



## Evaluasi Banjir di Kecamatan Bula Kabupaten Seram Bagian Timur

\*Febryhandi Eka Kusuma Putra<sup>1</sup>, Ahmad Zaki Romadhoni<sup>1</sup>, Idham Riyando Moe<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Balai Wilayah Sungai Maluku, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

<sup>2</sup>Direktorat Bendungan dan Danau, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

<sup>\*)</sup>[febry4589@gmail.com](mailto:febry4589@gmail.com)

Received: 27 Januari 2021 Revised: 25 Agustus 2021 Accepted: 9 September 2021

### Abstract

*Bula District is strategic region in Seram Bagian Timur Regency which often experienced flood event especially in downstream areas. Flood Event that occurs causing loss of materials, even human life. This research was conducted to identify inundation that caused by the flood using two-dimensional inundation model. Model's component consists of three part those are hydrology module, flood routing and inland flooding. Flood simulation result was calibrated with flood observation map in Bula District. Flood simulation resulted with flood discharge 25-year times period shows that inundation area that probably happen in Bula District is 5,4 km<sup>2</sup> and flood volume that probably happen is 7,406,708 m<sup>3</sup>. Bila Besar Watershed contribute >70% to flood event that occurs based on inundation area and flood volume. Based on map overlay between simulation result into Satellite Google Imagery shows that 31.8% of 2,390 unit building in Bula District probably inundated by flood.*

**Keywords:** *Inundation model, flood routing, flood evaluation, Maluku*

### Abstrak

*Kecamatan Bula sebagai wilayah strategis di Kabupaten Seram Bagian Timur tidak lepas dari bencana banjir khususnya di daerah hilir. Fenomena banjir yang terjadi dapat menyebabkan kerugian materi hingga kerugian jiwa. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi genangan yang terjadi ketika banjir dengan pemodelan genangan banjir dua dimensi. Komponen model terdiri dari tiga bagian yaitu modul hidrologi, modul penelusuran banjir (flood routing) dan modul banjir pada dataran banjir (inland flooding). Hasil simulasi dikalibrasi dengan peta genangan banjir hasil pengamatan di lokasi. Hasil simulasi dengan debit banjir rencana kala ulang 25 tahun menunjukkan luas daerah genangan yang mungkin terjadi pada wilayah Kecamatan Bula sebesar 5,4 km<sup>2</sup> dan volume genangan yang mungkin terjadi sebesar 7.406.708 m<sup>3</sup>. DAS Bila Besar berkontribusi >70% terhadap terjadinya banjir berdasarkan luas daerah genangan dan volume banjir yang terjadi. Berdasarkan overlay hasil simulasi dengan citra satelit Google Imagery didapatkan sebesar 31,8% kemungkinan menerima dampak genangan banjir dari 2.390 unit rumah yang ada.*

**Kata kunci:** *Model genangan, penelusuran banjir, evaluasi banjir, Maluku*

### Pendahuluan

Banjir merupakan bencana alam yang sering terjadi di wilayah Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (2020) per tanggal 3 September 2020, dari 1.944 total kejadian bencana sebanyak 730 kejadian merupakan bencana banjir. Hal tersebut menunjukkan bahwa bencana banjir merupakan bencana yang frekuensi terjadinya paling tinggi. Demikian juga di wilayah Maluku.

Provinsi Maluku yang terletak di wilayah timur Indonesia melaporkan bahwa terjadi 14 kejadian banjir (BNPB, 2020). Banjir yang terjadi di Provinsi Maluku salah satunya terjadi di Kabupaten Seram Bagian Timur khususnya Kecamatan Bula sebagai wilayah strategis di Kabupaten tersebut. Berdasarkan *Logbook* Pusdalops BNPB (2019), tanggal 7 Juni 2019 terdapat kejadian banjir yang mengakibatkan naiknya muka air setinggi 50 cm dan mengancam 32 unit rumah warga dan bandar udara yang merupakan objek vital.

Kecamatan Bula sering mengalami banjir pada daerah hilir. Kecamatan Bula berada dalam dua wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) yaitu DAS Bila Besar dan DAS Lola Besar serta dilewati tiga sungai yaitu Sungai Bila Besar, Sungai Bula dan Sungai Lola Besar sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.

Fenomena banjir yang terjadi dapat menyebabkan kerugian baik secara materi maupun kerugian jiwa. Salah satu cara untuk mengevaluasi kejadian banjir adalah dengan pemodelan banjir. Simulasi banjir dengan metode numerik dapat digunakan untuk mengevaluasi kejadian banjir dengan hasil pemodelan berupa lokasi genangan banjir (Patro *et al.*, 2009; Kadam dan Sen, 2015; Moe *et al.*, 2015). Dalam penelitian ini dilakukan simulasi model genangan banjir dua dimensi dan dievaluasi dampak genangan banjir pada wilayah permukiman berdasarkan citra satelit.

