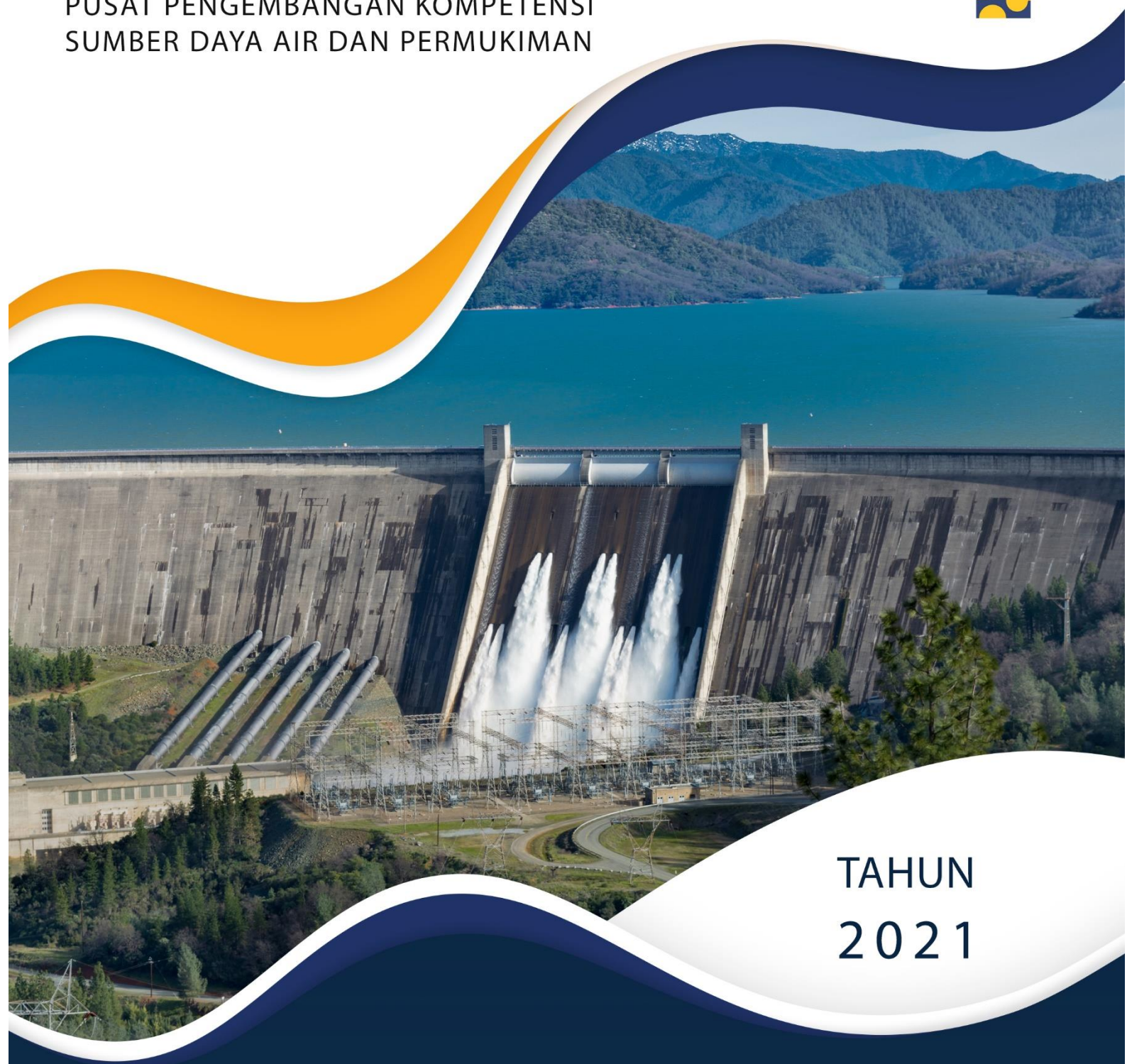


BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
PUSAT PENGEMBANGAN KOMPETENSI
SUMBER DAYA AIR DAN PERMUKIMAN



TAHUN
2021

Modul 07

PENGENDALIAN DAYA RUSAK AIR

PELATIHAN PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR TERPADU

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas selesainya Modul Pengendalian Daya Rusak Air sebagai salah satu materi dalam Pelatihan Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu. Modul ini disusun untuk memenuhi kebutuhan kompetensi dasar Aparatur Sipil Negara (ASN) yang tersebar di beberapa unit organisasi bidang sumber daya air di lingkungan Kementerian PUPR.

Modul Pengendalian Daya Rusak Air ini disusun dalam 3 (tiga) bagian yang terbagi atas Pendahuluan, Materi Pokok 2 (dua) bab, dan Penutup. Penyusunan modul yang sistematis diharapkan mampu mempermudah peserta pelatihan dalam menerapkan tugas di bidang Sumber Daya Air (SDA). Penekanan orientasi pembelajaran pada modul ini lebih menonjolkan partisipasi aktif dari para peserta.

Akhirnya, ucapan terima kasih dan penghargaan kami sampaikan kepada Tim Penyusun dan Narasumber, sehingga modul ini dapat diselesaikan dengan baik. Penyempurnaan maupun perubahan modul di masa mendatang senantiasa terbuka dan dimungkinkan mengingat akan perkembangan situasi, kebijakan dan peraturan yang terus menerus terjadi. Semoga Modul ini dapat memberikan manfaat bagi peningkatan kompetensi Aparatur Sipil Negara (ASN) di lingkungan Kementerian PUPR.

Bandung, November 2021
Kepala Pusat Pengembangan Kompetensi
Sumber Daya Air dan Permukiman

Ir. H. Ruhban Ruzziyatno, M.T.
NIP. 196208191990031002

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
PETUNJUK PENGGUNAAN	1
PENDAHULUAN	3
A. Latar Belakang.....	3
B. Deskripsi Singkat	3
C. Tujuan Pembelajaran	4
1. Kompetensi Dasar	4
2. Indikator Keberhasilan	4
D. Materi Pokok	4
E. Estimasi Waktu	4
MATERI POKOK 1 KONSEPSI PENGENDALIAN DAYA RUSAK AIR	5
1.1. Definisi Pengendalian Daya Rusak Air	5
1.2. Maksud dan Tujuan Pengendalian Daya Rusak Air	6
1.3. Filosofi dan Resiko Daya Rusak Air.....	7
1.3.1. Filosofi Daya Rusak Air.....	7
1.3.2. Resiko Daya Rusak Air	8
1.4. Latihan	15
1.5 Rangkuman.....	15
1.6 Evaluasi	16
1.7. Umpan Balik.....	17
MATERI POKOK 2 RUANG LINGKUP PENGENDALIAN DAYA RUSAK AIR..	18
2.1. Pencegahan Daya Rusak Air	18
2.1.1. Pengendalian Pengambilan Komoditas Tambang (Galian C)	19
2.1.2. Pencegahan Pencemaran Air	21
2.2. Penanggulangan Daya Rusak Air	24

2.2.1.Flood Forecasting and Warning System (Prakiraan Banjir dan Prakiraan Dini)	27
2.2.2.Pengertian Resiko Banjir.....	30
2.2.3.Jenis dan Penyebab Banjir	31
2.2.4.Mengatasi Banjir	32
2.2.5.Jenis Resiko Banjir.....	35
2.2.6.Prasarana Untuk Mengurangi Resiko Banjir (Pengurangan Resiko Banjir)	36
2.2.7.Flood Emergency (Penanggulangan Banjir)	38
2.2.8.Eco Based Flood Management.....	42
2.2.9.Standar Operasional Prosedur Penanggulangan Banjir.....	48
2.3. Pemulihan Daya Rusak Air	49
2.4. Latihan	55
2.5. Rangkuman.....	55
2.6. Evaluasi	56
2.7. Umpan Balik.....	57
PENUTUP	58
A. Simpulan	58
B. Tindak Lanjut	59
DAFTAR PUSTAKA	60
GLOSARIUM	61
KUNCI JAWABAN.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Tingkat Kerentanan Resiko Daya Air (Banjir)	9
Gambar 1.2 <i>Consequences of Flooding</i>	12
Gambar 1.3 Contoh Tebing yang Longsor Karena Daya Rusak Air	13
Gambar 1.4 Sabo Dam	15
Gambar 2.1 Pengendalian Pengambilan Komoditas Tambang (Galian C).....	20
Gambar 2.2 Floodplain Excavation	21
Gambar 2.3 Pencemaran Air Sungai.....	23
Gambar 2.4 Analisis Lokasi Debit Air	28
Gambar 2.5 Tiga Tingkat Kesiagaan Debit Air	29
Gambar 2.6 <i>Chance of Flooding Over a Period of Years</i>	35
Gambar 2.7 Kegiatannya Bersifat Mengurangi Kerentanan (<i>Vulnerability</i>) dan Keterpaparan (<i>Exposure</i>)	37
Gambar 2.8 <i>Emergency Management</i>	39
Gambar 2.9 <i>Eco Based Flood Management</i>	43
Gambar 2.10 Garis Sempadan Sungai	46
Gambar 2.11 Contoh Dataran Banjir	48
Gambar 2.12 Pemulihan Lapangan Dengan Resapan Air (Sebelum)	54
Gambar 2.13 Pemulihan Lapangan Dengan Resapan Air (Setelah)	54

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Empat Konsekuensi Dari Banjir	11
Tabel 2.1 Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.....	23
Tabel 2.2 Tingkat Siaga Banjir	30
Tabel 2.3 <i>Runoff Reduction Values</i>	34
Tabel 2.4 Upaya Kegiatan Struktural dan Non Struktural.....	38
Tabel 2.5 Fungsi dan Proses Perencanaan Banjir	47

PETUNJUK PENGGUNAAN

Deskripsi

Modul Pengendalian Daya Rusak Air ini terdiri dari 2 (dua) materi pokok. Materi pokok ke-1 membahas tentang konsepsi pengendalian daya rusak air. Materi pokok ke-2 membahas tentang ruang lingkup pengendalian daya rusak air.

Peserta pelatihan mempelajari keseluruhan modul ini dengan cara yang berurutan. Pemahaman setiap materi pada modul ini diperlukan untuk memahami Pengendalian Daya Rusak Air. Setiap materi pokok dilengkapi dengan latihan yang menjadi alat ukur tingkat penguasaan peserta setelah mempelajari materi pada materi pokok.

Persyaratan

Dalam mempelajari modul ini, peserta pelatihan diharapkan dapat menyimak dengan seksama penjelasan dari pengajar, sehingga dapat memahami dengan baik materi yang merupakan materi inti/substansi dari Pelatihan Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu. Selain dari pada itu untuk menambah wawasan tersebut, peserta juga diharapkan dapat membaca terlebih dahulu materi yang berkaitan dengan pengendalian daya rusak air.

Metode

Dalam pelaksanaan pembelajaran ini, metode yang dipergunakan adalah dengan kegiatan ceramah interaktif yang dilakukan oleh Pengajar/Widyaiswara/Fasilitator, adanya kesempatan pembahasan studi kasus, dan diskusi.

Alat Bantu/Media

Untuk menunjang tercapainya tujuan pembelajaran ini, diperlukan AlatBantu/Media pembelajaran tertentu, yaitu: LCD/proyektor, Laptop, *white board* dengan spidol dan penghapusnya, bahan tayang, aplikasi *zoom meeting*, serta modul dan/atau bahan ajar.

Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti seluruh rangkaian pembelajaran dalam mata pelatihan ini, peserta pelatihan mampu menerapkan pengendalian daya rusak air dalam ruang lingkup pengelolaan sumber daya air terpadu.

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam rangka pelaksanaan bidang sumber daya air pada umumnya dan pengelolaan Sumber Daya Air terpadu pada khususnya, maka perlu dilakukan pembinaan Aparatur Sipil Negara (ASN) yang memiliki integritas dan profesional dalam bidangnya. Tuntutan untuk mewujudkan cita-cita bangsa dan memiliki ASN yang mempunyai integritas dan profesional tentunya membutuhkan kesungguhan dan kesiapan sumber daya manusia yang baik melalui penyaringan penerimaan ASN yang baik dan selektif. Juga tidak bisa diabaikan adalah pentingnya pembinaan, pendidikan dan pelatihan sumber daya ASN untuk membentuk dan mengkader aparatur yang berintegritas dan profesional.

Kesiapan sumber daya aparatur yang baik dan berkualitas tentunya akan memudahkan berlangsungnya proses reformasi birokrasi yang sedang dijalankan. Sehubungan dengan hal tersebut faktor kesiapan dan kemauan untuk mengubah pola pikir, sikap dan perilaku sebagai PNS yang berintegritas dan profesional menjadi pondasi dan esensi strategis yang ikut menentukan keberhasilan pelaksanaan pengelolaan sumber daya air terpadu.

Salah satu upaya untuk menciptakan aparatur yang profesional adalah dengan mengikuti pelatihan ini. Dengan keikutsertaan pada pelatihan tersebut maka diharapkan seorang ASN akan mampu untuk melaksanakan tugas dan fungsi dengan sebaik-baiknya khususnya ASN yang akan menjalankan kegiatan pengelolaan sumber daya air terpadu.

B. Deskripsi Singkat

Mata pelatihan ini membekali peserta dengan pengetahuan terkait dengan Konsepsi Pengendalian Daya Rusak Air; Ruang Lingkup Pengendalian Daya Rusak Air pada pelatihan Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu yang disajikan dengan cara ceramah interaktif, pembahasan studi kasus, dan diskusi.

C. Tujuan Pembelajaran

1. Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti seluruh rangkaian pembelajaran dalam mata pelatihan ini, peserta pelatihan mampu menerapkan pengendalian daya rusak air dalam ruang lingkup pengelolaan sumber daya air.

2. Indikator Keberhasilan

Setelah pembelajaran ini, peserta dapat :

- a) Memahami Konsepsi Pengendalian Daya Rusak Air;
- b) Menerapkan Ruang Lingkup Pengendalian Daya Rusak Air.

D. Materi Pokok

Dalam modul Pengendalian Daya Rusak Air akan membahas materi:

1. Materi Pokok 1: Konsepsi Pengendalian Daya Rusak Air

- a) Definisi Pengendalian Daya Rusak Air
- b) Maksud dan Tujuan Pengendalian Daya Rusak Air
- c) Filosofi dan Resiko Daya Rusak Air
- d) Latihan
- e) Rangkuman
- f) Evaluasi

2. Materi Pokok 2: Ruang Lingkup Pengendalian Daya Rusak Air

- a) Pencegahan Daya Rusak Air
- b) Penanggulangan Daya Rusak Air
- c) Pemulihan Daya Rusak Air
- d) Latihan
- e) Rangkuman
- f) Evaluasi

E. Estimasi Waktu

Alokasi waktu yang diberikan untuk pelaksanaan kegiatan belajar mengajar untuk mata pelatihan “Pengendalian Daya Rusak Air” ini adalah 8 (delapan) jam pelajaran (JP) atau sekitar 360 menit.

MATERI POKOK 1

KONSEPSI PENGENDALIAN DAYA RUSAK AIR

Indikator keberhasilan: setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta dapat memahami konsepsi pengendalian daya rusak air.

1.1. Definisi Pengendalian Daya Rusak Air

Air merupakan sumber daya utama yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Tanpa adanya air, manusia tidak akan mampu untuk bertahan hidup. Sebagai salah satu sumber daya, terkandung potensi di dalam air yang dapat memberikan manfaat ataupun kerugian bagi kehidupan manusia dan juga lingkungannya. Manfaatnya sangat dirasakan dalam kehidupan sehari-hari, namun adanya kerugian juga tidak bisa terelakkan. Dimana akhirnya berdampak negatif bagi kelestarian sumber daya air sehingga meningkatnya daya rusak air.

Daya rusak air adalah daya air yang dapat menimbulkan kerusakan dan atau bencana terhadap manusia dan lingkungan sekitarnya, yang antara lain berupa kejadian banjir, erosi tanah dan sedimentasi, tanah longsor, banjir lahar dingin, tanah amblas, perubahan sifat dan kandungan kimia, biologi dan fisik dalam air, instrusi air laut, dan perembesan pada tempat yang tidak diinginkan.

