

PEMODELAN PERUBAHAN BANJIR DI PAMENANG BARAT MENGUNAKAN HECRAS

FLOOD CHANGES MODELLING IN PAMENANG BARAT USING HECRAS

Bastian Andarino^{1*}, Emilya Nurjani², M. Pramono Hadi³

¹Stasiun Klimatologi Kelas IV Muaro Jambi

^{2,3}Universitas Gadjah Mada

*E-mail: bastian.andarino@gmail.com

Naskah masuk: 29 Maret
2021

Naskah diperbaiki: 15 Juli
2021

Naskah diterima: 29 Juli 2021

ABSTRAK

Banjir merupakan salah satu bencana hidrologi yang sering terjadi di provinsi Jambi. Dampak yang diakibatkan oleh bencana banjir dapat mempengaruhi berbagai sektor serta menyebabkan kerugian baik materil hingga korban jiwa. Selama periode 2010 hingga 2019 telah terjadi banjir sebanyak 149 dengan daerah yang paling banyak mengalami yaitu kecamatan Pamenang Barat. Kecamatan Pamenang Barat berada pada aliran Daerah Aliran Sungai (DAS) Batanghari tepatnya pada sub-DAS Batang Merangin Tembesi. Analisis resiko banjir dapat dilakukan dengan cara pemodelan. Salah satu aplikasi yang dapat digunakan yaitu HECRAS dengan inputan data debit serta DEMNAS. Keluaran dari aplikasi ini salah satunya yaitu luas banjir. Luas banjir yang didapatkan dapat digunakan untuk mengetahui dampaknya terhadap fisik suatu wilayah, yaitu dengan cara meng-*overlay* dengan data peta administrasi. Selain pemodelan banjir, analisis tren curah hujan harian, curah hujan bulanan serta hari hujan juga dilakukan untuk mengetahui perubahan curah hujan. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perubahan tren curah hujan harian, curah hujan bulanan serta hari hujan untuk lima pos hujan di sekitar kecamatan Pamenang Barat. Selain itu curah hujan harian juga berhubungan dengan debit maksimum sungai. Peningkatan debit maksimum sungai juga mengakibatkan peningkatan luas banjir yang juga membuat dampak yang dihasilkan semakin luas.

Kata kunci: banjir, perubahan hujan, pemodelan HECRAS.

ABSTRACT

Flood is one of the most frequent hydrological disasters in Jambi province. The impact caused by the flood disaster can affect various sectors and cause material losses to fatalities. During the period 2010 to 2019 there have been 149 floods with the area experiencing the most damage, namely the West Pamenang sub-district. West Pamenang District is located in the Batanghari Watershed (DAS) precisely in the Batang Merangin Tembesi sub-watershed. Flood risk analysis can be done by modelling. One application that can be used is HECRAS with debit data input and DEMNAS. One of the outputs of this application is the flood area. The flood area obtained can be used to determine the impact on the physical area of an area, namely by overlaying it with administrative map data. In addition to flood modelling, analysis of daily rainfall trends, monthly rainfall and rainy days is also carried out to determine rainfall changes. The results of the analysis show that there are changes in the trend of daily rainfall, monthly rainfall and rainy days for five rain posts around the West Pamenang sub-district. In addition, daily rainfall is also related to the maximum river discharge. The increase in the maximum river discharge also results in an increase in the flood area which also makes the resulting impact wider.

Keywords: flood, rainfall changes, HECRAS modelling.

1. Pendahuluan

Perubahan iklim mempengaruhi hampir seluruh sektor kehidupan manusia dan berdampak terhadap kelangsungan hidup alam dan manusia. Salah satu parameter cuaca yang berubah karena perubahan iklim yaitu curah hujan, baik dari segi banyaknya hujan maupun lamanya hujan. Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan salah satu bagian sektor sumber daya air yang juga terdampak oleh adanya perubahan iklim. Dampak perubahan yang telah terjadi dan mempengaruhi sumber daya air antara lain terjadinya perubahan siklus air, serta kejadian iklim ekstrim berupa banjir dan kekeringan [1].