## Metode

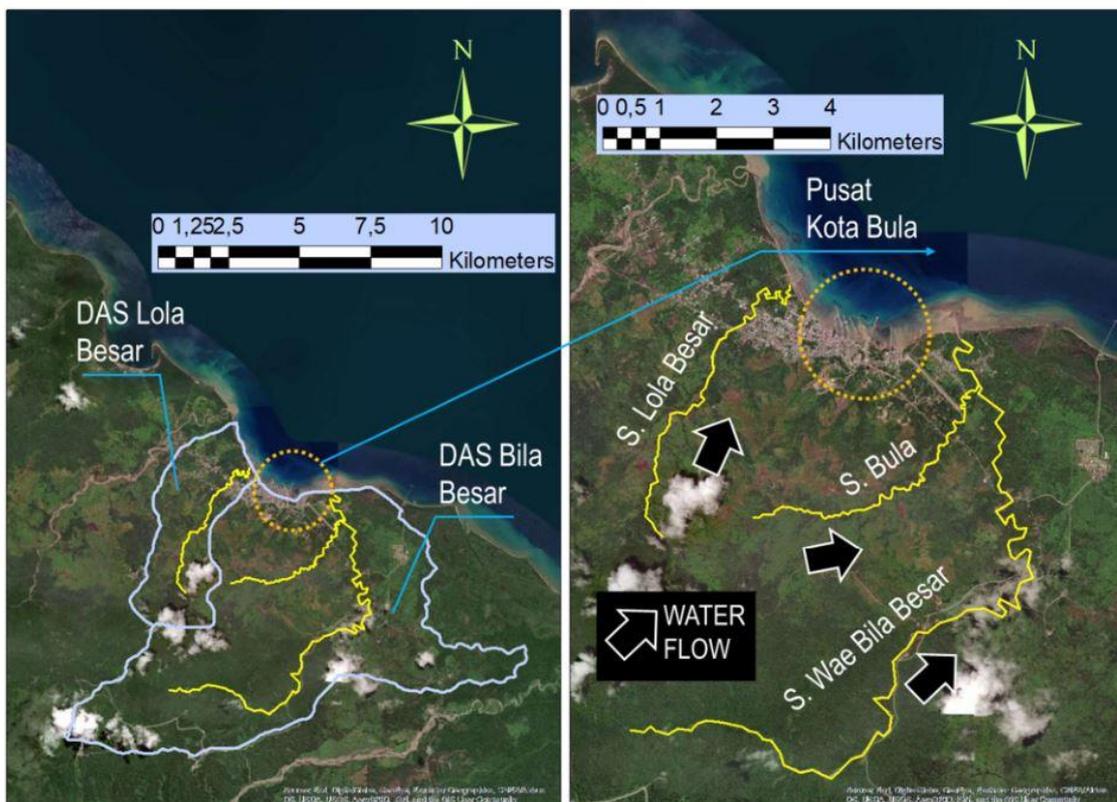
Penelitian dilakukan di DAS Lola Besar dan DAS Bila Besar Kecamatan Bula Kabupaten Seram Bagian Timur. Lokasi ini terletak di daerah hilir yang merupakan lokasi terjadinya banjir. Tahapan penelitian dimulai dengan studi literatur dengan mencari literatur yang terkait dan dapat menunjang penelitian serta pengumpulan *dataset* yang terdiri

dari data hidrologi dan data hidrolika sebagai masukan dalam model. Data hidrologi yang digunakan adalah debit banjir rencana berbagai kala ulang. Akibat keterbatasan data, maka digunakan analisis debit banjir rencana dengan metode analisis regional sebagaimana dalam SNI (Badan Standardisasi Nasional 2016). Data hidrolika terdiri dari data elevasi dan potongan melintang sungai. Data hidrolika didapatkan dari ekstraksi *Digital Elevation Model* (DEM) (Gichamo *et al.* 2012).

Survei lokal juga dilakukan untuk mengidentifikasi daerah yang tergenang ketika banjir untuk dijadikan sebagai peta genangan banjir dan dibandingkan dengan hasil pemodelan. Tahap selanjutnya pembuatan model genangan banjir dua dimensi. Model genangan banjir dibangun dari integrasi *software* Mike 11 dan Mike 21 dalam *software* Mike Flood. Mike 11 memodelkan penulisan banjir pada saluran sungai berdasarkan persamaan Saint-Venant untuk kontinuitas aliran dalam bentuk konservasi. Persamaan *Saint-Venant* dituliskan sebagai Persamaan 1.