Timbulnya daya rusak air disebabkan oleh faktor yang berasal di sekitarnya, baik dari alam maupun manusia. Berdasarkan fenomena yang terjadi, faktor alam berasal dari erosi dan sedimentasi. Erosi adalah suatu proses dimana tanah dihancurkan dan kemudian dipindahkan ke tempat lain oleh kekuatan air, angin dan gravitasi. Di Indonesia erosi yang terpenting disebabkan oleh air. Faktor-faktor yang mempengaruhi erosi meliputi hujan, angin, limpasan permukaan, jenis tanah, kemiringan lereng, penutupan tanah baik oleh vegetasi atau lainnya dan ada atau tidaknya tindakan konservasi.

Sementara itu sedimen adalah material atau pecahan dari batuan, mineral dan material organik yang dipindahkan dari berbagai sumber air darat maupun laut dan didepositkan oleh udara, angin, es, dan air. Sedimen biasanya dibawa oleh arus air di sepanjang sungai. Sedimen merupakan dampak yang ditimbulkan akibat terjadinya erosi yang merupakan proses alam. Semakin lama sedimen tersebut semakin bertambah dan akhirnya menumpuk di setiap dasar sungai dan menyebabkan pendangkalan sungai. Selanjutnya faktor yang berasal dari manusia yaitu tindakan manusia yang tidak memperhatikan kebersihan lingkungan, seperti membuang sampah ke sungai merupakan salah satu penyebab timbulnya daya rusak air.

Fenomena tersebut jika berlangsung terus menerus akan mengakibatkan banjir. Dari sampah-sampah yang menumpuk dan menutupi aliran sungai, dapat menutup aliran sungai, maka air tidak akan mengalir dengan lancar. Apabila musim hujan tiba dan curah hujan tinggi, maka debit air juga akan naik. Sementara itu sungai tempat penampung air mengalami penyempitan dan pendangkalan akibat dari penumpukan sedimen. Sehingga berkurangnya kapasitas sungai untuk menampung aliran air. Akibatnya air sungai tersebut melimpah keluar dari bibir sungai dan terjadi banjir.

Pengendalian daya rusak air dapat dilakukan pada sungai, danau, waduk, rawa, cekungan air tanah, sistem irigasi, serta air hujan dan air laut yang berada di darat, diutamakan pada upaya pencegahan melalui perencanaan pengendalian yang disusun secara terpadu dan menyeluruh, mencakup upaya pencegahan, penanggulangan, dan pemulihan kerusakan kualitas lingkungan yang disebabkan oleh daya rusak air dalam pola pengelolaan sumber daya air secara keseluruhan.

1.2. Maksud dan Tujuan Pengendalian Daya Rusak Air

Pengendalian Daya Rusak Air dilakukan secara menyeluruh yang mencakup upaya pencegahan, penanggulangan, dan pemulihan. Dalam kaitan dengan Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu, pengendalian daya rusak air diutamakan pada upaya pencegahan melalui perencanaan pengendalian

daya rusak air yang disusun secara terpadu dan menyeluruh dalam pola pengelolaan sumber daya air dan dijabarkan secara lebih rinci pada Rencana Pengelolaan Sumber Daya Air.

Pada Rencana Pengelolaan Sumber Daya Air, pada prinsipnya harus sudah dikenali potensi daya rusak air yang akan terjadi pada suatu wilayah sungai dan kemudian direncanakan upaya pencegahan, baik melalui pengendalian daya rusak air dengan pembangunan infrastuktur, maupun dengan perencanaan sistem peringatan dini yang diperlukan.

Tujuan pengendalian daya rusak air adalah sebagai berikut:

- a) Pencegahan daya rusak air ditujukan untuk mencegah terjadinya bencana yang diakibatkan oleh daya rusak air.
- b) Penanggulangan daya rusak air ditujukan untuk meringankan penderitaan akibat bencana melalui mitigasi bencana. upaya penanggulangan daya rusak air yang dinyatakan sebagai bencana dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- c) Upaya pemulihan akibat daya rusak air ditujukan untuk memulihkan fungsi sumber daya air serta sistem prasarana sumber daya air setelah terjadinya daya rusak air. Upaya pemulihan daya rusak air dilakukan melalui kegiatan rekonstruksi dan rehabilitasi.

1.3. Filosofi dan Resiko Daya Rusak Air

1.3.1. Filosofi Daya Rusak Air

Sesuai dengan sifat air yang selalu bergerak mengikuti siklus hidrologi, massa air dalam jumlah besar datang dan pergi melewati permukaan bumi mengalir melalui sungai-sungai. Sebagian air ketika jatuh ke bumi meresap ke dalam tanah membentuk aliran air tanah di dalam akifer dan dapat muncul kembali di permukaan tanah mengisi aliran sungai. Di banyak daerah Indonesia curah hujan mengikuti pola musiman (*seasonal*). Air bila datang pada musim penghujan dalam jumlah besar berpotensi menjadi banjir, demikian sebaliknya ketika air dalam jumlah besar pergi pada musim kemarau berpotensi menimbulkan kekeringan. Banjir,

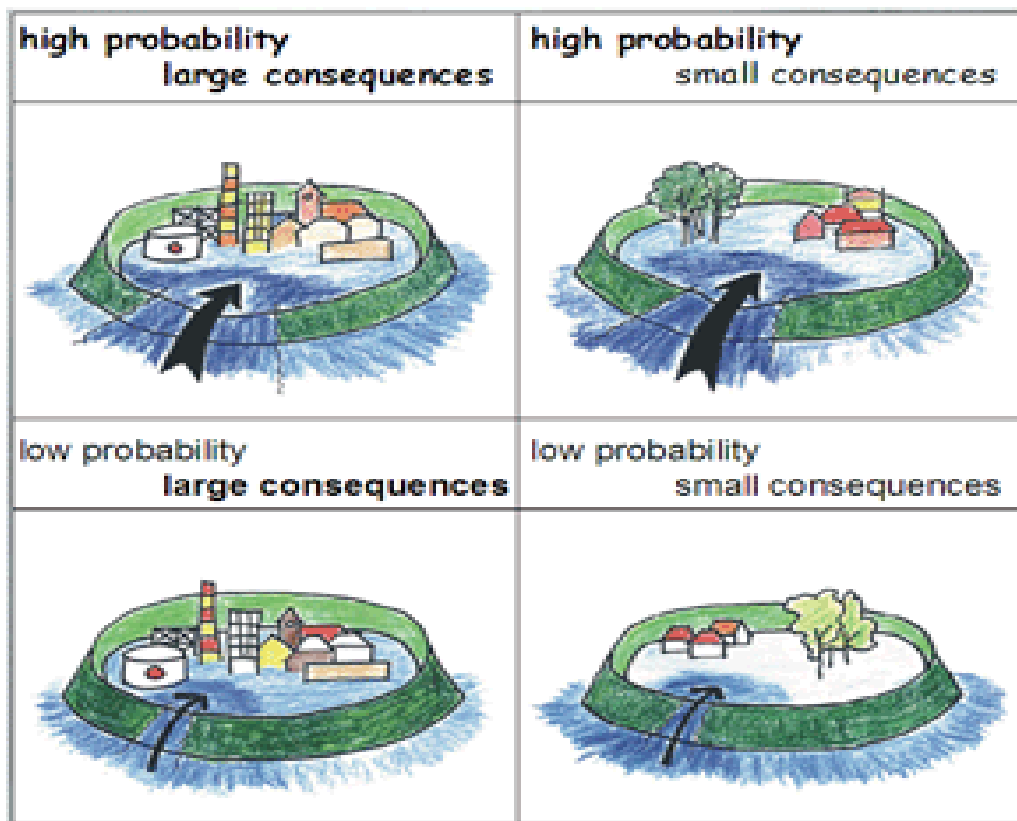
kekeringan dan daya alami air yang lain yang dapat menimbulkan terjadinya bencana (sedimentasi, agradasi sungai, longsor, pencemaran air, menyebarkan penyakit dll) disebut sebagai daya rusak air yaitu daya air yang dapat menimbulkan kerugian bagi kehidupan manusia dan alam.

Mengingat daya rusak air serta potensi kerugiannya yang amat banyak jenisnya, modul ini dibatasi hanya membahas daya rusak air yang menimbulkan kerugian besar bagi kehidupan yaitu berupa banjir, masalah galian C dan pencemaran air.

1.3.2. Resiko Daya Rusak Air

Semua berawal dari adanya bahaya (*hazard*) akan terjadi daya rusak air, dan bahaya tersebut tidak selalu berkembang menjadi bencana (*disaster*). Misalnya jika suatu wilayah dilindungi dengan tanggul tinggi, selama bahaya banjir tidak melampaui puncak tanggul maka bahaya tersebut tidak akan berkembang menjadi bencana banjir. Dalam hidrologi bahaya banjir terkait dengan probabilitas suatu kejadian banjir terlampaui atau disamai. Adapun bencana terkait dengan konsekuensi kerugian atau kerusakan yang dapat timbul yang dapat berupa harta benda, niaga, kesehatan, kerusakan alam bahkan jiwa manusia baik yang dapat dihitung dengan uang maupun yang tidak dapat dihitung dengan uang.

Jika potensi bahayanya tinggi dan konsekuensi kerugiannya (tingkat kerentanan-*vulnerability*) juga tinggi maka kejadian banjir yang seperti ini dikatakan risikonya tinggi. Sebaliknya jika potensi bahayanya rendah dan tingkat kerentanannya juga rendah maka dikatakan banjirnya memiliki resiko rendah.



Gambar 1.1 Tingkat Kerentanan Resiko Daya Air (Banjir)

- a) Apa konsekuensi dari banjir bila terjadi, tergantung pada:
- 1) Jumlah air yang membanjiri daerah tersebut
 - 2) Ukuran, tinggi dan aspek fisik lainnya dari area yang banjir
 - 3) Kedalaman air di area tersebut
 - 4) Berapa lama air itu tetap berada di area tersebut
 - 5) Berapa cepat air mengalir dan jika disana ada batu, lumpur/tanah, puing, pohon, mobil atau bahkan (bagian-bagian) rumah yang dibawa bersamanya.
 - 6) Kehadiran orang, perusahaan, bangunan monumen/tugu, alam dan sebagainya di daerah banjir.
- b) Lima poin pertama mengarah pada jumlah (atau kuantitas) air, penyebab banjir dan sifat-sifat di area banjir. Begitu pula bahaya dan jalurnya. Dengan cara apa?
- 1) Apakah tanggul meluap? Kemudian air akan mengalir secara perlahan.

- 2) Apakah ada lubang di tanggul? Maka air akan mengalir dengan cepat. Jika air mengalir sangat cepat, maka itu sangat kuat dan bahkan dapat membawa mobil pergi dan menghancurkan rumah.
- 3) Apakah air laut mengalir melalui kebocoran di pertahanan (tanggul)? Jumlah airnya sangat besar.
- 4) Apakah pecah kanal dapat bocor? Kanal mengosongkan dirinya relatif cepat; jumlah air terbatas.
- 5) Apakah daerah itu datar? Kemudian air menyebar ke permukaan yang besar.
- 6) Apakah ada cekungan (mangkuk) rendah di bentang darat? Maka air akan mengumpul di sana dan air akan mendalam di sana.

Bagi orang-orang di daerah itu, banjir selalu menyengsarakan. Anda dapat memiliki air banjir di rumah Anda, karpet lantai hancur, noda di wallpaper. Namun bisa jauh lebih serius. Orang bisa terjebak di rumah karena airnya sangat tinggi sehingga Anda tidak bisa keluar. Tanpa tenaga, tanpa gas. Dingin dan Anda tidak bisa memasak. Atau bahkan lebih buruk: orang tenggelam. Orang-orang di rumah mereka, atau orang yang mencoba meninggalkan daerah itu, yang terjebak dalam kemacetan lalu lintas. Atau orang-orang dapat hanyut oleh kecepatan air yang mengalir.

Kerusakan properti (rumah, sekolah, pabrik, jalan) disebut kerusakan material. Setelah banjir orang bisa mengalami masalah emosional. Mereka mungkin kehilangan rasa aman dan sulit tidur ketika hujan atau badai, misalnya. Ini disebut kerusakan material.

Konsekuensi bagi orang tergantung pada jumlah air; kecepatan air naik; apakah mereka bisa mengungsi; kekuatan dan ketinggian rumah-rumah dan apakah mereka dapat tinggal di rumah untuk menunggu banjir dengan cara yang baik. Untuk itu Anda membutuhkan makanan dan air minum, selimut dan pakaian agar tetap hangat.

Ternak bisa mati tenggelam, panen gagal. Rumah, bisnis, rumah sakit, gereja, museum: semua bangunan yang banjir akan rusak. Berapa banyak kerusakan tergantung pada ketinggian air, nilai bangunan dan kerentanan terhadap kerusakan air. Suatu perusahaan dapat dirusak tidak hanya secara langsung oleh air tapi juga secara tidak langsung: ia mungkin harus ditutup dan oleh karena itu tidak akan menghasilkan uang. Jika situasi ini berlangsung, pelanggan akan pergi mencari perusahaan lain untuk berbisnis.

Juga untuk alam, banjir sering menjadi bencana. Hewan tenggelam. Air asin membunuh tanaman air tawar dan ikan. Air banjir mungkin terkontaminasi atau tercemar. Misalnya, jika sebuah pabrik kimia dibanjiri, zat beracun dapat dibenamkan dan didistribusikan. Kematian bisa menyebar melalui air.

Tabel berikut menunjukkan empat kelompok konsekuensi dari banjir. Konsekuensi langsung terjadi pada saat banjir. Tidak langsung terjadi kemudian, setelah banjir telah hilang. Kerusakan yang nyata dapat langsung dihitung berdasarkan nilai ekonominya. Kerusakan tidak berwujud tidak memiliki nilai uang.

Tabel 1.1 Empat Konsekuensi Dari Banjir

	Tangible	Intangible
Direct	Kerusakan rumah, sekolah, pabrik, jalan, jembatan, perabotan, mobil, mesin, pembangkit listrik, pasokan air.	Hilangnya nyawa, efek kesehatan, hilangnya nilai ekologis.
Indirect	Hilangnya produksi industri, gangguan lalu lintas, kehilangan pelanggan.	Ketidaknyamanan pemulihan setelah banjir, meningkatkan kerentanan korban.



Gambar 1.2 Consequences of Flooding

Tingginya curah hujan merupakan salah satu penyebab tanah longsor. Saat musim kemarau yang panjang, tanah akan mengering dan membentuk rongga pecah-pecah atau pori-pori. Hal itu berakibat terjadinya keretakan pada tanah tersebut. Kemudian, kala musim hujan tiba, air hujan akan masuk dan meresap ke dalam tanah yang retak dan memenuhi rongga, sehingga terjadilah pergeseran tanah. Tanah yang bergeser menyebabkan erosi tanah dan kemudian terjadi longsor.

Erosi merupakan pengikisan pada tanah. Erosi tanah merupakan salah satu penyebab terjadinya longsor. Erosi tanah bisa disebabkan karena aliran air yang deras menghujam tanah sehingga membuat tanah menjadi kian curam. Aliran ini biasanya berupa aliran sungai, hujan, banjir, dan sebagainya. Tebing yang kekurangan pohon atau tidak memiliki penahan akan lebih mudah terkikis dan mengalami erosi sehingga mudah longsor.

Lereng tebing yang terjal juga bisa menjadi penyebab tanah longsor. Proses pembentukan lereng atau tebing terjal adalah lewatnya angin dan air di sekitar lereng yang berdampak pada pengikisan lereng tersebut. Apabila Anda bermukim di sekitar tebing atau lereng yang terjal, harap waspada karena merupakan daerah yang rawan longsor.



Gambar 1.3 Contoh Tebing yang Longsor Karena Daya Rusak Air

Selain bahaya daya rusak air akibat volume lompasan permukaan yang besar, kita juga patut mewaspadaai bahaya banjir lahar dingin. Lahar dingin yaitu aliran air dingin yang tercampur dengan material vulkanik yang terjadi karena hujan lebat setelah gunung api meletus. Lahar dingin disebut juga lahar hujan. Temperatur lahar jenis ini sama dengan temperatur lingkungan di sekelilingnya. Lahar dingin menyebabkan terjadinya proses sedimentasi batuan breksi. Batu breksi tersebut memiliki fragmen atau tekstur *subrounded* karena terkena derasnya aliran air. Karena mengalir bersama derasnya air hujan, lahar dingin ini dapat menyebabkan terjadinya bencana banjir lahar. Banjir lahar dingin bisa juga disebut banjir bandang karena mengalirkan material vulkanik berupa lumpur di lereng gunung. Banjir ini disebabkan karena sungai tidak lagi mampu menahan aliran lahar. Kecepatan aliran air yang sangat tinggi hingga mencapai 100 meter per jam. Hal tersebut disertai dengan bongkahan batu besar (bom) sehingga dapat merusak apa saja yang

dilewatinya dalam waktu singkat. Dampak kerusakan yang timbul akibat banjir lahar dingin jauh lebih besar dari banjir air.

