

PROSIDING

KoNTeKs . 15

Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke-15

THE CONSTRUCTION INDUSTRY RECOVER,
REBUILD & RENEW IN THE PANDEMIC ERA



EDITOR: HERMAWAN

A BLENDED CONFERENCE
GEDUNG HENRICUS CONSTANT UNIKA SOEGIJAPRANATA SEMARANG
SEMARANG, 21 - 22 OKTOBER 2021

ISBN: 978-623-7635-91-8



PROSIDING

Editor

Dr. Ir. Hermawan, ST., MT.
Gabriel Jose P G., ST., MT
Antonius Erland Hendyayoga
Alfredo Tjokrohadi
Benny Ardhi Nugroho
Christoper Aditya Cahya Dewata
Eldisya M. Jebatu
Elisabeth Pilisra Amelina
Michael Sandjaya Yulianto

Unika Soegijapranata
Unika Soegijapranata
Unika Soegijapranata
Unika Soegijapranata
Unika Soegijapranata
Unika Soegijapranata
Unika Soegijapranata
Unika Soegijapranata
Unika Soegijapranata

Desain sampul isi dan tata letak

Luthfi Nindyapradana
Sindu Alfisam

Unika Soegijapranata
Unika Soegijapranata

Alamat

Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Unika Soegijapranata Semarang

Alamat: Jl. Pawiyatan Luhur IV/1
Bendan Dhuwur Semarang 50234
Nomor Telepon. 024-8441555 (hunting)
Nomor Fax. 024-8415429, 8445265
Website <http://konteks.web.id/>
Email konteks15@gmail.com

Nara Hubung

Sekretaris

Bernadette Cucu Dian Ariani, SE

Komite Ilmiah

Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D.

Penerbit

Penerbit ITB

Gedung Perpustakaan Pusat
Lantai Basement

Jl. Ganesha No. 1 Bandung 40132
Telepon +62-22-2504257
E-mail itbpress@penerbit.itb.ac.id

@2021

Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-undang



KA – 02

ANALISIS *DEPTH-AREA-DURATION* DENGAN HEC-RAS 2D DALAM PENENTUAN INFRASTRUKTUR PENGENDALIAN BANJIR DI BANJIR SUNGAI PEDOLO

Kadek Windy Candrayana¹, I Nengah Sinarta², dan Cokorda Agung Yujana³

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Warmadewa, Jl.
Terompong No.24 Denpasar
Email: windy.candrayana@gmail.com

² Magister Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, Universitas
Warmadewa, Jl. Terompong No.24 Denpasar
Email: inengahsinarta@gmail.com

³ Jurusan Teknik Sipil, Universitas Warmadewa,
Jl. Terompong No.24 Denpasar
Email: cokyujana@gmail.com

ABSTRAK

Kota Bima merupakan salah satu Kota Administratif yang merupakan Kota Pelabuhan cukup ramai yang dilewati 2 (dua) Sungai Utama, yaitu Sungai Padolo dan Sungai Melayu yang merupakan kewenangan Pemerintah Pusat. Sungai Padolo merupakan salah satu sungai besar yang terdapat di Kota Bima yang mengalir ke Utara melalui 21 desa dari 3 kecamatan dan bermuara di Teluk Bima (kota Bima). Pada tahun 2016, terjadi banjir besar yang menggenangi seluruh Kota Bima akibat meluapnya aliran Sungai Pedolo. Penelitian ini menganalisis infrastruktur pengendali banjir yang sesuai dengan melakukan simulasi HEC-RAS 2D. Hasil simulasi HEC-RAS 2D ini digunakan sebagai dasar dalam mensimulasikan efektifitas infrastruktur pengendali banjir yang ditinjau dari besarnya penurunan banjir dari tinggi genangan (*depth*), luas genangan (*area*) dan lama genangan (*duration*). Hasil simulasi DAD ini yang digunakan dalam menentukan keberhasilan rencana pengendalian banjir di Sungai Pedolo. Hasil simulasi HEC-RAS menunjukkan nilai MAB pada lokasi yang tercatat sebesar 16.14m, dan tinggi MAB tercatat adalah 16.87m. Nilai ini menunjukkan hasil simulasi HEC-RAS telah sesuai kondisi lapangan. Selanjutnya hasil simulasi yang telah diverifikasi digunakan untuk mensimulasikan rencana infrastruktur pengendali banjir. Alternatif pembangunan kolam retensi, normalisasi dan pembangunan tanggul menunjukkan terjadinya penurunan tinggi, area dan durasi genangan. Hasil simulasi menunjukkan terjadinya penurunan tinggi genangan dari 2.49m menjadi 0.32m, area genangan dari 11.50km² menjadi 0.24 km², dan durasi genangan dari 9.25 jam menjadi 2.50 jam. Hasil simulasi ini menunjukkan bahwa infrastruktur pengendali banjir yang direncanakan mampu menurunkan DAD banjir di Sungai Pedolo.

Kata kunci: HEC-RAS 2D, DAD, Banjir

1. PENDAHULUAN

Kota Bima merupakan salah satu Kota Administratif yang merupakan Kota Pelabuhan cukup ramai yang dilewati 2 (dua) Sungai Utama, yaitu Sungai Padolo dan Sungai Melayu yang merupakan kewenangan Pemerintah Pusat. Sungai Padolo merupakan salah satu sungai besar yang terdapat di Kota Bima yang mengalir ke Utara melalui 21 desa dari 3 kecamatan dan bermuara di Teluk Bima (kota Bima).