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_1 \quad (1)$$

dimana  $Q$  adalah debit,  $A$  adalah luas potongan melintang saluran, dan  $q_1$  adalah inflow atau outflow lateral yang terdistribusi di sepanjang sumbu  $x$  saluran.



Gambar 1. Daerah aliran sungai dan sungai-sungai dalam wilayah Kecamatan Bula

Pemodelan banjir dua dimensi menunjukkan akurasi lebih baik daripada model satu dimensi (Gharbi et al. 2016). MIKE 21 mensimulasikan genangan akibat banjir berdasarkan persamaan *unsteady* dua dimensi yang terdiri dari persamaan kontinuitas dan persamaan momentum sebagai Persamaan 2.

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = 0 \quad (2)$$

dimana  $h$  adalah kedalaman air,  $p$  dan  $q$  adalah *flux* densitas pada arah- $x$  dan arah- $y$  luas potongan melintang saluran, dan  $q_1$  adalah *inflow* atau *outflow* lateral yang terdistribusi di sepanjang sumbu  $x$  saluran (Mike, 2009).

Perbandingan antara hasil simulasi genangan banjir dan observasi digunakan untuk kalibrasi model genangan banjir dua dimensi (Moe et al., 2016; 2017; Rinaldi et al., 2018; Rizaldi et al., 2019). Akibat keterbatasan data observasi banjir di lokasi, maka dapat digunakan metode linear spasial untuk membuat peta genangan banjir (Fernando & Utama, 2020). Berdasarkan data citra satelit Google Earth dapat diidentifikasi kerugian akibat genangan banjir (Nugraha & Hani'ah, 2013).

Komponen model ini terdiri dari tiga bagian yaitu modul hidrologi (*rainfall-runoff*), modul penelusuran banjir (*flood routing*) dan modul banjir pada daerah genangan (*inland flooding*). Model *rainfall-runoff* menggunakan debit banjir rencana dari penelitian terdahulu Hidayatullah (2017) dan digunakan pendekatan metode analisis regional. Modul *flood routing dan inland flooding* menggunakan *software Mike Flood*.

Hasil model dikalibrasi dengan membandingkan hasil pemodelan genangan banjir dengan peta genangan banjir hasil observasi di lapangan untuk dilihat hubungan secara spasial dan dilakukan evaluasi banjir dengan mengidentifikasi rumah yang terdampak genangan banjir berdasarkan data citra satelit *Google Imagery* dan meninjau DAS yang berkontribusi pada kejadian banjir.

## Hasil dan Pembahasan

### Perhitungan debit banjir rencana

Dengan keterbatasan data hidrologi, maka digunakan data hidrologi dari penelitian Hidayatullah (2017) di Sungai Bolifar yang lokasinya bersebelahan dengan DAS Bila Besar. Analisis menggunakan metode analisis regional dari debit banjir dengan kala ulang dalam penelitian tersebut. Hidrograf banjir rencana ditunjukkan pada Gambar 2.

Debit puncak banjir rencana kala ulang 25 tahun adalah 521,2 m<sup>3</sup>/s pada Sungai Bolifar, sebesar 26 m<sup>3</sup>/s pada bagian hilir Sungai Bila Besar (*Section BiB-B*), 298 m<sup>3</sup>/s pada bagian hulu Sungai Bila Besar (*Section BiB-A*), 120 m<sup>3</sup>/s pada Sungai Bula (*Section BiB-C*) dan 76 m<sup>3</sup>/s pada Sungai Lola Besar (*Section LoB*) sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1. Besar debit banjir rencana antara kala ulang 25 tahun lebih besar hingga 50% dari kala ulang 2 tahun. Selain itu terdapat perbedaan signifikan pada debit banjir rencana untuk masing-masing lokasi yang dipengaruhi oleh parameter luasan DAS. Semakin besar kala ulang debit banjir rencana, maka semakin besar luas genangan yang dihasilkan simulasi model genangan (Sulaeman et al., 2017).