Sabo atau bendung sabo merupakan suatu sistem pengendalian bencana alam aliran yang membawa endapan, seperti bajir bandang, aliran material vulkanik, dan pergerakan tanah, yang didirikan pada jalur aliran di pegunungan.

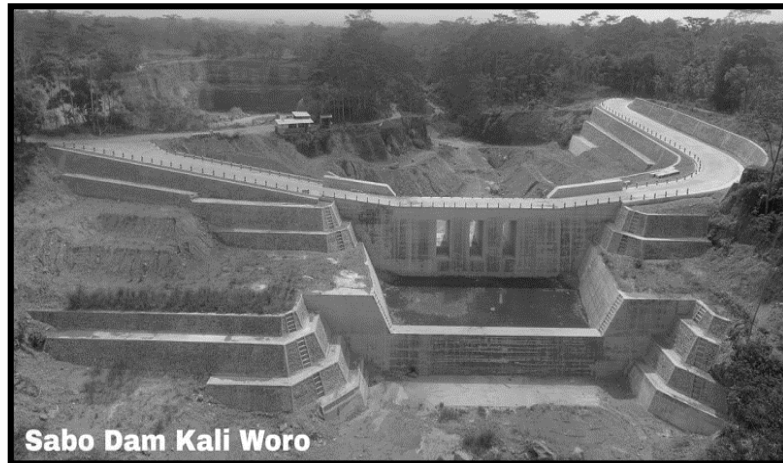
SABO adalah istilah yang berasal dari Jepang yang terdiri dari kata SA yang berarti pasir (*sand*) dan BO yang berarti penanggulangan (*prevention*). Jadi kata SABO mempunyai arti: Penanggulangan bencana yang diakibatkan pergerakan tanah atau sedimen yang dibawa oleh aliran air. Kata SABO diusulkan oleh seorang ahli konservasi dari Amerika Serikat, yang bernama Dr. Lowdermilk pada kunjungannya ke Jepang pada tahun 1951.

Secara umum sabo dapat berfungsi untuk berbagai keperluan, seperti:

- a) Melindungi manusia dan tempat tinggal beserta harta kekayaan mereka dari gangguan bencana alam yang diakibatkan oleh erosi dan aliran sedimen.
- b) Memelihara kelestarian alam dan lingkungannya.
- c) Melindungi daerah perkotaan, pedesaan serta bangunan bangunan dan fasilitas umum dari bencana yang diakibatkan oleh aliran sedimen.
- d) Dapat membantu pengembangan daerah melalui pemanfaatan bangunan sabo secara serba guna.

Di Indonesia sabo telah diterapkan pada berbagai keperluan, seperti:

- a) Pengendalian lahar akibat letusan gunungapi
- b) Pengendalian erosi di hutan dan daerah-daerah pertanian
- c) Pencegahan terhadap longsor atau tanah runtuh
- d) Pencegahan erosi yang terjadi di pantai atau abrasi yang disebabkan oleh gelombang dan atau arus laut.



Gambar 1.4 Sabo Dam

1.4. Latihan

1. Jelaskan yang dimaksud dengan pengendalian daya rusak air!
2. Jelaskan pengertian dari resiko daya rusak air dan contohnya!
3. Sebutkan empat konsekuensi dari banjir!

1.5 Rangkuman

Daya rusak air adalah daya air yang dapat menimbulkan kerusakan dan atau bencana terhadap manusia dan lingkungan sekitarnya, yang antara lain berupa kejadian banjir, erosi tanah dan sedimentasi, tanah longsor, banjir lahar dingin, tanah amblas, perubahan sifat dan kandungan kimia, biologi dan fisik dalam air, intrusi air laut, dan perembesan pada tempat yang tidak diinginkan.

Semua berawal dari adanya bahaya (*hazard*) akan terjadi daya rusak air, dan bahaya tersebut tidak selalu berkembang menjadi bencana (*disaster*).

Jika potensi bahayanya tinggi dan konsekuensi kerugiannya (tingkat kerentanan-*vulnerability*) juga tinggi maka kejadian banjir yang seperti ini dikatakan resikonya tinggi. Sebaliknya jika potensi bahayanya rendah dan tingkat kerentanannya juga rendah maka dikatakan banjirnya memiliki resiko rendah.

Empat konsekuensi dari terjadinya banjir yaitu pertama nyata-langsung yaitu Kerusakan rumah, sekolah, pabrik, jalan, jembatan, perabotan, mobil, mesin, pembangkit listrik, pasokan air., kedua nyata-tidak langsung yaitu Hilangnya produksi industri, gangguan lalu lintas, kehilangan pelanggan, ketiga tidak nyata-langsung yaitu Hilangnya nyawa, efek kesehatan, hilangnya nilai ekologis., keempat tidak nyata-tidak langsung yaitu Ketidaknyamanan pemulihan setelah banjir, meningkatkan kerentanan korban.

1.6 Evaluasi

1. Daya rusak air adalah daya air yang dapat menimbulkan kerusakan dan atau bencana terhadap manusia dan lingkungan sekitarnya, yang antara lain sebagai berikut, kecuali...
 - a. Sedimentasi
 - b. Tsunami
 - c. Banjir lahar dingin
 - d. Instrusi air laut
2. Empat konsekuensi dari terjadinya banjir yaitu, kecuali....
 - a. Nyata-langsung yaitu Kerusakan rumah, sekolah, pabrik, jalan, jembatan, perabotan, mobil, mesin, pembangkit listrik, pasokan air
 - b. Nyata-tidak langsung yaitu Hilangnya produksi industri, gangguan lalu lintas, kehilangan pelanggan
 - c. Tidak wujud-langsung yaitu Hilangnya nyawa, efek kesehatan, robohnya bangunan
 - d. Tidak wujud-tidak langsung yaitu Ketidaknyamanan pemulihan setelah banjir, meningkatkan kerentanan korban
3. Pendangkalan sungai terjadi akibat...
 - a. Menumpuknya sedimen di setiap dasar sungai
 - b. Curah hujan tinggi
 - c. Sampah-sampah yang menumpuk dan menutupi aliran sungai
 - d. Debit air yang meningkat

1.7. Umpan Balik

Cocokkan jawaban anda dengan Kunci Jawaban, untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Modul.

Hitunglah jawaban anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan anda terhadap materi pada Modul ini.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Untuk latihan soal, setiap soal memiliki bobot nilai yang sama, yaitu 20/soal.

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai:

90 – 100 % = Baik Sekali

80 – 89 % = Baik

70 – 79 % = Cukup

< 70 % = Kurang

Bila anda dapat menjawab salah dua dari pertanyaan di atas, Anda dapat meneruskan ke materi selanjutnya. Tetapi apabila belum bisa menjawab soal di atas, Anda harus mengulangi materi modul, terutama bagian yang belum anda kuasai.

MATERI POKOK 2

RUANG LINGKUP PENGENDALIAN DAYA RUSAK AIR

Indikator keberhasilan: setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta dapat menerapkan ruang lingkup pengendalian daya rusak air.

Kegiatan pengendalian daya rusak air dilakukan secara menyeluruh yang mencakup upaya pencegahan, penanggulangan, dan pemulihan. Pengendalian daya rusak air diutamakan pada upaya pencegahan melalui perencanaan pengendalian daya rusak air yang disusun secara terpadu dan menyeluruh dalam pola pengelolaan sumber daya air. Upaya pencegahan ditujukan untuk mencegah terjadinya bencana yang diakibatkan oleh daya rusak air. Upaya penanggulangan ditujukan untuk meringankan penderitaan akibat bencana melalui mitigasi bencana. Upaya pemulihan akibat daya rusak air ditujukan untuk memulihkan fungsi sumber daya air serta sistem prasarana sumber daya air setelah terjadinya daya rusak air.

2.1. Pencegahan Daya Rusak Air

Upaya pencegahan daya rusak air dilakukan untuk mengurangi sebanyak-banyaknya kemungkinan terjadinya daya rusak air, baik melalui kegiatan fisik, berupa bangunan-bangunan maupun non fisik yang berupa pengaturan, pembinaan dan penyuluhan kepada masyarakat, baik masyarakat di bagian hulu maupun masyarakat bagian hilir. Pencegahan tersebut lebih diutamakan pada kegiatan non fisik. Dalam rangka pencegahan ini perlu perlakuan seimbang antara konservasi di daerah hulu dan pendayagunaan di daerah hilir, antara lain adanya kemungkinan saling ganti untung antar kedua daerah tersebut.

Lingkup Kegiatan Pencegahan daya rusak air.

- a) Pencegahan daya rusak air yang berupa pekerjaan pembangunan sarana dan prasarana fisik, antara lain, pengaturan sungai, pembuatan tanggul banjir dan lain sebagainya.

- b) Pencegahan daya rusak air yang berupa penyusunan atau penerapan piranti lunak antara lain pengaturan, pembinaan, pengawasan dan pengendalian.
- c) Penyeimbangan hulu dan hilir seperti penyelarasan antara upaya konservasi bagian hulu dan pendaya gunaan di bagian hilir.

Dalam rangka pengendalian daya rusak air yang merupakan upaya untuk mencegah, menanggulangi, dan memulihkan kerusakan kualitas lingkungan, dapat dilakukan kegiatan secara struktur dan non struktur. Pengendalian daya rusak air dalam bentuk upaya pencegahan secara struktur dapat dilakukan dengan melaksanakan kegiatan dalam bentuk fisik, antara lain dengan membangun prasarana yang diperlukan sungai untuk mendukung aktivitas serta keberlangsungan sungai sehingga dapat mencegah banjir. Misalnya pembangunan gorong-gorong, pintu air, revetment, cek dam, dan lain-lain.

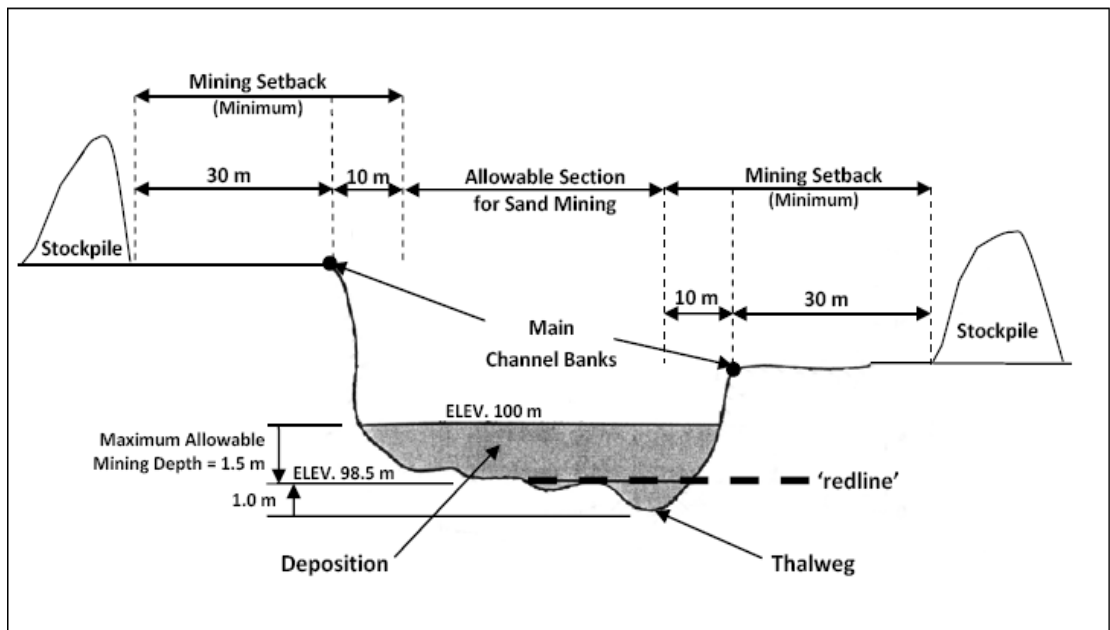
Sementara itu untuk pencegahan secara non struktur dapat dilakukan kegiatan dalam bentuk penanganan bukan fisik dan lebih menitik beratkan kepada partisipasi masyarakat, misalnya dengan kegiatan sosialisasi kepada masyarakat sekitar daerah sungai dan melakukan penanaman pohon pelindung di bantaran sungai. Pencegahan merupakan langkah awal untuk mengantisipasi terjadinya banjir. Bentuk-bentuk upaya pencegahan lain yang dapat dilakukan antara lain dengan melakukan sosialisasi kepada masyarakat agar tidak membangun permukiman di bantaran sungai. Permukiman yang dibangun di bantaran sungai dapat mengakibatkan kurangnya daerah resapan air. Kemudian upaya lainnya yaitu dengan mengajak masyarakat untuk tidak membuang sampah ke sungai.

2.1.1. Pengendalian Pengambilan Komoditas Tambang (Galian C)

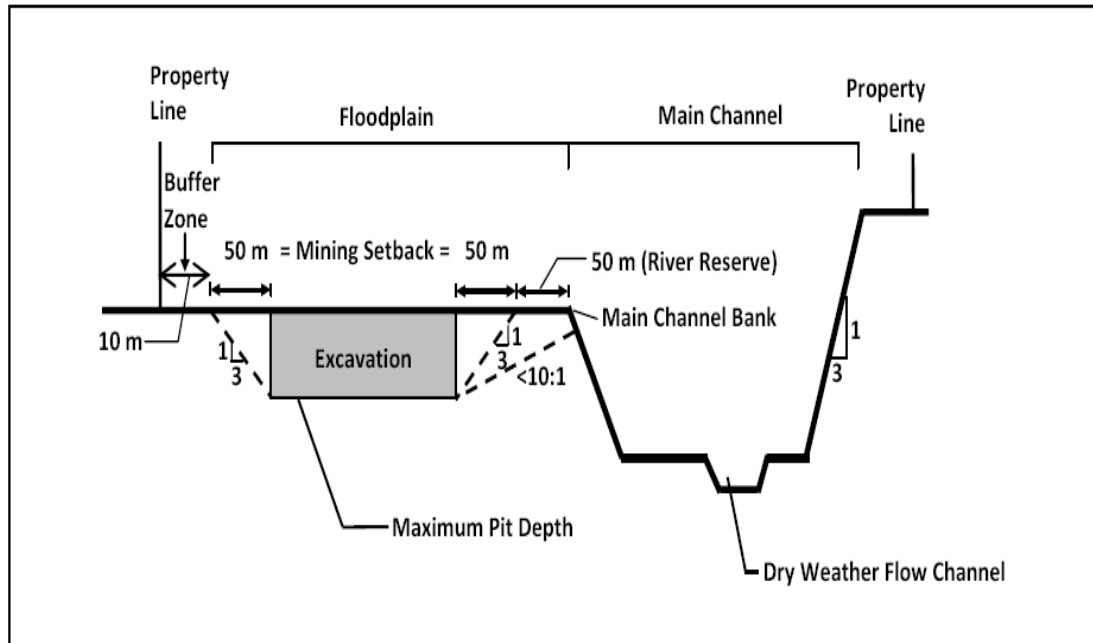
Dampak penambangan pasir dan kerikil di sungai antara lain:

- a) Pengambilan sedimen dasar sungai yang melebihi pengisian sedimen dari hulu menyebabkan penurunan dasar sungai (degradasi) ke arah hulu dan ke hilir.

- b) Penurunan dasar sungai dapat meruntuhkan pondasi jembatan, saluran pipa atau struktur lainnya.
- c) Penurunan dasar sungai dapat mengubah morfologi sungai, yang mempengaruhi kehidupan akuatik/perairan.
- d) Penurunan dasar sungai yang mengupas habis lapis pasir dan kerikil dapat membuka lapisan lain yang berakibat buruk bagi kestabilan alur dan ekosistem sungai.
- e) Jika dasar sungai mengalami penurunan sampai memotong akifer yang mengalir ke sungai dapat mengakibatkan terjadinya penurunan muka air tanah.
- f) Penurunan muka air tanah mengakibatkan keringnya sumur-sumur penduduk, matinya tetumbuhan tepi sungai dan mengeringnya lahan basah di sekitar sungai.
- g) Penurunan dasar sungai dapat menyebabkan ketidakstabilan /keruntuhan tebing karena meningkatnya ketinggian tebing.



