

Analisis Debit Air Limpasan Permukaan (Run Off) Akibat Perubahan Tata Guna Lahan Pada DAS Kuranji Dan DAS Batang Arau Kota Padang

Madhatillah⁽¹⁾, Rusli HAR⁽²⁾

¹Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

1. Mahasiswa S1 Jurusan Teknik Pertambangan (mardhatillah588@gmail.com)
2. Dosen Jurusan Teknik Pertambangan (rusli160363@gmail.com)

Abstract. Changes in land use from catchment areas to densely populated areas are the main factors causing high runoff discharge values. This is because vegetation that serves to absorb water into aquifers is not optimal. So that rainwater that falls to the surface of the land continues to wave into lakes, rivers, and seas without entering and seeping into aquifers. As a result, the value of the runoff until it reaches the sea becomes large. For this reason, a study needs to be carried out to determine the volume of runoff discharge due to landuse changes such as what has been done in the Kuranji and Batang Arau Watersheds of Padang City. This research was conducted in 2 watersheds in the Padang City watershed and made into several subwatersheds to get more specific results. The data obtained are secondary in the form of daily rainfall data in 8 active rainfall measuring stations in the city of Padang for the past 10 years (2009-2018), planned discharge data in 2000, map data in the form of shapefiles. Based on data processing using the Rational large discharge method for the 25 year return period in the Kuranji watershed with a watershed area of 220,687 km² and a runoff coefficient of 0,64 amounted to 1315,70 m³/second. This discharge value has increased by 445 m³/second compared to the value of the existing discharge plan in 2000 of 870 m³/second. In Batang Arau watershed, the discharge value with an area of 177,1386 km² and a large runoff coefficient of 0,68 is 1192,57 m³/second. This debit value increased by 492,57 m³/second from the planned discharge in 2000 of 700 m³/second.

Keywords: RunOff, Landuse, Kuranji's Watersheds, Batang Arau's Watersheds, and Rational

1. Pendahuluan

Perubahan tata guna lahan merupakan penyebab utama tingginya limpasan air permukaan (run off) dibandingkan dengan faktor lainnya. Selanjutnya faktor kemiringan lahan, jenis tanah dan jenis vegetasi di atasnya turut berperan dalam menentukan besarnya *run off* yang terjadi dan air yang dapat disimpan ke dalam tanah melalui proses infiltrasi^[1].

Pada lahan yang bervegetasi lebat, air hujan yang jatuh akan tertahan pada vegetasi dan meresap ke vegetasi sehingga run off yang terjadi kecil. Sedangkan pada lahan terbuka atau tanpa vegetasi, air hujan yang jatuh sebagian besar menjadi run off yang mengalir menuju sungai sehingga mengakibatkan aliran sungai menjadi cepat. Nilai infiltrasi DAS Kuranji dan DAS Arau mendukung terjadinya *run off*^[2].

Nilai infiltasi DAS Batang Kuranji yang berhasil diresapkan adalah sebesar 27.414,3 m³/jam dalam daerah seluas 1 km² dengan rata-rata nilai laju infiltrasi 0,045710 cm/ menit^[3]. Nilai infiltrasi DAS Batang Arau yang mampu teresapkan yaitu 54.000,0437 m³/jam/km² dengan luas area penelitian 96,187 km² dan daerah resapan tanah di DAS Batang Arau 0,0194 cm/menit.

Nilai infiltrasi ini termasuk kepada klasifikasi daerah resapan yang sangat rendah (<0,1 cm/menit) dan tergolong pada zona VI E^[4].

Mengacu kepada penelitian sebelumnya yang hanya sampai mengakaji hingga tahap infiltrasi. Untuk sekarang perlu dilakukan pendekatan penelitian untuk memperhitungkan nilai *run off* yang terjadi di DAS Kuranji dan DAS Batang Arau Kota Padang.

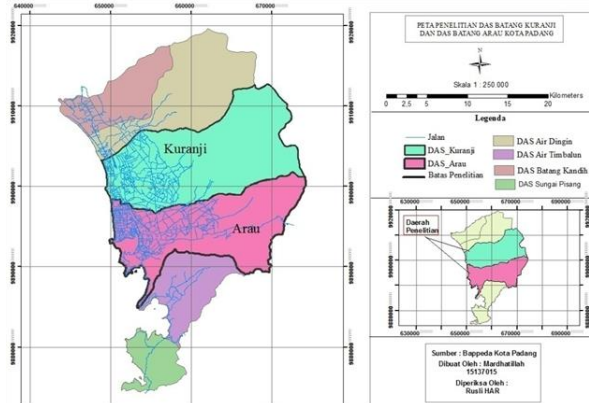
Penulis ingin mengangkat penelitian ini untuk mendapatkan berapa besar debit run off yang menggenang di permukaan DAS Kuranji dan DAS Batang Arau Kota Padang.

2. Lokasi Penelitian

Secara geografis Kota Padang terletak pada 0°53'20" sampai dengan 1°00'00" LS dan 100°21'00" sampai dengan 100°33'20" BT. Penelitian ini dilakukan di DAS Kota Padang yaitu DAS Batang Arau dan DAS Kuranji. Secara geografis, DAS Batang Arau terletak pada 0o48" sampai dengan 0o56" LS dan 100o21" sampai dengan 100o33" BT dengan ketinggian 0 sampai dengan 1,210 m dari permukaan laut (dpl). DAS Kuranji secara geografis terletak pada 100o20'31,20"- 100o33'50,40" Bujur Timur dan 00o55'59,88"-0o47'24" Lintang Selatan. DAS

Kuranji memiliki luas DAS 202,70 km² dengan panjang sungai utama 32,41 km serta panjang sungai utama dan anak-anak sungai 274,75 km^[4].

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian DAS Kuranji dan DAS Batang Arau

3. Metode Penelitian

3.1. Jenis Penelitian

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

3.2. Jenis Data

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

1. Data infiltrasi DAS Kuranji dan DAS Batang Arau
2. Data Curah Hujan Harian 2009-2018
3. Data *Digital Elevation Model* (DEM)
4. Data Peta berbentuk *Shapefile*

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

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

3.4.1. Studi Literatur

Studi literatur yang penulis lakukan adalah mempelajari:

- a. Jurnal-jurnal

b. Buku yang berkaitan

c. Laporan-laporan

d. Penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan DAS Kuranji dan DAS Batang Arau.

