

MANAJEMEN RESIKO PADA PENGENDALIAN BANJIR DI SUNGAI CILIWUNG

Oleh:

Heny Purwanti, Ike Pontiawaty

Abstrak

Kondisi infrastruktur sistem jaringan drainase kota Jakarta sampai saat ini belum mampu mengatasi permasalahan banjir yang terjadi disetiap musim penghujan. Masalah ini disebabkan oleh kurangnya pengelolaan sistem jaringan drainase yang berkaitan dengan cepatnya pertumbuhan permukiman, perubahan tata guna lahan maupun akibat aktifitas lainnya yang berisiko terhadap terjadinya banjir. Salah satu penyebab terjadinya risiko dalam penanganan banjir pada sistem jaringan drainase adalah belum adanya identifikasi risiko terutama katagori major risk yang dapat dipakai sebagai dasar dalam melakukan penanganan/mitigasi terhadap konsekuensi yang ditimbulkan.

Penelitian ini dilakukan dengan Sebagian besar berdasarkan data sekunder yang dapat dikumpulkan dari beberapa sumber yang selama ini bertanggung jawab atas perencanaan dan pengendalian banjir di Jakarta. Survei Lapangan berupa kuisioner kepada masyarakat dilakukan untuk mendapatkan gambaran umum atas skala risiko banjir yang terjadi dan bermanfaat nantinya dalam penetapan prioritas langkah pengendalian yang sebaiknya diambil. Selanjutnya dengan ditetapkan prioritas pengendalian dilakukan analisa dengan AHP.

Berdasarkan identifikasi risiko dan analisa dengan AHP disimpulkan bahwa tingkat risiko mulai dari yang terbesar terjadi di daerah hilir (pantai) terus berkurang ke daerah hulunya. Treatment yang harus dilakukan sepanjang sungai Ciliwung dan Banjir Kanai Barat adalah normalisasi/improvement saluran dan jembatan, normalisasi waduk Pluit, pembangunan Gate dan Pompa di muara sungai, penghijauan derah hulu, pembuatan sumur resapan disepanjang sungai.

Kata Kunci : *Identifikasi Risiko Banjir, Manajemen Risiko, Pengendalian Banjir*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai kota yang terletak di dataran rendah dan dilalui oleh 13 sungai yang bermuara di teluk Jakarta, kota Jakarta memang terkenal sebagai langganan banjir sejak jaman berdirinya kota ini. Untuk mengatasi masalah banjir ini, pada jaman kolonial Belanda, pada tahun 1920 dibuat Banjir Kanal Barat mulai dari Manggarai sampai ke Muara Angke yang bertujuan untuk mengubah aliran sungai Ciliwung, Krukut, dan Sungai Baru Barat agar tidak melalui tengah kota, tetapi mengelilingi kota Jakarta sebagian barat yang saat itu berpenduduk sekitar 500.000 jiwa.

Seiring dengan pertumbuhan penduduk kota Jakarta yang saat ini mencapai lebih dari 12

juta, beban yang harus dipikul oleh fasilitas-fasilitas penanggulangan banjir seperti saluran-saluran drainase, situ-situ, waduk dan pompa-pompa yang ada semakin dirasakan tidak mampu untuk dialirkan atau ditampung. Air hujan yang jatuh sebagian besar langsung menjadi limpasan karena terus berkurangnya daya serap lahan akibat hilangnya kawasan hijau, sementara itu sungai-sungai justru semakin berkurang kapasitasnya akibat sampah dan penyempitan lebar sungai akibat pemukiman liar disepanjang aliran sungai.

Melihat kerugian yang diakibatkan oleh banjir setiap tahun, terutama bencana banjir pada tahun 2012 ini, pada saat ini Pemerintah DKI Jakarta telah memprogramkan berbagai langkah untuk memperbaiki langkah untuk memperbaiki semua infrastruktur kota yang

rusak dan juga untuk mencegah terjadinya kembali bencana banjir serupa.

Satu hal yang sangat penting untuk dicermati dalam setiap keputusan untuk melaksanakan suatu pekerjaan, terutama yang membutuhkan dana yang sangat besar, adalah bagaimana memaksimalkan keuntungan dan meminimalkan kemungkinan kerugian akibat tidak tercapainya sasaran utama investasi.

Dengan pertimbangan diatas, tulisan ini akan menganalisa investasi yang hendak dilakukan oleh pemda DKI Jakarta dalam rangka mengatasi banjir, dengan metode Analisa Manajemen Resiko.

1.2 Maksud dan tujuan

Untuk mengidentifikasi resiko banjir disekitar sungai Ciliwung agar dapat solusi untuk pengendalian banjir di sekitar sungai Ciliwung yang melewati kota Jakarta

1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Studi ini meninjau pengendalian banjir Jakarta hanya disepanjang Sungai Ciliwung, dengan penerapan manajemen resiko dalam pengambilan keputusan.

1.4 Metode Penelitian

Tahapan penelitian ini adalah *Preliminary Study*. Metode penelitian dilakukan dengan Sebagian besar berdasarkan data sekunder yang dapat dikumpulkan dari beberapa sumber yang selama ini bertanggung jawab atas perencanaan dan pengendalian banjir di Jakarta. Survai Lapangan berupa kuisioner kepada masyarakat dilakukan untuk mendapatkan gambaran umum atas skala resiko banjir yang terjadi dan bermanfaat nantinya dalam penetapan prioritas langkah pengendalian yang sebaiknya diambil.

Selanjutnya dengan ditetapkan prioritas pengendalian, maka pada tahap *Preliminary Study* hal sangat penting untuk diketahui adalah gambaran awal total biaya yang dibutuhkan. Dalam studi ini diasumsikan terdapat kendala berupa keterbatasan dana yang ada sehingga harus dilakukan analisa optimasi untuk mendapatkan pengendalian banjir yang optimal dengan dana tersebut. Perhitungan biaya ini dilakukan dengan melakukan simulasi dengan harga satuan jenis

pekerjaan-pekerjaan utama sebagai suatu variabel bebas.

