

# Analisa Sistem Pengendalian Banjir Daerah Aliran Sungai (DAS) APO Kota Jayapura Propinsi Papua

Andung Yunianta

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sistem Informasi, Universitas Yapis Papua

## ABSTRACT

Salah satu aspek yang paling penting untuk ditata dan disempurnakan dalam pembangunan infrastruktur adalah prasarana pengendalian banjir di Kota Jayapura. Sistem Pengendalian Banjir Kota Jayapura akan menjadi dasar untuk perencanaan dan pembangunan dimasa yang akandatang yang bertujuan untuk mendukung pembangunan kota, terutama guna mendorong berkembangnya sektor perekonomian. Terjadinya banjir di Kota Jayapura diakibatkan karena terjadi penyempitan dan pendangkalan oleh sedimentasi sampah dan lumpur, mulai dari hilir hingga sampai muaranya yang mengakibatkan terjadi luapan air/banjir bila terjadi hujan yang deras dan lama pada kawasan tersebut. Solusi teknis guna mengendalikan ketinggian muka air sungai-sungai di Kota Jayapura, sehingga tidak membahayakan fasilitas-fasilitas yang ada di sekitarnya dan juga pemukiman. Metodologi terbaik apa yang paling tepat dan perlakuan/pembangunan apa yang sangat dibutuhkan. Tentunya sasarannya untuk mendapatkan arah penataan sungai yang ramah lingkungan dan ekonomis. Pengendalian sumber daya air adalah usaha-usaha untuk mengambil manfaat seoptimal mungkin dari potensi yang terkandung di dalamnya tanpa merusak lingkungan serta mengendalikan daya rusaknya, dalam hal ini terutama adalah sungai. Perlindungan sumber daya air dilakukan mengingat telah rusak akibat banjir. Keberhasilan suatu pembangunan adalah bila seluruh rangkaian kegiatan pengembangan dilaksanakan sesuai rencana. Selain untuk melindungi juga merawat kelangsungan sumber daya air tersebut, dalam arti tidak sekedar melindungi tetapi juga bernilai estetika. Agar terlihat nyaman dan indah.

**Keywords:** Pengendalian, Banjir, DAS APO

## 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Terjadinya banjir di Kota Jayapura pada tahun 2014 terutama dikawasan Daerah Aliran Sungai (DAS) APO diakibatkan terjadi penyempitan dan pendangkalan oleh sedimentasi sampah dan lumpur, mulai dari hilir hingga sampai muaranya yang mengakibatkan terjadi luapan air/banjir bila terjadi hujan yang deras dan lama pada kawasan tersebut.

Apabila hal ini tidak segera ditangani maka dikhawatirkan akan merusak daerah pemukiman penduduk, fasilitas umum serta bangunan lainnya. Untuk itu diperlukan suatu sistem pengendalian banjir serta sesuai dengan kondisi lingkungan yang ada sehingga dapat mencegah terjadinya banjir.

### 1.2 Rumusan Masalah

- Terjadinya penebangan pohon yang ada di sepanjang sungai secara berlebihan.
- Kurangnya reboisasi atau penanaman lahan kembali.
- Terjadinya aliran permukaan yang besar ketika terjadi hujan.
- Tingkat erosi yang tinggi pada lahan atau daerah aliran sungai APO.

### 1.3 Batasan Masalah

- Lokasi penelitian berada di Wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) APO, Distrik Jayapura Utara, Kota Jayapura Propinsi Papua.
- Analisa kondisi eksisting wilayah daerah aliran sungai APO yang menyebabkan terjadinya banjir.
- Menentukan alternatif jenis-jenis penanganan banjir dan membuat desain bangunan pengendalian banjir dan erosi.

### 1.4 Tujuan Penelitian

- Menghasilkan analisa penyebab terjadinya banjir dan kerusakan lahan pada wilayah daerah aliran sungai (DAS) APO.
- Mendapatkan berbagai alternative desain bangunan pengendalian banjir di wilayah daerah aliran sungai (DAS) APO.

## 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Analisa Hidrologi

Dalam merencanakan suatu sistem bangunan pengendali banjir, diperlukan perkiraan besarnya debit banjir yang mungkin terjadi di lokasi pekerjaan. Karena periode pengamatan banjir di lokasi pekerjaan kurang memadai, maka perkiraan banjir dihitung

berdasarkan data hujan. Adapun besarnya banjir yang terjadi di suatu wilayah sangat dipengaruhi oleh tinggi dan intensitas hujan wilayah, luas DAS, dan tata guna lahannya.