3.4.2. Pengambilan Data

Data sekunder yang penulis dapatkan selama penelitian adalah:

a. Data Curah Hujan

Data curah hujan harian didapatkan dari PSDA Sumbar pada tahun 2019, PUPR BWS Kota Padang pada tahun 2019, BMKG Maritim Teluk Bayur pada tahun 2018, dan BMKG Klimatologi Sicincin 2019 dalam bentuk Excel. Semua data ini digunakan untuk mendapatkan nilai curah hujan harian maksimum menggunakan metode Poligon Thiessen.

b. Data Debit Sungai

Data ini didapatkan dari PSDA Sumbar dalam bentuk Excel pada tahun 2019. Data ini digunakan untuk menghitung besar debit puncak sungai yang berada di daerah DAS Kuranji dan DAS Batang Arau.

c. Data Peta *Shapfile* (shp)

Data ini berupa *Shapfile* yang didapatkan dari BAPPEDA Kota Padang. Data ini dianalisis untuk dijadikan peta yang diolah menggunakan software *ArcGis 10.3*. Salah satu contoh peta yang diolah adalah peta tata guna lahan DAS Kota Padang.

3.4.3. Verifikasi Data

Data yang didapatkan di beberapa instansi terkait terkadang masih memiliki ketidaklengkapan data. Untuk dapat menemukan data curah hujan yang hilang maka diperlukan data curah hujan 10 tahun terakhir di stasiun penakar curah hujan terdekat. Data yang kosong tersebut diantaranya 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 curah hujan yang tidak lengkap digunakan metode *Inverse Squared Distance*. Rumus yang digunakan persamaan berikut :

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

Dimana R_x adalah curah hujan stasiun yang datanya dicari (mm), R_A , R_B , R_n adalah curah hujan maksimum stasiun (mm) dan dX_A , dX_B , dX_n adalah jarak antar stasiun (mm)^[5].

3.5. Teknik Pengolahan Data

Data yang telah didapatkan kemudian dilakukan penagalisaan. Analisis data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

3.5.1. Menghitung Curah Hujan Menggunakan Metode Poligon Thiessen

Kota Padang memiliki 8 stasiun penakar curah hujan yang aktif. Menghitung nilai curah hujan dalam penelitian ini penulis menggunakan Metode Poligon Thiessen. Awalnya titik yang berbentuk koordinat diubah menjadi bentuk desimal seperti Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Stasiun 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

Intensitas curah hujan disimbolkan dengan huruf I dengan satuan mm/jam. Untuk mengolah data curah hujan menjadi intensitas hujan digunakan metode statistik dari data pengamatan curah hujan yang terjadi. Salah satu metode yang banyak dipakai adalah Metode Mononobe^[6]. Intensitas hujan adalah tinggi curah hujan dalam periode tertentu yang dinyatakan dalam satuan mm/jam. Durasi adalah lamanya suatu kejadian hujan. Intensitas hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak sangat luas. Hujan yang meliputi daerah yang luas, jarang sekali dengan intensitas yang tinggi, tetapi dapat berlangsung dengan durasi cukup panjang. Kombinasi dari intensitas hujan yang tinggi dengan durasi yang panjang jarang terjadi, tetapi apabila terjadi berarti sejumlah besar volume air bagaikan ditumpahkan dari langit^[2]. Persamaan yang digunakan adalah persamaan berikut.

$$I = \left(\frac{Xt}{24}\right) \left(\frac{24}{Tc}\right)^{2/3} \tag{2}$$

Dimana, **I** adalah intensitas curah hujan (mm/jam), **Xt** adalah curah hujan rencana (mm/hari), **Tc** adalah waktu tiba banjir/waktu konsentrasi (jam).

3.5.4 Menentukan Koefisien Limpasan

Koefisien limpasan (C) merupakan pengaruh penggunaan tata guna lahan dalam aliran permukaan, yakni bilangan yang menampilkan perbandingan antara besaran aliran permukaan dan besarnya hujan. Nilai C berkisar antara 0-1. Nilai C=0 menunjukkan bahwa semua air hujan terinsepsi dan terinfiltrasi ke dalam tanah, sebaliknya untuk nilai C=1 menunjukkan bahwa air hujan yang mengalir sebab aliran permukaan. Pada DAS yang

baik harga C mendekati 0 dan semakin rusak suatu DAS maka nilai C mendekati 1^{[1][2][7]}.

Maka nilai koefisien limpasan dihitung dengan cara sebagai berikut^[8] :

$$C_{total} = \frac{\sum C_i A_i}{A_i} \tag{3}$$

Dimana **Crata-rata** adalah rata-rata koefisien limpasan, **Ci** adalah nilai koefisien limpasan Sub DAS ke i dan **Ai** adalah luas tangkapan daerah (km²).

Nilai koefisien di masing-masing daerah dapat dilihat pada Tabel 2^{[3][4]}.

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

3.5.4. Perhitungan Debit Limpasan

Pada perhitungan debit limpasan menggunakan rumus rasional, parameter yang digunakan adalah intensitas hujan, luas *catchment* area dan koefisien limpasan. Intensitas hujan dihitung menggunakan persamaan Mononobe. Hasil perhitungan curah hujan dalam penelitian ini menggunakan periode ulang 25 tahun. Luas *catchment* area didapatkan dari analisis *software ArcGis 10.3*. Hasil perhitungan debit limpasan akan di bagi menjadi perhitungan sub das untuk mengetahui nilai debit limpasan setiap Sub DAS Kuranji dan Sub DAS Batang Arau.

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. Di daerah tropis, hujan

memberikan sumbangan terbesar sehingga seringkali hujan yang dianggap presipitasi^[5].

