

Analisis Sungai Tiung Dalam Rangka Pengendalian Banjir

Abdul ghofur¹ Mahmud¹

Abstrak - Banjir di DAS Tiung terjadi akibat meluapnya Sungai Tiung karena penampang sungai mengalami pendangkalan dan penyempitan. Penyebabnya berkaitan erat dengan kegiatan pendulangan intan yang tidak terkendali, mengakibatkan tanah menjadi gersang dimana resisten terhadap erosi, sehingga mengalirkan endapan ke alur sungai. Oleh karena itu diperlukan studi untuk menentukan besar debit banjir rencana dalam periode 25 tahun, sekaligus meninjau profil muka air sungai terhadap kondisi eksisting, yang akhirnya dapat dijadikan acuan dalam usaha pengendalian banjir.

Tujuan dari penelitian adalah untuk menganalisis sungai tiung dalam rangka pengendalian banjir, dalam menganalisis Sungai Tiung ini, diperlukan beberapa analisis seperti analisis hidrologi yang mencakup analisis curah hujan maksimum dengan metode Probabilitas Frekuensi (Log Normal, Gumbel dan Log Pearson Tipe III) dan analisis debit banjir rancangan dengan metode empiris seperti metode Rasional praktis, Hasper, Der Weduwen, dan Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu.

Pada analisis hidrolika, dalam penentuan elevasi muka air dan dimensi saluran normalisasi untuk debit periode 25 tahun digunakan program bantu *Hec-Ras 3.0*. Sedangkan analisis stabilitas lereng didukung dengan program bantu *Xstable* yang mengacu pada *Modified Bishop Method*.

Hasil analisis hidrologi memperlihatkan besar banjir periode 25 tahun menunjukkan harga debit sebesar 54,826 m³/d dan berdasarkan hasil analisis hidraulika, besarnya dimensi saluran normalisasi untuk periode tersebut adalah 9 m (lebar dasar) dan 3,6 m (tinggi saluran) dengan talud 1: 1,5. Jarak air yang melimpas di kiri dan kanan tepi alur sungai diprediksi sebesar 8,12 m untuk periode ulang 50 tahun. Nilai keamanan terhadap keruntuhan lereng (SF) diperoleh 2,33 untuk bagian hulu dan 1,903 untuk bagian hilir dengan menggunakan program Xstable.

Keywords – banjir, Xstable, Modifier Bishop Method

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Penyebab meluapnya air sungai yang paling dominan adalah adanya perubahan fisik yang terjadi pada DAS yang berpengaruh langsung terhadap kemampuan retensi DAS terhadap air limpasan permukaan. Perubahan fisik juga berkaitan erat dengan pemanfaatan lahan di DAS yang tidak terkendali dan tidak berwawasan lingkungan yang akhirnya meninggalkan banyak kerusakan disekitarnya. Perubahan itulah yang saat ini terjadi pada Daerah Aliran

Sungai Tiung, salah satu DAS yang ada di Kecamatan Banjarbaru.

Permasalahan banjir yang sering terjadi pada daerah sungai adalah sebagai akibat dari beberapa aktivitas manusia antara lain aktivitas penambangan bahan galian mineral dan pendulangan intan merupakan kontribusi terjadinya kerusakan DAS tersebut, sehingga mendorong terjadinya erosi dan sedimentasi serta pendangkalan dan penyempitan alur sungai. Keadaan demikian memacu terjadinya peluapan air disepanjang alur sungai, sehingga banyak pemukiman dan lahan pertanian penduduk yang terendam air.

¹) Staf pengajar Fakultas Teknik Unlam Banjarmasin

Oleh karena itu upaya untuk menanggulangi keadaan tersebut sangat diperlukan untuk mengurangi besaran banjir dan mengurangi dampak kerugian yang ditimbulkan.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari kegiatan penelitian ini adalah mengidentifikasi serta menganalisis Sungai Tiung yang ada di Kecamatan Cempaka, hal tersebut dilakukan dengan tujuan antara lain untuk:

1. Menentukan debit banjir rencana dalam periode ulang 25 tahun.
2. Mengetahui besarnya kemampuan kapasitas alur sungai untuk menampung debit banjir rencana dalam periode ulang 25 tahun.
3. Mengetahui jarak limpasan banjir rencana dari tepi sungai dalam periode ulang 50 tahun
4. Mengetahui stabilitas keruntuhan lereng alur Sungai Tiung setelah dinormalisasi.

KAJIAN TEORITIS

Daerah Aliran Sungai (DAS) atau yang biasa disebut daerah pengaliran sungai yaitu daerah yang tertimpa hujan dan kemudian air hujan ini menuju sebuah sungai, sehingga berperan sebagai sumber air sungai tersebut, sehingga dapat dikatakan bahwa dalam satu DAS terdapat lebih dari satu sungai.

Menurut undang-undang persungai, daerah sungai meliputi aliran air dan alur sungai termasuk bantaran, tanggul, dan areal yang dinyatakan sebagai daerah sungai.

Corak dan karakteristik daerah pengaliran dapat dipaparkan dalam empat bentuk yaitu antara lain a) daerah pengaliran berbentuk bulu burung, b) daerah pengaliran radial, c) daerah pengaliran parallel dan d) daerah pengaliran yang kompleks

Untuk DAS Tiung sendiri memiliki tipe berbentuk bulu burung. Alur sungai secara sederhana dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu:

1. Bagian hulu, merupakan daerah sumber erosi dan kecepatan aliran pada bagian ini sangat besar.
2. Bagian tengah, merupakan daerah peralihan dari bagian hulu dan hilir. Pada bagian ini, kemiringan sungai relatif landai sehingga kecepatan aliran relatif lebih kecil daripada bagian hulu.
3. Bagian hilir, melalui daerah pedataran yang mempunyai kemiringan dasar sungai yang sangat landai sehingga kecepatan alirannya lambat.

