

**STUDI PENANGGULANGAN BANJIR  
PADA SUNGAI RETIH  
KECAMATAN KEMUNING  
INDRAGIRI HILIR**

Dedy Irwandi<sup>\*)</sup>, Bambang Sujatmoko<sup>\*\*)</sup>  
Trimaijon<sup>\*\*)</sup>

\*) Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Riau  
) Staff Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Riau  
Email: onedy\_26@yahoo.com

**ABSTRACT**

*Retih River is one of the rivers that comes across Kemuning Sector where flood usually takes place every year. The study of flood prevention and tackling on Retih River has objectives to know the main cause of flood and to find out the alternative ways to prevent and tackle the flood.*

*Flood analysis runs with analyzing the river capacity and comparing it with the discharge calculated by using Nakayasu method. The analysis of Retih River capacity was calculated by using HEC-RAS 4.1.0 software. Rain input was calculated based on two years time period, twenty five years time period and fifty years time period. Profile analysis performed on the existing condition and the plan condition.*

*Research findings show that the area of Retih River that is usually struck by flood is the area where the research performed. On existing condition for the debt of two years time period, the maximum depth is 1.59 meters. The flood occurred because of bottle neck constriction is more dominant than the meander. It was proved by the result of the analysis by using HEC-RAS for two years time period, with 8 meters river width normalization, 0.0002 channel declivity and bank declivity (talud)  $V(1):H(0.5)$  is decreased 100% from the maximum flood height. By creating waterway diversion on the meander, it will give effect of flood deficiency only about 1.26% from the maximum flood height. So, the effective flood prevention and tackling effort on Retih River is by applying the river normalization.*

*Key Words: Flood, Bottle neck constriction, River capacity, Normalization, Flood prevention and tackling.*

**PENDAHULUAN**

Kecamatan Kemuning merupakan salah satu daerah yang dilintasi oleh Sungai Retih yang mana sungai ini bermuara pada sungai Gangsal, Kabupaten Indragiri Hilir. Kecamatan ini menjadi lokasi studi pengendalian banjir karena berdasarkan keterangan dari penduduk setempat, mereka sering mengalami banjir saat hujan yang cukup besar terjadi pada daerah tersebut, sehingga merendam pemukiman serta jalan dan juga area perkebunan penduduk setempat. Banjir yang terjadi disebabkan oleh beberapa faktor seperti: tingginya curah hujan, banjir kiriman dari daerah hulu sungai, tidak berfungsinya saluran drainase dengan baik dan rendahnya kemampuan tanah sekitar untuk menyerap air.

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu apakah banjir yang terjadi diakibatkan oleh penyempitan alur sungai ke arah hilir (*bottle neck*) atau karena adanya belokan yang tajam (*meander*) pada badan sungai? Masalah tersebut yang akan dicari penyelesaiannya tentang kebijakan apa yang tepat diterapkan pada sungai agar banjir dapat ditanggulangi.

Berdasarkan uraian diatas, maka tujuan utama dari penelitian ini adalah mengetahui penyebab utama terjadinya banjir, apakah karena penyempitan alur sungai ke arah hilir (bottle neck) atau karena belokan yang tajam (meandering) dan untuk mendapatkan perlakuan yang paling tepat menanggulangi banjir tersebut.

Banjir adalah suatu keadaan sungai, dimana aliran air tidak tertampung oleh palung sungai, sehingga terjadi limpasan, dan atau genangan pada lahan yang semestinya kering (Anonim, 2001). Banjir dapat terjadi akibat dari berbagai masalah yang dapat digolongkan menjadi tiga faktor utama penyebab terjadinya banjir, yaitu kondisi alam, peristiwa alam, dan kegiatan manusia.

- Faktor kondisi alam yang dapat menjadi penyebab terjadinya banjir adalah kondisi wilayah, misalnya : letak geografis suatu wilayah, kondisi topografi, dan geometri sungai (kemiringan dasar sungai, meandering, pengecilan ruas sungai, sedimentasi, dan adanya pembendungan alami pada suatu ruas sungai).
- Faktor peristiwa alam yang bersifat dinamis yang dapat menjadi penyebab terjadinya banjir adalah : curah hujan dan intensitasnya yang tinggi, pembendungan di muara sungai akibat pasang air laut dan/atau pengendapan sedimen/pasir, kelongsoran tanah pada daerah/kawasan tertentu, pembendungan aliran akibat tanah longsor aliran lahar, bobolnya tanggul sungai dan pemanasan global yang menyebabkan kenaikan muka air laut.
- Faktor kegiatan manusia yang dapat menjadi penyebab terjadinya banjir adalah : tumbuhnya permukiman di dataran banjir bahkan di bantaran sungai, perubahan penggunaan lahan di hulu, pembuangan sampah di sungai, prasarana drainase yang terbatas, elevasi bangunan tidak memperhatikan peil banjir, terbatasnya upaya pemeliharaan bangunan pengendali banjir, dan penggundulan hutan.

Dalam penelitian ini untuk menentukan besarnya debit yang terjadi yaitu menggunakan perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu. Untuk itu dibutuhkan beberapa parameter DAS sebagai berikut :

- tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (*time of peak*),
- tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*timelag*),
- tenggang waktu hidrograf (*time base of hydrograph*),
- luas daerah aliran sungai,
- panjang alur sungai utama terpanjang (*length of the longest channel*).

Rumus dari Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu (Triatmodjo, 2009) :

$$Q_p = \frac{A \cdot R_o}{3,6(0,3T_p + T_{0,3})} \quad (1)$$

dengan:  $Q_p$  adalah debit puncak banjir ( $m^3/dt$ ),  $A$  adalah luas daerah pengaliran ( $km^2$ ),  $R_o$  adalah curah hujan satuan (mm),  $T_p$  adalah tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam), dan  $T_{0,3}$  adalah waktu yang diperlukan pada penurunan debit puncak sampai ke debit sebesar 30% dari debit puncak (jam).