Sungai Pedolo secara historis mengalami 3 (tiga) kali banjir besar. Kejadian banjir pertama terjadi pada bulan Maret 2006 yang menggenangi permukiman dan pusat-pusat perekonomian di Kota Bima setinggi 1 m yang menghanyutkan dan merusakkan prasarana SDA. Banjir ke dua terjadi di tahun 2010 yang mengakibatkan beberapa bangunan air yang ada di sepanjang sungai pedolo mengalami kerusakan. Banjir terbesar terjadi pada tanggal 23 Desember 2016 dengan dampak kerusakan sebagai berikut (PUPR, 2017).

- 25.000 rumah terendam dengan ketinggian 1-2 m, 229 rumah hanyut, 716 rusak berat, dan 739 rusak sedang

- Fasilitas kesehatan meliputi 4 Puskesmas, 29 Polindes, 1 Kantor Labkesda
- Fasilitas pendidikan meliputi 27 unit sekolah rusak
- Kerusakan drainase sepanjang 500m
- Terganggunanya 1 jembatan provinsi dan jembatan menuju Terminal Dara sehingga akses jalan terputus
- Rusaknya infrastruktur SDA yang terdapat di aliran sungai

Berikut adalah dokumentasi kejadian banjir Kota Bima akibat Sungai Pedolo.



Gambar 1. Dokumentasi banjir Kota Bima akibat Sungai Pedolo tahun 2016

Dari data yang terkumpul saat itu, diidentifikasi beberapa penyebab terjadinya banjir bandang di Kota Bima. Berikut adalah penyebab banjir tersebut.

- Intensitas hujan yang terjadi di Kota Bima cukup tinggi menurut catatan ARR di Stasiun BMKG sebesar 150 mm.
- Perubahan tata guna Lahan yang cukup besar di daerah hulu.
- Penyempitan dan pendangkalan pada penampang existing sungai Padolo.
- Disaat yang bersamaan terjadi kondisi pasang

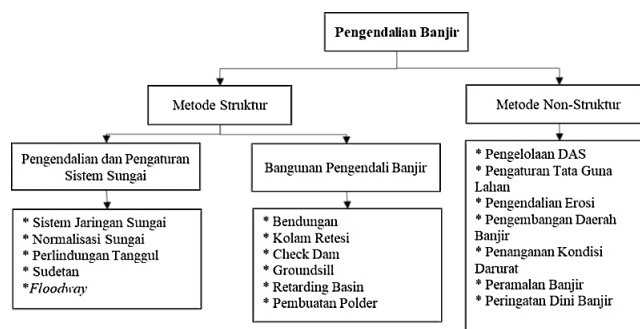
Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan analisis mengenai penentuan infrastruktur pengendali banjir yang tepat berdasarkan efektifitasnya yang ditinjau dari penurunan *Depth-Area-Duration* (DAD) banjir yang terjadi.

2. LANDASAN TEORI

Infrastruktur pengendali banjir

Pada hakekatnya pengendalian banjir merupakan suatu yang kompleks. Dimensi rekayasanya (engineering) melibatkan banyak disiplin ilmu teknik antara lain: hidrologi, hidraulika, erosi DAS, teknik sungai, morfologi & sedimentasi sungai, rekayasa sistem pengendalian banjir, sistem drainase kota, bangunan air dll. Di samping itu suksesnya program pengendalian banjir juga tergantung dari aspek lainnya yang menyangkut sosial, ekonomi, lingkungan, institusi, kelembagaan, hukum dan lainnya (Pusdiklat, 2017).

Pengendalian banjir secara teknis dilakukan dengan membangun infrastruktur pengendali banjir. Infrastruktur ini dapat dibedakan menjadi 2(dua) yaitu secara struktur dan non struktur. Berikut adalah gambar pembagian infrastruktur pengendali banjir (Kodoatie, 2002).



Gambar 2. Skema pengendalian banjir



Analisa hidrologi

Analisa hidrologi dinilai sebagai langkah awal yang diperlukan dalam berbagai kepentingan pengembangan sumber daya air. Untuk itu diperlukan data hidrologi yang akurat dengan periode yang cukup panjang agar pengembangan sumber daya air yang dilakukan efektif dan efisien. Data hidrologi diperoleh dari pengoperasian stasiun hujan dan debit yang tersebar dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) atau Wilayah Sungai (WS) yang membentuk suatu jaringan pengamatan dengan kerapatan dan penyebaran tertentu (Iqbal, 2019).

Beberapa stasiun pengukuran curah hujan paling dekat dengan daerah aliran sungai dapat diambil datanya untuk mendapatkan debit banjir rencana. Langkah-langkah dalam analisis hidrologi, yaitu:

- Menentukan daerah aliran sungai (DAS) beserta luasnya.
- Menentukan luas pengaruh daerah stasiun-stasiun penakar hujan sungai.
- Menentukan curah hujan maksimum tiap tahunnya dari data curah hujan yang ada.
- Menganalisis curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun.
- Menghitung debit banjir rencana berdasarkan besarnya curah hujan rencana di atas pada periode ulang T tahun dengan Hidrograf Satuan Sintetis.

