

Analisis Run-Off Menggunakan Cara Manual dan Software Hydrognomon pada DAS Batang Lembang

Syaiful Amri, Elvi Roza Syofyan, *Yurisman, Fitri Wahyuni & Jhoni Kurniawan

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang Kampus Limau Manis Padang 25163
Telp. 0751-72590 Fax. 0751-72576, Indonesia

Email: yurisman_pdg@yahoo.com

Dikirim: 23 November 2023

Direvisi: 24 Januari 2024

Diterima: 25 Januari 2024

ABSTRAK

Batang Lembang terdiri dari dua sub DAS yaitu sub DAS Batang Lembang dan sub DAS Batang Sumani dan bertemu di Kenagarian Selayo, Kota Solok. Belakangan ini Batang Lembang kerap meluap dan menimbulkan banjir, seperti yang terjadi pada 12 Januari 2021 yang merendam Sembilan desa di Kota Solok serta Kenagarian Selayo dan Koto Baru di Kabupaten Solok. Banjir ini telah menimbulkan kerugian yang cukup besar terhadap sawah, jalan dan pemukiman penduduk. Akibatnya banyak lahan yang beralih fungsi dari lahan terbuka menjadi lahan terbangun seperti pemukiman, jalan, dan perkantoran. Tujuan penelitian adalah untuk menghitung HRU pada masing-masing sub-DAS dan menghitung besar perbedaan curah hujan rencana dan debit banjir yang terjadi dengan periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun menggunakan cara manual dan *software Hydrognomon*. Batang Lembang didominasi oleh kedalaman tanah (solum) mencakup horizon A dan B. Sedangkan untuk jenis tanahnya memiliki butiran yang halus, untuk kemiringan DAS, pada daerah hulu DAS terdapat perbukitan dengan kemiringan antara 25 - 40% dan ada juga kemiringan > 40%. Hasil selisih perhitungan curah hujan rencana sebesar 0.004% - 0.193 % dan debit banjir rencana 0.004% - 0.725%, yang didapat dari cara manual dan menggunakan *software hydrognomon*.

Kata kunci: *flood, runoff, hydrognomon*, Batang Lembang

1. PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) Batang Lembang terletak di Kabupaten Solok dan Kota Solok yang bermuara ke Danau Singkarak Kabupaten Solok. Secara umum wilayah Kota Solok dan Kabupaten Solok beriklim tropis dengan rata-rata curah hujan mencapai 174,13 millimeter pertahun, dengan jumlah hari hujan mencapai 177 hari per tahun. Curah hujan tertinggi pada umumnya terjadi pada bulan Maret sampai dengan April, sedangkan hujan terendah terjadi pada bulan Desember. Temperatur rata-rata terendah mencapai 26,10°C dan tertinggi mencapai 28,90°C.

DAS Batang Lembang mempunyai panjang 28,40 Km. DAS Batang Lembang adalah satu-satunya aliran sungai besar membelah Kota Solok dan menjadi muara Sub DAS dari Nagari Sirukam, Gantung Ciri, Bukit Sileh, Sub Das paling terbesar adalah dari Batang Timbulun berhulu Danau di bawah Kecamatan Danau Kembar, yang mana air danau ini menjadi pembangkit tenaga listrik PLTA Singkarak yang berkapasitas 175 MW untuk melayani kebutuhan listrik bagi 4,4 juta jiwa di Sumatera Barat, Riau dan Jambi (Andini, 2017).

Kemajuan pembangunan di suatu wilayah sejalan dengan peningkatan jumlah pertumbuhan penduduk yang diiringi meningkatnya kualitas dan kuantitas kebutuhan hidup. Semakin bertambahnya jumlah penduduk di Kota Solok menyebabkan kebutuhan lahan semakin meningkat. Konversi lahan dari area terbuka menjadi area terbangun mengisyaratkan akan berkurangnya daerah resapan. Pada saat ini usaha yang dilakukan untuk menanggulangi kejadian limpasan masih bersifat konvensional yaitu dengan mengalirkan aliran secepatnya ke badan sungai melalui usaha teknik seperti sudetan dan normalisasi badan sungai. Pemerintah Kota Solok telah mensyaratkan pembuatan sumur resapan kepada instansi, masyarakat maupun pengembang, namun implementasi dari konsep ini kenyataannya sulit untuk diwujudkan (Solok, 2018).

