode Ulang	C	I	A	Q(m ³ /detik)
5 Tahun	0.62	24.315	143.694	602.212
10 Tahun		28.043		694.544
15 Tahun		30.150		746.728
20 Tahun		31.621		783.160
25 Tahun		32.760		811.370

Sedangkan untuk perhitungan debit air limpasan pada DAS Batang Kandih dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut ini^{[15][17]} :

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

$$Q = 0,278 \times 0,67 \times 32,935 \times 140,711$$

$$Q = 863,188 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perhitungan debit limpasan dengan periode ulang pada DAS Batang Kandih dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19.Debit Limpasan Periode Ulang DAS Batang Kandih

Periode Ulang	C	I	A	Q (m ³ /detik)
5 Tahun	0.67	24.445	140.711	640.675
10 Tahun		28.193		738.906
15 Tahun		30.311		794.416
20 Tahun		31.829		834.201
25 Tahun		32.935		863.188

Setelah didapatkan nilai debit limpasan DAS Air Dingin dan DAS Batang Kandih, penulis akan menghitung luas tangkapan daerah tiap sub das dalam bentuk persen. Perhitungan yang digunakan untuk Sub DAS Air Dingin adalah rumus berikut.

$$\% \text{ Ai Sub DAS}_1 = \frac{A_i}{A_{i \text{ Total}}} \times 100\%$$

$$= \frac{27,836}{143,694} \times 100\%$$

$$= 19,372 \%$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20.Persentase Luas Tangkapan Daerah Sub DAS Air Dingin

SubDAS	Luas Catchment(km ²)	Luas Catchment(%)
1	27.836	19.372
2	23.921	16.647
3	22.596	15.725
4	22.426	15.607
5	25.165	17.513
6	21.750	15.136
Jumlah		100

Selain itu, perhitungan pada Sub DAS Batang Kandih juga dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$\% \text{ Ai Sub DAS}_1 = \frac{A_i}{A_{i \text{ Total}}} \times 100\%$$

$$= \frac{19,569}{140,711} \times 100\%$$

$$= 13,907 \%$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Persentase Luas Tangkapan Daerah Sub DAS Batang Kandih

Sub DAS	Luas Catchment(km ²)	Luas Catchment(%)
1	19.569	13.907
2	14.608	10.382
3	20.993	14.919
4	27.160	19.302
5	34.559	24.560
6	23.822	16.930
Jumlah		100

Setelah mendapatkan luas tangkapan daerah dalam bentuk persen, penulis akan melakukan perhitungan debit limpasan sub das. Perhitungan yang digunakan pada Sub DAS Air Dingin adalah rumus berikut.

$$Q_{\text{Sub DAS I}} = \frac{\% A_i}{100} \times Q$$

$$= \frac{27,836 \times 0,53}{100} \times 811,370 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= \frac{19,372}{100} \times 811,370 \text{ m}^3/\text{detik}$$

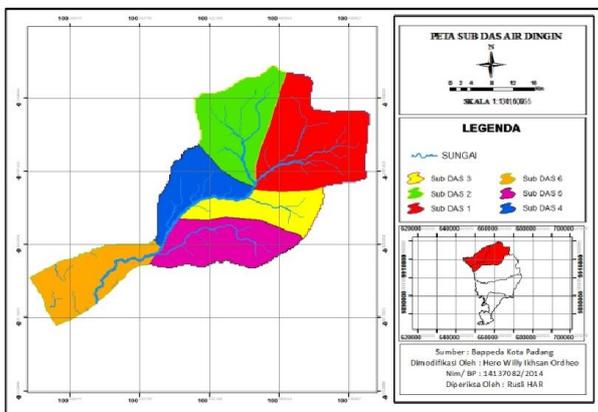
$$= 157,176 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perhitungan debit limpasan Sub DAS Air Dingin dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22. Debit Limpasan Sub DAS Air Dingin

Sub DAS	Luas Catchment(km ²)	Luas Catchment(%)	Q(m ³ /detik)
1	27.836	19.372	157.176
2	23.921	16.647	135.070
3	22.596	15.725	127.589
4	22.426	15.607	126.629
5	25.165	17.513	142.095
6	21.750	15.136	122.812
Jumlah		100	811.370

