

## STUDI PEMODELAN SPASIAL BANJIR DALAM MENDUKUNG PENGEMBANGAN PERTANIAN PADI RAWA DI SUMATRA SELATAN

*Iman Muhardiono*

### ABSTRAK

Sumatera Selatan memiliki salah satu lahan rawa yang dimanfaatkan untuk budidaya padi sebagai prioritas penghasil beras nasional. Teknik budidaya padi di Lahan rawa memiliki masalah utama dimana mayoritas berada di lahan yang datar, sehingga budidaya pertanian yang dikembangkan harus mengikuti karakteristik cuaca yang kini sudah berubah umumnya memiliki permasalahan dalam tata kelola air dimana pada saat musim hujan, sering terjadi banjir yang menyebabkan kerugian pada sektor pertanian padi. Banjir merupakan salah satu kondisi yang dapat membawa masalah sensitif bagi produksi beras pada lahan rawa yang dikendalikan untuk Indeks Pertanaman (IP) 300. Pada penelitian ini, analisa banjir secara spasial penting dibutuhkan dilaksanakan agar memudahkan pengambilan keputusan dalam pengelolaan lahan budidaya sebagai pedoman dasar perencanaan melindungi dan mengembangkan area pertanaman. Penelitian ini terdiri dari 1) Analisa probabilitas hujan menggunakan LogNormal, Gumbel I, Gumbel II, dan Log Pearson; 2) Analisa debit rencana kala ulang menggunakan hidrograf satuan sintetik HSS ITB I, Nakayashu, dan SCS-Synder, 3) Pemodelan hidrodinamik, 2D menggunakan HEC-RAS, 4) Analisa spasial, 5) Rekomendasi. Hasil simulasi menunjukkan dengan debit banjir rencana kala ulang 25 tahun, pola genangan banjir dengan kala ulang 25 tahun pada lahan padi rawas. Sebanyak 22% dari total area tergenang sedalam >2 m, hal ini memperlihatkan bahwa Kecamatan yang menunjukkan Muara Telang termasuk kedalam kategori indeks kerentanan banjir sedang dari banjir. Rekomendasi dari beberapa aspek dibagi kedalam bentuk struktural dan non-struktural. Aspek struktural adalah termasuk rehabilitasi tanggul, sedangkan aspek non-struktural lebih mendekati kearah aspek terhadap mitigasi dan kewaspadaan bencana.

Kata kunci : Banjir, HEC-RAS, Indeks Kerentanan

### ABSTRACT

South Sumatera has one the largest swamp land area for paddy cultivation where also become a national source priority of rice production. Since swamp land has potential problem risk of water issues where most of the land tends to be flat, agriculture which are developed must follow characteristic of weather anomaly nowadays. In general, paddy cultivation in swamp land has a problem in water management where in rainy season, flood frequently cause disadvantage in paddy agriculture sector. Flood is one of condition which will bring a sensitive issue for rice production where swamp lands are controlled for Cropping Index (CI) 300. In this study flood analysis spatial are importantly needed as base planning for protecting and developing of agriculture area in order to help decision making in managing agriculture land. This study consists of 1) Probable rainfall analysis using Log Normal, Gumbel I, Gumbel II, and Log Pearson; 2) Probable flood discharge analysis using unit synthetic hydrograph HSS ITB I, Nakayashu, and SCS-Synder; 3) Hydrodynamic modelling 2D HEC-RAS; 4) Spatial Analysis; 5) Recommendation. Simulation results spatial inundation map based on shows with flood discharge 25 years return period, about in paddy swamp land area. 22% of total area inundated >2 m, this describes which Muara Telang Sub-District has moderate vulnerability index from flood. Recommendation in some aspects are divided into structural and non-structural. In structural aspect including rehabilitation of embankment where non-structural aspect close to mitigation and hazard awareness.

