

Analisis Kapasitas Penampang Sungai Batang Mahat Terhadap Besaran Debit Banjir Menggunakan Pendekatan Model Matematik

Dalrino¹⁾, Sadtim²⁾, Hartati³⁾, Indra Agus⁴⁾

^{1), 2), 3), 4)} *Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang, Kampus Politeknik Limau Manis Padang*
email : dalrino350@gmail.com, sadtim@yahoo.co.id, tatiana@yahoo.co.id, indra_daguchi@yahoo.co.id

Abstract

Batang Mahat watershed has a total area of 772.87 km² with a total length of the main rivers around 44.06 km. With the topographic condition on the upstream side was a mountainous terrain and steep slope relatively into downstream. The problem was can be classified as river siltation, narrowing of the river, and riverbank erosion that has caused flood and threaten a public facilities. Numerical simulations using the application of the HEC RAS model were conducted to determine the capability of the river storage capacity into various discharge values. The results of the analysis show that with the discharge condition Q2 there has been flood caused by the high surface elevation of water that was overtopping of the left and right embankments elevation at the upstream and midstream areas. The water surface elevation will increase with the increasing of flood discharge. River normalization efforts with additional depth and widening of river channel were recommended.

Key words: **Batang Mahat river, Flood, HEC RAS**

PENDAHULUAN

DAS Batang Mahat memiliki luas total 772.87 km² dengan total panjang sungai-sungai utama sekitar 44,06 km. Kondisi topografi DAS Sungai Batang Mahat disisi bagian hulu merupakan dataran bergunung dengan kemiringan yang relatif terjal ke arah hilir. (Peta Rupa Bumi Skala 1:50.000, Bakosurtanal). Sebagian besar DAS Sungai Batang Mahat berada di sekitar kawasan budidaya pertanian dan kawasan hutan. Saat ini disepanjang lokasi Sungai Batang Mahat mengalami erosi/abrasi di beberapa tempat, dan terjadi sedimentasi ditempat yang lainnya. Erosi tebing sungai ini menyebabkan beberapa lokasi pemukiman mengalami kemunduran yang mengancam lokasi fasilitas umum. Secara umum, identifikasi permasalahan yang dihadapi oleh Sungai Batang Mahat dapat diklasifikasikan atas pendangkalan sungai, penyempitan alur, dan erosi tebing sungai yang telah menyebabkan beberapa lokasi pemukiman mengalami kemunduran dan mengancam lokasi fasilitas umum. (Balai Wilayah Sungai Sumatera III, 2012). Untuk mendapatkan

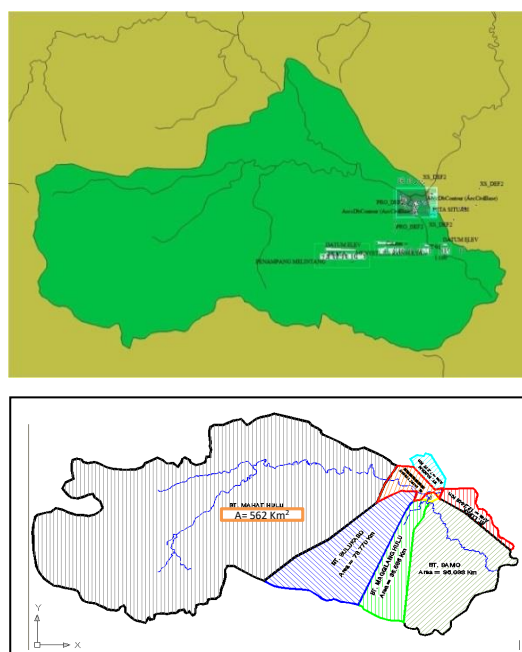
gambaran mengenai pola aliran dan potensi genangan yang terjadi atas berbagai besaran debit pada kondisi eksisting dibutuhkan simulasi berupa pemodelan dengan melakukan pendekatan atas proses – proses yang berlaku pada aliran di badan sungai Batang Mahat tersebut. Model pendekatan numerik digunakan dengan mengaplikasikan paket program komputer HEC-RAS.

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Model hidrodinamik HEC-RAS dan SIG telah diaplikasikan untuk mengetahui hidrograf dan kapasitas tampang (*bankfull capacity*) sungai pada penyebab banjir pada DAS Air Bengkulu. (Tunas, I. G., 2004). Hasil simulasi menunjukkan kapasitas tampang sungai telah terlampaui oleh debit dengan kala ulang 5 tahun dengan terlampauinya elevasi bangunan pengendali banjir eksisting untuk debit dengan kala ulang diatas 5 tahun. Aplikasi HEC-RAS versi 4.1. diterapkan pada studi kapasitas maksimum Sungai Kecepat dengan menggunakan scenario normalisasi pada anak – anak sungainya. Hasil

