KAJIAN GENANGAN BANJIR SUNGAI MUKE DI KABUPATEN TIMOR TENGAH SELATAN PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR DAN UPAYA PENGENDALIANYA

Priska G. Nahak[1)], Istiarto[2)], Bambang Yulistyanto[2)]

[1)]Politeknik Negeri Kupang – Jalan Adi Sucipto Pengfui Kupang
[2)] Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik UGM – Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta

ABSTRACT

Muke River is an ephemeral river located in District of Timor Tengah Selatan, Nusa Tenggara Timur Province. Flood occurs during rainy season inundating farm land and residensial area. Previous work has been done by Petrus G Bay (2007) indicated that flood levee and river normalization, could not purent flood from flowing into river bank around Oebelo and Toineke villages.

Present work deals with flood prevention by the use of retention area to reduce peak discharge and/or flood water level. Flood simulation was performed by the aid of HEC-RAS mathematical model.

The result of simulation show that the main cause of flood retention is the limited flow capacity of the river. Under existing condition and Q_{10}=575 m^3/s, river bank overflows occurs in 83.4% of entire river reach. Three retention areas of 3 x 50 ha are proposed along Muke River. These can reduce the peak flow by 73% and river bank overflow by 69%.

Keywords: Flood Retention, Flood Prevention, Retention Area

PENDAHULUAN

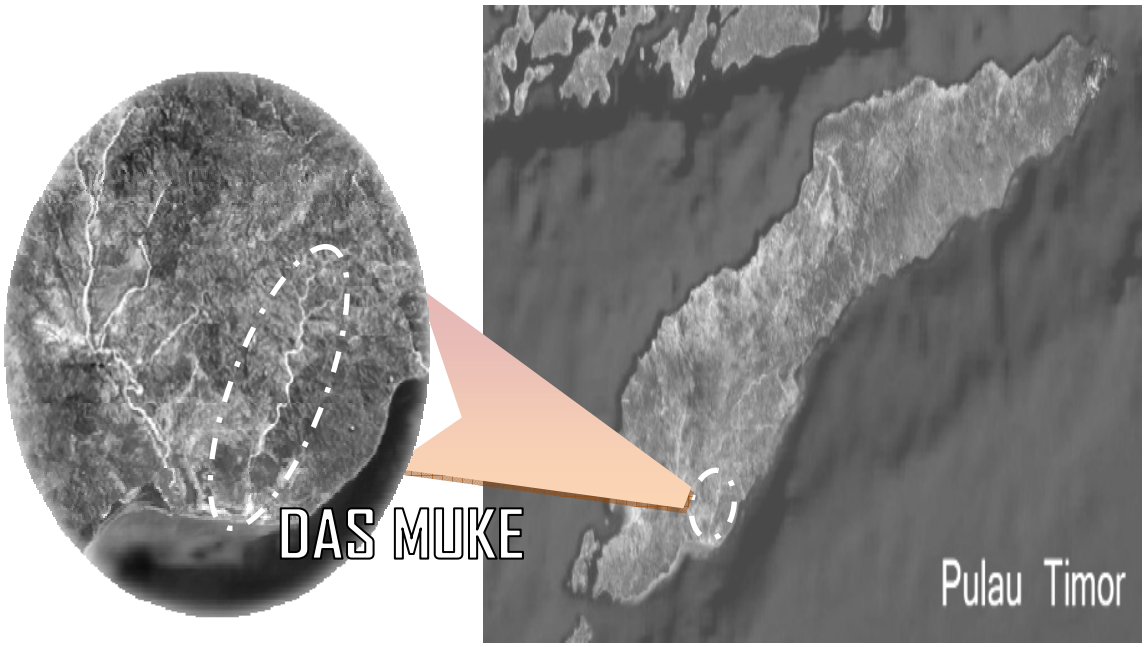
Sungai Muke yang terletak di Kabupaten Timor Tengah Selatan merupakan sungai ephemeral yang selalu mengalami banjir sehingga menggenangi daerah permukiman dan pertanian. Kajian penaggulangan banjir yang telah dilakukan oleh Petrus G. Bay (2007) diperoleh hasil bahwa setelah dilakukan penanganan banjir dengan tanggul dan normalisasi, ternyata masih juga terjadi genangan banjir pada bantaran sungai di sekitar Desa Oebelo dan Desa Toineke yang penyebab sebenarnya belum diketahui.

Penelitian ini merupakan upaya lanjutan untuk mempelajari penyebab utama terjadinya genangan, sehingga dapat ditentukan alternatif pengendalian banjir yang perlu diterapkan dalam memitigasi genangan banjir tersebut. Kajian ini dilakukan dengan menganalisis kapasitas tampang hidraulis sungai dalam mengalirkan debit banjir kala ulang 10 tahun (575 m^3/s). Analisa ini dilakukan dengan menggunakan alat bantu *software* HEC-RAS versi 4.0 Beta.

UPAYA PENGENDALIAN BANJIR SUNGAI MUKE

Upaya pengendalian banjir di Sungai Muke sudah dilakukan sejak tahun 2002 oleh CV. Patria Jasa, yang kemudian dilanjutkan oleh PT. Patria Jasa Nusa Prakarsa pada tahun 2004. Pola pengendalian banjir di Sungai Muke yang ditawarkan adalah normalisasi alur Sungai, Penanggulan, short cut dan by pass (Anonim, 2004).