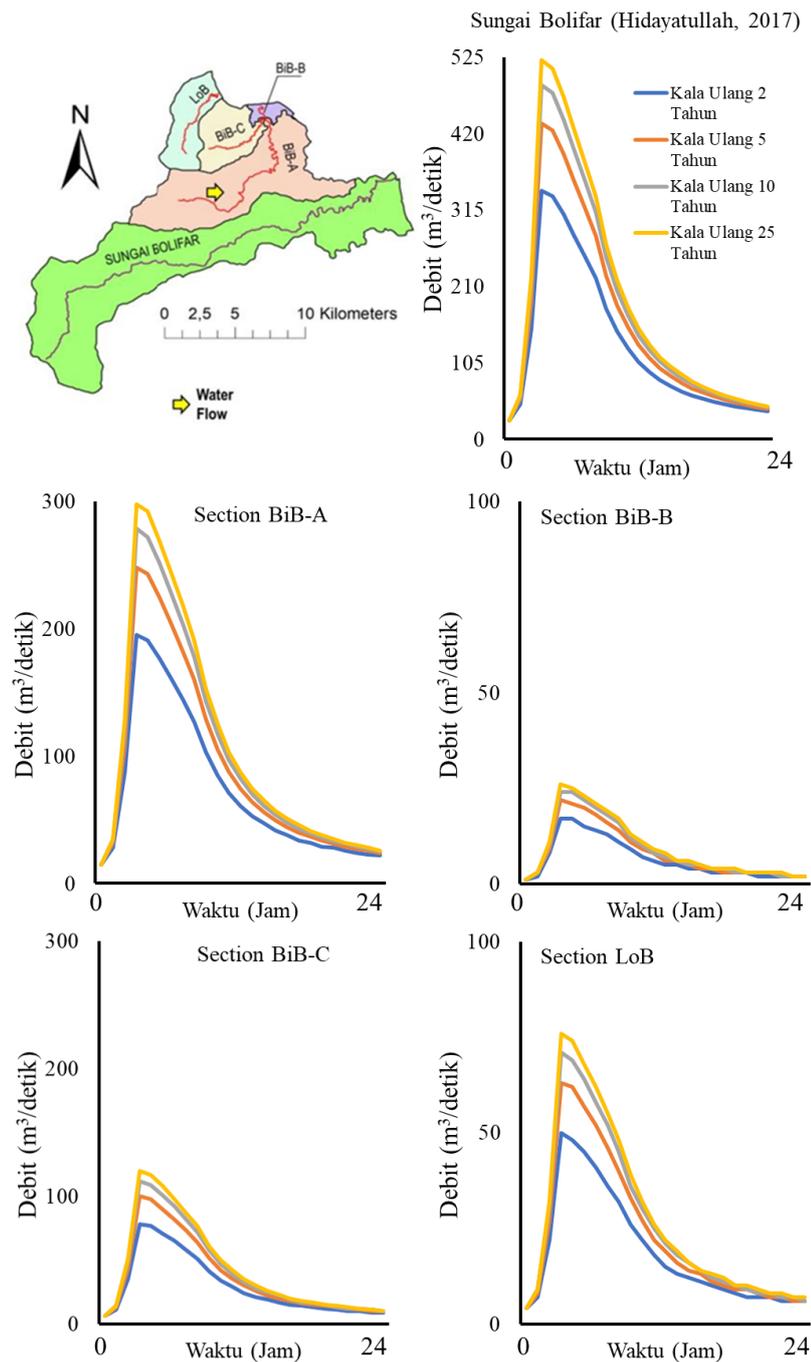
### Model genangan banjir

Input data model terdiri dari data hidrologi berupa debit banjir rencana dan data hidrolika yang terdiri dari potongan melintang dan elevasi sungai yang di ambil dari data *Digital Elevation Model* (DEM). Simulasi model genangan banjir dilakukan dengan *software* MIKE. Hasil simulasi dari model banjir genangan dikalibrasi dengan hasil observasi genangan banjir di lokasi. Observasi dilakukan dengan mengumpulkan laporan-laporan kejadian banjir dan digambarkan secara spasial dengan metode linier. Hasil simulasi menggunakan debit banjir kala ulang 25 tahun dan observasi genangan banjir ditunjukkan Gambar 3.

Tabel 1. Rekapitulasi debit puncak banjir rencana berbagai kala ulang

No	Lokasi	Debit Puncak Banjir Kala Ulang (m <sup>3</sup> /s)			
		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	25 Tahun
1	Sungai Bolifar	341,45	433,96	486,58	521,2
2	Sungai Bila Besar Hilir ( <i>Section BiB-B</i> )	17,00	22	24	26
3	Sungai Bila Besar Hulu ( <i>Section BiB-A</i> )	195,00	248	279	298
4	Sungai Bula ( <i>Section BiB-C</i> )	78,00	100	112	129
5	Sungai Lola Besar ( <i>Section LoB</i> )	50,00	63	71	76

Sumber : Hidayatullah (2017)