Sungai mempunyai perilaku tertentu yang dapat menyebabkan terjadinya proses pengendapan, berpindahnya alur sungai, proses terbentuknya daerah kipas pengendapan dan pada daerah dataran yang rata alur sungai tidak stabil dan apabila membengkok, maka terjadilah erosi pada tebing belokan luar yang berlangsung secara intensif, sehingga terbentuklah meander.

Sungai –sungai sebagai saluran terbentuk secara alamiah mempunyai fungsi sebagai saluran penampung air hujan yang turun diatas permukaan bumi dan mengalirkannya kelaut atau kedanau-danau. Akan tetapi keberadaan sungai terutama yang melewati kawasan padat penduduk juga menimbulkan beberapa permasalahan antara lain; a) bencana banjir akibat meluapnya sungai, b) hunian yang mengganggu aliran sungai dan c) penurunan kualitas air sungai akibat aktifitas manusia berupa limbah industri maupun domestik.

Permasalahan diatas akan semakin kompleks pada sungai yang mengalir melintasi komunitas padat penduduk yang berbentuk kota besar. Kawasan tersebut merupakan daerah rawan banjir yang harus dilakukan pengelolaan yang integral disertai peran masyarakat.

Pengertian banjir itu sendiri secara umum merupakan suatu keadaan dimana debit air sudah tidak tertampung oleh saluran drainase, baik yang berupa saluran drainase mikro (gorong-gorong, selokan) maupun drainase makro (sungai), sehingga alirannya meluap dan menggenangi daerah sekitarnya.

Penyebab banjir dapat digolongkan dalam dua kategori, yaitu karena kejadian alam murni dan akibat aktivitas manusia.

Penyebab banjir karena kejadian alam meliputi :

1. Curah hujan yang tinggi dan merata
2. Kapasitas alur sungai yang tidak mencukupi
3. Adanya hambatan aliran yang menjadikannya arus balik berupa:
 - Penyempitan alur sungai atau ambang alam, mengakibatkan pembendungan air sungai
 - Pertemuan dua aliran, misal anak sungai dan sungai-sungai dan pasang air laut
 - Adanya hambatan aliran oleh faktor geometri alur sungai berupa belokan-belokan sungai (*meandering river*) dan endapan material di alur sungai (*braided river*) dan kemiringan sungai yang landai, yang memungkinkan terjadinya agradasi dasar sungai

Penyebab banjir karena kegiatan manusia meliputi :

1. Bantaran banjir untuk bangunan
2. Pengembangan daerah pemukiman di sepanjang tepi alur sungai
3. Perubahan tata guna lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) yang menyebabkan limpasan permukaan (*run off*) menjadi besar
4. Pembangunan bangunan-bangunan air yang menyebabkan terjadinya terhadap aliran
5. Adanya peninggian tanah untuk bangunan/pemukiman yang mengubah topografi sehingga banyak air yang terperangkap tidak dapat mengalir ke saluran atau sungai
6. Pembuangan sampah di saluran atau sungai
7. Kerusakan bangunan pengendali banjir
8. Perencanaan dan pelaksanaan penataan hirarki jaringan drainase sebagai pencegah bahaya banjir kurang sesuai.

Penanganan masalah banjir merupakan salah satu aspek dari seluruh kegiatan dalam rangka pengelolaan sumberdaya air di Daerah

Aliran Sungai (DAS) yang bersangkutan, sehingga diharapkan misi pengendalian banjir dapat terpadu dan membebtuk satu kesatuan system dengan misi perlindungan (konservasi) dan pendayagunaan sumberdaya air.

Upaya dalam mengendalikan banjir terbagi menjadi upaya struktural dan non struktural.

Upaya struktural meliputi:

1. Pembuatan atau peninggian tanggul, hal ini tentunya membutuhkan lahan yang agak sulit dipenuhi pemukiman padat.
2. Pengerukan dasar sungai, upaya ini dilakukan untuk memperbesar kapasitas sungai. Jika dilakukan tanpa upaya lain maka kegiatan ini dimungkinkan hanya memperbesar kapasitas sementara karena kondisi sedimentasi akan terulang lagi. Konsekuensinya kegiatan ini harus diulang secara periodik.
3. Membuat saluran pengelak banjir dan fasilitasnya yang dibangun di luar pemukiman agar melindungi pemukiman dari bahaya banjir.
4. Pengendalian banjir dengan membangun waduk pengendali banjir dan kombinasi dengan perbaikan sungai.

Upaya non struktural meliputi:

1. Merevisi tata ruang, misalnya daerah yang langganan banjir jangan dijadikan pemukiman.
2. Pengendalian dan pengelolaan di daerah tangkapan air (*catchment area*) sesuai tata ruang.
3. Pelestarian fungsi kawasan resapan air di daerah tangkapan air (*catchment area*) sehingga aliran air permukaan minimal.
4. Pembangunan dan pengelolaan sistem peringatan dini bahaya banjir.
5. Penyesuaian diri dengan kondisi banjir, yaitu dengan membuat peil lantai bangunan lebih tinggi dari pada peil banjir.
6. Menyingkirkan sampah di sepanjang alur sungai guna mencegah hambatan aliran air dan pengendalian sedimen.
7. Kemungkinan lain adalah memindahkan penduduk dari daerah rawan banjir. Hal

ini akan berdampak sosial yang tidak mudah untuk ditangani.