Untuk menentukan  $T_p$  dan  $T_{0,3}$  digunakan rumus sebagai berikut :

$$T_p = T_g + 0,8 T_r \quad (2)$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot T_g \quad (3)$$

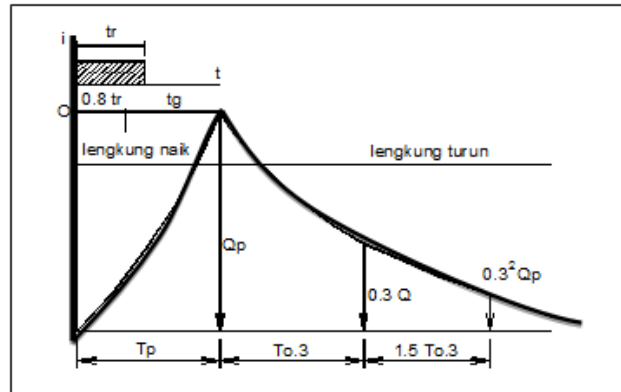
$T_g$  dihitung dengan ketentuan sebagai berikut :

$$T_g = 0,21 L^{0,70}, \text{ untuk } L < 15 \text{ km} \quad (4)$$

$$T_g = 0,40 + 0,058 L, \text{ untuk } L > 15 \text{ km} \quad (5)$$

dengan:  $T_g$  adalah waktu kosentrasi (jam),  $L$  adalah panjang alur sungai (km),  $T_r$  adalah satuan waktu hujan (jam),  $\alpha$  adalah parameter yang bernilai antara 1,5 sampai 3,0.

Nakayasu membagi bentuk hidrograf satuan dalam dua bagian, yaitu lengkung naik dan lengkung turun seperti pada gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu (Sumber : Triatmodjo, 2009)

Penanganan banjir merupakan salah satu aspek dari seluruh kegiatan dalam rangka pengelolaan sumber daya air di daerah pengairan sungai (DPS) yang bersangkutan, sehingga misi pengendalian banjir harus terpadu dan membentuk satu kesatuan system dengan misi perlindungan (konservasi) dan pendayagunaan sumber daya air. Beberapa contoh dari penanganan banjir yaitu normalisasi, tanggul dan sudetan.

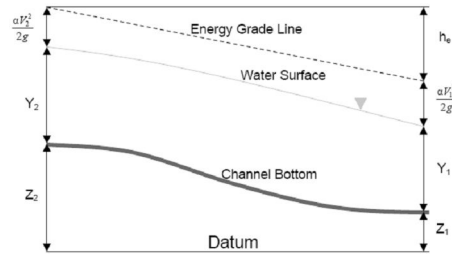
Normalisasi sungai adalah menormalisasi kondisi sungai ke kondisi semula dengan bentuk yang berbeda maksudnya bahwa apabila kondisi sungai sekarang baik dilihat dari kedalaman sungai, penampang sungai sudah tidak dapat lagi menampung atau menahan arus air sungai sehingga terjadi peluapan air atau bahkan mungkin mengakibatkan banjir di sepanjang daerah aliran sungai, untuk itulah dinormalisasikan dengan membuat atau mengkondisikan keadaan kedalaman sungai atau perbaikan penampang sungai seperti keadaan sungai semula atau sebelumnya walaupun dalam bentuk yang berbeda (Haldun, 2008). Tanggul banjir adalah penghalang yang didesain untuk menahan air banjir di palung sungai untuk melindungi daerah di sekitarnya. Sudetan adalah saluran yang dibuat khusus untuk memperpendek aliran atau memindahkan aliran banjir dari satu sungai ke sungai lain (Anonim, 2001).

Analisa penampang eksisting dengan menggunakan HEC – RAS bertujuan untuk mengetahui kondisi dari sungai sebenarnya (eksisting). Dengan menggunakan HEC-RAS maka dapat diketahui profil dari muka air saat terjadi banjir. HEC-RAS akan menampilkan model dari sungai sesuai dengan input data yang diberikan.

Profil permukaan air dihitung dari satu potongan melintang kepada yang berikutnya dengan pemecahan Persamaan energi. Gambar 2 menunjukkan bagian dari persamaan energy, persamaan energi di tulis sebagai berikut :

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} + h_e \quad (6)$$

dengan :  $Y_1, Y_2$  adalah elevasi air di penampang melintang (m),  $Z_1, Z_2$  adalah elevasi penampang utama (m),  $V_1, V_2$  adalah kecepatan rata-rata (total pelepasan / total area aliran) (m/dtk),  $\alpha_1, \alpha_2$  adalah besar koefisien kecepatan,  $g$  adalah percepatan gravitasi (m/dtk<sup>2</sup>) dan  $h_e$  adalah tinggi energi (m).



Gambar 2. Gambaran dari Persamaan Energi (Sumber: Anonim, 2001 dan Istiarto,2011)

$$h_e = L\bar{S}_f + C \left| \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} \right| \quad (7)$$

$$L = \frac{L_{lob}Q_{lob} + L_{ch}Q_{ch} + L_{rob}Q_{rob}}{Q_{lob} + Q_{ch} + Q_{rob}} \quad (8)$$

Kehilangan energi akibat gesekan ( $\bar{S}_f$ )

$$\bar{S}_f = \left( \frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2 \quad (9)$$

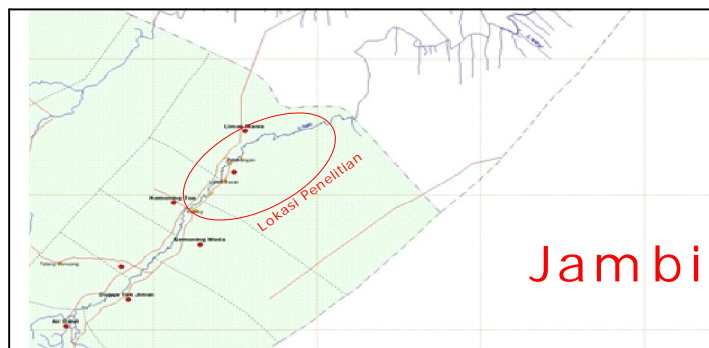
Prosedur perhitungan menggunakan HEC-RAS yaitu sebagai berikut :

- Mengasumsikan elevasi muka air pada *cross section* hulu (*cross section* hilir jika yang dihitung adalah profil muka air super kritis).
- Berdasarkan asumsi elevasi muka air di atas, tentukan penampang *cross*, panjang total dan kecepatan.
- Berdasarkan nilai pada poin b, hitung  $\bar{S}_f$  dengan keempat persamaan  $\bar{S}_f$ .
- Bandingkan hitungan nilai  $WS_2$  (elevasi muka air) dengan asumsi pada poin a. Ulangi proses sampai nilainya  $< 0.01$ .