Data yang digunakan pada perhitungan ini adalah data curah hujan harian maksimum dalam 10 tahun terakhir. Periode ulang hujan yang dipilih adalah periode ulang 25 tahun. Data curah hujan harian maksimum dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

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

Untuk perhitungan curah hujan harian maksimum, hal pertama dilakukan adalah menghitung nilai koefisien Thiessen yang digunakan untuk koefisien Thiessen berfungsi untuk mewakili besar luas daerah stasiun penakar hujan. Perhitungan koefisien Thiessen menggunakan persamaan berikut ^[9]:

$$C = \frac{A_i}{A_{total}} \times 100 \% \tag{4}$$

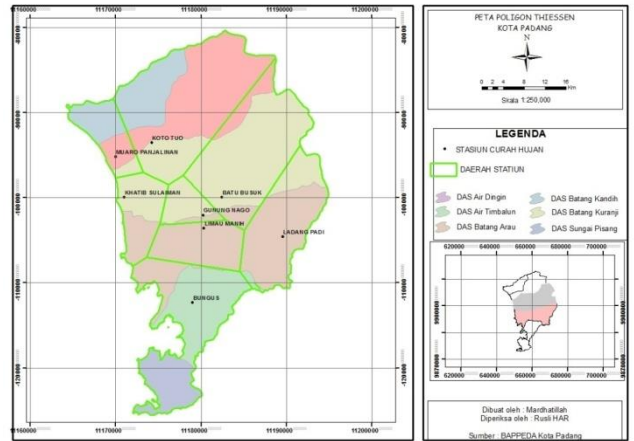
$$\begin{aligned} \text{Stasiun Koto Tuo} &= \frac{180,109}{702,286} \times 100\% \\ &= 25,64610429 \end{aligned}$$

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

Tabel 4. Nilai Koefisien Thiessen

No.	Nama Stasiun	Koefisien Thiessen (%)
1	Koto Tuo	25,64610429
2	Batu Busuk	20,09779492
3	Ladang Padi	138516217
4	Gunung Nago	3,60252091
5	Limau Manih	7,350851363
6	Muaro Panjalinan	5,574936707
7	Khatib Sulaiman	6,318793198
8	Bungus	17,55737691
Jumlah (Σ)		100

Jika hasil perhitungan pada tabel telah mencapai nilai 100% ini membuktikan bahwa pengolahan Poligon Thiessen. Peta Poligon thiessen dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Poligon Thiessen Kota Padang

4.1.2 Perhitungan Metode Poligon Thiessen

Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitar. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili stasiun tersebut. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata. Hitungan curah hujan rerata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari tiap stasiun^[10] menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} R_{2009} &= \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + A_3R_3 + \dots + A_nR_n}{A_1A_2A_3A_n} \tag{5} \\ &= 82 \times 180,109 + (87 \times 141,144) + (145 \times 97,278) + \\ &\quad (196 \times 25,3) + (71 \times 51,624) + (108 \times 39,152) + (160 \\ &\quad \times 44,376) + (240 \times 123,303) \times \frac{1}{702,286} \\ &= 129,1484 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

Tabel 5. Curah Hujan Menggunakan Metode Poligon Thiessen

Tahun	Rx
2009	129,1484894
2010	145,2391205
2011	149,3270035
2012	290,1270707
2013	303,9601974
2014	184,9735378
2015	147,4417474
2016	212,0039913
2017	159,9282927
2018	139,7054576
Rtotal	1861,854908
Xr	186,1854908

$$= \frac{100 \times (332204867)}{9 \times 8 \times 7 \times (63,229)^4}$$

4.2. Perhitungan Curah Hujan Rencana dan Intensitas Hujan

4.2.1. Perhitungan Analisis Frekuensi

Analisis Frekuensi adalah suatu analisis dari data hidrologi Analisis statistik ada beberapa parameter yang digunakan untuk dapat membantu menentukan jenis sebaran yang sesuai dan tepat. Frekuensi merupakan jumlah kejadian dari sebuah varian dengan analisis frekuensi akan diperkirakan interval kejadian tertentu seperti 10 tahunan, 100 tahunan atau 1000 tahunan. Analisis Frekuensi adalah suatu analisis dari data hidrologi dengan menggunakan statistik yang bertujuan untuk dapat mengestimasi besaran hujan dengan kala ulang waktu tertentu. Tujuan analisis frekuensi adalah mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas^[10].

Hasil pengolahan pengukuran dispersi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Dispersi Statistik

NO	TAHUN	Xi	Xr	Xi - Xr	(Xi - Xr)2	(Xi - Xr)3	(Xi - Xr)4
1	2009	129.1484	186.1854	-57.037	3253.219	-185554	10583436.26
2	2010	145.2391	186.1854	-40.9463	1676.599	-68650.5	2810985.829
3	2011	149.327	186.1854	-36.8584	1358.542	-50073.7	1845635.416
4	2012	290.127	186.1854	103.9416	10803.86	1122970	116723309
5	2013	303.9601	186.1854	117.7747	13870.88	1633639	192401310.9
6	2014	184.9735	186.1854	-1.2119	1.468702	-1.77992	2.157084419
7	2015	147.4417	186.1854	-38.7437	1501.074	-58157.2	2253224.023
8	2016	212.0039	186.1854	25.8185	666.5949	17210.48	444348.817
9	2017	159.9282	186.1854	-26.2572	689.4406	-18102.8	475328.2745
10	2018	139.7054	186.1854	-46.48	2160.39	-100415	4667286.68
Jumlah		1861.854		0.0003	35982.07	2292865	332204867.3

Perhitungan standar deviasi (Sx) didapatkan menggunakan persamaan berikut^[11] :

$$S_x = \frac{\sqrt{\sum(X_i - X_r)^2}}{n-1} \tag{6}$$

$$= \sqrt{\frac{35982,07}{9}}$$

$$= 63,229$$

Perhitungan koefisien Skewness (Cs) dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut^[11] :

$$C_s = \frac{\sum n \times (X_i - X_r)^3}{(n-1) \times (n-2) \times S_x^3} \tag{7}$$

$$= \frac{10 \times 2292865}{9 \times 8 \times (63,229)^3}$$

$$= 1,259$$

Perhitungan koefisien kurtosis (Ck) dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut^[11] :

$$C_k = \frac{\sum \frac{1}{n} \times (X_i - X_r)^4}{S_x^4} \tag{8}$$

$$= 4,1239$$

Perhitungan koefisien variasi dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut^[11] :