Pada studi kasus analisis Sungai Tiung ini, *Aspek hidrologi* yang ditinjau meliputi berbagai aspek seperti penjelasan sebagai berikut :

a. Data curah hujan yang hilang

Menurut Chay Asdak (2002), data curah hujan seringkali ditemukan dalam keadaan terputus atau tidak tersambung. Untuk mengatasi hal yang demikian, ada dua cara yang dapat dilakukan untuk memperkirakan data curah hujan yang hilang tersebut yaitu dengan rumus sebagai berikut:

$$1. P_x = (P_A + P_B + P_C) / 3$$

Digunakan apabila besar perbedaan antara curah hujan rata-rata tahunan dari masing-masing ketiga satasiun penakar hujan tersebut dan curah hujan rata-rata dari alat penakar hujan yang akan diprakirakan kurang dari 10 %,

dimana:

P_x = volume curah hujan harian/bulanan yang diprakirakan besarnya(mm)

$P_A = P_B = P_C$ = volume curah hujan harian/bulanan yang digunakan sebagai masukan (mm)

$$2. P_x = 1/3(N_x/N_A)P_A + 1/3(N_x/N_B)P_B + 1/3(N_x/N_C)P_C$$

dimana:

$P_A = P_B = P_C$ = volume curah hujan harian/bulanan yang digunakan sebagai masukan (mm)

$N_A = N_B = N_C = N_x$ = curah hujan normal jangka panjang di 4 stasiun pencatat curah hujan.

b. Curah hujan wilayah/daerah

Curah hujan harus diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan. Cara-cara perhitungan curah hujan daerah dari pengamatan curah hujan di beberapa titik adalah sebagai berikut:

1. Cara Rata-rata Aljabar

Cara ini adalah perhitungan rata-rata secara aljabar curah hujan di dalam dan sekitar daerah yang bersangkutan.

$$\bar{R} = \frac{1}{n}(R_1 + R_2 + \dots + R_n)$$

2. Cara Polygon Thiessen

Jika titik-titik pengamatan di dalam daerah itu tidak tersebar merata, maka cara perhitungan curah hujan rata-rata itu dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan. Curah hujan daerah itu dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

3. Cara Garis Isohyet

Peta *Isohyet* digambar pada peta topografi dengan perbedaan (*interval*) 10 mm sampai 20 mm berdasarkan data curah hujan pada titik-titik pengamatan di dalam dan di sekitar daerah yang dimaksud. Luas bagian daerah antara dua garis *Isohyet* yang berdekatan diukur dengan planimeter. Demikian pula harga rata-rata dari garis-garis *Isohyet* yang termasuk bagian-bagian daerah itu dapat dihitung. Curah hujan daerah itu dapat dihitung menurut persamaan sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

dimana:

\bar{R} = curah hujan daerah (mm)

R_1, R_2, \dots, R_n = curah hujan di tiap titik pengamatan (mm) dan n adalah jumlah titik-titik pos pengamatan

A_1, A_2, \dots, A_n = bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan

c. Distribusi frekuensi curah hujan

Data hujan didapatkan melalui metode analisis hujan yaitu: Normal, Gumbel, dan Log Pearson. Analisis ini akan menghasilkan besaran banjir rencana yang umumnya dalam periode ulang tertentu seperti misalnya

periode ulang untuk 5 dan 10 tahun. Selanjutnya dari hasil analisis hidrologi akan digunakan sebagai masukan untuk analisis hidraulika.

Beberapa analisis frekuensi curah hujan yang digunakan antara lain: Distribusi Log Normal., Distribusi Gumbel dan Distribusi Log Pearson Tipe III.

d. Intensitas curah hujan jam-jaman

Untuk penentuan intensitas curah hujan tiap jam (jam-jaman) digunakan rumus yang telah dikemukakan oleh Mononobe sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

dimana:

R_{24} = curah hujan harian maksimum (mm)

t = waktu curah hujan (jam)

Rumus diatas digunakan untuk menentukan intensitas curah hujan setiap waktu berdasarkan curah hujan harian.

e. Debit banjir rencana

Dalam mengestimasi debit banjir rencana ini ada beberapa metode yang digunakan yaitu cara antar lain; 1). Rasional 2). Hasper, 3). Der Weduwen, dan 4). Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu. Analisis hidraulika ini menggunakan program bantu Hec-Ras 3.0 dengan berdasarkan metode aliran tetap tidak seragam guna efisiensi waktu.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian tentang analisis Sungai Tiung Dalam Rangka pengendalian Banjir dilakukan di Lokasi pada Sungai Tiung Kelurahan Sungai Tiung Kecamatan Cempaka. Adapun tahapan dalam penelitian ini adalah; 1) Tahapan identifikasi permasalahan, 2) Tahapan pengambilan data dan 3) Tahapan analisis dan kesimpulan. Untuk lebih jelas setiap tahapan akan diuraikan sebagai berikut:

1. Tahapan identifikasi permasalahan

Pada tahap ini peneliti melakukan survey dan identifikasi permasalahan, yaitu faktor – faktor yang berpengaruh terhadap banjir yang sering terjadi di Sungai Tiung. Kegiatan survey ini dilakukan untuk memperoleh informasi dan gambaran yang lebih jelas mengenai lokasi studi yang akan diidentifikasi. Survey yang dilakukan meliputi:

- Survey dan identifikasi daerah aliran sungai (DAS) meliputi fisik daerah aliran Sungai dan Topografi.
- Survey mengenai fisik sungai dan fungsi sungai itu sendiri.