HEC-RAS 2D

Hydrologic Engineering Center's River Analysis System (HEC-RAS) merupakan software yang dikeluarkan oleh *US Army Corps of Engineers* (USACE). Program ini digunakan dalam menganalisis aliran *steady* dan *unsteady* dalam bentuk 1D dan 2D untuk mensimulasikan banjir, transpor sedimen dan analisis kualitas air (Leon & Goodell, 2016).

HEC-RAS 2D menggunakan persamaan air dangkal, yang menggambarkan gerakan air dalam istilah kedalaman rata-rata kecepatan 2D dan kedalaman air sebagai respons terhadap gaya gravitasi dan gesekan. Persamaan ini mewakili kekekalan massa dan momentum pada bidang. Metode volume hingga (*finite volume method*) digunakan pada HEC-RAS sebagai keuntungan karena konservatif, *geometry* yang fleksibel dan sederhana (Teng, J, et al 2017).

Persamaan ini memperkirakan rata-rata integral pada volume referensi dan memungkinkan pendekatan yang lebih umum untuk *mesh* yang tidak terstruktur. Pemodelan 2D oleh HEC-RAS dapat mensimulasikan variabilitas di sepanjang aliran sungai. Area model didiskritisasi menjadi sel-sel grid, di mana masing-masing sel menggunakan data topografi yang mendasarinya dengan meminimalisir kehilangan resolusi (*sub grid model*). Hal ini mengakibatkan peningkatan waktu komputasi (Dasallas, Kim, & An, 2019). Untuk setiap sel, HEC-RAS menghasilkan detail tabel properti hidrolis (seperti hubungan elevasi-volume, area elevasi, dll). Untuk sel yang lebih besar, untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan topografi diperlukan *time step* yang lebih besar. Sehingga aliran air bisa mengalir kesegala arah berdasarkan permukaan tanah yang diberikan dan hambatan terhadap aliran dikendalikan oleh jenis penggunaan lahan dan Koefisien Manning (Mihu-Pintilie, Cîmpianu, Stoleriu, Pérez, & Paveluc, 2019).

3. METODOLOGI

Lokasi penelitian

Lokasi penelitian ini adalah Sungai Pedolo yang terletak di Kota Bima. Sungai Pedolo memiliki luas DAS 216.89 Km² dengan panjang sungai utama 20.5 km. Berikut adalah lokasi Penelitian.



Gambar 3. Lokasi Penelitian

Pengumpulan data

Penelitian ini menggunakan data-data yang diperoleh dari instansi dan konsultan terkait. Berikut adalah data-data yang diperlukan dalam penelitian ini.

- Data curah hujan Stasiun Bima dan Sumi dari BMKG NTB
- Data DEM
- Peta Topografi
- Peta Tata Guna Lahan

Pengolahan dan analisis data

Pengolahan data sekunder dianalisis untuk menjadi input dalam simulasi HEC-RAS 2D. Data hujan dan peta DAS dianalisis untuk memperoleh debit banjir rancangan. Data DEM dan Topografi dikombinasikan dengan ArcGIS untuk memperoleh peta *terrain* disepanjang aliran Sungai Pedolo. Hasil debit banjir rancangan dan peta *terrain* selanjutnya diinput dalam *software* HEC-RAS 2D untuk mensimulasikan aliran dan genangan banjir yang terjadi. Hasil dari simulasi ini selanjutnya diverifikasi terhadap tinggi muka air banjir yang tercatat sehingga model yang dihasilkan dapat sesuai dengan kondisi lapangan. Model yang telah terkalibrasi ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam mensimulasikan efektifitas infrastruktur pengendali banjir yang ditinjau dari besarnya penurunan banjir dari tinggi genangan (*depth*), luas genangan (*area*) dan lama genangan (*duration*). Hasil simulasi DAD ini yang digunakan dalam menentukan keberhasilan rencana pengendalian banjir di Sungai Pedolo. Hasil simulasi HEC-RAS dikalibrasi terhadap tinggi muka air banjir yang tercatat. Hasil simulasi menunjukkan elevasi MAB

4. HASIL DAN DISKUSI

Debit banjir rancangan

Debit banjir rancangan didasarkan atas luas DAS dan curah hujan rancangan yang terjadi. Pada analisis debit banjir rancangan, ditentukan luas DAS kajian dan penggambaran polygon Thiesen berdasarkan posisi stasiun hujan yang ada.



Gambar 4. Poligon Thiesen DAS Pedolo



Dari luas pengaruh stasiun hujan dan kedalaman hujan pada masing-masing stasiun, selanjutnya dilakukan analisis curah hujan rencana berbagai kala ulang dengan statistik Gumbel, Log Normal, dan Log Pearson. Berikut adalah tabel rekapitulasi pemilihan distribusi curah hujan rancangan DAS Pedolo.

Tabel 1. Rekapitulasi pemilihan distribusi curah hujan rancangan DAS Pedolo

No	Uji	Distribusi		
		Log Pearson III	Gumbel	Log Normal
A Uji Chi Square				
1	X2 Hitung	3.50	2.50	3.50
2	X2 Tabel	5.99	5.99	5.99
3	Hipotesa	<i>Diterima</i>	<i>Diterima</i>	<i>Diterima</i>
B Uji S.Kolmogorov				
1	Δ max	0.075	0.296	0.124
2	Δ kritis	0.294	0.294	0.294
3	Hipotesa	<i>Diterima</i>	<i>Tidak Diterima</i>	<i>Diterima</i>

Berdasarkan hasil pengujian dispersi dan Δ max disimpulkan bahwa curah hujan rencana yang digunakan berdasarkan Metode Log Pearson Type III karena simpangan terkecil. Berikut adalah curah hujan rancangan DAS Pedolo.

