

ALTERNATIF PENGENDALIAN BANJIR KALI JUANA BERBASIS MODEL HEC-RAS

FLOOD CONTROL ALTERNATIF OF JUANA RIVER BASED HEC-RAS MODEL

Teguh Marhendi¹, Prapdita Nandhi Wardhana², Sigit Nurhadi², Isidorus Bramanti AP³

tmarhendi@ump.ac.id; tmarhendi@gmail.com

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UMP, Purwokerto

²Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UII, Yogyakarta

³Gama Tirta Bumi Konsultan, Yogyakarta

Abstrak -- Kejadian banjir di Kali Juana terjadi setiap musim hujan berlangsung. Beberapa kecamatan seperti Kecamatan Kaliwungu, Undaan dan Mejobo (Kab. Kudus) serta Pati, Margorejo dan Juwana (Kab. Pati) selalu menjadi daerah genangan banjir. Beberapa upaya pengendalian banjir sudah dilakukan seperti upaya normalisasi dan perbaikan tanggul. Namun mengingat kompleksnya sistem aliran banir di Kali Juana, upaya tersebut belum memberikan hasil yang memadai. Kajian ini dimaksudkan untuk menganalisis alternatif pengendalian banjir di Kali Juana menggunakan analisis model HEC-RAS. Analisis dilakukan dengan melakukan simulasi terhadap beberapa bentuk upaya pengendalian, guna mengurangi besaran banjir. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat 6 model alternatif yang muncul dalam pengendalian banjir Kali Juana. Dari beberapa model tersebut, terpilih model simulasi yang meliputi Normalisasi, Tanggul, Waduk logung, 8 kolam Retensi dan *Floodway*.

Kata kunci--Simulasi pengendalian Banjir, HEC-RAS, Kali Juana.

Abstract -- Flood disaster on the district of Pati and Kudus was usually on rainy season. Some districts such as Kaliwungu, Undaan and Mejobo (Kudus District) and Pati, Margorejo and Juwana (Pati District) has always been the area of inundation. Several attempts have been done such as flood control and improvement efforts to normalize the embankment. However, given the complexity of the flow system buttresses at the time Juana, these efforts have not provided adequate results. This study is intended to analyze alternative flood control in Kali Juana using HEC-RAS model analysis. The analysis was performed by simulation to some form of control efforts, in order to reduce the amount of flooding. The results show that there are six alternative models that appear in flood control Kali Juana. From some of these models, selected simulation model that includes normalization, dikes, reservoirs of logung, 8 Retention pond and floodway.

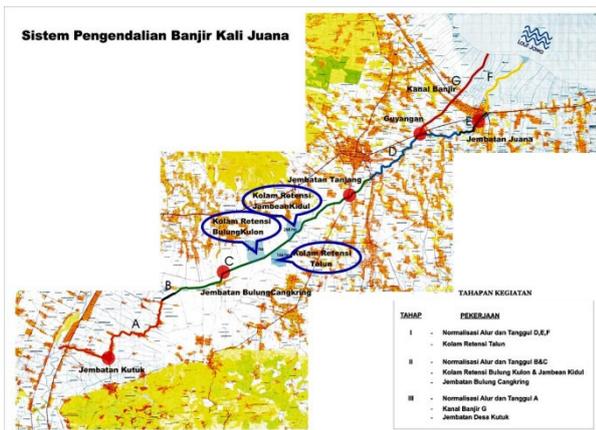
Keywords -- Flood control simulation, HEC-RAS Models, Juana River

I. PENDAHULUAN

Beberapa faktor yang menyebabkan banjir di Kali Juana meliputi 1) topografi daerah aliran sungai/DAS Kali Juana yang cenderung landai (0-200 m dpl), 2) kondisi Kali Juana dari pertemuan Kali Logung di pintu Wilalung sampai hilir telah mengalami pendangkalan akibat kemiringan dasar atau topografi yang landai, dan 3) sedimentasi yang tinggi (0,56-1,90 juta m³) pada beberapa titik kontrol dan mengurangi kapasitas pengaliran. Di sisi lain, penambahan jumlah penduduk dan perubahan tata guna lahan pada DAS, menyebabkan

peningkatan aliran permukaan atau *run off* secara signifikan [1].

