

Original Research

Analisis penelusuran dan penanggulangan banjir sungai Seruyan di Kabupaten Seruyan

*Analysis of tracking and controlling the floods of the Seruyan River in Seruyan District*Iwan Zulianto^{1,2,*}, Noor Syarifuddin Yusuf², Nomeritae³, Herri Redin², Vera Amelia², Misrita⁴¹ Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Seruyan² Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Palangka Raya, Jalan Hendrik Timang Palangka Raya 73111 Kalimantan Tengah, Indonesia³ Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Jalan Hendrik Timang Palangka Raya 73111 Kalimantan Tengah, Indonesia⁴ Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya, Jalan Hendrik Timang Palangka Raya 73111 Kalimantan Tengah, Indonesia

* Korespondensi: Iwan Zulianto (Email: iwanzul@yahoo.co.id)

<https://e-journal.upr.ac.id/index.php/jem><https://doi.org/10.37304/jem.v3i3.7845>

Received: 16 July 2022

Revised: 7 August 2022

Accepted: 10 August 2022

Abstract

In 2020 and 2021, the Seruyan River overflowed its banks due to heavy rainfall and flooding upstream, causing some people to flee their homes. The purpose of this study is to find an effective way to control the flooding of the Seruyan River. Primary data were obtained from field measurements, while secondary data in the form of rainfall data, topographic data, land cover maps, and river geometric data were obtained from government agencies. This study was divided into two phases, namely hydrologic analysis using HEC-HMS 4.10 and hydraulic analysis using HEC-RAS 6.2. The peak flood volume was calculated by synthesizing unit hydrographs using SCS and Snyder method. The unit of analysis is Tanggul Harapan Transmigration Settlement Unit (UPT) in Pematang Limau village in Seruyan Hilir district and Mekar Indah village in Seruyan Hilir Timur district. The simulations with a 50-year return period of rainfall before flood management showed that the area of Tanggul Harapan UPT was 94.96% flooded and the area of Mekar Indah village was 40.72% flooded. Simulation of flood control by constructing a 20,111 m long, 5 m above sea level, 7 m wide dam and 4 flood gates shows a significant change in flood area in the two areas, namely 1.23% in Tanggul Harapan UPT and 0.80% in Mekar Indah village. The simulation results show that flood management by constructing dams can reduce flood area by 93.19% in UPT Tanggul Harapan and 39.92% in Mekar Indah Village.

Keywords

Flood routing, flood controlling, HEC-HMS 4.10, HEC-RAS 6.2

Intisari

Pada tahun 2020 dan 2021, Sungai Seruyan meluap hingga menyebabkan sebagian masyarakat mengungsi. Penelitian bertujuan menemukan cara yang efektif untuk mengendalikan banjir di Sungai Seruyan. Data primer diperoleh dari pengukuran lapangan, sedangkan data sekunder berupa data curah hujan, data topografi, peta tutupan lahan, dan data geometri sungai diperoleh dari instansi pemerintah. Penelitian dibagi menjadi dua tahap, yaitu analisis hidrologi menggunakan HEC-HMS 4.10 dan analisis hidrolik menggunakan HEC-RAS 6.2. Volume banjir puncak dihitung dengan mensintesis hidrograf satuan menggunakan metode SCS dan Snyder. Unit analisisnya adalah Unit Permukiman Transmigrasi (UPT) Tanggul Harapan di desa Pematang Limau di kabupaten Seruyan Hilir dan desa Mekar Indah di kabupaten Seruyan Hilir Timur. Simulasi dengan periode ulang curah hujan 50 tahun sebelum penanganan banjir menunjukkan bahwa wilayah UPT Tanggul Harapan tergenang 94,96% dan wilayah desa Mekar Indah tergenang 40,72%. Simulasi pengendalian banjir dengan membangun bendungan sepanjang 20.111 m, elevasi 5 m dpl, lebar 7 m dan 4 pintu air menunjukkan perubahan luasan banjir yang signifikan di dua wilayah tersebut, yaitu 1,23% di UPT Tanggul Harapan dan 0,80% di Mekar Indah. Desa. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penanganan banjir dengan membangun bendungan dapat mengurangi luasan banjir sebesar 93,19% di UPT Tanggul Harapan dan 39,92% di Desa Mekar Indah.

Kata kunci

Penelusuran banjir, penanggulangan banjir, HEC-HMS 4.10, HEC-RAS 6.2

1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan peristiwa hidrologi yang terkadang sulit diprediksi waktu kejadiannya dan sering mendatangkan kerugian. Peristiwa banjir banyak terjadi akibat luapan air dari sebuah sungai. Banjir yang terjadi di UPT. Tanggul Harapan Desa Pematang Limau dan Desa Mekar Indah di kabupaten Seruyan, Kalimantan Tengah disebabkan oleh luapan sungai Seruyan, akibat hujan deras dan banjir kiriman dari hulu (Kalteng Today, 2020a). Menurut Suripin (2003) Banjir adalah suatu kondisi di mana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya. Banjir terjadi disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu faktor alam dan faktor manusia. Salah satu faktor alam penyebab banjir adalah tingginya intensitas hujan yang terjadi pada suatu wilayah tertentu. Hujan pada wilayah tersebut bertransformasi menjadi aliran yang dalam pergerakannya mempengaruhi wilayah pada bagian hilirnya yaitu dalam bentuk banjir bandang atau banjir kiriman

Kabupaten Seruyan 2 (dua) tahun berturut-turut mengalami banjir. Pada pertengahan tahun 2020 terjadi banjir yang merupakan banjir terparah dalam 30 tahun terakhir (Triwibowo, 2020b). Sebagian besar kecamatan di Kabupaten Seruyan terdampak banjir, termasuk jalan nasional yakni Jalan Sudirman Km 122 Desa Asam baru kecamatan Danau Seluluk tergenang banjir (Redaksi, 2020b). Saat musibah banjir masyarakat di UPT. Tanggul Harapan harus mengungsi dari rumahnya karena rumahnya tergenang banjir, dan pihak Pemerintah Kabupaten Seruyan menyediakan tempat penampungan di tepi jalan Kabupaten (Triwibowo, 2020a). Berdasarkan hasil wawancara dengan masyarakat setempat untuk banjir pada tahun 2020 terjadi cukup lama hampir 4 bulan yakni dari bulan September 2020 hingga awal Januari 2021. Pada pertengahan tahun 2021 di Kabupaten Seruyan terjadi banjir lagi yang menggenangi 7 kecamatan, dimana sebagian besar desa-desa yang berada di tepi bantaran sungai Seruyan terendam banjir (Permana, 2021), selain menggenangi pemukiman masyarakat, banjir juga menggenangi lahan pertanian di UPT. Tanggul Harapan yang mengakibatkan terjadinya gagal tanam. Oleh karena itu banjir yang terjadi sangat mempengaruhi kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat. Sebagai upaya untuk percepatan penanganan banjir serta meringankan beban hidup masyarakat Pemerintah Kabupaten Seruyan menerbitkan SK. Tanggap Darurat Banjir, juga memberikan bantuan bagi masyarakat terdampak banjir di UPT. Tanggul Harapan (Prokalteng, 2021).

Menurut Soemarto (1987) penelusuran banjir adalah merupakan peramalan hidrograf di suatu titik pada suatu aliran atau bagian sungai yang didasarkan atas pengamatan hidrograf di titik lain. Hidrograf banjir dapat ditelusur lewat palung sungai atau lewat waduk. Penelusuran banjir (*flood routing*) bertujuan untuk memprediksi besaran debit *outflownya* serta prediksi waktu banjir yang akan terjadi di daerah hilir sungai dengan menggunakan data aliran ma-

suk dari daerah hulu. Hasil penelusuran banjir tersebut digunakan untuk upaya teknis dalam rangka antisipasi dini sebelum terjadinya banjir misal dengan cara normalisasi sungai atau dengan membangun struktur pengendali banjir dan lain sebagainya.