## METODE PENELITIAN

### 1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada sungai Retih, secara geografis terletak pada bagian hilir  $0^\circ50'13.98''$  LS dan  $102^\circ51'0.48''$  BT dan pada bagian hulu  $0^\circ52'5.14''$  LS dan  $102^\circ49'14.55''$  BT. Lokasi penelitian berada di kecamatan kemuning, Indragiri hilir yang berbatasan dengan provinsi Jambi.



Gambar 3. Lokasi penelitian

## 2. Data Penelitian

### a. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang dipergunakan diambil dari stasiun pencatat hujan Pangkalan Kasai. Curah hujan yang dicatat selama 15 tahun yaitu curah hujan mulai tahun 1996 sampai tahun 2010.

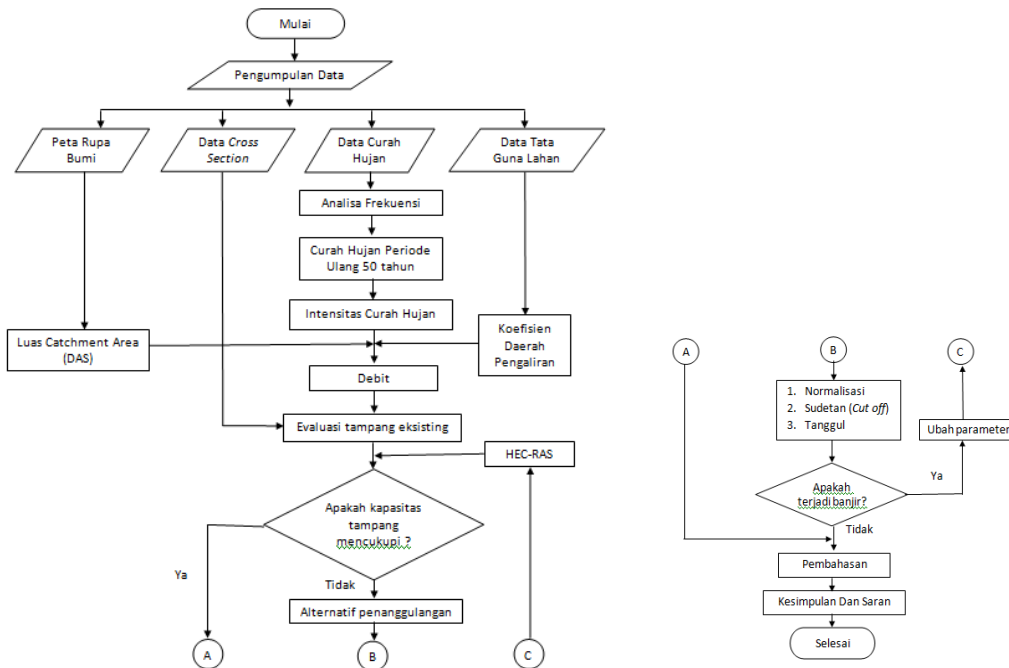
### b. Data tataguna lahan berupa peta dari BAKO SURTANAL.

### c. Data *cross section* sungai Retih.

## 3. Tahapan Penelitian

Tahapan yang paling awal dilakukan dalam penelitian ini adalah pengumpulan data. Data yang dikumpulkan yaitu data dari lapangan berupa data geometri sungai serta data instansional yang berupa data curah hujan dan data tataguna lahan.

Tahapan selanjutnya yaitu pengolahan data yang berupa analisa hidrologi, analisa hidrolika menggunakan HEC-RAS. Analisa hidrolika yang dilakukan yaitu yang pertama dengan memasukkan data dari lapangan yang berupa data geometri sungai, berikutnya memasukkan data debit dari hasil analisa hidrologi. Tahapan terakhir yaitu melakukan simulasi dengan HEC-RAS. Simulasi yang akan dilaksanakan yaitu untuk keadaan eksisting dan keadaan rencana (penanggulangan banjir). Untuk lebih jelasnya gambar 4 berikut menyajikan bagan alir dari penelitian.



Gambar 4. Bagan alir penelitian

## HASIL PENELITIAN

### 1. Analisa Hidrologi

Data curah hujan selama 15 tahun (1996-2010) dianalisa berdasarkan ketentuan dan langkah-langkah yang ditentukan dalam analisa hidrologi. Penetapan seri data hujan yang digunakan adalah seri data maksimum tahunan (*annual maximum series*), berikutnya dilakukan analisa frekuensi yang menghasilkan parameter nilai rata-rata, simpangan baku, koefisien variansi koefisien asimetri (*skewness*) dan koefisien kurtosis. Berdasarkan parameter tersebut disimpulkan bahwa distribusi yang digunakan dalam perhitungan

selanjutnya menggunakan distribusi Log Person III. Hasil perhitungan Log Person III mendapatkan hasil simpangan baku = 0,017, koefisien kemencengan = -0,073 dan persamaan distribusi frekuensi =  $\overline{\text{Log}X}_T = 2,009 + (K \times 0,107)$ . Setelah perhitungan distribusi Log Person III dilakukan selanjutnya yaitu menguji distribusi tersebut menggunakan uji Smirnov-kolmogorov dan uji Chi kuadrat. Hasil uji smirnov-kolmogorov menunjukkan bahwa  $\Delta_{\text{maks}} = 0,1732 < \Delta_0 = 0,34$ , dan hasil uji chi kuadrat menunjukkan bahwa  $\chi_h^2 = 2 < \chi_{\text{cr}}^2 = 5,991$ . Dari kedua hasil uji tersebut dapat disimpulkan bahwa distribusi Log Person III dapat diterima, karena dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Selanjutnya dilakukan perhitungan curah hujan rencana, hasil perhitungan data curah hujan rencana dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Curah hujan rencana

Periode Ulang (Tahun)	Probabilitas	K	Log X	Curah Hujan Rencana (mm)
2	50	0,0124	2,0101	102,3512
5	20	0,8449	2,0994	125,7108
10	10	1,2733	2,1453	139,7357
25	4	1,7157	21928	155,8681
50	2	2,0147	2,2248	167,8088

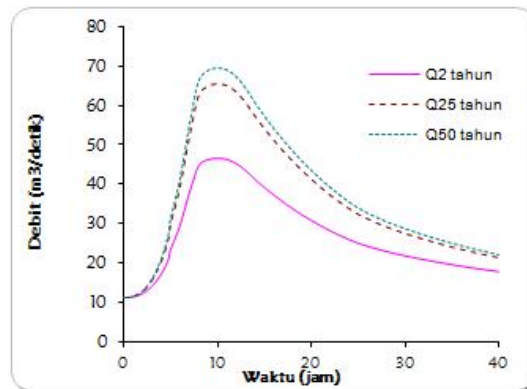
(Sumber: Perhitungan, 2012)

Setelah hujan rencana diperoleh berikutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan besarnya debit banjir rancangan. Untuk perhitungan debit banjir rancangan pada penelitian ini digunakan metode Nakayasu. Hasil dari perhitungan debit banjir rancangan beserta grafik dapat dilihat pada gambar 5 berikut.