Lokasi studi yang akan dikaji pada penelitian ini adalah pada DAS Batang Lembang. Pemilihan lokasi pada DAS Batang Lembang karena letak *outlet* yang selalu terjadi banjir apabila musim hujan tiba, dan merupakan DAS yang termasuk ke dalam kawasan kepadatan penduduk tinggi, perubahan tata guna lahan antara bagian hulu dan bagian hilir yang diiringi dengan peningkatan jumlah penduduk dan semakin

berkurangnya ruang terbuka hijau pada DAS tersebut (Syofyan et al., 2017, 2016). Dalam konteks hidrologi, bagian hulu dan tengah merupakan daerah resapan yang cukup potensial. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung HRU (Emiyati, 2012) pada masing-masing sub-DAS dan menghitung besar perbedaan curah hujan rencana dan debit banjir yang terjadi dengan periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun menggunakan cara manual dan *software Hydrognomon*.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengumpulan data sekunder

Data sekunder yang dikumpulkan antara lain:

- Peta penggunaan lahan 2019 dari Mercatores.web.id/geodatabase.
- DEM 8m dari DEMNAS
- Peta tanah dari BAPPEDA Kabupaten Solok
- Data curah hujan harian Stasiun Sumani, Stasiun Danau Diatas dan Saning Baka dari tahun 2005 - 2019 dari PSDA Kota Padang

2.2 Analisis data curah hujan

Tahapan yang dilakukan adalah:

- a. Cara mendapatkan curah hujan maksimum dengan 3 stasiun dilihat pertanggal kejadian di masing-masing stasiun, dan dikalikan dengan jumlah luas berpengaruh terhadap DAS Batang Lembang. Sehingga didapatkan nilai hujan maksimum yang terjadi pada kawasan DAS Batang Lembang.
- b. Analisis frekuensi curah hujan dapat dihitung besarnya curah hujan rencana dengan cara manual menggunakan metode Metode Gumbel, Metode Normal, Metode Log Normal, dan Metode Log Person Type III.
- c. Uji kecocokan distribusi frekuensi dilakukan dengan cara manual menggunakan Metode Chi-Kuadrat (X^2).
- d. Analisis frekuensi curah hujan dapat dihitung besarnya curah hujan rencana dengan *software Hydrognomon* menggunakan metode Metode Gumbel, Metode Normal, Metode Log Normal, dan Metode Log Person Type III.
- e. Uji kecocokan distribusi frekuensi dilakukan dengan *software Hydrognomon* menggunakan Metode Chi-Kuadrat (X^2).
- f. Menghitung intensitas hujan rencana dengan metode *Mononobe*.

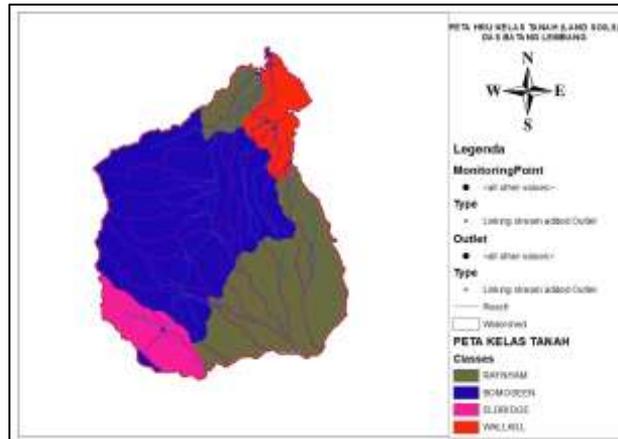
2.3 Analisis debit (runoff)

Perhitungan debit puncak menggunakan metode rasional. Data-data masukan : Luas DAS (Km^2), Panjang sungai utama (km), Hujan rencana, Parameter Hydrograf, dan Koefisien pengaliran kemudian menghitung debit Q2, Q5, Q10, Q25, Q50 dan Q100

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Analisis HRU (Hydrologic Response Unit)

Dari hasil Tabel 1 HRU menggunakan aplikasi SWAT, Sungai Batang Lembang didominasi oleh kedalaman tanah (solum) (Gambar 1) mencakup horizon A dan B. Sedangkan untuk jenis tanahnya memiliki butiran yang halus, untuk kemiringan DAS, pada daerah hulu DAS terdapat perbukitan dengan kemiringan antara 25 - 40% dan ada juga kemiringan > 40%.