Gambar 2.1 Pengendalian Pengambilan Komoditas Tambang (Galian C)



Gambar 2.2 Floodplain Excavation

2.1.2. Pencegahan Pencemaran Air

- a) Pencegahan pencemaran air sungai sebagaimana dimaksud dalam Pasal 20 ayat (1) huruf b PP 38/2011 tentang Sungai dilakukan melalui :
 - 1) Penetapan daya tampung beban pencemaran;
 - 2) Identifikasi dan inventarisasi sumber air limbah yang masuk ke sungai;
 - 3) Penetapan persyaratan dan tata cara pembuangan air limbah;
 - 4) Pelarangan pembuangan sampah ke sungai;
 - 5) Pemantauan kualitas air pada sungai; dan
 - 6) Pengawasan air limbah yang masuk ke sungai.
- b) Pencegahan pencemaran air sungai dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan

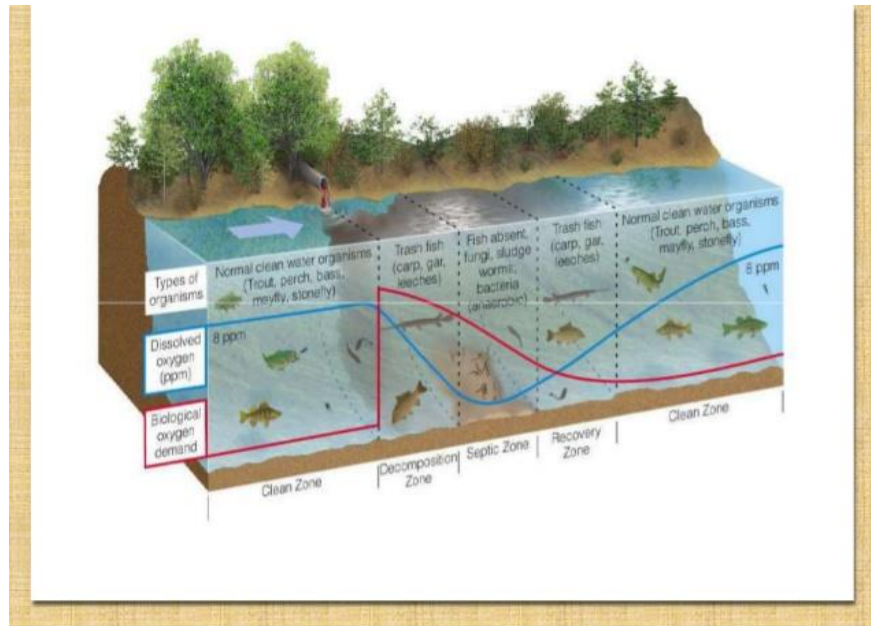
Kegagalan menyediakan air minum yang aman dan layanan sanitasi yang memadai bagi semua orang mungkin merupakan kegagalan pembangunan terbesar pada abad ke-20. Konsekuensi paling mengerikan dari kegagalan ini adalah tingginya angka kematian di antara anak-anak

dari penyakit yang dapat dicegah dengan air. Makalah ini mengkaji berbagai skenario kegiatan di arena air internasional dan memberikan tiga perkiraan mortalitas terkait air secara keseluruhan yang mungkin terjadi selama dua dekade berikutnya.

Jika tidak ada tindakan yang diambil untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia yang belum terpenuhi untuk air, sebanyak 135 juta orang akan meninggal akibat penyakit ini pada tahun 2020. Bahkan jika Tujuan Milenium eksplisit yang diumumkan oleh PBB pada tahun 2000 tercapai - tidak mungkin diberikan komitmen internasional saat ini - antara 34 dan 76 juta orang akan lenyap dari penyakit yang berhubungan dengan air pada tahun 2020. Masalah ini adalah salah satu krisis kesehatan masyarakat yang paling serius yang dihadapi kita, dan layak mendapat perhatian dan sumber daya yang jauh lebih banyak daripada yang telah diterimanya sejauh ini.

Penyakit Terkait Air:

- a) Penyakit yang ditularkan melalui air: disebabkan oleh konsumsi air yang terkontaminasi oleh kotoran manusia atau hewan atau urin yang mengandung bakteri atau virus patogen; termasuk kolera, tifoid, amoebic dan disentri basiler dan penyakit diare lainnya.
- b) Penyakit yang disebabkan air: disebabkan oleh kebersihan pribadi yang buruk dan kontak kulit atau mata dengan air yang terkontaminasi; termasuk kudis, trachoma dan kutu, penyakit kutu dan tik.
- c) Penyakit berbasis air: disebabkan oleh parasit yang ditemukan pada organisme perantara yang hidup di air yang terkontaminasi; termasuk *dracunculiasis*, *schistosomiasis*, dan cacing lainnya.
- d) Penyakit yang berhubungan dengan air: disebabkan oleh vektor serangga, terutama nyamuk, yang berkembang biak dalam air; termasuk *dengue*, *filariasis*, *malaria*, *onchocerciasis*, *trypanosomiasis* dan demam kuning.



Gambar 2.3 Pencemaran Air Sungai

Tabel 2.1 Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

Nitrit sebagai N	Mg/L	0,06	0,06	0,06	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, NO ₂ _N ≤ 1 mg/L
Sulfat	mg/L	400	(-)	(-)	(-)	
Khlorin Bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	(-)	Bagi ABAM tindak dipersyaratkan
Belereng sebagai H ₂ S	mg/L	0,002	0,002	0,002	(-)	Bagi pengolahan minum secara konvensional, S sebagai H ₂ S ,0,1 mg/L
MIKROBIOLOGI						
Fecal Coliform	jml/100 ml	100	1000	2000	2000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal coliform ≤ 2000 jml/100ml dan total
-Total Coliform	jml/100 ml	1000	5000	10000	100000	

						coliform ≤ 10000 jml/100 ml
RADIOAKTIVITAS						
- Gross-A	Bq/L	0.1	0.1	0.1	0.1	
- Gross-B	Bq/L	1	1	1	1	
KIMIA ORGANIK						
Minyak dan Lemak	ug/L	1000	1000	1000	(-)	
Deterfen sebagai MBAS	ug/L	200	200	2000	(-)	
Senyawa Fenol sebagai Fenol	ug/L	1	1	1	(-)	
BHC	ug/L	210	210	210	(-)	
Aldrin/Dieldrin	ug/L	17	(-)	(-)	(-)	
Chlordane	ug/L	3	(-)	(-)	(-)	
DDT	ug/L	2	2	2	2	
Heptachlor dan Heptachlo Epoxide	ug/L	18	(-)	(-)	(-)	
Lindane	ug/L	56	(-)	(-)	(-)	
Methoxyxlor	ug/L	35	(-)	(-)	(-)	
Endrun	ug/L	1	4	4	(-)	
Toxaphan	ug/L	5	(-)	(-)	(-)	

2.2. Penanggulangan Daya Rusak Air

Penanggulangan daya rusak air merupakan tindakan darurat untuk mengurangi sebanyak mungkin kerugian dengan mitigasi bencana, diantaranya dengan peringatan dini, menghindari dari bencana, perbaikan (sementara) infrastruktur. Penanggulangan dilakukan secara terpadu, oleh instansi-instansi terkait dan masyarakat melalui suatu badan koordinasi penanggulangan bencana pada tingkat nasional, provinsi dan kabupaten.

Bencana berskala nasional ditetapkan oleh presiden dan menjadi tanggung jawab pemerintah pusat. Pelaksanaannya bisa saja dilakukan oleh pemerintah

daerah. Dalam keadaan yang membahayakan, gubernur atau bupati/walikota berwenang mengambil tindakan darurat, yakni suatu tindakan yang cepat dan karena itu tidak harus mengikuti prosedur sesuai peraturan.

Lingkup kegiatannya Penanggulangan daya rusak air.

- a) Mitigasi bila terjadi bencana.
- b) Penanggulangan darurat sarana dan prasarana berupa pekerjaan fisik untuk menghindari kerusakan yang lebih parah.
- c) Pelaksanaan penanggulangan darurat sarana dan prasarana berupa pekerjaan fisik untuk tetap berfungsi.

Penanggulangan daya rusak air ditujukan untuk meringankan penderitaan akibat bencana melalui mitigasi bencana. Mitigasi bencana adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana (Pasal 1 ayat 6 PP No 21 Tahun 2008 Tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana).

Tujuan mitigasi bencana:

- a) Mengurangi dampak yang ditimbulkan, khususnya bagi penduduk.
- b) Sebagai landasan (pedoman) untuk perencanaan pembangunan.
- c) Meningkatkan pengetahuan masyarakat dalam menghadapi serta mengurangi dampak/resiko bencana, sehingga masyarakat dapat hidup dan bekerja dengan aman

Beberapa kegiatan mitigasi bencana di antaranya:

- a) Pengenalan dan pemantauan risiko bencana.
- b) Perencanaan partisipatif penanggulangan bencana.
- c) Pengembangan budaya sadar bencana.
- d) Penerapan upaya fisik, nonfisik, dan pengaturan penanggulangan bencana.
- e) Identifikasi dan pengenalan terhadap sumber bahaya atau ancaman bencana.

- f) Pemantauan terhadap pengelolaan sumber daya alam.
- g) Pemantauan terhadap penggunaan teknologi tinggi.
- h) Pengawasan terhadap pelaksanaan tata ruang dan pengelolaan lingkungan hidup.

Beberapa kegiatan mitigasi banjir dapat dikelompokkan kedalam kegiatan sebelum banjir, saat banjir dan setelah banjir.

a) Sebelum Banjir

- 1) Penataan daerah aliran sungai
- 2) Pembangunan sistem pemantauan dan peringatan banjir
- 3) Tidak membangun bangunan di bantaran sungai
- 4) Buang sampah di tempat sampah
- 5) Pengerukan sungai
- 6) Penghijauan hulu sungai

b) Saat Banjir

- 1) Matikan listrik
- 2) Mengungsi ke daerah aman
- 3) Jangan berjalan dekat saluran air
- 4) Hubungi instansi yang berhubungan dengan penanggulangan bencana

c) Setelah Banjir

- 1) Bersihkan rumah
- 2) Siapkan air bersih untuk menghindari diare
- 3) Waspada terhadap binatang berbisa atau penyebar penyakit yang mungkin ada
- 4) Selalu waspada terhadap banjir susulan

Pengendalian daya rusak air pada upaya penanggulangan dapat dilakukan dengan penanganan secara struktur, yang dilakukan melalui pembangunan prasarana sungai yang diperlukan seperti yang dilakukan pada upaya pencegahan. Karena pembangunan prasarana ini dilakukan sebagai bentuk pencegahan dan penanggulangan dalam pengendalian daya rusak air sebagai upaya mengulangi banjir. Penanganan secara non struktur dapat dilakukan

dengan sosialisasi kepada masyarakat sekitar lokasi kegiatan tentang pembangunan yang dilaksanakan.

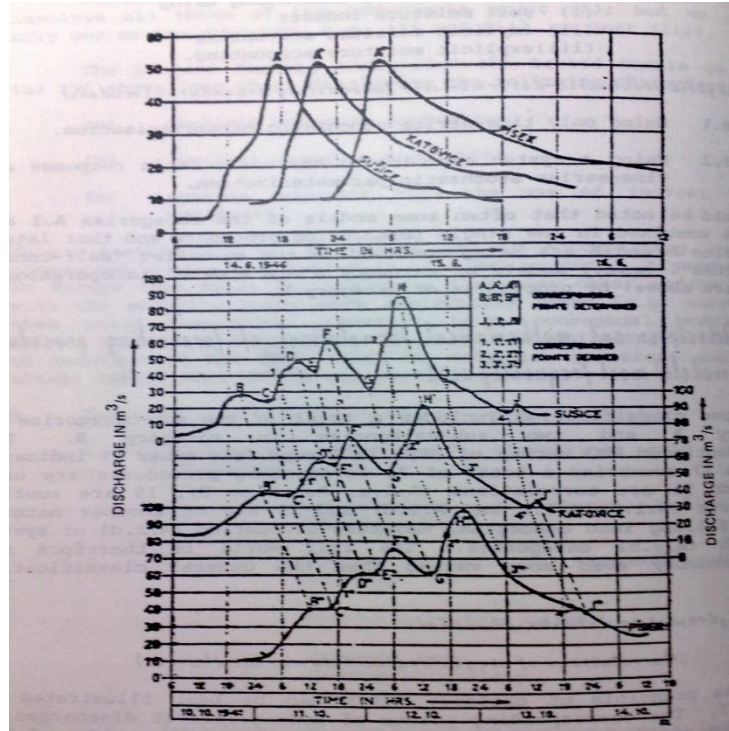
2.2.1. Flood Forecasting and Warning System (Prakiraan Banjir dan Prakiraan Dini)

Agak berbeda dengan kegiatan perencanaan yang bertujuan mengetahui berapa besar banjir dan kemungkinan seringnya terjadi (Q rencana), kegiatan prakiraan dan peringatan dini adalah kegiatan yang bertujuan untuk mengetahui berapa besar banjir dan kapan waktu terjadinya (Q operasi). Kegiatannya berupa analisis mencari hubungan statistic antara elevasi muka air (*stage correlation*) suatu lokasi di hulu dan di hilir. Jika hubungan ini telah berhasil disusun maka jika kita mengetahui elevasi muka air di hulu dengan mudah dapat ditentukan elevasi muka air di hilir berdasarkan hubungan korelasi tersebut. Prakiraan elevasi muka air di hilir kemudian disampaikan kepada masyarakat untuk segera bersiap diri menghadapi datangnya elevasi banjir tersebut.

a) Pengumpulan dan Analisis Data

Untuk menyusun hubungan antara elevasi muka air di suatu lokasi di hulu (lokasi 1) dan di hilir (lokasi 2) diperlukan syarat bahwa air yang mengalir di lokasi 2 adalah juga air yang mengalir di lokasi 1 (hukum kontinuitas) sehingga disyaratkan di antara lokasi 1 dan lokasi 2 tidak terdapat anak sungai yang membawa masuk debit yang signifikan.

Jika terdapat anak sungai besar di antara lokasi 1 dan lokasi 2 maka perlu dipasang alat pencatat elevasi muka air di hulu pertemuan (lokasi 3) dan di pertemuan lokasi 4. Analisisnya dilakukan dalam 2 tahap, yaitu mencari hubungan antara lokasi 1 dan lokasi 3 terhadap lokasi 4 dan hubungan antara lokasi 4 dan lokasi 2.



Gambar 2.4 Analisis Lokasi Debit Air

b) Tingkat Siaga dan Penyampaian Informasi

Tingkat siaga banjir harus merujuk elevasi lapangan setempat (*World Meteorological Organization*). Bukan angka standar misalnya sekian meter dari elevasi tertentu (tepi sungai atau puncak tanggul), melainkan secara spesifik menunjuk elevasi setempat tersebut.