2. Tahapan pengambilan data

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data yang dilakukan dengan mencakup data sekunder yang didapatkan dari beberapa instansi terkait serta data penunjang survey dan analisis seperti peta topografi, peta tata guna lahan dan data hidrologi (data curah hujan dan klimatologi).

3. Tahap Analisis Dan Penutup

Pada tahapan akan dilakukan suatu analisa terhadap apa dilakukan pada tahap sebelumnya yang kemudian di buat pelaporan berupa laporan hasil akhir dari Analisis data yang dilakukan mencakup analisis peta topografi untuk menentukan parameter seperti luas daerah aliran sungai, panjang sungai dan kemiringan dasar sungai. Untuk analisis hidrologi digunakan untuk mendapatkan parameter rata-rata curah hujan, distribusi frekuensi curah hujan intensitas hujan dan debit banjir rencana.

Analisis hidraulika juga diperlukan untuk mendapatkan tinggi profil muka air dan untuk perencanaan normalisasi. Pada studi ini, penggunaan program Xstable digunakan untuk menentukan keamanan terhadap keruntuhan lereng.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis hidrologi

Data hujan yang dianggap dapat mewakili dari keseluruhan DPS Tiung adalah Stasiun Hujan Sei Tabuk, Stasiun Hujan Pengaron

dan Stasiun Hujan Sei Asam dengan panjang data masing-masing selama 27 tahun.

Pengambilan data hujan dilakukan dengan cara *Annual Maximum Series*, yaitu mengambil data hujan harian maksimum pada setiap tahun untuk setiap stasiun hujan. Data hujan harian maksimum untuk DPS Tiung dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Hujan Harian Maksimum (mm/jam)					
	Stasiun sei Tabuk		Stasiun Pengaron		Stasiun Sei Asam	
	Bulan	Besarnya	Bulan	Besarnya	Bulan	Besarnya
1978	Pebruari	113,5	Desember	33,6	Mei	75
1979	April	76,1	Juni	63	Juni	114
1980	Mei	60,5	Juni	88,5	Januari	76
1981	Pebruari	111,5	Maret	143	Desember	94
1982	Maret	98	Oktober	92	Januari	54
1983	Januari	64,2	Januari	120,5	Nopember	60
1984	Januari	65,6	Januari	80	April	56
1985	Januari	33,1	Januari	90	Desember	60
1986	Januari	2,8	Juli	118	September	50
1987	Oktober	94,4	Maret	68,5	Desember	60
1988	Desember	92,6	Januari	138,5	Desember	180
1989	Agustus	55,8	Januari	81	Nopember	320
1990	Mei	78,8	Maret	62	Maret	220
1991	Nopember	87,2	Maret	120,5	Desember	210
1992	Nopember	40,1	Mei	105	April	90
1993	Nopember	60,9	Maret	108	Desember	131
1994	Oktober	57,2	Januari	108	Desember	60
1995	Desember	64,2	Januari	110	Desember	36
1996	Desember	91,4	Agustus	81,5	Januari	31
1997	April	55,4	Oktober	74	Desember	31,5
1998	Oktober	49,1	Januari	94	Pebruari	72
1999	September	62,7	Maret	93,5	Januari	38
2000	Januari	46,6	Desember	80	April	37
2001	Desember	61	Januari	80	Desember	37
2002	Juni	31,3	Nopember	91	Maret	59
2003	Oktober	40,3	Oktober	117	Januari	162
2004	April	52	Juli	93	Nopember	82

Data hujan di tiap stasiun merupakan data hujan setempat. Akan tetapi dalam analisis umumnya yang diinginkan adalah data hujan rerata DPS (*catchment rainfall*)

Untuk memperoleh data hujan rerata ini maka dilakukan analisis data curah hujan pada 3 (tiga) stasiun diatas dengan menggunakan Metode Polygon Thiessen

dengan anggapan bahwa titik pengamatan didalam tidak tersebar secara merata sehingga perhitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan. Hasil dari perhitungan dengan Metode Polygon Thiessen ini dapat dilihat pada tabel curah hujan harian maksimumdaerah berikut ini

Tabel 2. Curah Hujan Harian Maksimum Rerata Daerah

Tahun	Curah hujan maksimum yang dipakai (mm/jam)	Tahun	Curah hujan maksimum yang dipakai (mm/jam)
1978	69,58	1989	161,49
1979	73,13	1990	122,79
1980	67,04	1991	111,96
1981	80,55	1997	46,76
1982	60,26	1998	57,84
1983	54,02	1999	44,38
1984	57,73	2000	47,39
1985	55,81	2001	54,41
1986	48,95	2002	47,34
1987	72,1	2003	176,4
1988	116,13	2004	63,64

Berdasarkan curah hujan harian maksimum rerata daerah yang tercantum pada tabel 2, kemudian dilakukan analisis curah hujan maksimum dengan menggunakan metode Log Normal, Gumbel dan Log Pearson Tipe III. Adapun beberapa hasil analisis ini dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Hujan Rancangan Metode Log Normal

(Tr)	k	S log X	k*Slog X	log X	X (mm)
2	0	0,178	0	1,837	68,77
5	0,842	0,178	0,150	1,987	97,08
10	1,28	0,178	0,228	2,065	116,15
25	1,751	0,178	0,311	2,149	140,85
50	2,054	0,178	0,365	2,203	159,45
100	2,326	0,178	0,414	2,251	178,24