simulasi memperlihatkan, normalisasi sungai yang dilakukan telah menempatkan elevasi bantaran eksisting berada diatas profil muka air dari debit rencana dengan tinggi jagaan yang masih memenuhi standard(Arfaida Hesa Penta.M., 2016). Simulasi numerik menggunakan aplikasi model HEC RAS juga telah dilakukan untuk penentuan desain peningkatan kapasitas sungai Way Besai, Lampung. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa tindakan normalisasi mampu memberikan peningkatan kapasitas sebesar 28,6% dari kondisi eksisting. (Tri Utami , 2016). Studi analisis banjir dengan mempertimbangkan potensi debit rencana akibat perubahan DAS terhadap kapasitas tampang eksisting pada sub DAS Cisimeut Hilir, Banten telah dilakukan dengan menerapkan simulasi menggunakan HEC-RAS 4.1. Hasil simulasi memperlihatkan bahwa Sub-DAS Cisimeut tidak dapat menampung debit aliran yang terjadi, sehingga diperlukan normalisasi sungai, atau alternatif lainnya agar aliran dapat ditampung oleh sungai Cisimeut (Restu Wigati, R. et al., 2016). Tinjauan penelusuran banjir sebagai akibat pengaruh dari backwater dengan memodelkan aliran tak seragam (*unsteady flow*) menggunakan perangkat lunak HEC-RAS menunjukkan adanya pengaruh *back water* (air balik) terhadap banjir Sungai Rangkui, kota Pangkalpinang. Hasil penelitian menunjukkan dengan debit rencana pada periode ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun, terjadi kenaikan muka air banjir berkisar antara 0.15-1.4 m untuk kondisi tanpa pasang surut dan 0.60-1.90 m untuk kondisi dengan pengaruh pasang surut.(Tia Anandhita , 2015). Penyempitan badan sungai dan alur akibat pendangkalan sebagai dampak tingginya laju sedimentasi sangat berpotensi menyebabkan terjadinya banjir. Pemodelan numerik hidrodinamika aliran di mulut muara yang

mengakibatkan banjir telah dilakukan pada muara Sungai Batang Air Dingin. Hasil simulasi menunjukkan terjadinya penyempitan alur akibat sedimentasi oleh pengaruh arus di garis pantai mempengaruhi terjadinya peningkatan potensi banjir (Dalrino, 2018). Program HEC RAS juga telah diaplikasikan dalam simulasi terjadinya banjir akibat perubahan pola arus sebagai implikasi dari tindakan rekayasa pelurusan sungai (sudetan) kearah muara pada kasus Sungai Batang Kandis, Padang Pariaman. Hasil simulasi kemudian digunakan untuk memberikan rekomendasi penanganan banjir (Junaidi et al., 2018). Laju sedimentasi yang cukup besar di hulu di Sungai Batang Mahat akibat pengaruh perubahan tata guna lahan juga terindikasi sangat berpotensi mengakibatkan terjadinya pendangkalan sungai yang selanjutnya dapat berdampak pada terjadinya banjir. (Herdianto, R., 2018).



Gambar 1. DAS dan SubDAS Batang Mahat

Untuk mengetahui akibat yang timbul saat debit sungai meningkat akibat curah hujan yang tinggi, maka perlu dilakukan analisa terhadap kapasitas

debit yang dapat ditampung oleh sungai eksisting serta optimalisasi penampang sungai terhadap debit banjir rencana. Untuk itu diperlukan suatu model pendekatan yang dapat mewakili permasalahan yang sedang dihadapi semirip mungkin. Model pendekatan ini dapat berupa model numerik/matematik atau model fisik.

Pada studi ini digunakan model numerik untuk menyelesaikan permasalahan hidrolis. Meski hasil outputnya tidak seakurat jika digunakan model fisik tetapi model numerik memiliki keunggulan dalam hal penghematan waktu, biaya dan tenaga. Model pendekatan numerik/matematik yang digunakan berupa paket program komputer HEC-RAS yang dibuat dan dikembangkan oleh *Hydraulic Engineering Center*, salah satu divisi dari *the Institute for Water Resources (IWR), U.S. Army Corps of Engineer*. Program ini merupakan salah satu bagian dari pengembangan *Next Generation (NextGen)* dari *software Hydrologic Engineering*. HEC-RAS pada intinya terdiri dari 3 (tiga) komponen analisa hidraulik 1 (satu) dimensi (*one dimensional computation*) yaitu :

- Simulasi aliran langgeng satu dimensi (*one dimensional steady flow*).
- Simulasi aliran tidak langgeng satu dimensi (*one dimensional unsteady flow*)
- Perhitungan pengangkutan pergerakan sediment.

Pada studi ini, pemodelan hidrolis yang akan dilakukan adalah simulasi aliran langgeng satu dimensi (*one dimensional steady flow*).