Metode Hidrologi yang digunakan menganalisis debit sungai untuk prakiraan debit banjir rencana adalah metode hidrograf satuan. Menurut Harto (1993), hidrograf satuan merupakan hidrograf limpasan langsung (*direct run off hydrograph*) yang dihasilkan hujan secara merata diseluruh DAS dan dengan insentitas tetap, dalam satu satuan waktu yang ditetapkan. Hidrograf satuan tersebut dapat dibuat apabila tersedia data seperti rekaman *Automatic Water Level Recorder* (AWLR), data *Automatic Rain Recorder* (ARR), data curah hujan harian, dan data hujan jam-jaman. Akan tetapi data-data tersebut tidak selalu tersedia, untuk itu dikembangkan metode hidrograf satuan sintetis untuk mengatasi masalah tersebut. Menurut Harto (1993) Satuan Sintetis (HSS) Hidrograf banjir dapat dilakukan dengan banyak metode. Diantaranya, metode HSS Nakayasu, HSS Gamma I, HSS Snyder, HSS Limantara, dan HSS SCS, untuk penelitian ini menggunakan HSS SCS dan HSS Snyder memakai aplikasi HEC-HMS 4.10. sedangkan untuk penelusuran banjir nya memakai aplikasi HEC-RAS 6.2.

Menurut Istiarto (2010) HEC-HMS adalah aplikasi untuk menghitung transformasi hujan dan proses *routing* pada suatu sistem DAS. Aplikasi ini dapat digunakan untuk menghitung volume *runoff*, *direct runoff*, *baseflow* dan *channel flow*. Aplikasi ini dikembangkan oleh *Hydrologic Engineering Centre* (HEC) dari *US Army Corps of Engineers*. Sedangkan untuk analisis hidrolika memakai Aplikasi HEC-RAS 6.2, HEC-RAS adalah program aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai, *River Analysis system* (RAS) yang dibuat oleh *Hydrologic Engineering Center* (HEC). HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen. HEC-HMS dan HEC-RAS dalam bahasa sederhana, HEC-HMS adalah *tool* untuk mengubah data (curah) hujan yang turun di DAS menjadi debit aliran (*runoff*) yang keluar dari DAS tersebut, sedangkan apabila ingin mengetahui perjalanan aliran banjir tersebut di sungai, maka memakai HEC-RAS. Jadi, HEC-HMS dipakai untuk menghitung debit berdasarkan data hujan, sedangkan HEC-RAS dipakai untuk menghitung muka air di sepanjang alur sungai berdasarkan masukan debit. Artinya, HEC-HMS memberikan debit banjir di titik kontrol DAS, sedangkan HEC-RAS memberikan informasi muka air banjir di sungai (Istiarto, 2014).

Berdasarkan hal tersebut, penelusuran banjir di Sungai Seruyan yang mempunyai panjang 350 km (BPS Seruyan, 2022), perlu dilakukan untuk mendapatkan solusi agar banjir yang terjadi di UPT Tanggul Harapan dan Desa Mekar Indah dapat ditanggulangi/ direduksi. Penelitian terkait penelusuran banjir dan analisis hidrologi maupun hidrolika yang dilakukan di daerah lain telah dilakukan oleh Budiyanto (2017), Ikhsan et al. (2018), Anto et al. (2019), Noviandini & Erwanto (2020), Maulana et al. (2017), Maulana et al. (2015) dan Munajad & Suprayogi (2015).

Penelitian ini bertujuan kajian menganalisis dan mensimulasikan limpasan banjir secara 2D dengan menggunakan model HEC-RAS 6.2. Kami juga merumuskan pengendalian yang efektif untuk banjir yang terjadi pada Sungai Seruyan di Desa Mekar Indah Kecamatan Seruyan Hilir Timur dan UPT. Tanggul Harapan Desa Pematang Limau Kecamatan Seruyan Hilir.

2. METODOLOGI

2.1 Lokasi Penelitian dan Data

Penelitian ini dilaksanakan di dua lokasi. Lokasi pertama adalah Unit Permukiman Transmigrasi (UPT) Tanggul Harapan Desa Pematang Limau Kecamatan Seruyan Hilir yang terletak di koordinat $-3^{\circ}12'24.906''$ S $112^{\circ}27'31.164''$ E. Desa ini berpenduduk sebanyak 1.090 jiwa yang terdiri dari 302 KK (Pemerintah Desa Pematang Limau, 2022). Lokasi kedua adalah Desa Mekar Indah Kecamatan Seruyan Hilir

Timur terletak pada koordinat $-3^{\circ}13'6''$ S $112^{\circ}29'47''$ E, dengan jumlah penduduk 1252 jiwa dan 321 KK (Pemerintah Desa Mekar Indah, 2022). Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2021 sampai dengan Juni 2022. Lokasi penelitian ini disajikan pada Gambar 1.

Berdasarkan data BPBD Kabupaten Seruyan tahun 2022 di UPT. Tanggul Harapan Desa Pematang Limau dan Desa Mekar Indah pada tahun 2021 terjadi banjir, dan pada tahun 2020 masyarakat di UPT Tanggul Harapan sampai mengungsi akibat banjir besar pada tahun 2020 (Triwibowo, 2020b).

Data-data sekeunder yang diperlukan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

2.2 Cara Kerja

1. Survei Lapangan

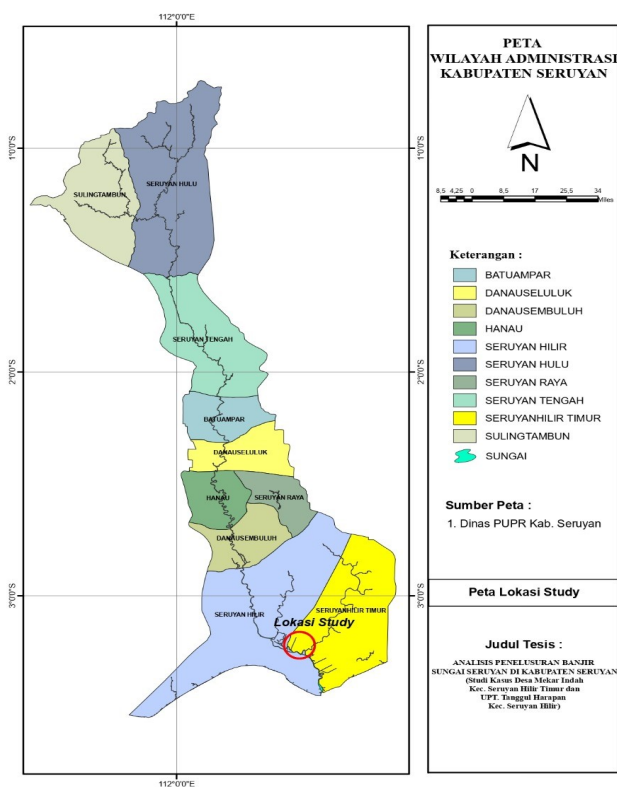
Survei lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi saat banjir dilokasi penelitian yaitu di UPT. Tanggul Harapan Desa Pematang Limau Kecamatan Seruyan Hilir dan Desa Mekar Indah Kecamatan Seruyan Hilir Timur, yaitu dengan melihat daerah yang paling terdampak banjir juga meminta informasi dari masyarakat dilokasi penelitian
2. Pengumpulan Data

Untuk memudahkan pengumpulan dan pengolahan data, data dikelompokkan 3 bagian sebagai berikut:

 - a. Data Primer

Data Primer adalah data yang didapatkan dari pengamatan dan peninjauan langsung di lapangan. Data Primer juga diperoleh dari wawancara dengan masyarakat atau para pihak yang mengetahui DAS Seruyan dan banjir di UPT. Tanggul Harapan dan Desa Mekar Indah
 - b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dengan mencari informasi di instansi pemerintah atau lembaga-lembaga yang dapat memberikan informasi untuk penyusunan penelitian ini. Data sekunder merupakan arsip lama maupun data kondisi terbaru. Data sekunder untuk analisis penelusuran dan penanggulangan banjir Sungai Seruyan antara lain: data curah hujan, peta DAS Seruyan, data topografi (peta DEM), peta tutupan lahan, peta jenis tanah DAS Seruyan, data tinggi muka air pos duga Kuala Pembuang, peta lokasi stasiun hujan yang terdekat dengan DAS Seruyan.