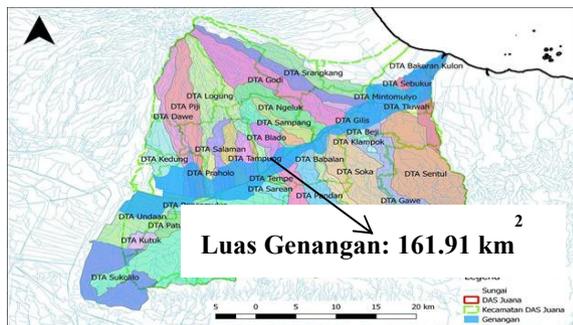
Pengendalian banjir di Kali Juana, saat ini belum dilakukan secara optimal. Pada Gambar-1, terdapat beberapa alternatif pengendalian banjir yang sudah direncanakan. Namun pengendalian banjir existing baru ditempuh menggunakan tanggul di beberapa titik dan normalisasi di sebagian segmen Kali Juana, sedangkan alternatif lain masih berupa rencana. Dengan alternatif yang sudah ditempuh tersebut, saat ini kejadian banjir dan genangan rutin masih sering terjadi tiap tahun. Tahun 2016, beberapa daerah yang menjadi genangan banjir dapat dilihat pada Tabel-1 [2] [3].



Gambar-1. Rencana sistem Pengendalian Banjir Kali Juana [2].

Tabel-1. Daerah genangan banjir di Kabupaten Kudus dan Pati [1][2].

No	Kabupaten Pati	Kabupaten Kudus
1	Kec.Kaliwungu	Kec.Pati
2	Kec.Undaan	Kec.Margorejo
3	Kec.Mejobo	Kec.Gabus
4	Kec.Jekulo	Kec.Jakenan
5	Kec.Jati	Kec.Sukolilo
6	Kec.Bae	Kec.Juana



Gambar-2. Lokasi dan Luas Genangan banjir Kali Juana [1].

II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam pengendalian banjir, perlu dilakukan penatagunaan lahan, reklamasi dan penyesuaian penggunaan lahan untuk mengendalikan aliran permukaan (*surface-run off*) yang harus berbasis pada konservasi tanah dan air melalui pendekatan kolaboratif dengan memperhatikan potensi SDA setempat dan sensitivitas sumberdaya alam [4].

Sementara itu, dalam simulasi perhitungan puncak banjir akibat perubahan luas hutan di Cikapundung-Gandok, dilakukan pada berbagai skenario perubahan luas hutan dari 82 % sampai 0 %. Semakin luas hutannya, maka puncak banjir semakin kecil, namun waktu dasarnya tetap sehingga volume aliran tidak konstan [5].

Dalam penelitian lain di DAS Tuntang, prioritas penanganan perlu dilakukan di kawasan hulu DAS

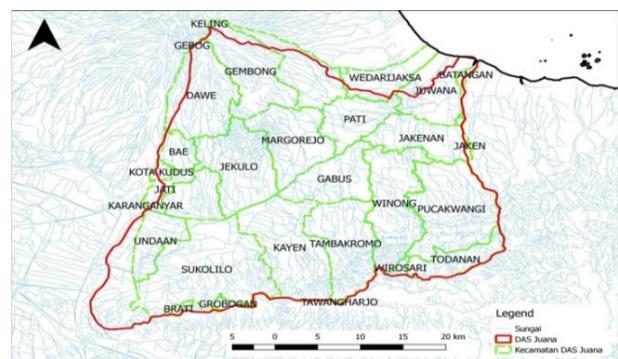
sampai bagian tengah DAS Tuntang (Sub DAS Rawapening, Sub DAS Tuk bening, Sub DAS Bancak, Sub DAS Temuireng dan Sub DAS Blorong), dengan konservasi di sesuaikan lokasi (SedrainPond, Sumur Resapan, perbaikan teras, Dam Penahan, Rorak). Prioritas ini diharapkan dapat meningkatkan kerapatan tanaman keras khususnya di hulu DAS. Mengacu hasil penelitian ini, perlu segera dilakukan tindak lanjut program dalam Pengelolaan DAS Terpadu ke semua yang terlibat [6].