Profil permukaan air dihitung dari suatu potongan melintang saluran ke potongan selanjutnya dengan memecahkan persamaan kekekalan energi dengan prosedur interaktif yang disebut Metode Tahapan Standar (*Standard Step*

Method). Persamaan kekekalan energi ditulis sebagai berikut:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

dimana:

Y_1, Y_2 = kedalaman air pada potongan melintang

Z_1, Z_2 = elevasi pada saluran utama

V_1, V_2 = kecepatan rata-rata (jumlah total debit)

α_1, α_2 = koefisien tinggi kecepatan

h_e = kehilangan energi

Kehilangan energi antara dua potongan melintang diakibatkan oleh kehilangan energi akibat gesekan dan ekspansi maupun kontraksi. Persamaan kehilangan tinggi energi dituliskan sebagai berikut:

$$h_e = L\bar{S}_f + C \left[\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right]$$

Dengan L adalah jarak sepanjang bentang yang ditinjau, \bar{S}_f merupakan kemiringan gesekan (*friction slope*) antara dua potongan melintang, C adalah koefisien ekspansi atau kontraksi.

Jarak sepanjang bentang yang ditinjau, L , dihitung dengan persamaan:

$$L = \frac{L_{lob}\bar{Q}_{lob} + L_{ch}\bar{Q}_{ch} + L_{rob}\bar{Q}_{rob}}{\bar{Q}_{lob} + \bar{Q}_{ch} + \bar{Q}_{rob}}$$

Dimana L_{lob} , L_{ch} , L_{rob} adalah jarak sepanjang potongan melintang pada aliran yang ditinjau di pinggir kiri sungai/*left overbank (lob)*, saluran utama/*main channel (ch)*, dan pinggir kanan sungai/*right overbank (rob)* dan \bar{Q}_{lob} , \bar{Q}_{ch} , \bar{Q}_{rob} merupakan jarak sepanjang potongan melintang pada aliran yang ditinjau di pinggir kiri sungai (*lob*), saluran utama (*ch*), dan pinggir kanan sungai (*rob*).

Penentuan penyaluran total aliran dan koefisien kecepatan untuk potongan melintang membutuhkan pembagian aliran menjadi beberapa satuan sehingga kecepatan didistribusikan secara merata. Pendekatan yang digunakan pada HEC - RAS adalah membagi daerah aliran pada pinggir saluran atau sungai dengan menggunakan masukan nilai n pada potongan melintang dimana nilai n berubah sebagai dasar pembagian. Penyaluran/aliran dihitung di dalam tiap sub bagian dari bentuk persamaan Manning berikut ini:

$$Q = KS_f^{1/2} ; K = \frac{1,486}{n} AR^{2/3}$$

Dengan K adalah penyaluran untuk suatu sub bagian, n merupakan koefisien kekasaran Manning untuk sub bagian, A adalah luas daerah aliran pada sub bagian dan R merupakan jari-jari hidraulik pada sub bagian. Program akan menjumlahkan tambahan penyaluran pada pinggir saluran untuk mendapatkan penyaluran pada sebelah kiri dan kanan pinggir sungai. Penyaluran saluran utama dihitung dengan cara biasa sebagai satu bagian penyaluran. Jumlah total penyaluran dapat diperoleh dengan menjumlahkan tiga sub bagian penyaluran, yaitu sub bagian kiri pinggir sungai, saluran utama, dan sub bagian kanan pinggir sungai.

Perangkat lunak HEC-RAS adalah program perhitungan profil permukaan air satu dimensi, oleh karenanya hanya satu permukaan air dan satu tinggi energi rata-rata yang dihitung pada tiap potongan melintang. Jika suatu nilai permukaan air diketahui, rata-rata tinggi energi didapatkan dengan menghitung tinggi energi aliran dari tiga sub bagian pada potongan melintang (*left overbank, main channel, dan right overbank*). Untuk menghitung rata-rata energi kinetik diperlukan perhitungan koefisien tinggi

kecepatan alpa (α). Alpha dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\alpha \frac{\bar{V}^2}{2g} = \frac{Q_1 \left(\frac{V_1^2}{2g} \right) + Q_2 \left(\frac{V_2^2}{2g} \right)}{Q_1 + Q_2}$$

$$\alpha = \frac{2g \left[Q_1 \left(\frac{V_1^2}{2g} \right) + Q_2 \left(\frac{V_2^2}{2g} \right) \right]}{(Q_1 + Q_2) \bar{V}^2}$$

$$\alpha = \frac{Q_1 V_1^2 + Q_2 V_2^2}{(Q_1 + Q_2) \bar{V}^2}$$

Dalam bentuk umumnya:

$$\alpha = \frac{Q_1 V_1^2 + Q_2 V_2^2 + \dots + Q_N V_N^2}{Q \bar{V}^2}$$

Koefisien kecepatan, α , dihitung berdasarkan pada penyaluran di tiga bagian aliran. Persamaan tersebut dapat ditulis dalam bentuk penyaluran dan daerah luasannya seperti pada persamaan di bawah ini:

$$\alpha = \frac{(A_t)^2 \left[\frac{(K_{lob})^3}{(A_{lob})^2} + \frac{(K_{ch})^3}{(A_{ch})^2} + \frac{(K_{rob})^3}{(A_{rob})^2} \right]}{(K_t)^3}$$

dengan A_t merupakan jumlah total luas daerah aliran pada potongan melintang ; A_{lob} , A_{ch} , A_{rob} adalah luas daerah pada tiap sub bagian penampang saluran ; K_t adalah jumlah total penyaluran pada potongan melintang dan K_{lob} , K_{ch} , K_{rob} merupakan penyaluran pada sub bagian penampang saluran.