Faktor-faktor yang menjadi penyebab banjir di kota-kota besar di Indonesia yaitu intensitas curah hujan yang tinggi, sehingga menyebabkan aliran permukaan (*surface runoff*) meningkat melebihi daya tampung sungai. Faktor lain yaitu adanya sedimentasi pada dasar sungai yang mengakibatkan pendangkalan sungai, hal ini akan menurunkan kapasitas tampung sungai. Faktor lingkungan yang mencakup DAS juga berpengaruh, dimana DAS tidak mampu lagi menampung volume aliran air yang berada di atas permukaan tanah yang melebihi kapasitas tampung sungai yang melewati kota-kota besar yang padat penduduk [2]. Salah satu permasalahan yang terjadi pada sebuah DAS terkait dengan kuantitas air, dimana DAS tidak dapat mempertahankan air pada musim kemarau sehingga terjadi kekeringan [3], maupun ketidakmampuan DAS dalam menampung air pada musim hujan sehingga terjadi banjir [4]. Hal ini dikarenakan seluruh air pada musim penghujan dengan cepat mengalir ke hilir karena aliran permukaan tinggi, sehingga simpanan air di hulu menjadi sangat berkurang [5].

Bencana banjir merupakan bencana yang hampir setiap tahun terjadi di provinsi Jambi. Dalam kurun waktu 10 tahun terakhir (2010 – 2019) telah terjadi banjir di provinsi Jambi sebanyak 149 kejadian banjir di kabupaten dan kota di provinsi Jambi. Wilayah yang paling sering terjadi kejadian banjir yaitu kabupaten Merangin, khususnya kecamatan Pamenang Barat, sebanyak 31 kejadian. Kejadian banjir tersebut menyebabkan kerugian materil berupa 10.774 ha sawah terendam, 43 rumah sakit rusak, serta 698 rumah terendam. Banjir juga menyebabkan kerugian nyawa dimana 14 orang meninggal dunia, 529 orang terluka serta 2 orang dinyatakan hilang [6]. Kecamatan Pamenang Barat di kabupaten Merangin merupakan daerah yang termasuk ke dalam

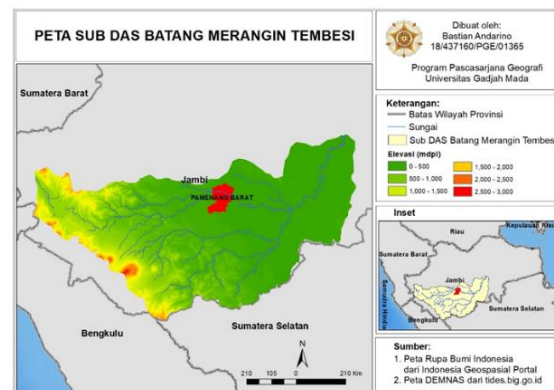
Sub-DAS Batang Merangin Tembesi. Sebagai sub-DAS terluas di DAS Batanghari, Sub-DAS Batang Merangin Tembesi dapat mewakili beberapa permasalahan yang telah disebutkan, khususnya banjir.

Penelitian untuk mengetahui perubahan curah hujan dan pengaruhnya terhadap perubahan luasan banjir perlu dilakukan pemodelan untuk mengetahui dampaknya dan sebagai informasi awal untuk pengelolaan DAS di masa depan. Dapat disimpulkan tiga masalah yang akan diteliti:

- Bagaimana perubahan curah hujan di sebagian Sub-DAS Batang Merangin Tembesi (kecamatan Pamenang Barat)?
- Bagaimana pemodelan banjir di sebagian Sub-DAS Batang Merangin Tembesi (kecamatan Pamenang Barat)?
- Bagaimana perubahan luasan banjir di sebagian Sub-DAS Batang Merangin Tembesi (kecamatan Pamenang Barat)?