Gambar 1 Lokasi penelitian

Tabel 1 Data yang diperlukan dalam penelitian

No	Data yang Diperlukan	Panjang Data	Lokasi	Sumber Data
1	Data curah hujan	10 tahun	Kabupaten Seruyan	Kementerian PUPR/ BMKG
2	Delinasi DAS Seruyan dari Data Topografi (DTM)		Sungai Seruyan	DEMNAS dan ALOS PALSAR
3	Peta tutupan lahan		Sungai Seruyan	Kementerian LH dan Kehutanan
4	Data geometrik sungai		Sungai Seruyan	Dinas PUPR/ BWS Kalimantan II
5	Data kedalaman aliran		Sungai Seruyan	Pengukuran di lapangan

- c. Data Pendukung
Data pendukung adalah data tambahan yang dapat mendukung untuk penyusunan penelitian ini, data pendukung dalam penelitian ini antara lain data kependudukan dan data administrasi pemerintahan.
3. Analisis Data
Pada tahap ini setelah semua data diperoleh langkah selanjutnya dilaksanakan analisis data, pada penelitian ini untuk analisis hidrologi memakai aplikasi HEC-HMS 4.10 sedangkan analisis hidrolika memakai aplikasi HEC-RAS 6.2, berikut dibawah ini uraian analisis dari 2 proses tersebut.
- a. Analisis Hidrologi
Untuk analisis hidrologi memakai aplikasi HEC-HMS 4.10, data yang dianalisis pertama adalah data curah hujan, untuk data curah hujan pada penelitian ini didapat melalui website BMKG dan website hidrologi Ditjen Sumber Daya Air Kementerian PUPR. Data curah hujan selama 10 tahun ke belakang dari tahun 2012 sampai dengan 2021, untuk analisis curah hujan memakai metode *polygon thiessen*, untuk uji konsistensi data pada penelitian ini menggunakan metode *Rescaled Adjusted Partial (RAPS)*, sedangkan untuk analisis uji kesesuaian distribusi frekwensi menggunakan 2 metode, yakni uji chi kuadrat dan uji smirnov Kolmogorov. pada tahap selanjutnya menghitung distribusi hujan, pada penelitian ini menggunakan rumus mononobe dan frekwensi sebaran hujan yang dipakai adalah 6 jam. Untuk perhitungan debit rancangan menggunakan 2 metode sebagai pembanding yaitu metode SCS dan metode *snyder*, dari 2 metode ini yang paling besar nilai debit rancangannya yang dipakai sebagai perhitungan hidroliknya. Pada penelitian ini dilakukan kalibrasi antara pemodelan di HEC-HMS 4.10 dengan hasil debit observasi, ini berguna agar pemodelan yang dibuat di HEC-HMS 4.10 mendekati dengan keadaan dilapangan.
- b. Analisis Hidrolika
Analisis penelusuran banjir (*flood routing*) pada penelitian ini menggunakan HEC-RAS 6.2, data yang perlukan untuk proses ini antara lain data topografi (*terrain*), data geometri dan kondisi batas dan data kekasaran mannings.
4. Penanganan Banjir
Setelah dilaksanakan running program HEC-RAS 6.2 akan diketahui luasan genangan dan tinggi banjir di lokasi penelitian yakni di UPT. Tanggul Harapan dan Desa Mekar Indah, lalu dibuat lagi simulasi penanganan banjir dengan beberapa alternatif penanggulangan banjir, dimana dari beberapa alternatif tersebut dipilih yang paling besar dapat mereduksi banjir yang dipilih sebagai kesimpulan pada penelitian ini.

3. HASIL

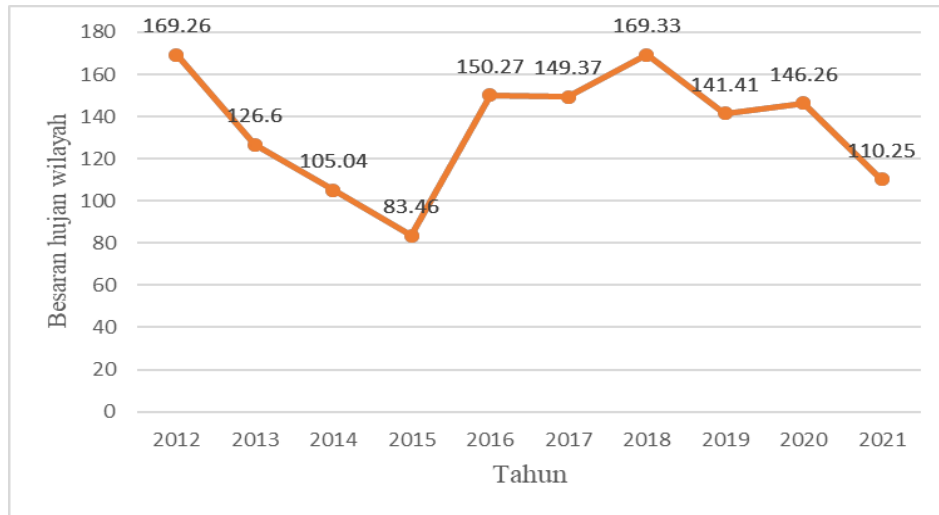
3.1 Analisis Hidrologi

3.1.1 Pengumpulan dan analisis Data Curah Hujan

Data Curah Hujan diambil melalui website BMKG dan Website data Hidrologi Kementerian PUPR. Data curah hujan untuk penelitian ini selama 10 tahun kebelakang dari tahun 2012 sampai dengan 2021. Curah hujan dianalisis menggunakan metode *Polygon Thiessen*. Tabel 2 menyajikan data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun dan Koefisien Thiessennya. Akumulasi curah hujan pada lokasi penelitian disajikan pada Gambar 2.

Tabel 2 Curah hujan harian maksimum pada masing-masing stasiun

Stasiun Hujan	Koef. Thiessen	Tahun									
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
STA Asam Baru	0.176	184	123	135	79	111	174	169	151	130	120
STA Baung	0.2177	172	104	84	78	163	148	186	134	176	96
STA Beringin Agung	0.0015	171	123	140	143	165	185	167	176	114	124
STA Kuala Pembuang	0.1043	180	124	74	94	182	103	140	156	171	143
STA Meteorologi H Asan	0.0167	125	103	162	124	166	116	164	153.2	100.2	153
STA Meteorologi Iskandar	0	173	146	68	82	122	124	183	100.1	108.4	137.8
STA Nanga Bulik	0	110	167	162	74	98	108	176	107	164	131
STA Nanga Ella Hilir	0.1677	138	96	94	70	138	121	174	183	102	100
STA Rantau Pulut	0.3126	175	163	116	91	159	169	166	113	152	107
STA Semitau	0.0035	133	120	95	86	115	128	122	158	218	102
Hujan Wilayah		169.26	126.60	105.04	83.46	150.27	149.37	169.33	141.41	146.26	110.25



Gambar 2 Grafik curah hujan wilayah DAS Seruyan

Data curah hujan harian maksimum diambil dari data curah hujan harian selama 10 tahun dari masing-masing stasiun pos hujan dari tahun 2012 sampai dengan 2021, dari data curah hujan maksimum masing-masing stasiun curah hujan tersebut dikalikan dengan koefisien *Thiessen*, hasilnya dapat dilihat dari Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 hujan wilayah maksimum 3 tahun tertinggi terjadi tahun 2018 sebesar 169.33 mm, tahun 2012 sebesar 169.26 mm dan 2016 sebesar 150.27 mm.

3.1.2 Menghitung Parameter Statistik Hujan Wilayah DAS Seruyan

Berdasarkan data curah hujan wilayah pada Tabel 2, dilakukan perhitungan parameter statistik untuk mengetahui jenis distribusi yang sesuai. Hasil perhitungan parameter statistik disajikan dalam Tabel 3.

Berdasarkan hasil uji parameter statistik pada Tabel 3 diketahui bahwa nilai koefisien skewness (C_s) dan koefisien kurtosis (C_k) dibandingkan dengan persyaratan masing-masing jenis distribusi yakni Normal, Gumbel, Log Pearson III dan Log Normal (Triatmodjo, 2008), maka yang memenuhi adalah Log pearson III.