2. DAERAH ALIRAN SUNGAI CILIWUNG

2.1. Gambaran Umum

Sungai Ciliwung berasal dari lereng utara Gunung Pangrango (elev. +3.019 m), mengalir menyusuri lereng gunung dan melalui kota Bogor, Depok, dan Jakarta serta bermuara di teluk Jakarta.

Sungai Ciliwung adalah sungai terbesar yang melintasi kota Jakarta yang sejak jaman dahulu tercatat selalu memberi masalah berupa banjir bagi penduduk Jakarta. Hal ini terjadi karena letak geografis kota Jakarta yang terletak pada dataran rendah, bahkan beberapa wilayah dibagian utara kota mempunyai ketinggian yang lebih rendah dari muka air laut. Kondisi banjir di Jakarta selalu diperparah dengan datangnya pasang laut pada saat naiknya debit sungai dimusim hujan.

Sejarah pengendalian banjir di sungai Ciliwung dimulai dengan dibangunnya pintu air Manggarai dan Saluran Banjir Kanal Barat oleh Pemerintah Kolonial Belanda. Pintu air dan saluran ini berfungsi untuk mengalihkan debit banjir sungai Ciliwung, Krukut dan Kalibaru Barat, melewati pinggiran barat (pada waktu itu) kota Jakarta, terus menuju laut di Muara Angke. Debit Ciliwung Sendiri yang menuju ke pusat kota dikontrol dengan pintu air Manggarai ini.

Dengan berkembangnya luas kota Jakarta, maka lokasi Banjir Kanal Barat ini tidak lagi berada dipinggiran kota tetapi akibat pertumbuhan kota kearah barat dan selatan maka saluran ini sekarang praktis berada ditengah kota.

Luas Daerah Aliran Sungai Ciliwung pada pintu air Ciliwung adalah sebesar 337 km² dengan total panjang sekitar 109 km. Sampai saat ini masalah yang terjadi pada DAS Ciliwung adalah terus terjadinya perusakan alam secara besar-besaran mulai dari bagian hulu (*upper zone*) hingga bagian hilir (*lower zone*). Modus perusakan DAS ini sangat beragam antara di bagian hilir, tengah, dan hulu. Kerusakan dibagian hilir terutama banyaknya bangunan liar di sepanjang

bantaran kali mulai dari Depok hingga pusat kota Jakarta, yang mempersempit sungai dan mengurangi kemampuan pengaliran airnya. Sedangkan perusakan dibagian tengah dan hulu umumnya berupa perubahan fungsi lahan dari lahan konservasi menjadi areal pemukiman dan tempat rekreasi.

2.2. Fasilitas Eksisting

Beberapa fasilitas utama pengendalian banjir di sepanjang sungai Ciliwung dan saluran Banjir Kanal Barat antara lain :

- Pintu air Katulampa
- Pintu air Depok
- Pintu air Manggarai
- Waduk Setiabudi Timur
- Waduk Setiabudi Barat
- Waduk Melati
- Pintu air Karet
- Waduk Kepa
- Pintu air Cideng

Elevasi Banjir Kanal Barat lebih tinggi dibandingkan dengan areal disepanjang saluran tersebut. Untuk mengatasi masalah pembuangan air hujan maka disepanjang saluran ini dibuat waduk-waduk atau pintu air dan dilengkapi dengan pompa.

2.3. Kondisi Banjir Sepanjang Sungai Ciliwung

Dengan terus berlangsungnya degradasi kualitas DAS Ciliwung maka luas wilayah yang terkena banjir setiap musim hujan disepanjang bantaran sungai Ciliwung menunjukkan gejala peningkatan setiap tahun. Hal ini adalah akibat langsung dari semakin besarnya limpasan banjir dan semakin kecilnya kapasitas sungai akibat langsung dari semakin besarnya limpasan banjir dan semakin kecilnya kapasitas sungai akibat penyempitan badan sungai yang disebabkan oleh pembuangan sampah dan sedimentasi.



Gambar 1.1 Daerah Banjir sepanjang Sungai Ciliwung

3. MANAJEMEN RESIKO

3.1. Pengertian Resiko

The Australian Standard AS 4360 mendefinisikan resiko adalah kemungkinan terjadinya sesuatu yang akan berdampak negative terhadap sasaran. Resiko diukur dengan melihat konsekuensi yang mungkin terjadi dan besarnya probabilitas terjadinya resiko tersebut. Sehingga resiko (*Risk*) merupakan fungsi dari *Probability* (Kemungkinan) dan *Consequences* (Akibat) dari tidak dapat dicapainya tujuan proyek, atau dapat ditanyakan dengan rumus matematika :