Kehilangan energi akibat gesekan yang diperhitungkan pada HEC-RAS adalah produk dari S_f dan L. Kemiringan gesekan S_f pada tiap bagian potongan melintang dihitung dari persamaan Manning sebagai berikut:

$$S_f = \left(\frac{Q}{K} \right)^2$$

Bentuk alternatif persamaan-persamaan kemiringan S_f pada HEC-RAS adalah:

- Persamaan Penyaluran Rata-rata:

$$\bar{S}_f = \left(\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2$$

- Persamaan Kemiringan Gesekan Rata-rata:

$$\bar{S}_f = \frac{S_{f1} + S_{f2}}{2}$$

- Persamaan Kemiringan Gesekan Rata-rata Geometri:

$$\bar{S}_f = \sqrt{S_{f1} \cdot S_{f2}}$$

- Persamaan Kemiringan Gesekan Rata-rata Harmonik:

$$\bar{S}_f = \frac{2S_{f1} \cdot S_{f2}}{S_{f1} + S_{f2}}$$

Persamaan tersebut diatas adalah persamaan standar yang digunakan oleh program. Persamaan ini secara otomatis digunakan kecuali jika persamaan yang berbeda diinginkan. Program juga menyediakan pilihan untuk memilih persamaan secara otomatis sesuai dengan daerah aliran dan tipe profil yang ditinjau.

Kehilangan energi akibat kontraksi dan ekspansi pada HEC-RAS dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$h_o = C \left[\frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} - \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} \right]$$

dimana: C = koefisien ekspansi atau kontraksi

Program akan mengasumsikan kontraksi terjadi jika tinggi kecepatan di hilir lebih besar dari pada tinggi kecepatan di hulu. Sebaliknya, ekspansi terjadi jika tinggi kecepatan di hulu lebih besar dari pada tinggi kecepatan di hilir.