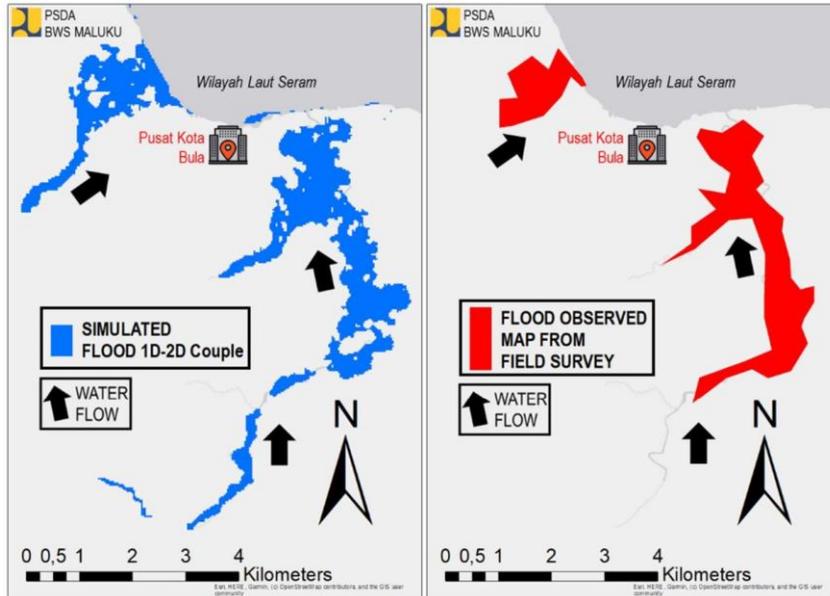


**Gambar 2. Debit banjir rencana kala ulang 2 sampai 25 tahun di lokasi kajian**

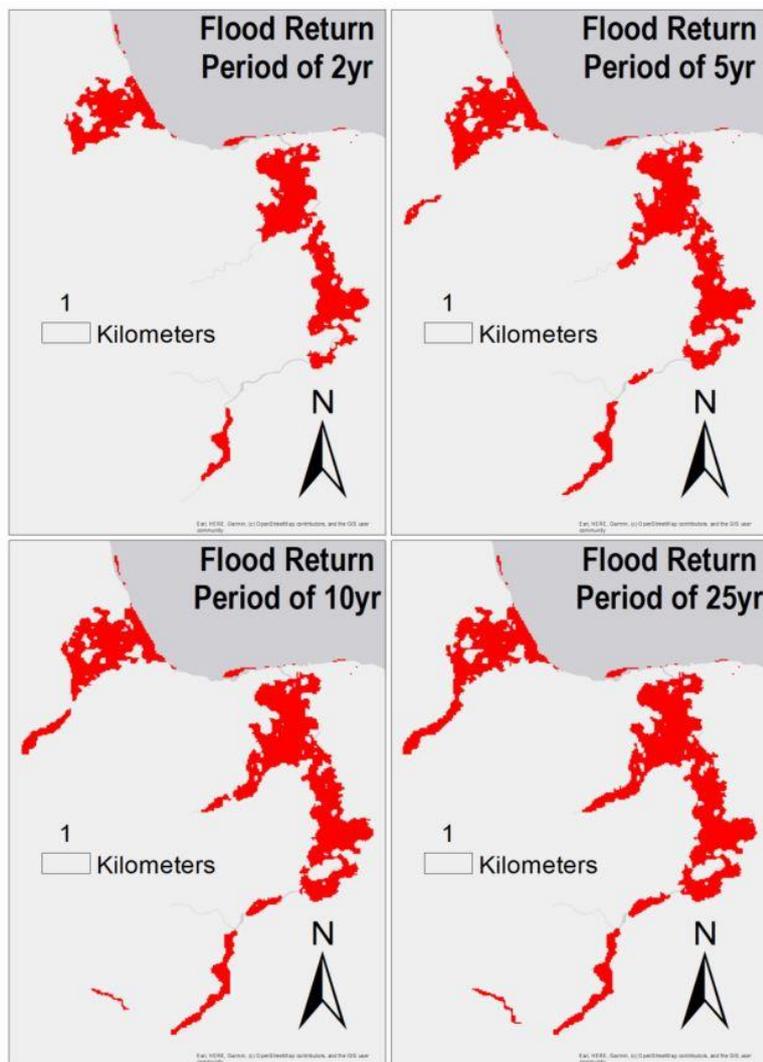
Genangan banjir hasil simulasi dan observasi menunjukkan hubungan yang kuat secara spasial. Hal ini menunjukkan bahwa simulasi model banjir genangan memperlihatkan hasil komparasi yang cukup kuat. Maka, dapat dikatakan bahwa hasil simulasi ini merupakan model yang cukup terkalibrasi secara spasial.