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Petrus G. Bay (2007) yang melakukan kajian penanganan banjir di sungai Muke dengan menganalisis kapasitas tampang hidraulik penampang basah aliran sungai dengan besaran debit banjir rancangan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun dan 50 tahun dengan menggunakan *software* HEC-RAS versi 3.1.2., alternatif penanggulangan yang ditawarkan adalah berupa tanggul banjir dan normalisasi.



Gambar 1 Lokasi penelitian

Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa debit banjir yang terkonsentarsi pada palung sungai utama ($Q_{Channel}$) setelah dilakukan penanganan dengan debit rancangan 10 tahun (Q_{10}) menjadi 98.1 % dari sebelum dilakukan penanganan 94.8 %. Selain itu kondisi setelah dilakukan penanganan berupa tanggul banjir dan Normalisasi pada palung sungai, ternyata masih juga terjadi genangan banjir yang cukup besar pada bantaran sungai.

PELAKSANAAN PENELITIAN

1. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Untuk mendapatkan informasi mengenai karakteristik sungai dan penyebab banjir di Sungai Muke, maka dalam penelitian ini data sekunder yang digunakan bersumber dari Petrus G. Bay (2007) yang diperoleh dari laporan akhir dan gambar Rencana Proyek Pengendalian Banjir Sungai Muke oleh PT. Patria Jasa Nusa Prakarsa.

Data yang digunakan sebagai *input* dalam *software* HEC-RAS versi 4.0 Beta antara lain:

1. Data geometri sungai

Data geometri sungai berupa data tampang lintang (*cross section*) dan tampang memanjang (*long section*) Sungai Muke mulai dari batas hulu pemodelan RS. 285 (km 16.531) hingga ke muara sungai Muke RS. 0 (km 0).

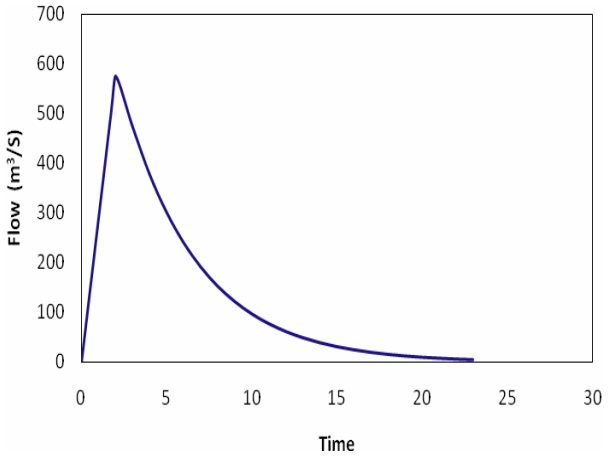
2. Data geometri bangunan air

Bangunan air yang berhubungan langsung secara hidraulik dengan aliran sungai yang terdapat di sepanjang ruas Sungai Muke antara lain Jembatan jalan raya Noemuke yang terdapat pada km 2.750 dan bangunan *free intake* pada km 7.900. Data yang diperoleh dari setiap bangunan air tersebut meliputi data dimensi bangunan dan data elevasi bangunan terhadap elevasi sungai utama. Khusus untuk *free intake* saat ini tidak difungsikan (ditutup sama sekali) karena tengah dalam kondisi rusak akibat terjangan banjir tahun 2000 dan 2004 sehingga dalam simulasi ini tidak disertakan.

3. Data aliran air

a. Data aliran di hulu

Data aliran di hulu yang diperoleh berupa *flow hydrograph* yang telah dihitung oleh Petrus G. Bay (2007) dengan menggunakan metode GAMA 1, sehingga untuk syarat batas hulu (*upstream boundary condition)* digunakan hidrograf banjir rancangan kala ulang 10 tahun dengan debit puncak sebesar 575 m^3/s, agar sesuai dengan debit rancangan untuk penanggulangan banjir pada studi terdahulu. Data *input* untuk syarat batas hulu (*upstream boundary condition)* disajikan pada Gambar 2.



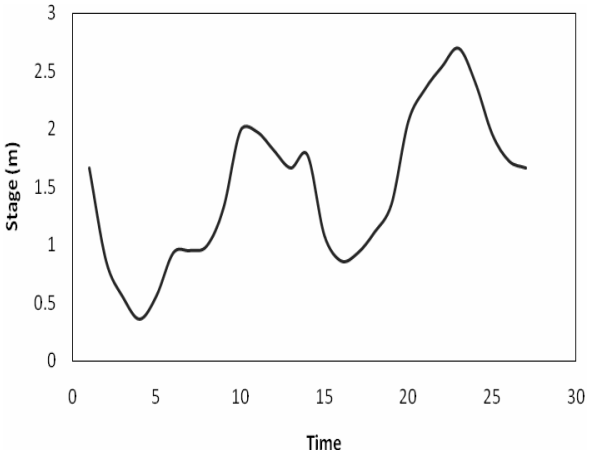
Gambar 2 *Flow hydrograph* untuk syarat batas hulu

b. Data aliran di hilir

Data aliran di hilir Sungai Muke yang diperoleh adalah berupa *stage hydrograph* yang juga bersumber dari Petrus G. Bay (2007). Hasil masukan *stage hydrograph* untuk *downstream boundary conditions* dapat dilihat pada Gambar 3.