Analisis data hujan dimaksudkan untuk menyiapkan data hujan terolah untuk tujuan analisis selanjutnya. Dalam studi ini analisis-analisis yang memerlukan data hujan terolah masing-masing adalah analisis curah hujan rancangan dan analisis debit banjir rancangan.

## 2.2 Analisa Curah Hujan

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan. Curah hujan ini disebut dengan curah hujan daerah yang dinyatakan dalam mm. Curah hujan rerata daerah ini dipakai untuk mendapatkan curah hujan yang dapat mewakili suatu daerah yang ditinjau.

Sebelum menghitung curah hujan rencana harus ditentukan dulu hujan daerah yang mewakili lokasi pekerjaan dan rata-rata hujan merupakan hasil penjumlahan hujan dimasing masing stasiun. Dari hasil uji konsistensi data curah hujan yang telah dilakukan, diperoleh data curah hujan terkoreksi dari masing-masing stasiun penakar hujan.

Jika data hujan tidak konsisten karena perubahan atau gangguan lingkungan di sekitar tempat penakar hujan dipasang misalnya penakar hujan terlindung oleh pohon, terletak berdekatan dengan gedung tinggi, perubahan cara penakaran dan pencatatan, pemindahan letak penakar dan sebagainya, memungkinkan terjadi penyimpangan terhadap trend semula.

Outlier adalah data yang menyimpang cukup jauh dari trend kelompoknya. Keberadaan outlier biasanya mengganggu pemilihan jenis distribusi suatu sampel data, sehingga outlier ini perlu dibuang. Untuk estimasi debit banjir, outlier bawah dapat langsung dibuang namun outlier atas harus dipertimbangkan masak-masak, perlu dibandingkan dengan data hujan atau banjir historis dan informasi hujan atau banjir dari stasiun-stasiun di dekatnya.

Curah hujan rancangan adalah curah hujan tahunan dengan suatu kemungkinan terjadi yang tertentu, atau hujan dengan suatu kemungkinan periode ulang tertentu. Metode analisa hujan tersebut pemilihannya sangat tergantung dari kesesuaian parameter statistik dari data yang bersangkutan atau dipilih berdasarkan pertimbangan-pertimbangan teknis lainnya.

Pengujian kesesuaian terhadap data hujan ini dimaksudkan untuk mengetahui kebenaran akan distribusi yang digunakan. Dalam studi ini akan digunakan uji kesesuaian dengan menggunakan dua metode, yaitu Smirnov-Kolmogorov dan Kai Square.

## 2.3 Analisa Hidrolika

Kondisi alamiah pengaliran sungai merupakan aliran tidak tetap terhadap waktu (*unsteady flow*), namun dalam kondisi tertentu dan untuk penyederhanaan kadang-kadang dianggap alirannya tetap. Penyederhanaan ini dilaksanakan karena dalam perhitungan aliran tidak tetap diperlukan iterasi yang panjang dan kompleks.

Analisis perilaku sungai merupakan suatu analisis yang bukan saja kompleks, namun juga cukup rumit, dimana dalam analisis sistem ini perlu dilakukan iterasi yang dilakukan secara berulang dengan parameter-parameter tertentu untuk mencari variabel-variabel yang tertentu baik pada aliran kondisi permanen (*Steady Flow*) maupun aliran kondisi non permanen (*Unsteady Flow*).

Hydrologic Engineering Center-River Analysis System (HEC-RAS) adalah paket program yang dapat digunakan untuk menghitung profil muka air satu dimensi (*one-dimensional*) untuk kondisi aliran tetap berubah lambat laun (*steady gradually varied flow*) pada saluran alam (sungai) atau saluran prismatic.

Sehingga dengan menggunakan program ini maka dapat dilihat pprofil muka air banjir pada suatu sungai dengan kala ulang tertentu dimana nantinya dapat diketahui daerah yang merupakan kawasan rawan banjir yang perlu untuk dilakukan penanganan.

## 2.4 Debit Banjir Rancangan

Dalam perencanaan dan perhitungan bangunan air, hidrologi merupakan bagian dari analisis yang amat penting, dari sini dapat dianalisis besaran-besaran nilai ekstrim yang terjadi baik itu debit terkecil maupun yang terbesar, karena banyak perhitungan teknis bangunan-bangunan teknis yang didasarkan atas frekwensi nilai-nilai tertentu dari peristiwa-peristiwa ekstrim.