2. Metode Penelitian

Lokasi penelitian berada kecamatan Pamenang Barat, kab. Merangin, yang berada sebagian Sub-DAS Batang Merangin Tembesi yang merupakan bagian dari DAS Batanghari yang terletak pada provinsi Jambi sebagaimana pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: 1) data hasil observasi data tinggi muka air serta data debit harian serta 2) data DEMNAS dan 3) Peta Rupa Bumi Indonesia, 4) data historis kejadian banjir di Provinsi Jambi untuk periode 2010 – 2019, serta 5) data curah hujan pada saat kejadian banjir tersebut.

Data-data historis kejadian banjir difilter dan disortir untuk menentukan jumlah serta lokasi kejadian banjir di provinsi Jambi, selain itu juga dihitung tingkat kerugian baik materil maupun korban jiwa akibat banjir tersebut, kemudian dipilih beberapa kejadian yang dianggap

mewakili dari segi dampak yang ditimbulkan. Data curah hujan dari beberapa pos pengamatan hujan di sekitar lokasi banjir juga dicatat, kemudian dipetakan menggunakan aplikasi ArcGIS sesuai dengan tahun kejadian banjir terpilih untuk dianalisis secara spasial. Selanjutnya dilakukan pemodelan ulang kejadian banjir dengan aplikasi HECRAS. HECRAS merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai, *River Analysis System (RAS)*, berupa model aliran permanen maupun tak permanen (*steady and unsteady one-dimensional flow model*). HEC-RAS memiliki empat komponen model satu dimensi: 1) hitungan profil muka air aliran permanen, 2) simulasi aliran tak permanen, 3) hitungan transpor sedimen, dan 4) hitungan kualitas air. Satu elemen penting dalam HEC-RAS adalah keempat komponen tersebut memakai data geometri yang sama, hitungan hidraulika yang sama, serta beberapa fitur desain hidraulik yang dapat diakses setelah hitungan profil muka air berhasil dilakukan. HECRAS merupakan program aplikasi yang mengintegrasikan fitur *graphical user interface*, analisis hidraulik, manajemen dan penyimpanan data, grafik, serta pelaporan [7]. Selanjutnya dilakukan pemetaan dengan aplikasi ArcGIS untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan luasan banjir akibat perubahan curah hujan. Pemilihan kejadian banjir berdasarkan intensitas hujan yang tercatat pada saat kejadian. Hasil pemodelan divalidasi dengan data kejadian dari BNPB dengan membandingkan daerah yang terdampak.

Hasil analisis data disajikan dalam beberapa bentuk. Analisis curah hujan disajikan dalam bentuk grafik agar dapat dijelaskan secara deskriptif. Selain itu juga disajikan dalam bentuk peta sebaran untuk dapat diketahui sebarannya secara spasial. Data hasil pemodelan banjir disajikan dalam bentuk spasial agar dapat diketahui perbedaannya secara kasat mata, selain itu juga disajikan dalam bentuk tabel perbandingan luasannya untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan luasan.

Beberapa tahapan perlu dilakukan untuk memperoleh hasil yang diinginkan dalam penelitian ini. Tahapan pertama yaitu dengan memilih kejadian banjir yang berdasarkan data historis kejadian banjir dari BPNB. Selanjutnya menentukan data curah hujan dari beberapa pos pengamatan yang berada di sekitar lokasi berdasarkan kejadian banjir yang dipilih sebelumnya. Data debit saat kejadian banjir dan data DEMNAS digunakan untuk memodelkan kejadian banjir dengan menggunakan aplikasi HECRAS. Data debit digunakan untuk membentuk kontrol aliran yang selanjutnya

menjadi plan aliran, sedangkan data DEMNAS digunakan untuk menentukan penampang sungai serta alur sungai yang selanjutnya menjadi plan geometri. Hasil keluaran pemodelan banjir kemudian diolah dan dipetakan dengan aplikasi ArcGIS. Luasan banjir untuk setiap kejadian dihitung untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan pada setiap kejadian. Peta administrasi juga di *overlay* dengan peta pemodelan banjir untuk dianalisis secara spasial.