Peta Sub DAS Air Dingin dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta Sub DAS Air Dingin

Selain itu, perhitungan debit air limpasan pada Sub DAS Batang Kandih juga dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$Q_{\text{Sub DAS I}} = \frac{\% A_i}{100} \times Q$$

$$= \frac{19,569 \times 0,63}{100} \times 863,188 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= \frac{12,33}{100} \times 863,188 \text{ m}^3/\text{detik}$$

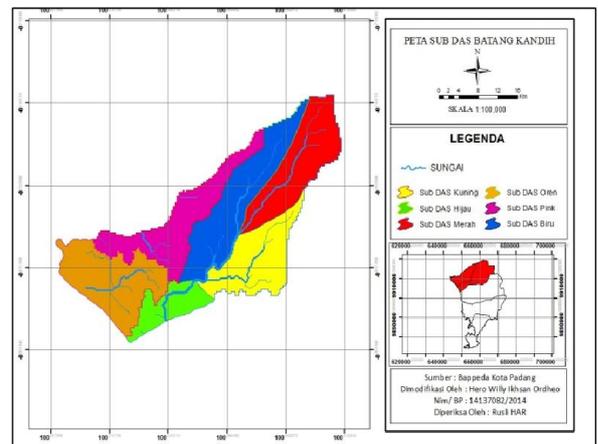
$$= 120,046 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perhitungan debit limpasan Sub DAS Air Dingin dapat dilihat pada Tabel 23.

Tabel 23. Debit Limpasan Sub DAS Batang Kandih

SubDAS	Luas Catchment(km ²)	Luas Catchment(%)	Q(m ³ /detik)
1	19.569	13.907	120.046
2	14.608	10.382	89.612
3	20.993	14.919	128.781
4	27.160	19.302	166.612
5	34.559	24.560	212.001
6	23.822	16.930	146.135
Jumlah		100	863.188

Peta Sub DAS Batang Kandih dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta Sub DAS Batang Kandih

Pemilihan periode ulang 25 tahun dipilih dengan pertimbangan:

1. Semakin besar periode ulang hujan, maka nilai curah hujan rencana dan nilai debit limpasan akan semakin besar.
2. Berdasarkan perencanaan debit desain dimana nilai debit limpasan yang dihitung harus lebih besar daripada nilai perencanaan debit desain 25 tahun sebelumnya.
3. Nilai debit limpasan pada DAS Air Dingin sebesar 811,370 m³/detik dimana nilai perencanaan debit desain DAS Air Dingin sebesar 600 m³/detik. Sedangkan untuk daerah DAS Batang kandih belum ada melakukan penelitian, jadi penulis mengasumsikan nilai debit desain sebesar 500 m³/detik dan debit limpasan DAS Batang Kandih didapatkan nilai sebesar 863,188 m³/detik.

5. Hasil dan Pembahasan

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan bahwa debit air hujan yang masuk ke dalam sistem akifer tidak tertekan melalui proses infiltrasi pada DAS Air Dingin adalah sekitar $65.402,5331 \text{ m}^3/\text{jam}/\text{km}^2$ dengan luas area resapan 20.844 km^2 dengan nilai laju infiltrasi adalah $0,10852 \text{ cm}/\text{menit}$ dan memiliki daerah resapan tanah yang sangat rendah dengan waktu sekitar 0,1 sampai 0,2 per menit. Sedangkan laju infiltrasi pada DAS Batang Kandih adalah sebesar $0,128 \text{ cm}/\text{menit}$ dan nilai infiltrasi pada daerah penelitian adalah sebesar $76.775,58 \text{ m}^3/\text{jam}/\text{km}^2$. Dari hasil penelitian ini ternyata nilai infiltrasi di daerah ini tergolong sangat kecil, karena masuk kedalam zona VI/E dan debit air yang menjadi genangan di permukaan pada DAS Air Dingin adalah sebesar $811,370 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan DAS Batang Kandih sebesar $863,188 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan periode ulang 25 tahun.