Keywords: Flood, HEC-RAS, Vulnerability Index

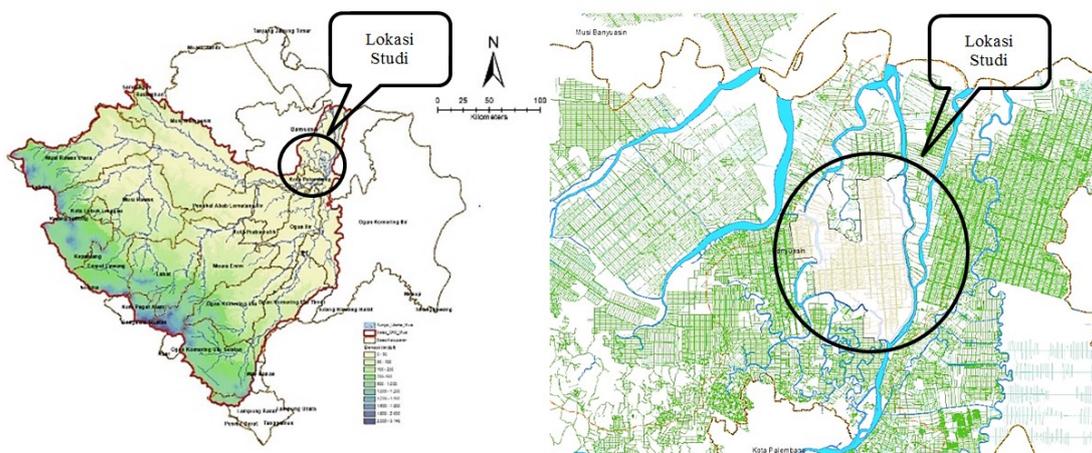
## PENDAHULUAN

Indonesia memiliki 25,3 juta Ha lahan basah yang sesuai untuk pertanian, dan 9,8 juta Ha yang merupakan lahan potensial tersedia, dimana 7,5 juta Ha berada di lahan rawa dan 2,3 juta Ha di non-lahan rawa. Berdasarkan studi terdahulu, lokasi tersebut cocok untuk budidaya padi dimana mayoritas terletak di Pulau Sumatera, Kalimantan, dan Papua (Mulyani, Nursyamsi, & Muhammad Syakir, 2017). Indeks Pertanaman (IP) di lokasi lahan rawa di Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan telah mencapai 200, dalam hal ini hampir seluruh wilayahnya dapat ditanam padi dua kali dalam setahun. Sejak lahan rawa diterapkan teknologi untuk meningkatkan produktivitas (untuk mencapai Indeks Pertanaman (IP) 300), biaya produksi pertanian padi, biaya infrastruktur, biaya alat mesin pertanian, dan benih akan menjadi faktor penting yang perlu dipertimbangkan apabila terjadi kegagalan pertanian yang diakibatkan dari bencana alam seperti banjir dan kekeringan. Semenjak lahan rawa difungsikan sebagai lahan budidaya tanaman, pengelolaan air harus dilaksanakan dengan tepat sesuai karakteristik lahan, termasuk mengantisipasi kejadian banjir. Pada penelitian ini, analisa spasial yang disebabkan oleh dampak banjir disimulasikan berdasarkan kondisi hidrologis serta menggambarkan tingkat kerentanan banjir berdasarkan pola genangan aliran dan kedalaman banjir pada lokasi studi.

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi Studi

ber dengan lokasi spesifiknya di Kecamatan Muara Telang. Muara Telang memiliki jarak sekitar 52 km dari Kota Palembang. Berdasarkan kondisi hidrologisnya, Muara Telang terletak di DAS Musi, dimana . sSungai Musi dan anak sungainya berasal dari Bukit Barisan. Hulu Sungai Musi terletak di Gunung Dempo dengan ketinggian 3159 mdpl (diatas permukaan air laut), aliran sungai dan mengalir ke Utara dan bertemu dengan sungai Kelingi, Semangus, Lakita, dan Rawas. Di pertemuan sungai Rawas, sungai Musi berubah arah menuju ke Timur dan bertemu dengan sungai Harileko dan Lematang sebelum melewati Kota Palembang. Terdapat dua (2) anak sungai, Ogan dan Komering yang mengalir dan berakhir di sebelah kanan Kota Palembang. Di pertengahan Komering, sungai Musi berubah arah menuju ke Utara dan berakhir di Selat Bangka. Luas DAS Musi adalah 59.942 km<sup>2</sup> dengan panjang sungai 640 km dan terletak pada koordinat di 2°17' - 4°58'S dan 102°4' -105°20'E. Peta lokasi disajikan pada Gambar 1.