Tabel 2. Debit banjir rancangan untuk tiga kala ulang

No	Kala Ulang	Hujan rancangan (mm)	Debit banjir (m <sup>3</sup> /dtk)
1	Q 2 Th	102.351	46.668
4	Q 25 Th	155.868	65.247
5	Q 50Th	167.809	69.393

(Sumber : Perhitungan, 2012)



Gambar 5. Grafik banjir rancangan untuk 3 kala ulang

## 2. Analisa Hidrolika Menggunakan HEC-RAS

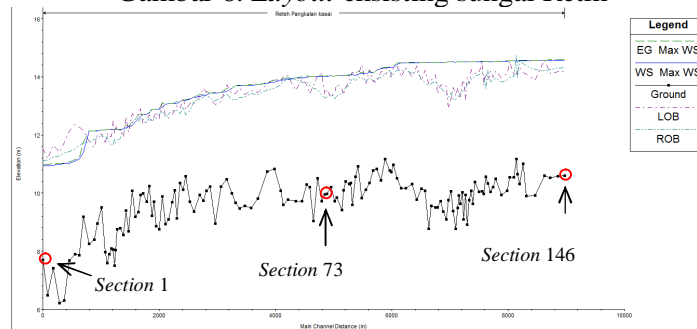
### a. Kondisi eksisting

Untuk mendapatkan hasil analisa kondisi eksisting sungai Retih pada program HEC-RAS, langkah awal yang dilakukan yaitu memasukkan semua data geometri sungai kedalam HEC-RAS tersebut dengan cara membuat *New Project* dan *edit Geometric Data*. Hasil dari

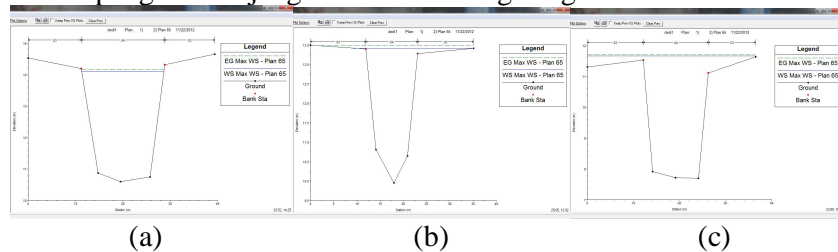
proses tersebut diperoleh geometri (*layout*) sungai untuk keadaan eksisting yang dapat dilihat pada gambar 6 berikut. Pada *layout* tersebut terdapat 146 *cross section/station* dari hilir ke hulu seperti pada gambar 7, gambar menunjukkan bentuk dari *cross section* eksisting pada sungai Retih.



Gambar 6. *Layout* eksisting sungai Retih

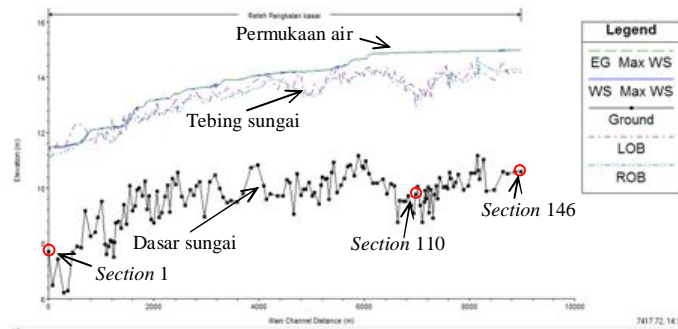


Gambar 7. Penampang memanjang kondisi eksisting sungai Retih untuk kala ulang 2 tahun



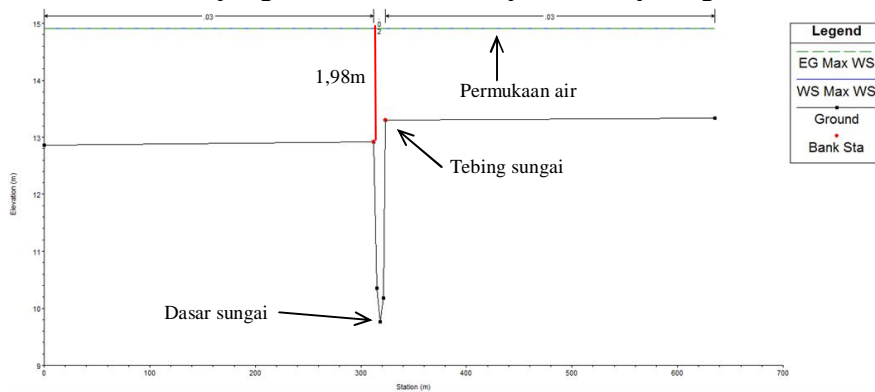
Gambar 8. *Cross section* eksisting pada sungai Retih (a) hulu (no 146); (b) pertengahan (no 73); (c) hilir (no 1)

Setelah kondisi eksisting didapat langkah berikutnya yaitu memasukkan besaran debit yang terjadi hasil dari analisa hidrologi sebelumnya, untuk besaran debit kala ulang 50 tahun hasil pemodelan banjir eksisting dapat dilihat pada gambar 9 berikut. Dari 146 *station* yang terdapat di lokasi penelitian, *station* 110 merupakan titik tempat terjadinya banjir maksimum karena merupakan titik yang tebingnya paling rendah disbanding *station* yang lainnya. Bentuk dari *station* 110 dapat dilihat pada gambar 10 berikut.



Gambar 9. Pemodelan eksisting kala ulang 50 tahun

Dari pemodelan tersebut diketahui banjir maksimum terjadi di *station* 110 yaitu setinggi 1,98m. Bentuk tampang dari *station* 110 dapat dilihat pada gambar 10 berikut.