# 3 METODOLOGI PENELITIAN

## 3.1 Pengumpulan Data

Secara umum jenis data yang akan dikumpulkan dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu data sekunder dan data primer (inventarisasi lapangan). Yang dimaksud dengan data sekunder adalah segala informasi yang diperoleh secara tidak langsung atau diperoleh dari pihak lain. Data sekunder dapat berupa catatan, hasil

pengukuran, hasil analisis yang diperoleh oleh suatu instansi atau tim studi, buku-buku laporan pekerjaan dan peraturan kebijaksanaan daerah. Sedangkan data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung yang meliputi hasil pengamatan, pencatatan, pengukuran dan wawancara langsung pada sumber-sumber yang relevan. Realisasi untuk mendapatkan data tersebut adalah melalui survai lapangan.

### 3.2 Metode Survey

#### 3.2.1 Survey Topologi

Tachimetri adalah suatu cara pemetaan, di mana kedudukan tinggi dari tanah dinyatakan dengan garis-garis tinggi. Dahulu sebelum ada tachimetri, titik-titik tinggi ditentukan di lapangan dengan pertolongan waterpassing dan kemudian letak titik ini diukur. Dengan cara tachimetri kita menentukan titik-titik di lapangan, di mana helling dari titik-titik tersebut dianggap tegak lurus. Kemudian titik-titik ini dilukis di atas peta menurut letak dan tingginya, sehingga garis-garis tinggi dapat disisipkan diantara titik-titik yang diukur tersebut.

Tujuan tachimetri adalah menggambarkan kembali bentuk lapangan. Pada tachimetri selain diadakan pengukuran situasinya, juga sekaligus pengukuran tingginya (ini dinamakan tachimetri klasik atau tachimetri lapangan). Pada pemetaan skala besar ( 1:100, 1:500, 1:1000 ), maka pengukuran bangunan-bangunan tersebut lebih teliti dibandingkan pengukuran tingginya. Karena keterbatasan ketelitian dari pengukuran jarak optis, maka tachimetri hanya terbatas pada pemetaan skala kecil ( 1:2000, 1:5000, 1:10000, 1:25000 ), di mana bangunan-bangunan tersebut dapat diukur secara tachimetris. Tachimetri dengan pengukuran jarak benang dipakai dalam pengukuran topografis.

#### 3.2.2 Survey Mekanika Tanah

Untuk mendapatkan sebuah bangunan perencanaan yang aman baik dari segi konstruksi maupun dari segi lingkungan maka diperlukan adanya penyelidikan tanah yang menjadi dasar untuk menentukan jenis pondasi bangunan yang paling cocok untuk lokasi tersebut. Pada tahap awal perencanaan, diadakan penyelidikan tanah.

Penyelidikan tanah ini bertujuan untuk mengetahui daya dukung tanah dari bermacam-macam lapisan tanah dalam hubungannya dengan sifat dan karakteristik dari tanah melalui pemeriksaan laboratorium, serta untuk mendapatkan secara empiris tentang daya dukung tanah melalui percobaan dengan alat sondir yang dapat dipakai sebagai kerangka dasar

pada perencanaan pondasi bangunan sehingga diperoleh perencanaan yang aman dan murah.

## 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Gambaran Umum Lokasi

Kota Jayapura yang merupakan ibu kota Provinsi Papua, secara geografis terletak di bagian utara Provinsi Papua yaitu pada 10 28' 17,26" – 30 58' 0.82" Lintang Selatan dan 137 34' 10.6" – 141 0' 8.22" Bujur Timur.