Gambar 1. Peta karakteristik tanah pada DAS Batang Lembang

Tabel 1. Klasifikasi jenis tanah, solum, dan relief pada DAS Batang Lembang

NO	PERIMETER	GROUP	NILAI	PROPORSI	ALTITUDE
1	0.53124	Dataran Tuf Masam/Acid Tuff Plain Group	45	D, F, T	50 - 100 m dpl
2	0.81401	Pegunungan dan Plato/Mountain and Plateau Group	45	D, F	600 - 1000 m dpl
3	0.25479	Volkan/Volcanic Group	60	D, F T	500 - 700 m dpl
4	0.22589	Volkan/Volcanic Group	60	D, F, M	350 - 500 m dpl
5	0.30031	Volkan/Volcanic Group	45	D, F, T	550 - 600 m dpl
6	0.08084	Perbukitan/Hilly Group	45	D, F	200 - 225 m dpl
7	0.32574	Volkan/Volcanic Group	60	D, F, T	500 - 600 m dpl
8	0.0703	Perbukitan/Hilly Group	45	D, F	200 - 225 m dpl
9	0.45102	Kubah Gambut/Peat Domes Group	75	F, F, M, T	3 - 10 m dpl
10	2.07856	Pegunungan dan Plato/Mountain and Plateau Group	45	D, F, T, T	500- 1810 m dpl
11	0.65916	Vulkan/Volcanic Group	60	P, T	400 - 1600 m dpl

NO	PERIMETER	LUAS (Ha)	JENIS TANAH	KETERANGAN	SKOR TANAH
1	0.53124	4534.4	Kambisol	Agak Peka	3
2	0.81401	18185.65	Kambisol	Peka	2
3	0.25479	4225.71	Podsolik	Agak Peka	3
4	0.22589	2333.02	Andosol	Peka	2
5	0.30031	3775.55	Kambisol	Agak Peka	3
6	0.08084	389.98	Kambisol	Agak Peka	3
7	0.32574	6829.04	Andosol	Peka	2
8	0.0703	352.16	Kambisol	Agak Peka	3
9	0.45102	8276.35	Organosol	Agak Peka	1
10	2.07856	64945.87	Kambisol	Peka	2
11	0.65916	9263.59	Andosol	Peka	2

NO	PERIMETER	URAIAN
1	0.53124	Dataran tuf masam, tuf dan batuan sedimen halus masam, datar (lereng < 3 %, tidak tertoreh
2	0.81401	Pegunungan, batuan sedimen halus dan kasar masam, lereng curam sampai sangat curam (25-75%), sangat tertoreh sekali
3	0.25479	Dataran volkan, tuf intermedier dan lava, berbukit kecil, (lereng > 16%) cukup tertoreh
4	0.22589	Pegunungan volkan, tuf intermedier dan lava, bergunungl, (lereng > 25%) cukup tertoreh
5	0.30031	Dataran volkan dan plato, tuf intermedier dan lava, berombak (lereng 3-8%), cukup tertoreh
6	0.08084	Perbukitan kecil dengan pola random, batuan plutonik masam, bergelombang berbukit kecil, cukup tertoreh
7	0.32574	Dataran volkan dan plato, tuf masam, datar (lereng < 3%), cukup tertoreh
8	0.0703	Perbukitan kecil dengan pola random, batuan plutonik masam, bergelombang berbukit kecil, cukup tertoreh
9	0.45102	Kubah gambut yang telah diolah, telah mengalami pemadatan, kedalaman gambut 0,5-2 m
10	2.07856	Pegunungan tuf intermedier dan lava intermedier sampai basis, lereng sangat curam sekali (>75%), cukup tertoreh
11	0.65916	Strato volkan, tuf intermedier dan lava, lereng tengah gunung berapi, lereng cukup curam (16-55%), cukup tertoreh

3.2 Analisis debit banjir cara manual

a) Analisis frekuensi hujan rata-rata

Curah hujan rencana dari metode Normal, Gumbel, Log Normal dan Log Person Tipe III dilakukan uji kecocokan distribusi dengan metode Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorof di mana hasilnya dapat dilihat di Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4. Berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3 tersebut, maka distribusi yang dipilih adalah Distribusi Normal karena yang digunakan yaitu yang nilai sama-sama dapat diterima di chi kuadrat dan smirnov. Tabel 5 merupakan curah hujan rencana yang diperoleh dengan cara manual.