Tabel 3 Curah hujan rancangan DAS Pedolo

Kala Ulang	Hujan Rancangan (mm)
1.01	50.06
2	62.25
5	81.28
10	91.61
20	103.29
25	105.8
50	117.21
100	129.34
200	142.31
500	167.19
1000	176.42

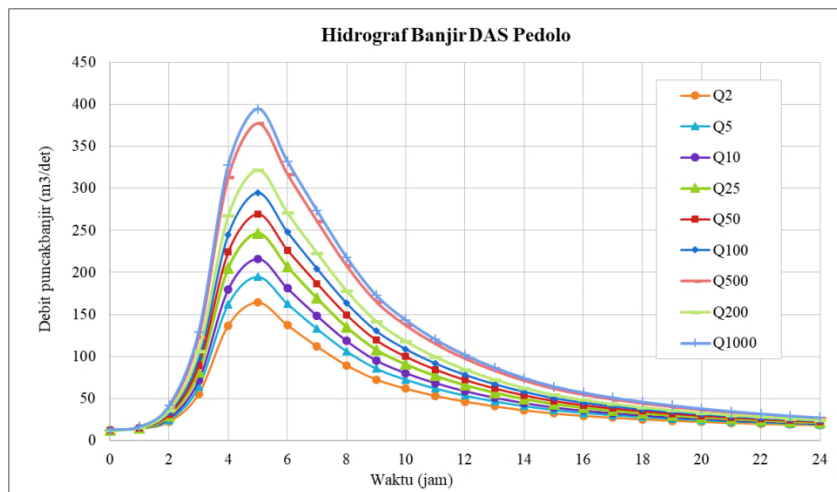
Analisa debit banjir rencana adalah analisa untuk mendapatkan besaran banjir inflow dalam berbagai kala ulang. Untuk mendapatkan angka banjir rencana dianalisa menggunakan metode Hidrograf Nakayasu. Unit hidrograf dari hasil analisa dapat dialihragamkan menjadi hidrograf banjir melalui cara penyelesaian persamaan polinomial atau cara collins. Pada studi ini metode analisis yang digunakan adalah dengan menggunakan persamaan polinomial. Berikut adalah debit banjir rancangan DAS Pedolo dengan Metode HSS Nakayasu.

Tabel 4. Debit banjir rancangan DAS Pedolo

Waktu (jam)	Q ₂ (m ³ /det)	Q ₅ (m ³ /det)	Q ₁₀ (m ³ /det)	Q ₂₅ (m ³ /det)	Q ₅₀ (m ³ /det)	Q ₁₀₀ (m ³ /det)	Q ₂₀₀ (m ³ /det)	Q ₅₀₀ (m ³ /det)	Q ₁₀₀₀ (m ³ /det)
0	12.83	12.83	12.83	12.83	12.83	12.83	12.83	12.83	12.83
1	14.10	14.36	14.63	14.98	15.24	15.53	15.81	16.35	16.58
2	22.58	24.61	26.67	29.36	31.37	33.58	35.74	39.91	41.71
3	55.53	64.27	71.70	81.77	89.33	97.65	106.13	123.01	129.28
4	136.98	162.06	179.91	205.17	224.15	245.13	267.55	313.29	327.79
5	164.21	194.76	216.17	246.59	269.44	294.72	321.84	377.29	394.61
6	137.29	162.62	181.00	206.76	226.44	247.88	270.65	316.99	331.96
7	111.98	132.87	148.31	169.34	186.84	204.52	223.19	261.03	273.55
8	89.63	106.21	118.55	135.04	149.58	163.56	178.27	208.05	218.01
9	72.78	85.71	95.34	108.22	119.53	130.44	141.92	165.16	172.94
10	61.96	72.50	80.31	90.81	99.93	108.82	118.18	137.13	143.44

Waktu (jam)	Q ₂ (m ³ /det)	Q ₅ (m ³ /det)	Q ₁₀ (m ³ /det)	Q ₂₅ (m ³ /det)	Q ₅₀ (m ³ /det)	Q ₁₀₀ (m ³ /det)	Q ₂₀₀ (m ³ /det)	Q ₅₀₀ (m ³ /det)	Q ₁₀₀₀ (m ³ /det)
11	53.40	62.07	68.47	77.11	84.54	91.84	99.54	115.14	120.32
12	46.49	53.66	58.96	66.11	72.22	78.27	84.64	97.56	101.84
13	40.82	46.78	51.19	57.14	62.22	67.24	72.54	83.29	86.85
14	36.14	41.10	44.76	49.72	53.95	58.14	62.55	71.50	74.46
15	32.31	36.45	39.53	43.67	47.21	50.72	54.41	61.89	64.37
16	29.53	33.08	35.70	39.25	42.27	45.27	48.43	54.84	56.96
17	27.30	30.37	32.64	35.71	38.31	40.90	43.64	49.18	51.01
18	25.41	28.07	30.04	32.71	34.95	37.20	39.57	44.38	45.98
19	23.78	26.10	27.81	30.13	32.08	34.04	36.10	40.29	41.67
20	22.37	24.38	25.87	27.89	29.59	31.30	33.10	36.74	37.95
21	21.13	22.89	24.19	25.95	27.43	28.91	30.48	33.65	34.70
22	20.06	21.59	22.72	24.25	25.54	26.83	28.20	30.96	31.88
23	19.13	20.46	21.44	22.78	23.90	25.02	26.21	28.62	29.41
24	18.31	19.47	20.33	21.49	22.47	23.45	24.48	26.58	27.27

Berikut adalah grafik debit banjir rancangan DAS Pedolo.