Sumber: Hasil Analisa

**Gambar 1.** Lokasi Studi di Kecamatan Muara Telang pada DAS Musi

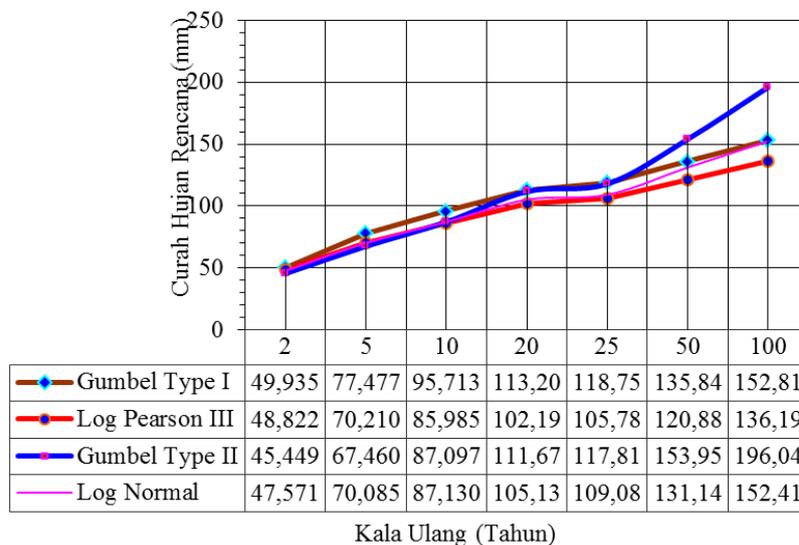
*Metode dan Analisa*

*Analisa Hujan.* Analisis Curah Hujan dilakukan pada daerah tangkapan air berdasarkan pengukuran di tiga lokasi stasiun hujan yakni Desa Tanjung Beringin, Karya Jaya, dan Makrayu yang memiliki kesamaan tahun data pengukuran. Rata-rata curah hujan dianalisis dengan menggunakan metode *polygon Thiessen* karena keterbatasan jumlah data yang diperoleh. Data curah hujan maksimum disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisa Curah Hujan

Thiessen Koef	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)			Average
	0.72	0.23	0.05	
Tahun	Tanjung Beringin Station	Karya Jaya Station	Makrayu Station	
2012	80	54	54	73
2011	91	93	55	90
2010	35	58	80	42
2009	35	45	126	42
2008	86	41	90	76
2007	24	22	46	24
2006	32	44	48	35
2005	48	25	48	43

*Parameter Statistik.* Distribusi frekuensi (Gambar 2) digunakan untuk menentukan probabilitas curah hujan dengan menggunakan metode *Gumbel Tipe I*, *Log Normal*, *Gumbel Tipe II*, dan *Log Pearson III*. Selanjutnya, analisa dilanjutkan kedalam uji keandalan data *Chi-square* dan *Smirnov-Kolmogorov* untuk menentukan validitas dari data hujan terhadap vertikal dan horizontal deviasi data. Berdasarkan analisa, distribusi uji *Chi-square* yang memenuhi persyaratan dan memiliki selisih terkecil dari  $x^2$  to  $x^2_{cr}$  adalah metode *Gumbel Tipe I*, nilai dimana  $X^2$  hitung (5,75) and dan  $X^2$  kritis (5,99). Data hasil uji keandalan tersaji pada (Tabel 2).



Sumber: Hasil Analisa

**Gambar 2.** Grafik Analisa Distribusi Frekuensi

Tabel 2. Hasil Uji Keandalan *Chi-square* dan *Smirnov-Kolmogorov*

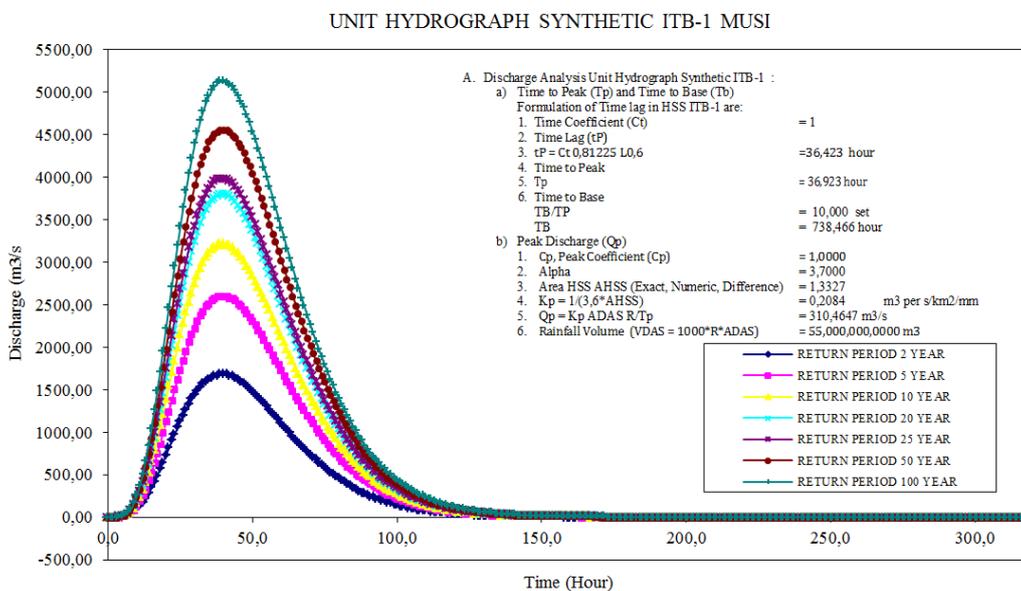
No.	Metode Distribusi	Chi-square		Smirnov-Kolmogorov	
		X <sup>2</sup> Measured	X <sup>2</sup> Critical	X <sup>2</sup> Measured	X <sup>2</sup> Critical
1	Gumbel Type I	5,7500	5,9910	0,1638	0,4090
2	Log Normal	3,2500	5,9910	0,2290	0,4090
3	Log Pearson III	8,2500	5,9910	0,1649	0,4090
4	Gumbel Type II	4,5000	5,9910	0,2629	0,4090