4. Data aliran air untuk kalibrasi model

Data terukur (*observed data*) untuk keperluan kalibrasi model yang digunakan hanya berupa bekas-bekas tanda air banjir (*high water marks*) yang ditemukan di pohon. Tanda-tanda bekas banjir yang ditemukan dalam survey lapangan terletak pada tiga lokasi yaitu pada lokasi *cross section* L 117 (RS 151) dengan tinggi 1.2 m, *cross section* L 123 (RS 99) dengan tinggi 1.10 m, dan satu lagi terletak pada lokasi meander dengan tinggi 1.70 m. Untuk keperluan kalibrasi dalam penelitian ini, yang akan digunakan hanya data bekas banjir pada lokasi *cross section* L 117 (RS 151), sedangkan data pada *cross section* L 123 (RS 99) dan yang pada lokasi meander tidak dapat digunakan karena tidak memenuhi syarat.

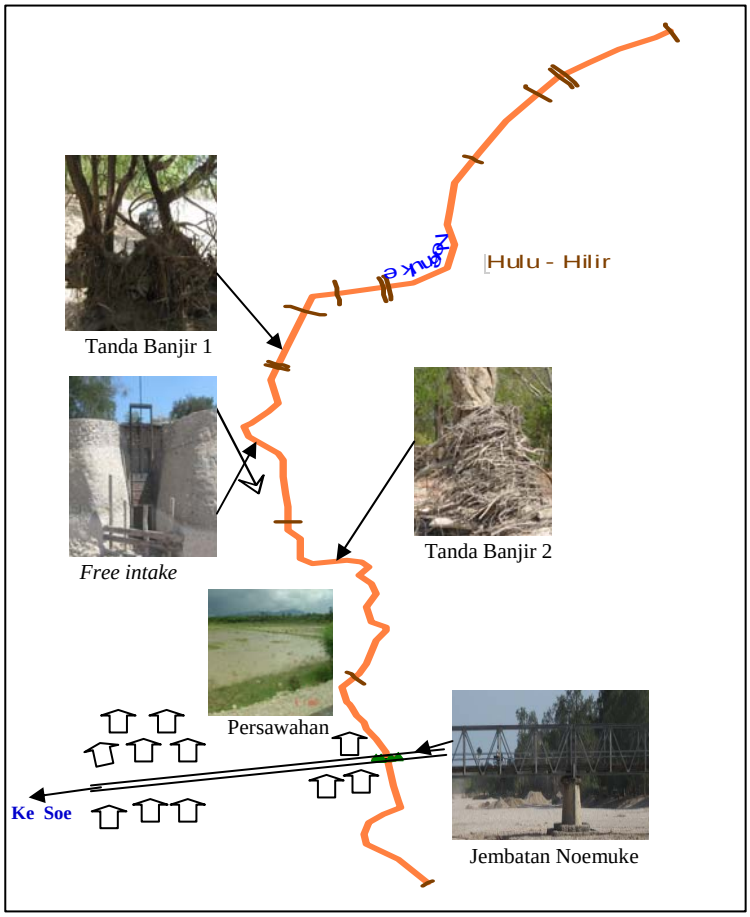


Gambar 3 *Stage hydrograph* untuk syarat batas hilir

2. Simulasi Awal Aliran Air

Simulasi awal aliran air ditujukan untuk melihat, kondisi hidraulis pada sungai asli setelah diberi masukan (*input*) data awal. Masukan (*input*) data yang dibutuhkan dalam simulasi aliran tak tetap (*unsteady flow*) dalam model HEC-RAS ini terdiri dari masukan (*input*) untuk *geometric data* dan *unsteady flow data.* Masukan untuk *geometric data* pada simulasi awal dimulai dengan pembuatan skema sistem sungai (*river system schematic*) yang dilanjutkan dengan pengisian data *cross section* dan data bangunan. Gambaran situasi di Sungai Muke disajikan pada Gambar 4.

Setelah *input geometric data,* kemudian dilanjutkan dengan input *unsteady flow data* yang terdiri dari syarat batas hulu (*upstream boundary condition)*, syarat batas hilir (*downstream boundary conditions*) dan *initial condition.* Setelah simulasi awal, dilanjutkan dengan kalibrasi model untuk menyesuaikan parameter-parameter yang terdapat dalam model sehingga hasil pemodelan nantinya dapat sesuai dengan data terukur (*observed data*) dengan tingkat akurasi yang dapat diterima.



Gambar 4. Gambaran situasi di Sungai Muke

3. Simulasi Akhir Aliran Air

Simulasi akhir aliran air ditujukan untuk melihat kondisi elevasi muka air maksimum yang terjadi setelah diberi penanganan dengan *storage area*. Masukan untuk data geometrik dan data aliran air dibuat sama dengan kondisi data pada simulasi awal pemodelan (kondisi sungai asli). Perubahan hanya pada penambahan *storage area* dan *lateral weir*.

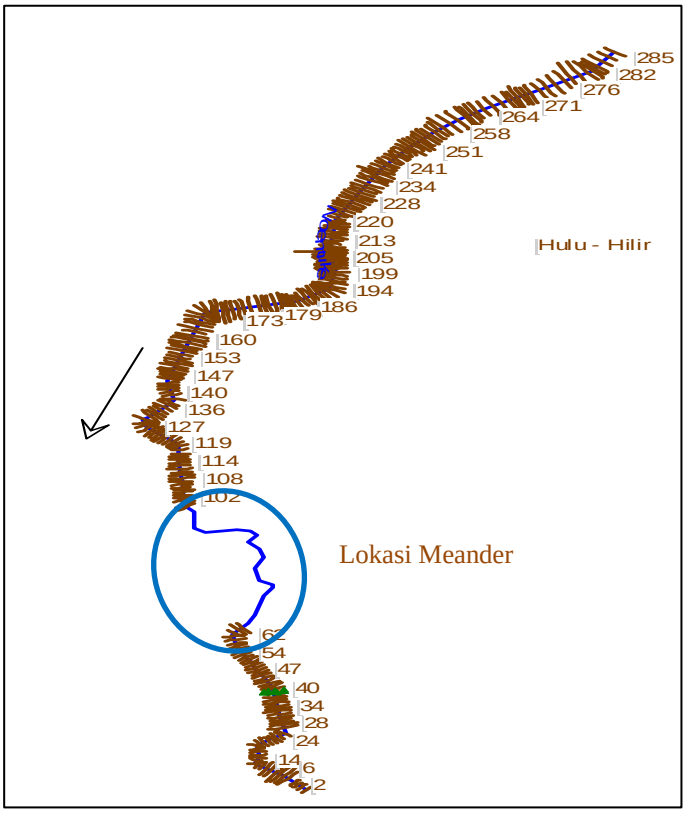
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Simulasi Awal Aliran Air