Tabel 4. Hujan Rancangan Metode Gumbel

Periode ulang (Tr)	Reduced variate (Yt)	Faktor frekuensi (K)	Hujan rancangan (X _T)
2	0,36655	-0,15144	69,11
5	1,49997	0,878562	104,57
10	2,2504	1,560523	128,05
25	3,19857	2,422183	157,72
50	3,90197	3,061405	179,73
100	4,60018	3,695911	201,57

Tabel 5. Hujan Rancangan Metode Log Pearson Tipe III

No. Tr	S Log X	K	Log X _{tr}	X _{tr}	
1 2	1,8374	0,1626	-0,199	1,8049	63,82
2 5	1,8374	0,1626	0,7280	1,9557	90,32
3 10	1,8374	0,1626	1,3395	2,0552	113,56
4 25	1,8374	0,1626	2,0929	2,1777	150,57
5 50	1,8374	0,1626	2,6375	2,2662	184,63
6 100	1,8374	0,1626	3,1666	2,3523	225,08

Dari beberapa metode yang digunakan dalam penentuan distribusi frekuensi diatas, dilakukan pengujian lagi dengan uji chi kuadrat dengan maksud untuk mengetahui kebenaran suatu hipotesa ditribusi frekuensi. Dengan pengujian ini akan diperoleh :

1. Perbandingan antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau yang diperoleh secara teoritis mendekati hasil yang benar.
2. Kebenaran suatu hipotesa diterima atau ditolak untuk nantinya dapat digunakan pada perhitungan selanjutnya.

Hasil pengujian chi kuadrat terhadap distribusi Log Normal, Gumbel dan Log Pearson Tipe III menunjukkan bahwa hanya distribusi Log Paerson Tipe III yang terpilih dan sesuai guna perhitungan selanjutnya, ini dibuktikan dengan harga Cteoritis < Ctabel 5% sehingga distribusi itu dapat menganalisis frekuensi curah hujan.

Berdasarkan pengamatan, curah hujan di Indonesia diperkirakan selama 6 jam/hr Hasil perhitungan Rasio sebaran hujan jam-jaman seperti dibawah ini.

Tabel 6. Rasio Sebaran Hujan Jam-jaman

Waktu hujan (jam)	Rasio (%)
1	55
2	14
3	10
4	8
5	7
6	6

Koefisien pengaliran untuk analisis Sungai Tiung ditentukan berdasarkan hasil

survey dilapangan yang menunjukkan bahwa daerah lokasi studi termasuk daerah bergelombang dan hutan, sungai kecil di daerah dataran serta terdapat daerah yang ditanami. Dengan keadaan dilapangan seperti yang telah disebutkan diatas maka nilai koefisien

pengaliran rata-rata untuk DAS Tiung sebesar 0,5725.

Perhitungan analisis curah hujan netto jam-jaman untuk studi kasus analisis Sungai Tiung tercantum pada tabel dibawah ini.

Tabel 7. Curah Hujan Netto Jam-jaman

Jam ke	Rasio	Curah hujan netto dengan kala ulang (mm)					
		2	5	10	25	50	100
1	55	20,0953225	28,43951	35,757205	47,41072875	58,13537125	70,872065
2	14	5,115173	7,239148	9,101834	12,0681855	14,7980945	18,040162
3	10	3,653695	5,17082	6,50131	8,6201325	10,5700675	12,88583
4	8	2,922956	4,136656	5,201048	6,896106	8,456054	10,308664
5	7	2,5575865	3,619574	4,550917	6,03409275	7,39904725	9,020081
6	6	2,192217	3,102492	3,900786	5,1720795	6,3420405	7,731498
Jumlah		36,53695	51,7082	65,0131	86,201325	105,700675	128,8583
Prob. hujan harian		63,82	90,32	113,56	150,57	184,63	225,08
Koef. pengaliran		0,5725	0,5725	0,5725	0,5725	0,5725	0,5725
Hujan netto		36,53695	51,7082	65,0131	86,201325	105,700675	128,8583

Perhitungan analisis debit banjir rencana diestimasi dengan menggunakan Metode empirik seperti metode rasional, Hasper, Der Weduwen, dan Hidrograf Satuan Sintetis

Nakayasu. Hasil resume perhitungan dari beberapa metode diatas ditunjukkan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 8. Resume Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana

No.	Metode	Debit banjir rencana (m ³ /det)					
		Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀
1	Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu	18,769	26,554	33,382	44,254	54,260	66,144
2	Haspers	23,240	32,889	41,351	54,826	67,228	81,956
3	Rasional	6,527	9,237	11,613	15,397	18,880	23,017
4	Der Weduwen	10,970	17,643	24,177	35,589	46,932	61,188

Penetapan harga debit banjir rencana mengacu pada pertimbangan dalam segi teknis serta segi keamanan yaitu debit banjir rancangan yang terbesar, dimana harga debit yang direncanakan yaitu debit dengan periode ulang 25 tahun dan harga yang terpilih adalah debit banjir dengan Metode Hasper sebesar $54,826 \text{ m}^3/\text{detik}$.

B. Analisis hidraulika

Analisis ini dimaksudkan untuk mengetahui kapasitas saluran terhadap debit aliran yang masuk dengan suatu periode ulang tertentu serta penentuan elevasi muka air sebagai dasar perencanaan bangunan fisik.

