

ANALISIS 1D – 2D GENANGAN BANJIR PADA KAWASAN PERUMAHAN BATURAJA PERMAI, KECAMATAN BATURAJA TIMUR

Rudy Suryadi^{1*)}, Dinar Dwi Anugerah Putranto²⁾, dan Imroatul C. Juliana²⁾

¹⁾Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

²⁾Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Abstract

Flooding is a problem that is often found in cities, especially in the rural areas of Baturaja Permai. When it rains, the quantity of river water exceeds its capacity or becomes too much, and there will be inundation caused by overflowing rivers. Factors of natural events such as high rainfall intensity cause flooding, coupled with factors from human activities. This study aims to investigate flood characteristics by developing an integrated model between hydrology and hydraulics. The development of this flood model is based on the hydrological model of runoff using the synthetic unit hydrograph method Soil Conservation Service (SCS), a one-dimensional (1D) hydraulic model for water flow propagation in macro drainage systems, and two dimensions (2D) for calculations if the river flow exceeds the existing capacity so that it experiences water propagation in the inundation area using the HEC-RAS software. To model the flood inundation it is required data Digital Elevation Model (DEM) was obtained by measuring the height of the land using a Total Station (TS) measuring instrument and analyzed using ArcMap software. The calculation of direct runoff is designed for a 5-year return period. The simulation results indicate that the Baturaja Permai area is an area that is prone to flooding with inundation depth of 0.558 m – 4.692 m and a peak runoff discharge of 15.6 m³/s at a 5-year return period.

Key Words: *flood, inundation, one-dimension, runoff, two-dimension*

1. PENDAHULUAN

Kejadian banjir pada beberapa wilayah Kota dan Kabupaten di Indonesia setiap kali musim hujan tiba disebabkan karena ketidaksesuaian antara alokasi pemanfaatan lahan dan penataan ruang dengan manajemen aliran permukaan dalam suatu DAS (Dinar dkk., 2018). Banjir terjadi dipengaruhi limpasan permukaan yang mengalir akibat berkurangnya lahan dalam meresapkan air ke dalam tanah. Besarnya limpasan dipengaruhi oleh besarnya curah hujan dan berkurangnya kemampuan lahan dalam meresapkan air ke dalam tanah. Pemahaman terhadap aliran permukaan dengan perubahan pemanfaatan lahan kota dan regional akan membantu para perencana kota dan ahli hidrologi untuk mengevaluasi kembali dalam melakukan perencanaan ruang. Untuk memahami hubungan antara besarnya aliran permukaan dan kemampuan drainase dalam menampung aliran permukaan yang terjadi pada suatu sub sistem sungai, biasa dilakukan dengan pemodelan 1D dan 2D (Putranto dan Yuono, 2020). Metode Hidrograf satuan sintetik dapat mensimulasikan debit banjir pada suatu DAS. Dari aspek hidrologi, perubahan penggunaan lahan akan berpengaruh langsung terhadap karakteristik besarnya nilai koefisien infiltrasi (nilai C), sehingga akan mempengaruhi besarnya limpasan air dalam DAS. Fenomena ini ditunjukkan oleh respon

hidrologi DAS yang dapat dikenali melalui *run-off*, erosi dan sedimen (Venkatcharyulu dan Viswanadh, 2021).

Kabupaten Ogan Komering Ulu adalah salah satu kabupaten di Provinsi Sumatera Selatan dengan ketinggian rata-rata + 68 m di atas permukaan laut, terletak antara 104° 11' 12,75" - 104° 12' 19" bujur timur dan antara - 4° 07' 30" - 4° 08' 10,5" lintang selatan. Perumahan Baturaja Permai adalah salah satu kawasan permukiman di Kecamatan Baturaja Timur Kabupaten Ogan Komering Ulu dengan memiliki luasan 12 km² dan jumlah penduduk sebanyak 5.833 jiwa dengan kepadatan 186 jiwa/km². Kemiringan lahan berkisar antara 0-4% pada ketinggian < 70 mdpl. Kawasan perumahan Baturaja Permai setiap tahun saat musim hujan selalu terjadi genangan banjir yang cukup tinggi (rata-rata 10 – 100 cm) dan lama terjadinya genangan hingga 24 jam. Genangan banjir diakibatkan adanya curah hujan yang tinggi sehingga tidak tertampungnya debit limpasan pada saluran drainase pada perumahan Baturaja Permai.

Salah satu cara memperkecil risiko bencana banjir adalah dengan memprediksi daerah potensi terjadi banjir. Pemodelan prediksi banjir pada kawasan Baturaja Permai dapat dilakukan menggunakan pemodelan hidrologi dan pemodelan hidrolika. Pemodelan hidrologi berupa debit banjir limpasan

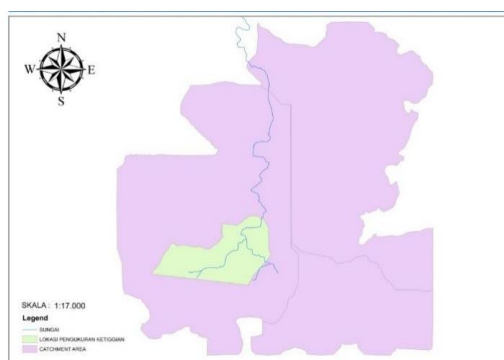
hidrograf satuan sintetis (HSS) dan pemodelan hidrolika dapat diinterpretasikan ke dalam pemodelan genangan banjir satu dimensi (1D) dan dua dimensi (2D).

Pemodelan satu dimensi (1D) dan dua dimensi (2D) dapat menggunakan perangkat lunak HEC-RAS (Mai dan Smedt, 2017). Satu dimensi (1D) untuk rambatan aliran air di sistem drainase makro dan dua dimensi (2D) untuk perhitungan apabila aliran sungai melewati kapasitas yang ada sehingga mengalami rambatan air di daerah genangan. Kedua pemodelan tersebut memiliki input data yang berbeda dengan tujuan yang sama dalam memodelkan banjir. Pada pemodelan satu dimensi (1D) yaitu menentukan profil muka air pada aliran permanen (*steady flow*), pada kondisi aliran permanen, pemodelan aliran menghitung profil muka air di sepanjang alur sungai yang diurut dari satu *cross section* ke *cross section* berikutnya sepanjang saluran yang dianalisis (Armain dkk., 2021). Aliran tak permanen (*unsteady flow*) dapat mensimulasikan aliran permanen dengan pemodelan dua dimensi (2D) pada sungai yang memiliki alur yang lengkap (Tamiru dan Wagari, 2021). Aliran tak permanen merupakan kondisi aliran apabila kecepatan, kedalaman, dan debit aliran tidak berubah terhadap waktu.