3.1.3 Menghitung Uji Konsistensi Data Curah Hujan dengan Metode RAPS

Uji Konsistensi data hujan wilayah dilaksanakan untuk mengetahui konsisten (pangguh) atau tidaknya suatu data. Untuk penelitian ini menggunakan metode RAPS. Dalam RAPS apabila hasil yang dihitung diperoleh lebih kecil dari nilai kritik untuk tahun dan *confidence level* sesuai, maka data dinyatakan konsisten (pangguh). Hasil uji konsistensi curah hujan di lokasi penelitian disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3 Parameter statistik hujan wilayah DAS Seruyan

m	P = m/(n+1)	Tahun	Hujan (mm)	Log Hujan (mm)	Ln Hujan (mm)
1	0.091	2018	169.33	2.23	5.132
2	0.182	2012	169.26	2.23	5.131
3	0.273	2016	150.27	2.18	5.012
4	0.364	2017	149.37	2.17	5.006
5	0.455	2020	146.26	2.17	4.985
6	0.545	2019	141.41	2.15	4.952
7	0.636	2013	126.60	2.10	4.841
8	0.727	2021	110.25	2.04	4.703
9	0.818	2014	105.04	2.02	4.654
10	0.909	2015	83.46	1.92	4.424

Keterangan:				
Jumlah Data (n) =	10	10	10	
Nilai Rerata (Mean) =	135.12	2.12	4.88	
Standar Deviasi (Sd) =	28.28	0.10	0.23	
Koefisien Skewness (C_s) =	-0.57	-0.94	-0.94	
Koefisien Kurtosis (C_k) =	-0.53	0.24	0.24	
Koefisien Variasi (C_v) =	0.21	0.05	0.05	
Nilai Tengah =	143.83	2.16	4.97	

Tabel 4 Uji konsistensi data curah hujan wilayah dengan metode RAPS

No	Hujan	Sk*	[Sk*]	Dy2	Sk**	[Sk**]
1	169.33	34.20	34.20	116.98	1.27	1.27
2	169.26	34.14	34.14	116.52	1.27	1.27
3	150.27	15.15	15.15	22.95	0.56	0.56
4	149.37	14.25	14.25	20.30	0.53	0.53
5	146.26	11.13	11.13	12.40	0.42	0.42
6	141.41	6.28	6.28	3.95	0.23	0.23
7	126.60	-8.52	8.52	7.27	-0.32	0.32
8	110.25	-24.87	24.87	61.87	-0.93	0.93
9	105.04	-30.09	30.09	90.52	-1.12	1.12
10	83.46	-51.66	51.66	266.91	-1.93	1.93

Keterangan:

n	=	10.00				
Dy	=	26.83				
Sk**max	=	1.27				
Sk**min	=	-1.93				
Q = [Sk**maks]	=	1.93				
R = Sk**maks - Sk**min	=	3.20				
Q/ √n	=	0.61	< p90% =	1.05	Konsisten	
R/ √n	=	1.01	< p90% =	1.21	Konsisten	

Pengujian konsistensi dengan menggunakan data dari stasiun itu sendiri yaitu pengujian dengan kumulatif penyimpangan terhadap nilai rata-rata dibagi dengan akar kumulatif rerata penyimpangan kuadrat terhadap nilai reratanya, lebih jelas lagi bisa dilihat pada rumus, nilai statistik Q dan R:

$$Q = \max \frac{1}{2} S_k^{**} - \frac{1}{2} \text{ untuk } 0 \leq k \leq n$$

$$R = \max S_k^{**} - \min S_k^{**}$$

Dengan melihat nilai statistik diatas maka dapat dicari nilai Q/Ön dan R/Ön. Hasil yang didapat dibandingkan dengan nilai Q/Ön syarat dan R/Ön syarat. Jika lebih kecil maka data masih dalam batasan konsisten. Nilai Q/n^{0.5} dan R/n^{0.5} ditampilkan pada Tabel 5.

Berdasarkan hasil analisis nilai Q/√n dan R/√n di Tabel 4, diketahui bahwa data hujan wilayah termasuk konsisten karena nilainya lebih kecil dari yang dipersyaratkan dalam tabel 5.

3.1.4 Melakukan Pemeriksaan Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Untuk mengetahui data curah hujan tersebut sesuai dengan sebaran teoritis yang dipilih maka perlu di lakukan pengujian lebih lanjut. Untuk analisis uji kesesuaian memakai metode Uji Chi Square dan Uji Smirnov-Kolmogorof. Hasil uji chi kuadrat dan uji Smirnov Kolmogorof ditampilkan pada Tabel 6 dan Tabel 7. Uji kesesuaian distribusi frekwensi Uji Chi-Kuadrat dianalisis dengan Metode Normal, Metode Log Normal, Metode Gumbel dan Metode Log Pearson III, dari ke 4 metode tersebut akan diketahui metode yang terbaik untuk Uji Chi Kuad-

Tabel 5 Nilai Q/n^{0.5} dan R/n^{0.5}

N	Q/n ^{0.5}			R/n ^{0.5}		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1.05	1.14	1.29	1.21	1.28	1.38
20	1.10	1.22	1.42	1.34	1.43	1.60
30	1.12	1.24	1.48	1.40	1.50	1.70
40	1.14	1.27	1.52	1.44	1.55	1.78
100	1.17	1.29	1.55	1.50	1.62	1.85
	1.22	1.36	1.63	1.62	1.75	2.00

Sumber: Harto (1993:168)

Tabel 6 Uji Chi - Square Metode Gumbel

Interval	Ef	Of	Ef - Of	(Ef-Of)2 / Ef
> 149.868	2.50	3.00	0.50	0.10
130.479-149.868	2.50	3.00	0.50	0.10
115.197-130.479	2.50	1.00	1.50	0.90
<115.197	2.50	3.00	0.50	0.10
Jumlah Data		10.00		
Distribusi GUMBEL Diterima			Chi-Kuadrat =	1.200
			DK =	1.000
			Chi-Kritik =	3.841

Tabel 7 Uji Kecocokan Distribusi Smirnov-Kolmogorov DAS Seruyan

m	Hujan (mm)	P = m/(N+1)	NORMAL		LOG-NORMAL		GUMBEL		LOG-PEARSON III	
			P(x >= Xm)	Do	P(x >= Xm)	Do	P(x >= Xm)	Do	P(x >= Xm)	Do
1	169.33	0.091	0.113	0.022	0.140	0.049	0.112	0.021	0.111	0.020
2	169.26	0.182	0.114	0.068	0.140	0.041	0.112	0.069	0.112	0.070
3	150.27	0.273	0.302	0.029	0.293	0.020	0.251	0.022	0.334	0.061
4	149.37	0.364	0.313	0.050	0.303	0.061	0.260	0.104	0.346	0.018
5	146.26	0.455	0.354	0.100	0.336	0.118	0.294	0.161	0.389	0.065
6	141.41	0.545	0.421	0.124	0.393	0.152	0.353	0.192	0.457	0.088
7	126.60	0.636	0.632	0.004	0.589	0.047	0.580	0.057	0.653	0.017
8	118.39	0.727	0.738	0.010	0.701	0.026	0.719	0.008	0.746	0.019
9	105.04	0.818	0.869	0.050	0.856	0.038	0.906	0.088	0.861	0.043
10	83.46	0.909	0.971	0.062	0.982	0.073	0.998	0.089	0.962	0.053
DKritik=	0.369			0.124		0.152		0.192		0.088
				Diterima		Diterima		Diterima		Diterima

Ket : m = Peringkat
 P = Peluang di lapangan
 Do = Selisih peluang lapangan dengan peluang teoritis

rat, untuk Uji Chi Kuadrat pada penelitian ini metode terbaiknya Metode Gumbel karena nilai Chi kuadrat nya paling kecil diantara metode yang lain, oleh karena itu hanya metode Gumbel yang ditampilkan pada penelitian ini.

Uji Smirnov-Kolmogorof digunakan untuk menguji simpangan secara horisontal antara distribusi empiris dan distribusi teoritis. Dari *plotting* data hujan/debit pada kertas distribusi dapat dihitung besarnya penyimpangan secara horisontal antara data teoritis dan data pengamatan (Harto, 1993):

$$|P_{(T)} - P_{(E)}| > \Delta_{cr}$$

$$P_{(E)} = \frac{m}{n + 1} \text{ (Metode Weibull)}$$

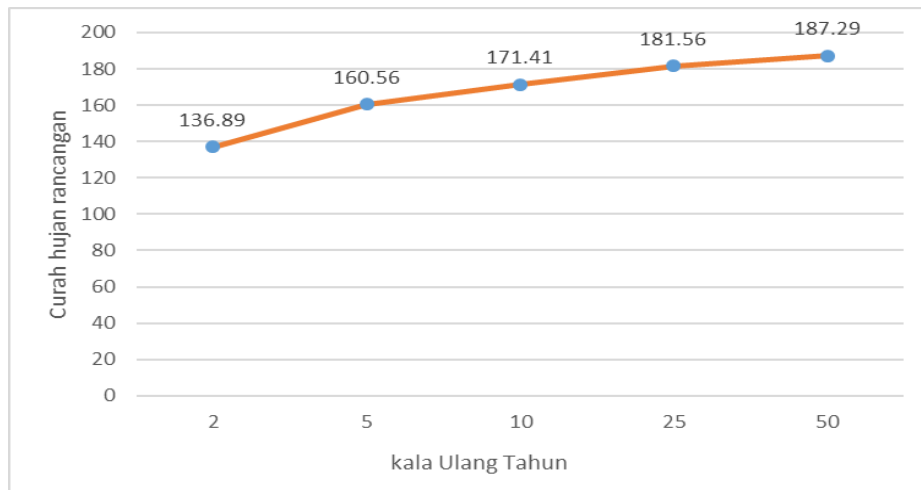
dimana $P_{(T)}$ adalah peluang teoritik, $P_{(E)}$ adalah peluang empiris dengan metode Weibull, dan Δ_{cr} adalah simpangan kritis.