*Hujan Efektif.* Intensitas hujan dianalisa menggunakan formula *Mononobe*. Durasi hujan pada DAS Musi diasumsikan selama enam (6) jam. Selanjutnya, analisa dilanjutkan dan diseleksi dengan menggunakan metode *Alternating Block Method (ABM)* dimana probabilitas hujan dari *Gumbel* Tipe I didistribusikan sebagai curah hujan rencana jam-jaman.

Tabel 3. Hasil Analisa Curah Hujan Efektif Jam-Jaman

t (Jam)	Rt (%)	CH Efektif (Rn, mm) dengan Kala Ulang (Tahun)						
		2	5	10	20	25	50	100
		Curah Hujan Jam-jaman = Rn x Rt						
1	5,896%	0,319	0,494	0,611	0,722	0,758	0,867	0,975
2	7,988%	0,432	0,670	0,827	0,979	1,027	1,174	1,321
3	14,304%	0,773	1,199	1,482	1,753	1,838	2,103	2,366
4	55,032%	2,974	4,615	5,701	6,743	7,073	8,091	9,102
5	10,034%	0,542	0,841	1,039	1,229	1,290	1,475	1,659
6	6,746%	0,365	0,566	0,699	0,826	0,867	0,992	1,116

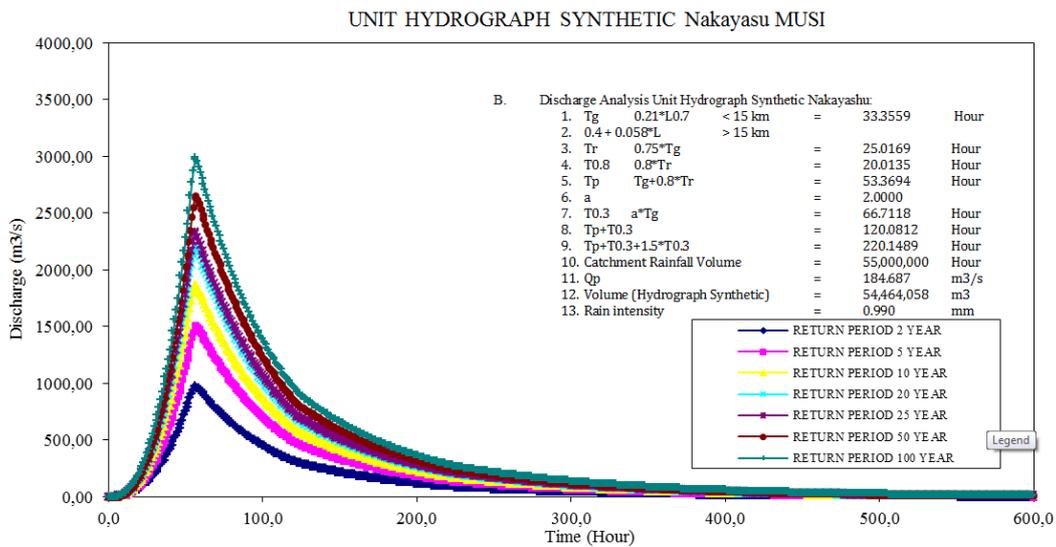
*Analisa Debit Rencana Kala Ulang.* Dalam menganalisa debit rencana, penelitian ini menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) dengan menggunakan data curah hujan efektif jam-jaman. HSS ini dipergunakan apabila data hujan dan karakteristik DAS yang tersedia untuk mendapatkan debit banjir dari hujan maksimum harian (Natakusumah, Hatmoko, & Harlan, 2011). HSS membandingkan tiga (3) metode formulasi ITB-1, *SCS-Synder*, dan *Nakayashu* untuk menunjukkan perbedaan pada waktu debit puncak dan menentukan debit terbesar untuk dimodelkan kedalam *software* HEC-RAS 5.0.3