2. METODOLOGI

Wilayah Studi

Penelitian dilakukan pada kawasan perumahan Baturaja Permai. Kawasan ini terletak di Kecamatan Baturaja Timur Kabupaten Ogan Komering Ulu dengan luas sub sistem sungai seluas 21,517 km² dengan panjang saluran sungai 93,055 km, seperti yang disajikan pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Sub sistem sungai kawasan perumahan Baturaja Permai

Data Penelitian

Data yang digunakan dari berbagai sumber dan tinjauan lapangan, meliputi data primer dan sekunder

a. Data Primer

- (1) Data topografi wilayah penelitian
- (2) Data potongan memanjang dan melintang saluran drainase wilayah penelitian untuk setiap STA 50 m

b. Data sekunder

- (1) Data curah hujan harian dan bulanan Kabupaten OKU untuk 10 tahun terakhir (2008-2018) dari *station* Baturaja Kabupaten OKU
- (2) Citra *Satelite* SPOT Wilayah penelitian dengan resolusi 10 m

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi meliputi analisis curah hujan, intensitas hujan, hujan efektif serta hidrograf satuan sintesis. Analisis curah hujan rencana dianalisis menggunakan metode distribusi Normal, Log Normal, Log Person III dan Gumbel dengan periode ulang 2 tahun, 5 tahun 10 tahun 20 tahun dan 50 tahun. Dari analisis curah hujan terdapat sifat khas masing-masing parameter statistik yang sesuai dengan syarat dari masing-masing jenis distribusi. Adapun sifat khas dari masing-masing distribusi disajikan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Pemilihan Jenis Distribusi

No	Distribusi	Pesrsyaratan
1	Normal	Cs = 0 ; Ck = 0
2	Gumbel	Cs = ≤ 1,139 ; Ck = ≤ 5,402
3	Log Normal	0 < Cs < 9
4	Log Person	Cs = Cv + Cv = 3

Sumber : Triatmodjo, 2008

Dari hasil analisis curah hujan dilakukan analisis uji kecocokan distribusi hujan, dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Dengan menggunakan metode uji kecocokan *Chi-Square* dan *Smirnov-Kolmogorov*, kedua uji kecocokan probabilitas tersebut akan mempunyai nilai X² kritis yang nantinya akan menentukan kecocokan dari distribusi yang dipilih.

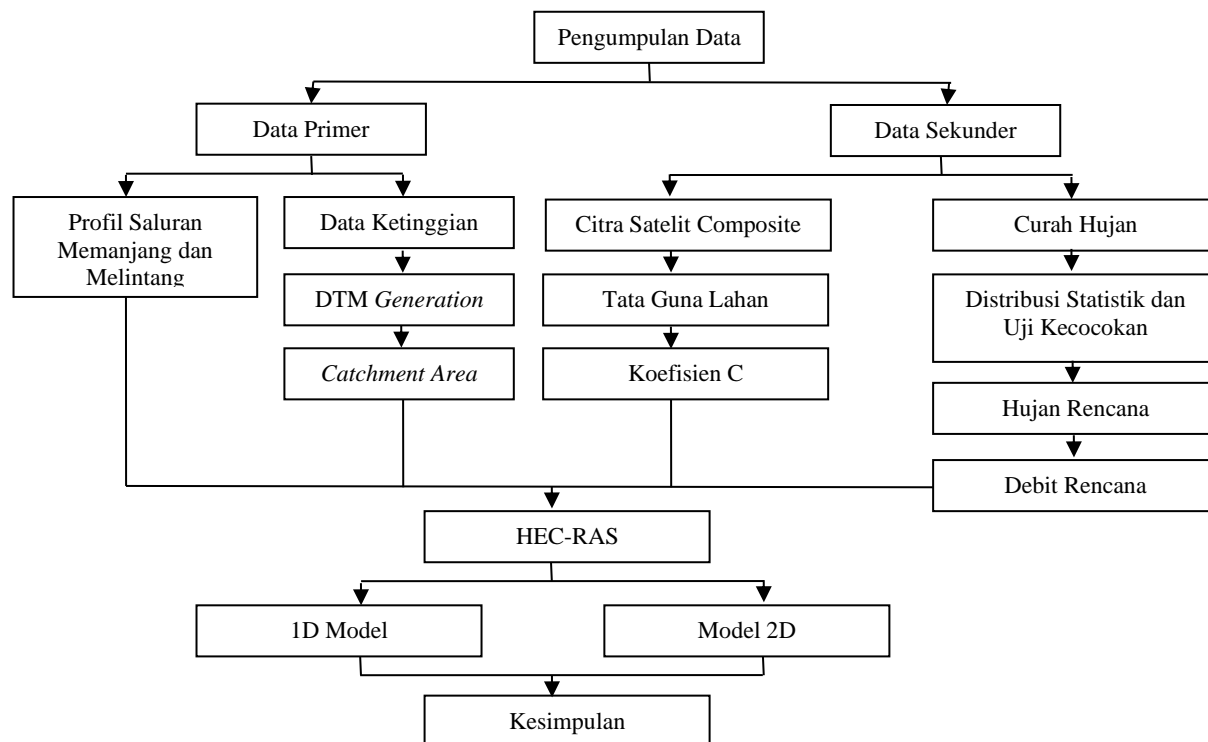
Setelah ditentukan distribusi yang akan dipakai maka dapat dilakukan perhitungan intensitas hujan dengan metode Mononobe. Untuk mendapatkan debit banjir rencana maka diperlukan perhitungan data curah hujan rencana yang didistribusikan ke dalam hujan jam-jaman atau mendistribusikan hujan harian ke hujan jam-jaman atau menit-menitan (*hyetograph*). Adapun metode yang digunakan dengan metode Mononobe modifikasi (*Modified Mononobe*). Untuk menghitung hujan efektif digunakan metode SCS CN. Dalam menghitung hujan efektif terdapat beberapa tahap yang harus dihitung terlebih dahulu yaitu, nilai CN (*cuve number*), retensi potensial maksimum dan abstraksi awal. Dalam menganalisis debit banjir rencana perlu diketahui morfometri Sub-DAS Ogan, menggunakan metode *Strahler* (Bharath dkk, 2021) untuk mendapatkan variable-variabel yang dibutuhkan dalam menentukan debit banjir rencana. Analisis debit banjir rencana dilakukan dengan metode HSS SCS (Karamma, 2018).

Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika dilakukan dengan bantuan *software* HEC-RAS. Pada pemodelan ini data yang perlu diinput adalah: peta DEM, data *long section*, *cross section*, syarat batas (*boundary condition*), koefisien Manning, dan hidrograf satuan sintetis. Pemodelan banjir tersebut dilakukan untuk pemodelan banjir satu dimensi (1D) dan dua dimensi (2D).

Pemodelan satu dimensi (1D) adalah pemodelan yang memiliki satu arah aliran yaitu aliran sepanjang alur utama. Pemodelan dua dimensi (2D) adalah pemodelan yang memiliki dua arah aliran di sekitar aliran.

Diagram alir penelitian seperti diilustrasikan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

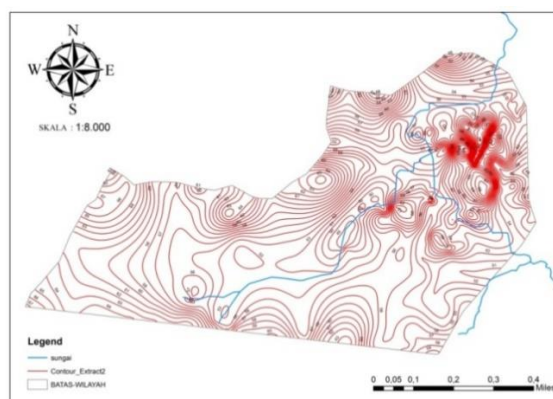
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Digital Elevation Model (DEM)

Digital Elevation Model merupakan teknik analisis ketinggian untuk memperoleh parameter *morphometric* DAS yang diperlukan dalam melakukan pemodelan 2D. Data *morphometric* DAS seperti luas DAS, kemiringan lereng, panjang lereng, maupun nilai kerapatan aliran dalam DAS sangat diperlukan dalam menggambarkan pola pengaliran dalam DAS.

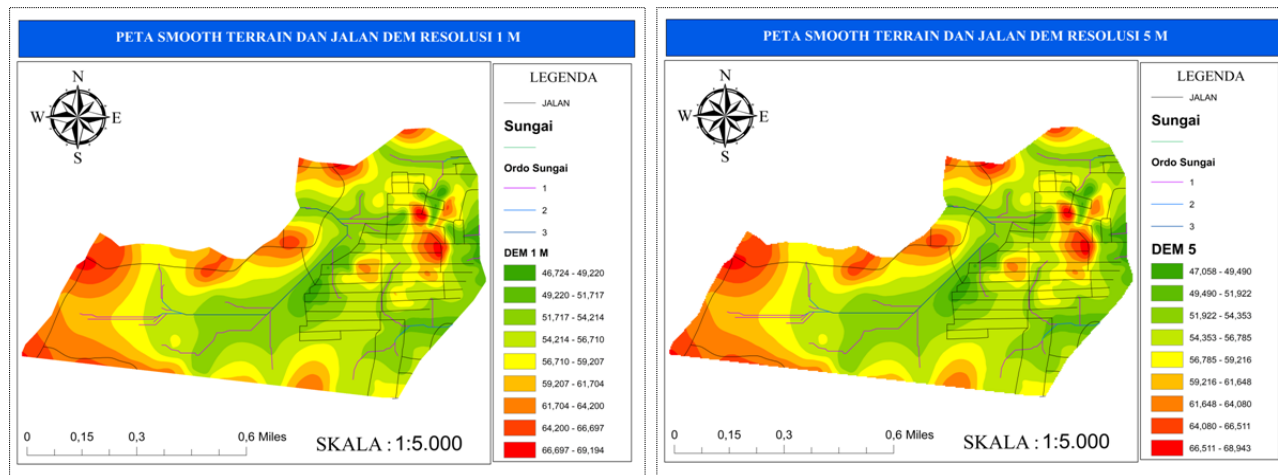
Analisis *Digital Elevation Model* (DEM), dilakukan menggunakan berbagai ukuran *pixel*, dari data *spot height* untuk interval kontur 1m. Tujuan penggunaan berbagai ukuran *pixel* adalah untuk melihat pola aliran yang sesuai pada berbagai ukuran *pixel* yang digunakan.

Data ketinggian pada penelitian ini dilakukan pengukuran langsung di lapangan dengan menggunakan alat *Total Station*. Adapun hasil pengukuran tersebut berupa peta kontur dengan interval kontur 1 m, seperti yang disajikan pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Peta Kontur sub sistem sungai pada perumahan Baturaja Permai

Peta kontur di atas menunjukkan garis kontur yang menghubungkan lokasi-lokasi berbeda pada ketinggian yang sama. Garis kontur digunakan pada peta topografi yang merupakan peta khusus untuk menyajikan informasi mengenai ketinggian dan bentuk rupa bumi. Dari peta kontur di atas dapat diolah menjadi peta topografi atau *Digital Elevation Model*, seperti yang disajikan pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Peta *Digital Elevation Model* (DEM), nilai pixel 1 m (kiri) dan ukuran pixel 5 m (kanan)

Peta *Digital Elevation Model* di atas adalah model digital yang memberikan informasi bentuk permukaan dalam bentuk raster. DEM memuat informasi ketinggian dan kemiringan yang mempermudah interpretasi, dimana hasil dari analisis DEM yang ditunjukkan pada gambar di atas bahwa ketinggian lahan yang tertinggi sebesar 69,002 Mdpl dan tersendah 46,815 Mdpl.

Untuk memperoleh pola aliran drainase pada wilayah penelitian, penting untuk menganalisis batas pola pengaliran yang diperoleh dari hasil analisis data kontur dengan melakukan analisis dengan menggunakan teknik *Digital Elevation Model* dengan berbagai variasi ukuran *pixel*. Hal ini penting, karena untuk ukuran *pixel* yang berbeda akan menentukan arah aliran yang dibangun dengan memanfaatkan pembagian kemiringan lereng berdasarkan ukuran *pixel*. Pada pemodelan DEM dengan ukuran *pixel* 1 x 1 m dan 5 x 5 m seperti terlihat pada Gambar 4 di atas, memperlihatkan klasifikasi kemiringan lereng yang berbeda.