Tabel 2. Rekapitulasi perkiraan curah hujan rencana masing-masing distribusi

No	Periode Ulang (tahun)	Distribusi Probabilitas			
		Normal	Gumbel	Log Normal	Log Person Tipe III
1	2	72.260	72.520	74.469	76.927
2	5	91.800	94.150	89.538	89.813
3	10	99.940	107.750	98.611	95.776
4	25	107.850	123.610	108.319	101.397
5	50	114.180	137.680	116.758	104.606
6	100	119.360	150.340	124.155	107.184

Tabel 3. Uji kecocokan distribusi metode chi kuadrat

No.	Distribusi Probabilitas	Metode Chi Kuadrat		Keterangan
		X ² hitung	X ² kritis	
1.	Normal	1.330	5.991	Diterima
2.	Gumbel	7.330	5.991	Tidak diterima
3.	Log Normal	1.330	5.991	Diterima
4.	Log Person Tipe III	1.330	5.991	Diterima

Tabel 4. Uji kecocokan distribusi metode Smirnov Kolmogorov

No	Distribusi Probabilitas	Metode Smirnov Kolmogorov		Keterangan
		Δp hitung	Δp kritis	
1.	Normal	0.136	0.338	Diterima
2.	Gumbel	0.557	0.338	Tidak diterima
3.	Log Normal	0.349	0.338	Tidak diterima
4.	Log Person Tipe III	0.146	0.338	Diterima

Tabel 5. Curah hujan rencana DAS Batang Lembang

No	Periode Ulang (tahun)	Curah Hujan (mm)
2	5	91.799
3	10	99.937
4	25	107.852
5	50	114.178
6	100	119.356

b) Debit rencana dengan metode Rasional

Luas Catchment area (A) = 200.97 km²
 Panjang Sungai (L) = 28.40
 Kemiringan sungai rata-rata = 0.003
 Koefisien *run-off* = 0.38

Kecepatan aliran = 2.41 m/dt
 Waktu konsentrasi (tc) = 7.72 jam
 Menghitung debit rencana dan intensitas hujan dipaparkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Debit rencana, Intensitas curah hujan menggunakan data curah hujan manual

No	Rt mm	It mm	Q m3/dt
2	76.263	6.769	143.719
5	91.799	8.148	172.996
10	99.937	8.871	188.331
25	107.852	9.573	203.249
50	114.178	10.135	215.169
100	119.356	10.594	224.928

3.3 Analisis Debit Rencana menggunakan Software Hydrognomon

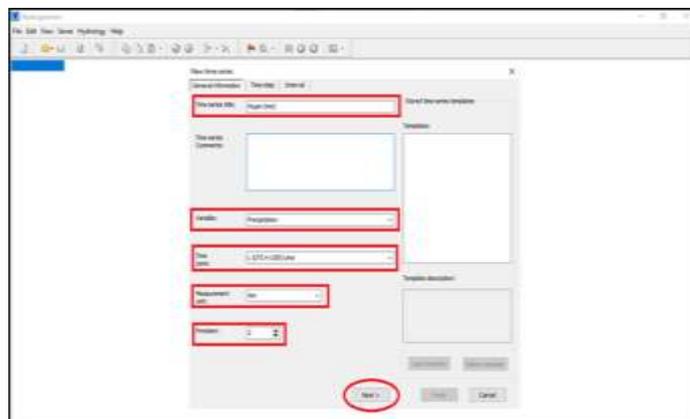
Pemodelan kala ulang menggunakan *Software Hydrognomon* yaitu untuk menentukan distribusi mana yang dapat diterima dan tidak dapat diterima yang mana berpengaruh dalam penentuan metode uji distribusi mana yang digunakan dalam mencari debit rencana.