Selanjutnya simulasi dilakukan dengan berbagai kala ulang debit banjir rencana yaitu 2, 5, 10 dan 25 tahun. Hasil simulasi berbagai kala ulang

ditunjukkan pada Gambar 4. Berdasarkan simulasi dengan berbagai kala ulang menunjukkan luasan dan volume genangan meningkat dengan meningkatnya debit maksimum kala ulang di lokasi penelitian. Masing-masing DAS yaitu DAS Lola Besar dan DAS Bila Besar berkontribusi terhadap besarnya peningkatan luas daerah dan volume genangan karena memiliki luas DAS yang berbeda. Peningkatan volume banjir dan luas daerah genangan pada masing-masing DAS ditunjukkan pada Gambar 5 dan 6.



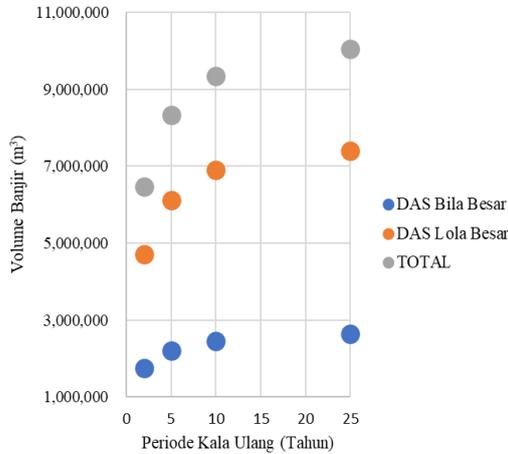
Gambar 3. Hasil simulasi genangan dengan debit kala ulang 25 tahun dan hasil observasi



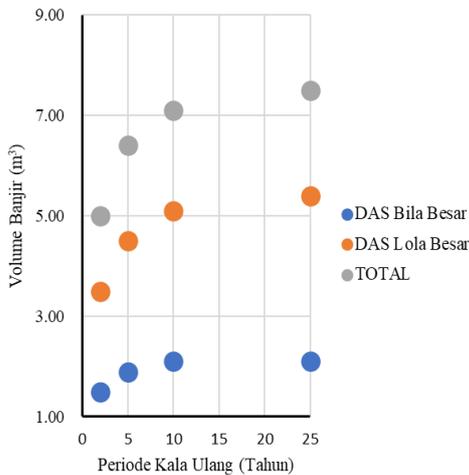
Gambar 4. Hasil simulasi genangan dengan berbagai kala ulang debit banjir

**Tabel 2. Dampak banjir terhadap luas daerah dan volume genangan masing-masing DAS**

Kala Ulang	Volume (m <sup>3</sup> )			Luas Daerah Genangan (km <sup>2</sup> )		
	DAS Lola Besar	DAS Bila Besar	Total	DAS Lola Besar	DAS Bila Besar	Total
2	1.764.315	4.713.800	6.478.115	1,5	3,5	5,0
5	2.219.594	6.120.320	8.339.914	1,9	4,5	6,4
10	2.454.314	6.894.504	9.348.818	2,1	5,1	7,1
25	2.634.282	7.406.708	10.040.990	2,1	5,4	7,5



**Gambar 5. Peningkatan volume banjir pada DAS di Kecamatan Bula**



**Gambar 6. Luas genangan yang diakibatkan banjir dengan berbagai kala ulang**

Perbedaan debit banjir kala ulang dua tahun dengan debit kala ulang 25 tahun menyebabkan volume genangan banjir meningkat 55% dan luas daerah genangan meningkat 50% secara *Total Flood*. Ini berarti banjir diakibatkan oleh DAS Lola Besar dan DAS Bila Besar. Bila ditinjau berdasarkan masing-masing DAS, DAS Bila Besar menunjukkan peningkatan volume genangan 57,13% dan luas daerah genangan meningkat 54,13% antara debit banjir kala ulang 2 tahun dengan debit kala ulang 25 tahun. DAS Lola Besar tidak menunjukkan perbedaan signifikan terhadap volume dan luas area

genangan antara debit banjir kala ulang 2 tahun dengan debit kala ulang 25 tahun.

Pada penelitian ini diidentifikasi penyebab utama banjir berdasarkan masing-masing DAS yaitu DAS Lola Besar dan DAS Bila Besar. Identifikasi dilakukan berdasarkan luas dan volume paling besar yang menggenangi Kecamatan Bula. Luas daerah genangan dan volume genangan masing-masing DAS ditunjukkan pada Tabel 2.

DAS Bila Besar mempunyai kontribusi tinggi terhadap banjir yang terjadi berdasarkan volume dan luas daerah genangan pada berbagai kala ulang. Pada kala ulang tertinggi yaitu 25 tahun, volume genangan yang bersumber dari DAS Bila Besar menyebabkan 73% dari total volume banjir yang terjadi pada wilayah penelitian. Sisanya yaitu sebesar 27% merupakan kontribusi volume banjir dari DAS Lola Besar.