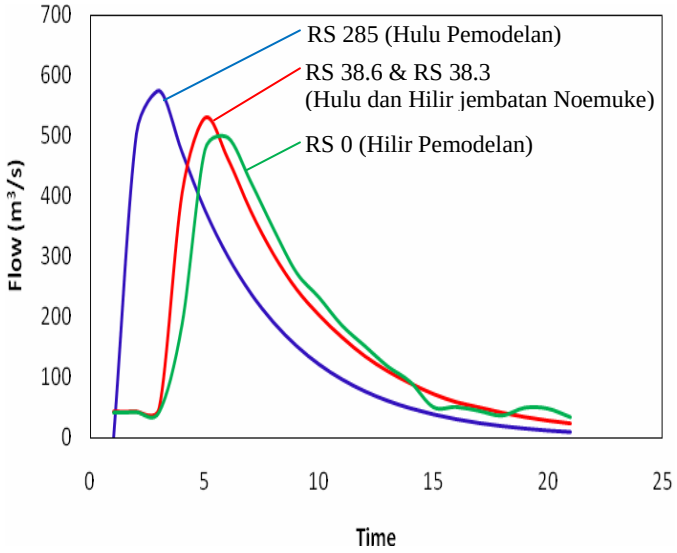
Simulasi awal aliran diawali dengan penentuan *bank full capacity* sungai yang dilakukan melalui simulasi *steady flow* dengan menggunakan masukkan debit yang dinaikkan secara bertahap hingga didapatkan besaran maksimum yang tidak mengakibatkan limpasan. Dari hasil simulasi didapatkan besaran *bank full capacity* Sungai Muke untuk ruas hulu antara RS 285 (km 16.531) – RS 174 (km 10.216) adalah sebesar 95 m^3/s, sedangkan untuk ruas hilir yaitu antara RS 173 (km 10.516) – RS 30 (km 1.469) adalah sebesar 150 m^3/s. Perhitungan *bankfull capacity* ini tidak dilakukan pada ruas sekitar muara yaitu mulai dari RS 29 hingga lokasi paling hilir pemodelan (RS 0), karena elevasi dasar sungai dan tanggul pada lokasi ini umumnya sangat kecil bahkan ada yang lebih rendah dari elevasi muka air laut sehingga walau tidak ada aliran air dari Sungai Muke pun, lokasi ini selalu tergenang.

Selanjutnya dilakukan simulasi untuk kondisi sungai asli dengan mode aliran *unsteady flow* . Simulasi awal ini dimulai dengan pembuatan skema sistem sungai (*river system schematic*), yang dilanjutkan dengan pengisian data *cross section* dan data bangunan. Ruas sungai yang dianalisis dengan HEC-RAS terdiri dari 285 *cross section*. *Lay out cross section* Sungai Muke disajikan pada Gambar 5.

Simulasi yang dilakukan untuk kondisi sungai asli dalam pemodelan ini diberi nama '*Plan existing*'. Hasil simulasi dengan *input* aliran berupa Q10 (575 m^3/s) menunjukkan bahwa secara umum terjadi limpasan pada hampir semua lokasi tinjauan, namun limpasan terbesar terjadi pada lokasi RS 0 (km 0) hingga RS 99 (km 6.267), sedangkan limpasan pada lokasi lain hanya terpusat pada beberapa titik yang tersebar sepanjang alur sungai. Penggambaran hidrograf pada lokasi peninjauan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 5 *River system schematic* sungai untuk simulasi awal



Gambar 6 Profil hidrograf hasil simulasi awal aliran.

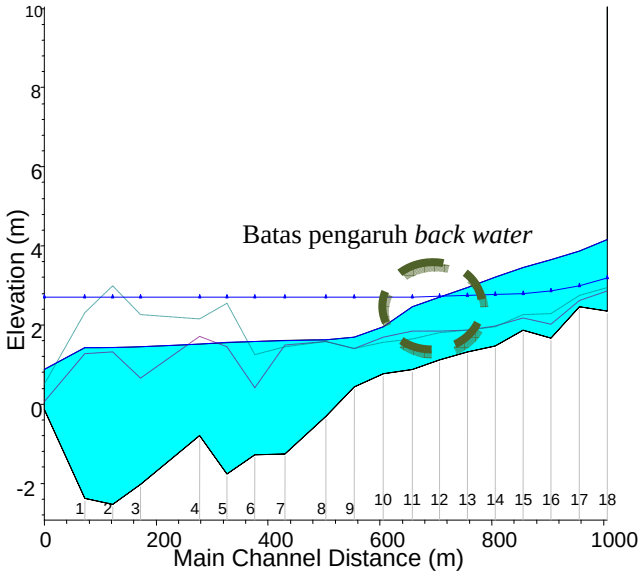
Berdasarkan hasil simulasi awal diketahui bahwa di ruas hulu pemodelan (RS 285), debit puncak yang terjadi sebesar 575 m^3/s dengan kecepatan alirannya 2.18 m/s. Sedangkan pada RS 38.6 dan RS 38.3 (*cross section* di hulu dan hilir jembatan), debit puncak mengalami penurunan menjadi 531 m^3/s dengan kecepatan aliran maksimumnya sebesar 2.67 m/s.