Contoh kejadian banjir yang selalu berubah adalah pengalaman kejadian banjir di Jakarta dan Citarum. Kejadian banjir di Jakarta cenderung semakin sulit di atasi akibat adanya perubahan sifat banjir. Saluran banjir kanal Ciliwung yang direncanakan dengan debit banjir periode ulang yang semula 100 tahun sebesar 290 m³/dt, pada saat ini hanya merupakan debit banjir dengan periode ulang dibawah 25 tahun [7].

III. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada Kali Juana yang berada di wilayah administrasi Kabupaten Pati dan Kudus (Gambar-3). Kali Juana bermuara di Laut Jawa dan mengarah ke barat daya melewati Kota Juwana, Kecamatan Jakenan, Kecamatan Pati Kota, Kecamatan Gabus, Kecamatan Kayen Undaan Kabupaten Kudus hingga bermuara di Babalan Wedung Kabupaten Demak. Di Kali Babalan ini, Kali Juana bertemu dengan Kali Serang atau Kali Lusi yang bermuara di Waduk Kedungombo.



Gambar-3. Peta Administrasi DAS Kali Juana [1].

B. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan untuk memperoleh hidrograf banjir rencana. Tahapan pelaksanaan

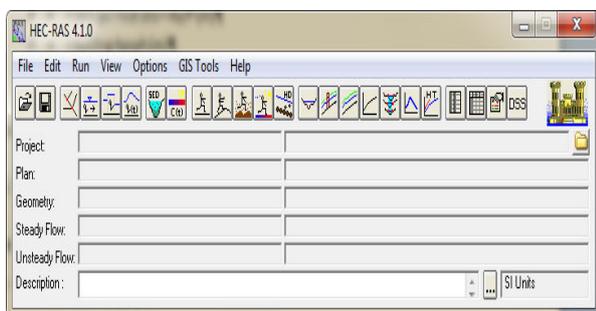
analisis hidrologi dilakukan sesuai dengan ketersediaan data.

Pada umumnya data pencatatan debit seringkali tidak tersedia cukup baik seperti 1) tidak terdapat pencatatan debit pada sungai yang akan dianalisis, 2) lokasi pencatatan debit tidak pas dengan titik kontrol analisis, 3) data pencatatan tidak cukup panjang, 4) data pencatatan hanya merekam debit puncak dan 5) tidak tersedia data pasangan pencatatan debit dan hujan dalam waktu yang bersamaan dan durasi pencatatannya relatif pendek (misalnya jam-jaman). Untuk mengatasi hal tersebut, analisis hidrograf banjir rencana dapat dilakukan dengan menggunakan metode transformasi hujan-aliran.

C. Analisis Hidraulika

Analisis hidraulika mencakup analisis hidraulika pada saluran terbuka, yaitu penelusuran aliran (*channel routing*) untuk memprediksi besarnya muka air, dan juga analisis pola sedimentasi. Data analisis yang di jadikan input meliputi data muka air banjir Sungai Juana, data hidrograf banjir rencana, data sedimen, data topografi dan data desain bangunan.

Saat ini telah banyak dikembangkan paket pemrograman yang berkaitan dengan analisis hidraulika, baik itu 1-dimensi, 2-dimensi atau 3-dimensi. Untuk keperluan perhitungan muka air banjir di saluran, cukup digunakan paket pemrograman 1-dimensi, sedangkan untuk pola transpor sedimen sebaiknya menggunakan paket pemrograman 2 atau 3-dimensi. Tetapi terkadang paket pemrograman 1-dimensi sudah dianggap cukup untuk melakukan perhitungan pola transpor sedimen.