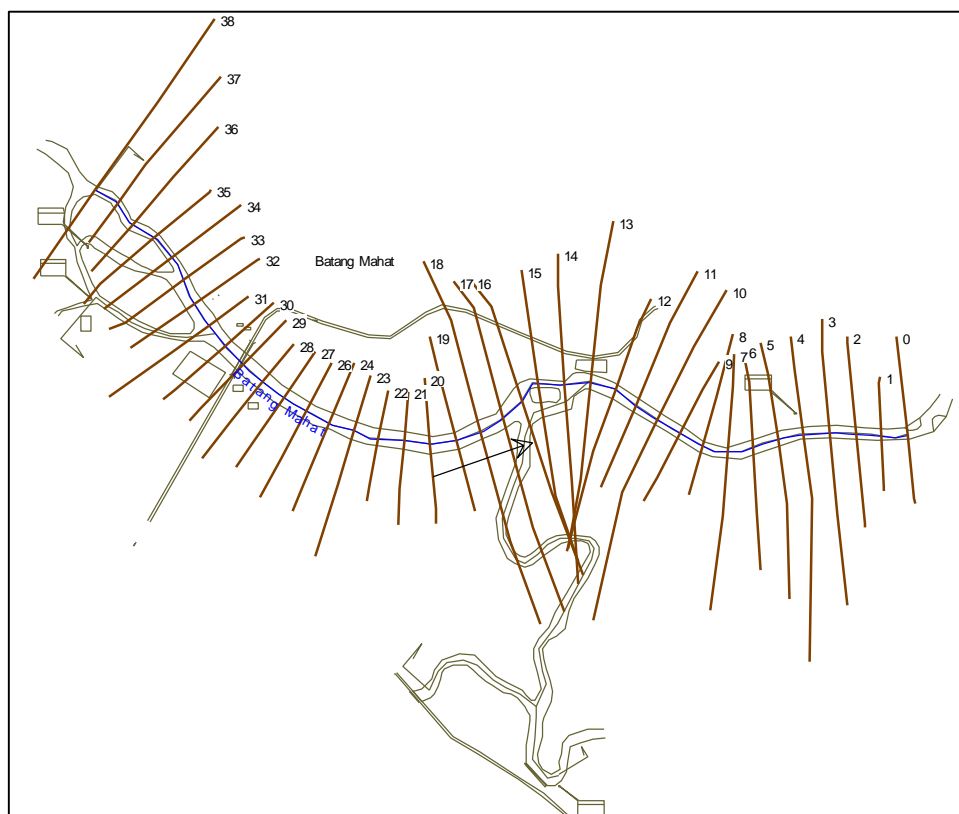
METODOLOGI

Skematisasi Jaringan Sungai

Dalam penelusuran banjir pada aliran tidak permanen, dengan sistem jaringan sungai dengan anak-anak sungainya harus disimulasikan / dihitung secara satu kesatuan sistem jaringan sungai. Analisis ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh banjir pada sungai dan sistem secara utuh. Tipikal skema jaringan sungai yang dimodelkan dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Dalam perencanaan ini, sebelum simulasi perambatan banjir dilakukan perlu dilakukan sungai yang akan dimodelkan dapat dibagi menjadi suatu sistem yang terdiri dan ruas dan titik. Dalam perencanaan ini yang dimodelkan adalah jaringan Sungai Batang Mahat, seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Dalam model HEC-RAS jaringan Sungai Batang Mahat tersebut disimpan dalam file Geometri.

Penampang Melintang Sungai

Pada penelusuran banjir diperlukan data tampang sungai berdasarkan hasil pengukuran topografi. Data tampang sungai mempunyai jarak antar ruas 20 m atau disesuaikan dengan ketelitian yang diperlukan. Kemiringan Dasar sungai rerata ditentukan berdasarkan perbedaan elevasi dasar sungai antar tampang. Panjang sungai yang dimodelkan sepanjang daerah yang akan dilakukan perencanaan detail. Dalam perencanaan ini, setelah skematisasi alur sungai dilakukan. Data Cross-Section masing-masing ruas sungai dimasukkan.



Gambar 2. Model Geometri HEC-RAS Sungai Batang Mahat

Koefisien Kekasaran Dinding

Besarnya nilai kekasaran dinding dapat didekati dengan pengamatan-pengamatan secara visual pada alur sungai baik pada bagian hulu, bagian tengah dan bagian hilir dari alur sungai yang dimodelkan. Untuk menyederhanakan perhitungan maka nilai koefisien kekasaran manning akibat dari berbagai pengaruh tersebut ditentukan dengan nilai yang tetap baik pada setiap tampang maupun setiap pias/penggal sungai. Dalam perencanaan ini koefisien kekasaran Manning yang digunakan adalah $n=0.025$ untuk alur sungai utama dan $n=0.033$ untuk bantaran sungai.

Harga Awal dan Syarat Batas

Input data yang digunakan sebagai kondisi batas udik adalah hasil perhitungan debit banjir rencana seperti telah diuraikan pada bab sebelumnya. Dalam perencanaan ini profil muka

air sungai hanya ditinjau terhadap satu debit rancangan yaitu debit dengan periode ulang 2,5 dan 50 tahun.

Ada tiga macam kondisi yang harus dipenuhi dalam penyelesaian model matematik yaitu kondisi awal, kondisi batas hulu dan kondisi batas hilir. Ketiga kondisi batas tersebut harus ditentukan agar program dapat berjalan (running).

- 1) Kondisi awal berupa debit aliran sungai yang ditinjau. Kondisi awal ditentukan berdasarkan kondisi awal dengan debit konstan dan tinggi muka air dihitung dengan aliran yang permanen atau dengan memasukan debit base flow sungai untuk sembarang waktu dan titik tinjau.
- 2) Kondisi batas hulu ditentukan dengan catatan hidrograf banjir rancangan sebagai inflow aliran sungai yang dimodelkan.

3) Inflow berupa debit Q-2,Q5 dan Q-50 hasil dari Hitungan Hidrologi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Curah Hujan

Data curah hujan didapatkan dari empat stasiun curah hujan yaitu Stasiun Tanjung Pati-1, Suliki-1, Tanjung Pati-2 dan Suliki-2. Data ini selanjutnya akan digunakan untuk perhitungan debit banjir rencana dengan periode ulang 5, 10, 20, 50 dan 100 tahun

Resume dari hasil perhitungan curah hujan rencana dengan ke tiga metoda tersebut dapat dilihat pada Tabel. 1.

Curah Hujan Wilayah

Untuk memperoleh besaran hujan maksimum yang dapat dianggap sebagai kedalaman hujan yang sebenarnya terjadi diseluruh DAS, diperoleh pada sejumlah stasiun hujan yang ditempatkan sedemikian rupa sehingga didapatkan besaran hujan di DAS tersebut.

Pengukuran yang dilakukan pada suatu stasiun curah hujan sesungguhnya hanya memperoleh data hujan maksimum yang terjadi pada satu tempat saja. Untuk mendapatkan nilai hujan rata-rata pada DAS (Catchment Area) dilakukan dengan menggunakan metode distribusi teoritis Gumbel, Normal dan Log Normal sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 2.