Gambar 5. Hidrograf banjir DAS Pedolo

Rencana infrastruktur pengendali banjir

Rencana infrastruktur pengendali banjir Sungai Pedolo dilakukan dari hulu hingga hilir sungai. Infrastruktur yang direncanakan untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi di Sungai Pedolo seperti terjadinya sedimentasi, penyempitan penampang sungai dan banjir akibat pasang air laut. Berikut adalah rencana infrastruktur pengendalian banjir yang direncanakan di Sungai Pedolo, Kota Bima.

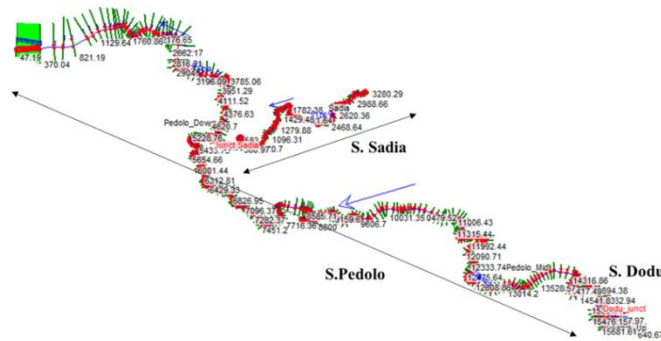
Tabel 3. Infrastruktur rencana pengendali banjir Sungai Pedolo

Ruas	Permasalahan	Rencana Penanganan	Tujuan
Hulu	Sedimentasi akibat debris dan erosi tebing	Check dam Kolam Retensi	Menampung sedimen Memotong puncak banjir
Tengah	Desakan pemukiman, pendangkalan, dan luapan banjir	Perkuatan tebing Tanggul/parapet Normalisasi	Menjaga lereng sungai Menjaga luapan banjir Mengembalikan penampang sungai
Hilir	Desakan pemukiman, pendangkalan, dan luapan banjir	Perkuatan tebing Tanggul/parapet Normalisasi Jetty	Menjaga lereng sungai Menjaga luapan banjir Mengembalikan slope sungai Mencegah sedimentasi sungai



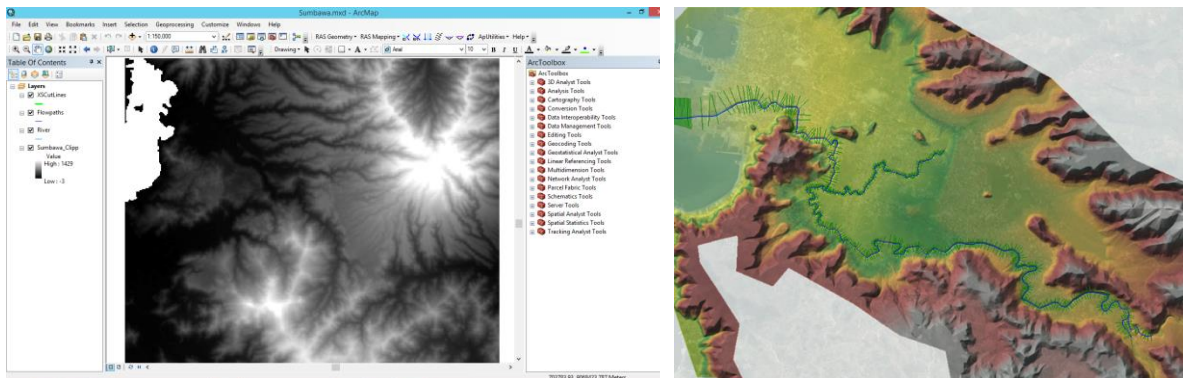
Simulasi HEC-RAS 2D kondisi eksisting

Input awal program Hec-Ras adalah geometri sungai untuk menirukan kondisi alur dan penampang sungai. Analisis ini menggunakan hasil pengukuran topografi pada sepanjang sungai kajian dengan total panjang sungai adalah 20,5km yang mencakup Sungai Pedolo, Sadia dan Dodu. Berikut adalah input geometri sungai yang dilakukan.