Gambar-4 Tampilan awal paket pemrograman HEC-RAS versi 4.1 [8].

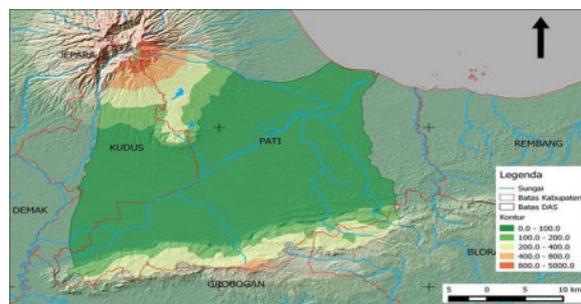
Paket pemrograman 1-dimensi yang saat ini banyak digunakan adalah paket pemrograman *Hydrologic Engineering Centre (HEC) River Analysis System (RAS)*. Paket pemrograman ini

merupakan paket pemrograman yang mampu melakukan perhitungan muka air kondisi *steady* (konstan), perhitungan aliran *unsteady* (tak-konstan), perhitungan transpor sedimen dan pemodelan kualitas air. Saat ini versi terbaru dari HEC-RAS adalah versi 4.1[8].

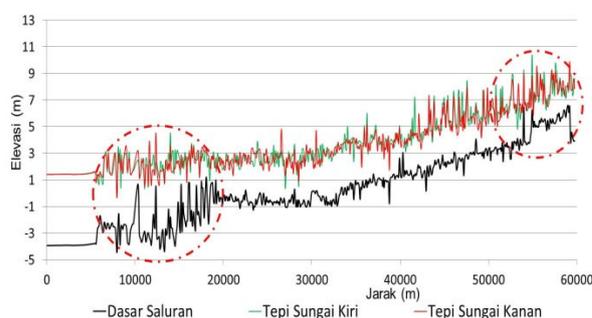
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Topografi DAS Kali Juana

Topografi DAS Kali Juana berdasarkan peta elevasi DAS Kali Juana (Gambar-5), merupakan daerah yang landai dengan elevasi berkisar antara 0-200 m diatas permukaan laut. Topografi seperti ini menunjukkan bahwa DAS kali Juana merupakan daerah kolmataasi atau daerah yang akan sering mengalami genangan saat terjadi hujan. Sementara itu, berdasarkan pengukuran topografi pada badan Kali Juana (Gambar-6) pada beberapa segmen, terjadi posisi elevasi dasar sungai dan elevasi tanggul yang hampir berimpit (memiliki elevasi cenderung sama). Hal ini menyebabkan kapasitas pada segmen Kali Juana tersebut mengalami over topping saat terjadi hujan dengan intensitas besar.



Gambar-5. Peta Elevasi DAS Kali Juana.

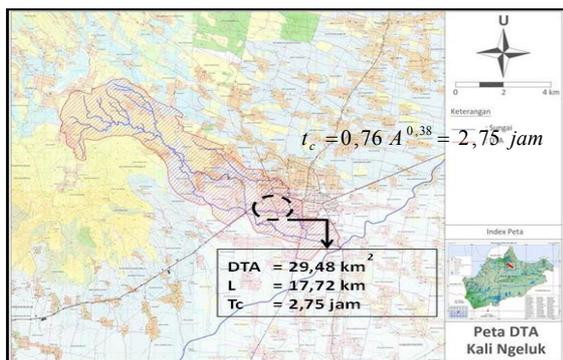


Gambar-6. Topografi Kali Juana.

