



PEMODELAN ELEVASI DAN KECEPATAN BANJIR PADA TIKUNGAN LUAR DEKAT OUTLET BANGUNAN GORONG-GORONG BBA.4B DAERAH IRIGASI BUMI AGUNG

Masri Nur Sultan ^a, Dikpride Despa ^b, Ratna Widyawati ^b, Aleksander Purba ^b, Budi Muhammad Habibi ^a, Rifandy Fitra ^a

^aBalai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung, Kementerian Pekerjaan Umum, Jl. Gatot Subroto No 57 Bandar Lampung

^b Program Studi Program Profesi Insinyur Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat artikel:

Diterbitkan : 24 April 2023

Kata kunci:

Bangunan Bba.4b

Banjir

Daerah Irigasi Way Bumi Agung

HEC-RAS 1D

Longsor

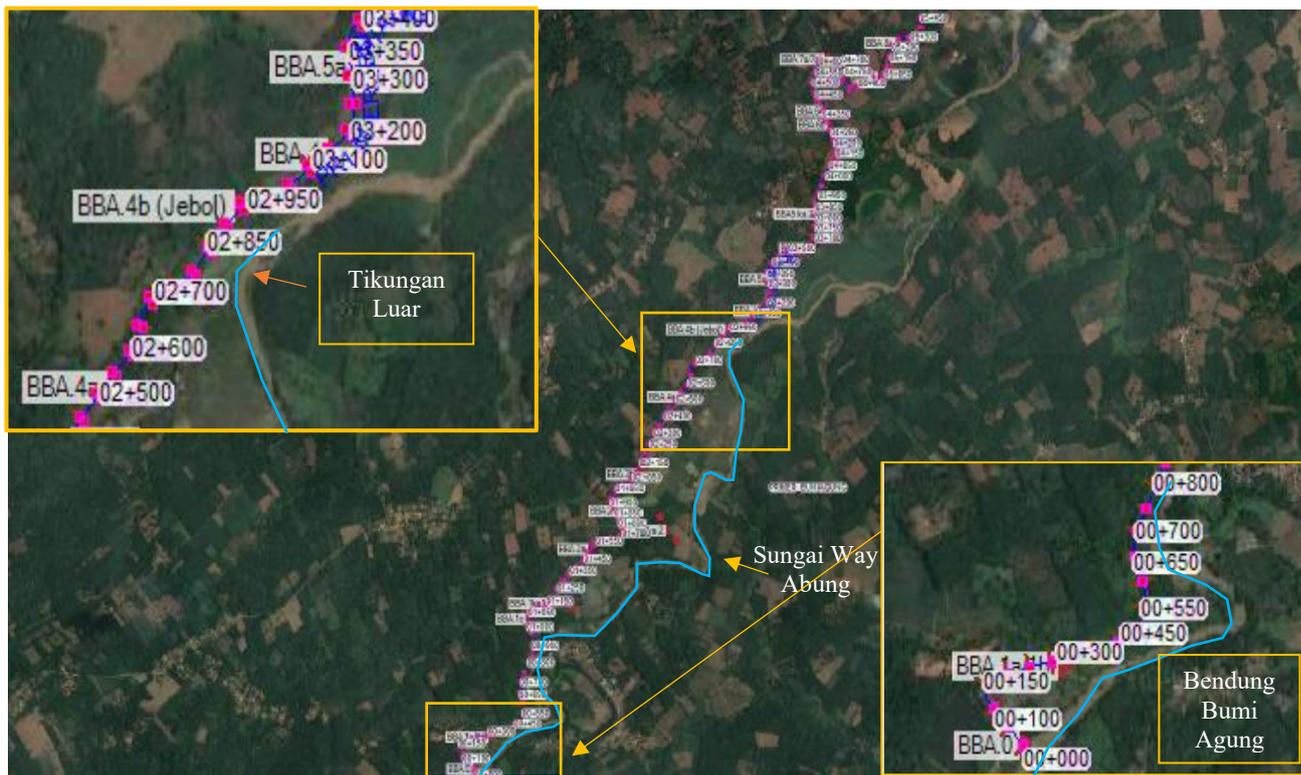
Daerah irigasi Way Bumi Agung adalah salah satu daerah irigasi kewenangan pusat yang terletak di Kabupaten Lampung Utara Provinsi Lampung. Jaringan pada daerah irigasi ini putus pada tahun 2016 akibat terjadinya longsor pada bangunan gorong – gorong Bba.4b yang berada dibawah saluran primer Sta 02+850. Salah satu penyebab terjadinya longsor diduga karena adanya banjir dan aliran air yang cepat pada titik tinjauan yaitu posisi Tikungan luar Sungai Way Abung dekat dengan outlet dari bangunan Bba.4b. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mensimulasikan elevasi muka air dan kecepatan air pada saat banjir diposisi tinjauan serta mengetahui pengaruh kondisi banjir terhadap proses terjadinya longsor Bangunan Bba.4b. Penelitian ini memodelkan secara numerik skenario banjir Q25 pada Sungai Way Abung dari hilir Bendung Bumi Agung sampai dengan posisi titik tinjauan. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan metode *unsteady flow* dengan bantuan perangkat lunak HEC- RAS 1D. Hasil pemodelan berupa elevasi muka air banjir kemudian diplot pada penampang melintang Bangunan Bba.4b sehingga diperoleh posisi elevasi muka air banjir pada posisi dekat Outlet Bangunan Bba.4b. Hasil simulasi elevasi muka air serta kecepatan air pada kondisi banjir diposisi titik tinjauan adalah 54.56 m dan 0.76 m/s. Elevasi muka air banjir tersebut masih dibawah elevasi dasar outlet bangunan Bba.4b namun karena kecepatan air yang terjadi masih tergolong cepat, maka resiko pengikisan tanah yang dapat menyebabkan longornya saluran irigasi tetap masih ada. Untuk memperkuat analisis maka perlu dilakukan kajian terkait jenis tanah yang ada serta tingkat kepekaannya terhadap erosi atau pengikisan.