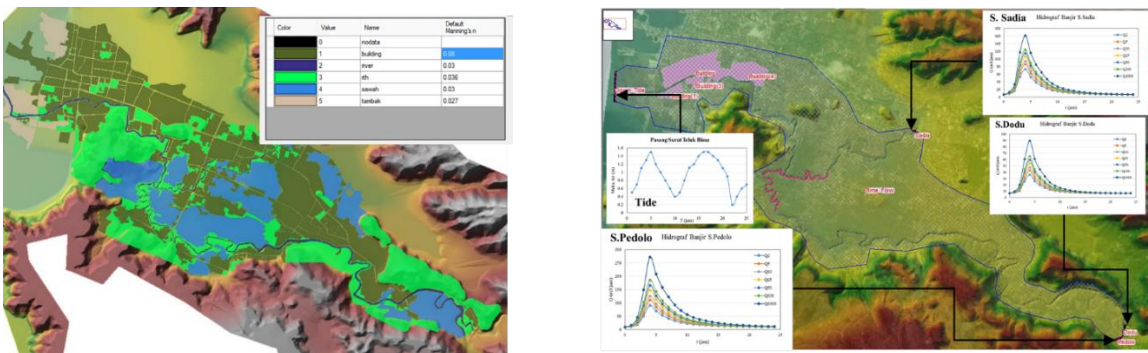
Gambar 6. Input geometri Sungai Pedolo

Kombinasi geometri sungai dengan peta DEM bertujuan untuk melakukan analisa genangan yang disebabkan oleh melimpasnya aliran Sungai Pedolo. Peta DEM yang digunakan adalah peta dari citra satelit. Peta ini diolah dengan ArcGIS untuk menyesuaikan projection dan cropping sesuai dengan area yang diperlukan. Berikut adalah peta yang digunakan.



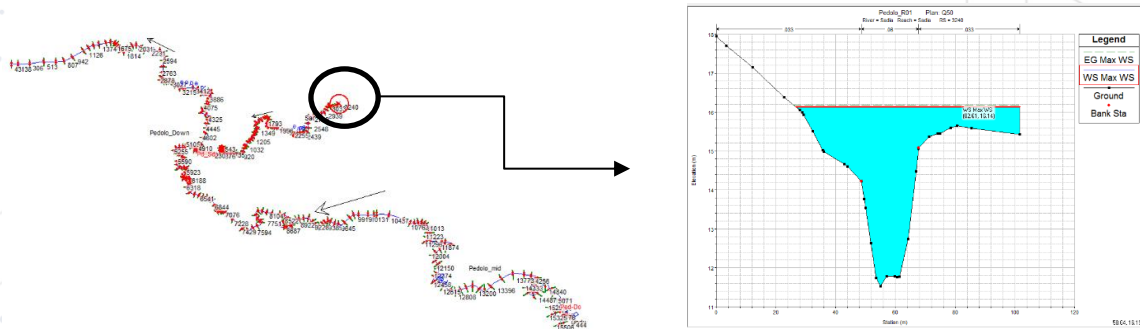
Gambar 7. Kombinasi hasil pengukuran dengan Peta DEM

Simulasi aliran 2D menggunakan kondisi batas yang sama dengan aliran 1D. Namun pada simulasi ini diperlukan penentuan area koefisien manning masing-masing kawasan seperti penentuan area pemukiman, ladang, dan persawahan. Berikut adalah kondisi batas pada simulasi aliran 2D.



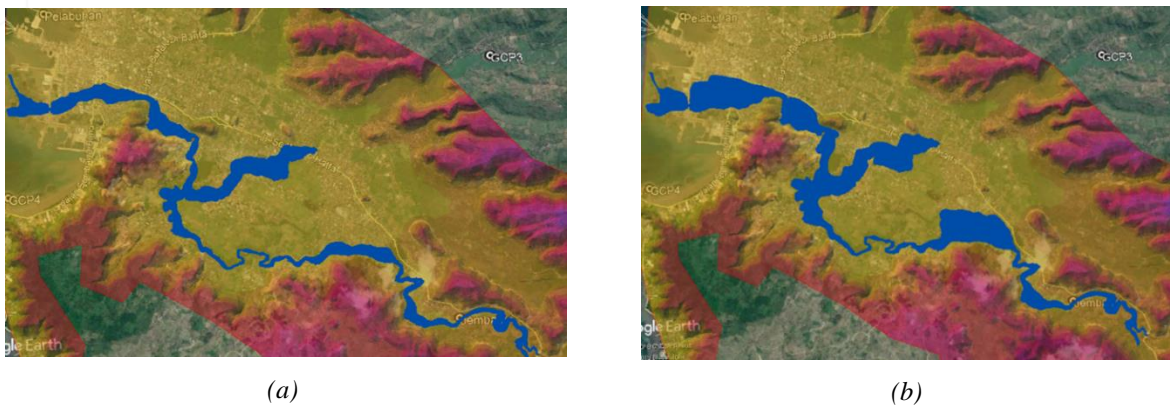
Gambar 8. Input kondisi batas simulasi HEC-RAS 2D Sungai Pedolo

Hasil simulasi HEC-RAS selanjutnya dilakukan validasi terhadap tinggi muka air yang tercatat di Sungai Sadia yang merupakan anak Sungai Pedolo. Berikut adalah hasil HEC-RAS yang digunakan sebagai validasi.



Gambar 9. Hasil HEC-RAS di Anak Sungai Pedolo

Dari hasil Hec-Ras diatas, tinggi muka air banjir pada Sungai Sadia pada lokasi verifikasi adalah 16.14 m. Tinggi muka air banjir ini mendekati dengan kondisi riil dilapangan dimana tercatat MAB adalah 16.87m. Dari hasil verifikasi ini dapat disimpulkan penentuan atau proses simulasi dengan Hec-Ras telah mendekati kondisi riil dilapangan. Maka selanjutnya data ini dapat digunakan dalam proses analisis banjir dengan berbagai kala ulang. Berikut adalah genangan banjir dengan Q25 dan Q50 hasil simulasi HEC-RAS 2D.