Analisis Hidrologi

Data yang digunakan berupa curah hujan harian maksimum selama 10 tahun terakhir, dimulai dari tahun 2008 yang diperoleh dari BMKG Stasiun Klimatologi Kelas I Palembang. Curah hujan pada stasiun penakar hujan Baturaja disajikan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel. 2 Curah Hujan Maksimum

No	Tahun	Rmaks (mm)
1	2008	97.5
2	2009	68.0
3	2010	137.0
4	2011	70.0
5	2012	110.0
6	2013	94.0
7	2014	93.0
8	2015	69.0
9	2016	80.0
10	2017	90.0

Sumber : Stasiun Baturaja Kab. OKU, 2017

Perhitungan analisis frekuensi, terdapat empat metode distribusi yang digunakan yaitu, distribusi Normal, Log Normal, Log Person Tipe III, dan Gumbel. Dari hasil perhitungan, terdapat sifat khas masing-masing parameter statistik dapat ditinjau dari besarnya nilai koefisien kemencengan (C_s) dan koefisien ketajaman (C_k) yang sesuai dengan syarat dari masing-masing jenis distribusi. Kesimpulan analisis untuk pemilihan distribusi disajikan pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Kesimpulan Analisis untuk pemilihan jenis Distribusi

Metode Distribusi	Sifat Distribusi		Perhitungan Distribusi		Keterangan
	C_s	C_k	C_s	C_k	
Normal	0	3	1,337	3,7833	Tidak Memenuhi
Gumbel	\leq	\leq	1,337	3,7833	Tidak Memenuhi
Log Person III	$0 < C_s < 9$		0,872	4,1399	Memenuhi
Log Normal	$C_s = C_v + C_v = 3$		0,538	0,087	Tidak Memenuhi

Sumber : Hasil Perhitungan

Maka, kesimpulan dari Tabel 3 metode distribusi yang memenuhi persyaratan sifat distribusi adalah metode Distribusi Log Person III.

Uji Kecocokan

Uji kecocokan distribusi diperlukan untuk mengetahui apakah data curah hujan yang ada sudah sesuai dengan jenis distribusi yang dipilih, sehingga diperkirakan dapat mewakili distribusi tersebut. Uji kecocokan dari suatu distribusi probabilitas dapat dilakukan dengan dua metode uji kecocokan yang umumnya digunakan, yaitu uji *chi-square* dan uji *smirnov-kolmogorov*.

a. Uji Chi-Square

Hasil perhitungan yang di dapat nilai X^2 sebesar 2,000. Nilai X^2 kritis untuk $\alpha = 0,05$ dan $DK = 2,5$ adalah 5,991. Karena nilai $X^2 < X^2$ kritis, maka distribusi Log Person Tipe III dapat diterima, seperti yang disajikan pada Tabel 4.

b. Uji *Smirnov-kolmogorov*

Hasil perhitungan yang didapat nilai Nilai Δ kritis untuk $\alpha = 0,05$ dan $n = 10$ adalah 0,41, karena Δ maks

$< \Delta$ kritis, maka distribusi LogPerson III dapat diterima, seperti yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 4. Perhitungan uji *Chi Square*

K	Rentang Probabilitas	Rentang Hujan (mm)	Ei	Oi	(Oi-Ei) ²	X ²
1	0,01 < p < 0,25	178,593 > X > 103,373	2,5	2	0,250	0,100
2	0,25 < p < 0,5	103,373 > X > 96,782	2,5	1	2,250	0,900
3	0,5 < p < 0,75	96,782 > X > 82,525	2,5	3	0,250	0,100
4	0,75 < p < 0,99	82,525 > X > 49,955	2,5	4	2,250	0,900
Jumlah				10		2,000

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5. Perhitungan uji *Smirnov-kolmogorov*

M	R24 (mm)	Log R24	P _{Empirik}	Z	Ktr	P _{teoritik}	Δ
1	137	2,14	0,0909	1,958	2,294	0,0109	0,08
2	110	2,04	0,1818	0,927	1,0818	0,1399	0,0419
3	95	1,99	0,2727	0,412	0,5112	0,3043	0,0316
4	94	1,97	0,3636	0,206	0,2968	0,3832	0,0196
5	93	1,97	0,4545	0,206	0,2968	0,3832	0,0713
6	90	1,95	0,5454	0,001	0,091	0,4639	0,0815
7	80	1,90	0,6363	-0,515	-0,4396	0,6505	0,0142
8	70	1,85	0,7272	-1,030	-1,013	0,6440	0,0832
9	69	1,84	0,8181	-1,237	-1,2672	0,5318	0,2863
10	68	1,83	0,9090	-1,134	-1,135	0,5974	0,3116
Δ Max							0,3116
Δ Kritis							0,41

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan Curah Hujan Periode Ulang

Perhitungan analisis frekuensi curah hujan rencana dengan keempat metode distribusi, seperti yang disajikan pada Tabel 6 di bawah ini:

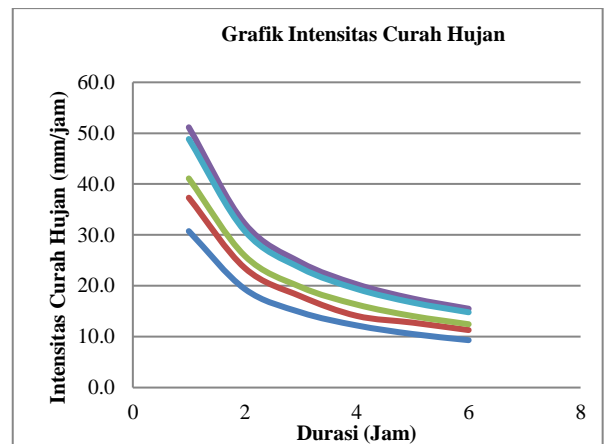
Table 6. Perhitungan curah hujan rencana dengan 4 distribusi

Periode Ulang, T (tahun)	Normal (mm)	Log Normal (mm)	Log Person III (mm)	Gumbel (mm)
2	90,85	88,74	88,74	87,95
5	108,80	107,51	107,64	113,46
10	118,20	117,48	118,57	130,33
20	125,20	128,82	147,57	140,01
50	134,65	138,03	140,92	152,57

Sumber : Hasil Perhitungan

Intensitas Hujan

Kurva IDF (*intensity duration frequency curve*) memberikan hubungan antara intensitas hujan, lama hujan dan frekuensi hujan. Dalam melakukan analisis IDF diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman untuk membentuk lengku IDF, sehingga diharapkan dapat terlihat pada kurva IDF mengenai besaran intensitas hujan dengan durasi dan periode tertentu. Nilai intensitas hujan tersebut dapat dicari menggunakan persamaan Mononobe dengan distribusi yang sudah dipilih sebelumnya yaitu distribusi Log Person III. Perhitungan intensitas hujan untuk periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun dan 50 tahun dengan durasi 5 menit sampai 360 menit seperti yang diilustrasikan pada Gambar 5.