5.2. Saran

Dari hasil analisis perhitungan yang telah dilakukan, disarankan perlu membuat beberapa sumur resapan karena kurangnya resapan air yang menyebabkan air limpasan besar pada daerah DAS Air Dingin dan DAS Batang Kandih agar dapat mengurangi genangan yang ada pada daerah tersebut.

Daftar Pustaka

- [1] Pratama, R. A., & Rusli, H. A. R. (2018). *Kajian Laju Infiltrasi pada DAS Air Dingin Kota Padang Ditinjau dari Perbedaan Litologi Batuan, Kemiringan Lahan, Jenis Tutupan Lahan, dan Sifat Fisik Tanah*. Bina Tambang, 3(4), 1423-1433.
- [2] Ermaningsih, E., & Rusli, H. A. R. (2018). *Kajian Laju Infiltrasi Akhir pada DAS Batang Kandih Kota Padang Ditinjau dari Perbedaan Litologi Batuan, Tutupan Lahan, Kadar Air, Porositas Batuan, Konduktivitas Hidrolik Jenuh, Kepadatan, dan Matric Suction*. Bina Tambang, 3(3), 1213-1224.
- [3] Harto, S. (1993). *Analisis hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [4] Andriani, P. S. (2016). *Analisa Distribusi Curah Hujan Di Area Merapi Menggunakan Metode Aritmatika Atau Rata-Rata Aljabar Dan Isohyet (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Semarang)*.
- [5] Prawaka, F., Zakaria, A., & Tugiono, S. (2016). *Analisis data curah hujan yang hilang dengan menggunakan metode normal ratio, inversed square distance, dan rata-rata aljabar (Studi kasus curah hujan beberapa stasiun hujan daerah Bandar Lampung)*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- [6] Kamiana, I. M. (2011). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [7] Soemarto, C. D. (1995). Ir., BIE, Dipl. HE. Hidrologi Teknik.
- [8] Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (1978). *Hidrologi untuk pengairan*. PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- [9] Seyhan, E., & Subagyo, S. (1990). *Dasar-dasar Hidrologi*. Gadjah Mada University Press.
- [10] Ningsih, D. H. U. (2012). *Metode Thiessen Polygon untuk ramalan sebaran curah hujan periode tertentu pada wilayah yang tidak memiliki data curah hujan*. *Dinamik*, 17(2).
- [11] Upomo, T. C., & Kusumawardani, R. (2016). *Pemilihan Distribusi Probabilitas Pada Analisa Hujan dengan Metode Goodness Of Fit Test*. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 18(2), 139-148.
- [12] Kurnia, D., Rusli, H. A. R., & Prabowo, H. (2018). *Evaluasi Kondisi Aktual dan Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Emas di Pit Durian, Site Bahan PT. J Resources Bolaang Mongodow, Kecamatan Lolayan, Kotamobagu, Sulawesi Utara*. Bina Tambang, 3(1), 556-565.
- [13] Febrian, F., & Murad, M. (2019). *Evaluasi Kondisi Sistem Penyaliran Aktual Untuk Membuat Perencanaan Sistem Penyaliran Di Pit B Rawa Selatan Tambang Batubara Pt. Mandala Karya Prima Job Site Pt. Mandiri Intiperkasa, Kalimantan Utara*. Bina Tambang, 4(1), 1-14.
- [14] Alkholik, F., & Murad, M. (2019). *Kajian Teknis Rancangan Area Final Dump Palapa di Pit Pinang South, Departemen Jupiter, PT. Kaltim Prima Coal*. Bina Tambang, 4(1), 25-36.
- [15] Gautama, R. S. *Sistem Penyaliran Tambang*. Jurusan Teknik Pertambangan FTM: ITB. (1999)
- [16] Suripin, D. Ir. M. Eng., 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*.
- [17] Dwiputri, M. (2018). *Identifikasi Debit Limpasan Air Permukaan Kawasan Gedebage Sesudah Perubahan Iklim*. *Faktor Exacta*, 10(4), 379-388.