1. Pendahuluan

Daerah irigasi Way Bumi Agung adalah salah satu daerah irigasi kewenangan pusat yang terletak di Kabupaten Lampung Utara Provinsi Lampung. Daerah irigasi ini memiliki jaringan irigasi yang dapat mengaliri luas potensial sebesar 4063 Ha (PT. Supraharmonia Consultindo (KSO), 2017). Jaringan irigasi ini putus pada tahun 2016 akibat terjadinya longsor pada bangunan gorong – gorong Bba.4b yang berada dibawah saluran primer Sta 02+850 (Gambar 1). Implikasi putusnya jaringan irigasi tersebut adalah terganggunya pendistribusian air ke sawah fungsional seluas 391 Ha.

Salah satu penyebab terjadinya longsor diduga karena posisi outlet dari bangunan Bba.4b yang berada dekat dengan Tikungan luar Sungai Way Abung (Gambar 1) kecepatan aliran sungai pada tikungan luar cenderung meningkat sehingga resiko bangunan longsor lebih tinggi (Martini & Rivai, 2018). Resiko pengikisan atau bangunan longsor semakin meningkat apabila dorongan air dengan kecepatan tinggi terjadi secara terus menerus dalam volume yang besar atau kondisi banjir (Retyanto, 2016).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mensimulasikan elevasi muka air dan kecepatan air pada kondisi banjir diposisi tikungan luar dekat outlet Bangunan Bba.4b. serta mengetahui pengaruh kondisi banjir yang terjadi terhadap proses terjadinya longsor Bangunan Bba.4b. Penelitian ini memodelkan secara numerik skenario banjir kala ulang 25 tahun pada Sungai Way Abung dengan lokasi hilir bendung Bumi Agung sampai dengan posisi tikungan luar sungai Way Abung yang dekat dengan posisi outlet Bangunan Bba.4b (Gambar.1). Pemodelan ini menggunakan metode *unsteady flow* dengan bantuan perangkat lunak HEC-RAS 1D seperti yang dilakukan oleh Asyifa dan Mubarak pada tahun 2022.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Hasil pemodelan berupa tinggi muka air banjir kemudian diplot pada penampang melintang Bangunan Bba 4b sehingga diperoleh posisi muka air banjir pada posisi dekat Outlet Bangunan Bba.4b.