Debit puncak hidrograf terus mengalami penurunan hingga ke RS 0 yang merupakan muara Sungai Muke hingga menjadi 498 m^3/s dengan kecepatan alirannya sebesar 0.11 m/s. Hasil simulasi ini juga menunjukan bahwa pada muara sungai dari RS 0 hingga RS 12 sepanjang 0.700 km terjadi pembendungan *(back water*) akibat adanya pengaruh air pasang dari laut. Untuk jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7.

2. Kalibrasi Model

Hasil simulasi awal untuk kondisi sungai asli selanjutnya dikalibrasi agar hasilnya sesuai dengan data terukur (*observed data*). Untuk kondisi di Sungai Muke diperoleh data pengukuran berupa tanda bekas banjir pada lokasi RS 151 (km 9.005) setinggi 1.2 m. Pertama-tama kalibrasi dilakukan melalui simulasi dengan mode aliran tetap (*steady flow*). Hal ini dilakukan dengan mencoba beberapa nilai debit puncak dan nilai 'n', agar diperoleh tinggi muka air hasil simulasi yang mendekati nilai terukur. Dengan cara *trial and error* akhirnya diperoleh nilai debit puncak yang hasilnya mendekati nilai terukur adalah debit banjir dengan kala ulang 50 tahun (Q_{50} = 901 m^3/s). Sedangkan nilai koefisien kekasaran Manning (*Manning's roughness value*) yang diperoleh untuk LOB dan ROB adalah sebesar 0.06, dan untuk *channel* sebesar 0.0515.

Setelah dilakukan simulasi dalam mode aliran tetap (*steady flow*), maka selanjutnya dilakukan dengan simulasi aliran tak tetap (*unsteady flow*). Dari simulasi ini setelah dilakukan penyesuaian diperoleh nilai koefisien kekasaran Manning (*Manning's roughness value*) untuk LOB dan ROB adalah 0.06 sedangkan untuk *channel* adalah 0.055. Hasil ini yang selanjutnya digunakan untuk simulasi penanganan.



Gambar 7 Batas pengaruh *back water* Di muara Sungai Muke

3. Kajian Penyebab Banjir di Sungai Muke

Berdasarkan hasil simulasi dengan debit kala ulang 10 tahun dan survey lapangan, diketahui bahwa genangan banjir pada Sungai Muke terjadi hampir pada semua ruas namun genangan terparah terjadi pada daerah hilir mulai dari RS 0 hingga RS 99 (km 6.267) dan pada daerah hulu antara RS 250 (km13.959) – RS 285 (km 16.531). Hal ini secara umum disebabkan oleh kondisi *bankfull capacity* sungai yang sangat kecil yaitu antara 95 - 150 m^3/s, sehingga akan terjadi limpasan pada ruas-ruas kritis, bila debit banjir dari hulu melampaui kapasitas tampungnya. Kondisi *bankfull capacity* yang kecil selain terjadi karena tingginya sedimentasi disepanjang alur sungai akibat erosi alur dan longsoran tebing sungai, juga karena kondisi tebing sungai yang tidak terlalu tinggi, bahkan ada yang tingginya hampir sama dengan elevasi dasar sungai.

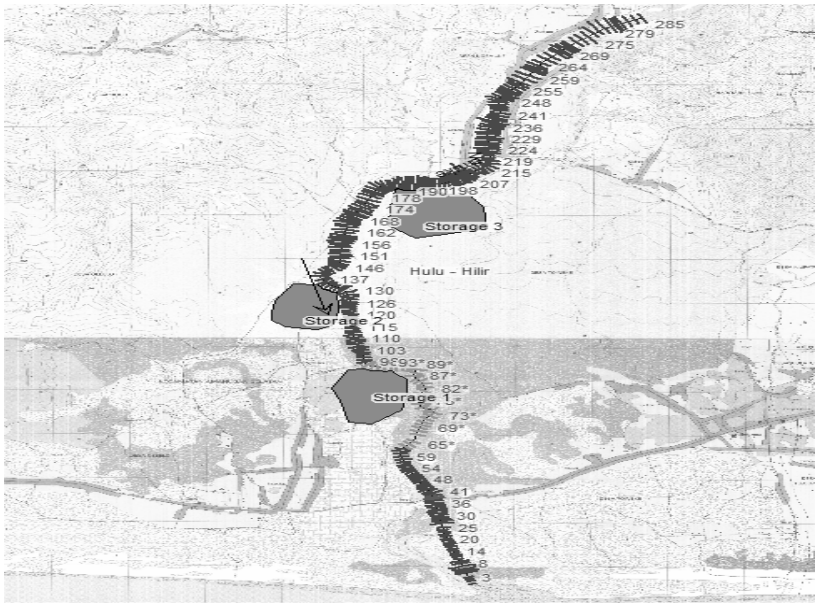
4. Hasil Simulasi untuk Kondisi Penanganan dengan *storage*

Simulasi alternatif penanganan dengan *storage area* diberi nama '*Plan Storage*'. Simulasi ini dilakukan dengan membuat lokasi-lokasi penampungan air (*retention area*) pada saat banjir.