Perhitungan analisis muka air dilakukan dengan menggunakan program Hec-Ras 3.0 dan perhitungan manual dengan metode Standar Step dengan maksud melakukan perbandingan hasil dari perhitungan tersebut guna mendapatkan akurasi data perhitungan manual terhadap hasil perhitungan menggunakan program Hec-Ras

Tujuan perhitungan muka air itu antara lain:

- Membuat suatu simulasi tinggi muka air dari profil saluran terhadap debit periode ulang tertentu.
- Melakukan perbandingan antara tinggi muka air dan elevasi tepi saluran untuk memberikan gambaran kecukupan dimensi saluran.

- Mendapatkan kecepatan air di saluran berdasarkan hasil simulasi.

Data-data penunjang dalam analisis hidrolika antara lain sebagai berikut:

- Data debit, yaitu debit banjir rencana dengan periode ulang 2,5,10, dan 25 tahun.
- Data hidrometri, data ini didapatkan dengan meninjau keadaan dilapangan dan perencanaan normalisasi saluran mengingat kapasitas saluran tidak cukup untuk menampung curah hujan yang turun. Dengan proses trial error menggunakan persamaan Manning, didapatkan saluran yang cukup menampung debit $54,826 \text{ m}^3/\text{detik}$ adalah saluran yang mempunyai dimensi tinggi saluran 3,6 m dan lebar dasar saluran sebesar 9 m dengan kemiringan talud 1: 1,5.
- Analisis profil muka air, menggunakan metode standar step dan program aplikasi standar step (Hec-Ras).

Hasil perhitungan profil muka air dengan metode standar step dan Hec-Ras ditunjukkan pada tabel pada Lampiran 1.

Dengan simulasi perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan program Hec-Ras 3.0 didapatkan output data seperti terlihat pada Lampiran 2.

Hasil perbandingan perhitungan manual dengan program bantu Hec-Ras 3.0 untuk analisis profil muka air saluran normalisasi Sungai Tiung seperti yang di tabelkan berikut ini

Tabel 9. Perbandingan Perhitungan Manual dengan Program Bantu *HEC-RAS 3.0* untuk Analisis Profil Muka Air Saluran Normalisasi Sungai Tiung

Sta	Hasil manual			Hasil Hec-Ras			Selisih (%)		
	WS	v	He	WS	v	He	WS	v	He
Hulu	10,83	1,092	10,08	10,69	1,098	10,75	0,14	0,006	0,67
Hilir	10,018	1,092	10,89	9,89	1,092	9,95	0,128	0,000	0,94

Berdasarkan PERMEN PU: 63/PRT/1993 yang berisi bahwa dataran banjir merupakan daerah penguasaan sungai ditetapkan berdasarkan debit banjir sekurang-kurangnya untuk periode ulang 50

tahunan tanpa tanggul, maka hal itulah yang menjadikan acuan untuk menentukan berapa jarak air melimpas ke bantaran sungai, menurut hasil analisis yang dilakukan jarak melimpasnya air sejauh 8,12 m.

C. Analisis stabilisasi penampang saluran

Analisis kestabilan tebing terhadap saluran perlu untuk diperhatikan mengingat penampang saluran normalisasi rentan terhadap keruntuhan pada tebing.

Dalam menganalisis kestabilan tebing ini digunakan program Xstable guna efisiensi waktu. Angka keamanan (SF) minimum lereng penampang hasil program Xstable ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 10. Angka Keamanan (SF) Minimum Lereng Penampang

Sta	Angka Keamanan (SF)
Hulu	2,330
Hilir	1,903

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai SF tiap-tiap penampang $> 1,5$, ini berarti cukup stabil terhadap keruntuhan lereng.

HASIL ANALISIS

Dari hasil analisis perhitungan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa debit banjir rancangan untuk kala ulang 25 tahun (maksimum) yang besarnya $54,83 \text{ m}^3/\text{d}$ menghasilkan aliran subkritis pada saluran normalisasi Sungai Tiung dengan nilai angka Froude sebesar 0,2183 serta kedalaman hidrolis 3,6 m dengan elevasi antara 6,37 m sampai dengan 7,19 m dari datum yang digunakan dan kecepatan aliran rata-rata yang terjadi pada alur sungai sebesar $1,097 \text{ m/d}$.

Berdasarkan hasil simulasi perhitungan elevasi muka air dengan debit kala ulang 2 tahun sampai 25 tahun, penampang desain (normalisasi) mempunyai kecukupan dalam hal kapasitas tampung terhadap debit. Untuk debit rencana 25 tahun dapat diketahui elevasi puncak penampang saluran tersebut adalah 10,69 m tidak melebihi elevasi puncak penampang saluran normalisasi, ini berarti ukuran penampang yang digunakan

yaitu lebar dasar 9 m dan tinggi 3,6 m serta kemiringan talud 1: 1,5 cukup untuk mengalirkan air dengan debit $54,83 \text{ m}^3/\text{d}$.

Elevasi muka air yang didapatkan pada simulasi tinggi muka air dengan debit kala ulang 50 tahun digunakan sebagai acuan untuk penentuan jarak pencapaian air (banjir) disepanjang daerah bantaran sungai, dimulai dari tepi/bibir sungai dan juga untuk menentukan tinggi banjir. Dari hasil analisis diketahui tinggi air yang meluap rata-rata sebesar 0,41 m, panjang pencapaian air yang berlebih dari tepi sungai ke bantaran sekitar 8,12 m.

Kestabilan tebing saluran terhadap kelongsoran pada daerah rawan atau pada belokan saluran memenuhi angka keamanan yaitu sebesar 2,33 pada bagian hulu dan 1,903 pada bagian hilir dengan tipe keruntuhan dasar (*base failure*).

Usulan pengendalian erosi akibat kegiatan pendulangan.