Topografi lahan Kota Jayapura secara umum dikelompokkan menjadi 3 yaitu :

- a) Morfologi Dataran  
Morfologi dataran mempunyai karakteristik kemiringan lereng 0-8 % dengan penyebarannya sekitar 25% wilayah Kota Jayapura. Dataran ini terdiri dari dataran pantai, rawa dan dataran alluvial.
- b) Morfologi bergelombang  
Morfologi bergelombang menempati  $\pm 10\%$  dari wilayah Kota Jayapura, penyebaran satuan ini hampir di seluruh wilayah dengan luas yang bervariasi dimana karakteristik kemiringan lereng 8-30% dan disusun oleh batuan sedimen dan metamorf.
- c) Morfologi Terjal  
Morfologi terjal menempati  $\pm 65\%$  dari wilayah Kota Jayapura. Berdasarkan sebarannya, morfologi terjal banyak dijumpai di bagian barat wilayah Kota Jayapura. Kemiringan lereng dari morfologi terjal berkisar 30-60% yang tersusun oleh batuan metafort dan batuan sedimen.
- d) Kondisi Hidrologi  
Intensitas curah hujan Kota Jayapura tergolong tinggi, yaitu berkisar 1500-2500 mm/tahun. Secara umum musim hujan terjadi antara bulan Desember sampai Maret, meskipun pada bulan-bulan yang lain juga terjadi hujan dengan ferkuensi yang lebih sedikit. sehingga praktis sepanjang tahun, Kota Jayapura mengalami hujan. Kelembaban udara rata-rata mencapai 85 %, kecepatan angin rata-rata di bawah 15 km/jam.  
Beberapa sungai seperti Kali Kujabu, Kali Entrop II, Kali Kloofkamp dan Kali APO dijadikan sebagai sumber air bersih yang dikelola oleh PDAM. Selain itu, sebagian masyarakat juga menggunakan air tanah berupa sumur (air tanah dangkal) yang kedalamannya berkisar antara 1-3 meter sebagai sumber air bersih. Air tanah di daerah datar yang berada di tepi pantai atau rawa mempunyai tinggi muka air sekitar 1 meter,

terdapat di kelurahan Gurabesi, sekitar pasar Hamadi di kelurahan Argapura, Entrop, Kotaraja dan Muara Tami.

e) Kondisi Iklim

Kota Jayapura secara garis besar beriklim tropis dengan klasifikasi iklim menurut Koppen termasuk tipe Af-Aw dimana pengaruh angin pasang dan angin musim tenggara sangat besar. Suhu udara rata-rata 280C, suhu udara maksimum pada siang hari antara 300-320C sedangkan suhu minimum berkisar 240-250C.

f) Tata Guna Lahan

Untuk mendukung struktur ruang yang direncanakan, pengembangan wilayah Kota Jayapura dibagi menjadi 7 (tujuh) Pusat Permukiman. Masing-masing pusat permukiman dikembangkan dengan fungsi yang sesuai dengan kondisi, potensi, dan strategi pengembangannya.

Pusat pelayanan kota adalah pusat pelayanan yang melayani seluruh wilayah kota dan/atau regional. Pusat pelayanan kota dikembangkan berdasarkan pada aspek strategis lokasi, konektivitasnya terhadap jaringan jalan, potensi eksisting, serta mendukung peran/fungsi Kota Jayapura berdasarkan kebijakan tata ruang pada skala yang lebih tinggi, yaitu RTRW Provinsi Papua dan RTRWN. Pusat pelayanan kota yang dimaksud adalah Kelurahan Gurabesi (Distrik Jayapura Utara), Distrik Jayapura Selatan (Kelurahan Numbay, Kelurahan Argapura, Kelurahan Hamadi, dan Kelurahan Entrop).

#### 4.2 Kondisi Eksisting DAS APO

Secara umum Kota Jayapura terletak pada hilir sungai-sungai yang merupakan daerah pemukiman padat. Kota Jayapura dilewati oleh beberapa sungai/Sungai secara umum mengalir ke arah utara dan selatan yang dipisahkan oleh pegunungan yang membentang dari barat ke timur.

Aliran permukaan (surface run off) yang besar dan secara umum panjang alur sungai relatif pendek dan sebagian kemiringan sungainya terjal dengan kecepatan aliran yang tinggi. Hal ini terbukti jika turun hujan, banyak material/sedimen yang terbawa oleh aliran sungai dengan indikasi warna kecoklatan.

Kondisi Sungai APO memiliki lebar sekitar 4-10 meter dengan material berupa pasir dan batu berukuran sedang sampai besar (bolder) serta volume sedimen relatif banyak. Kondisi hulu masih berupa hutan sedangkan pada hilir padat pemukiman, bahkan ada beberapa rumah yang berada diatas badan Sungai. Karakteristik Sungai APO ini merupakan Sungai periodik dimana air pada tidak terjadi hujan masih ada

tetapi pada waktu hujan terjadi peningkatan debit yang cukup besar karena memiliki kemiringan yang relatif curam dan pendek sedikit bermeander.