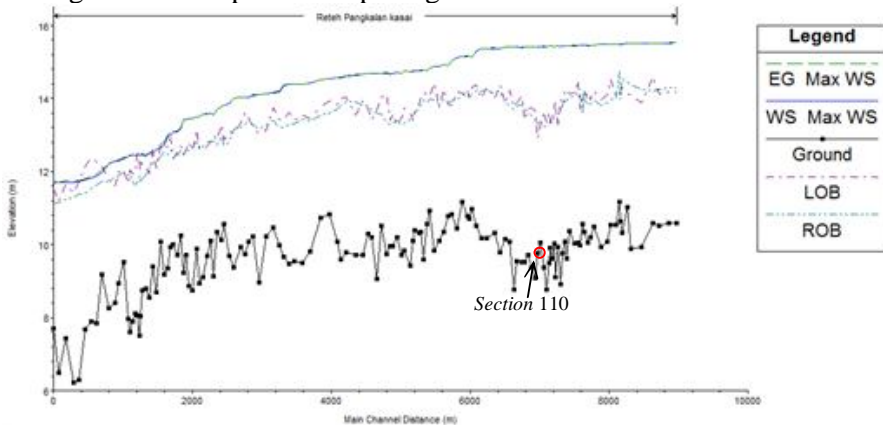


Gambar 10. Penampang melintang *station* 110

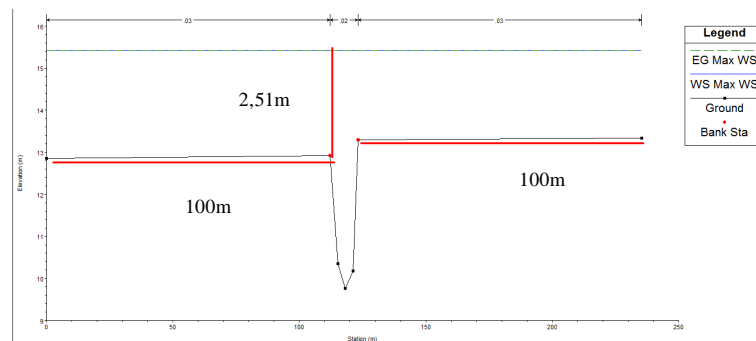
**b. Kondisi rencana penanggulangan banjir**

Banjir maksimum yang terjadi adalah pada *station* 110 untuk kala ulang 50 tahun yaitu mencapai ketinggian 1,98m. berdasarkan hal tersebut, selanjutnya dalam jurnal ini yang akan disajikan yaitu pemodelan untuk kala ulang 50 tahun. Karena banjir yang terjadi tergolong tinggi, untuk itu perlu dilakukan upaya penanggulangan terhadap banjir yang terjadi.

**Tanggul.** Rencana penanggulangan banjir yang pertama yaitu dengan membuat tanggul di kedua sisi sungai. Berdasarkan ketentuan yang berlaku, tanggul akan dibangun berjarak 100m dari tepi/tebing sungai. Hasil dari pemodelan penanggulangan banjir menggunakan tanggul untuk kala ulang 50 tahun dapat dilihat pada gambar 11 berikut.



Gambar 11. Pemodelan tanggul untuk kala ulang 50 tahun

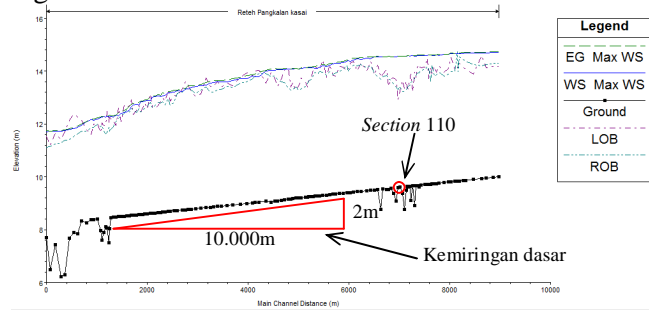


Gambar 12. *Station* 110 untuk tanggul pada kala ulang 50 tahun



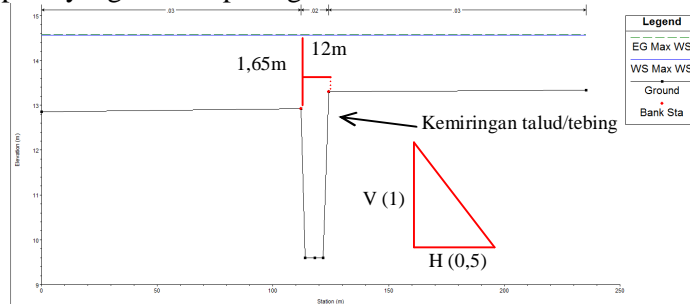
Dari pemodelan tersebut diketahui banjir maksimum terjadi di *station* 110 yaitu setinggi 2,51m seperti yang terlihat pada gambar 12.

**Tanggul Beserta Normalisasi.** Karena tanggul yang akan dibangun terlalu tinggi yaitu mencapai 2,51m (belum termasuk tinggi jagaan), maka berikutnya rencana yang akan dilaksanakan yaitu dengan membuat tanggul yang disertai dengan normalisasi sungai. Untuk tanggul akan dibangun dengan jarak 100m dari tepi sungai namun untuk normalisasi memiliki 3 pilihan, pemodelan penanggulangan banjir yang pertama yaitu menggunakan tanggul serta normalisasi lebar sungai 12m, kemiringan saluran 0,0002 dan talud V(1) : H(0,5) dapat dilihat pada gambar 13 berikut.



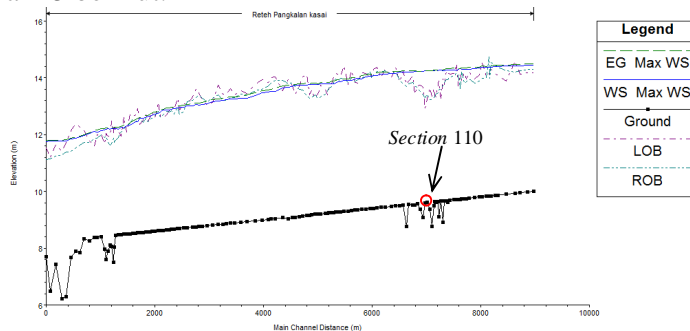
Gambar 13. Pemodelan tanggul beserta normalisasi (lebar 12m) kala ulang 50tahun

Dari pemodelan tersebut diketahui banjir maksimum terjadi di *station* 110 yaitu setinggi 1,65m seperti yang terlihat pada gambar 14 berikut.