Penyimpangan tersebut kemudian dibandingkan dengan penyimpangan kritis yang masih diijinkan (cr) yang

mana pada studi ini digunakan nilai kritis (*level of significance*) = 5%. Apabila $\Delta_{max} < \Delta_{cr}$ berarti distribusi frekuensi tersebut dapat diterapkan untuk semua data yang ada. berdasarkan Uji Smirnov-Kolmogorov. Distribusi yang terbaik LOG-PEARSON III dengan Nilai Delta Maksimum = 0.088 dan Nilai DKritik = 0.369 dari kedua metode tersebut untuk priode ulang harian yang digunakan sebagai rancangan adalah metode Log-PEARSON III.

3.1.5 Menghitung Hujan Rancangan kala ulang 2, 5, 10, 25 dan 50 Tahun

Hasil analisis hujan rancangan kala ulang 2, 5, 10, 25 dan 50 ditampilkan pada Gambar 3. Curah hujan rancangan adalah curah hujan terbesar tahunan dengan suatu kemungkinan disamai atau dilampaui, atau hujan yang terjadi akan disamai atau dilampaui pada periode ulang tertentu. Metode analisis hujan rancangan tersebut pemilihannya sangat tergantung dari kesesuaian parameter statistik dari data yang ada, untuk penelitian ini berdasarkan analisis uji kesesuaian distribusi frekwensi yang terbaik metode Log Pearson III, maka untuk



Gambar 3 Hasil analisis hujan rancangan kala ulang 2, 5, 10, 25 dan 50

menghitung kala ulang hujan rancangan memakai metode Log Pearson III.

3.1.6 Menghitung Debit banjir rancangan menggunakan 2 metode yaitu Metode SCS dan Metode Snyder dengan HEC-HMS

Untuk mentransformasi curah hujan rancangan menjadi debit banjir rancangan diperlukan curah hujan jam-jaman dengan interval tertentu. Prosentase distribusi hujan yang terjadi dihitung dengan Rumus Mononobe (Soemarto, 1987) sebagai berikut:

$$R_t = \frac{R_{24}}{t} \left(\frac{t}{T} \right)^{2/3}$$

$$R_t = t \cdot R_T - (t - 1) \cdot R_{t-1}$$

Dimana:

- R_T = Curah hujan rancangan (mm/jam)
- R_t = Intensitas curah hujan dalam T jam (mm/jam)
- T = Waktu mulai hujan hingga jam ke T (jam)
- R_{24} = Curah hujan efektif dalam 24 jam (mm)
- t = Waktu konsentrasi hujan (jam)

Pada umumnya data hujan yang tersedia pada suatu stasiun meteorologi adalah data hujan harian, artinya data yang tercatat secara kumulatif selama 24 jam. Konsentrasi Sebaran hujan di Indonesia berkisar antara 4-12 jam. Untuk penelitian ini frekuensi sebaran hujan yang dipakai adalah 6 jam. Berdasarkan analisis debit rancangan metode SCS dan metode Snyder ditampilkan pada Tabel 8.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 38 Tahun 2011 Pasal 42 tentang Sungai, debit banjir yang digunakan untuk perencanaan pengendalian banjir adalah kala ulang 50 Tahun (Pemerintah Republik Indonesia, 2011), maka berdasarkan hasil perhitungan antara HSS metode SCS dan Metode Snyder yang akan digunakan untuk analisis penelusuran banjir di lokasi penelitian adalah metode SCS, karena hasil analisis debit banjir lebih besar dari pada metode Snyder.

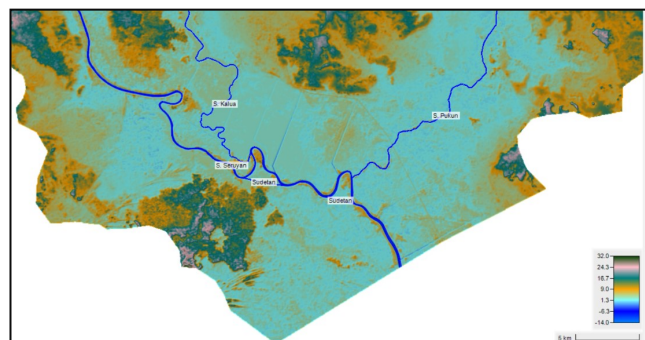
Tabel 8 Rekapitulasi perhitungan debit rancangan

Kala Ulang	Metode SCS (m ³ /detik)	Metode Snyder (m ³ /detik)
2	1864.43	1815.02
5	2491.54	2418.01
10	2763.94	2688.70
25	3018.74	2936.05
50	3163.94	3077.38

3.2 Analisis Hidrolika

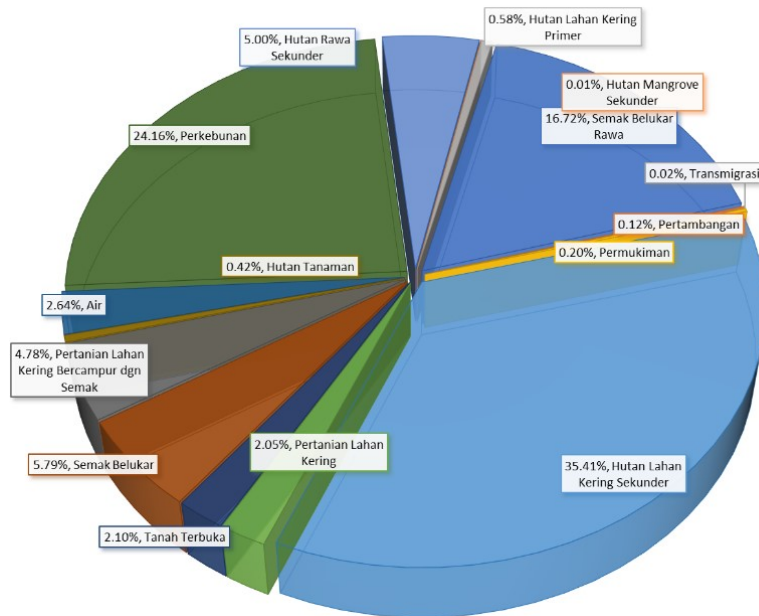
3.2.1 Input data ke HEC-RAS 6.2

Analisa didahului dengan membuat peta Sungai Seruyan dan lokasi studi kasus di HEC-RAS yang akan dibuat untuk simulasi, peta ini digunakan untuk memudahkan dalam menggambar alur sungai, sehingga didapatkan hasil yang skalatis dan sesuai dengan keadaan aslinya. Selanjutnya memasukkan data topografi (*terrain*), data ini berasal dari DEMNAS. DEMNAS merupakan salah satu produk dari Badan Informasi Geospasial untuk melayani ketersediaan data elevasi di Indonesia. Gambar peta topografi ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Input topografi (*Terrain Model*) HEC RAS

Setelah data topografi, selanjutnya input data geometri dan kondisi batas, untuk sungai seruyan merupakan aliran



Gambar 5 Jenis tutupan lahan

tak permanen atau aliran *unsteady flow* maka untuk memasukkan data debit rencana menggunakan menu *unsteady flow*. Untuk debit rencana ada 3 debit yang dimasukkan antara lain data debit Q_{50th} DAS Seruyan= 3060.19 m³/dt, debit Q_{50th} DAS Kalua= 339.43 m³/dt dan debit Q_{50th} DAS Pukun= 438.89 m³/dt. Langkah selanjutnya Untuk geometri 2D area, dalam penelitian ini dipertimbangkan pengaruh nilai kekasaran permukaan Manning dalam perhitungan aliran permukaan (*overland flow*) yang nilainya ditetapkan berdasarkan jenis tutupan lahan seperti yang diberikan dalam Gambar 5 dan Tabel 9.