2. Metodologi

Penelitian terdiri dari pengumpulan data, analisis bentuk DAS serta parameter karakteristik DAS, analisis hujan rencana dan analisis Hidrograf banjir, Pemodelan kondisi banjir serta yang terakhir analisis posisi muka air banjir.

2.1 Pengumpulan data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Jenis, ketersediaan serta sumber data yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data yang digunakan

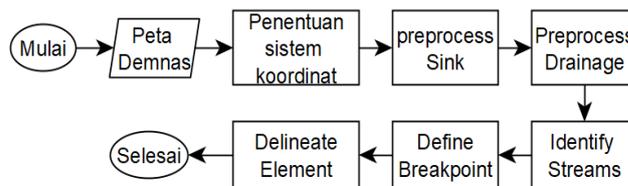
Jenis dan ketersediaan data	Sumber
Curah Hujan STA. R.232, R235 dan R.202 tahun 2014 – 2023	BBWS Mesuji Sekampung
Geometri Sungai Way Abung tahun 2016 dan penampang melintang Saluran Primer D.I Way Bumi Agung tahun 2014	BBWS Mesuji Sekampung
Peta DEMNAS tahun 2018	BIG
Peta tataguna lahan tahun 2023	ESRI
Data Klasifikasi jenis tanah	HSG FAO

2.2 Analisis bentuk DAS serta Parameter Karakteristik DAS

Analisis bentuk DAS serta parameter karakteristik DAS dilakukan untuk memperoleh deliniasi dari DAS Way Abung dengan posisi outlet DAS pada lokasi tikungan luar dekat Bangunan Bba.4b. Hasil deliniasi tersebut kemudian digunakan

untuk membantu dalam membuat poligon Thiessen yang akan digunakan dalam analisis hujan serta karakteristik DAS untuk analisis debit banjir rencana.

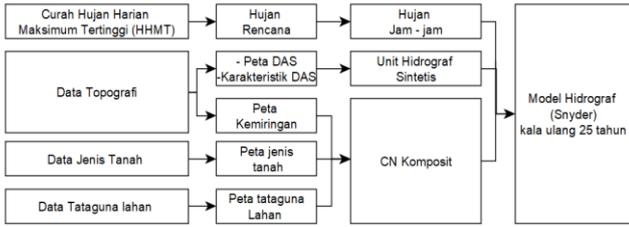
Analisis bentuk DAS serta karakteristik DAS dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak HEC-HMS 4.11. data input yang digunakan dalam proses analisis adalah Peta DEMNAS. Gambar 2 memperlihatkan proses dari analisis bentuk DAS dan parameter karakteristik DAS.



Gambar 2. Proses analisis bentuk DAS dan parameter karakteristik DAS.

2.3 Analisis Hujan Rencana dan Analisis Hidrograf Banjir

Analisis hujan rencana dilakukan untuk memperoleh Curah hujan rencana kala ulang 25 tahun. Analisis ini menggunakan data curah hujan selama 10 tahun dari Stasiun/Pos Hujan R.232, R.235 dan R.202 yang berada dekat dengan DAS tinjauan. Curah hujan rencana tersebut kemudian dikonversi menjadi Curah Hujan jam – jaman. Data curah hujan Bersama dengan parameter hidrologi lainnya dikompil dan dianalisis menggunakan perangkat lunak HEC-HMS (USACE, 2000) sehingga menjadi model Hidrograf sintetis. Gambar 3 memperlihatkan proses dari analisis hujan rencana dan analisis hidrograf banjir.