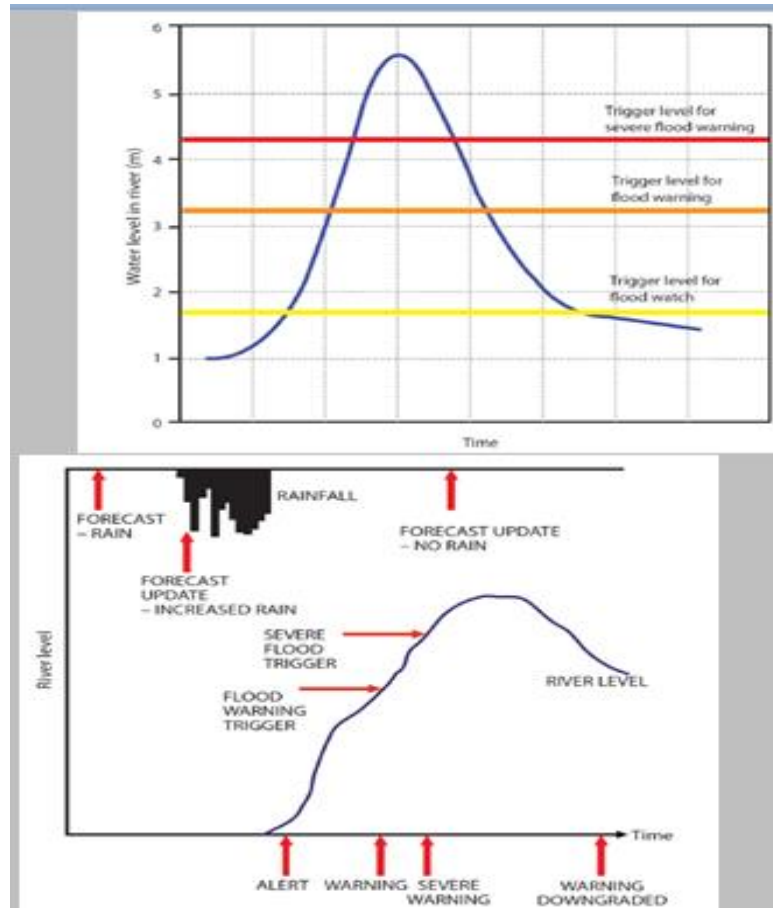
Contoh:

- 1) Elevasi tebing sungai tertentu, yang ketika melewati elevasi tersebut air mulai menggenangi dataran banjir yang amat luas.
- 2) Elevasi tepi sungai tertentu, yang ketika melewati elevasi tersebut air mulai menggenangi jalan raya utama, areal persawahan atau pemukiman.
- 3) Elevasi muka air tertentu, yang ketika melewati elevasi tersebut banjir mulai menimbulkan kerugian yang meningkat amat besar misalnya berupa kompleks industri, instalasi militer, telekomunikasi atau kota metropolitan

Terbagi dalam 3 tingkat kesiagaan (umumnya kuning, jingga dan merah – WMO):

- 1) Siaga Kuning (*trigger level for flood watch*)

- 2) Siaga Jingga (*trigger level for flood warning*)
- 3) Siaga Merah (*trigger level for severe flood warning*)



Gambar 2.5 Tiga Tingkat Kesiagaan Debit Air

SE Dirjen SDA no 05/SE/D/2016 tentang Pedoman Penyelenggaraan Kegiatan OP Sungai memuat pedoman tingkat siaga banjir (yang aneh) sebagai berikut:

Tabel 2.2 Tingkat Siaga Banjir

Tingkat Keadaan Bahaya	Tinggi Jagaan (<i>freeboard</i>) (m)	Selang Waktu Pengamatan Debit/ TMA	Alamat Pelaporan Keluar	Durasi Laporan
Siaga Merah	< 0,80	15 menit	Gubernur Dinas Pengairan Prov SATLAK PBP Kab./Kota SATKORLAK Provinsi	Setiap 30 menit
Siaga Kuning	0,80 – 1,20	2 jam	Dinas Pengairan Prov SATLAK PBP Kab./Kota SATKORLAK Provinsi	Setiap 8 jam
Siaga Hijau	>1,20 – 1,50	4 jam	Dinas Pengairan Prov SATLAK PBP Kab./Kota	Setiap 12 jam
Siaga Biru	>1,50	Normal	Normal	Normal

2.2.2. Pengertian Resiko Banjir

Resiko banjir adalah tingkat kerugian banjir yang merupakan kombinasi antara besaran banjir dan konsekuensi akibatnya:

Resiko banjir (*flood risk*) = Kemungkinan (frekuensi) terjadi banjir x Kerugian banjir. Kemungkinan (frekuensi) terjadi banjir yang semakin kecil berarti debit banjirnya semakin besar. Banjir yang mempunyai kemungkinan terjadi (dilampaui) 1 dalam 50 (2%) tiap tahun disebut sebagai Q50 tahun lebih besar dari banjir yang mempunyai kemungkinan terjadi (dilampaui) 1 dalam 10 (10%) tiap tahun (Q10). Demikian pula potensi kerugiannya, kerugian banjir Q50 lebih besar dari kerugian banjir Q10.

Resiko banjir dapat dihitung dalam wujud uang/rupee sebagai kerugian kerusakan harta benda dan asset lingkungan, namun ada yang tidak dapat dihitung dengan uang misalnya ketidaknyamanan kecemasan, kesedihan bahkan nilai jiwa seseorang. Untuk menekan kerugian akibat banjir perlu diupayakan agar pembangunan tidak dilakukan di lokasi yang rawan banjir (dataran banjir) agar kejadian banjir yang berulang-ulang tidak menimbulkan kerugian yang berulang-ulang di lokasi tersebut. Selain itu semua penyebab banjir harus diidentifikasi dan dikurangi besarnya.

Kerugian akibat banjir yang melanda pemukiman berbeda dengan yang melanda pabrik, infrastruktur dan asset lingkungan. Banjir dapat menimbulkan dampak kerugian yang lebih luas berupa hilangnya mata pencaharian/ pengangguran (pabrik tutup), daya tahan tubuh menurun (timbul penyakit), gangguan psikososial (terlalu lama tinggal di pengungsian), erosi lahan dan tebing sungai, tanah longsor, pencemaran lingkungan, hilang/matinya jenis flora fauna tertentu dll.

2.2.3. Jenis dan Penyebab Banjir

Ada beberapa jenis banjir yang umum terjadi di Indonesia yaitu:

- a) Banjir sungai umumnya disebabkan karena hujan hingga disebut pula *pluvio-flood* (*pluvi*=hujan). Banjir jenis ini mempunyai karakter a.l : terjadi pada musim penghujan, penyebabnya adalah hujan musiman, air naik dan surut pelan2 dalam hitungan jam – hari, lag time panjang, persoalannya genangan air (lebih sedikit membawa sedimen dan reruntuhan bangunan dibanding banjir bandang), daerah yang tergenang luas (dataran banjir), informasi lokal tidak terlalu terlalu penting.
- b) Banjir Bandang (*flash flood*) : kebalikan dari semua butir a di atas yaitu : terjadinya tidak tergantung musim, air naik dan surut sangat cepat (menitan), penyebabnya adalah hujan sangat deras dan/atau runtuhnya tampungan air, lag time pendek, air membawa sediment dengan tenaga erosi yang besar, yang terlanda tidak terlalu luas (< 100 km²), informasi lokal sangat penting.
- c) Banjir kota (*urban flood*) mempunyai karakter a.l : umumnya terjadi pada musim penghujan, penyebabnya adalah lapis kedap air (perkerasan kota- urban pavement) yang mendominasi kota, air banjir naik dan surut berlangsung cepat (meski tidak secepat banjir bandang), lag time pendek, kumulatif bergabung dengan masalah drainase kota, daerah genangannya mengikuti *contour* kota ybs.
- d) Banjir pasang (*tidal flood*) mempunyai karakter a.l : terjadi di daerah muara sungai (pantai) tertentu pada saat puncak banjir bersamaan

dengan kejadian pasang air laut, penyebabnya aliran banjir tertahan oleh pasang air laut, air banjir naik dan turun mengikuti pola pasang surut, kecenderungan terjadinya meningkat sejalan dengan pemanasan global, informasi local sangat penting.

2.2.4. Mengatasi Banjir

Upaya mengatasi banjir tidak pernah berarti sama sekali menghilangkan banjir tetapi hanya mengurangi resiko kejadian atau kerugiannya. Upaya tersebut secara ringkas dapat diartikan sebagai upaya mengurangi penyebab banjir yang secara garis besar dapat disampaikan sebagai berikut:

a) Banjir Sungai

Penyebab banjir sungai yang utama adalah hujan musiman. Hujan mempunyai 2 karakteristik utama pembentuk aliran yaitu lama hujan (jam) dan intensitas hujan (mm/hari). Hujan dengan intensitas tinggi dan lama mengakibatkan aliran dalam jumlah besar melintasi permukaan bumi. Dalam perjalanan air melintasi bumi, air telah membentuk ruangnya sendiri, membentuk fitur alam sebagai ruang air lewat dan menggenang. Fitur alam itu misalnya berupa lembah-lembah, sungai, dataran banjir, danau, rawa dan lain-lain. Meskipun kita tidak dapat mengurangi jumlah hujan yang turun ke bumi tapi kita dapat mengatur penggunaan fitur-fitur alam agar tidak menimbulkan kerugian besar jika terjadi banjir.

Mengurangi penyebab banjir sungai yang utama adalah menghindari pemakaian fitur-fitur alam untuk peruntukan yang kurang sesuai. Kesalahan yang paling umum terjadi adalah pengembangan dataran banjir untuk pemukiman dan peruntukan lain yang tak sesuai yang memicu terjadinya kerugian banjir dalam jumlah besar. Banjir di daerah Bandung Selatan dan banjir di daerah Bengawan Solo hilir adalah contoh banjir yang menimbulkan kerugian amat besar yang terjadi di dataran banjir masing-masing K.Citarum dan K.Bengawan Solo.

b) Banjir Bandang (*Flash Flood*)

Penyebab banjir bandang adalah hujan yang sangat deras dan/atau runtuhnya tanggul alam. Penyebab ini timbul berkaitan dengan sifat 'endemik' wilayah yang bersangkutan sebagai wilayah yang sering terjadi hujan sangat deras yaitu umumnya di daerah perbukitan ketika awan konveksi tertahan oleh bukit dan terakumulasi menjadi hujan sangat deras. Selain itu perbukitan dengan jenis geologi tertentu yang mudah longsor akibat pelapukan seringkali merupakan wilayah yang rentan terhadap banjir bandang. Upaya mengurangi kerugian akibat banjir bandang dilakukan dengan cara preventif yaitu menjauhkan wilayah yang mempunyai karakter banjir bandang dari pemukiman dan bangunan kepentingan umum lainnya. Upaya lain secara struktur perlu perencanaan lebih detil mengingat karakter datangnya banjir bandang yang mendadak besar dan cepat.

- c) Banjir Kota (*Urban Flood*) mempunyai karakter umumnya terjadi pada musim penghujan, penyebab utamanya adalah lapis kedap air (perkerasan kota-*urban pavement*) yang mendominasi kota dan umumnya ditambah berat oleh masalah drainase kota, air banjir naik dan surut berlangsung cepat (meski tidak secepat banjir bandang), daerah genangannya mengikuti *contour* kota yang bersangkutan. Mengingat penyebab utamanya adalah lapis kedap air/perkerasan kota maka cara mengatasi banjir kota adalah meminimalkan lapis perkerasan kota agar tidak tersambung menjadi besar (*minimize connected impervious area*). Dengan cara ini dimaksudkan untuk mengurangi aliran permukaan tidak bertambah besar (*run-off reduction practices*) antara lain dapat dilakukan dengan berbagai cara sebagai berikut.

Tabel 2.3 Runoff Reduction Values

Practice	RR (%)
Green Roof	45 to 60
Rooftop Disconnection	25 to 50
Raintanks and Cinterns	40
Permeable Pavement	45 to 75
Grass Channel	10 to 20
Bioretention	40 to 80
Dry Swale	40 to 60
Wet Swale	0
Infiltration	50 to 90
ED Pond	0 to 15
Soil Amendments	50 to 75
Sheetflow to Open	50 to 75
Filtering Practice	0
Constructed Wetland	0
Wet Pond	0
<i>Range of values is for median and 75th percentile reported performance; (Level 1 and Level 2 designs)</i>	

- d) Banjir pasang (*rob - tidal flood*) mempunyai karakter a.l: terjadi di daerah muara sungai (pantai) tertentu pada saat puncak banjir bersamaan dengan kejadian pasang air laut, penyebabnya aliran banjir tertahan oleh pasang air laut, air banjir naik dan turun mengikuti pola pasang surut. Cara mengatasinya ada 2 cara yaitu:
- 1) Dengan menampung air banjir ke dalam kolam dan memompanya ke laut (cara kolam-pompa atau ada yang menyebut cara polder).
 - 2) Dengan menampung air banjir ke dalam kolam dan mengalirkannya pada saat air surut secara gravitasi, untuk itu diperlukan kolam yang lebih besar daripada kolam cara polder dan biasanya disatukan dengan penataan lansekap kota berupa kolam pantai di taman-taman kota

2.2.5. Jenis Resiko Banjir

Ada 3 jenis resiko banjir yaitu *existing*, *future* dan *residual flood risk* sebagai berikut:

- a) *Existing Flood Risk*. Kejadian banjir Q20 pada tahun ini tidak menjamin bahwa banjir Q20 tersebut tidak akan terjadi lagi pada tahun depan. Dapat saja banjir Q20 atau lebih terjadi dua kali berturut-turut dalam 2 tahun. Menjelaskan konsep ini kepada masyarakat awam bukan pekerjaan yang mudah.

Ada cara yang lebih mudah dan lebih bermanfaat untuk membangkitkan kesadaran masyarakat tentang resiko banjir yaitu dengan probabilitas suatu debit akan terjadi dalam waktu sekian tahun tertentu.

Yaitu berapa % kemungkinannya debit rencana Q20 = 100 m³/det akan terjadi tahun depan, 5 tahun, 10 tahun atau 20 tahun ke depan. Jawabnya makin meningkat, masing-masing adalah 5%, 23%, 40% dan 64%.

Rumus umumnya: $(1-(T-1)/T)^N$.

Time Period	Chance of Flooding over a Period of Years			
	10- year	25-year	50-year	100-year
1 year	10 %	4 %	2 %	1 %
10 years	65 %	34 %	18 %	10 %
20 years	88 %	56 %	33 %	18 %
30 years	96 %	71 %	45 %	26 %
50 years	99 %	87 %	64 %	39 %

Gambar 2.6 Chance of Flooding Over a Period of Years

- b) *Future Flood Risk*. Sebagai negara berkembang dengan tingkat pertumbuhan penduduk yang relative tinggi Indonesia masih terus mengalami perubahan penutup lahan yang cukup intensif akibat pembangunan perumahan, perkotaan, industry dll. Perubahan penutup lahan dari kondisi alami menjadi semakin kedap air ini kemudian menyebabkan lonjakan debit banjir tahunan di sungai-sungai kita.

Data debit banjir tahunan yang meningkat pada akhirnya menyebabkan banjir dengan probabilitas tertentu akan meningkat pula. Juga adanya perubahan iklim secara global yang diperkirakan akan mengakibatkan peningkatan curah hujan di banyak tempat.

Contoh misalnya debit Q50 di pintu air Manggarai hasil hitungan tahun 1973 adalah 370 m³/det, tapi pada tahun 1993 debit Q50 di lokasi yang sama telah berubah menjadi 570 m³/det.

c) *Residual Flood Risk*. Kegiatan pengendalian banjir selalu didasarkan pada criteria debit banjir rencana tertentu artinya daerah tersebut dilindungi hanya pada tingkat debit banjir rencana tersebut. Tingkat layanan semua sistim pengendali banjir dan peralatan pendukungnya didesign hanya mampu menahan debit banjir rencana tersebut.

Selalu saja ada kemungkinan debit banjir rencana terlampaui yang berakibat timbulnya resiko banjir di daerah yang dilindungi tersebut. Semakin kecil debit rencana yang dipilih maka semakin besar kemungkinan debit tersebut terlampaui setiap tahunnya.

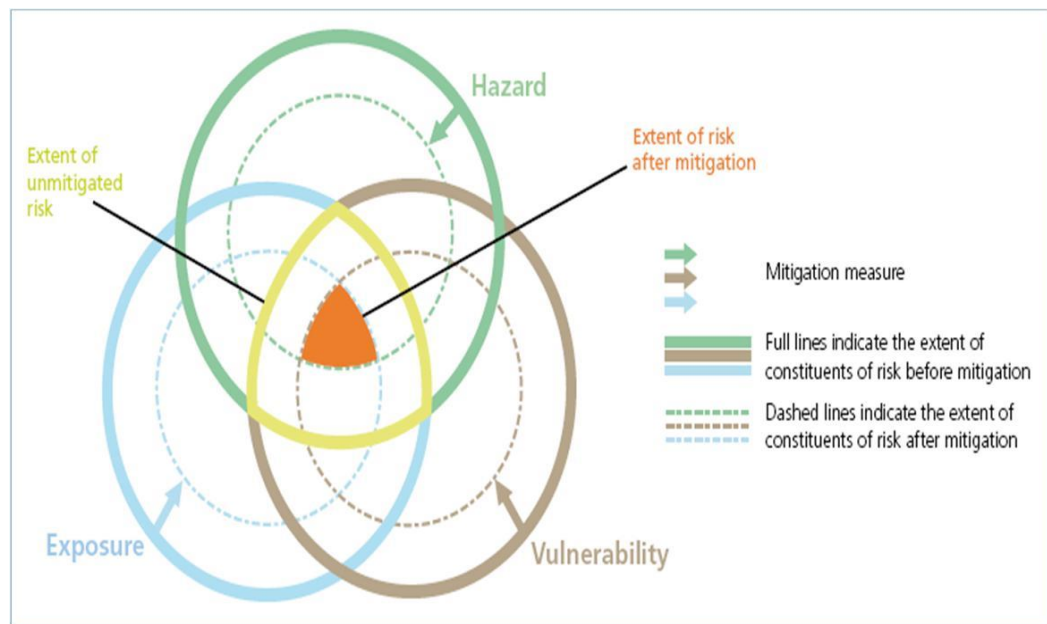
2.2.6. Prasarana Untuk Mengurangi Resiko Banjir (Pengurangan Resiko Banjir)

Seperti diketahui pengelolaan banjir telah mengalami banyak perkembangan dalam pemahamannya. Awalnya berangkat dari apa yang disebut sebagai kegiatan Pengendalian Banjir (*flood control*) yang bertumpu pada kegiatan fisik konstruksi atau disebut kegiatan secara struktur. Kegiatan pengendalian banjir ini telah berlangsung sejak dahulu yaitu berupa pembangunan tanggul, pelimpah banjir, peningkatan kapasitas palung sungai, pompa dan kolam serta bendungan.