Debit Banjir Rencana

Penentuan debit banjir rencana yang umum digunakan merupakan transformasi dari data curah hujan. Hal ini dimaksudkan untuk

perhitungan elevasi tanggul penutup daerah genangan. Besaran debit banjir rencana diprediksi menggunakan perioda ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun. Debit banjir rencana ditentukan menggunakan metode Haspers , Weduwen , Unith Hydrograf dan aplikasi Hec HMS diperlihatkan pada Tabel 4.Hidrograf banjir untuk sungai Batang Mahat dengan perioda ulang 25 tahun dapat dilihat pada Gambar 2.

Hasil Simulasi Model Satu Dimensi Sungai Eksisting

Profil muka air pada Sungai Batang Mahat dapat ditentukan berdasarkan perhitungan penelusuran banjir menggunakan model HEC-RAS diatas. Profil muka air ini berisi informasi tentang elevasi tinggi muka air banjir, elevasi dasar sungai, elevasi tebing kiri dan kanan pada ruas sungai yang dimodelkan. Profil ini bertujuan untuk mengetahui cukup tidaknya dimensi saluran yang dicirikan dengan tinggi muka air banjir yang akhirnya menentukan dan elevasi tanggul dan kedalaman galian. Hasil pemodelan numerik bertujuan untuk memprediksi dampak negatif yang mungkin timbul akibat penanggulangan yang akan diterapkan di sistem Sungai Batang Mahat. Selain itu juga hasil pemodelan matematik ini dapat digunakan untuk menentukan muka air rancangan yang didesain pada penanggulangan masalah banjir.

Pada Gambar 4 ditunjukkan profil muka air sepanjang Sungai Batang Mahat mulai hulu sampai ke hilir untuk debit Q-2, Q-5 dan Q-50 thn.

Tabel 1. Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Rencana

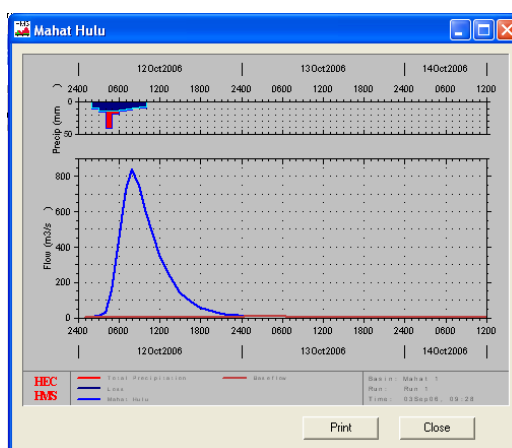
Metoda	2	5	10	25	50	100
GUMBEL	69.921	96.494	114.089	136.319	152.811	169.181
NORMAL	69.677	91.040	104.713	121.557	133.850	145.963
LOG NORMAL	68.718	88.584	102.470	120.885	135.264	150.234

Tabel 2. Perhitungan Curah Hujan Wilayah

Stasiun	Luas Wilayah (km ²)	Curah Hujan (mm) pada Periode Ulang (Tahun)					
		2	5	10	25	50	100
Tanjung Pati-1	510.945	90.081	109.180	121.271	136.101	146.907	157.558
Suliki	294.100	68.718	88.584	102.470	120.885	135.264	150.234
Tanjung Pati	0.635	57.172	69.294	76.968	86.381	93.239	99.999
Suliki	0.365	25.104	32.362	37.434	44.162	49.415	54.884
Curah Hujan Maksimum		82.276	101.656	114.403	130.542	142.654	154.882

Tabel 3. Distribusi Hujan Pola SCS-1A

Jam Ke	Prob (%)	Hujan (mm) Tiap Periode Ulang					
		2	5	10	25	50	100
1	8.30	6.829	8.437	9.495	10.835	11.84	12.855
2	12.10	9.955	12.3	13.843	15.796	17.261	18.741
3	31.60	25.999	32.123	36.151	41.251	45.079	48.943
4	14.40	11.848	14.638	16.474	18.798	20.542	22.303
5	10.50	8.639	10.674	12.012	13.707	14.979	16.263
6	8.90	7.323	9.047	10.182	11.618	12.696	13.785
7	7.40	6.088	7.523	8.466	9.66	10.556	11.461
8	6.80	5.595	6.913	7.779	8.877	9.7	10.532
TOTAL		82.276	101.655	114.402	130.542	142.653	154.883