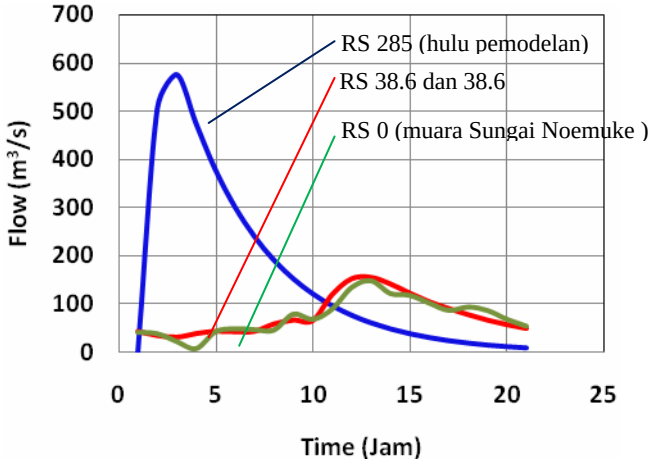
Berdasarkan hasil simulasi tersebut diketahui bahwa simulasi dengan 3 buah *storage area* yang masing-masing memiliki luas ±500.000 m^2 (50 ha) dengan kedalaman ±3 – 4 m, ternyata memberikan hasil yang cukup signifikan dalam mereduksi debit banjir yang terjadi. Gambar situasi penanganan dengan *storage area* dapat dilihat pada Gambar 8.

Hasil simulasi untuk kondisi penanganan dengan *storage area* menunjukkan bahwa di bagian hilir *storage area*, terjadi penurunan debit puncak yang cukup signifikan. Grafik profil hidograf untuk lokasi tinjauan disajikan pada Gambar 9.

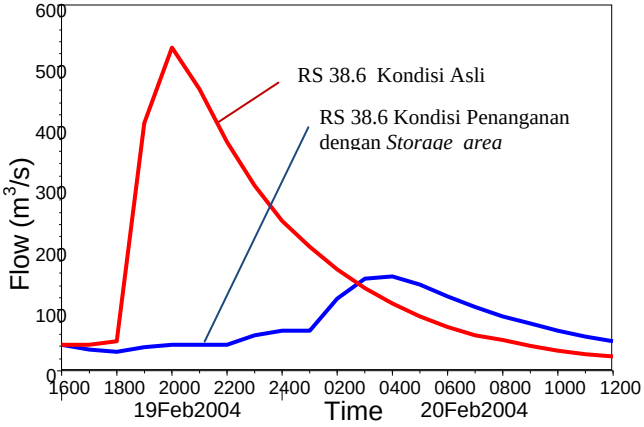
Pada lokasi di hulu *storage area* tepatnya pada RS 285, debit puncaknya tidak mengalami perubahan. Sedangkan pada RS 38.6 dan RS 38.3 (hulu dan hilir jembatan) debit puncak yang terjadi sebesar 154 m^3/s. Ini berarti bahwa kehadiran *storage area* berhasil mereduksi aliran banjir sebesar 421 m^3/s atau 73% dari *input* debit puncak sebesar 575 m^3/s. Pada lokasi ini juga terjadi penurunan elevasi muka air yang cukup besar, dimana pada simulasi awal terjadi limpasan banjir sebesar 73.9%, namun setelah diberi penanganan dengan *storage area* terjadi penurunan limpasan hingga menjadi 2.6%. Kondisi aliran pada lokasi tinjauan di Jembatan Noemuke dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 8 *River system schematic* pada simulasi penanganan dengan *storage area*



Gambar 9 Profil hidrograf aliran hasil simulasi penanganan dengan *storage area*



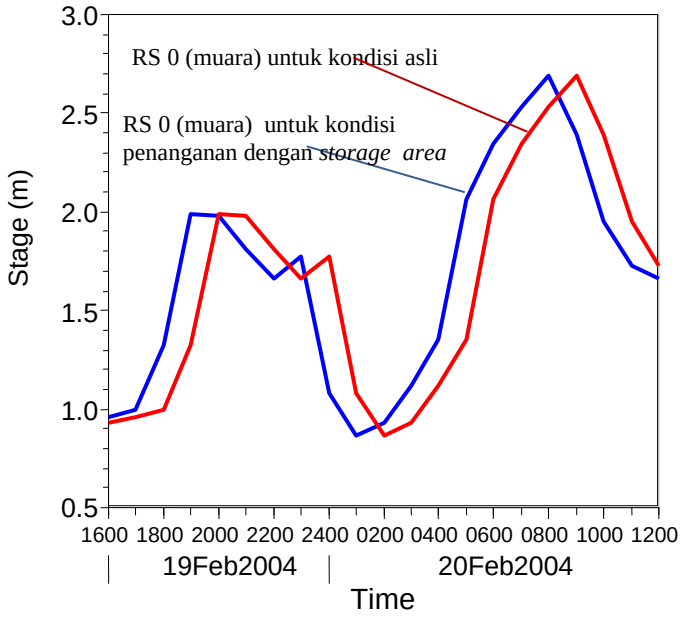
Gambar 10 Profil hidrograf pada Jembatan Noemuke

Pada lokasi tinjauan di RS 0 yang merupakan muara Sungai Muke juga terjadi penurunan debit puncak dari kondisi asli sebesar 498 m^3/s menjadi 150 m^3/s atau 70%. Sedangkan untuk kondisi elevasi muka air pada lokasi muara sungai yaitu RS 0 hingga RS 3 (km 0.172) tidak terjadi perubahan. Pada lokasi ini walaupun telah terjadi penurunan elevasi muka air banjir, namun masih tetap mengalami genangan yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan oleh kondisi elevasi tebing dan dasar sungai yang sangat rendah, bahkan ada yang lebih rendah dari elevasi muka air laut. Kondisi elevasi muka air di muara Sungai Muke dapat dilihat pada Gambar 11.