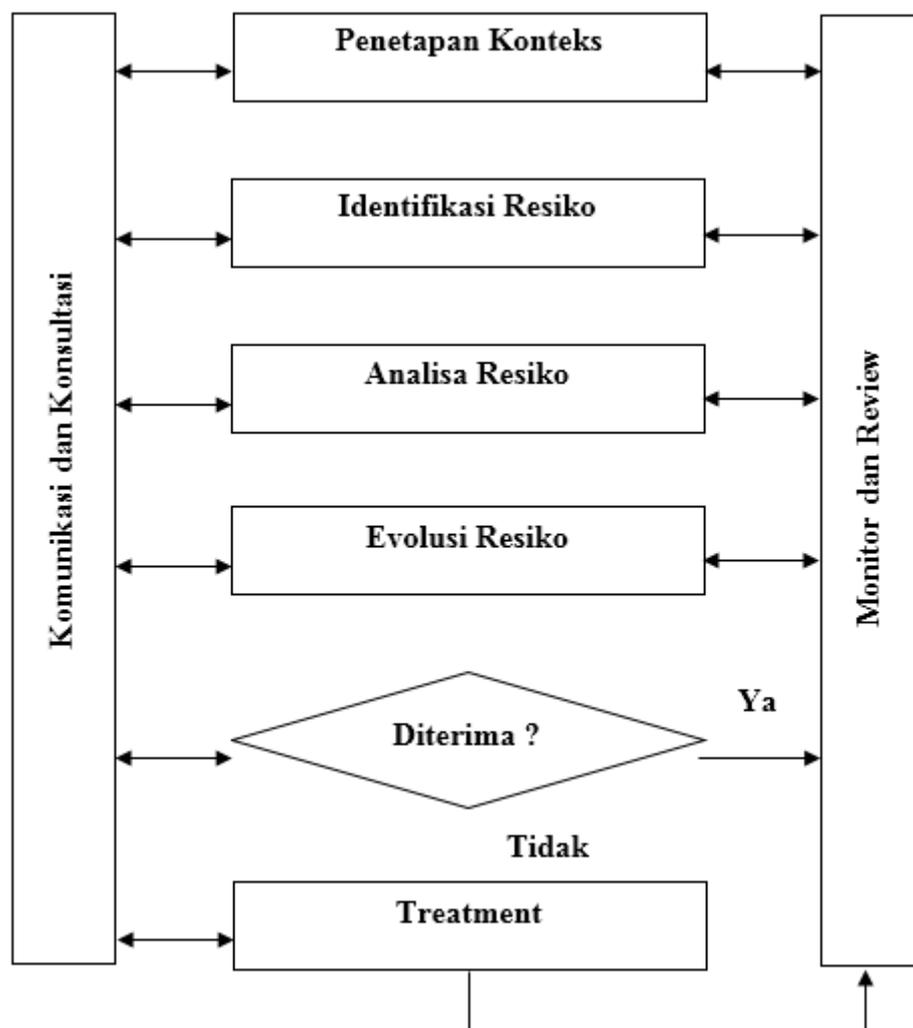
$$Risk = Probability \times Consequences$$

The PMOBK series – Volume 6 memberi definisi bahwa resiko adalah efek kumulatif

dari kemungkinan-kemungkinan terjadinya ketidakpastian (*uncertainly*) yang bersifat merugikan atas pencapaian tujuan proyek.

3.2. Manajemen Resiko

Manajemen resiko adalah sebuah proses sistematis dan kreatif atas permasalahan resiko yang mencakup identifikasi resiko, analisa resiko, pengurangan atau peniadaan resiko secara efektif, dan pada saat yang bersamaan memaksimalkan pencapaian peluang (*opportunity*) yang menjadi tujuan. Analisa resiko yang akan diuraikan dalam tulisan ini mengacu pada AS 4360 dan PMBOK Series – Volume 6. Proses resiko dalam sebuah proyek secara garis besar adalah sebagai berikut (berdasarkan AS 4360):



Gambar 2.1. Proses Manajemen Resiko

Tahapan-tahapan dalam manajemen resiko seperti Gambar 2.1 diatas akan diuraikan dalam Bab-bab berikut.

4. PENETAPAN KONTEKS

4.1. Uraian Umum

Sebagai langkah awal dalam proses manajemen resiko adalah menetapkan konteks yang berisi segala kemungkinan resiko yang dapat timbul. Ada tiga aspek dari konteks yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

1. Konteks Strategis (*Strategic Context*)

Dalam konteks strategis perlu ditinjau SWOT atas Pemerintah DKI Jakarta sebagai organisasi pemraksa proyek.

Strength :

- Dukungan dari pemerintah pusat
- Tersedianya sumber daya yang berpengalaman cukup dalam pengendalian banjir.
- Telah diketahui perilaku hujan dan banjir pada Daerah Aliran Sungai di Jakarta.

Weakness :

- Membutuhkan dana yang sangat besar
- Tidak/kurang konsisten dalam menerapkan peraturan-peraturan yang berhubungan dengan keseimbangan tata guna lahan
- Belum terwujudnya koordinasi yang baik dengan Pemerintah Daerah disekitar Jakarta (Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi) dalam hal pengendalian pembangunan perumahan dan industri
- Tingginya tingkat urbanisasi ke Jakarta yang mengakibatkan tumbuhnya pemukiman liat disepanjang bantaran sungai
- Jakarta terletak didataran rendah, bahkan sekitar 40% luas Jakarta lebih rendah dari muka air laut.

Opportunity :

- Tumbuhnya tekad pada pemerintahan dan masyarakat untuk mengatasi masalah banjir
- Peningkatan lowongan pekerjaan
- Makin dikuasai teknologi pengendalian banjir

Treat :

- Timbulnya gejala sosial akibat dilakukannya penertiban disepanjang bantaran sungai.
- Tingginya tingkat sedimentasi di sungai-sungai yang melalui Jakarta
- Sulit dan mahalnya melakukan pembebasan tanah

2. Konteks Organisasi (*Organisational Context*)

Konteks Organisasi bagi Pemda DKI Jakarta adalah :

- Pekerjaan pengendalian banjir di Jakarta bertujuan menjaga citra Jakarta sebagai ibu kota Negara Republik Indonesia.
- Jakarta sebagai kota yang bebas banjir akan dapat lebih mensejahterakan penduduknya.

3. Konteks Manajemen Resiko (*Risk Management Context*)

Konteks Manajemen Resiko bagi Pemda DKI Jakarta adalah :

- Pelaksanaan pekerjaan pengendalian banjir yang tidak terencana dengan baik dapat mengurangi pencapaian sasaran utama.
- Tinjauan manajemen resiko akan memberi pengertian akan sumber-sumber resiko, bagaimana mencegah timbulnya resiko dan walaupun resiko tersebut telah direncanakan antisipasi penanggulangannya.

Dalam konteks manajemen resiko perlu ditetapkan kriteria yang dipakai dalam memandang suatu resiko, yaitu Kriteria Probabilitas (*Likelihood*), Kriteria Akibat (*Consequences*) dan Matrix Tingkat Resiko (*Risk Level*) secara kualitatif.