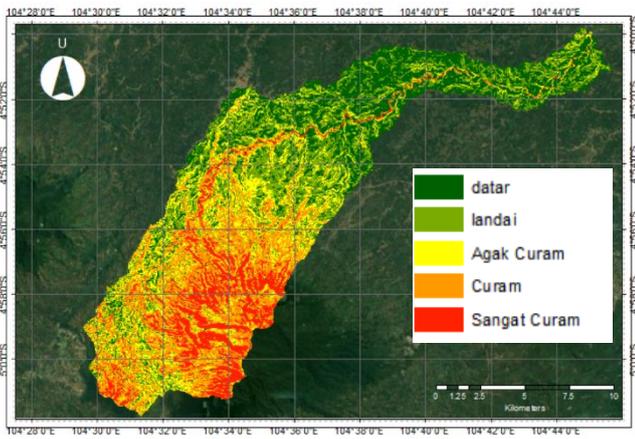
Gambar 3. Proses analisis hujan rencana model hidrograf banjir

Model HSS Snyder memiliki dua parameter non fisik yaitu parameter C_t dan C_p Dimana nilainya bergantung pada karakteristik dan kondisi dari DAS (Yamin, 2019). Pendekatan berdasarkan kemiringan DAS dilakukan untuk pemilihan nilai C_t sedangkan pendekatan berdasarkan tataguna lahan dilakukan untuk pemilihan nilai C_p (Barid, dkk, 2024).

C_t kecil (1,8) dipilih untuk daerah dengan mayoritas kemiringan curam sedangkan untuk daerah mayoritas landai dipilih C_t besar (2,2). Pada Daerah perpaduan landai dan curam maka dipilih diantara nilai tersebut.

C_p kecil (0,4) dipilih pada lahan dengan mayoritas tidak kedap sedangkan pada lahan mayoritas kedap dan kompleks maka dipilih C_p besar (0,94). Daerah perpaduan lahan kedap dan tidak kedap menggunakan C_p antara 0,4 sampai 0,94.

Untuk mendapatkan Nilai C_t dan C_p dari DAS yang akan dimodelkan Hidrografnya, maka perlu dilakukan penggabungan antara data deliniasi DAS dengan data DEMNAS dan data tataguna lahan menggunakan *tool intersect* pada perangkat lunak QGIS (QGIS Development Team, 2023). Hasil Analisis kemiringan lahan memperlihatkan DAS yang ditinjau adalah perpaduan lahan landai dan curam dengan persentase yang sama besar sehingga ditetapkan nilai C_t adalah 2.0 (gambar 4).



Gambar 4. Peta Kemiringan lahan DAS

Hasil analisis tataguna lahan memperlihatkan Lahan pada DAS yang ditinjau merupakan perpaduan antara perpaduan lahan kedap dan tidak kedap (gambar 7), sehingga diperlukan nilai C_p komposit untuk mewakili keberagaman tersebut. Nilai C_p komposit ditimbang berdasarkan luas masing – masing penggunaan lahan menggunakan persamaan berikut (Herdiaprila & Hartati, 2023):

$$C_w = \frac{\sum_{j=1}^n C_j A_j}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad (1)$$

Dimana:

C_w = nilai C_p tertimbang/komposit

C_j = nilai C_p untuk area j

A_j = Luas dari tataguna lahan j (km²)

n = jumlah penggunaan lahan yang berbeda

Nilai C_p untuk setiap penggunaan lahan dapat dilihat pada tabel 2. Nilai C_p tersebut kemudian dimasukkan kedalam persamaan (1) sehingga diperoleh nilai C_p komposit pada DAS tinjauan. Hasil perhitungan nilai C_p komposit dapat dilihat pada tabel 3.

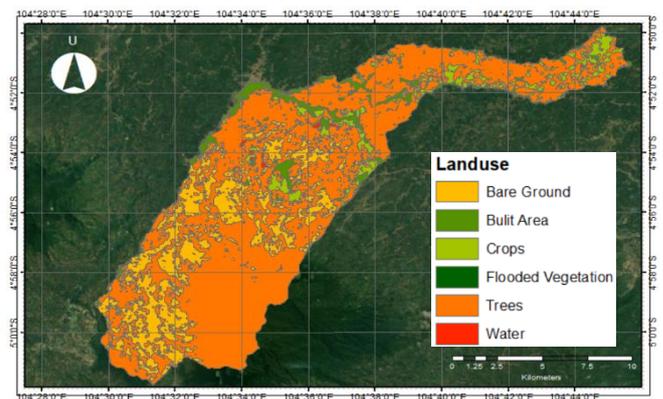
Tabel 2. Koefisien aliran

Land Use	C_p
• Built-up /Built Area	0.9
• Agriculture / crops	0.5
• Open lands /Bare Ground	0.6
• Moist Deciduous Forest	0.15
• Evergreen to Semi Evergreen forest/tree	0.1
• Forest Plantation	0.6
• Agriculture Plantation	0.5
• Dry Deciduous Forest	0.15