#### 4.3 Penyebab Banjir Kawasan DAS APO

Definisi banjir adalah naiknya permukaan air yang sampai masuk ke kawasan pemukiman dan fasilitas-fasilitas umum lainnya, dimana keberadaannya dianggap merugikan dari segi sosial maupun ekonomi.

a) Kondisi curah hujan

Hujan merupakan unsur klimatologi yang paling menentukan dalam proses terjadinya banjir. Oleh karena itu masalah pengamatan dan pemantauan hujan ini perlu mendapat perhatian secara khusus.

b) Kondisi fisiografi

Secara umum banjir sering terjadi pada daerah depresi, dimana umumnya daerah ini berupa daerah dengan fisiografi dataran aluvial.

Dengan kondisi fisiografi seperti tersebut, gejala kesulitan dalam mengalirkan aliran permukaan di bagian hilir sungai (dataran banjir) merupakan masalah umum yang sering ditemui.

Kawasan-kawasan permukiman berada di dataran rendah yang rawan terhadap bahaya banjir. Oleh karena itu pembangunan di dataran banjir yang tidak terkendali akan lebih memperburuk kondisi banjir.

c) Sedimentasi

Sedimentasi di sungai mengakibatkan berkurangnya kapasitas sungai dalam mengalirkan air, karena berkurangnya luasan penampang sungai, yang pada akhirnya akan mengakibatkan banjir. Masalah sedimentasi pada sungai-sungai di wilayah Kota Jayapura pada umumnya dapat digolongkan berdasarkan pengaruh yang paling dominan pada sungai tersebut.

d) Kapasitas sungai

Berkurangnya kapasitas tampung sungai pada umumnya disebabkan oleh sedimentasi maupun kegiatan manusia seperti pembangunan pemukiman di alur-alur sungai, penambangan di daerah hulu sungai, dll. Hal tersebut memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap terjadinya banjir karena dengan semakin mengecil kapasitas tampung sungai akan membuat semakin besar peluang kejadian banjir. Oleh karena itu usaha pengendalian banjir harus menyentuh masalah ini.

e) Perubahan kondisi fisik DAS

Perubahan kondisi fisik DAS seperti penggundulan lahan, penebangan hutan, pengolahan tanah dan pembangunan fisik yang dilakukan oleh manusia

akan dapat memperburuk kondisi banjir dengan meningkatnya besaran banjir. Sebagai akibat dari makin membesarnya koefisien aliran permukaan, maka akan mengakibatkan makin besarnya peluang terjadinya banjir.

f) Kegiatan-kegiatan di dataran banjir

Dataran banjir secara alamiah sewaktu-waktu dapat terkena banjir baik akibat dari luapan air sungai maupun akibat genangan air hujan, sehingga sudah selayaknya apabila perkembangan wilayah pada dataran banjir harus sudah mengantisipasi keadaan ini.

Karena sifat topografi dataran banjir yang daer, umumnya pengendalian banjir atau sistem drainase sulit dilaksanakan secara gravitasi sehingga harus menggunakan pompa. Apabila suatu permukiman/kota sudah terlebih dahulu atau lebih cepat berkembang daripada penuntasan sistem pengendalian banjir atau drainasenya, maka upaya-upaya yang bersifat pengaturan seperti pembuatan bangunan akan lebih efektif untuk diimplementasikan daripada upaya-upaya yang bersifat rekayasa teknik.

4.4 Pengendalian Banjir

Adapun secara mikronya adalah setiap ruas penampang sungai yang direncanakan akan ditentukan tinggi muka air, penampang melintang dan memanjang sungai, dan batasan badan sungai atau tanggul eksistingnya. Rencana perbaikan dan pengaturan sungai ditetapkan setelah dilakukan estimasi kemampuan kapasitas sungai eksisting sungai. Perhitungan estimasi kapasitas kemampuan sungai dilakukan dengan running debit banjir rencana dengan variasi kala ulang yaitu dari kala ulang 1.01th dan 100th. Dimana estimasi ini menggunakan metode tahapan standar dengan anggapan aliran adalah steady flow.

Secara garis besar, teknis perencanaan pengendalian banjir untuk suatu wilayah aliran sungai, adalah meliputi:

- Membangun tanggul di kanan-kiri sungai (*dike/levee*)
- Memperbaiki/normalisasi alur sungai (*river improvement*)
- Pembuatan kolam tampungan sementara (*Bozem/Long Storage*)
- Membangun Cek Dam.