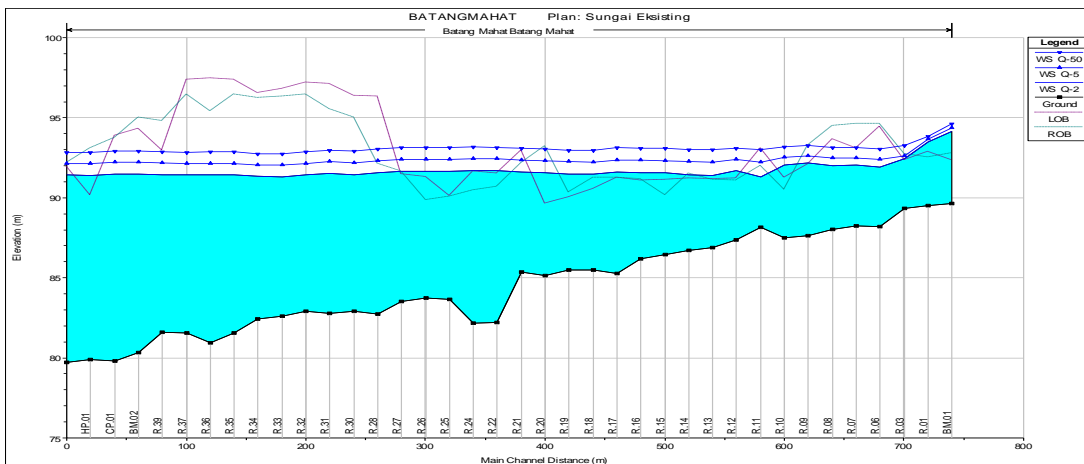
Gambar 3. Hydrograf Banjir di Batang Mahat Hulu Periode Ulang 25 Th (Hasil Output Program HEC-HMS)

Tabel 4. Rekapitulasi Debit Banjir Rencana Sungai Batang Mahat 1 (M3/dt)

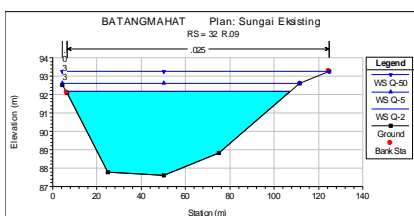
SUB DAS	DEBIT (m3/dtk)					
	2	5	10	25	50	100
BT. BULUKASO						
Haspers	94.253	116.070	130.334	148.308	161.738	175.250
Weduwen	36.178	47.407	55.229	65.592	73.696	82.135
Unith Hydrograf	110.813	136.463	153.233	174.365	190.154	206.040
HEC HMS	58.850	83.867	105.150	135.110	159.680	186.520
BT. MANGGILANG HULU						

Haspers	61.314	75.507	84.786	96.479	105.215	114.006
Weduwen	17.205	22.569	26.310	31.272	35.152	39.203
Unith Hydrograf	54.957	67.678	75.995	86.476	94.306	102.185
HEC HMS	29.186	41.592	52.145	67.006	79.192	92.500
BT. MANGGILANG HILIR						
Haspers	129.181	159.082	178.632	203.267	221.674	240.193
Weduwen	66.659	87.202	101.480	120.378	135.134	150.496
Unith Hydrograf	199.212	245.325	275.472	313.462	341.847	370.406
HEC HMS	101.010	143.952	180.475	231.906	274.082	320.130
BT. SAMO						
Haspers	108.987	134.214	150.708	171.492	187.021	202.646
Weduwen	47.527	62.239	72.477	86.035	96.629	107.663
Unith Hydrograf	144.255	177.646	199.477	226.986	247.541	268.221
HEC HMS	71.824	102.360	128.330	164.900	194.890	227.630

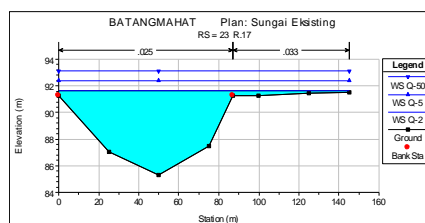
SUB DAS	DEBIT (m3/dtk)					
	2	5	10	25	50	100
BT. KASDAM						
Haspers	17.983	22.145	24.867	28.296	30.858	33.436
Weduwen	2.827	3.703	4.313	5.123	5.756	6.417
Unith Hydrograf	10.830	13.337	14.976	17.042	18.585	20.138
HEC HMS	5.752	8.197	10.277	13.205	15.607	18.229
BT. LAKUK						
Haspers	27.694	34.105	38.296	43.577	47.523	51.494
Weduwen	5.142	6.741	7.856	9.336	10.495	11.703
Unith Hydrograf	18.392	22.650	25.433	28.940	31.561	34.198
HEC HMS	9.416	13.418	16.823	21.617	25.549	29.842
BT. MAHAT HULU						
Haspers	217.999	268.460	301.451	343.025	374.086	405.339
Weduwen	230.180	299.773	347.953	411.489	460.920	512.281
Unith Hydrograf	683.939	842.253	945.757	1076.183	1173.636	1271.686
HEC HMS	363.220	517.630	648.960	833.910	985.570	1151.200
BT. MAHAT TENGAH						
Haspers	250.425	308.392	346.290	394.047	429.729	465.631
Weduwen	344.036	447.504	519.045	613.316	686.582	762.660
Unith Hydrograf	796.391	980.734	1101.256	1253.126	1366.602	1480.774
HEC HMS	523.080	745.449	934.585	1200.926	1419.332	1657.850
BT. MAHAT HILIR						
Haspers	252.838	311.363	349.627	397.844	433.869	470.117
Weduwen	354.228	460.719	534.378	631.369	706.794	785.069
Unith Hydrograf	1042.556	1283.880	1441.655	1640.468	1789.019	1938.482
HEC HMS	538.248	767.064	961.685	1235.748	1460.488	1705.921