B. Waktu Konsentrasi Banjir

Beberapa anak sungai seperti Kali Piji, Logung dan sungai-sungai kecil, waktu konsentrasi (t_c) pendek. Hal ini menyebabkan puncak banjir (peak

flood) meningkat pada saat terjadi hujan dengan intensitas besar. Salah satu contoh perhitungan waktu konsentrasi dapat ditunjukkan pada Gambar-7. Dari gambar tersebut, dapat ditunjukkan bahwa DTA Kali Ngeluk dengan karakteristik luas DTA (A) 29,48 km², dan panjang sungai 17,72 km, menggunakan metode ARR diperoleh waktu konsentrasi aliran terhitung 2,75 jam. Dengan waktu aliran yang singkat ini, akan menyebabkan aliran dari Kali Ngeluk menjadi cepat sampai di Kali Juana dan menimbulkan penumpukan debit.



Gambar-7. Waktu konsentrasi di DTA Kali Ngeluk.

C. Analisis Bangunan Air Eksisting

Ada beberapa bangunan air yang sudah ada di sepanjang Sungai Juana seperti tanggul dan pintu air. Pintu air terdapat di tiga titik pertemuan sungai yaitu Pintu Air Wilalung (pertemuan kali Babalan dan Kali Serang), Pintu Air Silugonggo (pertemuan kali Wulan dan kali Silugonggo) dan Pintu Air Ngelongeseng di yang merupakan pintu air drainase Patusan. Sementara tanggul sungai terdapat di sebagian Kali Babalan dan dibagian tengah Sungai Juana, tetapi dengan kondisi yang tidak memadai (tidak terawat dengan baik) seperti pada Gambar-8 dan Gambar-9 di bawah ini.



Gambar-8. Kondisi tanggul Kali Juana.

D. Analisis Sedimentasi

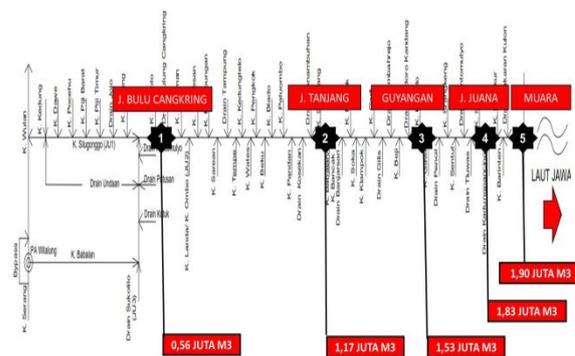
Analisis sedimen dilakukan menggunakan persamaan transport sedimen Meyer-Peter Müller [9], untuk mengetahui besar sedimen yang harus

dikeruk setiap tahun agar kapasitas Sungai Juana sesuai dengan kapasitas rencana. Simulasi tranpor sedimen ini dilakukan dengan mensimulasikan *baseflow* (aliran dasar) mengalir sepanjang tahun.

Berdasarkan hasil analisis sedimentasi, sepanjang Sungai Juana mengalami peningkatan sedimentasi setiap tahun. Besaran sedimentasi di beberapa titik kontrol menunjukkan adanya pendangkalan dasar sungai. Hasil analisis sedimentasi tahunan dapat dilihat pada Gambar-10. Sedangkan hasil simulasi jumlah sedimen yang harus dikeruk dari Sungai Juana dapat dilihat pada Tabel-2.



Gambar-9. Beberapa Bangunan Air di Sungai Juana dan anak sungainya.



Gambar-10. Besaran sedimentasi tahunan di Sungai Juana.

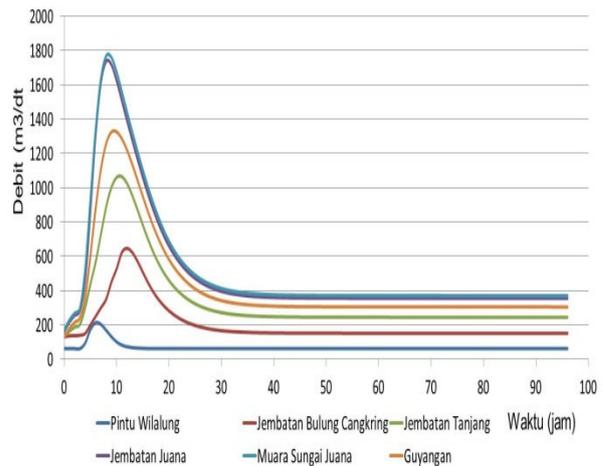
Tabel-2. Jumlah sedimen yang harus dikeruk berdasarkan simulasi tranpor sedimen.