Jenis pengelolaan ini juga disebut kegiatan '*keep the water away from the people*' dengan kegiatan mengurangi bencana (*hazard*) mengurangi prosentase kemungkinan terjadi banjir.

Pemahaman berikutnya adalah lebih lengkap dari sekedar pengendalian banjir yaitu dengan melibatkan banyak aspek baik secara struktur dan non

struktur. Selain pengendalian banjir di atas perlu dilengkapi dengan kegiatan yang sifatnya *'keep the people away from the water'* yaitu dengan kegiatan yang sifatnya antisipasi dan mengurangi kerugian jika terjadi banjir. Keegiatannya bersifat mengurangi kerentanan (*vulnerability*) dan keterpaparan (*exposure*). Secara detail jenis kegiatannya dapat dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 2.7 Keegiatannya Bersifat Mengurangi Kerentanan (*Vulnerability*) dan Keterpaparan (*Exposure*)

Mengurangi bahaya banjir dapat dilakukan dengan membangun bangunan-bangunan pengendali banjir seperti tanggul, peningkatan kapasitas alur, pelimpah banjir, bendungan dan perbaikan drainase kota. Mengurangi keterpaparan dapat dilakukan dengan pengaturan peruntukan lahan, peraturan bangunan gedung, perlindungan banjir setempat, pembebasan lahan dan bangunan. Mengurangi kerentanan dapat dilakukan dengan peringatan dini dan prakiraan banjir, persiapan tanggap darurat banjir, pemberdayaan *stakeholders*, asuransi banjir.

Tabel 2.4 Upaya Kegiatan Struktural dan Non Struktural

Modifying Hazard	Modifying Exposure	Modifying Vulnerability
Flood control dams	Zoning of land use	Flood monitoring and warning
Detention basins	Property acquisition	Flood forecasting
Levees or dikes	Planning development controls	Emergency response plans
Flood diversion channels	Building codes	Community awareness
River channel improvements	Flood-proofing buildings	Community preparedness
Upper watershed management	Building on platforms or stilts	Post-flood recovery & reconstruction
		Flood insurance
←----->		
Structural		Non-Structural

2.2.7. Flood Emergency (Penanggulangan Banjir)

Sesuai dengan kaidah pengelolaan banjir terpadu (*Integrated Flood Management*), kegiatan penanggulangan banjir (*flood fighting*) merupakan bagian dari kegiatan pengelolaan darurat banjir (*Flood Emergency Management*). Pengelolaan darurat banjir adalah kegiatan bersiklus yang meliputi kegiatan-kegiatan Persiapan, Tanggap Darurat, Pemulihan, Mitigasi dan kembali lagi ke Persiapan. Kegiatan penanggulangan banjir adalah bagian dari pengelolaan darurat banjir yaitu yang membahas kegiatan Persiapan dan Tanggap Darurat menghadapi banjir.

Banjir adalah peristiwa meluapnya air dari palung sungai sehingga menyebabkan kerugian terhadap kehidupan manusia. Untuk daerah tropis seperti Indonesia, banjir umumnya disebabkan karena curah hujan khususnya yang terjadi di musim hujan. Banjir adalah peristiwa yang menyangkut resiko, yaitu resiko besaran debit banjir bertemu dengan resiko kerentanan suatu wilayah.

Resiko kejadian banjir sifatnya dinamis berubah mengikuti perubahan penutup lahan. Selain itu sesuai dengan pengertian probabilitas debit

rencana tertentu suatu saat bisa terlampaui atau disamai. Sehingga perlu disampaikan kepada seluruh pemilik kepentingan bahwa upaya pengendalian banjir tidak bersifat mutlak melindungi terhadap kejadian banjir, perlu dibarengi dengan tindakan-tindakan kesiap siagaan karena suatu saat debit rencana bisa terlampaui dan terjadi banjir.



Gambar 2.8 Emergency Management

a) Persiapan

Kesiap-siagaan menghadapi banjir dilakukan oleh Pemerintah, Masyarakat dan Individu. Ketiganya meski berbeda wilayah namun tujuannya harus sama yaitu terpusat pada upaya mengurangi kerugian dan mempersiapkan hal-hal yang perlu. Kesiap siagaan yang dilakukan pemerintah (pusat dan daerah) pada intinya merupakan perwujudan dari kehadiran pemerintah, peran dan tanggung jawab di tengah kehidupan rakyatnya. Jika upaya ini tidak dilakukan akan berakibat serius berupa ketidakpercayaan rakyat terhadap kinerja pemerintah.

Kesiap-siagaan yang dilakukan oleh masyarakat dan semua pemilik kepentingan merupakan perwujudan nilai-nilai kebersamaan (gotong royong) kolaborasi yang harus terus dijaga hidup di tengah masyarakat. Kesiap-siagaan individu perlu dilakukan oleh setiap individu di daerah

yang berpotensi terlanda banjir. Individu di sini lebih bersifat unit keluarga dan individu anggotanya. Ini merupakan perwujudan dari kesadaran secara mandiri untuk mempersiapkan diri.

Persiapan menghadapi banjir dilakukan melalui kegiatan:

- 1) Penyediaan dan pengujian sistem prakiraan banjir serta peringatan dini;
- 2) Pemetaan kawasan beresiko banjir;
- 3) Inspeksi berkala kondisi prasarana pengendali banjir;
- 4) Peningkatan kesadaran masyarakat;
- 5) Penyediaan dan sosialisasi jalur evakuasi dan tempat pengungsian; dan
- 6) Penyusunan dan penetapan prosedur operasi lapangan penanggulangan banjir.

Kegiatan di atas dilakukan oleh Menteri, gubernur, bupati dan/atau walikota sesuai kewenangannya.

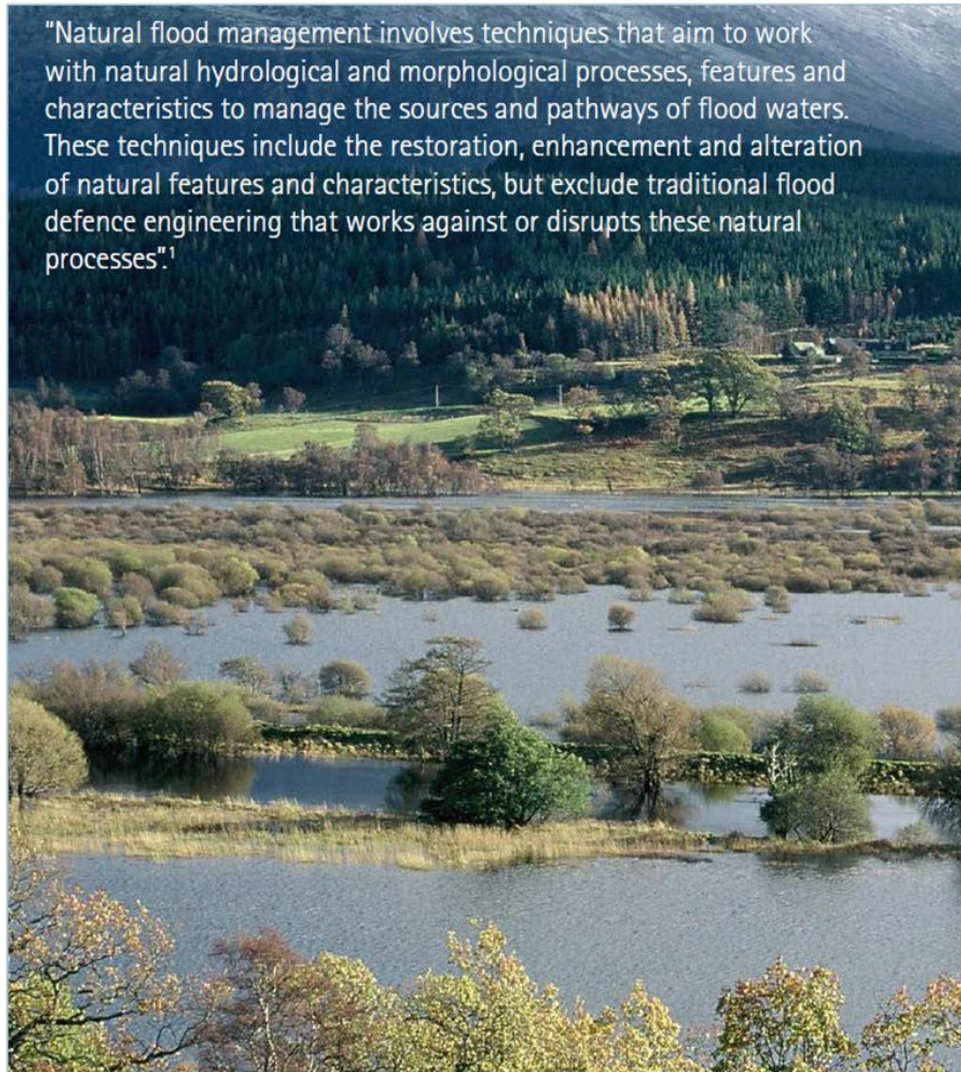
- 1) Penanggulangan banjir dikoordinasikan oleh badan penanggulangan bencana nasional, provinsi, atau kabupaten/kota sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
 - 2) Pemulihan setelah banjir dilakukan oleh Pemerintah, pemerintah provinsi, dan/atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya melalui kegiatan rehabilitasi dan rekonstruksi.
 - 3) Kegiatan rehabilitasi dan rekonstruksi dilakukan untuk memulihkan kondisi lingkungan, fasilitas umum, fasilitas sosial, serta prasarana sungai.
 - 4) Ketentuan lebih lanjut mengenai pedoman pengelolaan dataran banjir diatur dengan peraturan Menteri.
- b) Kesiapsiagaan Pemerintah (perwujudan peran dan tanggung jawab)
- 1) Tetapkan peran dan tanggung jawab tiap instansi dalam tanggap darurat (persiapan, sesaat dan pemulihan) banjir.
 - 2) Siapkan peta resiko banjir dan jalur pertolongan/pengungsian.

- 3) Pastikan lokasi pengungsian dan pasokan logistic untuk kebutuhan dasar (air, sanitasi, makanan, tenda, kesehatan).
 - 4) Siapkan pergudangan yang memadai untuk menyimpan bahan-bahan kebutuhan pengungsian.
 - 5) Lakukan pendidikan masyarakat yang menerus untuk membangkitkan kesadaran dan peran serta.
 - 6) Adakan latihan bagi petugas/relawan 'search and rescue'
 - 7) Pastikan pemantauan semua infrastruktur pengendali banjir dan siapkan kegiatan tanggap daruratnya.
 - 8) Siapkan dan uji system peringatan dini bahaya banjir.
 - 9) Pastikan saluran komunikasi dan transportasi berjalan baik.
 - 10) Siapkan tenaga humas dan pemulih psikologis korban banjir.
- c) Kesiapsiagaan Masyarakat (Perwujudan Rasa Kebersamaan/Gotong Royong)
- 1) Identifikasi dan jaga lapangan terbuka dan/atau lokasi-lokasi aman yang dapat dijadikan tempat pengungsian.
 - 2) Siapkan tanda dan arah yang jelas untuk menuju tempat pengungsian tersebut.
 - 3) Siapkan jaringan informasi keseluruhan masyarakat lengkap dengan nomor-nomor telpon yang harus dihubungi.
 - 4) Siapkan tim yang bertanggungjawab tentang masalah kesehatan, kerusakan, kehilangan, keamanan dan darurat lainnya.
 - 5) Siapkan tenaga relawan untuk mendukung kegiatan-kegiatan tersebut di atas.
 - 6) Lakukan dan jaga koordinasi yang harmonis antar semua instansi dan kegiatan.
- d) Kesiapsiagaan Individu (Perwujudan Kesadaran Individu)
- 1) Pahami benar tentang resiko tenggelam, tersengat listrik, gigitan binatang berbisa dan penyakit ikutan lainnya.
 - 2) Persiapkan agar semua orang dapat segera keluar dari rumah.

- 3) Ketahui lokasi tempat pengungsian dan bagaimana cara mencapai tempat tersebut secara cepat dan aman.
- 4) Pahami apa yang harus segera dilakukan setelah mengetahui ada tanda bahaya banjir
- 5) Pastikan siapa yang harus dihubungi jika terjadi kondisi darurat.
- 6) Sediakan pelampung dan alat P3K sehingga siap digunakan.
- 7) Siapkan makanan dan air ditempat yang aman.
- 8) Update terus berita perkembangan bahaya banjir.
- 9) Siagakan barang-barang berharga di tempat yang aman.
- 10) Bersiap untuk melakukan pengungsian.
- 11) Siapkan perlindungan untuk binatang ternak / piaraan

2.2.8. Eco Based Flood Management

Pengelolaan banjir berdasar kemampuan lingkungan (*eco-based flood management*) adalah pengelolaan banjir (dalam hal ini adalah mengelola sumber dan aliran banjir) yang mengutamakan kegiatan yang sejalan dengan proses, fitur dan karakteristik hidrologi dan morfologi alam setempat. Keegiatannya meliputi restorasi, menjaga atau meningkatkan potensi fitur karakter dan proses alam, tidak seperti pengendalian banjir yang lebih bersifat melawan proses alam.



Gambar 2.9 Eco Based Flood Management

Jika dilihat dari konsep pengurangan resiko banjir seperti skema tersebut di atas, *eco-based flood management* lebih bersifat penekanan khusus terhadap kegiatan mengurangi besaran bencana (*hazard*) dan kerentanan (*exposure*) seperti akan dijelaskan di bawah.

a) Sifat Kegiatan *Eco-Based Flood Management*

Sesuai dengan pengertian *eco-based flood management* bahwa kegiatannya bersifat menjaga, meningkatkan dan merestorasi potensi fitur alam maka kegiatan *eco-based flood management* terfokus pada palung sempadan dataran banjir dan daerah aliran sungai (DAS). Kemampuan palung, sempadan, dataran banjir dan daerah aliran sungai dalam mengurangi banjir harus dijaga ditingkatkan dan dipulihkan (restorasi).

Kegiatan *eco-based flood management* mencakup beberapa kegiatan yang semuanya harus bersesuaian dengan proses alam. Keegiatannya bervariasi dari yang paling sederhana berupa pemulihan (menghilangkan gangguan) agar air dapat mengalir secara alami kembali sampai dengan memodifikasi bentang alam misalnya membuat *wetland* dll.

Tujuan utamanya adalah sebanyak mungkin bisa memulihkan fungsi alami DAS. Jika kegiatan pemulihan tidak memungkinkan, maka kegiatan yang perlu dilakukan adalah meniru proses alam dalam mengelola banjir. Mengingat banyaknya jenis kegiatan yang bisa dilakukan *eco-based flood management* memerlukan kerja interdisiplin meliputi beberapa bidang keahlian antara lain *geomorfologist*, *ecologist*, *hidrologist* dan *river engineer* untuk memperoleh hasil terbaik.

Pada umumnya ada 3 pendekatan yang perlu dilakukan di DAS khususnya di daerah pedesaan yaitu:

- 1) Meningkatkan infiltrasi (memperbaiki cara bercocok tanam, minimize lapis kedap air, penanaman pohon, penghutanan kembali)
- 2) Menampung aliran (memfungsikan kembali dataran banjir, *retention pond*, *wetland*)
- 3) Memperlambat aliran (memulihkan sempadan, tetumbuhan penghalang di dataran banjir)

b) Pemanfaatan Fitur Alam

1) Palung Sungai

Palung sungai perlu dijaga agar tidak diganggu oleh sampah dan gangguan sampah yang lain, karena sampah berkontribusi langsung terhadap pengurangan kapasitas palung sehingga meningkatkan kemungkinan resiko banjir.