Pengendalian non struktural ini dilakukan untuk menanggulangi banjir jangka panjang. Diantaranya adalah;

- Pengelolaan DAS (*Watershed Management*) yang non struktural

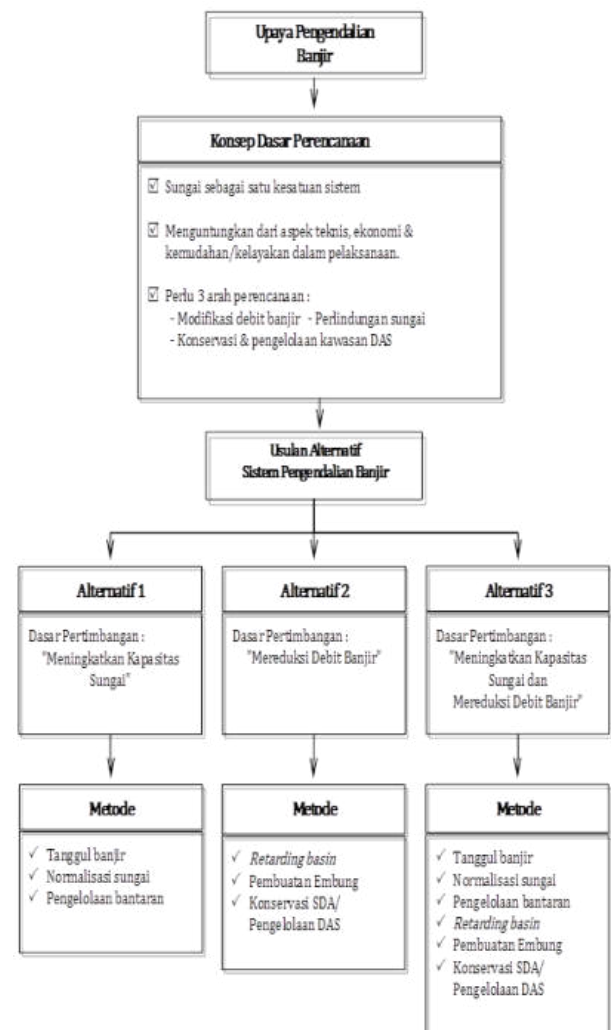
- Perlindungan kebal banjir (*flood proofing*)
- *Flood warning system*.
- Pengelolaan Dataran Banjir (*Flood plain management*).

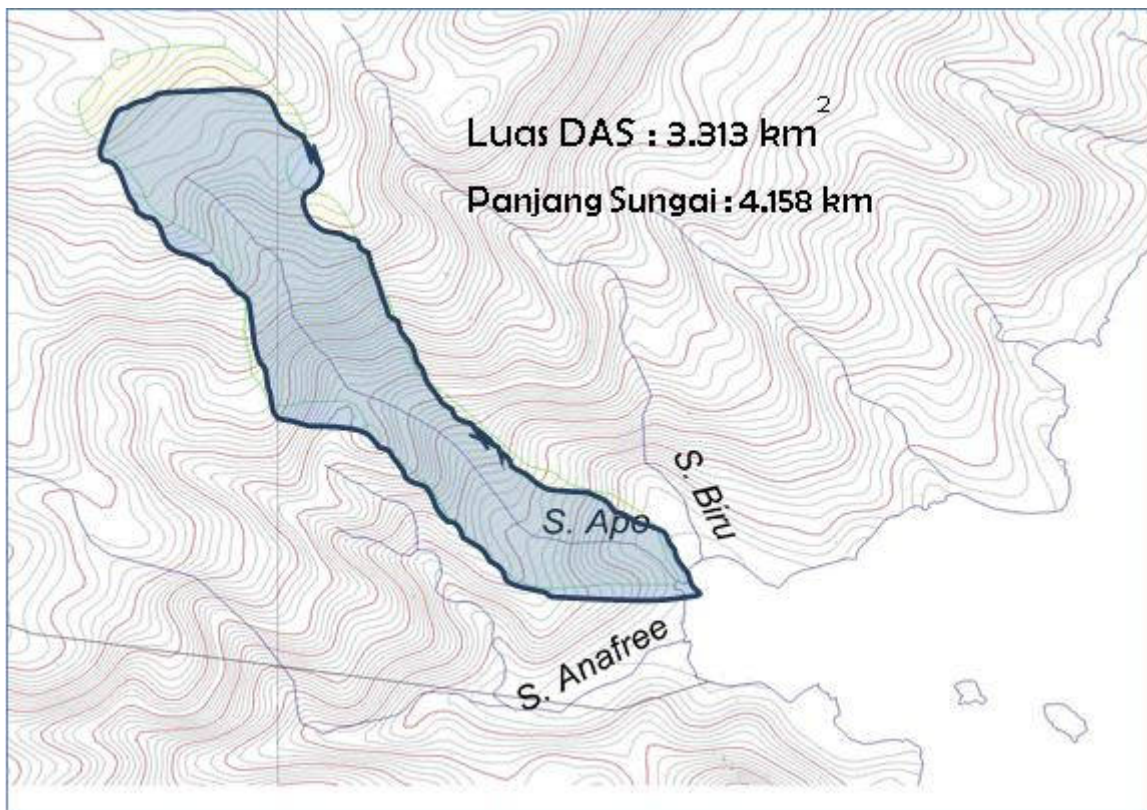
Dimana dilakukan dengan cara merubah perilaku masyarakat melalui sosialisasi dan penyamaan persepsi yang berkaitan dengan upaya pengendalian dan penanggulangan banjir, antara lain;