Gambar 10. Genangan banjir Q25 (a) dan Q50 (b) hasil simulasi HEC-RAS 2D

Berikut adalah luas area genangan dan tinggi genangan maksimum yang terjadi di Kota Bima akibat limpasan Sungai Pedolo.

Tabel 4. Rekapitulasi luas genangan

Kala Ulang	Luas Genangan	
	(ha)	(km ²)
2	271.61	2.72
5	575.13	5.75
10	652.39	6.52
25	992.98	9.93
50	1150.14	11.50
100	1262.38	12.62
1000	2371.88	23.72

Simulasi DAD alternatif penanganan

Alternatif penanganan yang diusulkan berdasarkan kombinasi dari rencana infrastruktur pengendalian banjir



pada Tabel diatas. Berikut adalah skenario alternatif penanganan Sungai Pedolo.

Tabel 5. Skenario alternatif penanganan

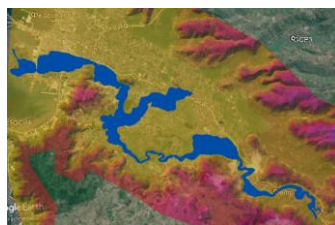
Alternatif	Struktur	Penjelasan
Alt-1	Pelebaran sungai dan tanggul/parapet	Pelebaran 5m pada bagian hilir untuk menambah kapasitas penampang sungai, parapet sebagai penahan limpasan dan normalisasi untuk mengembalikan slope sungai
Alt-2	Pelebaran sungai dan tanggul/parapet dan waduk retensi	Penambahan retensi dari alternatif-1

Simulasi DAD (*Depth Area Duration*) banjir dilakukan untuk mengetahui perubahan luas, tinggi dan durasi genangan banjir pasca dilakukan penanganan. Dalam simulasi ini digunakan software HEC-Ras yang diintegrasikan dengan Arc-GIS untuk menghitung luas genangan. Berikut adalah rekapitulasi hasil analisa DAD Sungai Pedolo hasil simulasi.

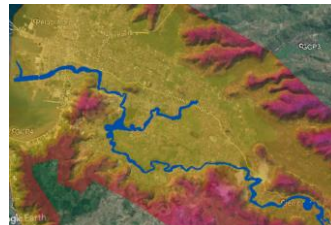
Tabel 6. Hasil simulasi DAD Sungai Pedolo

No	Alternatif	DAD Banjir						Keterangan
		Tinggi Maksimum (m)		Area (km ²)		Durasi (jam)		
		Q25	Q50	Q25	Q50	Q25	Q50	
1	Eksisting	1.96	2.49	9.93	11.50	8.75	9.25	Genangan di perkotaan
2	Alt-1	0.63	0.84	0.21	0.35	4.00	3.00	Genangan di pertemuan Pedolo-Sadia
3	Alt-2	0.17	0.32	0.14	0.24	3.25	2.50	Genangan di pertemuan Pedolo-Sadia

Berikut adalah perubahan genangan banjir yang terjadi hasil simulasi.



(a)



(b)

Gambar 11. Hasil simulasi DAD eksisting (a) dan Alternatif-2 (b)