$$C_v = \frac{S_x}{X_r} \tag{9}$$

$$= \frac{63,229}{186,1854}$$

$$= 0,3396$$

Kemudian untuk melakukan perhitungan dispersi logaritma yang harus ditentukan 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	Xi	Log Xi	Xr	Log Xr	Log Xi - Log Xr	(Log Xi - Log Xr)2	(Log Xi - Log Xr)3	(Log Xi - Log Xr)4
1	2009	129.1484	2.111089	186.1854	2.269945622	-0.15885692	0.025235417	-0.004008812	0.000636826
2	2010	145.2391	2.162084	186.1854	2.269945622	-0.107862073	0.011634227	-0.001254892	0.000135355
3	2011	149.327	2.174138	186.1854	2.269945622	-0.095807282	0.009179035	-0.000879418	8.42547E-05
4	2012	290.127	2.462588	186.1854	2.269945622	0.192642525	0.037111142	0.007149184	0.001377237
5	2013	303.9601	2.482817	186.1854	2.269945622	0.212870957	0.045314044	0.009646044	0.002053363
6	2014	184.9735	2.26711	186.1854	2.269945622	-0.002836108	8.04351E-06	-2.28123E-08	6.4698E-11
7	2015	147.4417	2.16862	186.1854	2.269945622	-0.101325292	0.010266815	-0.001040288	0.000105407
8	2016	212.0039	2.326344	186.1854	2.269945622	0.056398228	0.00318076	0.000179389	1.01172E-05
9	2017	159.9282	2.203925	186.1854	2.269945622	-0.066020573	0.004358716	-0.000287765	1.89984E-05
10	2018	139.7054	2.145213	186.1854	2.269945622	-0.124732429	0.015558179	-0.001940609	0.000242057
Jumlah		1861.854	22.50393			-0.19552864	0.161846379	0.00756281	0.004663616

Perhitungan standar deviasi (Sx) dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut ini^[11] :

$$S_x = \frac{\sqrt{\sum \text{Log}(X_i - X_r)^2}}{n-1} \tag{10}$$

$$= \sqrt{\frac{0,161846379}{9}}$$

$$= 0,1341$$

Perhitungan koefisien Skewness (Cs) dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut ini^[11] :

$$C_s = \frac{\sum n \times \text{Log}(X_i - X_r)^3}{(n-1) \times (n-2) \times S_x^3} \tag{11}$$

$$= \frac{10 \times 0,00756281}{9 \times 8 \times (0,1341)^3}$$

$$= 0,4356$$

Perhitungan koefisien kurtosis (Ck) dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut^[11] :

$$C_k = \frac{\sum \frac{1}{n} \times \text{Log}(X_i - X_r)^4}{S_x^4} \tag{12}$$

$$= \frac{10 \times 0,004663616}{9 \times 8 \times 7 \times (0,1341)^4}$$

$$= 2,8628$$

Perhitungan koefisien variasi dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut^[11] :

$$Cv = \frac{\text{Log}S_x}{\text{Log}X_r} \tag{13}$$

$$= \frac{0,1341}{2,2699} = 0,0590$$

Hasil perhitungan parameter dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Parameter Logaritma dan Parameter Statistik

PARAMETER LOGARITMA	NILAI	PARAMETER STATISTIK	NILAI
Xr	2.2699	Xr	186.1854
Sx	0.1341	Sx	63.229
Cs	0.4356	Cs	1.259
Ck	2.8628	Ck	4.1239
Cv	0.059	Cv	0.3396

Pada data curah hujan atau data debit untuk dapat memperoleh nilai hujan rancangan dan debit rencana maka digunakan analisis frekuensi distribusi probabilitas. Distribusi probabilitas yang sering digunakan yaitu distribusi Normal, Gumbel, Log Normal dan Log Pearson III^[8].

Hasil perhitungan jenis distribusi dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Untuk nilai curah hujan rancangan menggunakan Metode Distribusi Normal dapat dilihat pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Nilai Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Normal

No	Periode Ulang	Xh (mm)	Kt	S	X _r (mm)
1	5	186,1854	0,84	63,229	239,29776
2	10		1,28		267,11852
3	20		1,64		289,88096
4	25		1,708		294,18053

Untuk nilai curah hujan rancangan menggunakan Metode Log Normal dapat dilihat pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Nilai Curah Hujan Rencana Metode Log Normal

No	Periode Ulang	Xt (mm)	Kt	S	X _r (mm)
1	5	186,1854	0,84	0,1341	241,2681
2	10		1,28		276,4063
3	20		1,64		308,90433
4	25		1,708		315,6537

Untuk nilai curah hujan rancangan menggunakan Metode Gumbel dapat dilihat pada Tabel 11 berikut.

Tabel 11. Nilai Curah Hujan Rencana Metode Gumbel

Period Ulang	Xt (mm)	Yt	Yn	Sn	Kt	S	X _r (mm)
5	186,1854	1,4999	0,4952	0,9497	1,0569	63,229	253,0121
10		2,2502			1,8479		303,0262
20		2,9702			2,6060		350,9656
25		3,1985			2,8464		366,1604

Untuk nilai curah hujan rancangan menggunakan Metode Log Pearson III dapat dilihat pada Tabel 12 berikut.

Tabel 12. Nilai Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson III

Period Ulang	Xt (mm)	Yt	Yn	Sn	Kt	S	X _r (mm)
5	186,1854	1,4999	0,4952	0,9497	1,0569	63,229	253,0121
10		2,2502			1,8479		303,0262
20		2,9702			2,6060		350,9656
25		3,1985			2,8464		366,1604

Untuk nilai rekapitulasi perhitungan curah hujan distribusi frekuensi dapat dilihat pada Tabel 13 berikut.

Tabel 13. Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Dari Beberapa Distribusi Frekuensi

Period Ulang	Xt (mm)	Yt	Yn	Sn	Kt	S	X _r (mm)
5	186,1854	1,4999	0,4952	0,9497	1,0569	63,229	253,0121
10		2,2502			1,8479		303,0262
20		2,9702			2,6060		350,9656
25		3,1985			2,8464		366,1604

4.2.2. Uji Chi Kuadrat (X²)

Uji Chi-Square dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis^[2].

Prosedur dalam perhitungan dengan menggunakan metode Chi Kuadrat adalah sebagai berikut^[8] :

1. Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya Urutan data curah hujan maksimum harian dari besar ke kecil dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Pengurutan Data Curah Hujan Dari Besar Ke Kecil

No	Xi	Xi (besar -> kecil)
1	129.1484	303.9601
2	145.2391	290.127
3	149.327	212.0039
4	290.127	184.9735
5	303.9601	159.9282
6	184.9735	149.327
7	147.4417	147.4417
8	212.0039	145.2391
9	159.9282	139.7054
10	139.7054	129.1484