3. Hasil dan Pembahasan

Historis Banjir. Historis kejadian banjir terpilih dari data BNPB [6] terdapat empat kejadian banjir yang cukup memberikan dampak kerugian baik materil berupa kerusakan rumah, fasilitas umum, serta lahan pertanian dan perkebunan, maupun korban jiwa di kecamatan Pamenang Barat sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Historis banjir di Pamenang Barat (sumber: data BNPB)

Tanggal	Korban	Rumah	Fasum	Lahan (ha)
2016/04/25	0	0	0	2
2016/12/01	0	0	2	0
2017/11/26	0	12	0	4,5
2019/04/24	1	2	0	0

Data yang diperlukan untuk menganalisis kejadian banjir salah satunya yaitu data curah hujan. Berdasarkan data yang diperoleh dari Stasiun Klimatologi Muaro Jambi, terdapat lima titik pos pengamatan curah hujan sekitar kecamatan Pamenang Barat yang ditunjukkan pada Gambar 2. Lima pos pengamatan tersebut yaitu pos hujan Bangko, pos hujan Batang Masumai, pos hujan Nalo Tantan, pos hujan Pamenang Barat, pos hujan Pamenang I.



Gambar 2. Peta sebaran pos hujan. (sumber: data diolah)

Berdasarkan historis banjir terpilih, kejadian banjir di kecamatan Pamenang Barat terjadi tidak hanya pada musim hujan saja, yaitu Oktober – Maret, tapi juga terjadi pada masa

peralihan dari musim hujan ke musim kemarau, yaitu pada bulan April. Data curah hujan pada pos hujan di sekitar kecamatan Pamenang Barat saat kejadian banjir ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Curah hujan saat kejadian banjir. (sumber: data diolah)

Tanggal/ Pos Hujan	2016/ 04/25	2016/1 2/01	2017/1 1/26	2019/0 4/24
Bangko	0	64	12	67
Batang Masumai	28	67	2	37
Nalo Tantan	15	0	1	X
Pamenang Barat	60	48	3	X
Pamenang I	0	40	13	80

Keterangan: X = tidak ada data.

Pada kejadian banjir tanggal 25 April 2016 terlihat bahwa curah hujan yang tercatat pada pos hujan di sekitar lokasi mulai dari 0 hingga 60 mm/hari (hujan lebat). Suplai air didapatkan dari pos hujan Nalo Tantan (15 mm) dan pos hujan Batang Masumai (25 mm) serta pos hujan Pamenang Barat sendiri sebesar 60 mm. Banjir tanggal 01 Desember 2016 terlihat bahwa curah hujan yang tercatat pada pos hujan di sekitar lokasi mulai dari 0 hingga 67 mm/hari (hujan lebat). Suplai air didapatkan dari pos hujan Batang Masumai (67 mm) dan pos hujan Bangko (64 mm) serta pos hujan Pamenang Barat (48 mm) dan pos hujan Pamenang I sebesar 40 mm. Kejadian banjir tanggal 26 November 2017 terlihat bahwa curah hujan yang tercatat pada

pos hujan di sekitar lokasi mulai dari 1 hingga 13 mm/hari (hujan ringan). Suplai air didapatkan dari pos hujan Bangko (12 mm) serta pos hujan Pamenang I sebesar 13 mm. Banjir yang terjadi tanggal 24 April 2019 menunjukkan curah hujan yang tercatat pada pos hujan di sekitar lokasi mulai dari 37 hingga 80 mm/hari (hujan lebat). Suplai air didapatkan dari pos hujan Bangko (67 mm) dan pos hujan Batang Masumai (37 mm) serta pos hujan Pamenang I sendiri sebesar 80 mm.