Sumber: Hasil Analisa

**Gambar 3.** Hasil Analisa HSS ITB-1

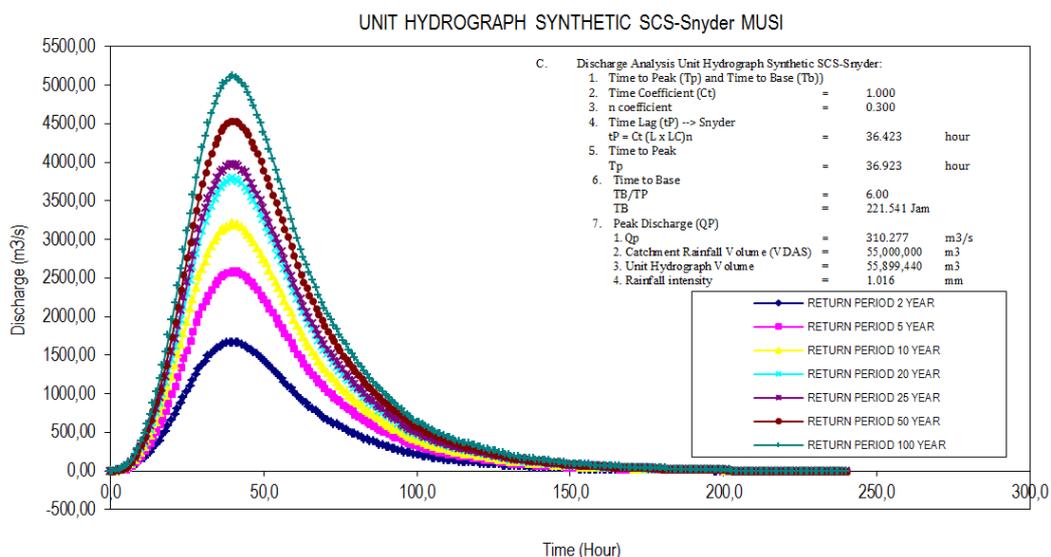
Berdasarkan analisa (Gambar 3), Metode HSS ITB-1 menghasilkan debit rencana kala ulang periode 2 tahun sebesar 1674,95 m<sup>3</sup>/s; Kala Ulang 5 tahun 2598,51 m<sup>3</sup>/s; Kala Ulang 10 tahun 3210,11 m<sup>3</sup>/s; Kala Ulang 20 tahun 3796,77 m<sup>3</sup>/s; Kala Ulang 25 tahun 3984,27 m<sup>3</sup>/s; Kala Ulang 50 tahun 4556,15 m<sup>3</sup>/s; Kala Ulang 100 tahun 5125,20 m<sup>3</sup>/s.



Sumber: Hasil Analisa

**Gambar 4.** Hasil Analisa HSS Nakayashu

Berdasarkan hasil (Gambar 4), Metode Nakayashu menghasilkan debit rencana kala ulang periode 2 tahun sebesar 975,12 m<sup>3</sup>/s; Kala Ulang 5 tahun 1512,17 m<sup>3</sup>/s; Kala Ulang 10 tahun 1868,08 m<sup>3</sup>/s; Kala Ulang 20 tahun 2209,49 m<sup>3</sup>/s; Kala Ulang 25 tahun 2325,66 m<sup>3</sup>/s; Kala Ulang 50 tahun 2651,40 m<sup>3</sup>/s; Kala Ulang 100 tahun 2982,53 m<sup>3</sup>/s.



Sumber: Hasil Analisa

**Gambar 5.** Hasil Analisa HSS SCS Snyder

Berdasarkan hasil (Gambar 5), Metode HSS SCS-Snyder menghasilkan debi rencana kala ulang periode 2 tahun sebesar 1670,08 m<sup>3</sup>/s; Kala Ulang 5 tahun 2589,41 m<sup>3</sup>/s; Kala Ulang 10 tahun 3198,87 m<sup>3</sup>/s; Kala Ulang 20 tahun 3783,48 m<sup>3</sup>/s; Kala Ulang 25 tahun 3973,02 m<sup>3</sup>/s; Kala Ulang 50 tahun 4540,19 m<sup>3</sup>/s; Kala Ulang 100 tahun 5107,25 m<sup>3</sup>/s.