Tabel 4.1. Kriteria Probabilitas (*Likelihood*)

Probabilitas	Skala Likert	Deskripsi Kriteria
Sangat besar (A)	1	Kemungkinan terjadi > 0% dan ≤ 10%
Tinggi (B)	2	Kemungkinan terjadi > 10% dan ≤ 20%
Sedang (C)	3	Kemungkinan terjadi > 20% dan ≤ 30%
Rendah (D)	4	Kemungkinan terjadi > 30% dan ≤ 40%
Sangat Rendah (E)	5	Kemungkinan terjadi > 40%

Tabel 4.2 : Kriteria Akibat (*Consequences*)

Konsekwensi	Skala Likert	Deskripsi Kriteria (Biaya)
Sangat besar (A)	1	Resiko < 100 juta
Tinggi (B)	2	100 juta < Resiko < 500 juta
Sedang (C)	3	500 juta < Resiko < 2 milyar
Rendah (D)	4	2 milyar < Resiko < 5 milyar
Sangat Rendah (E)	5	Resiko > 5 milyar

Tabel 4.3 : Matrix Tingkat Resiko (*Risk Level*) secara kualitatif

Likelihood	Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catastrophic
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Sangat besar (A)	S	S	H	H	H
Tinggi (B)	M	S	S	H	H
Sedang (C)	L	M	S	H	H
Rendah (D)	L	L	M	S	H
Sangat Rendah (E)	L	L	M	S	S

4.2. Identifikasi Resiko Penyebab Banjir

Pertama-tama penulis akan mengidentifikasi sumber atau penyebab dan terjadinya bencana banjir itu sendiri. Dari hasil studi baik berupa studi literatur maupun wawancara dengan para ahli di bidang ini maka penulis membagi sumber penyebab banjir di Jakarta ini menjadi 4 macam :

1. Letak Geografis

Seperti yang telah kita ketahui bahwa Jakarta adalah kota pelabuhan sehingga otomatis letaknya berada di dataran rendah air.

2. Daerah Aliran Sungai

Jakarta dialiri oleh 13 sungai yang bermuara di teluk Jakarta dan tingginya curah hujan di daerah hulu menyebabkan limpasan air dari hulu masuk semua ke Jakarta.

3. Perilaku manusia

Jakarta adalah kota yang sangat padat penduduknya sehingga banyak sekali pemukiman-pemukiman liar yang berada disepanjang bantaran sungai yang menyebabkan penyempitan dan pendangkalan sungai sehingga kapasitas sungai semakin lama semakin berkurang. Padahal limpasan air semakin lama semakin besar mengingat daerah resapan di Jakarta semakin sedikit akibat pesatnya pembangunan pemukiman penduduk. Juga perilaku manusia yang kurangnya kesadaran akan membuang sampah pada tempatnya.

4. Kebijakan Pemerintah

Seperti kita ketahui kebijakan yang dilaksanakan pemerintah sering tidak konsisten. Contohnya adalah penerapan

RUTR. Banyak sekali pelanggaran yang dilakukan oleh oknum-oknum tetapi diabaikan saja juga sering kali studi Andal dalam perijinan hanya bersifat formalitas.

Sedangkan dalam mengidentifikasi resiko yang timbul akibat banjir di Jakarta tahun 2012 ini maka penulis membaginya menjadi 2 kategori, yaitu kategori pertama adalah resiko kualitatif dan kategori kedua adalah resiko kuantitatif.

1. Resiko Kualitatif

Resiko disini maksudnya adalah semua resiko yang ditimbulkan oleh banjir dalam semua sektor kehidupan masyarakat yang dapat dihitung besarnya kerugian dengan rupiah.

Berdasarkan data dari Koran, majalah, televisi, radio dan lain sebagainya, maka penulis mendapatkan 3 sektor resiko akibat banjir di Jakarta yang kerugiannya dapat dirupiahkan, walaupun data tersebut sebenarnya kurang akurat (tabel 4.1).

Resiko	Definisi	Kerugian (Rp.)
Sektor Properti	Segala macam harta benda milik masyarakat (contoh : rumah, mobil, barang elektronik, peralatan rumah tangga, dan lain sebagainya).	1.632.800.000.000
Sektor Infrastruktur	Semua prasarana yang digunakan untuk kepentingan umum (contoh: jalan, jembatan, PLN dll)	280.000.000.000
Sektor Produksi	Segala macam kegiatan barang dan jasa dalam masyarakat (contoh : berhentinya kegiatan produksi)	171.200.000.000

2. Resiko Kuantitatif

Yang dimaksud resiko kuantitatif disini adalah semua resiko yang ditimbulkan oleh banjir yang tidak dapat dirupiahkan, walaupun bisa tetapi tidak dapat ditaksir secara langsung. Berdasarkan data yang diperoleh maka penulis mengidentifikasi menjadi 5 sektor, yaitu :

Resiko Kualitatif	Definisi
Sektor Ekonomi	Segala macam kegiatan ekonomi yang dilakukan oleh masyarakat (contoh : distribusi barang ataupun jasa transaksi jual beli barang maupun jasa, dll)
Sektor Budaya Sosial	Semua masalah sosial dalam kehidupan masyarakat sehari-hari (contoh : proses belajar mengajar, pengangguran, tingkat kejahatan, konflik antar warga dll)
Sektor Politik	Menyangkut citra pemerintah di mata masyarakat dalam negeri maupun dunia internasional (contoh : pemanfaatan oleh lawan politik)
Sektor Kesehatan	Tingkat kesehatan masyarakat (contoh : penyakit yang timbul korban jiwa, dll)
Sektor Lingkungan	Kondisi lingkungan masyarakat (contoh : sampah yang menumpuk dimana-mana)

Dari identifikasi resiko akibat banjir diatas maka kalau dijumlah semuanya ada 6 sektor yang terkena dampak akibat terjadinya banjir, yaitu :