Sebagaimana dinyatakan oleh [8] bahwa kejadian banjir tidak hanya disebabkan oleh hujan dengan intensitas yang tinggi saja, melainkan dapat diakibatkan oleh hujan dengan intensitas sedang hingga rendah. Hal ini dikarenakan pada daerah perkotaan, tidak hanya faktor curah hujan yang mempengaruhi kejadian banjir namun juga terdapat faktor lain berupa kondisi lokal yaitu tutupan lahan serta kondisi drainase.

Perubahan Curah Hujan. Kondisi curah hujan pada lima pos hujan di sekitar kecamatan Pamenang Barat umumnya terdiri atas dua pola perubahan, yaitu tren meningkat pada saat masa peralihan (April) dan menurun pada periode musim hujan (November - Desember). Tren perubahan pada bulan April ditunjukkan pada Tabel 3, tren perubahan pada bulan November ditunjukkan pada Tabel 4 dan tren perubahan pada bulan Desember ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 3. Tren curah hujan bulan April. (sumber: data diolah)

Pos hujan/ Parameter	Bangko	Batang Masumai	Nalo Tantan	Pamenang Barat	Pamenang I
Curah hujan harian (mm/hari)	0,0356	0,035	0,0052	0,0022	0,018
Curah hujan bulanan (mm/tahun)	32,727	10,261	-6,2286	-11,029	15,182
Hari hujan bulanan (hari/tahun)	0,3273	0,1879	-0,4286	-1,0571	0,097

Tabel 4. Tren curah hujan bulan November. (sumber: data diolah)

Pos hujan/ Parameter	Bangko	Batang Masumai	Nalo Tantan	Pamenang Barat	Pamenang I
Curah hujan harian (mm/hari)	-0,0035	0,0359	0,0048	-0,068	-0,0051
Curah hujan bulanan (mm/tahun)	-3,897	1,4848	-0,5429	-43,943	-6,3333
Hari hujan bulanan (hari/tahun)	0,4242	0,103	-0,1714	-1,4286	-0,1273