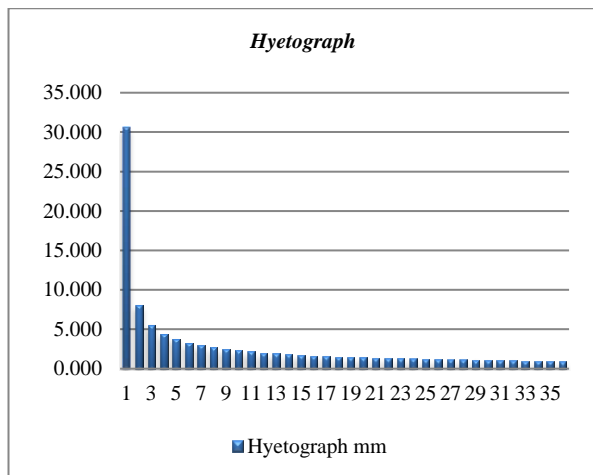


Gambar 5. Kurva IDF (*Intensity Duration Frequency*)

Distribusi Curah Hujan

Untuk mendapatkan debit banjir rencana maka diperlukan perhitungan dari data curah hujan rencana yang didistribusikan ke dalam hujan jam-jaman atau mendistribusikan hujan harian ke jam-jaman atau menit-menitan (*hyetograph*).

Metode yang digunakan adalah dengan metode Mononobe modifikasi (*Modified Mononobe*). Berikut perhitungan untuk distribusi hujan rencangan dengan menggunakan metode *modified mononobe* untuk beberapa periode ulang diilustrasikan pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Hyetograph dengan Modified Mononobe periode ulang 5 tahun

Perhitungan Nilai CN (Curve Number)

Perhitungan nilai CN (Curve Number) dihitung berdasarkan penggunaan jenis lahan, luas lahan, serta jenis dan karakteristik tanah pada daerah tangkapan hujan, berikut peta jenis penggunaan lahan beserta rinciannya pada wilayah Baturaja Permai yang disajikan pada Gambar 7 dan Tabel 7 di bawah ini:



Gambar 7. Peta jenis penggunaan lahan

Tabel 7. Rincian Jenis Penggunaan Lahan

No	Keterangan	Luas (Km ²)	% Luas
1	Lahan Terbuka	1,3458	59,156%
2	Pemukiman	0,4885	21,473%
3	Perkebunan	0,1862	8,185%
4	Jalan	0,1126	4,949%
5	Sarana Olahraga	0,072	3,165%
6	Sarana Pendidikan	0,0487	2,141%
7	Sarana Perkantoran	0,0149	0,655%
8	Sarana Ibadah	0,0063	0,277%
Jumlah		2,275	100%

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan nilai CN berdasarkan jenis tanah pada lokasi penelitian dan persentase kedap air disajikan pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Perhitungan nilai CN dan Kedap Air

Keterangan	Luas (Km ²)	CN	CN x A	% Imp	% Luas Kedap Air
Lahan Terbuka	1,3458	84	113,0472	2	0,026916
Pemukiman	0,4885	92	44,942	85	0,415225
Perkebunan	0,1862	80	14,896	2	0,003724
Jalan	0,1126	98	11,0348	100	0,1126
Sarana Olahraga	0,072	84	6,048	5	0,0036
Sarana Pendidikan	0,0487	95	4,6265	50	0,02435
Sarana Perkantoran	0,0149	95	1,4155	85	0,012665
sarana Ibadah	0,0063	95	0,5985	85	0,005355
Jumlah	2,275		196,6085		0,604435

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan perhitungan tabel di atas, maka dapat dihitung pula nilai CN rata-rata dan persentase luasan kedap air rata-rata pada lokasi. Berikut nilai CN rata-rata untuk kawasan Baturaja Permai:

$$CN = \frac{\sum CN}{\sum A} = 196,6085 / 2,275 = 86,421319$$

$$\% \text{impervious} = \frac{\sum A_{\text{impervious}}}{\sum A} = 0,604435 / 2,275 = 0,2656857$$

Perhitungan Hujan Efektif dengan Metode SCS-CN

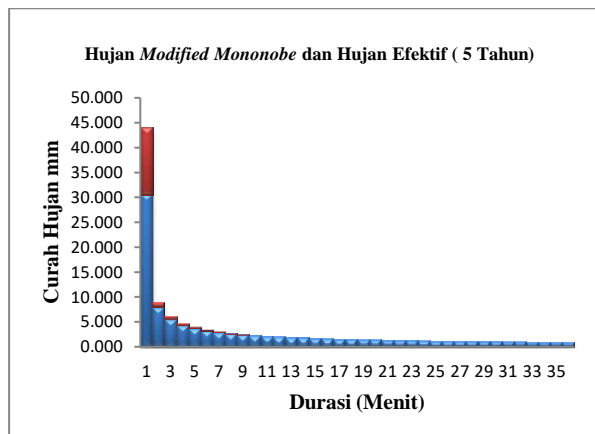
Perhitungan hujan efektif ini menggunakan metode SCS-CN. Adapun data yang digunakan adalah hyetograph Modified Mononobe periode ulang 5 tahun. Kumulatif kehilangan dapat diperoleh berdasarkan retensi potensial maksimum. Berikut perhitungan retensi potensial maksimum (S), berdasarkan persamaan di bawah ini :

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 = \frac{25400}{86,42} - 254 = 39,9134$$

Nilai S yang telah dihitung di atas, maka dapat diperoleh abstraksi awal yang dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$I_a = 0,2S = 0,2 \times 39,9134 \text{ mm} = 7,9826 \text{ mm}$$

Perhitungan kehilangan dan hujan efektif periode ulang 5 tahun dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Grafik hubungan dan hujan efektif periode ulang