1. Sektor Properti
2. Sektor Infrastruktur
3. Sektor Produksi
4. Sektor Ekonomi
5. Sektor Sosial Budaya
6. Sektor Politik
7. Sektor Kesehatan
8. Sektor Lingkungan

4.3. Identifikasi Wilayah Dampak Resiko Banjir

Oleh karena sungai Ciliwung sangatlah panjang dan kondisi lingkungan daerah satu dengan yang lain mungkin sangat berbeda. Maka kami tidak bisa menyamaratakan, resiko banjir di satu daerah dalam sektor tertentu akan sama dengan daerah lainnya. Oleh karena itu kami melakukan pendekatan dengan cara membagi 3 wilayah sepanjang sungai Ciliwung yang mengalami banjir yaitu mulai dari Depok sampai pantai Jakarta. Untuk lebih mudahnya batas wilayah pembagian kami tetapkan tepat dimana ada pintu air disitu. Pembagian tersebut adalah :

1. Wilayah atas
Wilayah atas ini diasumsikan berada pada sekitar 5 kilometer sepanjang kanan kiri sungai Ciliwung antara pintu Depok sampai dengan pintu air Pasar Minggu. Di daerah ini penduduk sudah mulai padat tetapi tempat-tempat industri masih sedikit.
2. Wilayah Tengah
Wilayah atas ini diasumsikan berada pada sekitar 5 kilometer sepanjang kiri sungai Ciliwung antara pintu air Pasar Minggu sampai dengan pintu air Manggarai. Di daerah tengah ini pemukiman sudah padat, industri ada tetapi tidak terlalu padat, lalu lintas sudah ramai bahkan kadang terjadi kemacetan.
3. Dapat juga disebut daerah hilir sungai Ciliwung. Daerah ini yaitu sepanjang 5 kilometer kanan kiri sungai antara pintu air Manggarai sampai dengan muara sungai Ciliwung yaitu laut Jawa di utara Jakarta. Daerah ini adalah daerah pusat kota Jakarta yang penduduknya betul-betul padat, merupakan daerah industri yang sangat padat yaitu di daerah utara Jakarta, lalu lintas sering macet, gedung perkantoran pemerintahan maupun swasta terpusat di daerah ini.

Pada akhirnya tujuan identifikasi resiko yang kami lakukan ini nantinya adalah untuk

mengetahui sektor manakah yang terkena dampak paling besar akibat terjadinya banjir dan di wilayah sektor tersebut paling mungkin terjadi bila terjadi banjir.

4.4. Analisa Banjir

Untuk menganalisa skala prioritas sektor yang terkena dampak paling besar tingkat kerugiannya membutuhkan penelitian yang sistematis dan canggih. Tetapi karena keterbatasan waktu dan biaya tidak mungkin dilakukan penelitian yang sistematis dan canggih. Untuk mengatasi hal ini kami menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Metode ini dilakukan dengan bantuan *software Expert Choice*.

4.4.1 AHP Dengan Program *Expert Choice*

Untuk menentukan tingkat prioritas dari resiko banjir ini maka penulis menggunakan metode AHP dengan bantuan *Program Expert Choice*. Adapun proses pelaksanaannya adalah sebagai berikut :

1. *Decomposition*

Dalam kasus banjir ini kami menggunakan Hirarki lengkap dengan komposisi sebagai berikut :

- Goal : Resiko Banjir
- Kriteria : - Sektor Property
- Sektor Infrastruktur
- Sektor Produksi
- Sektor Ekonomi
- Sektor Sosial Budaya
- Sektor Politik
- Sektor Kesehatan
- Sektor Lingkungan
- Alternatif : - Wilayah Atas
- Wilayah tengah
- Wilayah bawah

2. *Comparative Judgement*

Untuk pelaksanaan *Comparative Judgement* dilaksanakan dengan sistem kuisioner yang pada seorang yang dinilai *expert* dalam bidang masalah bencana banjir yang terjadi di Jakarta. Kuisioner ini dibuat khusus untuk mendapatkan input data yang sifatnya kualitatif sehingga pada akhirnya akan dikombinasikan dengan data kuantitatif untuk jadi input pada *Expert Choice software*. Jumlah kuisioner yang disebar dalam penelitian ini adalah sebanyak 21

lembar kuisisioner yang diberikan kepada responden yang benar-benar pakar dalam masalah banjir, sehingga diharapkan hasil kuisisioner memiliki validasi yang tinggi. Dari 21 lembar jawaban yang didapat kemudian diolah untuk mendapatkan *geometric Mean* yaitu dengan rumus :

$$M = \sqrt[n]{a_1 \times a_2 \times a_3 \dots \dots \dots \times a_n}$$

a = Persepsi Responden
b = Jumlah Responden

4.5. Preliminary Desain Pengendalian Banjir

Berdasarkan analisa identifikasi resiko, dapat disimpulkan bahwa kerugian terbesar terjadi di daerah hilir, terus bekurang kerugiannya kearah hulu sungai. Berdasarkan hasil identifikasi resiko tersebut maka tingkat *treatment* banjir haruslah dengan memperhatikan tingkat resiko pada daerah-daerah tersebut.

Dengan meninjau sungai Ciliwung sebagai sebuah system aliran air, maka secara garis besar langkah penanganan yang harus diambil adalah :

1. Rehabilitasi sungai Ciliwung dan Banjir Kanal Barat untuk mengembalikan kapasitas pengalirannya.
2. Rehabilitasi waduk Pluit untuk mengembalikan kemampuan penampungan limpasan banjir di daerah hilir Banjir Kanal Barat.
3. Pengembalian fungsi sebagai daerah resapan air pada daerah tengah dan hulu DAS Ciliwung.