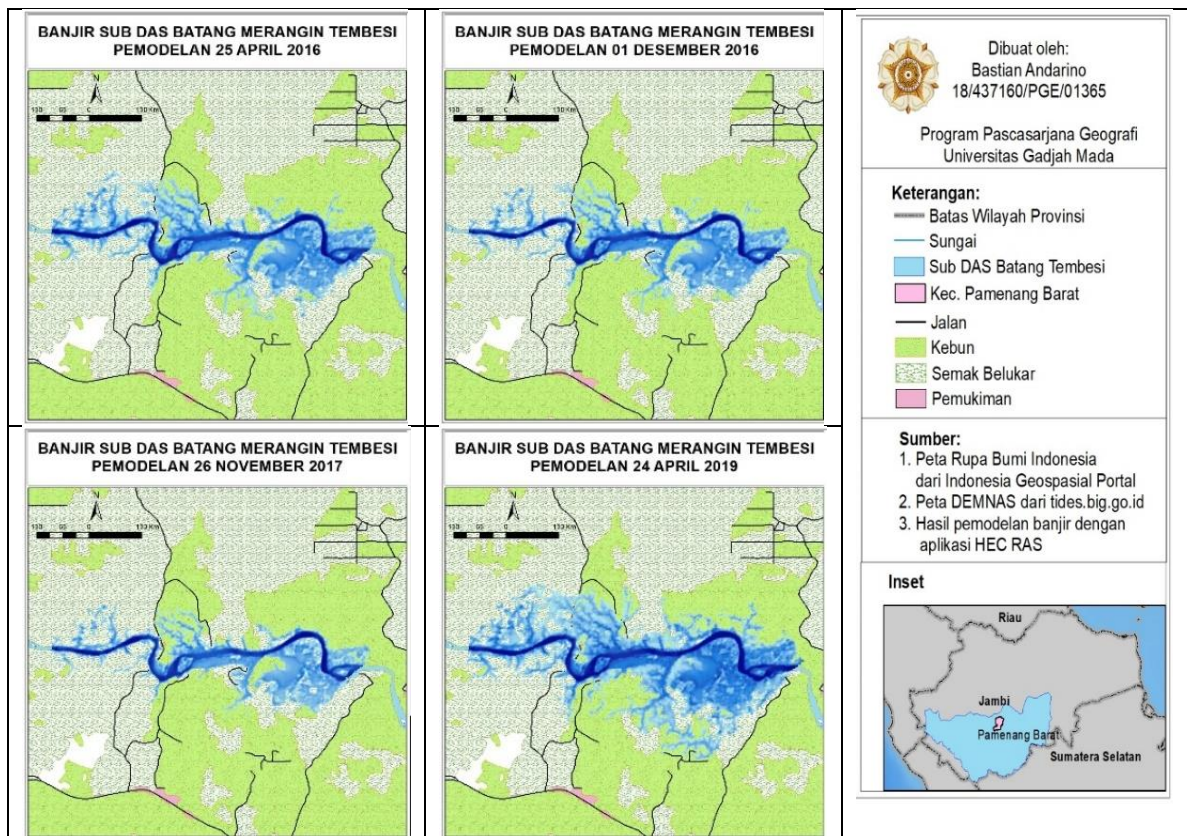
Tabel 5. Tren curah hujan bulan Desember (sumber: data diolah)

Pos hujan/ Parameter	Bangko	Batang Masumai	Nalo Tantan	Pamenang Barat	Pamenang I
Curah hujan harian (mm/hari)	-0,0341	0,0274	0,0106	-0,011	-0,0126
Curah hujan bulanan (mm/bulan)	-31,212	10,018	11,4	1,6857	-3,5333
Hari hujan bulanan (hari/tahun)	0,0727	0,7394	1,4	-0,8571	0,4061

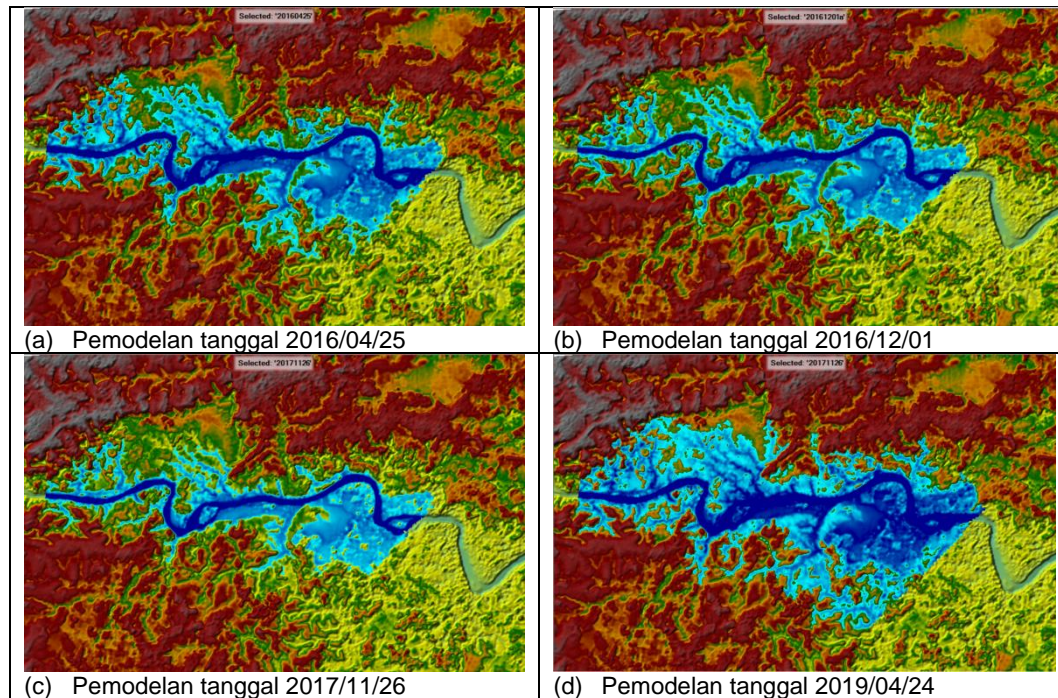
Pemodelan Banjir. Hasil pemodelan banjir dengan menggunakan HECRAS dengan masukan data debit dan data DEMNAS untuk kejadian banjir terpilih menunjukkan hasil yang cukup baik untuk kecamatan Pamenang Barat. Berdasarkan hasil analisis spasial *overlay* keluaran pemodelan banjir dengan HECRAS dan data administrasi dari BIG pada ArcGIS, kita dapat mengetahui luasan banjir yang terjadi serta dampaknya terhadap fasilitas umum maupun sektor lainnya, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Beberapa parameter yang terdampak akibat banjir di kecamatan Pamenang yaitu pemukiman, perkebunan serta fasilitas umum berupa jalan, hal ini sesuai dengan data dari [6]. Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang menggunakan HECRAS untuk memodelkan banjir akibat