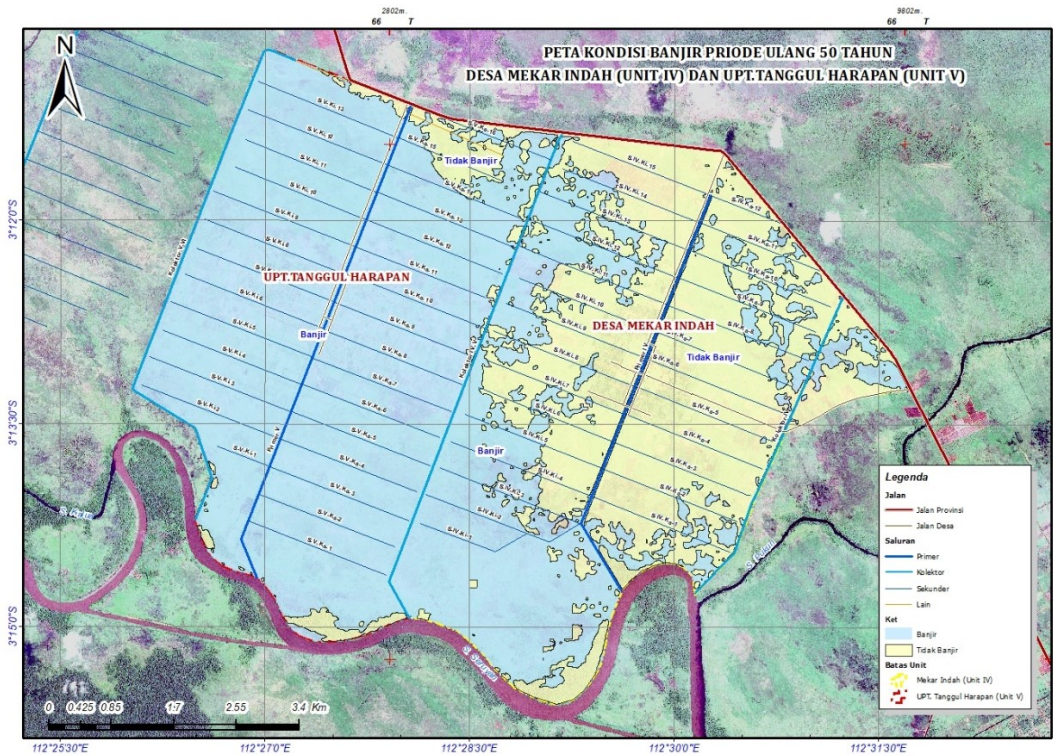
3.2.2 Simulasi Aliran 2D Sebelum ada Penanganan

Untuk analisis penelusuran banjir dalam penelitian ini menggunakan HEC-RAS 6.2. Berdasarkan simulasi tersebut di UPT. Tanggul Harapan luasan banjir mencapai 2540.99 Ha atau 94.42 % dan di Desa Mekar Indah luasan banjir mencapai 1189.13 Ha atau 40.72%, kedalaman banjir bervariasi antara 0 – 3,1 m, dengan elevasi muka air banjir tertinggi 3.56 m dpl, berikut dibawah ini gambar luasan banjir di UPT. Tanggul Harapan maupun di Desa mekar Indah. Luasan banjir sebelum ada penanggulangan banjir ditampilkan pada Gambar 6.

Tabel 9 Nilai CN dan Koefisien Manning's berdasarkan tutupan lahan

Tutupan lahan	Klas Hidrologi Tanah				Manning's
	A	B	C	D	
Pertanian Lahan Kering Bercampur dgn Semak	66	77	85	89	0.1
Pertanian Lahan Kering	66	77	85	89	0.1
Perkebunan	57	73	82	86	0.4
Hutan Rawa Sekunder	98	98	98	98	0.05
Tanah Terbuka	66	77	85	89	0.2
Semak Belukar	73	67	77	83	0.07
Hutan Mangrove Sekunder	98	98	98	98	0.05
Pertambangan	72	82	87	89	0.1
Permukiman	57	75	83	87	0.6
Hutan Tanaman	57	73	82	86	0.1
Transmigrasi	61	75	83	87	0.6
Hutan Lahan Kering Primer	61	73	82	86	0.1
Semak Belukar Rawa	73	82.5	87.5	90.5	0.06
Hutan Lahan Kering Sekunder	57	73	82	86	0.1
Air	100	100	100	100	0.035

Sumber: Manual HEC HMS (USDA NRCS, 2005, National Engineering Handbook)



Gambar 6 Luasan banjir pada UPT. Tanggul Harapan dan Desa Mekar Indah

Gambar 6 menyajikan luasan banjir di lokasi penelitian sebelum dilakukan penanggulangan banjir. Berdasarkan simulasi memakai aplikasi HEC-RAS 6.2 diketahui bahwa air banjir datang dari sebelah kolektor Seruyan V-VI merupakan air yang membuat UPT. Tanggul harapan banjir. Justru air dari muara sungai Seruyan tidak begitu signifikan terhadap banjir.

3.2.3 Simulasi Aliran 2D Setelah ada Penanganan

Setelah hasil simulasi banjir kala ulang 50 tahun diketahui antara lain luas genangan juga tinggi genangan. Selanjutnya dilakukan simulasi rencana penanggulangan banjir di UPT. Tanggul Harapan Desa Pematang Limau Kecamatan Seruyan Hilir dan Desa Mekar Indah Kecamatan Seruyan Hilir Timur. Untuk itu dibuat beberapa alternatif dengan 3 simulasi sebagai berikut.

1) Alternatif 1 Pembuatan Tanggul di Saluran Kolektor DIR. Seruyan V-VI

Untuk penanganan banjir, alternatif 1 yaitu dengan membuat Tanggul banjir di Saluran kolektor saluran Se-

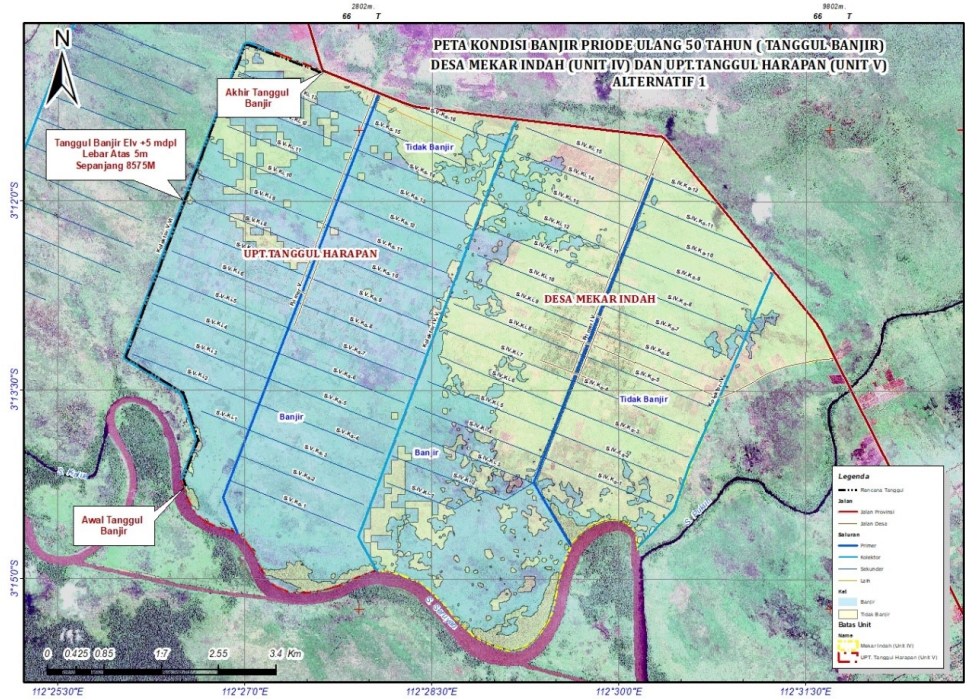
ruyan V-VI sepanjang 8.575 m, untuk luasan banjir ditampilkan pada Tabel 10. Sedangkan untuk Peta luasan banjir dan rencana pembuatan tanggul alternatif 1 ditampilkan pada Gambar 7.

Simulasi penanganan alternatif 1 yaitu pembuatan tanggul di saluran kolektor Seruyan V-VI. Pada simulasi 1 ini penanganan hanya membuat tanggul di saluran Kolektor ditunjukkan garis warna hitam pada Gambar 7. Hasilnya cukup kecil sekali dapat mereduksi/mengurangi kondisi banjir, yakni hanya 8,71% di UPT. Tanggul Harapan dan 12,94% di Desa Mekar Indah. Berdasarkan simulasi banjir dengan HEC-RAS 6.2 air masih bisa masuk dari muara sungai seruyan dengan debit yang besar, karena air dari sebelah saluran kolektor yang akan ke UPT. Tanggul Harapan tertahan Tanggul Banjir turun ke sungai menjadi satu dengan air Sungai Seruyan dan masuk lagi melalui muara ke wilayah UPT. Tanggul Harapan dan Desa Mekar Indah.