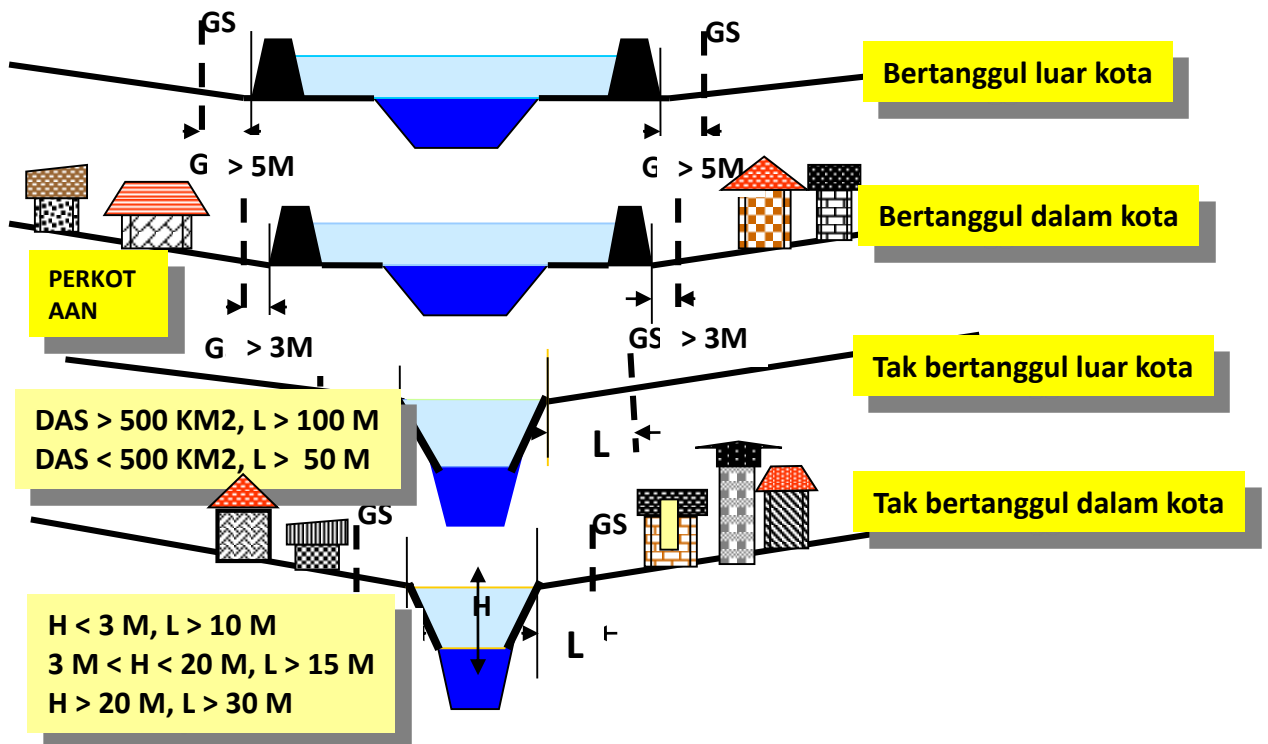
Vegetasi alami yang tumbuh di tebing sungai dapat meningkatkan angka kekasaran sehingga memperlambat kecepatan aliran banjir. Namun vegetasi yang berlebihan justru akan mengurangi kapasitas palung sungai. Sehingga vegetasi perlu dibatasi dengan pemeliharaan tebing sungai. Pemeliharaan tebing sungai cukup dilakukan dengan memotong vegetasi secara berkala bukan menghilangkan/mematikan vegetasi.

2) Sempadan Sungai

Vegetasi yang tumbuh di sempadan sungai berfungsi penting dalam memperlambat aliran jika aliran telah meluap dari palung sungai. Selain itu sempadan juga mempunyai banyak fungsi utama lain sebagai berikut:

- (a) Fungsi keberadaan ekosistem (karena dekat dengan air), kawasan yang sangat kaya dengan keaneka-ragaman hayati flora dan fauna.
- (b) Fungsi sebagai filter terhadap polutan seperti pupuk, obat anti hama, pathogen dan logam berat.
- (c) Fungsi penahan erosi karena sistem perakarannya yang memperkuat struktur tanah sehingga tidak mudah tererosi dan tergerus aliran air.
- (d) Fungsi pendukung ekosistem sebagai berlindung, berteduh dan sumber makanan bagi berbagai jenis spesies binatang akuatik dan satwa liar lainnya.
- (e) Fungsi ruang publik, kawasan tepi sungai tertata asri menjadikan properti bernilai tinggi karena terjalinnya kehidupan yang harmonis antara manusia dan alam. Ada tumbuh-tumbuhan, dan burung berkicau di dekat air jernih yang mengalir menciptakan rasa nyaman dan tenteram tersendiri.

Ketentuan tentang garis sempadan adalah sebagai berikut:



Gambar 2.10 Garis Sempadan Sungai

Sempadan hanya boleh dimanfaatkan untuk fasilitas kepentingan tertentu meliputi: bangunan prasarana sumber daya air; fasilitas jembatan dan dermaga; jalur pipa gas dan air minum; dan rentangan kabel listrik dan telekom.

3) Dataran Banjir

Dataran banjir mempunyai 3 jenis fungsi yaitu fungsi hidrologi, biologi dan ecologi.

(a) Fungsi hidrologi meliputi:

Mengatur aliran banjir (menampung dan mengurangi puncak banjir ke hilir), memelihara *base-flow* sehingga menjaga aliran air tanah dan menahan sedimen sehingga tidak menimbulkan pendangkalan di hilir.

(b) Fungsi biologi meliputi:

Menahan unsur hara (*nutrient*) sehingga tidak menimbulkan serbuan gulma air di hilir dan menimbulkan area yang kaya flora dan fauna di dataran banjir.

(c) Fungsi ekologi meliputi:

Memelihara ekosistem perairan menjadi tempat keanekaragaman hayati yang kaya, juga menjadi lokasi panen biomassa wisata olahraga dll.

Tabel 2.5 Fungsi dan Proses Perencanaan Banjir

FUNCTIONS		PROCESSES
Hydrological Functions	Flood water regulation River base-flow maintenance Sediment retention	Flood water stroge Increase in river discharge capacity Groundwater discharge Sediment deposition and storage
Biogeochemical Function (water quality related)	Nutrient retention Nutrient export Carbon eccumulation	Plant uptake of nutrients Storage of nutrients in soil organic matter Adsorption processes in soil Precipitation Retention of particulates Gaseous export of N (denitrification and ammonia volatilisation) Vegetation harvesting Soil erosion Accumulation of organic matter and formation of peat
Ecological Functions (habitat related)	Ecosystem maintenance Food web support	Provision of diverse habitat Provision of habitat microsites Biomass production Biomass import Biomass export

Mengingat fungsinya yang amat beragam selain mengurangi puncak banjir, dataran banjir perlu dijaga jangan sampai menyusut atau berkurang ruangnya.



Gambar 2.11 Contoh Dataran Banjir

2.2.9. Standar Operasional Prosedur Penanggulangan Banjir

Prosedur Operasi penanggulangan banjir adalah serangkaian prosedur mekanisme standar yang disepakati berlaku dalam wilayah kerja penanggulangan banjir tertentu. Prosedur standar merupakan panduan bagi para pihak untuk bertindak sesuai tugas dan fungsinya dalam situasi menjelang, pada saat dan setelah kejadian banjir.

Pedoman ini memuat informasi tentang:

- a) Instansi yang terkait penanggulangan banjir, tugas fungsi dan kontak person nya.
- b) Lokasi dan nomor telpon posko piket banjir.
- c) Waktu dan personil piket
- d) Jenis prasarana pengendali banjir dan mekanisme operasi nya.
- e) Tingkat siaga banjir dan kewenangan pada masing2 tingkat siaga.
- f) Gambar skema system sungai dan distribusi debit.
- g) Bagan alir penyampaian informasi
- h) Alat transport, pompa banjir dan bahan-bahan banjir yang tersedia.

Panduan ini perlu dicetak dalam jumlah yang cukup untuk dibagikan kepada semua pihak yang terlibat dalam kegiatan penanggulangan banjir. Mengingat sifat banjir dapat berubah dari tahun ke tahun, prosedur operasi (panduan) penanggulangan banjir perlu dicetak tiap tahun untuk mengakomodasi perubahan-perubahan yang terjadi.

2.3. Pemulihan Daya Rusak Air

Upaya pemulihan dilakukan untuk mengembalikan fungsi, baik fungsi lingkungan hidup maupun fungsi infrastruktur sumber daya air yang rusak akibat bencana. Pemulihan ini menjadi tanggung jawab pemerintah, pemerintah daerah, dan pengelola sumber daya air sesuai dengan kewenangannya dan masyarakat sesuai dengan kewajibannya. Lingkup kegiatan Pemulihan akibat daya rusak air.

- a) Perbaiki sistem sarana dan prasarana Sumber Daya Air yang rusak.
- b) Pelaksanaan perbaikan sarana dan prasarana Sumber Daya Air yang rusak.
- c) Perbaiki / pemulihan kembali lingkungan hidup.

Kegiatan pengendalian daya rusak air yang bersifat pemulihan adalah dengan penanganan struktur dan non struktur. Untuk kegiatan pemulihan daya rusak air secara struktur yaitu dengan cara operasi dan pemeliharaan sarana/prasarana pengendalian banjir. Operasi dan pemeliharaan ini dilakukan melalui kegiatan normalisasi sungai dengan alat berat untuk pengerukan sedimen serta pembabatan rumput dan pembersihan sampah yang ada di sungai. Biasanya titik lokasi penumpukan sedimen terdapat pada bagian tengah dan hilir sungai. Karena sedimen yang dibawa arus air dari bagian hulu akan mengendap di bagian tengah dan hilir.

Kegiatan pemulihan daya rusak air secara nonstruktur dapat dilakukan dengan sosialisasi tentang kegiatan yang akan dilaksanakan pada masyarakat dilokasi tempat pelaksanaan kegiatan. Misalnya dengan memberitahukan kepada masyarakat bahwa akan dilaksanakan kegiatan operasi dan pemeliharaan.

Setelah bencana terjadi maka langkah berikutnya adalah melakukan rehabilitasi dan rekonstruksi. Rehabilitasi secara umum adalah perbaikan dan pemulihan semua aspek pelayanan publik atau masyarakat sampai tingkat yang memadai pada wilayah pasca bencana dengan sarana utama untuk normalisasi atau berjalannya secara wajar semua aspek pemerintahan dan kehidupan masyarakat pada wilayah pasca bencana.

Rekonstruksi secara umum adalah pembangunan kembali prasarana dan sarana, kelembagaan pada wilayah pasca bencana, baik pada tingkat pemerintahan maupun masyarakat dengan sasaran utama tumbuh dan berkembangnya kegiatan perekonomian, sosial, budaya, tegaknya hukum dan ketertiban, dan bangkitnya peran serta masyarakat dalam segala aspek kehidupan bermasyarakat pada wilayah pasca bencana. Proses rekonstruksi tidak mudah dan memerlukan upaya keras dan terencana dan peran serta semua anggota masyarakat.

Rehabilitasi sumber daya air adalah perbaikan sistem prasarana sumber daya air sehingga dapat difungsikan kembali. Rekonstruksi sumber daya air adalah pembangunan kembali, termasuk pembangunan baru prasarana sumber daya air.

Kegiatan rehabilitasi dan rekonstruksi dapat berupa:

- a) Kegiatan Pelatihan Kajian Kebutuhan Pasca Bencana
- b) Bantuan Sosial (BANSOS) kepada korban bencana
- c) Kegiatan pemberdayaan masyarakat penanganan rehabilitasi dan rekonstruksi
- d) Kegiatan pemulihan kondisi psikologis akibat bencana
- e) Pembangunan baru prasarana sumber daya air, misalnya pembangunan revetment penguat tebing sungai, pembuatan ground sill, pembuatan cek dam, dan lain-lain.

Pemerintah membentuk Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), ditingkat Provinsi dan Kabupaten/Kota disebut Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD).

Tugas lembaga ini berfungsi sebagai komando, koordinasi dan pelaksana. Dinas/institusi yang terkait dengan kebencanaan:

- a) Dinas Sosial,
- b) Dinas Kesehatan Brigade tanggap darurat,
- c) Dinas Pekerjaan Umum/ BMCK,
- d) Basarnas,
- e) BAPENAS/ BAPEDA,
- f) TNI/Polri,
- g) PDAM,
- h) PLN,
- i) BULOG,
- j) BMKG,
- k) Dishubkomintel,
- l) NGO lokal maupun Internasional.

Pada saat fase tanggap darurat tunduk di bawah komando Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) atau jajaran di bawahnya, BPBD di daerah Kabupaten dan bergabung dengan tim yang di beri nama Tim Reaksi Cepat (TRC) bentukan dari BPBD.

Tahapan pelaksanaan pada fase tanggap darurat meliputi:

- a) Pengkajian secara cepat lokasi kerusakan dan penentuan status keadaan darurat bencana;
- b) Melakukan penyelamatan,
- c) Pemenuhan kebutuhan dasar korban bencana;
- d) Pemulihan pelayanan di bidang social-keagamaan;
- e) Perlindungan dan pengurusan pengungsi;
- f) Pemulihan sarana dan prasarana umum.

Pengkajian secara cepat terhadap lokasi kerusakan, jenis dan jumlah kerugian. Selain itu juga penentuan status darurat bencana sebagai dasar pengalokasian sumber daya dan dana yang memadai.

Penyelamatan, evakuasi korban dan harta benda meliputi:

- a) Pencarian dan penyelamatan korban;
- b) Pertolongan darurat; dan
- c) Evakuasi korban dan harta benda.

Pemenuhan kebutuhan dasar korban bencana, meliputi: kebutuhan air bersih dan sanitasi; pangan; sandang; pelayanan kesehatan; dan penampungan dan tempat hunian.

Pemulihan pelayanan dibidang social keagamaan, meliputi: penyediaan kebutuhan pelayanan keagamaan; pelayanan psikososial; bimbingan dan konseling terutama untuk anak-anak dan lansia.

Perlindungan dan pengurusan pengungsi, meliputi:

- a) Pendataan, penempatan pada lokasi yang aman, pemenuhan kebutuhan dasar.
- b) Pemberian perlindungan prioritas kepada kelompok rentan.
- c) Pemberian bantuan santunan duka cita.

Pemulihan sarana dan prasarana umum seperti rumah sekolah, masjid, perbaikan selokan umum dan lain-lain.

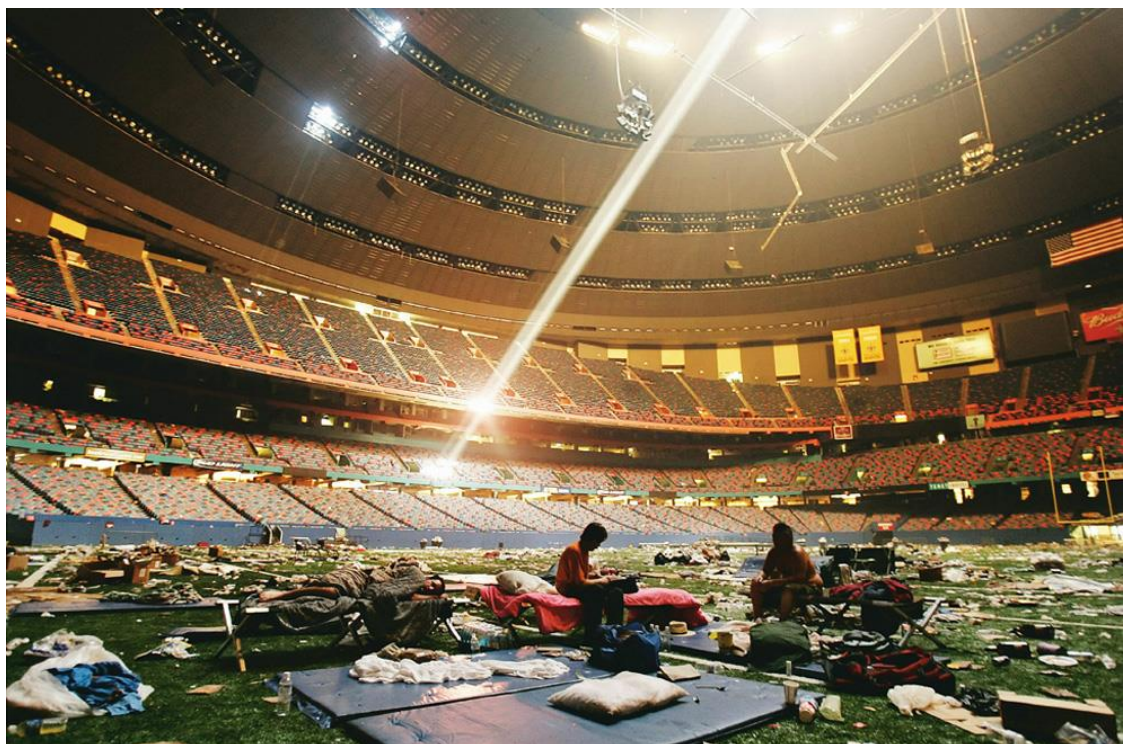
Kehadiran institusi pemerintah maupun non pemerintah dalam penanganan bencana pada siklus tanggap darurat adalah sebagai berikut:

- a) Dinas Sosial, dinas ini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan logistic meliputi sandang, pangan dan papan.
- b) Dinas Kesehatan (Brigade tanggap darurat), dinas ini berfungsi sebagai tempat layanan kesehatan masyarakat.