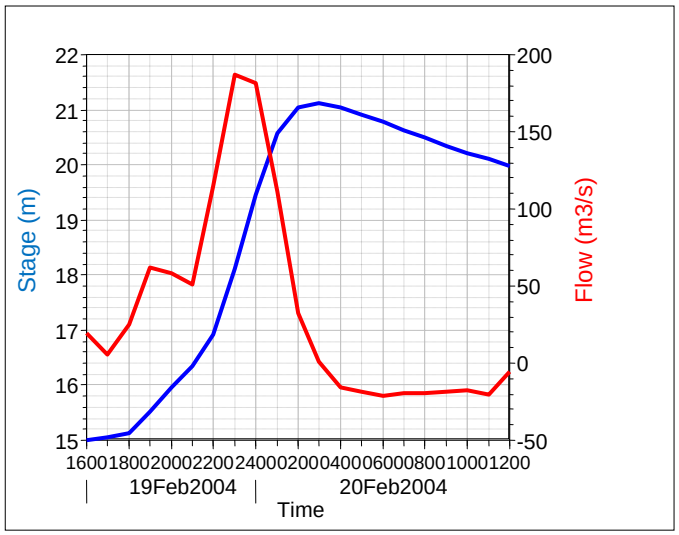
Kondisi Hidraulis pada *storage area* dan *lateral weir*

1. Lateral weir 96.5 dan storage 1

Berdasarkan hasil simulasi penanganan dengan *storage* diketahui debit puncak yang melimpas (*peak flow leaving)* di *lateral weir* (96.5 LS) adalah sebesar 187 m^3/s dengan volume air total yang masuk ke *storage area* (*storage* 1) sebesar 2,473,610 m^3. Pada kondisi ini elevasi muka air maksimum di *storage* 1 adalah sebesar 21.11 m, yang kemudian menurun hingga elevasi 19.99 m. Gambar kondisi hidraulis pada *storage* 1 disajikan pada Gambar 12.



Gambar 11 Kondisi elevasi muka air di Muara



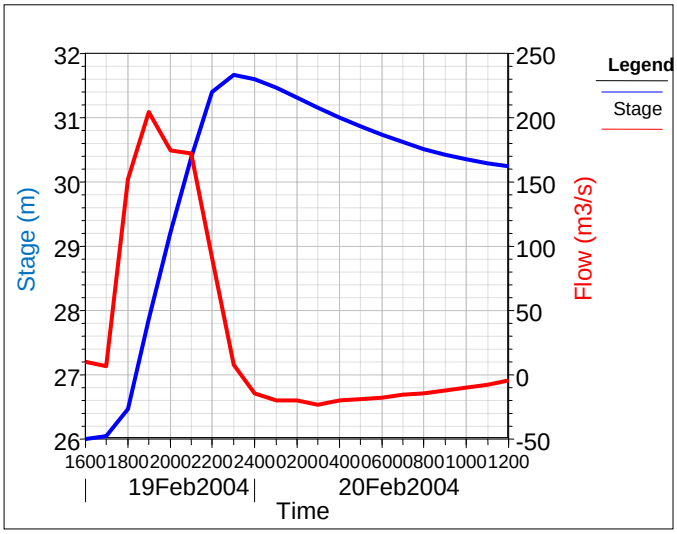
Gambar 12 Kondisi hidraulis pada *storage* 1

2. Lateral weir 136.5 dan storage 2

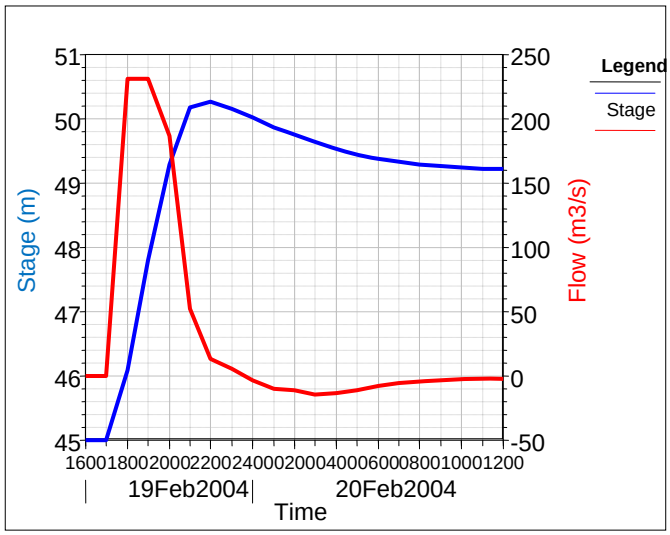
Berdasarkan hasil simulasi diketahui debit puncak yang melimpas (*peak flow leaving)* di *lateral weir* (136.5 LS) adalah sebesar 204 m^3/s dengan volume air total yang masuk ke *storage area* (*storage* 2) sebesar 2,222,670 m^3 m^3. Pada kondisi ini elevasi muka air maksimum di *storage* 2 adalah sebesar 31.66 m yang kemudian turun menjadi 30.24 m. Gambar kondisi hidraulis pada *storage* 2 disajikan pada Gambar 13.