Tabel 4. Rekapitulasi Debit Rencana DAS Musi

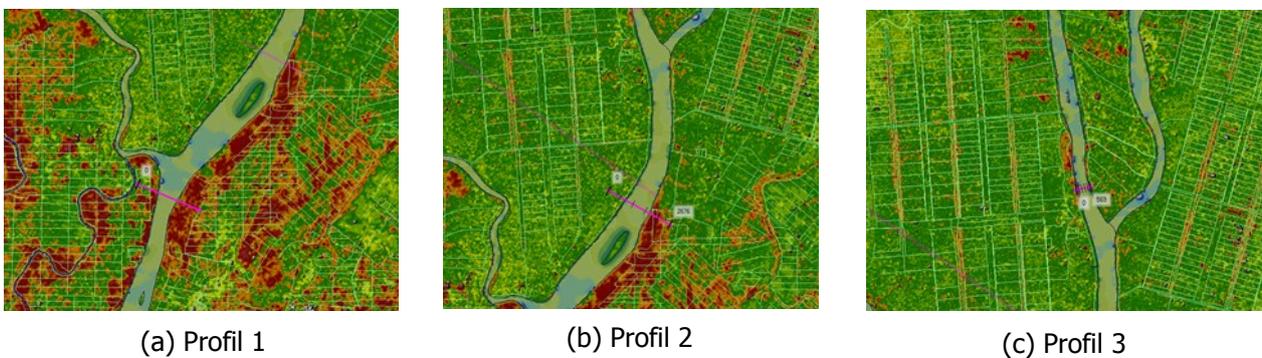
Kala Ulang (Tahun)	Debit Satuan Hidrograf Sintetik (m <sup>3</sup> /s)		
	SCS Snyder	ITB-1	Nakayasu
2	1670,08	1674,95	975,12
5	2589,41	2598,51	1512,17
10	3198,87	3210,11	1868,08
20	3783,48	3796,77	2209,49
25	3973,02	3984,27	2325,66
50	4540,19	4556,15	2651,40
100	5107,25	5125,20	2982,55

Perbandingan diantara tiga metode Hidrograf Satuan Sintetik memperlihatkan bahwa HSS ITB-1 yang memiliki debit rencana kala ulang 100 tahun terbesar 5125,20 m<sup>3</sup>/s. Selanjutnya, persyaratan debit rencana kala ulang maksimum untuk perencanaan tanggul irigasi pada lokasi studi adalah 25 tahun, yang dijadikan standar pertama dalam perencanaan banjir (Deviana, Kridasantausa, & Suryadi, 2011) dapat digunakan sebagai bahan masukan model pada simulasi hidrodinamik menggunakan HEC-RAS 5.0.3..

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Simulasi Pemodelan

Pada penelitian ini, skema pemodelan bagian penampang sungai dianalisis menggunakan aplikasi HEC-RAS 5.0.3. Penampang sungai dianalisis kedalam bentuk 2D dan dimunculkan setelah data geometrik dimasukkan kedalam aplikasi. Setelah data *geometric* selesai, kemudian dilakukan tahapan *meshing* dan kerapatan simulasi agar semakin mendekati kondisi aktual. Penelitian ini menggunakan data DEMNAS sebagai analisa input. Data aliran digunakan aliran tak tunak (unsteady flow) dengan debit rencana kala ulang 25 tahun dan nilai manning (n) =0,045 (*clean, winding, some pools and shoals*) berdasarkan (Chow,1959).