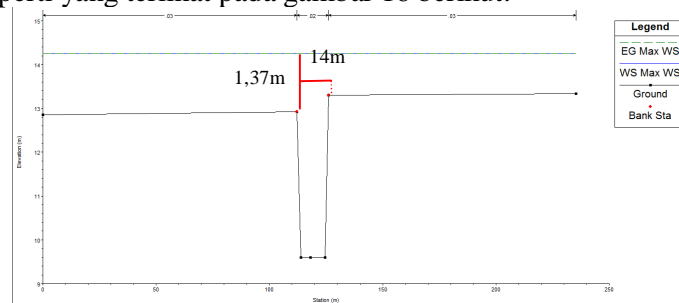
Gambar 14. *Station* 110 untuk tanggul beserta normalisasi (lebar 12m) kala ulang 50 tahun

Alternatif yang kedua yaitu pemodelan penanggulangan banjir menggunakan tanggul serta normalisasi lebar sungai 14m, kemiringan saluran 0,0002 dan talud V(1) : H(0,5) dapat dilihat pada gambar 15 berikut.



Gambar 15. Pemodelan tanggul beserta normalisasi (lebar 14m) kala ulang 50tahun

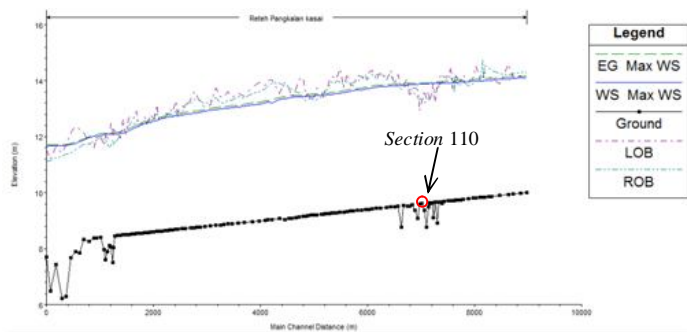
Dari pemodelan tersebut diketahui banjir maksimum terjadi di *station* 110 yaitu setinggi 1,37m seperti yang terlihat pada gambar 16 berikut.



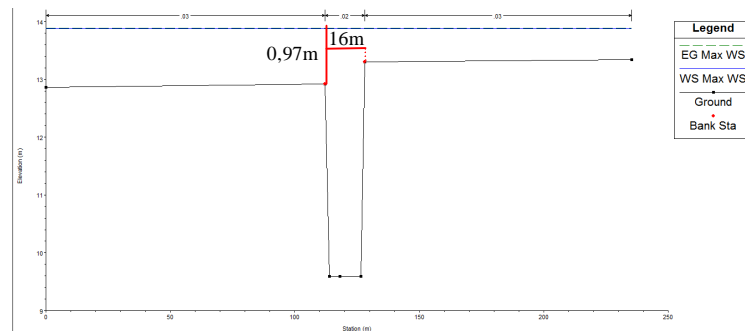
Gambar 16. *Station* 110 untuk tanggul beserta normalisasi (lebar 14m) kala ulang 50 tahun

Alternatif yang ketiga yaitu pemodelan penanggulangan banjir menggunakan tanggul serta normalisasi lebar sungai 16m, kemiringan saluran 0,0002 dan talud V(1) : H(0,5) dapat dilihat pada gambar 17 berikut.

Dari pemodelan tersebut diketahui banjir maksimum terjadi di *station* 110 yaitu setinggi 0,97m seperti yang terlihat pada gambar 18 berikut.

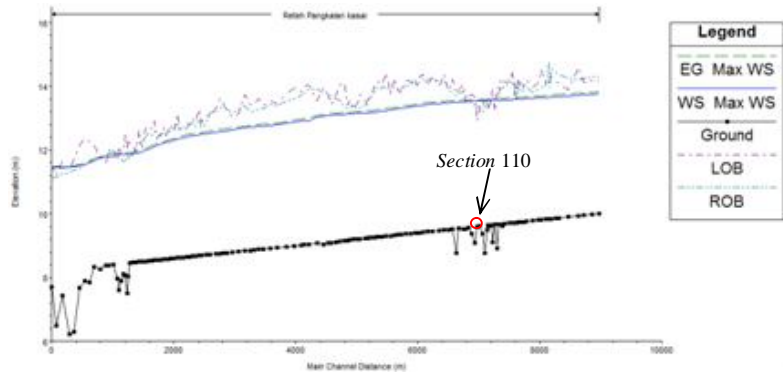


Gambar 17. Pemodelan tanggul beserta normalisasi kala ulang 50 tahun

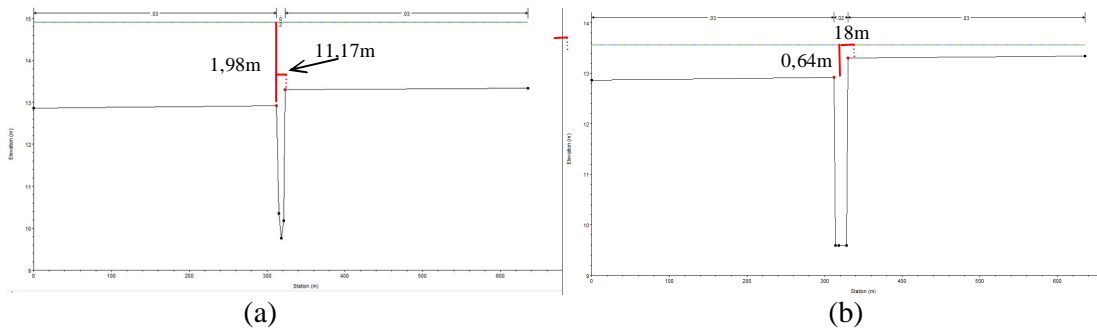


Gambar 18. *Station* 110 untuk tanggul beserta normalisasi (lebar 16m) kala ulang 50 tahun

**Normalisasi.** Rencana penanggulangan banjir berikutnya yaitu dengan normalisasi saja (tanpa disertai pembuatan tanggul). Pemodelan penanggulangan banjir dengan normalisasi lebar 18m, kemiringan saluran 0,0002 dan talud V(1) : H(0,5) dapat dilihat pada gambar 19 berikut.