3. *Lateral weir 191.1 dan storage 3*

Berdasarkan hasil simulasi diketahui debit puncak yang melimpas (*peak flow leaving)* di *lateral weir* (191.1 LS) adalah sebesar 212 m^3/s dengan volume air total yang masuk ke *storage area* (*storage* 3) sebesar 2309430 m^3. Pada kondisi ini elevasi muka air maksimum di *storage* 3 adalah sebesar 45.54 m yang kemudian menurun hingga sebesar 44.65 m. Gambar kondisi hidraulis pada *storage* 3 disajikan dalam Gambar 14.



Gambar 13 Kondisi hidraulis pada *storage* 2



Gambar 14 Kondisi hidraulis pada *storage* 3

5. Rekomendasi Penanganan Banjir di Sungai Muke

Berdasarkan hasil kajian terdahulu yang dilakukan oleh Petrus G. Bay, 2007, menghasilkan rekomendasi untuk penanganan banjir di Sungai Muke berupa perbaikan alur melalui pembutan tanggul dan normalisasi, namun dari hasil kajian tersebut terlihat bahwa setelah dilakukan penanganan masih terjadi limpasan pada daerah hilir.

Dalam kajian ini alternatif penanganan terhadap genangan banjir yang direkomendasikan adalah dengan membuat *storage area*. Hasil simulasi penanganan dengan *storage area* menunjukkan bahwa *storage area* cukup signifikan dalam mereduksi debit banjir dan menurunkan elevasi muka air, sehingga limpasan yang terjadi sebesar 2.6% yang hanya terpusat pada lokasi-lokasi kritis.

Akibat keterbatasan data maka simulasi ini hanya menghasilkan rekomendasi berupa alternatif penanganan terhadap genangan banjir yang sering terjadi terutama di daerah hilir aliran Sungai Muke (Desa Oebelo dan Desa Toineke) melalui pembuatan *storage area*. Sedangkan untuk kebutuhan desain dan pelaksanaan pembuatan *storage area*, perlu adanya studi lanjutan yang lebih mendalam

terutama dalam menentukan lokasi dan tipe *storage area* yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lapangan.

PENUTUP

Kesimpulan

Memperhatikan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Penyebab utama terjadinya genangan banjir di sekitar Desa Oebelo dan Desa Toineke yang juga terletak pada hilir Sungai Muke adalah karena rendahnya kapasitas tampang maksimum (*bank full capacity*) sungai.
2. Alternatif penanganan yang direkomendasikan untuk dapat menampung debit banjir dengan kala ulang 10 tahun (575 m^3/s) adalah dengan membuat ± 3 buah *storage area* dimana luas tiap *storage* ± 50 ha dengan kedalaman ± 3-4 m.
3. Berdasarkan hasil simulasi untuk penanganan terhadap genangan banjir yang terjadi di Sungai Muke diketahui bahwa *storage area* cukup signifikan dalam mereduksi debit banjir yaitu:
   a. Debit puncak banjir pada bagian hilir *storage area* secara umum mengalami penurunan hingga 73% dari hasil simulasi awal untuk kondisi asli sungai.
   b. Elevasi muka air maksimum juga mengalami penurunan, yang ditunjukkan oleh adanya penurunan limpasan banjir sebesar 69% yaitu dari 71.8% menjadi 2.6%.
   c. Adanya peningkatan kapasitas tampang pada ruas hilir yaitu dari 28.2% menjadi 97.4%. Hal ini terjadi karena adanya penurunan debit puncak banjir yang mengalir pada ruas ini yaitu dari 531 m^3/s pada simulasi awal menjadi 154 m^3/s pada simulasi penanganan dengan *storage area*
4. Kondisi hidraulis di setiap *storage area* menunjukkan bahwa keberadaan ke tiga *storage area* ini mampu menahan dan menampung aliran total sebesar 6,965,540 m^3.

Saran

Dari kesimpulan yang ada serta melihat kondisi banjir yang sering terjadi di sungai Muke, maka ada beberapa saran untuk ditindaklanjuti yaitu :

1. Karena kajian ini tidak mencakup perhitungan tingkat erosi dan sedimentasi, maka perlu adanya suatu kajian lanjutan yang mengkaji tentang tingkat erosi dan sedimentasi di sepanjang alur Sungai Muke dan pengaruhnya terhadap *storage area*
2. Perlu adanya pembuatan bangunan pengendali sedimen di daerah hulu, karena selain berfungsi untuk menampung sedimen, juga dapat mengendalikan laju trasport sedimen ke arah hilir.
3. Pengendalian erosi pada tebing sungai sebaiknya dilakukan dengan membuat struktur penahan gerusan (bangunan perkuatan tebing) dan bangunan pengarah aliran terutama pada lokasi-lokasi tikungan sungai, sehingga dapat mengurangi pasokan sedimen ke alur sungai akibat longsoran tebing pada saat banjir.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2006, *River Analysis System HEC-RAS User's Manual*, US Army Corps of Engineers, Hydraulic Engineering Centre.

Anonim, 2002, *River Analysis System HEC-RAS Hydraulic Reference Manual*, US Army Corps of Engineers, Hydraulic Engineering Centre.

Anonim, 2004, *Laporan Akhir Detail Desain Prasarana Pengendalian Banjir Sungai Muke*, Proyek Pengendali Banjir dan Pengaman Pantai, Patria Jasa, CV., NTT

Bay G. Petrus, 2007, *Kajian Penanganan Banjir di Sungai Muke Kabupaten Timor Tengah Selatan Propinsi Nusa Tenggara Timur*, Tesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.