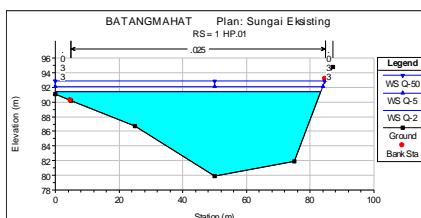
Gambar 4. Penampang Memanjang Sungai Batang Mahat dengan Debit Q-2, Q-5 dan Q-50



(a). Penampang Aliran di Hulu Batang Mahat



(b). Penampang Aliran pada pertengahan Sungai Batang Mahat



(c). Penampang Aliran pada Hilir Batang Mahat

Gambar 5. Hasil Profil Melintang Sungai dan Muka air pada Q-2, Q-5 dan Q-50 Max

Dari hasil analisis pada kondisi eksisting menunjukkan bahwa dengan kondisi debit rencana Q2 telah terjadi limpasan banjir yang diakibatkan oleh tingginya permukaan air melampaui elevasi tanggul kiri dan kanan saluran sungai di sekitar wilayah hulu dan midstream dari Sungai Batang Mahat. Tinggi permukaan aliran limpasan akan semakin meningkat dengan meningkatnya besaran debit banjir rencana yang digunakan, yaitu Q5 dan

Q50. Dengan melakukan plotting terhadap titik yang digunakan dalam pemodelan terhadap lokasi lapangan, didapatkan kesesuaian bahwa banjir terjadi di sekitar jembatan Pangkalan Koto Baru, serta di sekitar muara anak-anak sungai dari Batang Mahat, yaitu Batang Samo, Batang Manggilang dan Batang Buluh Kasok.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil orientasi di lapangan, didapat informasi bahwa lokasi-lokasi banjir disekitar jembatan Pangkalan Koto Baru, serta di sekitar muara anak-anak sungai dari Batang Mahat, yaitu Batang Samo, Batang Manggilang dan Batang Buluh Kasok. Solusi umum yang disarankan adalah dengan melakukan normalisasi penampang sungai dengan bertujuan untuk memperbesar penampang basah aliran. Hal ini dilakukan dengan memberikan pelebaran penampang lebar dasar kearah hulu di Batang Mahat.

Disamping itu penambahan kedalaman aliran dengan melakukan pengerukan di muara-muara anak sungai, yaitu Batang Samo dan Batang Buluh Kasok juga dapat dilakukan untuk menyesuaikan elevasi dasar sungai di Batang Mahat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anandhita, T., 2015, Analisis Pengaruh Backwater (Air Balik) Terhadap Banjir Sungai Rangkui Kota Pangkalpinang, Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung, Bangka.
- Arfida Hesa Penta.M., 2016, Simulasi Kapasitas Penampang Sungai Dan Profil Muka Air Banjir Dengan Program HEC-RAS Versi 4.1 (Studi Kasus Normalisasi Sungai Kecepat di Kabupaten Banyumas), Univ. Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Balai Wilayah Sungai Sumatera III, 2012, Laporan SID Pengaman Sungai Batang Mahat
- Dalrino, 2018, Wave and Current Hydrodynamics Study at Batang Air Dingin Rivermouth, Padang, Indonesia, International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET), Vol. 9, Issue 11, Nov. 2018.
- Herdianto. R., Istijono,B.,Syofyan, E.R., Dalrino, 2018, Investigation of Pangkalan Floods: Possible Reasons and Future Directions, International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, Vol 8, No 6.
- Junaidi, Marona, S., Dalrino, 2018, Simulation of The Effect of Floodway on Batang Kandis River Flood Control, Conference on Innovation in Technology and Engineering Science 2018, Andalas University, Padang
- Tri Utami, Purwadi, O.T., Susilo, G.E., 2016, Desain Penampang Sungai Way Besai Melalui Peningkatan Kapasitas Sungai Menggunakan Softwere HEC-RAS, Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain, Vol. 4, No. 2, Univ. Lampung, Bandar Lampung.
- Tunas, I. G., Yulistiyanto, B., 2004, Model simulasi sistem pengendalian banjir dengan HEC-RAS dan SIG, Master Theses Univ. Gadjah Mada, Yogyakarta
- Wigati, R., Sudarsono, Cahyani, I.D., 2016, Analisis Banjir Menggunakan Software HEC-RAS 4.1 (Studi kasus Sub DAS Cisimeut hilir HM 0+00 Sampai dengan HM 69+00), Jurnal Fondasi Vol. 5 No.1, Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Banten.