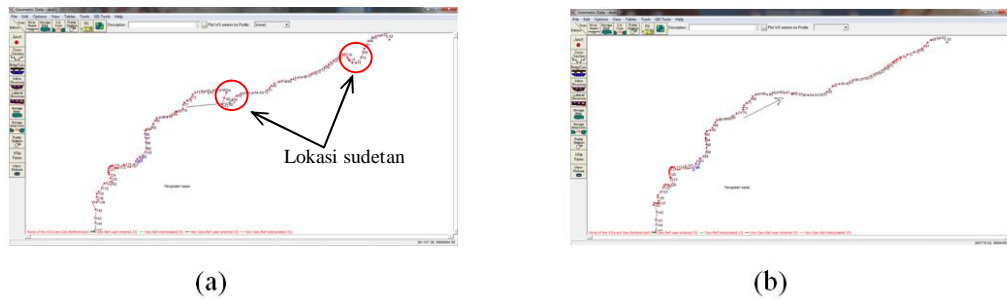
Gambar 19. Pemodelan normalisasi kala ulang 50 tahun



Gambar 20. Station 110 pada kala ulang 50 tahun (a) eksisting; (b) setelah dinormalisasi (lebar 18m)

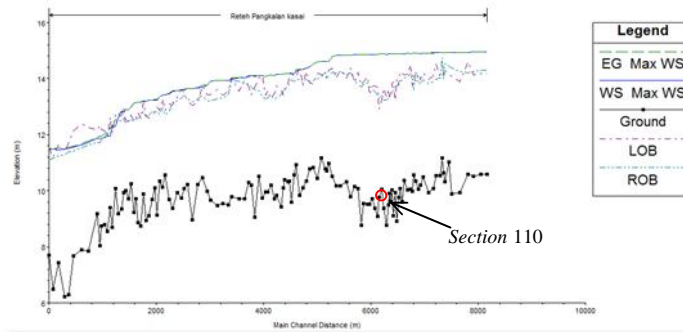
Dari pemodelan tersebut diketahui banjir maksimum terjadi di *station* 110 yaitu setinggi 0,64m seperti yang terlihat pada gambar 20. Gambar tersebut juga memperlihatkan perbedaan tinggi banjir saat sebelum dan sesudah dinormalisasi.

**Sudet.** Untuk rencana penanggulangan banjir yang terakhir yaitu dengan membuat sudetan pada dua buah ruas tikungan yang dianggap paling dominan menyebabkan banjir. Hasil dari masukan data geometri (*layout*) sungai Retih untuk penanggulangan dengan sudetan dapat dilihat pada gambar 21 berikut.



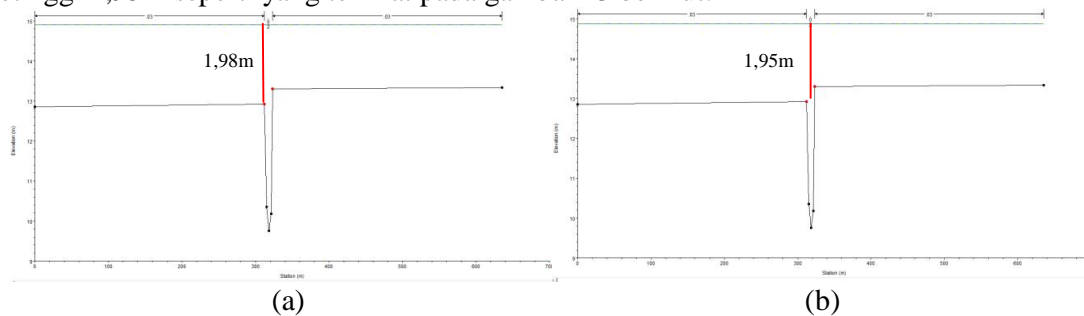
Gambar 21. Layout sungai Retih (a) sebelum disudet ; (b) setelah disudet

Untuk tinggi profil muka air yang terjadi setelah disudet dapat dilihat dari gambar 22 pemodelan penanggulangan banjir dengan sudetan berikut.



Gambar 22. Pemodelan sudetan kala ulang 50 tahun

Dari pemodelan tersebut diketahui banjir maksimum terjadi di *station* 110 yaitu setinggi 1,95m seperti yang terlihat pada gambar 23 berikut.



Gambar 23. *Station* 110 pada kala ulang 50 tahun (a) eksisting; (b) setelah disudet

Tinggi banjir maksimum pada kondisi eksisting dan setelah penanggulangan dengan normalisasi dan sudet untuk kala ulang 2, 25 dan 50 tahun pada *station* 110 ditabulasikan dalam tabel 3 berikut.

Tabel 3. Tinggi banjir maksimum pada *station* 110

Kala ulang (tahun)	Tinggi Banjir Maksimum		
	Eksisting (m)	Normalisasi (m)	Sudet (m)
2	1,59	0	1,57
25	1,91	0,53	1,89
50	1,98	0,64	1,95

Sumber: Perhitungan, 2012

Hasil reduksi banjir pada *station* 110 setelah dilakukan penanggulangan banjir dengan normalisasi dan sudetan untuk kala ulang 2, 25 dan 50 tahun dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Reduksi banjir pada *station* 110

Skenario	Reduksi Banjir					
	Kala ulang 2th		Kala ulang 25th		Kala ulang 50th	
	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)
Normalisasi	1,59	100	1,38	72,25	1,34	67,68
Sudet	0,02	1,26	0,02	1,05	0,03	1,51

(Sumber: Perhitungan, 2012)

Tinggi tanggul minimal yang harus dibangun (tinggi banjir maksimum) pada *station* 110 untuk penanggulangan banjir dengan tanggul saja (eksisting) dan tanggul beserta normalisasi ( 12, 14 dan 16 meter) dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Tinggi tanggul minimal pada *station* 110

Kala ulang (tahun)	Tinggi Tanggul Minimal			
	Eksisting	Normalisasi 12m	Normalisasi 14m	Normalisasi 16m
	(m)	(m)	(m)	(m)
2	1,9	1,11	0,69	0,17
25	2,4	1,56	1,24	0,86
50	2,51	1,65	1,37	0,97

(Sumber: Perhitungan, 2012)

Dari tabel 3 di atas dapat dilihat bahwa banjir yang terjadi pada kondisi eksisting yaitu setinggi 1,59m untuk debit kala ulang 2 tahun, 1,91m untuk debit kala ulang 25 tahun dan 1,98m untuk debit kala ulang 50 tahun. Setelah dilakukan normalisasi dengan lebar 18m dan kemiringan dasar saluran 0,0002 serta kemiringan talud  $V(1) : H(0,5)$  untuk debit kala ulang 2 tahun tidak terjadi banjir, untuk debit kala ulang 25 tahun banjir terjadi setinggi 0,53m dan untuk debit kala ulang 50 tahun banjir yang terjadi setinggi 0,64m. Jika kondisi eksisting sungai disudet pada 2 buah belokan yang tajam pada lokasi penelitian banjir yang terjadi adalah setinggi 1,57m untuk debit kala ulang 2 tahun, 1,89m untuk debit kala ulang 25 tahun dan 1,95m untuk debit kala ulang 50 tahun.