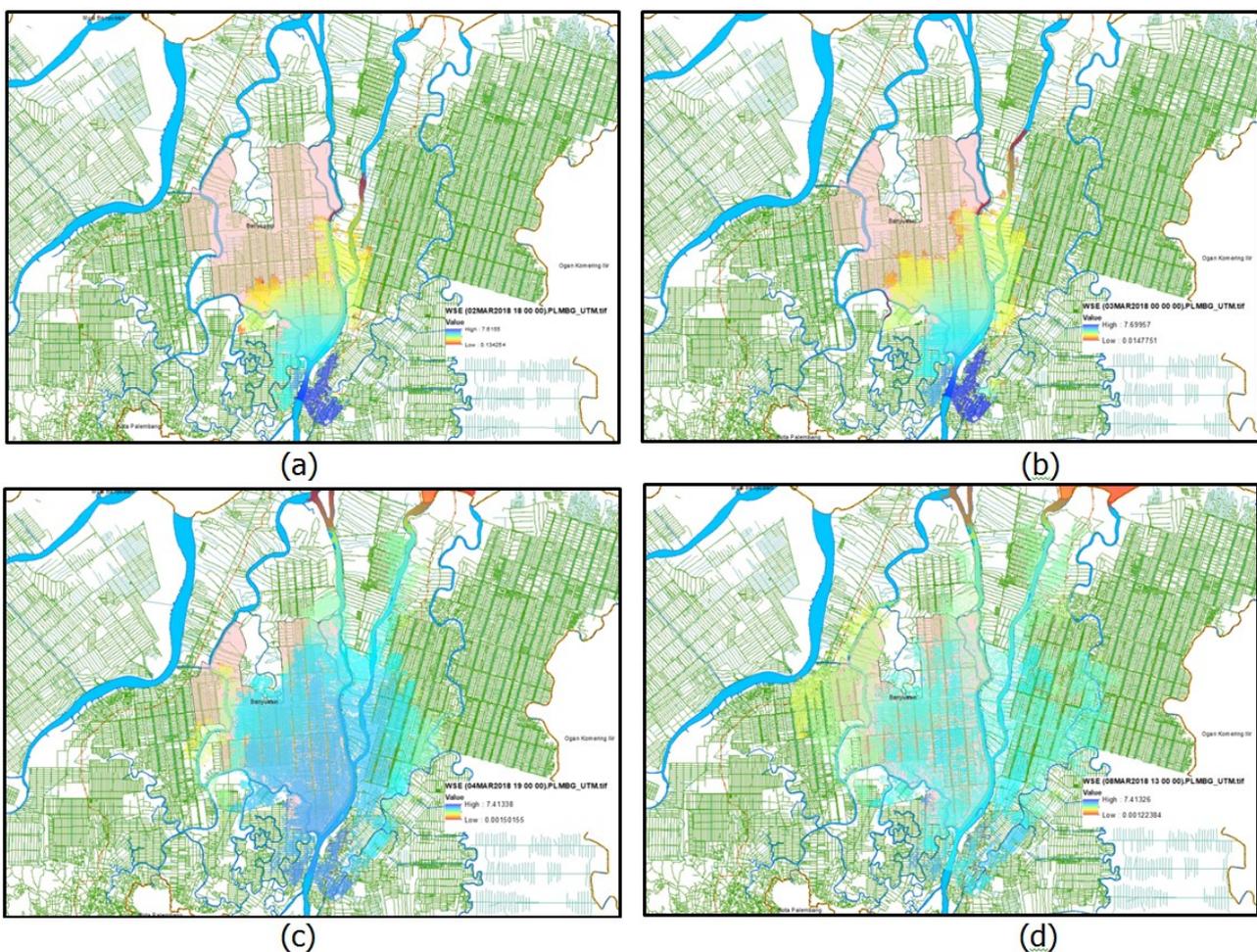
Sumber: Hasil Analisa

**Gambar 6.** Profil Penampang Sungai

Penampang sungai pada sungai utama yang terletak pada sisi kiri Kecamatan Muara Telang dibuat menjadi tiga (3) titik yakni hulu (profil 1), tengah (profil 2), dan hilir (profil 3). Selanjutnya, dengan debit rencana maksimum kala ulang 25 tahun (3984,27 m<sup>3</sup>/s), profile1 menunjukkan ketinggian muka air (MA) pada elevasi 6,65 mdpl, profil 2 pada elevasi 6,29 mdpl, dan profil 3 pada elevasi 5,87 mdpl.

### Daerah Genangan

Simulasi menunjukkan keunikan ketinggian muka air (TMA) pada setiap profil dimana setiap analisis debit menunjukkan perbedaan tinggi muka air dari elevasi dasar lahan atau sungai khususnya pada budidaya tanaman padi yang berisiko terdampak banjir. HEC-RAS mensimulasikan debit hidrograf dari hulu dan dampaknya terhadap pola aliran air menuju lahan di bagian hilirnya. Pemodelan perambatan aliran banjir 2D dilakukan jika terjadi genangan di lahan (Putuhena & Ginting, 2013). Simulasi difokuskan pada kondisi banjir maksimum. Simulasi tahapan hidrograf banjir saat debit sebesar 1369,21 m<sup>3</sup>/s memperlihatkan kondisi, air menggenangi daerah Kecamatan Muara Telang seluas 113 km<sup>2</sup> dimana berkontribusi sebesar 27% dari total luas area seluruh wilayah Kecamatan. Saat kondisi debit 1399,06 m<sup>3</sup>/s, air menggenangi sekitar 158 km<sup>2</sup> atau sebesar 37% dari keseluruhan daerah dan kondisi debit sebesar 520,46 m<sup>3</sup>/s air menggenangi 361 km<sup>2</sup> atau 85% keseluruhan daerah terdampak air, kemudian pada tahapan debit 90,01 m<sup>3</sup>/s air menggenangi seluas 388 km<sup>2</sup> atau 91% terhadap keseluruhan area.