2. Menghitung jumlah kelas

a. Jumlah data (n) = 10

b. Kelas distribusi (K) = $1 + 3,3 \log n$ (14)

$$= 1 + 3,3 \log 10$$

$$= 4,3 \approx 5 \text{ kelas}$$

3. Menghitung derajat kebebasan (Dk) dan Chi Kuadrat kritis (X²_{cr})

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

b. Derajat kebebasan (DK) = $K - (p + 1)$ (15)

$$= 5 - (2 + 1)$$

$$= 2$$

- c. Nilai Chi Kuadrat Kritis (X²_{cr}) dengan jumlah data (n) = 10, α = 5% dan Dk = 2 adalah 5,9910. Nilai Chi Kuadrat Kritis dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Nilai X^2

DK	Distribusi X^2							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,04393	0,03157	0,03982	0,02393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,07	12,832	15,086	16,750
6	0,076	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	2,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,900	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	35,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	42,773	46,979	50,892	53,672

Sumber : Soemarto,1994

4. Menghitung kelas distribusi

Pada penelitian ini nilai kelas distribusi

$$\frac{1}{5} \times 100\% = 20\%$$

Interval Distribusi : 20%, 40%, 60%, 80%

Maka nilai Persentase 20% berikut.

$$P(x) = 20\% \text{ maka } T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,20} = 5 \text{ Tahun}$$

- Persentase 40% = 2,5 tahun
- 60% = 1,67 tahun
- 80% = 1,25 tahun

5. Menghitung interval kelas

a. Distribusi Probabilitas Gumbel

Data (n) = 10

Nilai Y_n dan S_n sesuai dengan Lampiran E.

$Y_n = 0,4952$

$S_n = 0,9497$

$$Y_t = - \ln (- \ln \frac{T-1}{T}) \tag{16}$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{Y_t - 0,4952}{0,9497}$$

Sehingga :

- T = 5 tahun ; $Y_t = 1,4999$ maka $K = 1,0579$
- T = 2,5 tahun ; $Y_t = 0,6717$ maka $K = 0,1859$
- T = 1,67 tahun ; $Y_t = 0,0907$ maka $K = -0,4259$
- T = 1,25 tahun ; $Y_t = -0,4759$ maka $K = -1,0225$

Nilai $\bar{X} = 186,1854$ mm

S = 63,229

Maka interval kelas :

- $X_T = 186,1854 + 63,229 \cdot K$
- $X_5 = 186,1854 + (63,229 \cdot 1,0579)$
= 253,0753 mm
- $X_{2,5} = 186,1854 + (63,229 \cdot 0,1859)$
= 197,9396 mm
- $X_{1,67} = 186,1854 + (63,229 \cdot (-0,4259))$
= 159,2562 mm

$$X_{1,25} = 186,1854 + (63,229 \cdot (-1,0255)) = 121,5338 \text{ mm}$$

b. Distribusi Probabilitas Normal

Nilai K_T berdasarkan nilai T dari Lampiran B, didapat nilai T.

T = 5 maka $K_T = 0,84$

T = 2,5 maka $K_T = 0,25$

T = 1,67 maka $K_T = -0,25$

T = 1,25 maka $K_T = -0,84$

Nilai $\bar{X} = 186,1854$ mm

Nilai S = 63,229

Interval kelas $X_T = X + K_T \cdot S$

$$X_T = 186,1854 + 63,229 \cdot K_T \tag{17}$$

$$X_5 = 186,1854 + (63,229 \cdot 0,84) = 239,2977$$

$$X_{2,5} = 186,1854 + (63,229 \cdot 0,25) = 201,9926$$

$$X_{1,67} = 186,1854 + (63,229 \cdot -0,25) = 170,3782$$

$$X_{1,25} = 186,1854 + (63,229 \cdot -0,84) = 133,0731$$

c. Distribusi Probabilitas Log Normal

Nilai K_T berdasarkan nilai T dari Lampiran B.

T = 5 tahun maka $K_T = 0,84$

T = 2,5 tahun maka $K_T = 0,25$

T = 1,67 tahun maka $K_T = -0,25$

T = 1,25 tahun maka $K_T = -0,84$

Nilai $\overline{\log X} = 2,2699$

Nilai S log X = 0,1341

Interval kelas $\overline{\log X_5} = \overline{\log X} + K_T \cdot S$

$$\overline{\log X} = 2,2699 + (0,84 \cdot 0,1341) = 2,3825$$

$$X_5 = 10^{2,3825} = 241,2681$$

$$\overline{\log X_{2,5}} = 2,2699 + (0,25 \cdot 0,1341) = 2,3034$$

$$X_{2,5} = 10^{2,3034} = 201,0944$$

$$\overline{\log X_{1,67}} = 2,2699 + (-0,25 \cdot 0,1341) = 2,2364$$

$$X_{1,67} = 172,3455$$

$$\overline{\log X_{1,25}} = 2,2699 + (-0,84 \cdot 0,1341) = 2,1573$$

$$X_{1,25} = 10^{2,1573}$$

d. Distribusi Probabilitas Log Pearson III

Nilai K_T dihitung berdasarkan nilai Cs atau G= 0,4356

T = 5 maka $K_T = 0,8379$

T = 2,5 maka $K_T = 0,1299$

T = 1,67 maka $K_T = -0,1061$

T = 1,25 maka $K_T = -0,2241$

Nilai $\overline{\log X} = 2,2696$

Slog X = 0,1341

$$\overline{\log X_5} = 2,2699 + (0,8379 \cdot 0,1341) = 2,3822$$

$$X_5 = 10^{2,3822} = 241,1015$$

$$\overline{\log X_{2,5}} = 2,2699 + (0,1299 \cdot 0,1341) = 2,2873$$

$$X_{2,5} = 10^{2,2873} = 193,7760$$

$$\overline{\log X_{1,67}} = 2,2699 + (-0,1061 \cdot 0,1341) = 2,2556$$

$$X_{1,67} = 10^{2,2556} = 180,1357$$

$$\text{Log } X_{1,25} = 2,2699 + (-0,2241 \cdot 0,1341) = 2,2398$$

$$X_{1,25} = 10^{2,2398} = 173,7000$$

6. Perhitungan Chi Kuadrat (X^2)

a. Perhitungan nilai X^2 pada Distribusi Normal seperti pada Tabel 16 di bawah ini.

Tabel 16. Nilai X^2 Distribusi Normal

Kelas	Interval	Ef	Of	Of - Ef	(Of - Ef) ² / Ef
1	> 239,2977	2	2	0	0
2	201,9926 - 239,2977	2	1	-1	0.5
3	170,3728 - 201,9926	2	1	-1	0.5
4	133,0731 - 170,3728	2	5	3	4.5
5	< 133,0731	2	1	-1	0.5
Σ		10	10	X2	6

b. Perhitungan nilai X^2 untuk Distribusi Log Normal Hasil perhitungan nilai X^2 pada Distribusi Log Normal seperti pada Tabel 17 berikut.