Bedasarkan tabel 4 di atas dapat dilihat bahwa dengan menormalisasi sungai dengan lebar 18m dan kemiringan dasar saluran 0,0002 serta kemiringan talud  $V(1) : H(0,5)$ , banjir yang dapat dikurangi atau diatasi untuk debit kala ulang 2 tahun adalah setinggi 1,59m (100%), untuk debit kala ulang 25 tahun setinggi 1,38m (72,25%) dan untuk debit kala ulang 50 tahun setinggi 1,34m (67,68%). Sedangkan jika hanya membuat sudetan banjir yang diatasi setinggi 0,02m (1,26%) untuk debit kala ulang 2 tahun, 0,02m (1,05%) untuk debit kala ulang 25 tahun dan 0,03m (1,51%) untuk debit kala ulang 50 tahun.

Penanggulangan banjir menggunakan tanggul memang dapat mengatasi masalah banjir yang terjadi, namun masalahnya adalah seberapa tinggi tanggul yang akan dibuat agar dapat menanggulangi banjir yang terjadi. Tabel 5 menunjukkan tinggi tanggul yang minimal yang harus dibangun untuk menanggulangi banjir yang terjadi. Tanggul dibangun pada jarak 100m dari tepi sungai. Pada kondisi eksisting tinggi tanggul minimal yang harus dibuat yaitu 1,9m untuk debit kala ulang 2 tahun, 2,4m untuk debit kala ulang 25 tahun dan 2,51m untuk debit kala ulang 50 tahun. Jika lebar sungai yang lebarnya kurang dari 12m dinormalisasi menjadi lebar 12m dan kemiringan dasar saluran 0,0002 serta talud  $V(1) : H(0,5)$  tinggi tanggul minimal yang dibutuhkan yaitu 1,11m untuk debit kala ulang 2 tahun, 1,56m untuk debit kala ulang 25 tahun, 1,65m untuk debit kala ulang 50 tahun. Jika lebar sungai yang lebarnya kurang dari 14m dinormalisasi menjadi lebar 14m dan kemiringan dasar saluran 0,0002 serta talud  $V(1) : H(0,5)$  tinggi tanggul minimal yang dibutuhkan yaitu 0,69m untuk debit kala ulang 2 tahun, 1,24m untuk debit kala ulang 25 tahun, 1,37m untuk debit kala ulang 50 tahun. Jika lebar sungai yang lebarnya kurang dari 16m dinormalisasi menjadi lebar 16m dan kemiringan dasar saluran 0,0002 serta talud  $V(1) : H(0,5)$  tinggi tanggul minimal yang dibutuhkan yaitu 0,17m untuk debit kala ulang 2 tahun, 0,86m untuk debit kala ulang 25 tahun, 0,97m untuk debit kala ulang 50 tahun.

## KESIMPULAN

1. Dari hasil evaluasi sungai keadaan eksisting diketahui bahwa banjir maksimum yang terjadi yaitu setinggi 1,98m untuk kala ulang 50 tahun.
2. Dari hasil evaluasi sungai setelah dinormalisasi menjadi 18m lebar dan kemiringan dasar saluran 0,0002 serta kemiringan talud  $V(1) : H(0,5)$  diketahui bahwa banjir maksimum yang terjadi yaitu setinggi 0,64m untuk kala ulang 50 tahun.

3. Dari hasil evaluasi sungai setelah disudet diketahui bahwa banjir maksimum yang terjadi yaitu setinggi 1,95 untuk kala ulang 50 tahun.
4. Dari hasil evaluasi sungai setelah ditanggul sejauh 100m dari tepi sungai kemudian lebar sungai dinormalisasi 16m dan kemiringan dasar saluran 0,0002 serta kemiringan talud V(1) : H(0,5) diketahui bahwa tinggi tanggul minimal yang dibutuhkan untuk menanggulangi banjir yaitu setinggi 0,97m untuk kala ulang 50 tahun.
5. Berdasarkan hasil analisa, akibat normalisasi pengurangan banjir yang terjadi yaitu sebesar 67,68% untuk kala ulang 50 tahun, sedangkan akibat sudetan pengurangan banjir sebesar 1,51%. Berarti banjir yang terjadi pada sungai Retih adalah akibat penyempitan alur sungai.
6. Normalisasi adalah perlakuan yang tepat dalam menanggulangi banjir pada sungai Retih. Dimensi yang direncanakan adalah lebar 18m, kemiringan talud V(1) : H(0,5) dan kemiringan dasar saluran 2 : 10.000.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada CV. Mitra Utama Konsultan atas bantuan data penelitian berupa data geometri dan situasi sungai sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.** 2001. *Pedoman Teknis Pengelolaan Lingkungan Dan Pemantauan Lingkungan Penanggulangan Banjir*. Jakarta: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Badan Penelitian dan Pengembangan Kimpraswil.
- Anonim.** 2001. *Hydraulic Reference Manual HEC-RAS 3.1.3*. California: U.S. Army Corps of Engineers.
- Haldun, Muhammad.** 2008. *Implikasi Normalisasi Sei Badera Terhadap Pemukiman Masyarakat di Kecamatan Medan Marelan*. Tesis Program Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Istiarto.** 2011. *Modul Pelatihan : Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika HEC-RAS*.
- Triatmodjo, Bambang.** 2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- U.S Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center (HEC).** 2001. *Hydraulic Reference Manual HEC-RAS 3.1.3*. California: U.S. Army Corps of Engineers.