Berdasarkan faktor-faktor tersebut di atas, maka dapat ditentukan bahwa usaha pengendalian erosi ini seharusnya didasarkan pada prinsip di bawah ini:

- Memperbesar kapasitas infiltrasi tanah, sehingga lajunya aliran permukaan dapat dikurangi.
- Memperbesar resistensi tanah sehingga daya rusak dan daya hanyut aliran permukaan terhadap partikel-partikel tanah dapat diperkecil.

Dengan memperkecil prinsip-prinsip tersebut, maka usaha pengendalian erosi dapat dilaksanakan dengan cara mekanik. Cara mekanik tersebut adalah dengan pembuatan jalur-jalur bagi pengaliran air dari tempat-tempat tertentu (lubang-lubang bekas galian) ke tempat pembuangan dan pembuatan selokan pada tempat tertentu.

Dengan pembuatan-pembuatan dan perlakuan seperti itu usaha pengendalian erosi secara mekanis ini dapat diharapkan akan terhambatnya aliran permukaan (*runoff*) sehingga daya pengikisannya terhadap tanah akan diperkecil pula.

Tentang pentingnya dibuat jalur-jalur bagi pengaliran air, yaitu untuk mencegah terjadinya peluapan air hujan yang jatuh pada lubang galian

itu, dengan adanya saluran-saluran pada jalur tersebut sebagian air yang kelebihan itu akan terus ke saluran pembuangan yang dapat meredam laju dan jumlah erosi yang masuk ke sungai.

Jadi, berdasarkan uraian di atas, saluran-saluran tersebut dibuat akan mampu:

- Mengalirkan air ke saluran pembuangan dengan mereduksi penghanyutan.
- Mengurangi lajunya aliran permukaan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Besar debit banjir rencana dalam periode ulang 25 tahun diperoleh sebesar 54,826 m³/detik.
2. Kapasitas alur sungai tidak mampu untuk menampung debit banjir rencana dalam periode ulang 25 tahun, sehingga penampang alur sungai harus diperbesar dengan dimensi sebagai berikut:
 - Lebar dasar saluran (B) = 9 m
 - Tinggi saluran (h) = 3,6 m
 - Kemiringan talud = 1:1,5
3. Jarak limpasan (χ) debit banjir rencana dari tepi sungai dalam periode ulang 50 tahun adalah masing-masing untuk kanan-kiri sejauh 8,12 m.
4. Stabilisasi keruntuhan lereng alur Sungai Tiung setelah dinormalisasi menghasilkan angka keamanan (SF) di hulu dan hilir secara berurutan adalah 2,330 dan 1,903. Angka keamanan (SF) tersebut lebih besar dari angka keamanan (SF) yang disyaratkan (SF>1,5), sehingga lereng/tebing tidak diperlukan adanya perkuatan tanah.

Saran

1. Memberlakukan regulasi kegiatan pendulangan intan agar dampak yang ditimbulkan tidak terlalu besar.
2. Diperlukan kajian lanjutan untuk dapat mengatur jumlah sedimen yang masuk

ke alur Sungai Tiung yang disebabkan oleh erosi permukaan tanah yang gersang akibat kegiatan pendulangan intan, agar penyempitan dan pendangkalan alur sungai yang selama ini menjadi permasalahan di DAS Tiung dapat diminimalisir.

3. Penanganan masalah banjir dalam suatu DAS tidak hanya dilakukan dengan usaha struktur (normalisasi), tetapi juga harus diiringi dengan usaha nonstruktur (penataan DAS).

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, Ersis Warmansyah, *Lembaga Pengkajian Kebudayaan dan Pembangunan Kalimantan, Cetakan Pertama*, Banjarbaru, 2002.
- Asdak, Chay, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada University Press, 2002.
- Chandrawijaya, Robertus, dkk, *Laporan Akhir, Pekerjaan: Inventarisasi Daerah Pengairan, Sungai dan Rawa wilayah Kota Banjarbaru Propinsi Kalimantan Selatan*, Dinas Kimpraswil Pemerintah Kota Banjarbaru, dan Lembaga Penelitian Pusat Kajian Sistem Sumberdaya Daerah Rawa Universitas lambung Mangkurat, Banjarbaru, 2004.
- Dake, JMK., *Hidrolika Teknik, Edisi Kedua*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1985.
- Departemen Pekerjaan Umum Bidang Pengairan, *Standar Perencanaan Irigasi, Cetakan I*, CV. Galang Persada, Bandung, 1986.
- Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia (HATHI), *Jurnal Teknik Hidraulik, Volume 1*, 2003.
- Linsley, Ray K., Franzini, Joseph B., dan Sasongko, Djoko, *Teknik Sumber Daya Air, Jilid 2, Edisi Ketiga*, Penerbit Erlangga, 1995.
- Lee dan Saptono. P. Nugroho, *Preseden Buruk Musim Hujan*, Harian Banjarmasin Post, hlmn. 20, Edisi Selasa 14 Desember 2004, Banjarmasin, 2004.

Pribadi, Teguh, *Preseden Buruk Musim Hujan*, Harian Banjarmasin Post, hlmn. 20, Edisi Selasa 14 Desember 2004, Banjarmasin, 2004.

Rahim, Supli Effendi, *Pengendalian Erosi Tanah dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup*, Penerbit Bumi Aksara, Jakarta, 2000.

Standar SK SNI M-18-198-F, *Metode Perhitungan Debit Banjir*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, 1989.

Sasrodarsono, S., Tominaga, M., dan Gayo, M. Yusuf, dkk, *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*, PT. Pradnya paramita, 1985.