Segmen	Periode 1 Th. Volume (m ³)	Periode 5 Th. Volume (m ³)
Wilalung-Buluncangkring	1.361,73	12.143,86
Buluncangkring – Jembatan Tanjung	8.740,50	68.982,97
Jembatan Tanjung – Guyangan	2.375,06	10.678,66
Guyangan – Jembatan Juana	39.811,71	242.105,51
Jembatan Juana – Muara Sungai Juana	184.694,95	839.078,17
Total	236.983,95	1.173.989,18

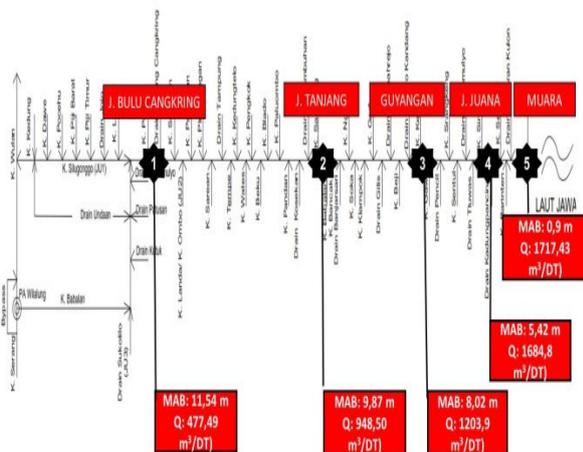
E. Analisis Banjir

Analisis banjir dilakukan terhadap dua pilihan yaitu pada alternatif tanpa dan dengan menambah debit 50 m³/dt dari pintu Wilalung. Penambahan debit 50 m³/dt ke Kali Juana tersebut dilakukan untuk mengurangi beban debit Kali Wulan di pintu Wilalung [2]. Analisis banjir dihitung berdasarkan kala ulang banjir 50 tahun (Q50).

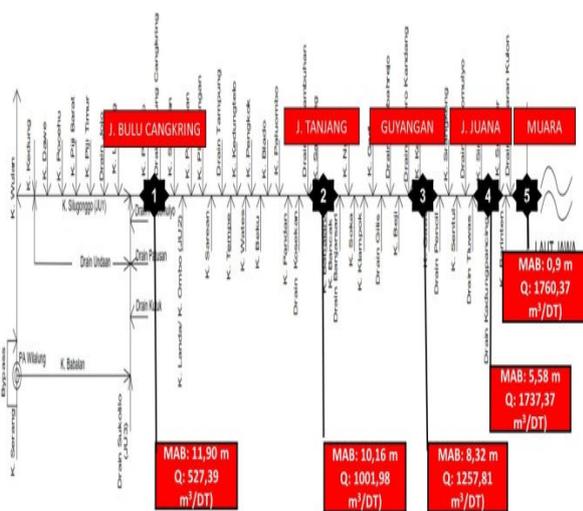
Berdasarkan hasil analisis, debit banjir Sungai Juana pada alternatif 1 pada muara sebesar 1.717,43 m³/dt dengan tinggi muka air 0,9 m di atas muka air laut. Sedangkan pada alternatif 2 sebesar 1.760,37 m³/dt dengan tinggi muka muka air 0,9 m di atas muka air laut. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Gambar-11, 12 dan 13.



Gambar-13. Hidrograf Banjir Sungai Juana di Titik Kontrol.