Sumber: Hasil Analisa

**Gambar 6.** Hasil Simulasi 2D Tinggi Muka Air pada Kala Ulang 25 tahun (Profil 2 debit a= 1369,215 m<sup>3</sup>/s; debit b= 1399,06 m<sup>3</sup>/s; debit c= 520,46 m<sup>3</sup>/s; debit d= 90,01 m<sup>3</sup>/s)

Hasil simulasi menunjukkan, bahwa kedalaman air maksimal pada daerah studi berada antara 0,0 – 3.5 meters diatas elevasi dasarnya. Kedalaman air menunjukkan kerentanan, dimana semakin dalam air maka semakin rentan terhadap banjir (Formáneq, Silasari, Kusuma, & Kardhana, 2014). Indeks bahaya banjir ditentukan berdasarkan kondisi sebagai berikut :

- Index 1. <10% daerah tergenang > 2 m : rendah
- Index 2. 10%-40% daerah tergenang > 2m : sedang
- Index 3. 40%-80% daerah tergenang > 2m : tinggi
- Index 4. 80% daerah tergenang > 2m : sangat tinggi

Mayoritas daerah Kecamatan Muara Telang memiliki kedalaman banjir 1 meter. Kedalaman banjir >2 meter secara spasial terpetakan sebesar 93 km<sup>2</sup> atau 22% dari total luas area Kecamatan. Luas 93 km<sup>2</sup> terpencair di beberapa titik dimana yang terluas berada di titik lokasi penampang profil 1 dimana percabangan sungai berada. Berdasarkan hasil tersebut, maka Kecamatan Muara Telang memiliki nilai 2 dengan tingkat kerentanan terhadap banjir tergolong sedang.

### KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Secara umum, Kecamatan Muara Telang memiliki tingkat kerentanan terhadap bahaya banjir indeks sedang, dimana 22% dari total daerahnya tergenang dengan debit rencana periode kala ulang 25 tahun. Peta spasial genangan banjir memberikan satu langkah kemajuan untuk pengelolaan air, khususnya dalam mendukung budidaya padi di lahan rawa untuk mencapai Indeks Per-tanaman (IP) 300. Untuk pencegahan dan pengelolaan banjir yang lebih komprehensif, penelitian harus dilanjutkan dengan berbagai simulasi masukan parameter variabel seperti tanggul (struktural), ekonomi, sosial, atau mitigasi (non-struktural) dalam mengembangkan analisis dampaknya.

### REFERENSI

- Chow, Van Te. (1959). *Open-Channel Hydraulics*. McGraw-Hill, New York.
- Deviana, A., Kridasantausa, I., & Suryadi, Y. (2011). *Kajian Pemodelan Spasial Banjir untuk Mendukung Kebijakan Sempadan Sungai dan Tata Ruang Wilayah (Studi Kasus Wilayah Pengembangan Ba-leendah)*. 1–21.
- Formáneq, A., Silasari, R., Kusuma, M. S. B., & Kardhana, H. (2014). Two-dimensional model of ciliwung river flood in DKI Jakarta for development of the regional flood index map. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 45 B(3), 307–325. <https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2013.45.3.7>
- HEC-RAS. 2016. *River Analysis System*. US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, Davis Version 5.0.
- Mulyani, A., Nursyamsi, D., & Muhammad Syakir. (2017). Strategi Pemanfaatan Sumberdaya Lahan untuk Pencapaian Swasembada Beras Berkelanjutan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 11(1), 11–22. <https://doi.org/10.2018/jSDL.v11i1.8187.g6987>
- Natakusumah, D., Hatmoko, W., & Harlan, D. (2011). Prosedur Umum Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetis Dengan Cara ITB Dan Beberapa Contoh Penerapannya. *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 18(3), 251–291. <https://doi.org/10.5614/jts.2011.18.3.6>
- Putuhena, W. M., & Ginting, S. (2013). Pengembangan Model Banjir Jakarta. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 4 Nomor 1(June 2013), 63–78. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/328265443\\_PENGEMBANGAN\\_MODEL\\_BANJIR\\_JAKARTA](https://www.researchgate.net/publication/328265443_PENGEMBANGAN_MODEL_BANJIR_JAKARTA)