Dalam rencana pengendalian banjir sungai Ciliwung maka selain memperbaiki kapasitas pengaliran maka hal lain yang juga harus dipertimbangkan adalah bagaimana menurunkan debit puncak banjir (peak discharge) yang ada. Hal ini semakin dirasakan perlu melihat adanya kecenderungan debit banjir yang terus meningkat meskipun dengan tinggi hujan yang normal akibat terus menurunnya daya resap tanah disepanjang DAS Ciliwung akibat pemakaian lahan (land use) yang tidak terkendali. Penurunan debit banjir ini dapat dicapai dengan pengembalian fungsi daerah hulu sungai sebagai daerah resapan dengan

penghijauan dan pembuatan sumur-sumur resapan di kota.

Berdasarkan uraian di atas, maka prioritas pengendalian banjir ditetapkan sebagai berikut :

1. Normalisasi dan/atau *improvement* sungai Ciliwung dan Banjir Kanal Barat untuk mengembalikan dan/atau rneningkatkan kapasitas pengaliran debitnya. Disini termasuk juga pekerjaan *improvement* jembatan-jembatan yang ada sepanjang sungai untuk rneningkatkan kapasitas aliran di jembatan.
2. Normalisasi waduk Pluit
3. Pembuatan *Gate Barrier* beserta fasilitas pompa di daerah pantai
4. Pembuatan sumur-sumur resapan
5. Penghijauan di daerah hulu.

4.6. Desain Pengendalian Ranjir

· Desain Saluran

➤ Debit Banjir Rencana

Berdasarkan perannya sebagai sungai terbesar yang membelah kota Jakarta, sungai Ciliwung direncanakan untuk mampu menampung debit banjir dengan periode ulang 100 tahun. Sesuai dengan daya peta banjir, maka normalisasi sungai Ciliwung akan dimulai dari Depok. dimana genangan banjir mulai terjadi disepanjang sungai.

Tabel dibawah ini menunjukkan pembagian ruas sepanjang sungai Ciliwung dan Banjir Kanal Barat sesuai debit rencananya.

Section No	Batas Daerah	Qb (m3/s)	Panjang (km)
1	Depok - Manggarai	410	19,20
2	Manggarai - Karet	360	6,90
3	Karet - Angke	470	10,30
4	Angke - Laut	500	4,80

➤ Desain Saluran Section 1 s/d 4

Desain dilakukan dengan kriteria sebagai berikut :

- Freeboard = 1,0 m
- Koef. Manning (n) = 0,0225
- Side slope = 1,0 | 1,5

Pada section 1 karena kondisi lapangan yang memungkinkan maka normalisasi/*improvement* sungai dilakukan dengan tetap mengikuti penampang sungai yang ada yaitu berbentuk trapesium, sementara untuk section 2 s/d 4 karena sempitnya lahan maka peningkatan kapasitas saluran

dilakukan dengan merubah bentuk saluran menjadi persegi (*rectangular section*).

Desain Saluran
Manning Formula
$$= V \times (R^{3/5} / S)$$
$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} (R / S)$$

Dimana :

n = 0,225
R = Jari-jari basah (m)
S = Slope

Normalisasi Waduk Pluit

Waduk Pluit terletak di Jakarta Utara, merupakan waduk pengendalian banjir terbesar di Pantai Jakarta. Waduk ini mempunyai daerah pelayaran seluas 2.080 Ha yang mencakup mulai dari daerah sekitar Monas sampai dengan daerah disekitar waduk. Adapun data teknis waduk Pluit adalah :

- Luas waduk : 80 Ha
- Kapasitas Pompa :
 - 3 pompa x 3,2 = 9,6 m³/s
 - 1 pompa x 3,7 = 3,7 m³/s
 - 4 pompa x 4 = 16 m³/s
- Peil Maksimum : + 0,5 m (PP)
- Peil Minimum : - 1,9 m (PP)
- Peil Maksimum : 2.080 m Ha

Kondisi yang dialami waduk Pluit pada saat ini adalah tingginya sedimentasi yang mengakibatkan berkurangnya daya tampung air sehingga pompa yang ada tidak dapat mengatasi datangnya debit banjir yang besar. Hal ini terbukti pada saat kejadian banjir terakhir (Jan - Feb 2012) dimana elevasi air didalam waduk mencapai + 1,50 m (PP), lebih tinggi dari peil maksimum yang hanya + 0,50 m (PP). Hal ini mengakibatkan terjadinya banjir didaerah sekitar waduk yang merupakan daerah pemukiman padat, baik pemukiman mewah maupun pemukiman kumuh. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka direncanakan akan dilakukan normalisasi kapasitas waduk berupa pengerukan Lumpur sedalam 4,0 m, sesuai dengan perkiraan sedimentasi yang ada pada saat ini.

Gate Barrier

Karena berada didataran rendah, kondisi banjir di Jakarta semakin parah bila bersamaan dengan datangnya air laut pasang. Untuk mengatasi hal ini direncanakan akan dibangun sebuah *Gate Barrier* yang akan ditutup bila datangnya air laut pasang. Sementara air hujan yang melimpas dari daerah hulu akan dibuang ke laut dengan sistem pompa. Untuk memberi efek *storage* yang memadai, maka pada section 4 (daerah paling bawah) akan dilakukan pendalaman tambahan sedalam 2 m, diluar luas penampans yang dibutuhkan sesuai desain.

Penghijauan Daerah Hulu

Seperti diurai didepan, untuk jangka panjang maka langkah yang dapat diambil untuk dapat menekan tingginya debit banjir yang masuk ke kota Jakarta adalah dengan melakukan penghijauan. Penghijauan direncanakan akan dilakukan didaerah-daerah rawan akibat penggundulan daerah hijau yang selama ini berlangsung. Pada setiap awal ini direncanakan penghijauan akan mencakup areal seluas 50.000 Ha.

Pembuatan Sumur Resapan

Pada daerah kota akan dibangun sumur-sumur resapan pada areal selebar kurang lebih 5 km di kiri-kanan sungai. Jarak antar sumur resapan direncanakan sekitar 150 m. Total sumur resapan yang harus dibangun adalah 15,050 sumur.