Soemarto, C.D., *Hidrologi Teknik, Edisi Kedua*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1995.

Lampiran 1. Perhitungan Profil Muka Air pada Penampang Saluran Normalisasi dengan Program *HEC-RAS 3.0 (Q₂₅)*

River Sta	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Shear Chl N/m ²	Froude # Chl
2	54.83	7.19	10.69	10.75	1.0984	49.91	5.595	0.21918
1.97058*	54.83	7.16	10.67	10.73	1.0983	49.92	5.594	0.21915
1.94117*	54.83	7.14	10.64	10.70	1.09806	49.93	5.592	0.21909
1.91176*	54.83	7.11	10.62	10.68	1.09783	49.94	5.589	0.21903
1.88235*	54.83	7.09	10.59	10.66	1.09759	49.95	5.586	0.21897
1.85294*	54.83	7.07	10.57	10.63	1.09749	49.96	5.585	0.21894
1.82352*	54.83	7.04	10.55	10.61	1.09726	49.97	5.583	0.21888
1.79411*	54.83	7.02	10.52	10.59	1.09702	49.98	5.58	0.21882
1.76470*	54.83	6.99	10.50	10.56	1.09679	49.99	5.577	0.21876
1.73529*	54.83	6.97	10.48	10.54	1.09669	49.99	5.576	0.21873
1.70588*	54.83	6.95	10.45	10.51	1.09645	50.00	5.574	0.21867
1.67647*	54.83	6.92	10.43	10.49	1.09622	50.01	5.571	0.21861
1.64705*	54.83	6.90	10.41	10.47	1.09612	50.02	5.570	0.21858
1.61764*	54.83	6.88	10.38	10.44	1.09588	50.03	5.567	0.21852
1.58823*	54.83	6.85	10.36	10.42	1.09565	50.04	5.565	0.21846
1.55882*	54.83	6.83	10.34	10.4	1.09542	50.05	5.562	0.2184
1.52941*	54.83	6.80	10.31	10.37	1.09531	50.06	5.561	0.21837
1.5*	54.83	6.78	10.29	10.35	1.09508	50.07	5.558	0.21831
1.47058*	54.83	6.75	10.27	10.33	1.09485	50.08	5.556	0.21825
1.44117*	54.83	6.73	10.24	10.30	1.09461	50.09	5.553	0.21819
1.41176*	54.83	6.71	10.22	10.28	1.09451	50.09	5.552	0.21817
1.38235*	54.83	6.68	10.19	10.26	1.09428	50.10	5.550	0.21811
1.35294*	54.83	6.66	10.17	10.23	1.09404	50.11	5.547	0.21805
1.32352*	54.83	6.63	10.15	10.21	1.09381	50.12	5.544	0.21798
1.29411*	54.83	6.61	10.12	10.19	1.09371	50.13	5.543	0.21796
1.26470*	54.83	6.59	10.10	10.16	1.09348	50.14	5.541	0.2179
1.23529*	54.83	6.56	10.08	10.14	1.09324	50.15	5.538	0.21784
1.20588*	54.83	6.54	10.05	10.11	1.09301	50.16	5.535	0.21778
1.17647*	54.83	6.52	10.03	10.09	1.09291	50.17	5.534	0.21775
1.14705*	54.83	6.49	10.01	10.07	1.09268	50.18	5.532	0.21769
1.11764*	54.83	6.47	9.98	10.04	1.09244	50.19	5.529	0.21763
1.08823*	54.83	6.44	9.96	10.02	1.09221	50.20	5.527	0.21757
1.05882*	54.83	6.42	9.94	10.00	1.09211	50.20	5.525	0.21754
1.02941*	54.83	6.40	9.91	9.97	1.09188	50.21	5.523	0.21748
1	54.83	6.37	9.89	9.95	1.09165	50.22	5.5200	0.21742

Lampiran 2. Perhitungan Profil Muka Air pada

Sta	Ws1 (m)	y1	A1 (m ²)	P (m)	R	v1 (m/d)	Q (m ³ /d)	He1	Ws2 (m)	y2 (m)	A2 (m ²)	P (m)	R
0-98,3	10.018	3.518	50.229	21.685	2.316	1.092	54.830	10.079	10.042	3.518	50.229	21.685	2.316
98,3-196,6	10.042	3.518	50.229	21.685	2.316	1.092	54.830	10.103	10.066	3.518	50.229	21.685	2.316
196,6-294,9	10.066	3.518	50.229	21.685	2.316	1.092	54.830	10.127	10.090	3.518	50.229	21.685	2.316
884,7-983	10.233	3.518	50.229	21.685	2.316	1.092	54.830	10.294	10.257	3.518	50.229	21.685	2.316
983-1081,3	10.257	3.518	50.229	21.685	2.316	1.092	54.830	10.318	10.281	3.518	50.229	21.685	2.316
1081,3-1179,6	10.281	3.518	50.229	21.685	2.316	1.092	54.830	10.342	10.305	3.518	50.229	21.685	2.316
3047,3-3145,6	10.759	3.518	50.229	21.685	2.316	1.092	54.830	10.819	10.783	3.518	50.229	21.685	2.316
3145,6-3243,9	10.783	3.518	50.229	21.685	2.316	1.092	54.830	10.843	10.806	3.518	50.229	21.685	2.316
3243,9-3239	10.806	3.518	50.229	21.685	2.316	1.092	54.830	10.867	10.830	3.518	50.229	21.685	2.316

Penampang Saluran Normalisasi pada Bagian Hulu,
Tengah dan Hilir

Sumber: hasil perhitungan