- a) Proses mencari kala ulang menggunakan *Software Hydrognomon*
 - a. Buka aplikasi Hydrognomon, lalu pilih file dan klik New (Gambar 2)



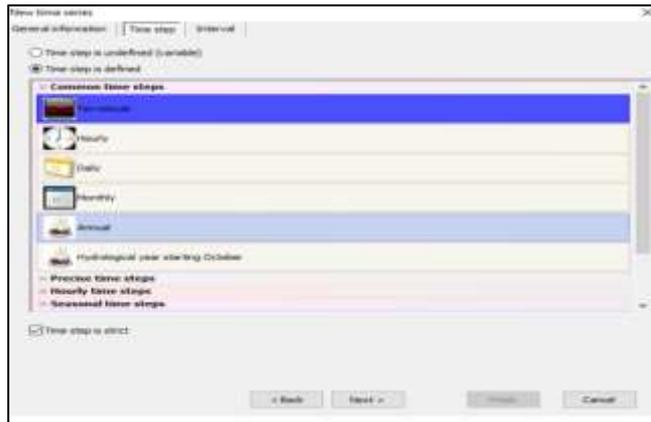
Gambar 2. Langkah pertama

- b. Pilih *Edit*, kemudian atur *format* sesuai gambar di bawah lalu klik *Next* (Gambar 3)



Gambar 3. Langkah kedua

- c. Kemudian klik *time step*, pilih *time step defined*, pilih *annual*, dan klik *Next* (Gambar 4)



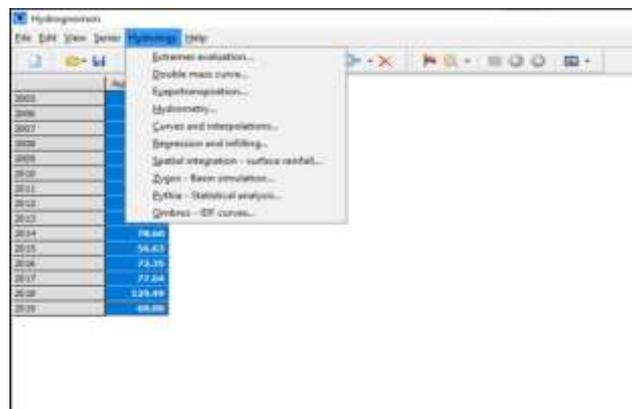
Gambar 4. Langkah ketiga

- d. Kemudian lanjut ke *interval* pilih *maximum* seperti pada gambar berikut, lalu klik *finish* (Gambar 5)



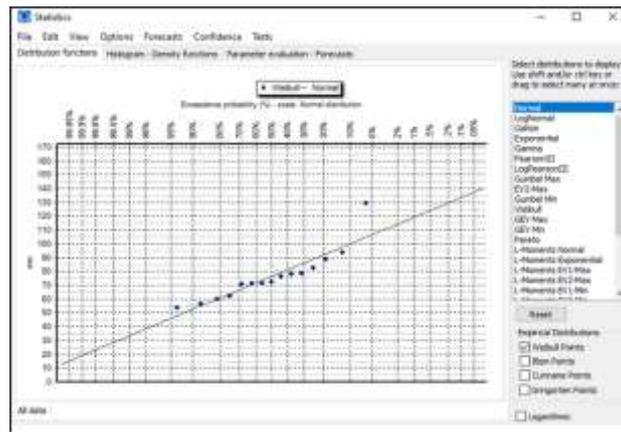
Gambar 5. Langkah keempat

- e. Kemudian pilih *hydrology*, lalu klik *pytha* (Gambar 6)