4.7. Estimasi Biaya

Berdasarkan desain perencanaan pengendalian banjir di sepanjang Sungai Ciliwung dan Banjir Kanai Barat, maka harus dihitung estimasi biaya yang dibutuhkan.

Estimasi biaya dilakukan berdasarkan harga satuan (*unit prices*) yang ditetapkan dengan mengacu dari data-data pekerjaan sejenis sebelumnya, berdasarkan

pengalaman atau daftar harga satuan yang diterbitkan oleh instansi berwenang.

Perhitungan estimasi biaya disajikan pada Tabel dibawah ini dan dapat diringkas sebagai berikut :

1. Penghijauan	Rp.	375,000,000,000
2. Improvement Section-1	Rp.	407,335,600,000
3. Improvement Section-2	Rp.	194,783,127,285
4. Improvement Section-3	Rp.	318,613,715,048
5. Improvement Section-4	Rp.	1,316,455,846,912
6. Normalisasi Waduk Pluit	Rp.	241,072,000,000
Total Biaya Rp.		2,853,260,289,225

Sepanjang bantaran sungai direncanakan akan dilakukan pembebasan lahan untuk pelebaran sungai dan jalur hijau. Lebar jalur hijau direncanakan selebar 5 m dan diberi pagar sepanjang sungai.

4.8. Optimasi Biaya

Berdasarkan estimasi biaya maka total biaya yang dibutuhkan adalah sebesar Rp.2,853,260,289,225. Tetapi dalam pelaksanaannya pekerjaan pengendalian banjir ini menghadapi beberapa kendala yaitu :

1. Dana yang tersedia hanya sebesar Rp. 2,750,000,000,000
2. Unit Prices yang dipakai dalam estimasi biaya meskipun berdasarkan data dan *engineering estimation*, sebenarnya adalah sebuah variabel tak tentu.

Untuk mengatasi kendala diatas, maka harus dilakukan analisa optimasi biaya dengan tujuan memaksimalkan keuntungan yang didapat, yaitu pengurangan kerugian akibat banjir yang sebesar-besarnya. Adapun yang menjadi patokan dalam melakukan analisa optimasi ini adalah :

1. Penanganan banjir dilakukan dengan mengacu pada prioritas daerah yang didapat dari analisa identifikasi resiko.
2. Pekerjaan yang akan dilakukan ditentukan dengan persyaratan bahwa jumlah dana yang tersedia (Rp. 2,750,000,000,000) harus mempunyai tingkat kemungkinan mencukupi sebesar minimum 90%.

Persamaan umum optimasi adalah :

$$Z = C1 * P1 + C2 * P2 + C3 * P3 + \dots + Ci * Pi$$

Denqan constraint : $Z \leq Z_0$

Dimana:

- C_i = unit Price untuk jenis pekerjaaa P_i
- P_i = besaran jenis pekerjaan
- Z = total biaya yang dibutuhkan
- Z_0 = jumlah dana yang ada, menjadi constraint.

Analisa dilakukan dengan melakukan simulasi dengan bantuan program komputer *Crystal Ball*. Dalam analisa ini dipakai 2 jenis variable, yaitu :

- *Uncertain variable* yaitu unit price dari masing-masing pekerjaan. Variable ini tidak dapat dikontrol karena bersifat probabilistik.
- *Decision variable* yaitu variable yang dapat dikontrol karena besarnya ditetapkan berdasarkan kriteria-kriteria tertentu sesuai sasaran simulasi.

Unit price sendiri sebagai suatu variable tak tentu mempunyai beberapa bentuk distribusi. Tetapi dalam studi ini diasumsikan distribusi tersebut mengikuti bentuk Distribusi Normal dan *Triangle*. Pekerjaan-pekerjaan yang umum dan sering dilakukan dianggap mengikuti bentuk distribusi normal, sedangkan distribusi *triangle* diasumsikan cocok untuk pekerjaan-pekerjaan yang tidak/kurang standar.

Tabel yang menyajikan "Budget Constraint Model" yang dipakai dalam simulasi sementara menyajikan hasil simulasi yang dilakukan. Pada tahap awal simulasi dilakukan tanpa menetapkan constraint yang ada, dan didapat bahwa dana total yang dibutuhkan (Rp. 2,853,260,289,225) hanya mempunyai probabilitas sebesar 49.20%, berarti dana yang tersedia sebesar Rp. 2,750,000,000,000 mempunyai probabilitas yang lebih kecil lagi.

Hasil akhir simulasi dengan budget constraint sesuai dana yang tersedia dan tmqkat probabilitas terpenuhi minimum 90% dapat dilihat pada Tabel 4.6. Total biaya dengan probabilitas tersebut adalah Rp. 2,656,800,000,000

4.9. Pengurangan Kerugian Banjir Setelah Optimasi

Berdasarkan data kerugian akibat banjir terakhir yang melanda Jakarta, maka dengan

pola penanganan sesuai hasil optimasi akan didapat pengurangan kerugian banjir pada tahun-tahun mendatang sebagai berikut Unit price sendiri sebagai suatu variabel tak tentu mempunyai beberapa bentuk distribusi. Tetapi dalam studi ini diasumsikan distribusi tersebut mengikuti bentuk Distribusi Normal dan *Triangle* Pekerjaan-pekerjaan yang umum dan sering dilakukan dianggap mengikuti bentuk distribusi normal, sedangkan distribusi *triangle* diasumsikan cocok untuk pekerjaan-pekerjaan yang tidak/kurang standar.

Tabel yang menyajikan “*budget Constraint Moder*” yang dipakai dalam simulasi sementara Tabel 4.5 menyajikan hasil simulasi yang dilakukan. Pada tahap awal simulasi dilakukan tanpa menetapkan constraint yang ada, dan didapat bahwa dana total yang dibutuhkan (Rp2,583,260,289,225) hanya mempunyai probabilitas sebesar 49,20%, berarti dana yang tersedia sebesar Rp. 2,750,000,000,000 mempunyai probabilitas yang lebih kecil lagi.