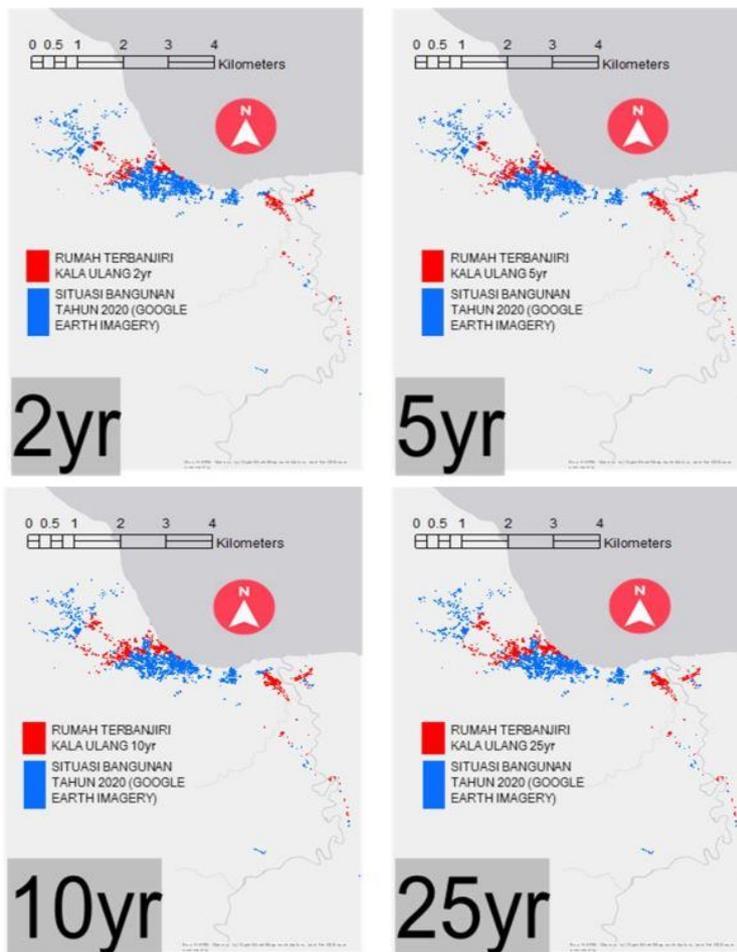
Persentase untuk kala ulang 2 Tahun, 5 tahun dan 10 tahun masih relatif sama perbandingannya. Sehingga, banjir yang terjadi di Kecamatan Bula disebabkan DAS Bila Besar yang berkontribusi sebesar 70% pada volume dan luas daerah genangan dari hasil simulasi banjir. Sebagai catatan bahwa hasil seluruh perhitungan banjir dilakukan berdasarkan nilai maksimum dari setiap simulasi model genangan banjir baik luas dan volume banjir.

### Evaluasi kejadian banjir

Daerah permukiman merupakan salah satu kawasan yang menerima dampak akibat kejadian banjir. Sehingga perlu dievaluasi dampak banjir terhadap permukiman. Contoh dampak banjir pada permukiman di Kecamatan Bula ditunjukkan pada Gambar 7. Identifikasi dilakukan dengan digitasi manual melalui citra satelit *google imagery* dan didapatkan total rumah di lokasi penelitian sebanyak 2.390 unit. Hasil digitasi manual di-*overlay* dengan data hasil simulasi genangan banjir untuk mengidentifikasi rumah yang terdampak. Hasil *overlay* ditunjukkan pada Gambar 8. Semakin tinggi kala ulang maka semakin tinggi luas genangan yang terjadi. Sehingga menyebabkan semakin banyak unit rumah yang terdampak genangan banjir. Jumlah rumah terdampak banjir untuk berbagai kala ulang dapat dilihat ditunjukkan pada Tabel 3.



Gambar 7. Dampak banjir yang menggenangi wilayah permukiman di Kecamatan Bula



Gambar 8. Perbandingan rumah terdampak banjir dan tidak terdampak banjir berdasarkan hasil simulasi

Semakin tinggi kala ulang maka semakin tinggi luas genangan yang terjadi. Sehingga menyebabkan semakin banyak unit rumah yang terdampak genangan banjir. Jumlah rumah terdampak banjir untuk berbagai kala ulang dapat dilihat ditunjukkan pada Tabel 3.

Jumlah rumah yang berpotensi terbanjiri pada kala ulang maksimum yaitu 25 tahun adalah 31,8% dari jumlah seluruh rumah yang ada di dalam wilayah penelitian. Namun sisa jumlah rumah yang lain

tetap dapat menerima resiko banjir walaupun tidak signifikan.