tanggul roboh [9]. Penelitian lain juga menyatakan bahwa aplikasi HECRAS merupakan alat yang sangat berguna bagi peneliti dan pembuat kebijakan untuk penilaian risiko banjir dengan akurasi dan efektivitas yang lebih tinggi terutama pada DAS yang tidak memiliki data debit [10]. Hasil pemodelan ditunjukkan pada Gambar 3.

Berdasarkan hasil pemodelan, diketahui bahwa kenaikan curah hujan berbanding lurus dengan kenaikan debit maksimum pada sungai. Disisi lain, peningkatan debit maksimum juga berbanding lurus dengan luasan banjir yang terjadi. Meskipun hasil penelitian [11] menyatakan hanya ada hubungan yang rendah antara curah hujan dengan debit sungai.



Gambar 4. *Overlay* hasil pemodelan dengan peta administrasi. (sumber: data diolah)



Gambar 3. Hasil pemodelan banjir dengan HECRAS (sumber: data diolah)

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

(1) Terjadi perubahan curah hujan di kecamatan Pamenang Barat, baik berupa tren kenaikan maupun tren penurunan. Pada bulan April, peningkatan hujan harian tertinggi yaitu pos hujan Bangko sebesar 0,0356 mm/hari. Peningkatan curah hujan bulanan tertinggi terjadi pada pos hujan Bangko sebesar 32,727 mm/tahun dan penurunan curah hujan tertinggi terjadi pada pos hujan Pamenang Barat sebesar -11,029 mm/tahun. Parameter hari hujan bulanan juga terjadi tren peningkatan terbesar terjadi pada pos hujan Bangko sebesar 0,3273 hari/tahun dan penurunan terbesar terjadi pada pos hujan Pamenang Barat sebesar -1,0571 hari/tahun. Pada November peningkatan curah hujan harian tertinggi yaitu pos hujan Batang Masumai sebesar 0,0359 mm/hari dan penurunan curah hujan tertinggi terjadi pada pos hujan Pamenang Barat sebesar -0,068 mm/hari. Perubahan curah hujan bulanan peningkatan curah hujan bulanan tertinggi terjadi pada pos hujan Batang Masumai sebesar 1,4848 mm/tahun dan penurunan curah hujan tertinggi terjadi pada pos hujan Pamenang Barat sebesar -43,943 mm/tahun. Pada parameter hari hujan bulanan peningkatan terbesar terjadi pada pos hujan Bangko sebesar 0,4242 hari/tahun dan penurunan terbesar terjadi pada pos hujan Pamenang Barat sebesar -1,4286 hari/tahun.