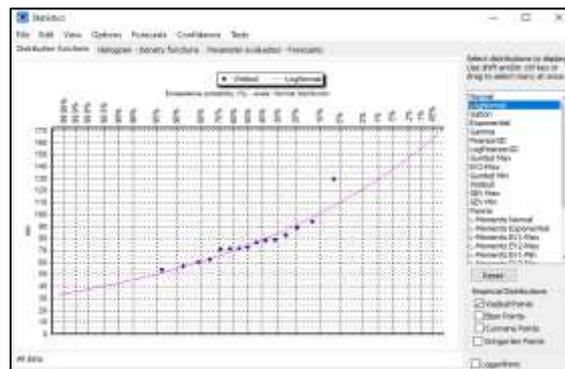


Gambar 6. Langkah kelima

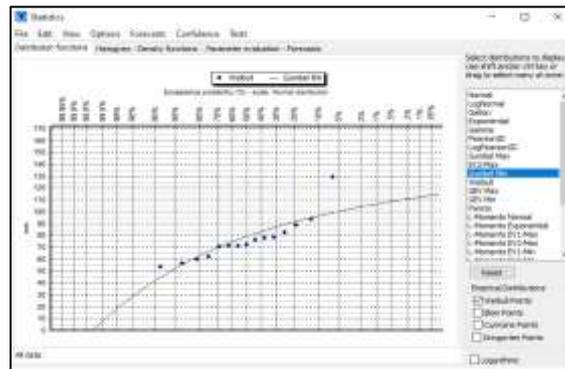
b) Hasil analisis *time series* menggunakan *Software Hydrognomon*
Berikut adalah hasil dari kala ulang menggunakan *software hydrognomon* (Gambar 7-10)



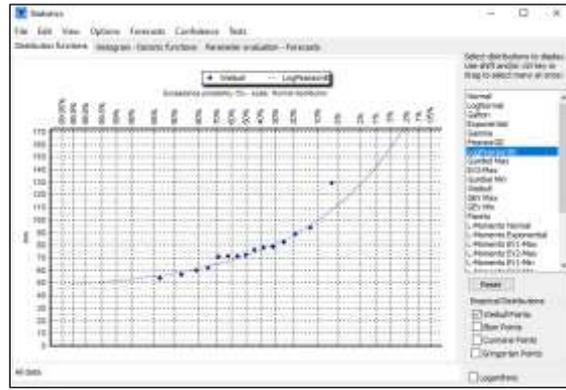
Gambar 7. Grafik distribusi probabilitas normal



Gambar 8. Grafik distribusi probabilitas log normal



Gambar 9. Grafik distribusi probabilitas gumbel



Gambar 1. Grafik distribusi probabilitas log pearson type III

c) Rekap curah hujan rencana menggunakan *software Hydrognomon* (Tabel 7 dan 8)

Dari hasil perhitungan yang di peroleh dari *software hydrognomon* curah hujan rencana yang dipilih yaitu distribusi Probabilitas Normal karena memiliki debit yang paling kecil dan sama-sama di terima di kedua uji kesesuaian Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorof.

Tabel 7. Hasil uji distribusi probabilitas dengan kala ulang menggunakan *Hydrognomon*

No	Periode Ulang (tahun)	Distribusi Probabilitas			
		Normal	Gumbel	Log Normal	Log Person Tipe III
1	2	72.260	79.300	74.120	72.100
2	5	91.830	91.460	90.630	88.890
3	10	99.970	96.620	100.680	99.890
4	25	108.640	101.450	112.630	115.940
5	50	114.250	104.270	121.100	128.790
6	100	119.290	106.620	129.500	142.420

Tabel 8. Hasil uji distribusi chi-kuadrat yang diterima menggunakan *Hydrognomon* (5%)

Distribusi	Chi- Kuadrat	Smirnov-Kolmogorof
Normal	ACCEPT	ACCEPT
Gumbel	ACCEPT	ACCEPT
Log Normal	REJECT	ACCEPT
Log Person Tipe III	-	ACCEPT

d) Debit rencana dengan metode Rasional

- Luas Catchment area (A) = 200.97
- Panjang Sungai (L) = 28.40
- Kemiringan sungai rata-rata = 0.003
- Koefisien Run-off = 0.38
- Kecepatan aliran = 2.41 m/dt
- Waktu konsentrasi (tc) = 7.72 jam

Menghitung debit dan intensitas hujan dipaparkan pada Tabel 9. Rekapitulasi perbandingan curah hujan rencana secara manual dan menggunakan *software Hydrognomon* dipaparkan pada Tabel 10. Jadi, selisih besar nilai perbandingan curah hujan rencana yang diperoleh dengan perhitungan manual dan *software hydrognomon* yaitu dengan rentang 0.004% - 0.193 %, di mana dengan curah hujan rencana periode ulang 2 tahun selisih 0.004% dan periode ulang 25 tahun selisih 0.193%. Rekap perbandingan debit banjir hasil perhitungan distribusi secara manual dan menggunakan *software Hydrognomon* dipaparkan pada Tabel 11. Jadi, selisih besar nilai perbandingan debit banjir rencana yang diperoleh dengan hasil perhitungan

curah hujan manual dan *software Hydrognomon* yaitu dengan rentang 0.004% - 0.725 %. dimana dengan debit rencana periode ulang 2 tahun selisih 0.004% dan periode ulang 25 tahun selisih 0.725%.