Hasil akhir simulasi dengan *budget constraint* sesuai dana yang tersedia dan tingkat probabilitas terpenuhi minimum 90% dapat dilihat pada Tabel 4.5. Total biaya dengan probabilitas tersebut adalah Rp. 2,656,800,000,000.

Berdasarkan data kerugian akibat banjir terakhir yang melanda Jakarta, maka dengan pola penanganan sesuai hasil optimasi akan didapat pengurangan kerugian banjir pada tahun-tahun mendatang sebagai berikut:

Section	Kerugian Akibat Banjir	Pengurangan Kerugian	Sisa Kerugian
Depok - Muanggani	950.400.000.000	240.109.600.000	720.300.000.000
Manggani - Karat	126.540.000.000	60.000.000.000	66.540.000.000
Karat - M. Angku	421.000.000.000	421.000.000.000	0
M. Angku - Laut	295.260.000.000	295.260.000.000	0

Berdasarkan perhitungan diatas maka resiko kerugian yang tersisa setelah dilakukannya *treatment* adalah sebesar Rp. 786.840.000.000 (atau 38% dari total kerugian yaitu Rp.1.804.000.000.000). dengan pertimbangan banjir yang membuat kerugian besar biasanya terjadi tiap 5 tahun sekali, maka dapat disimpulkan bahwa penanganan yang dilakukan memberi

keuntungan dalam bentuk mengurangi resiko kerugian akibat banjir ditahun-tahun mendatang.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Masalah banjir yang selalu melanda Jakarta haruslah dicari pemecahannya. Pada saat ini sedang tumbuh tekad bersama untuk segera menyelesaikan masalah banjir.
2. Penurunan terus menerus kondisi DAS Ciliwung sebagai daerah resapan hujan semakin memperparah banjir Jakarta. Berdasarkan pengamatan ada kecenderungan tinggi banjir semakin lama semakin meningkat akibat rusaknya DAS tersebut.
3. Berdasarkan identifikasi resiko dan analisa dengan AHP disimpulkan bahwa tingkat resiko mulai dari yang terbesar terjadi di daerah hilir (pantai) terus berkurang ke daerah hulu.
4. Treatment yang harus dilakukan sepanjang sungai Ciliwung dan Banjir Kanai Barat adalah normalisasi/improvement saluran dan jembatan, normalisasi waduk Pluit, pembangunan Gate dan Pompa di muara sungai, penghijauan daerah hulu, pembuatan sumur resapan disepanjang sungai.
5. Dari studi didapat total biaya yang dibutuhkan adalah Rp.2,853,260,289,225. Sementara dana yang tersedia hanya Rp. 2,750,000,000,000. Permasalahan yang ada adalah bagaimana mengoptimalkan dana tersebut dengan tetap mengatu pada prioritas penanggulangan sesuai analisa identifikasi resiko dan probabilitas bahwa dana tersebut mencukupi adalah minimum 90%.
6. Dari simulasi optimasi dengan Crystal Ball didapat kesimpulan daerah yang mendapat treatment penuh sesuai hasil desai adalah section 4 dan 3. Sementara pada section 1, 2 dan 3 dilakukan pembuatan sumur resapan dengan jumlah sesuai desain. Pekerjaan treatment lainnya di section 1 dan 2 serta penghijauan daerah hulu harus ditunda.
7. Total biaya yang dibutuhkan adalah Rp. 2,656,800,000,000 dengan probabilitas bahwa dana tersebut pasti terpenuhi

(dengan pagu Rp2,750,000,000,000) adalah lebih besar dari 90%.

5.2 Saran

Dari hasil studi ini hal yang harus diperhatikan adalah:

1. Manajemen resiko adalah suatu proses yang berkelanjutan. Setiap langkah/treatment yang disimpulkan dari sebuah analisa resiko haruslah dengan mempertimbangkan dampak lanjutan yang terjadi, sehingga langkah yang diambil tidaklah sekedar pengalihan resiko atau menimbulkan resiko baru.
2. Untuk kasus Jakarta maka diperlukan ketegasan dan konsistensi pemerintah dalam melaksanakan treatment seperti yang direkomendasikan dalam studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- 1]. Ali, Masyud, 2010, Manajemen Resiko, Graha Ilmu, Jakarta
- 2]. Arthacons, 2007, Perencanaan Pembangunan Saluran Drainase Sistem V Pedungan, Jakarta
- 3]. Asyanto, 2009, Manajemen Resiko untuk Kontraktor, Pradnya Paramita, Jakarta
- 4]. Darmawi, Herman, 2005, Manajemen Resiko, Bumi Aksara, Jakarta
- 5]. Duffield, C.& Trigunarsyah, B., 1999, Project Management Conception to Completion Engineering, Education Australia, (EEA), Australia
- 6]. Departemen PU, 1992, Cara Menghitung Design Flood, Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta
- 7]. Harto, sri, 1993, Analisis Hidrologi, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- 8]. Saryaifullah08, 2010, Pengenalan Metode AHP (Analytical Hierarchy Process), Wordpress.com
- 9]. Suripin, 2004, Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan, Andy Offset, Yogyakarta
- 10]. Saaty, Thomas L., 2007, The Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with The analytic Hierarchy Process, Vol VI of The AHP series, RWS Publications
- 11]. Soeharto, Iman., 1999, Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional, Erlangga, Jakarta
- 12]. Soemarto,C.D., 1995, Hidrologi Teknik, Erlangga, Jakarta
- 13]. Suryono, Sosrodarsono., 1978, Hidrologi untuk Pengairan, Pradnya Paramita, Jakarta

PENULIS

1. **Heny Purwanti, ST., MT.**, Staf Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik – Universitas Pakuan
2. **Ir. Hj. Ike Pontiwaty, MT.**, Staf Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik – Universitas Pakuan