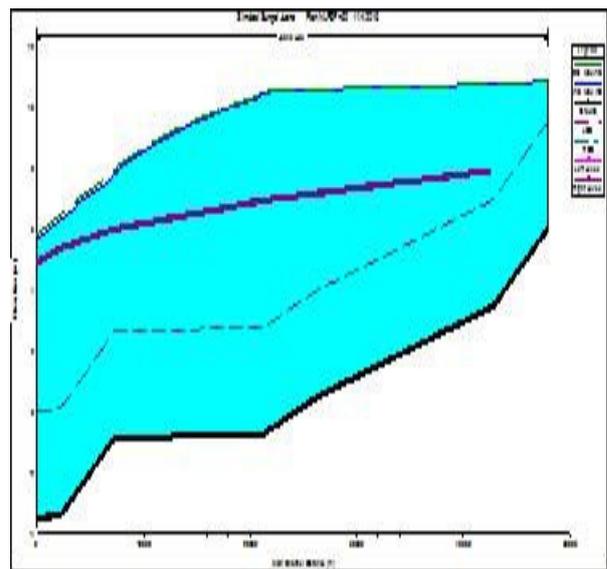
Gambar-11. Besaran debit dan tinggi muka air di Sungai Juana pada kala ulang 50 tahun tanpa penambahan debit 50 m³/dt dari pintu Wilalung



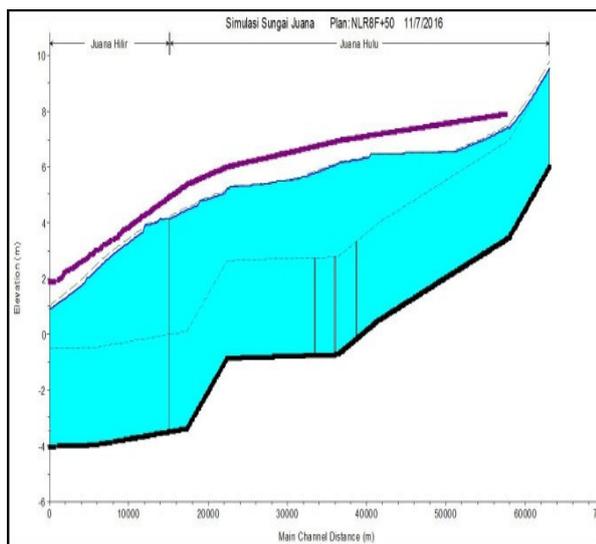
Gambar-12. Besaran debit dan tinggi muka air di Sungai Juana pada kala ulang 50 tahun dengan penambahan debit 50 m³/dt dari pintu Wilalung.

F. Analisis model alternatif pengendalian Banjir

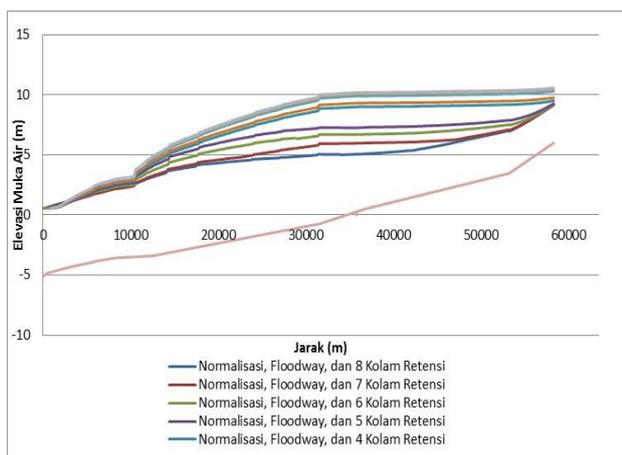
Berdasarkan analisis di atas, dilakukan simulai model alternatif pengendalian banjir. Pada analisis ini dilakukan 1-7 simulasi model pengendalian untuk mengetahui hasil simulasi model mana yang paling memenuhi untuk pengendalian banjir. Simulasi model yang paling memadai adalah pada simulasi model 7 yaitu dengan menggabungkan kegiatan Normalisasi, Tanggul, Waduk Logung dan 8 Kolam Retensi. Dengan simulasi model 7 ini terlihat elevasi tanggul masih berada di atas elevasi muka air banjir. Hasil simulasi model 7 dapat dilihat pada Gambar-14, 15 dan 16 di bawah ini.