Sumber : (Ramachandra, Nupur, Vinay , & Bharat, 2014)

Tabel 3. Koefisien aliran

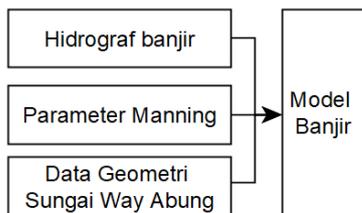
Land Use	Area (km ²)	Persentase Area(%)	C_p	$C_p \times Area$
• Bare Ground	40.03	19.7%	0.6	24.02
• Built Area	9.18	4.5%	0.9	8.26
• Forest Plantation	111.25	54.8%	0.6	66.75
• Semi Evergreen	28.70	14.1%	0.1	2.87
• Agriculture Plantation	12.66	6.2%	0.5	6.33
• Water	1.07	0.5%	0	0.00
Jumlah	202.88	100.0%		108.2
CP komposit =0.53				



Gambar 5. Peta Tataguna lahan DAS

2.4 Pemodelan Kondisi Banjir

Pemodelan kondisi banjir kala ulang 25 tahun dilakukan pada menggunakan perangkat lunak HEC-RAS 1D (USACE, 2022) . Model yang digunakan adalah model *unsteady flow*. Gambar 4 memperlihatkan diagram proses pemodelan kondisi banjir.



Gambar 4. Proses analisis hujan rencana model hidrograf banjir

Parameter manning salah satunya tergantung pada karakteristik dari material pembentuk dasar Sungai. Hubungan antara angka manning dengan material pembentuk dasar Sungai dapat dilihat pada tabel 2. Hasil pengamatan citra satelit memperlihatkan Sungai yang ditinjau berkelok – kelok dan banyak tanaman pengganggu sehingga dipilih koefisien kekasaran manning 0,070.

Tabel 2. Tipikal koefisien kekasaran manning saluran alam, n

Tipe Saluran dan Jenis Bahan	min	Normal	Maks
• Bersih lurus	0.025	0.030	0.033
• Bersih,berkelok – kelok	0.033	0.040	0.045
• Banyak tanaman pengganggu	0.050	0.070	0.08
• Dataran banjir berumput	0.025	0.030	0.035
• Saluran di belukar	0.035	0.050	0.07

Sumber : (Chow, 1959)

2.5 Analisis Posisi Muka Air Banjir

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui apakah muka air banjir sampai ke outlet Bangunan Bba,4b serta mengetahui seberapa kuat kecepatan air yang terjadi pada posisi tersebut. Posisi muka air banjir diperoleh dengan cara memplot tinggi muka air hasil pemodelan banjir pada gambar penampang melintang Bangunan Bba.4b (gambar.5).



Gambar 5. penampang melintang Bangunan Bba.4b

Kategori kekuatan kecepatan air hasil pemodelan yang terjadi pada saat banjir dapat dilihat pada tabel klasifikasi kecepatan aliran air (Tabel.3).