Perhitungan Debit Limpasan Langsung

Analisis dengan bantuan program ArcMap, diperoleh data panjang saluran utama (L), kemiringan lahan rata-rata (Y) dan luas daerah tangkapan hujan (A), sehingga dapat dihitung waktu jeda (T_L), waktu konsentrasi (T_C), durasi Hujan (T_r) dan debit puncak (Q_p) sebagai berikut:

$$L = 2,163 \text{ km} = 7096,129 \text{ feet}$$

$$S = 1,57136 \text{ inch}$$

$$A = 02,275 \text{ km}^2$$

$$Y = 12,16\%$$

a. *Time Lag* (Waktu Jeda)

$$T_L = \frac{L^{0,8} + (S+1)^{0,7}}{1900 \cdot Y^{0,5}}$$

$$= \frac{3052,98556^{0,8} + (0,00083+1)^{0,7}}{1900 \times 1,0^{0,5}} = 0,3234 \text{ Jam}$$

b. *Time to concentration* (Waktu konsentrasi)

$$T_c = \frac{5}{3} \times 0,3234 = 0,539 \text{ Jam}$$

c. Durasi Hujan

$$T_r = 0,133 \times 0,539 = 0,0717 \text{ Jam}$$

d. *Time to peak* (waktu puncak)

$$T_p = \left(\frac{0,0717}{2} \right) + 0,3234 = 0,35925$$

e. Debit puncak

$$Q_p = \left(\frac{0,208 \times A \times Q}{T_p} \right)$$

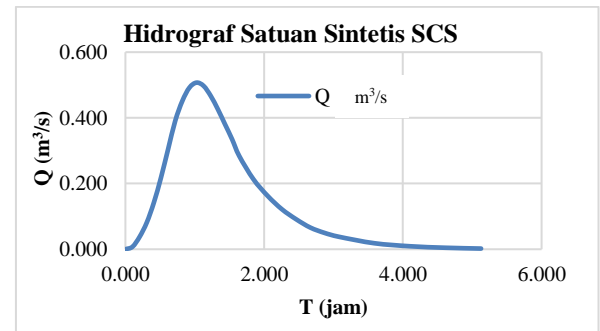
$$Q_p = \left(\frac{0,208 \times 0,235 \times 1}{0,35925} \right) = 0,1361 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan di atas, didapatkan debit puncak sebesar $0,1361 \text{ m}^3/\text{s}$ untuk setiap 1 mm hujan. Adapun nilai X dan Y pada Tabel merupakan koordinat HSS SCS yang didapat dari perhitungan berdasarkan debit puncak. Rekapitulasi perhitungan disajikan pada Tabel 9 dan grafik hidrograf satuan sintesis SCS diilustrasikan pada Gambar 9 berikut ini.

Tabel 9. Perhitungan HSS-SCS

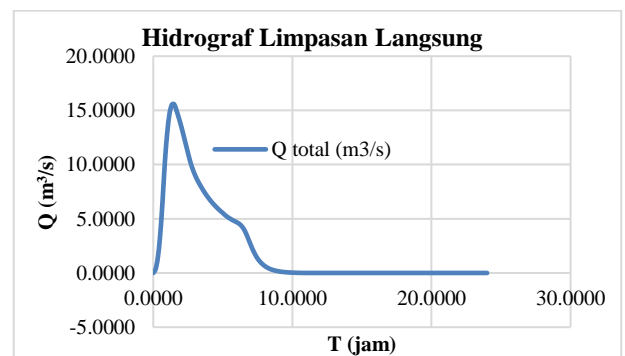
No	X t/Pr	Y Q/Qp	T Jam	Q m ³ /s
1	0	0	0.000	0.000
2	0,1	0,015	0.1026	0.008
3	0,2	0,075	0.2051	0.038
4	0,3	0,16	0.3077	0.081
5	0,4	0,28	0.4102	0.142
6	0,5	0,43	0.5128	0.218
7	0,6	0,6	0.6154	0.304
8	0,7	0,77	0.7179	0.391
9	0,8	0,89	0.8205	0.451
10	0,9	0,97	0.9230	0.492
11	1	1	1.0256	0.507
12	1,1	0,98	1.1281	0.497
13	1,2	0,92	1.2307	0.467
14	1,3	0,84	1.3333	0.426
15	1,4	0,75	1.4358	0.380
16	1,5	0,66	1.5384	0.335
17	1,6	0,56	1.6409	0.284
18	1,8	0,42	1.8461	0.213
19	2	0,32	2.0512	0.162
20	2,2	0,24	2.2563	0.122
21	2,4	0,18	2.4614	0.091
22	2,6	0,13	2.6665	0.066
23	2,8	0,098	2.8716	0.050
24	3	0,075	3.0768	0.038
25	3,2	0,036	3.5896	0.018
26	3,4	0,018	4.1023	0.009
27	3,6	0,009	4.6151	0.005
28	3,8	0,004	5.1279	0.002

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 9. Hidrograf satuan sintesis SCS

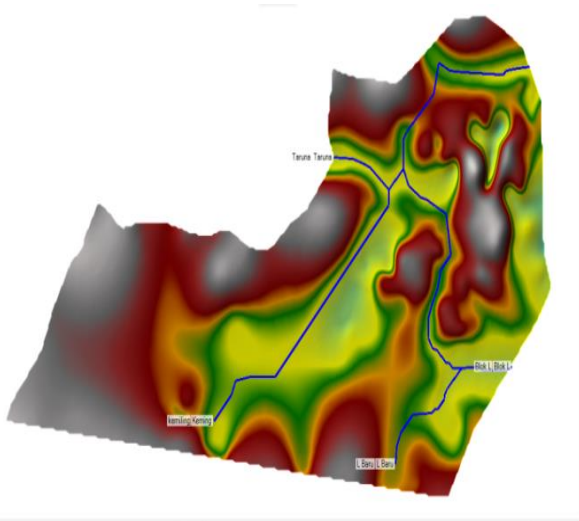
Debit limpasan langsung menggunakan periode ulang 5 tahun dengan interval 10 menit selama 24 jam. Perhitungan hidrograf satuan sintesis dengan kedalaman hujan efektif. Dari perhitungan debit hidrograf limpasan langsung, didapatkan debit maksimum limpasan langsung sebesar $15,6097 \text{ m}^3/\text{s}$ pada jam ke 1 jam 30 menit. Diagram hidrograf debit limpasan langsung dapat dilihat pada Gambar 10 di bawah ini.