- Pelaksanaan kesiapsiagaan.
- Penegakan hukum (*law enforcement*)
- Evakuasi penduduk dan relokasi bangunan
- Manajemen Kelembagaan
- Pemberdayaan Masyarakat

4.5 Upaya Pengendalian Banjir yang Dilakukan

Berdasarkan pertimbangan di atas dan permasalahan yang terjadi seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, akan didapatkan beberapa alternatif pemecahan permasalahan di suatu sungai. Alternatif pemecahan ini disamping mempertimbangkan aspek teknis, ekonomis juga harus mempertimbangkan aspek sosial budaya dari masyarakat yang tinggal di sekitar sungai tersebut.

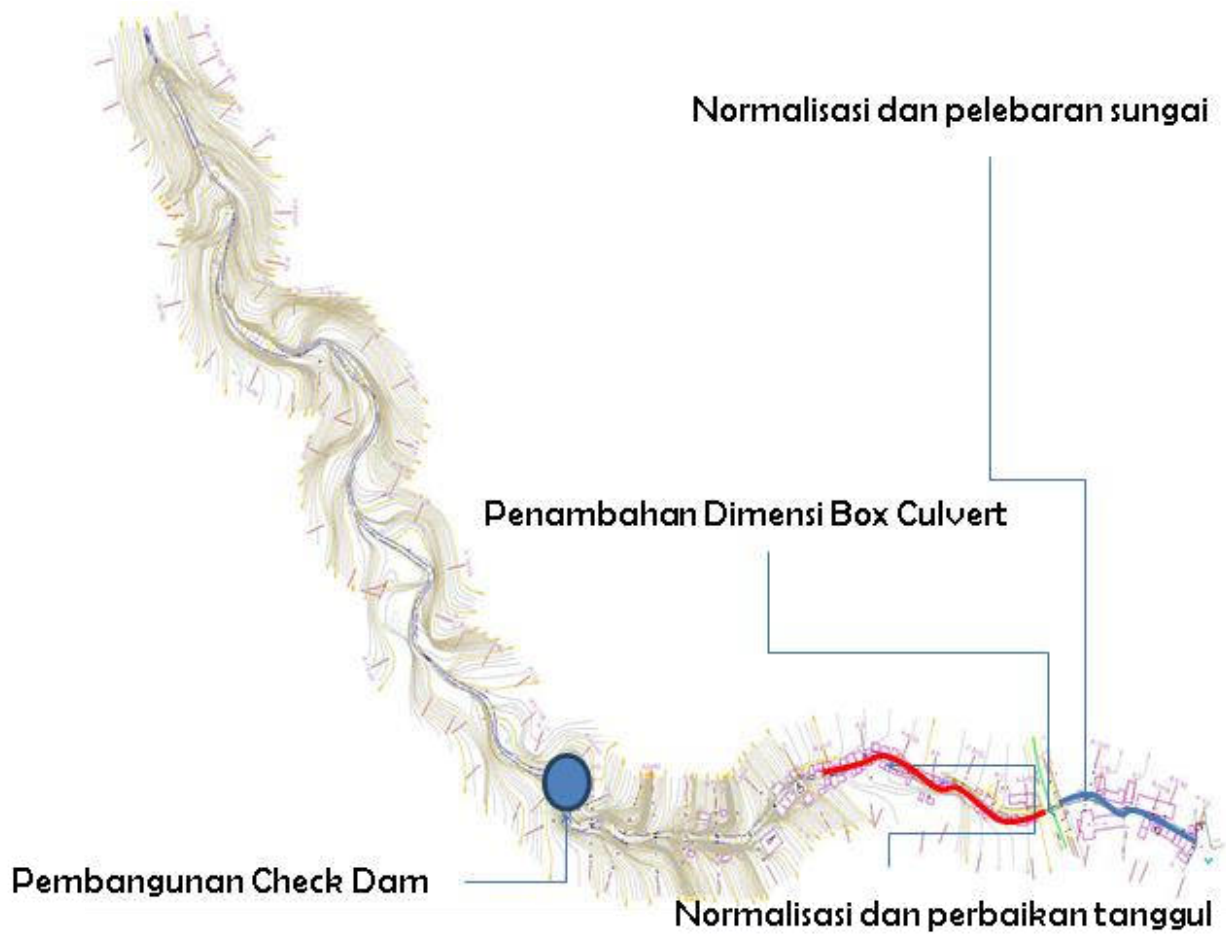




Gambar 1. Daerah Aliran Sungai APO

Permasalahan	Sistem Pengendalian Banjir	Alternatif Desain	Foto
Aliran sungai Debris yang terjadi di sepanjang Sungai APO, dimana aliran air pada sungai APO mengangkut material-material batu dan pohon atau benda padat lainnya yang dapat merusak alur sungai ataupun mengubah bentuk penampang sungai	Menjaga kestabilan dasar sungai untuk mengendalikan material-material yang terkandung pada aliran sungai APO	Pembangunan check dam semi permanen ( <i>gully plug</i> )	
Banyaknya pemukiman di sempadan sungai.	Penambahan tinggi tanggul dan perkuatan tebing sungai pada yang rawan mengalami gerusan	Pembangunan tanggul dan perkuatan tebing (Parapet)	
Sedimentasi cukup besar. Mengakibatkan daya tampung sungai jauh berkurang, sehingga aliran air yang seharusnya dapat ditampung pada badan sungai, meluap ke bagian sekitar sungai.	Menambah atau mengembalikan kapasitas tampung pada sungai APO dengan normalisasi ataupun pengerukan	Normalisasi/pengerukan sedimen	

Gambar 2. Rencana Penanganan