(2) Aplikasi HECRAS dapat memodelkan banjir di kecamatan Pamenang Barat dengan hasil yang baik. Berdasarkan hasil pemodelan diketahui bahwa peningkatan curah hujan ada hubungannya dengan peningkatan debit air maksimum pada kejadian banjir terpilih.

(3) Hasil pemodelan menunjukkan bahwa luasan banjir akan bertambah dengan terjadinya peningkatan debit air. Semakin luas banjir yang terjadi, maka dampak yang diakibatkan juga akan semakin besar. Banjir yang terjadi di kecamatan Pamenang Barat berdampak pada akses jalan, perkebunan serta pemukiman warga.

Saran. (1) Analisis tren sangat tergantung dengan titik awal dan titik akhir acuan. Untuk memperoleh hasil analisis yang mewakili, dibutuhkan series data yang panjang. (2) Kejadian banjir sangat bervariasi, terutama dengan pengaruh hujan. Hujan dengan intensitas lebat dan terjadi dalam waktu singkat serta hujan dengan intensitas sedang yang terjadi dalam waktu lama akan menghasilkan banjir yang berbeda pula. Penelitian tentang kejadian banjir membutuhkan banyak sampel kejadian untuk memperoleh hasil yang baik. Apabila diperlukan saran dapat berisi rekomendasi, tindak lanjut nyata, atau implikasi kebijakan atas kesimpulan yang diperoleh

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) yang telah mensponsori studi pascasarjana penulis dimana tulisan ini tidak lepas dari satu tahapan dalam menyelesaikan studi.

Daftar Pustaka

- [1] Aldrian, E.; Karmini, M.; Budiman. (2011). Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia. BMKG.
- [2] Maryono, A. (2005). Menangani Banjir, Kekeringan, dan Lingkungan. UGM Press, Yogyakarta.
- [3] Syahrial, A.; Azmeri; Meiliana, E. (2017). Analisis Kekeringan Menggunakan Metode *Theory of Run* di DAS Krueng Aceh. *Jurnal Teknik Sipil ITB*. 24(2), 167.
- [4] Aji, D. M. N; Sudarsono, B.; Sasmito, B. (2014). Identifikasi Zona Rawan Banjir Menggunakan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Sub-DAS Dengkeng). *Jurnal Geodesi Undip*. 3(1), 36
- [5] Maryono, A. (2005) Menangani Banjir, Kekeringan, dan Lingkungan. UGM Press, Yogyakarta.
- [6] <https://dibi.bnpp.go.id/>
- [7] Davis, CA. (2010). *Hydrologic Engineering Center, HEC-RAS River Analysis System, User's Manual, U. S. Army Corps of Engineers.*
- [8] Dinis, P.A.; Huvi, J.; Cabral Pinto, M.; Carvalho, J. (2021). *Disastrous Flash Floods Triggered by Moderate to Minor Rainfall Events. Recent Cases in Coastal Benguela (Angola)*. *Hydrology*, 8, 73.
- [9] Tedla, M.G., Cho, Y., Jun, K. (2021). *Flood Mapping from Dam Break Due to Peak Inflow: A Coupled Rainfall-Runoff and Hydraulic Models Approach*. *Hydrology*, 8, 89.
- [10] Kastridis, A.; Stathis, D. (2020). *Evaluation of Hydrological and Hydraulic Models Applied in Typical Mediterranean Ungauged Watersheds Using Post-Flash-Flood Measurements*. *Hydrology*, 7, 12.
- [11] Muslim. (2015). Analisis Hubungan Curah Hujan dan Banjir di DAS Batanghari. Tesis, Program Magister Geografi. UGM. Yogyakarta.