Tabel 3. Klasifikasi Kecepatan Aliran air

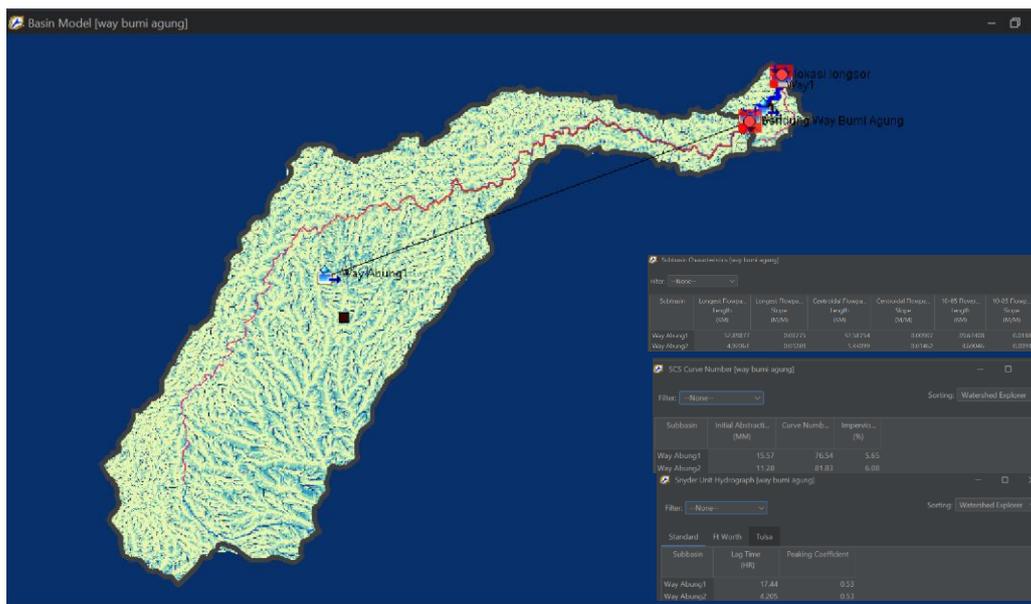
Kecepatan Arus (cm/s)	Kategori
< 10	Sangat lambat
10 < x ≤ 24	Lambat
25 < x ≤ 50	Sedang
51 < x ≤ 100	Kuat
x > 100	Sangat Kuat

Sumber : (Odum, 1993)