Gambar 10. Hidrograf limpasan langsung

Analisis Muka Air Genangan Banjir 1D – 2D dengan HEC-RAS

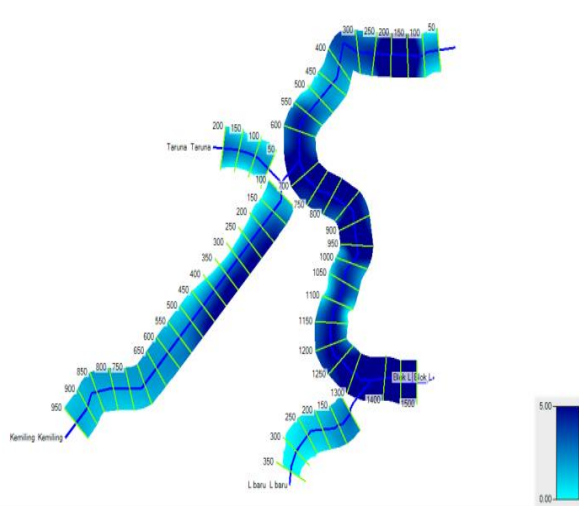
Analisis muka air ini dilakukan dengan menggunakan program HEC-RAS 5.0.7. Dalam melakukan pemodelan di HEC-RAS harus dilakukan peniruan geometri drainase terlebih dahulu dimana skema aliran drainase pada penelitian ini terdapat 3 saluran (sungai) yang akan digambarkan yaitu saluran Kemiling, saluran Blok L, saluran Blok L Baru dan saluran Taruna. Adapun skema aliran diilustrasikan pada Gambar 11 di bawah ini:



Gambar 11. Skema aliran sungai

Analisis 1 dimensi

Pemodelan 1D menggunakan *software* HEC-RAS 5.07 kondisi *unsteady flow* menggunakan input data berupa penampang memanjang (*long section*) dan penampang melintang (*cross section*), data syarat batas (*boundary condition*) di hulu dan hilir, data kemiringan saluran dan koefisien manning. Gambar 12 berikut menyajikan simulasi dari pemodelan 1D dan Tabel 10 menyajikan hasil dari simulasi pemodelan 1D untuk genangan maksimum di bawah ini:



Gambar 12. Simulasi 1 dimensi genangan maksimum

Tabel 10. Hasil Simulasi *Cross Section* 1 Dimensi

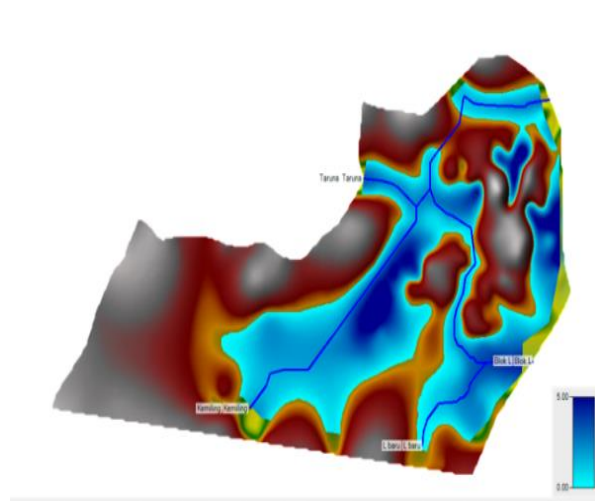
No	River	STA	Tinggi Genangan (m)
1	River Blok L	50	Tidak terjadi genangan
2	River Blok L	100	0,53
3	River Blok L	150	0,81
4	River Blok L	200	0,07
5	River Blok L	250	Tidak terjadi genangan
6	River Blok L	300	0,74
7	River Blok L	400	Tidak terjadi genangan
8	River Blok L	450	Tidak terjadi genangan
9	River Blok L	500	0,32
10	River Blok L	550	0,37
11	River Blok L	600	Tidak terjadi genangan
12	River Blok L	700	3,16
13	River Blok L	750	3,16
14	River Blok L	800	3,16
15	River Blok L	850	3,16
16	River Blok L	900	3,16
17	River Blok L	950	Tidak terjadi genangan
18	River Blok L	1000	Tidak terjadi genangan
19	River Blok L	1050	Tidak terjadi genangan
20	River Blok L	1100	0,8
21	River Blok L	1150	Tidak terjadi genangan
22	River Blok L	1200	Tidak terjadi genangan
23	River Blok L	1250	Tidak terjadi genangan
24	River Blok L	1300	Tidak terjadi genangan
25	River Blok L	1400	4,19
26	River Blok L	1450	4,19
27	River Blok L	1500	4,19
28	River L Baru	100	1,65
29	River L Baru	150	1,35
30	River L Baru	200	0,9
31	River L Baru	250	0,28
32	River L Baru	300	Tidak terjadi genangan
33	River L Baru	350	Tidak terjadi genangan
34	River Kemiling	100	1,14
35	River Kemiling	150	0,49
36	River Kemiling	200	0,49
37	River Kemiling	250	Tidak terjadi genangan
38	River Kemiling	300	Tidak terjadi genangan
39	River Kemiling	350	Tidak terjadi genangan
40	River Kemiling	400	Tidak terjadi genangan
41	River Kemiling	450	Tidak terjadi genangan
42	River Kemiling	500	Tidak terjadi genangan
43	River Kemiling	550	1,14
44	River Kemiling	600	1,14
45	River Kemiling	650	1,14
46	River Kemiling	700	1,8
47	River Kemiling	750	1,8
48	River Kemiling	800	1,8
49	River Kemiling	850	1,8
50	River Kemiling	900	1,8
51	River Kemiling	950	1,8
52	River Taruna	50	Tidak terjadi genangan
53	River Taruna	100	Tidak terjadi genangan
54	River Taruna	150	Tidak terjadi genangan
55	River Taruna	200	0,2

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel hasil simulasi setiap *cross section* di atas genangan air terlimpas ke permukaan tanah tertinggi sebesar 4,19 m.