Hasil analisis DAD menunjukkan masih terjadi banjir pada daerah sawah/kebun yang berada dipertemuan Sungai Pedolo dan Sadia. Untuk menanganai permasalahan ini, akan dilakukan pengarahuan sungai sehingga mampu meminimalisir *backwater* akibat pertemuan sungai.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan diatas, maka kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Simulasi HEC-RAS 2D menghasilkan tinggi muka air banjir (MAB) yang mendekati dengan tinggi MAB pencatatan. Dengan tinggi MAB hasil simulasi adalah 16.17m dan MAB hasil pencatatan sebesar 16.78m.
2. Hasil simulasi DAD dengan rencana infrastruktur pengendali banjir berupa pelebaran sungai, pembangunan tanggul dan waduk retensi (alternatif-2) mampu menurunkan DAD banjir Sungai Pedolo.
3. Hasil simulasi menunjukkan terjadinya penurunan tinggi genangan dari 2.49m menjadi 0.32m, area genangan dari 11.50km² menjadi 0.24 km², dan durasi genangan dari 9.25 jam menjadi 2.50 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Ageng, P., & Handana, G. (2021). Peramalan Rental Scaffolding Untuk Mengantisipasi Lonjakan Permintaan Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing Berbasis Web (Studi Kasus : CV Nutama Grahindo Scaffolding). *Respository Universitas Pembangunan Veteran Yogyakarta*.
- Arha, A. A., Fahira, A. R., Rismalasari, N. N., & Asnan, M. N. (2021). Studi Analisis Kekuatan Pada Konstruksi Bekisting Pengecoran Beton Proyek Pembangunan Sistem Penyediaan Air Minum di Desa Sungai Kapih Kota Samarinda. *Jurnal Ristekdikti*.
- Arifin, Firmanul, Y., Hamidah, Siti, & Firmana, Y. (2015). Teknik Budidaya Kayu Gelam (Melaleuca Cajuputi) Secara Generatif. *Jurnal ULM*.
- Asnudin, A. (2008). Potensi Bisnis Usaha Jasa Konstruksi di Indonesia. *SMARTek Vol. 6 No. 4*, 228-240.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). *SNI 7973-2013 tentang Spesifikasi Desain Untuk Konstruksi Kayu*. Badan Standarisasi Nasional.
- Cahyono, T. (2016, 09). *Teguh Cahyono Fakultas Teknik Jurusan Informatika Unsoed*. Retrieved from <https://teguh-cahyono.blog.unsoed.ac.id/>
- Dansoh, A., & Frimpong, S. (2016). Client Perspectives on Relationships with Architects on Private House Projects.
- Dasallas, L., Kim, Y., & An, H. (2019). Case study of HEC-RAS 1D–2D coupling simulation: 2002 Baeksan flood event in Korea. *Water*, 11.
- Dwiagmi, J. G., & Purwoko, G. H. (2020). *Pengaruh Media Online Pinterest Dan Instagram Terhadap Pembelajaran Mahasiswa Desain Arsitektur*. Surabaya: Fakultas Industri Kreatif, Universitas Ciputra.
- Furusaka, S., Kaneta, T., Miisho, T., & Akiyama, T. (2002). Client Satisfaction and New Direction of Architects'. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*.
- Giesen, W. (2015). Melaleuca Cajuputi (gelam) - a Useful Species and an Option For Paludiculture in Degraded Peatlands. *Sustainable Peatlands for People and Climate (SPPC) Project*. Westland International.
- Grigoroudis, E., & Siskos, Y. (2010). Customer Satisfaction Evaluation : Methods for Measuring and Implementing Service Quality.
- Iqbal, K. (2019). Evaluasi Kerapatan Sebaran Stasiun Curah Hujan pada Wilayah Sungai Tamiang-Langsa. *Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTeKS)* (pp. 287-296). Banda Aceh: JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS SYIAH KUALA.
- Kodoatie, R. (2002). *BANJIR-Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Leon, A., & Goodell, C. (2016). Controlling HEC-RAS using MATLAB. *Environ. Model. Softw*, 339–348.
- Mihu-Pintilie, A., Cîmpianu, C., Stoleriu, C., Pérez, M., & Paveluc, L. (2019). Using high-density LiDAR data and 2D streamflow hydraulic modeling to improve urban flood hazard maps: A hec-ras multi-scenario approach. *Water*, 1832.
- Noorhidayah. (2006). Potensi Dan Keanekaragaman Tumbuhan Obat Di Hutan Kalimantan Dan Upaya Observasinya. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 3(2), 95-107.
- Oluwatayo, A. A., Ibem, E., & Amole, D. (2014). Satisfaction of First-time Residential Clients with Architectural Services. *Journal of Engineering Design and Technology*.
- Patil, M. (2020, 12 19). *How is digitalization taking over architecture*. Retrieved from Rethinking the Future: <https://www.re-thinkingthefuture.com/technology-architecture/a2561-how-is-digitalization-taking-over-architecture/>
- Prihastomo, B. (2018). Pergeseran Paradigma dan Persepsi Karya Arsitektur Bagi Arsitek di Era Informasi. *Jurnal Arsitektur dan Perencanaan Vol 1, No 1*, 81-96.
- Project Manajement Institute. (2017). *A Guide to the Manajement Body of Knowledge (PMBOK Guide) / Project Manajement Institute*. Project Manajement Institute, Inc.
- PUPR. (2017). *Laporan Tanggap Darurat dan Rencana Penanganan Banjir Bima,NTB*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Purwanto, D. (2014). Physical Mecanical Properties Cement Board From Galam Bark Wood Waste. *Journal of Industrial Research*, 8(3).
- Pusdiklat, S. (2017). *Modul Metode Pengendalian Banjir*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Ridwan, M., Samang, L., Tjaronge, M. W., & Ramli, M. (2016). Studi Parameter Dan Pengaruh Penggunaan Tiang Kayu Galam Pada Tanah Lunak. *Jurnal Inersia Politeknik Negeri Samarinda*, 8(2), 39-46.
- Riyanto, G. P. (2021, 02 23). *teknokompas.com*. (R. Nistanto, Editor) Retrieved from Kompas.com: <https://teknokompas.com/read/2021/02/23/16100057/jumlah-pengguna-internet-indonesia-2021-tembus-202-juta>
- Siswanto, A. (2010). Kriteria Keberhasilan Proyek Konstruksi Berdasarkan Persepsi Kontraktor. *TEDC Vol.*



- 4 No. 1, 42-47.
- Susilo, E. (2019). Analisis Biaya Bekisting Konvensional Dan Bekisting Semi-Sistem Pada Kolom Bangunan Gedung. *Tesis Universitas Islam Indonesia*.
- Talim, M., & Teruna, D. R. (2017). Analisis Pengaruh Kuat Tekuk Pada Sistem Perancah Bangunan (Scaffolding) Dengan Metode Analisa Langsung (Direct Analysis Method). *Thesis Institusi Universitas Sumatera Utara*.
- Teng, J.; Jakeman, A.J.; Vaze, J.; Croke, B.F.W.; Dutta, D.; Kim, S. (2017). Flood inundation modelling: A review of methods, recent advances and uncertainty analysis. *Environ. Model. Softw.*, 201–216.
- Widnyana, B. D. (2016). *Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proyek Pembangunan Jambuluwuk Hotel & Resort (Tesis)*. Denpasar: Universitas Udayana.