Tabel 9. Intensitas curah hujan menggunakan data curah hujan *software Hydrognomon*

No	Rt mm	It mm	Q m ³ /dt
2	76.260	6.769	143.713
5	91.830	8.151	173.054
10	99.970	8.874	188.394
25	108.640	9.643	204.733
50	114.250	10.141	215.305
100	119.290	10.589	224.803

Tabel 10. Perbandingan curah hujan rencana cara manual dengan *software Hydrognomon*

No.	T (Tahun)	Curah hujan rencana		Selisih (%)
		Hydrognomon	Manual	
1.	2	76.260	76.263	0.004
2.	5	91.830	91.800	0.033
3.	10	99.970	99.940	0.030
4.	25	108.640	108.850	0.193
5.	50	114.250	114.180	0.061
6.	100	119.290	119.360	0.059

Tabel 11. Perbandingan debit banjir rencana cara manual dengan *Software Hydrognomon*

No.	T (Tahun)	Debit rencana		Selisih (%)
		Hydrognomon	Manual	
1.	2	143.713	143.719	0.004
2.	5	173.054	172.996	0.034
3.	10	188.394	188.331	0.033
4.	25	204.733	203.249	0.725
5.	50	215.305	215.169	0.063
6.	100	224.803	224.928	0.056

4. KESIMPULAN

Pada analisis unit respon hidrologi (HRU), untuk tanah pada DAS Batang Lembang didominasi oleh kedalaman tanah (solum) mencakup horizon A dan B. Sedangkan untuk jenis tanahnya memiliki butiran yang halus. Tanah dengan butiran halus ini dapat mempengaruhi bertambahnya jumlah dan luas HRU, perubahan jenis tanah pada daerah tersebut, juga dapat mengakibatkan terjadinya longsor dan sedimentasi. Untuk kemiringan DAS, pada daerah hulu DAS terdapat perbukitan dengan kemiringan antara 25 - 40% dan ada juga kemiringan > 40%. Hasil selisih perhitungan curah hujan rencana sebesar 0.004% - 0.193 % dan debit banjir rencana 0.004% - 0.725%, yang didapat dari cara manual dan menggunakan *software hydrognomon*.

DAFTAR PUSTAKA

- Andini, N.F., 2017. Pengukuran Debit dan Sedimentasi DAS Batang Lembang Bagian Tengah Kenagarian Selayo Kabupaten Solok. *Jurnal Kepemimpinan dan Pengurusan Sekolah* 2, Pp 133-140.
- Emiyati, A., 2012. Hydrologic response unit (HRU) dan debit aliran daerah aliran Ci Rasea = Hydrologic response unit (HRU) and flow Ci Rasea Watershed [WWW Document]. Universitas Indonesia Library. URL <https://lib.ui.ac.id> (accessed 1.26.24).
- Solok, I.P., 2018. Konsultasi Publik AMDAL Pengendalian Banjir Batang Lembang [WWW Document]. URL <https://infopublik.solokkota.go.id/konsultasi-publik-amdal-pengendalian-banjir-batang-lembang/> (accessed 1.26.24).

- Syofyan, E.R., Saidi, A., Istijono, B., Herdianto, R., 2017. Model Hidrograf Akibat Perubahan Tataguna Lahan DAS Batang Kuranji (Studi Kasus Sub DAS Danau Limau Manis). *JIPR. jurnal. ilm. polirekayasa* 13, 1. <https://doi.org/10.30630/jipr.13.1.46>
- Syofyan, E.R., Saidi, A., Istijono, B., Herdianto, R., 2016. Kajian Model Hidrograf Akibat Perubahan Tataguna Lahan dengan Menggunakan Data Lapangan DAS Batang Air Dingin. *JIPR. jurnal. ilm. polirekayasa* 12, 29. <https://doi.org/10.30630/jipr.12.1.33>