Gambar 3. Rencana Penanganan

5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Banjir yang umumnya terjadi di sungai-sungai di daerah yang dikaji secara umum selain dikarenakan curah hujan yang cukup tinggi tetapi juga karena kapasitas sungai yang tidak ideal (sedimentasi yang tinggi) dalam mengalirkan debit banjir dan perubahan tata guna lahan di hulu masing-masing sungai. Hal tersebut dipengaruhi oleh kondisi topografi, kondisi hidrometeorologi, geologi, morfologi sungainya dan juga kondisi sosial masyarakat.
2. Konsep perbaikan dan pengaturan sungai harus mempertimbangkan faktor tersebut agar pola pengendalian banjir dan perbaikan sungai sesuai dengan yang diharapkan.

5.2 Saran

1. Perlu adanya peningkatan koordinasi diantara instansi terkait dalam upaya untuk pengendalian banjir di DAS APO.

2. Diperlukan sosialisasi yang lebih intensif dari pemerintah setempat, mengenai bahaya banjir.

REFERENCES

Anonim (1986), *Standard Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan*, Dirjen Pengairan Departemen Pekerjaan Umum, Galang Persada, Bandung.

Anonim (1999), *Petunjuk Teknis Perencanaan Pembangunan dan Pengelolaan Bidang ke-PLP-an Perkotaan dan Perdesaan*, Volume 1, Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya, Jakarta.

Chow, Ven Te. (1959), *Hidrolika Saluran Terbuka*, terjemahan, 1997 : E.V. Nensi Rosalina, Erlangga, Jakarta.

Kodoatie, R.J. dkk (2002), *Banjir, Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan*, Cetakan I, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.

Masduki, H.S. (1988), *Drainase Permukiman (Hand Book)*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.