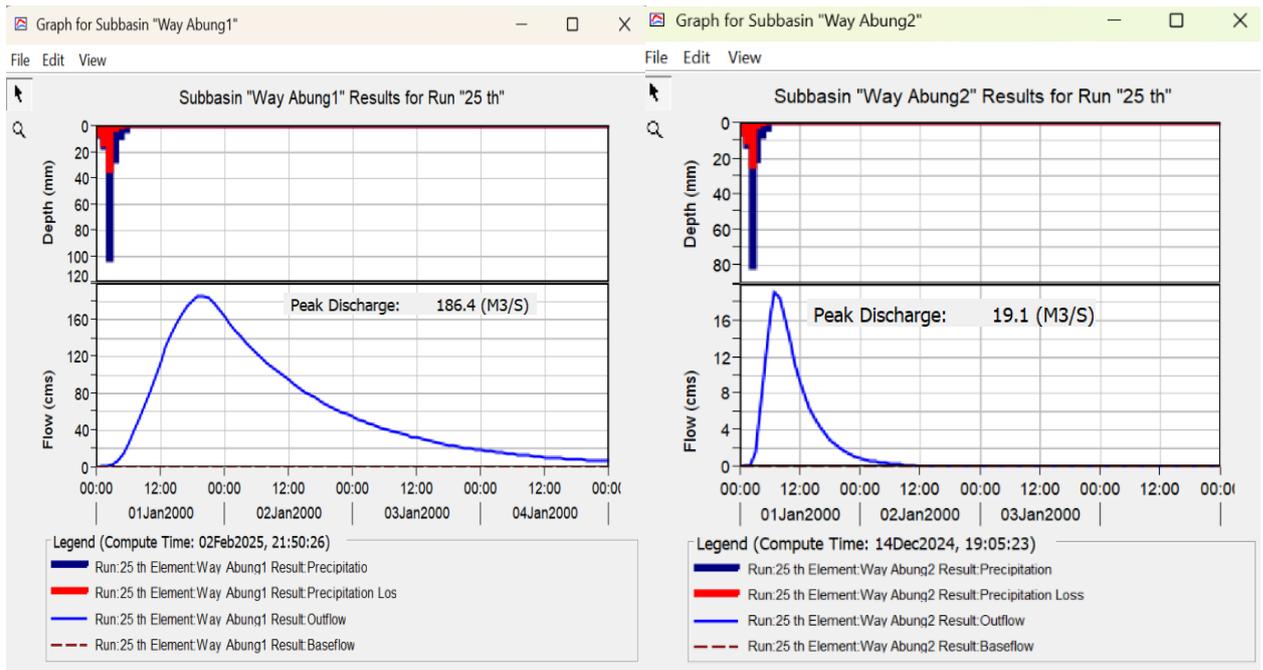
3. Hasil dan pembahasan

Kajian ini dilaksanakan di DAS Way Abung Kabupaten Lampung Utara. Bentuk DAS serta parameter karakteristik DAS didapatkan dari hasil analisis data topografi menggunakan perangkat lunak HEC-HMS (USACE, 2000). pada analisis ini DAS dibagi menjadi dua bagian yaitu Sub DAS Way Abung 1 dan Sub DAS 2 karena untuk memenuhi kebutuhan *boundary* pemodelan banjir. Peta Deliniasi serta parameter karakteristik DAS yang ditinjau dapat dilihat pada Gambar 6.

Analisis selanjutnya yaitu analisis hujan rencana dan hidrograf banjir. Analisis menggunakan perangkat lunak HEC HMS 4.11 untuk memodelkan hidrograf kala ulang 25 tahun. Gambar 7 memperlihatkan hidrograf hasil analisis untuk Sub DAS Way Abung 1 dan Sub DAS Way Abung 2.

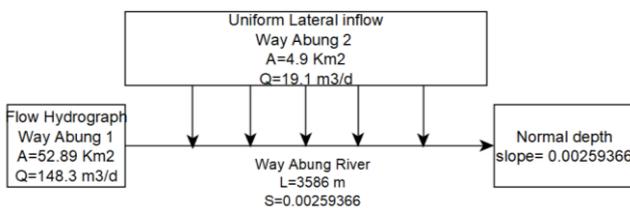


Gambar 6. Peta Deliniasi serta parameter karakteristik DAS



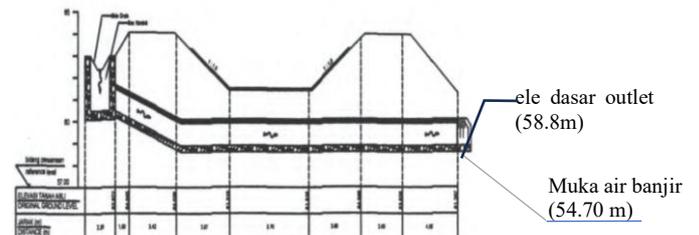
Gambar 7. Hidrograf banjir Sub Das Way Abung 1 dan Sub DAS Way Abung 2

Hidrograf banjir kala ulang 25 tahun dari masing – masing sub DAS kemudian dimput kedalam skema model banjir (Gambar.8). Hasil pemodelan kemudian dapat dilihat pada gambar 9.

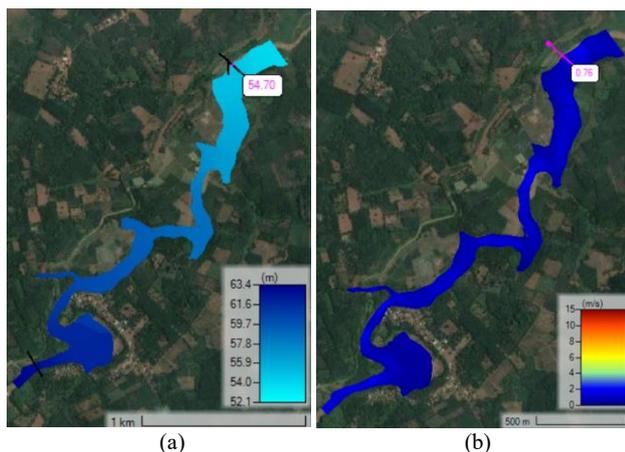


Gambar 8. Skema Model

0,76 m/s (kategori Cepat), resiko percepatan pengikisan tanah pada bangunan semakin besar (Retyanto, 2016).