2) Alternatif 2 Pembuatan Tanggul sepanjang 20.111 m dan 4 Pintu Air Dibangun Di Dekat Permukiman Warga

Tabel 10 Luasan banjir setelah Penanganan Alternatif 1

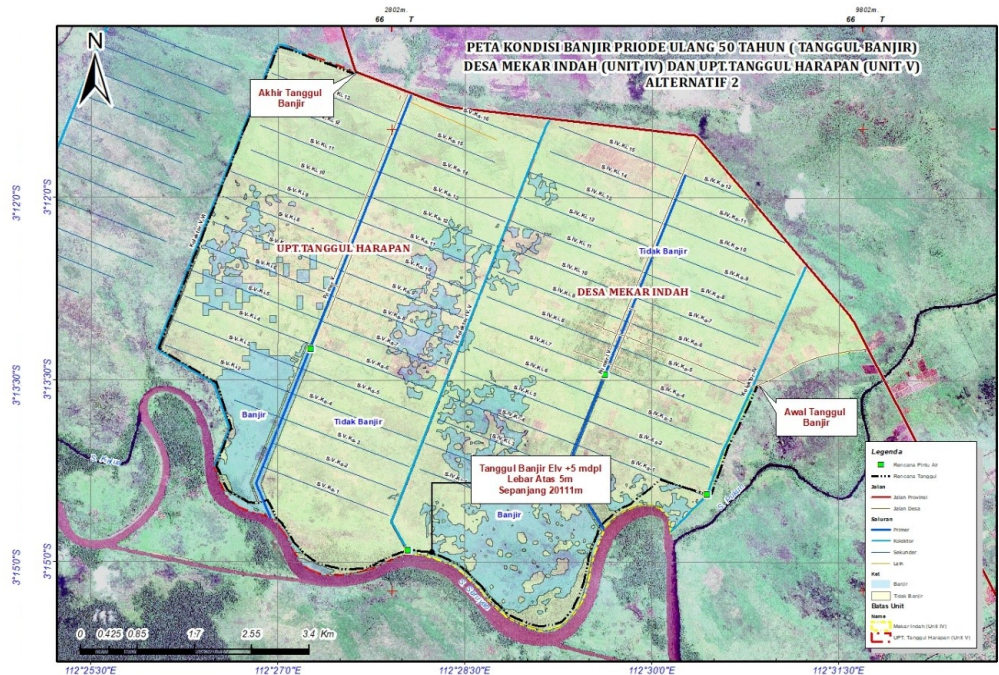
Nama	Luas (Ha)	Persentase (%)	Sebelum Penanganan (%)	Reduksi (%)	Keterangan
Mekar Indah	811.30	27.78	40.72	12.94	Banjir
Mekar Indah	2109.00	72.22	59.28	12.94	Tidak banjir
Jumlah	2920.30				
UPT. Tanggul Harapan	2306.54	85.71	94.42	8.71	Banjir
UPT. Tanggul Harapan	384.61	14.29	5.58	8.71	Tidak banjir
Jumlah	2691.15				



Gambar 7 Luasan Banjir Pada Desa Mekar Indah dan UPT. Tanggul Harapan

Tabel 11 Luasan banjir setelah Penanganan Alternatif 2

Nama	Luas (Ha)	Presentase (%)	Sebelum penanganan (%)	Reduksi	Keterangan
Mekar Indah	476.85	16.33	40.72	24.39	Banjir
Mekar Indah	2443.45	83.67	59.28	24.39	Tidak banjir
Jumlah	2920.30				
UPT. Tanggul Harapan	431.55	16.04	94.42	78.38	Banjir
UPT. Tanggul Harapan	2259.60	83.96	5.58	78.38	Tidak banjir
Jumlah	2691.15				



Gambar 8 Luasan Banjir Pada Desa Mekar Indah dan UPT. Tanggul Harapan dengan Tanggul Banjir dan 4 Pintu air di dekat permukiman

Untuk penanganan banjir selanjutnya dengan alternatif 2 yaitu dengan membuat Tanggul banjir sepanjang 20.111 m dan 4 buah pintu air. Luasan banjir setelah penanganan alternatif 2 ditampilkan pada Tabel 11.

Simulasi penanganan alternatif 2 yaitu pembuatan tanggul di saluran kolektor Seruyan V-VI sampai dengan saluran kolektor Seruyan IV sepanjang 20.111 m dan pembuatan pintu air di dekat permukiman. Gambar rencana tanggul banjir ditunjukkan garis warna hitam dan 4 buah pintu air ditunjukkan gambar kotak hijau pada Gambar 8. Berdasarkan simulasi HEC-RAS 6.2 hasilnya cukup besar sekali dapat mereduksi/mengurangi kondisi banjir, yakni 78.38% di UPT. Tanggul Harapan dan 24.39% di Desa Mekar Indah.

3) Alternatif 3 Pembuatan Tanggul sepanjang 20.111 m dan 4 Pintu Air di bangun didekat Muara Sungai Seruyan

Penanganan banjir selanjutnya dengan alternatif 3 yaitu dengan membuat Tanggul banjir sepanjang 20111 m dan 4 buah pintu air didekat muara Sungai Seruyan. Luasan banjir setelah penanganan alternatif 3 ditampilkan pada Tabel 12. Rencana penempatan pembuatan tanggul dan pintu air dapat dilihat pada Gambar 9.

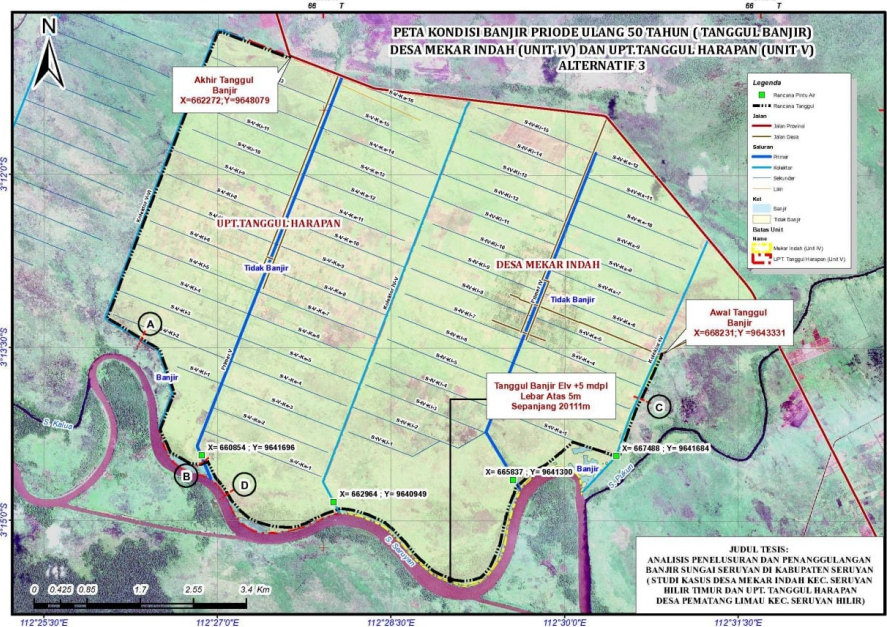
Simulasi penanganan alternatif 3 yaitu pembuatan tanggul di saluran kolektor Seruyan V-VI sampai dengan saluran kolektor Seruyan IV sepanjang 20.111 m dan pembuatan pintu air di dekat muara Sungai Seruyan. Gambar rencana tanggul banjir ditunjukkan garis warna hitam dan 4 buah pintu air ditunjukkan gambar kotak hijau pada Gambar 9. Berdasarkan simulasi HEC-RAS 6.2 didapatkan reduksi/pengurangan kondisi banjir cukup signifikan, yakni 93.19% di UPT. Tanggul Harapan dan 39.92% di Desa Mekar Indah.

4. PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa ketinggian UPT. Tanggul Harapan 2.42 m dpl dan Desa Mekar Indah 4.44 m dpl. Oleh karena itu berdasarkan hasil simulasi HEC-RAS 6.2 sebelum ada penanganan banjir, luasan banjir di UPT. Tanggul Harapan hampir seluruh wilayahnya kebanjiran, yakni 94.42%, sedangkan di Desa Mekar Indah hanya 40.72% dari wilayah desa. Besarnya luasan banjir di UPT. Tanggul Harapan disebabkan rendahnya ketinggian tanggul, yaituhanya 2.42 m dpl. Berdasarkan hasil simulasi

Tabel 12 Luasan banjir setelah Penanganan Alternatif 3

Nama	Luas (Ha)	Persentase (%)	Sebelum penanganan (%)	Reduksi (%)	Keterangan
Mekar Indah	23.43	0.80	40.72	39.92	Banjir
Mekar Indah	2896.87	99.20	59.28	39.92	Tidak banjir
Jumlah	2920.30				
UPT. Tanggul Harapan	33.03	1.23	94.42	93.19	Banjir
UPT. Tanggul Harapan	2658.12	98.77	5.58	93.19	Tidak banjir
Jumlah	2691.15				



Gambar 9 Luasan Banjir Pada Desa Mekar Indah dan UPT. Tanggul Harapan dengan Tanggul Banjir dan Pintu Air

HEC-RAS air banjir yang masuk ke UPT. Tanggul Harapan selain dari Muara Sungai Seruyan juga masuk dari Sub DAS Kalua masuk dari Saluran Kolektor Seruyan V. Ini berbeda dengan penelitian sebelumnya dimana banjir yang terjadi hanya dari Luapan Sungai akibat penampang sungai sudah melebihi kapasitas debit sungai (Anto, 2019).

Penanganannya banjir pada penelitian ini dilakukan dengan membuat tanggul dan pembangunan pintu air serta tidak melakukan pengerukan Sungai Seruyan. Padahal berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya salah satu penanganan adalah melakukan pengerukan dan membuat tanggul (Anto, 2019; Maulana et al., 2017). Alasan penulis tidak melakukan pengerukan Sungai Seruyan karena mempertimbangkan biaya dalam penanganan banjir, karena lebih efektif dan efisien hanya membuat tanggul dan pembangunan pintu air.

5. PENUTUP

Berdasarkan hasil simulasi bahwasanya penampang Sungai Seruyan dititik penelitian sudah tidak mampu lagi menampung debit banjir pada kala ulang 50 tahun. Dari 3 alternatif rencana penanggulangan banjir seperti yang diuraikan diatas, maka di pilih alternatif ke 3, adalah pembuatan tanggul sepanjang 20:111 m dengan elevasi 5 m dpl, lebar atas tanggul 5 m dan pintu air sebanyak 4 buah dibangun didekat muara Sungai Seruyan, dari hasil simulasi HEC-RAS 6.2 mampu mereduksi luasan banjir sebesar 93.19%. dari wilayah UPT Tanggul Harapan dan mampu mereduksi banjir sebesar 39.92% di Desa Mekar Indah.

Hasil penelitian ini menyarankan perlunya dibangun pos klimatologi/pos curah hujan dan pos AWLR di sepanjang DAS Sungai Seruyan pada setiap ibukota kecamatan agar memudahkan dalam mendapatkan data hidrologi untuk penelitian selanjutnya. Pos curah hujan yang sudah ada untuk ditingkatkan lagi dalam pencatatan data. Selain itu diperlukan sinergitas data antara BMKG dan Dinas PUPR agar memudahkan dalam masyarakat mendapatkan informasi data curah hujan.

Kegiatan pembangunan maupun investasi yang akan mengurangi tutupan lahan di kawasan hutan juga perlu diperhitungkan secara cermat. Dengan kompleksnya masalah penanggulangan banjir maka perlu adanya kerjasama antara semua elemen, terutama pemerintah, pemilik perkebunan, pemilik tambang, dan masyarakat dalam upaya penanaman pohon.

Penulis menyarankan agar dilaksanakan relokasi penduduk UPT. Tanggul Harapan ke lokasi yang lebih tinggi di dekat jalan negara Kuala Pembuang-Telaga Pulang. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji pengaruh sedimen dan tambang-tambang, dan efek perkebunan sawit yang ada di daerah aliran sungai. Karena sampai dengan saat ini belum ada penelitian banjir akibat sedimentasi belum pernah dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anto, W. (2019). *Analisis dan Evaluasi Kapasitas Penampang Sungai Jatiroto Dengan Menggunakan Program HEC-RAS 4.1*.
- Arbaningrum, R., Putri, J. G., A, P. S., & Kurniani, D. (2015). Perencanaan Tanggul Banjir Sungai Lusi Hilir. *Halaman 186 TEKNIK SIPIL*, 4(1), 186–196.
- BPS Seruyan. (2022). *Kabupaten Seruyan Dalam Angka 2021*. BPS Seruyan.
- Budiyanto, M. A. (2017). Penelurusan Banjir Sungai Sungai Luk Ulo Akibat Perubahan Tutupan Lahan. *Jurnal Geografi*, 14(1), 26–39.
- Harto, S. (1993). *Analisis Hidrologi*. PT. Gramedia Pustaka Umum.
- Ikhsan, M., Refiyanni, M., & Nazimi, D. (2018). Studi Pene-lurusan Aliran Pada Sungai Krueng Meureubo Kecamatan Meurebo Kabupaten Aceh Barat. *Jurnal Teknik Sipil Dan Teknologi Konstruksi*, 4(1), 52–61.
- Istiarto. (2010). *Bahan Kuliah Hidraulika Terapan*. FT. UGM.
- Istiarto. (2014). *HEC-RAS atau HEC-HMS?* Istiarto.Staff.Ugm.Ac.Id.stiarto.staff.ugm.ac.id/index.php/2014/01/hec-ras-atau-hec-hms/
- Kalteng Today. (2020a). *Curah Hujan Tinggi, Banjir Rendam Belasan Desa di Kabupaten Seruyan*. KaltengToday.Com. <https://kaltengtoday.com/curah-hujan-tinggi-banjir-rendam-belasan-desadi-kabupaten-seruyan/>
- Kalteng Today. (2020b). *Ruas Jalan Provinsi Tergenang Banjir, Pengendara Diminta Hati-hati*. Kaltengtoday.com. <https://kaltengtoday.com/ruas-jalan-provinsi-tergenang-banjir-pengendara-diminta-hati-hati>
- Maulana, I., Lukita, S. A., Surhayanto, & Pranoto, S. (2017). Perencanaan pengendalian banjir sungai tuntang di desa trimulyo kabupaten demak. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6, 447–459.
- Munajad, R., & Suprayogi, S. (2015). Kajian Hujan Aliran Menggunakan Model HEC_HMS di Sub Daerah Aliran Sungai Wuryantoro Wonogiri, Jawa Tengah. *Jurnal Bumi Indonesia*, 150–157.
- Noviandini, C. M., & Erwanto, Z. (2020). Penelusuran Banjir di Sungai Badeng Banyuwangi Menggunakan Metode Muskingum. *In Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)*, 6(1), 650–657.
- Pemerintah Desa Mekar Indah (2022). *Data Desa Mekar Indah*.
- Pemerintah Desa Pematang Limau (2022). *Data Desa Pematang Limau*.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2011). *Peraturan Pemerintah RI Nomor 38 Tahun 2011 Tentang Sungai (Pasal 42)*.
- Permana, H. D. (2021). *Seruyan Tanggap Darurat Banjir, Total 2.693 KK Terdampak*. Borneonews.Co.Id. <https://www.borneonews.co.id/berita/234301-seruyan-tanggap-darurat-banjir-total-2-693-kk-terdampak>
- Prokalteng. (2021). *TP-PKK Berikan Bantuan untuk Korban Banjir di Tanggul Harapan*. <https://prokalteng.co/berita/75006/TP-PKK-Berikan-Bantuan-untuk-Korban-Banjir-di-Tanggul-Harapan-.html>

- Soemarto. (1987). *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional Surabaya.
- Suripin. (2003). *Sistem Drainase Kota Yang Berkelanjutan*. Penerbit Andi.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan (Pertama)*. Beta Offset Yogyakarta.
- Triwibowo, D. R. (2020a). *Banjir di Kabupaten Seruyan Belum Surut, Puluhan Warga Mengungsi*. Kompas.Id.

- <https://www.kompas.id/baca/nusantara/2020/10/26/banjir-di-kabupaten-seruyan-belum-surut-puluhan-warga-mengungsi>
- Triwibowo, D. R. (2020b). Tiga Kali Seruyan Dilanda Banjir, Terparah dalam 30 Tahun Terakhir. In *kompas.id*. <https://www.kompas.id/baca/nusantara/2020/10/18/tiga-kali-seruyan-dilanda-banjir-terparah-dalam-30-tahun-terakhir>.