- c) Dinas Pekerjaan Umum/BMCK, berfungsi membuka dan membuat jalur untuk memudahkan akses bantuan ke lokasi bencana dan penyiapan titik pengungsian.
- d) Basarnas, sebagai Tim evakuasi korban.
- e) TNI/Polri, lembaga ini sebagai tim evakuasi, penyaluran logistik, pembuatan hunian sementara dan membuka jalur akses ke lokasi bencana.
- f) PDAM, lembaga ini berfungsi untuk penyediaan air bersih dan pemulihan sarana pendukung
- g) PLN, lembaga ini berfungsi untuk memulihkan dan penyediaan sarana penerangan yang dibutuhkan.
- h) BULOG, badan ini berfungsi untuk penyediaan logistic pangan yang dibutuhkan pada saat tanggap darurat.
- i) BMKG, badan ini berfungsi sebagai pemberi informasi perkembangan situasi terkini dalam mengambil kebijakan situasi bencana.
- j) Dishubkomintel, sebagai penyedia sarana transportasi, pemulihan sarana komunikasi saat tanggap darurat.
- k) Non Pemerintah; PMI dan Bulan Sabit Merah; membantu dalam proses pertolongan pertama, gawat darurat berkoordinasi dengan dinas kesehatan.
- l) RAPI/ORARI; membantu dalam penyebaran informasi.
- m) Peran masyarakat di wilayah bencana membentuk Tim penanggulangan bencana berbasis desa, dimana masyarakat pada saat terjadi bencana dapat melakukan evakuasi mandiri.



Gambar 2.12 Pemulihan Lapangan Dengan Resapan Air (Sebelum)



Gambar 2.13 Pemulihan Lapangan Dengan Resapan Air (Setelah)

2.4. Latihan

1. Jelaskan yang dimaksud dengan resiko banjir!
2. Jelaskan mengenai *flood Forecasting*!
3. Jelaskan mengenai *eco-based flood management*!

2.5. Rangkuman

Resiko banjir adalah tingkat kerugian banjir yang merupakan kombinasi antara besaran banjir dan konsekuensi akibatnya: Resiko banjir (*flood risk*) = Kemungkinan (frekuensi) terjadi banjir x Kerugian banjir. Kemungkinan (frekuensi) terjadi banjir yang semakin kecil berarti debit banjirnya semakin besar. Ada 3 jenis resiko banjir yaitu *existing*, *future* dan *residual flood risk*.

Kegiatan pengendalian banjir ini telah berlangsung sejak dahulu yaitu berupa pembangunan tanggul, pelimpah banjir, peningkatan kapasitas palung sungai, pompa dan kolam serta bendungan.

Jenis pengelolaan ini juga disebut kegiatan '*keep the water away from the people*' dengan kegiatan mengurangi bencana (*hazard*) mengurangi prosentase kemungkinan terjadi banjir.

kegiatan prakiraan dan peringatan dini adalah kegiatan yang bertujuan untuk mengetahui berapa besar banjir dan kapan waktu terjadinya (Q operasi). Kegiatannya berupa analisis mencari hubungan statistic antara elevasi muka air (*stage correlation*) suatu lokasi di hulu dan di hilir.

Terbagi dalam 3 tingkat kesiagaan (umumnya kuning, jingga dan merah - WMO):

- a) Siaga Kuning (*trigger level for flood watch*)
- b) Siaga Jingga (*trigger level for flood warning*)
- c) Siaga Merah (*trigger level for severe flood warning*)

Pengelolaan banjir berdasar kemampuan lingkungan (*eco-based flood management*) adalah pengelolaan banjir (dalam hal ini adalah mengelola

sumber dan aliran banjir) yang mengutamakan kegiatan yang sejalan dengan proses, fitur dan karakteristik hidrologi dan morfologi alam setempat. Kegiatannya meliputi restorasi, menjaga atau meningkatkan potensi fitur karakter dan proses alam, tidak seperti pengendalian banjir yang lebih bersifat melawan proses alam.

Sesuai dengan kaidah pengelolaan banjir terpadu (*Integrated Flood Management*), kegiatan penanggulangan banjir (*flood fighting*) merupakan bagian dari kegiatan pengelolaan darurat banjir (*Flood Emergency Management*). Pengelolaan darurat banjir adalah kegiatan bersiklus yang meliputi kegiatan-kegiatan Persiapan, Tanggap Darurat, Pemulihan, Mitigasi dan kembali lagi ke Persiapan. Kegiatan penanggulangan banjir adalah bagian dari pengelolaan darurat banjir yaitu yang membahas kegiatan Persiapan dan Tanggap Darurat menghadapi banjir.

2.6. Evaluasi

1. Lembaga yang berfungsi sebagai komando, koordinasi dan pelaksanaan terkait dengan kebencanaan adalah...
 - a. Dinas Sosial
 - b. Garuda Indonesia
 - c. BAZNAS
 - d. BKMG
2. Berikut ini adalah dampak dari penambangan batu dan kerikil adalah, kecuali...
 - a. Penurunan dasar sungai dapat mengubah morfologi sungai, yang mempengaruhi kehidupan akuatik/perairan
 - b. Penurunan dasar sungai dapat meruntuhkan pondasi perumahan, saluran gas atau struktur lainnya
 - c. Penurunan dasar sungai dapat meruntuhkan pondasi jembatan, saluran pipa atau struktur lainnya
 - d. Penurunan dasar sungai yang mengupas habis lapis pasir dan kerikil dapat membuka lapisan lain yang berakibat buruk bagi kestabilan alur dan ekosistem sungai

3. Terdapat beberapa jenis banjir yaitu, kecuali...
- Banjir sungai
 - Banjir bandang
 - Banjir kota
 - Banjir desa

2.7. Umpan Balik

Cocokkan jawaban anda dengan Kunci Jawaban, untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Modul.

Hitunglah jawaban anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan anda terhadap materi pada Modul ini.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Untuk latihan soal, setiap soal memiliki bobot nilai yang sama, yaitu 20/soal.

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai:

90 – 100 % = Baik Sekali

80 – 89 % = Baik

70 – 79 % = Cukup

< 70 % = Kurang

Bila anda dapat menjawab salah dua dari pertanyaan di atas, Anda dapat meneruskan ke materi selanjutnya. Tetapi apabila belum bisa menjawab soal di atas, Anda harus mengulangi materi modul, terutama bagian yang belum anda kuasai.

PENUTUP

A. Simpulan

Pengendalian daya rusak air merupakan upaya mengontrol daya air yang dapat menimbulkan kerusakan dan atau bencana terhadap manusia dan lingkungan sekitarnya, yang antara lain berupa kejadian banjir, erosi tanah dan sedimentasi, tanah longsor, banjir lahar dingin, tanah amblas, perubahan sifat dan kandungan kimia, biologi dan fisik dalam air, instrusi air laut, dan perembesan pada tempat yang tidak diinginkan. Pengendalian daya rusak air perlu diarahkan untuk mewujudkan sinergi dan keterpaduan yang harmonis antarwilayah, antarsektor dan antargenerasi.

Pengendalian Daya Rusak Air dilakukan secara menyeluruh yang mencakup upaya pencegahan, penanggulangan, dan pemulihan. Pengendalian Daya Rusak Air diutamakan pada upaya pencegahan melalui Perencanaan Pengendalian Daya Rusak Air yang disusun secara terpadu dan menyeluruh dalam Pola Pengelolaan Sumber Daya Air. Pencegahan Daya Rusak Air ditujukan untuk mencegah terjadinya bencana yang diakibatkan oleh Daya Rusak Air. Penanggulangan Daya Rusak Air ditujukan untuk meringankan penderitaan akibat bencana melalui mitigasi bencana. Upaya pemulihan Daya Rusak Air dilakukan melalui kegiatan rekonstruksi dan rehabilitasi.

Daya rusak air menjadi perhatian yang sangat penting demi keberlangsungan hidup kini dan mendatang, sebab dapat merusak ekologi lingkungan sekitar. Upaya yang harus dilakukan adalah *flood forecasting* atau perkiraan banjir dengan menganalisis kemungkinan banjir dari alat pengukurnya (pengumpulan data sebagai analisis), tingkat kesiagaan. Upaya lainnya adalah *eco based flood management*, dan *flood emergency*.

Keseimbangan dan keselarasan pengelolaan sumber daya air adalah dampak yang harus diupayakan melalui salah satunya pengendalian daya rusak air.

B. Tindak Lanjut

Sebagai tindak lanjut dari pelatihan ini, peserta dapat mengikuti materi selanjutnya dan membaca literatur yang berada pada daftar pustaka untuk dapat memahami detail tentang Pengendalian Daya Rusak Air.

DAFTAR PUSTAKA

Adriaan Volker IHE Delft , 1987 *Engineering Hydrology*

Guidelines on Strategic Planning and Management of Water Resources – ESCAP,
UN, 2004

PERMEN PUPR No. 28 Tahun 2015 tentang Sempadan Sungai dan Danau.

Working With Natural Processes to Manage Flood – Defra Environment Agency
UK 2010

GLOSARIUM

Bahaya (<i>hazard</i>)	: Tingkat besaran dan frekuensi bencana
Keterpaparan (<i>exposure</i>)	: tingkat konsekuensi akibat bencana meliputi kerugian korban dan assetnya.
Kerentanan (<i>vulnerability</i>)	: ketahanan penghuni daerah bencana dalam mengantisipasi, menanggulangi dan memulihkan kerugian akibat bencana
Akuifer	: Lapisan bawah tanah yang mengandung air dan dapat mengalirkan air
Probabilitas	: Nilai ukur terhadap peluang sesuatu akan terjadi
Gangguan psikososial	: Terlalu lama tinggal di pengungsian
Vulnerability	: Kerentanan
Exposure	: Keterpaparan
Stage correlation	: Kegiatannya berupa analisis mencari hubungan statistic antara elevasi muka air suatu lokasi di hulu dan di hilir.
WMO	: <i>World Meteorological Organization</i>
Elevasi	: Posisi vertikal (ketinggian) suatu objek dari suatu titik tertentu (datum)
DAS	: Daerah aliran sungai suatu wilayah yang dibatasi punggung-punggung bukit yang menampung air hujan dan mengalirkannya melalui saluran air, dan kemudian berkumpul menuju suatu muara sungai, laut, dana atau waduk.
Geomorfologist	: Ilmu yang mempelajari tentang bentuk alam dan proses yang membentuknya
Ecologist	: Ilmu yang mempelajari interaksi antara organisme dengan lingkungannya dan yang lainnya.
Hidrologist	: Cabang ilmu geografi yang mempelajari pergerakan, distrbusi, dan kualitas air di seluruh

bumi, termasuk siklus hidrologi dan sumber daya air

River engineer : Ahli sungai (*person*)

KUNCI JAWABAN

Berikut ini merupakan kumpulan jawaban atau kata kunci dari setiap butir pertanyaan yang terdapat di dalam modul pengendalian daya rusak air. Kunci jawaban ini diberikan dengan maksud agar peserta pelatihan dapat mengukur kemampuan diri sendiri.

Adapun kunci jawaban dari latihan-latihan dalam materi pokok adalah sebagai berikut:

A. Latihan Materi Pokok 1: Konsepsi Pengendalian Daya Rusak Air

1. Jelaskan yang dimaksud dengan pengendalian daya rusak air!

Jawaban:

Pengendalian daya rusak air merupakan upaya mengontrol daya air yang dapat menimbulkan kerusakan dan atau bencana terhadap manusia dan lingkungan sekitarnya, yang antara lain berupa kejadian banjir, erosi tanah dan sedimentasi, tanah longsor, banjir lahar dingin, tanah amblas, perubahan sifat dan kandungan kimia, biologi dan fisik dalam air, instrusi air laut, dan perembesan pada tempat yang tidak diinginkan.

2. Jelaskan pengertian dari resiko daya rusak air dan contohnya!

Jawaban:

Resiko daya rusak air berawal dari adanya bahaya (*hazard*) akan terjadi daya rusak air, dan bahaya tersebut tidak selalu berkembang menjadi bencana (*disaster*). Misalnya jika suatu wilayah dilindungi dengan tanggul tinggi, selama bahaya banjir tidak melampaui puncak tanggul maka bahaya tersebut tidak akan berkembang menjadi bencana banjir.

3. Sebutkan empat konsekuensi dari banjir!

Jawaban:

Empat konsekuensi dari banjir yaitu pertama nyata-langsung yaitu Kerusakan rumah, sekolah, pabrik, jalan, jembatan, perabotan, mobil, mesin, pembangkit listrik, pasokan air., kedua nyata-tidak langsung yaitu Hilangnya produksi industri, gangguan lalu lintas, kehilangan pelanggan, ketiga tidak nyata-langsung yaitu Hilangnya nyawa, efek kesehatan,

hilangnya nilai ekologis., keempat tidak nyata-tidak langsung yaitu Ketidaknyamanan pemulihan setelah banjir, meningkatkan kerentanan korban.

B. Evaluasi Materi Pokok 1: Konsepsi Pengendalian Daya Rusak Air

1. B
2. C
3. A

C. Latihan Materi Pokok 2: Ruang Lingkup Pengendalian Daya Rusak Air

1. Jelaskan yang dimaksud dengan resiko banjir!

Jawaban:

Resiko banjir adalah tingkat kerugian banjir yang merupakan kombinasi antara besaran banjir dan konsekuensi akibatnya: Resiko banjir (*flood risk*) = Kemungkinan (frekuensi) terjadi banjir x Kerugian banjir. Kemungkinan (frekuensi) terjadi banjir yang semakin kecil berarti debit banjirnya semakin besar. Ada 3 jenis resiko banjir yaitu *existing*, *future* dan *residual flood risk*.

2. Jelaskan mengenai *flood Forecasting*!

Jawaban:

Flood Forecasting merupakan kegiatan prakiraan dan peringatan dini adalah kegiatan yang bertujuan untuk mengetahui berapa besar banjir dan kapan waktu terjadinya (Q operasi). Keegiatannya berupa analisis mencari hubungan statistic antara elevasi muka air (stage correlation) suatu lokasi di hulu dan di hilir.

3. Jelaskan mengenai *eco-based flood management*!

Jawaban:

Eco-based flood management merupakan pengelolaan banjir berdasar kemampuan lingkungan (*eco-based flood management*) adalah pengelolaan banjir (dalam hal ini adalah mengelola sumber dan aliran banjir) yang mengutamakan kegiatan yang sejalan dengan proses, fitur dan karakteristik hidrologi dan morfologi alam setempat. Keegiatannya meliputi restorasi, menjaga atau meningkatkan potensi fitur karakter dan

proses alam, tidak seperti pengendalian banjir yang lebih bersifat melawan proses alam.

D. Evaluasi Materi Pokok 2: Ruang Lingkup Pengendalian Daya Rusak Air

1. A
2. B
3. D



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
PUSAT PENGEMBANGAN KOMPETENSI SUMBER DAYA AIR DAN PERMUKIMAN.
JALAN ABDUL HAMID, CICAHEUM BANDUNG 40195 TELP (022) 7252958