Gambar-14. Hasil Simulasi Model 5 dengan penggabungan kegiatan Normalisasi, Tanggul, Waduk Logung dan 5 Kolam Retensi.



Gambar-15. Hasil Simulasi Model 7 dengan penggabungan kegiatan Normalisasi, Tanggul, Waduk Logung, 8 Kolam Retensi dan Floodway.



Gambar-16. Perbandingan Elevasi Muka Air Sungai Juana pada Kondisi dengan Normalisasi, Floodway dan Kolam retensi (Ruas Pintu Air Wilalung - Floodway).

G. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis, pengendalian banjir di Sungai Juana memerlukan pengendalian banjir secara komprehensif yang meliputi pengendalian di hulu-hilir, pada hampir semua Sub DAS dan pada badan sungai sendiri. Hal ini dapat dilihat dari skema hasil simulasi yang memerlukan dukungan sampai 6 sistem pengendali dan harus difungsikan secara bersama-sama. Sistem simulasi yang dimaksud meliputi kegiatan Normalisasi, Tanggul, Waduk logung, 8 kolam Retensi dan Floodway. Dengan menggunakan 6 sistem pengendali, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar-15 dan 16, muka air banjir sudah berada di bawah sistem tanggul. Hal ini menunjukkan bahwa sistem

pengendalian banjir Sungai Juana memerlukan pengendalian banjir yang sangat rumit.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis di atas dapat disimpulkan bahwa pengendalian banjir Sungai Juana dapat dilakukan pada sistem simulasi menggunakan 6 usulan pengendalian banjir secara bersamaan untu kala ulang banjir Q50 tahun yang meliputi Normalisasi sepanjang sungai, Tanggul sepanjang sungai, pengoperasian Waduk logung, 8 kolam Retensi dan Floodway Guyangan.

B. Saran

Mengacu kesimpulan, perlu dilakukan kajian mendalam terkait dengan prioritas dalam penanganan banjir di Kali Juana.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Kepala Balai Wilayah Sungai Pemali-Juana, Kepala Dinas PSDA Kabupaten Kudus dan Pati yang telah meminjami data untuk analisis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Marhendi T, Wardhana PN, Nurhadi S, Bramanti I. Analisis Penyebab Banjir Kali Juana. *Jurnal Techno*. 2017; 17(1) 2017.
- [2]. BPSDA Seluna. *Laporan Kegiatan Pengendalian Banjir Juana*. Balai Pekerjaan Umum Sumber Daya Air Jawa Tengah. 2014.
- [3]. BPBD Jateng. *Laporan Penanganan Banjir Juana*. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Jawa Tengah. 2016.
- [4]. Mardini A, Gunawan T, Heru Murti S. Kajian Degradasi lahan Sebagai Dasar Pengendalian Banjir di DAS Juwana. *Majalah Geografi Indonesia*. 2016; 30(2): 134-141.
- [5]. Arief M. *Pengaruh Perubahan Karakteristik Basin terhadap Hidrograf Banjir*. Seminar Fenomena Perubahan Watak Banjir. Yogyakarta. 1995.
- [6]. Sriyana. Kajian karakteristik DAS Tuntang dan model pengelolaan DAS terpadu. *Jurnal TEKNIK*. 2011; 32(3).
- [7]. Siswoko. *Pengamatan Masalah Banjir di DKI Jakarta*. Seminar Fenomena Perubahan Watak Banjir. Jurusan Sipil FT UGM. 1995.
- [8]. www.hec.usace.army.mil.
- [9]. Sudira WTM, Manalip H. Analisis Angkutan Sedimen pada Sungai Mansahan. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*. 2013; 3(1): 54-57.