Tabel 3. Jumlah rumah terdampak banjir

Kala Ulang (Tahun)	Luas Daerah Genangan Banjir (km <sup>2</sup> )	Jumlah Rumah Terdampak (Unit)
2	5	597
5	6,4	702
10	7,1	724
25	7,5	759

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan didapatkan kesimpulan bahwa model genangan banjir mampu mengidentifikasi genangan akibat banjir dengan berbagai kala ulang. Dampak banjir dengan kala ulang 25 tahun, luas daerah genangan yang mungkin terjadi di wilayah Kecamatan Bula sebesar 5,4 km<sup>2</sup> dan volume genangan sebesar 7.406.708 m<sup>3</sup>. DAS Bila besar berkontribusi >70% terhadap terjadinya banjir berdasarkan luas daerah genangan dan volume banjir. Jika ditinjau dari citra satelit *Google Imagery* terdapat 2.390 unit rumah di wilayah Kecamatan Bula dan yang kemungkinan menerima dampak banjir sebesar 31,8%. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait penanganan berupa *civil work* maupun *non-civil work* untuk mengatasi banjir khususnya pada DAS Bila Besar.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Tim PSDA BWS Maluku yang telah bekerjasama dengan baik demi terwujudnya penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2020). *Update bencana di Indonesia 3 September 2020*. diakses tanggal 1 Oktober 2020, dari <https://bnpb.go.id/infografis/update-bencana-di-indonesia-3-september-2020>
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2019). *Geoportall kebencanaan Indonesia: Logbook Pusdalops BNPB*. Diakses tanggal 1 Oktober 2020, dari <https://gis.bnpb.go.id>
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *SNI 2415:2016 - Tata cara perhitungan debit banjir rencana*. Jakarta.
- Fernando, R., & Utama, A. B. (2020). Kajian karakteristik dan permodelan banjir di DAS Air Majunto Kabupaten Mukomuko. *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, 16(1), 1-9.
- Gharbi, M., Soualmia, A., Dartus, D., & Masbernat, L. (2016). Comparison of 1D and 2D hydraulic models for floods simulation on the Medjerda Riverin Tunisia. *J. Mater. Environ. Sci*, 7(8), 3017-3026.
- Gichamo, T. Z., Popescu, I., Jonoski, A., & Solomatine, D. (2012). River cross-section extraction from the ASTER global DEM for flood modeling. *Environmental Modelling & Software*, 31, 37-46.
- Hidayatullah, A. T. (2017). Analisis Pengamanan Banjir Sungai Bolifar Kabupaten Seram Bagian Timur. *Master Thesis*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Mike, D. H. I. (2009). *Flow Model: Hydrodynamic Module Scientific Documentation*. MIKE by DHI.
- Moe, I. R., Kure, S., Farid, M., Udo, K., Kazama, S., & Koshimura, S. (2015). Numerical simulation of flooding in Jakarta and evaluation of a counter measure to mitigate flood damage. *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. G (Environmental Research)*, 71(5), I\_29-I\_35.
- Moe, I. R., Kure, S., Farid, M., Udo, K., Kazama, S., & Koshimura, S. (2016). Evaluation of flood inundation in Jakarta using flood inundation model calibrated by radar rainfall. *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering)*, 72(4), 1243-1248.
- Moe, I. R., Kure, S., Januriyadi, N. F., Farid, M., Udo, K., Kazama, S., & Koshimura, S. (2017). Future projection of flood inundation considering land-use changes and land subsidence in Jakarta, Indonesia. *Hydrological Research Letters*, 11(2), 99-105.
- Nugraha, A. L. (2013). Kajian Pemanfaatan Dem Srtm & Google Earth Untuk Parameter Penilaian Potensi Kerugian Ekonomi Akibat Banjir Rob. *Teknik*, 34(3), 202-210.
- Patro, S., Chatterjee, C., Mohanty, S., Singh, R., & Raghuwanshi, N. S. (2009). Flood inundation modeling using MIKE FLOOD and remote sensing data. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 37(1), 107-118.
- Rinaldi, A., Pohan, D., & Riyando, I. (2018). Evaluasi Permasalahan Banjir Kota Manado Dengan Pemodelan Dua Dimensi. *Karya Tulis Ilmiah. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*.
- Rizaldi, A., Moe, I. R., Farid, M., Aribawa, T. M., Bayuadji, G., & Sugiharto, T. (2019). Study of flood characteristic in Cikalumpang River by using 2D flood model. In *MATEC Web of Conferences*, 270, 04010). EDP Sciences.
- Sulaeman, A., Suhartanto, E., & Sumiadi, S. (2017). Analisis genangan banjir akibat luapan bengawan solo untuk mendukung peta risiko bencana banjir di kabupaten bojonegoro. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 8(2), 146-157.