Tabel 17. Nilai X^2 Distribusi Log Normal

Kelas	Interval	Ef	Of	Of - Ef	(Of - Ef) ² / Ef
1	> 241,2681	2	2	0	0
2	201,0944 - 241,2681	2	1	-1	0.5
3	172,3455 - 201,0944	2	1	-1	0.5
4	143,6481 - 172,3455	2	4	2	2
5	< 143,6481	2	2	0	0
Σ		10	10	X2	3

c. Perhitungan nilai X^2 untuk Gumbel Hasil perhitungan nilai X^2 pada Distribusi Gumbel seperti pada Tabel 18 berikut.

Tabel 18. Nilai X^2 Distribusi Gumbel

Kelas	Interval	Ef	Of	Of - Ef	(Of - Ef) ² / Ef
1	> 253,0753	2	2	0	0
2	197,9396 - 253,0753	2	1	-1	0.5
3	159,2562 - 197,9396	2	2	0	0
4	121,5338 - 159,2562	2	5	3	4.5
5	< 121,5338	2	0	-2	2
Σ		10	10	X2	7

d. Perhitungan Nilai X^2 untuk Log Pearson III Hasil perhitungan nilai X^2 pada Distribusi Log Pearson III seperti pada Tabel 19 berikut.

Tabel 19. Nilai X^2 Distribusi Log Pearson III

Kelas	Interval	Ef	Of	Of - Ef	(Of - Ef) ² / Ef
1	>241,1015	2	2	0	0
2	193,7760 - 241,1015	2	1	-1	0.5
3	180,1357 - 193,7760	2	1	-1	0.5
4	173,7000 - 180,1357	2	0	0	0
5	<173,7000	2	6	4	8
Σ	X2	10	10		9

e. Rekapitulasi nilai X^2 dan X^2_{cr} untuk 4 Distribusi Probabilitas Hasil rekapitulasi nilai X^2 seperti pada Tabel 20 berikut.

Tabel 20. Rekapitulasi Nilai X^2

Distribusi Probabilitas	X^2 terhitung	X^2_{cr}	Keterangan
Normal	6	5.991	Tidak Diterima
Log Normal	3	5.991	Diterima
Gumbel	8	5.991	Tidak Diterima
Log Pearson III	9	5.991	Tidak Diterima

7. Bandingkan nilai X^2 terhadap X^2_{cr}

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan uji Chi Kuadrat didapatkan jenis distribusi yang digunakan sesuai dengan data yang ada yaitu Distribusi Probabilitas Log Normal. Nilai curah hujan rencana metode Log Normal dapat dilihat pada Tabel 21 berikut.

Tabel 21. Distribusi Log Normal

No	Periode Ulang	X_T (mm)
1	5	241,2681
2	10	276,4063
3	20	308,904332
4	25	315,6537

4.2.3. Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Nilai intensitas curah hujan dianalisis menggunakan metode Mononobe. Dalam perhitungan intensitas curah hujan, nilai waktu konsentrasi (t_c) pada DAS Kuranji dan DAS Batang Arau harus diketahui terlebih dahulu dan dianalisis menggunakan metode Mc Dermot dapat dilihat pada persamaan berikut^[12].

$$T_c = 0,76 \times A^{0,38} \tag{19}$$

$$T_{c \text{ Batang Arau}} = 0,76 \times (177,1386)^{0,38} = 5,434663 \text{ jam}$$

$$T_{c \text{ Kuranji}} = 0,76 \times (220,678)^{0,38} = 5,90 \text{ jam}$$

Intensitas hujan adalah tinggi curah hujan dalam periode tertentu yang dinyatakan dalam satuan mm/jam. Durasi adalah lamanya suatu kejadian hujan. Intensitas hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak sangat luas. Hujan yang meliputi daerah yang luas, jarang sekali dengan intensitas yang tinggi, tetapi dapat berlangsung dengan durasi cukup panjang. Kombinasi dari intensitas hujan yang tinggi dengan durasi yang panjang jarang terjadi, tetapi apabila terjadi berarti sejumlah besar volume air bagaikan ditumpahakan dari langit^[2]. Perhitungan intensitas hujan dapat dilakukukan dengan menggunakan persamaan berikut^[15].

$$I = \left(\frac{X_t}{24} \right) \left(\frac{24}{T_c} \right)^{\frac{2}{3}} \tag{20}$$

$$I_{\text{Batang Arau}} = \left(\frac{241,2681}{24} \right) \left(\frac{24}{5,434663} \right)^{\frac{2}{3}} = 27,059 \text{ mm/jam}$$

$$I_{\text{Kuranji}} = \left(\frac{241,2681}{24} \right) \left(\frac{24}{5,90} \right)^{\frac{2}{3}} = 25,5342 \text{ jam}$$

4.3. Debit Air Limpasan

4.2.1. Koefisien Limpasan

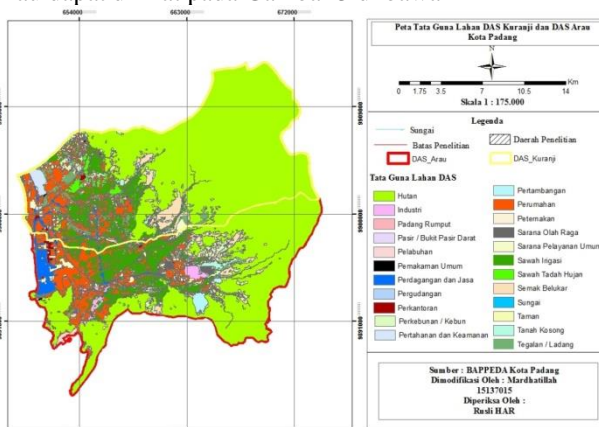
Analisis nilai koefisien limpasan total pada DAS Kuranji dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut [8] :

$$C_{rata-rata} = \frac{\sum C_i A_i}{A_i} \tag{21}$$

$$C_{total} = \frac{132,5559768}{206,0626474}$$

$$C_{total} = 0,64$$

Nilai koefisien limpasan yang ada di DAS Kuranji dan DAS Batang Arau dipengaruhi oleh tutupan lahan yang terdapat di DAS tersebut. Untuk lebih jelasnya, bentuk tata guna lahan DAS Kuranji dan DAS Batang Arau dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini:



Gambar 3. Peta Tata Guna Lahan DAS Kuranji dan DAS Batang Arau Kota Padang

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 22 **Tabel 22.** Perhitungan Nilai C Rata-Rata Pada DAS Kuranji

No Sub DAS	Luas Sub DAS	$\sum A_i C_i$
1	25	15,2132
2	32,90518252	24,8367
3	57,168804	37,5827
4	20,4057	12,357
5	21	12,353085
6	46,8148	28,086291
7	2,66976	2,108800
Jumlah	206,0626474	132,555976

Sedangkan untuk perhitungan rata-rata koefisien limpasan pada DAS Batang Arau dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut ini [8] :

$$C_{total} = \frac{\sum C_i A_i}{A_i} \tag{22}$$

$$C_{total} = \frac{93,99}{0,67}$$

$$C_{total} = 0,67$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 23.