Gambar 10. Posisi muka air banjir pada Bangunan Bba.4b



Gambar 9. Hasil pemodelan (a)level muka air, (b) kecepatan

Hasil pemodelan menunjukkan level muka air banjir pada tikungan luar dekat outlet gorong – gorong Bba.4b adalah 54.70 m sedangkan elevasi dasar outlet pada posisi 58.8 m. Elevasi muka air tersebut lebih rendah dibandingkan dengan elevasi dari dasar outlet (Gambar 10), namun dengan kecepatan air sebesar

4. Kesimpulan

Hasil simulasi elevasi muka air serta kecepatan air pada kondisi banjir diposisi tikungan luar dekat outlet Bangunan Bba. 4b adalah 54.56 m dan 0.76 m/s. elevasi muka air banjir tersebut masih dibawah elevasi dasar outlet bangunan Bba.4b namun karena kecepatan air yang terjadi masih tergolong cepat, maka resiko pengikisan tanah yang dapat meyebabkan longsornya saluran irigasi tetap masih ada. Untuk memperkuat analisis maka perlu dilakukan kajian terkait jenis tanah yang ada serta tingkat kepekaannya terhadap erosi atau pengikisan seperti yang pernah dilakukan oleh Retyanto pada tahun 2016.

Ucapan terima kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Kementerian PUPR melalui Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung, untuk bantuan serta dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada reviewer atas masukan yang sangat berharga bagi kajian ini.

Daftar pustaka

- Asyifa, A., & Mubarak, B. (2002). Banjir Rancangan dan Pengaruhnya Terhadap Kenaikan Muka Air Banjir dengan Menggunakan Software HEC-RAS 4.1.0 (Studi kasus: Sub-DAS Sungai Tenggang Semarang). *Jurnal Karkasa*, 1-7.
- Barid, B., Wahyuni, S., & Lesmana, S. B. (2024). Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Parameter Cp Dan Ct Hss Snyder Pada Daerah Aliran Sungai Sangat Kecil (DAS Code). *Jurnal Sumber Daya Air*, 61-74.
- Chow, V. T. (1959). *Open Channel Hydraulic*. McRaw-Hill.
- Herdiaprila, T., & Hartati, E. (2023). Penentuan Koefisien Limpasan Rata-Rata (Cr) Tata Guna Lahan Kelurahan Sukamiskin Kecamatan Arcamanik Kota Bandung. *Jurnal Serambi Engineering*, 5286-5296.
- Martini, S., & Rivai, M. A. (2018). Pengaruh Kecepatan Aliran Sungai Terhadap Erosi Tanah pada Lereng di Belokan Sungai Enim Desa Karang Raja Kabupaten Muara Enim. *E-Jurnal Universitas Muhammadiyah Palembang*, 266-273.
- Odum, E. P. (1993). *Dasar - Dasar Ekologi Terjemahan Tjahjono Samingan Edisi Ketiga*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- PT. Supraharmonia Consultindo (KSO). (2017). *Laporan Akhir Paket Kegiatan Review Desain, AMDAL, LARAP Pembangunan Sistem Inter Koneksi D.I. Bumi Agung Dan Tulung Mas (7.299) Kab. Lampung Utara*. Bandar Lampung: PT. Supraharmonia Consultindo (KSO).
- QGIS Development Team. (2023, September 23). QGIS User Guide Release 2.18 QGIS Project. Diambil kembali dari <https://docs.qgis.org/2.18/pdf/en/QGIS-2.18-UserGuide-en.pdf>
- Ramachandra, T. V., Nupur, N., Vinay, S., & Bharat, H. A. (2014). Modelling Hydrologic regime of Lakshmanatirtha watershed, Cauvery river. *IEEE Global Humanitarian Technology Conference - South Asia Satellite (GHTC-SAS)* (hal. 1-8). Trivandrum: IEEE.
- Retyanto, B. D. (2016). Analisis Faktor Penyebab Longsor Tebing Daerah Aliran Sungai Serayu untuk Pertimbangan Sebagai Daerah Pemukiman di Kabupaten Wonosobo. *Jurnal PPKM II*, 82-88.
- USACE. (2000). *Hydrologic Modeling System HEC-HMS Technical Reference Manual CPD-74B*. Hydrologic Engineering Center.
- USACE. (2022). *HEC-RAS 6.3 Reference manual*. US Army Corps of Engineers.
- Yamin, M. (2019). Studi Pengembangan Model Hidrograf Satuan Sstesis Snyder untuk sungai - sungai di Sulawesi Selatan. *Ganec Swara*, 126-135.