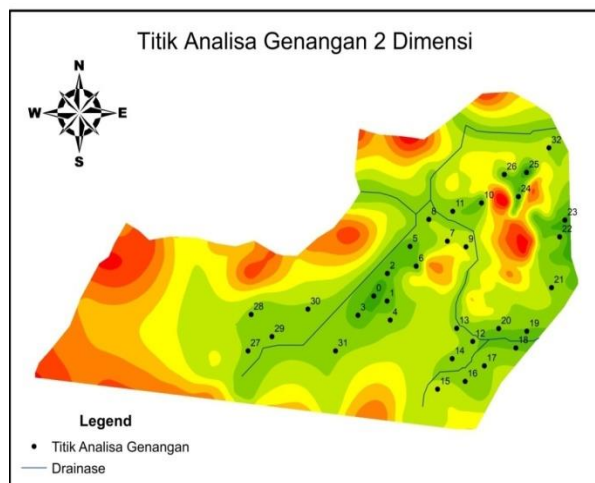
Analisis 2 dimensi

Pemodelan 2D untuk kondisi *unsteady flow* menggunakan *input* data berupa penampang memanjang (*long section*) dan penampang melintang (*cross section*), data syarat batas (*boundary condition*) di hulu dan hilir, data kemiringan dasar saluran, koefisien manning dan data DEM (*Digital Elevation Model*). Untuk hasil ketinggian banjir maksimum dapat dilihat pada Gambar 13 di bawah ini.



Gambar 13. Simulasi 2 dimensi genangan maksimum

Untuk melihat ketinggian dari genangan banjir yang disimulasikan terdapat 33 titik analisis yang disajikan pada Gambar 14 dan hasil analisis tinggi genangan banjir disajikan pada Tabel 11 di bawah ini.



Gambar 14. Titik analisis genangan 2D

Tabel 11. Ketinggian genangan hasil 2 dimensi

No	Koordinat X	Koordinat Y	Genangan (m)
1	411021.105274	9543250.57583	2,074
2	411071.111624	9543232.71641	4,692
3	411072.302252	9543330.34786	1,821
4	410961.573905	9543182.31319	2,445
5	411157.64587	9543165.24753	2,942
6	411180.664666	9543426.29987	1,279
7	411298.139901	9543356.44973	3,158
8	411298.139901	9543445.08532	0,633
9	411228.289762	9543522.34381	0,879
10	411367.990041	9543424.97695	0,232
11	411426.198491	9543580.55226	4,464
12	411318.248275	9543550.91886	0,617
13	411393.390092	9543089.48461	0,519
14	411333.064971	9543136.05137	0,497
15	411316.131604	9543028.10115	0,681
16	411261.09816	9542920.15094	0,281
17	411364.815035	9542947.66766	0,108
18	411436.781845	9543002.7011	0,530
19	411555.315416	9543066.20123	0,650
10	411596.590498	9543125.46801	0,982
21	411490.756953	9543134.99303	0,574
22	411689.724018	9543280.24957	1,118
23	411720.151162	954360.1666	2,376

No	Koordinat X	Koordinat Y	Genangan (m)
24	411739.994952	9543519.69797	2,350
25	411565.105018	9543603.04189	2,329
26	411595.796747	9543688.76706	3,955
27	411512.188246	9543681.35871	3,882
28	410512.188246	9543055.88246	1,124
29	410559.686341	9543184.99938	1,293
30	410638.003164	9543106.68256	2,010
31	410773.470102	9543204.04942	1,271
32	410877.186976	9543055.88246	0,935
33	411679.868269	9543775.96949	0,558

Sumber : Hasil Simulasi

Hasil dari uji satu dimensi (1D) dan dua dimensi (2D) berupa prediksi ancaman banjir dengan ketinggian 0,558 m sampai 4,692 m yang ditampilkan pada Gambar 13 dapat dijadikan dasar dalam upaya perbaikan sistem drainase untuk mengurangi tingginya genangan pada wilayah penelitian, sehingga dapat ditentukan upaya antisipasi banjir lebih lanjut.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada sub sistem Sungai Ogan tepatnya pada kawasan perumahan Baturaja Permai, membuktikan bahwa daerah tersebut memiliki ancaman banjir, hal ini dapat diperkuat dengan karakteristik pada wilayah tersebut dengan debit limpasan secara langsung sebesar 15,6 m³/s. Adapun hasil pemodelan 1D dan 2D menghasilkan informasi mengenai daerah genangan banjir yang terdampak dengan ketinggian genangan 0,558m sampai 4,692 m.

REFERENSI

- Armain, M. Z. S. *et al.* (2021) 'Hydrodynamic modelling of historical flood event using one dimensional HEC-RAS in Kelantan basin, Malaysia', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 920(1). doi: 10.1088/1755-1315/920/1/012031.
- Bambang, T. (2008). Hidrologi Terapan. Yogyakarta : Beta Offset
- Bharath, A. *et al.* (2021) 'Drainage morphometry based sub-watershed prioritization of Kalinadi basin using geospatial technology', *Environmental Challenges*. Elsevier B.V., 5(June), p. 100277. doi: 10.1016/j.envc.2021.100277.
- Dinar, P. D. A. *et al.* (2018) 'Integration of surface water management in urban and regional spatial planning', *International Journal of GEOMATE*, 14(45), pp. 28–34. doi: 10.21660/2018.45.18652.
- Karamma, R. (2018) 'Comparison of Model Hidrograf Synthetic Units (HSS) with the Model of Hidrograf Observations on DAS Jeneberang Gowa Regency , Indonesia', 3(2).
- Mai, D. T. and Smedt, F. De (2017) 'A Combined

Hydrological and Hydraulic Model for Flood Prediction in Vietnam Applied to the Huong River Basin as a Test Case Study'. doi: 10.3390/w9110879.

Putranto, Dinar Dwi Anugerah, Agus Yuono, M. E. (2020) 'Analisis Profil Dasar Saluran Untuk Mengurangi Kecepatan Aliran Pada Pengalihan Sungai', *Cantilever*, 4247(April). Available at: <https://www.cantilever.id/index.php/cantilever/article/view/38/13>.

Tamiru, H. and Wagari, M. (2021) 'Machine-learning and HEC-RAS integrated models for flood inundation mapping in Baro River Basin, Ethiopia', *Modeling Earth Systems and Environment*. Springer International Publishing, (0123456789). doi: 10.1007/s40808-021-01175-8.

Venkatcharyulu, S. and Viswanadh, G. K. (2021) 'Runoff volume model for Godavari sub-basin using HEC-RAS software', *Modeling Earth Systems and Environment*. doi: 10.1007/s40808-021-01311-4.