Tabel 23. Perhitungan Nilai C Rata-Rata Pada DAS Batang Arau

No Sub DAS	Luas Sub DAS	$\sum A_i C_i$
1	31,98130700057	23,9207
2	12,88733026235	10,1099
3	10,84120819643	7,8939
4	30,48241549221	20,665541
5	1,540880	1,4619
6	0,917621	0,870790
7	37,812493	23,5447
8	34,2024367	21,4494
9	5,547910	3,6994
10	2,631374	1,629005
Total	168,844978	115,245457

4.2.2. Debit Limpasan

Debit limpasan ditentukan oleh beberapa parameter diantaranya luas daerah tangkapan hujan (catchment area), nilai intensitas curah hujan dan nilai koefisien limpasan. Untuk menghitung debit air limpasan pada DAS Kuranji dapat digunakan metode Rasional menggunakan rumus berikut [8] :

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \tag{23}$$

$$Q = 0,278 \times 25,5324 \times 0,64 \times 220,678$$

$$Q = 1002,550054 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perhitungan *run off* untuk periode ulang pada DAS Kuranji dapat dilihat pada Tabel 24.

Tabel 24. Debit *Run Off* Periode Ulang DAS Kuranji

No	Periode Ulang	I mm/jam	C	Luas DAS (km ²)	Q (m ³ /detik)
1	5	25,5342	0,64	220,678	1002,550054
2	10	29,2530			1148,56141
3	20	32,7979			1287,74492
4	25	33,5151			1315904369

Sedangkan untuk perhitungan debit air limpasan pada DAS Batang Arau dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut ini [8]:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \tag{24}$$

$$Q = 0,278 \times 27,0593 \times 177,1386$$

$$= 906,1153218 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perhitungan debit *run off* dengan periode ulang pada DAS Batang Arau dapat dilihat pada Tabel 25.

Tabel 25. Debit Limpasan Periode Ulang DAS Batang Arau

No	Periode Ulang	I mm/jam	C	Luas DAS (km ²)	Q (m ³ /detik)
1	5	27,0593	0,684068609	177,1386	911,5386352
2	10	31,0002			1044,292506
3	20	34,6450			1167,0735
4	25	35,4019			1192,570979

Dari analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan didapatkan nilai debit banjir untuk periode ulang 25 tahun pada DAS Kuranji dan DAS Batang Arau yaitu 1315,904369 m³/detik dan 1192,570979 m³/detik. Jika dibandingkan dengan nilai debit rencana sungai/kanal yang direncanakan pada tahun 2000 pada DAS Kuranji mengalami kenaikan sebesar 445,9043 m³/detik dan untuk DAS Batang Arau sebesar 492,5709 m³/detik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 26 di bawah ini.

Tabel 26. Nilai Kenaikan Debit banjir DAS Kuranji dan DAS Batang Arau

No	DAS	Q ₂₀₀₀	Q ₂₀₁₈	Perubahan
1	Kuranji	870	1315,904369	(+) 445,9043
2	Batang Arau	700	1192,570979	(+) 492,5709

Setelah mengetahui kenaikan debit per DAS. Selanjutnya dilakukan perhitungan analisis debit per sub DAS.

$$Q_{\text{Sub DAS 1}} = \frac{\% A_i}{100} \times Q \quad (25)$$

$$= \frac{11,3}{100} \times 1315,70 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 148,67 \text{ m}^3/\text{detik}$$

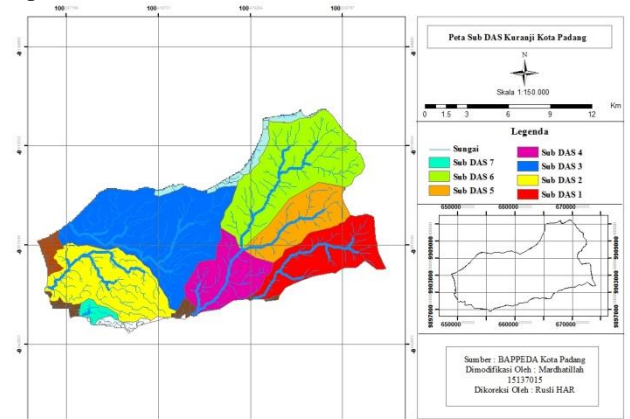
Perhitungan debit limpasan Sub DAS Kuranji dapat dilihat pada Tabel 27.

Tabel 27. Debit Limpasan Sub DAS Kuranji

No Sub DAS	Luas DAS (km ²)	Luas (A) (km ²)	Persentase Luas (%)	Q (m ³ /detik)
1	220,678	25	11,3	148,67
2		32,90	14,90	196,15
3		57,16	25,90	340,79
4		20,50	9,2	122,22
5		21	9,5	125,2036
6		46,81	21,21	279,08

7	2,66	1,2	15,85
---	------	-----	-------

Untuk lebih jelas peta Sub DAS Kuranji dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Peta Sub DAS Kuranji

Kemudian perhitungan debit air limpasan pada Sub DAS Batang Arau juga dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$Q_{\text{Sub DAS 1}} = \frac{\% A_i}{100} \times Q \quad (26)$$

$$= \frac{18,0543935}{100} \times 1192,5739024774 \text{ m}^3/\text{detik}$$

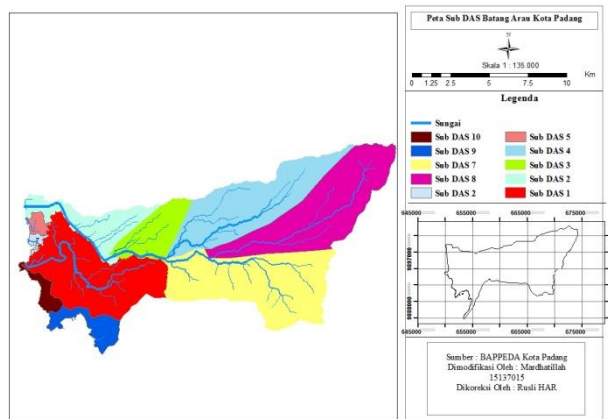
$$= 215,3119851 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perhitungan debit limpasan Sub DAS Batang Arau dapat dilihat pada Tabel 28.

Tabel 28. Debit Limpasan Sub DAS Batang Kandih

No Sub DAS	Luas DAS (km ²)	Luas (A) (km ²)	Persentase Luas (%)	Q (m ³ /detik)
1	177,13863	31,98130700	18,0543935	215,3119851
2		12,88733026235	7,275279	86,76307869
3		10,84120819643	6,1201826	72,98770047
4		30,48241549221	17,208225	205,2208004
5		1,54088054335	0,8698726	10,37387361
6		0,91762151679	0,5180245	6,177824995
7		37,81249335587	21,3462707	254,5700535
8		34,20243671695	19,3082869	230,2655906
9		5,54791061431	3,13195960	37,3509328583167
10		2,63137492226	1,485489	17,71555414

Untuk lebih jelasnya peta Sub DAS Batang Arau dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Peta Sub DAS Batang Arau

5. Hasil dan Pembahasan

5.1. Kesimpulan

1. Nilai curah hujan maksimum rata-rata menggunakan Poligon Thiessen didapatkan sebesar 186,18549 mm.
2. Nilai curah hujan rencana untuk periode ulang 25 tahun menggunakan Metode Log Normal didapatkan sebesar 315,6537 mm.
3. Nilai waktu konsentrasi (t_c) menggunakan metode MC Demot di DAS Kuranji didapatkan 5,90 jam dan di DAS Batang Arau didapatkan 5,4346 jam.
4. Nilai Intensitas curah hujan periode ulang 25 tahun menggunakan metode Mononobe untuk DAS Kuranji didapatkan sebesar 33,5151 mm/jam dan di DAS Batang Arau didapatkan sebesar 35,401979 mm/jam.
5. Perhitungan koefisien limpasan (C) di DAS Kuranji didapatkan sebesar 0,6 dan di DAS Batang Arau sebesar 0,684068609.
6. Perhitungan debit *run off* berdasarkan tata guna lahan pada DAS Kuranji periode ulang 25 tahun menurut skema debit banjir sungai/kanal yang direncanakan pada tahun 2000 yaitu sebesar 870 m³/detik dan pada tahun 2018 nilai debit banjir yang didapatkan yaitu sebesar 1315,70 m³/detik. Sehingga ada peningkatan debit banjir akibat perubahan tata guna lahan yaitu sebesar 445,70 m³/detik.
7. Perhitungan debit *run off* berdasarkan tata guna lahan pada DAS Batang Arau periode ulang 25 tahun menurut skema debit banjir sungai/kanal yang direncanakan pada tahun 2000 yaitu sebesar 700 m³/detik dan pada tahun 2018 nilai debit banjir yang didapatkan yaitu sebesar 1192,57 m³/detik. Sehingga ada peningkatan debit banjir akibat perubahan tata guna lahan yaitu sebesar 492,57 m³/detik.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, DAS Kuranji dan DAS Batang Arau mengalami kenaikan debit run off yang cukup pesat. Hal ini dikarenakan akibat tata guna lahan yang terjadi di area resapan air. Sehingga menyebabkan kemampuan tanah meresap air tidak optimal. Kenaikan debit *run off* dapat diminimalisir dengan melakukan kegiatan reboisasi dan konservasi hutan secara berkala. Atau dengan pengadaan sumur resapan dititik tertinggi DAS Kuranji dan DAS Batang Arau. Agar pada saat hujan terjadi air dapat teresapkan dengan baik di akuifer tidak tertekan dan debit *run off* mengecil.

Daftar Pustaka

- [1] Kodotie, Robert J. 2012. Pengantar Hidrogeologi. Yogyakarta. ANDI Yogyakarta.
- [2] Verrina, G. P., Anugerah, D. D., & Haki, H. (2013). Analisa runoff pada Sub DAS Lematang hulu. *Journal of Civil and Environmental Engineering*, 1(1).Wibowo, Hari. 2010. Perkiraan Koefisien Pengaliran pada bagian Hulu DAS Sekayam Berdasarkan Data Debit Aliran. Pontianak: Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
- [3] Rusli HAR dan Pancarani.2018.Kajian Laju Infiltrasi Akhir pada DAS Batang Kuranji, Kota Padang ditinjau dari Kondisi Geologi (Litologi), Jenis Tutupan Lahan, Tata Guna Lahan, Kemiringan Lahan dan Sifat Fisik Tanah. Padang: Universitas Negeri Padang.
- [4] Rusli HAR dan Zulvi.2018. Kajian Laju Infiltrasi Akhir pada DAS Batang Kuranji, Kota Padang ditinjau dari Kondisi Geologi (Litologi), Jenis Tutupan Lahan, Tata Guna Lahan, Kemiringan Lahan dan Sifat Fisik Tanah. Padang: Universitas Negeri Padang.
- [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] Gautama, R. S., & Prahastini, S. D. (2012). Perancangan Aplikasi Untuk Sistem Penyaliran Tambang Terbuka. *Journal of JTM*, 19(03).
- [7] Girsang, F. (2008). Analisis Curah Hujan Untuk Pendugaan Debit Puncak Dengan Metode Rasional Pada Das Belawan Kabupaten Deli Serdang [skripsi]. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara. Medan: Universitas Sumatera Utara
- [8] Kamiana, I. M. (2011). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu, Yogyakarta
- [9] Soemarto, C. D. (1995). Ir., BIE, Dipl. HE. Hidrologi Teknik
- [10] Lashari. 2017. Analisa Distribusi Curah Hujan di Area Merapi Menggunakan Metode Aritmatika dan Poligon. Semarang. Universitas Negeri Semarang

- [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]Suripin, D. Ir. M. Eng., 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan.
- [13]Gautama, RS. Sistem Penyaliran Tambang. Jurusan Teknik Pertambangan FTM: ITB.(1999)