



# **PENGELOLAAN RESIKO BANJIR**

---

## **PELATIHAN PERENCANAAN TEKNIS SUNGAI**



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT  
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA  
PUSAT PENGEMBANGAN KOMPETENSI SUMBER DAYA AIR DAN PERMUKIMAN

**2022**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas selesainya Modul Pengelolaan Resiko Banjir sebagai materi inti/substansi dalam Pelatihan Perencanaan Teknis Sungai. Modul ini disusun untuk memenuhi kebutuhan kompetensi dasar Aparatur Sipil Negara (ASN) di Bidang Sumber Daya Air (SDA), khususnya sungai.

Modul Pengelolaan Resiko Banjir ini disusun dalam 3 (tiga) bagian yang terdiri dari pendahuluan, materi pokok, dan penutup. Modul yang sistematis diharapkan mampu mempermudah peserta pelatihan dalam memahami dan menerapkan pengelolaan resiko banjir. 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 ASN di Bidang SDA, khususnya sungai.

Bandung, Juni 2022  
Kepala Pusat Pengembangan Kompetensi  
Sumber Daya Air dan Permukiman

Ir. H. Ruhban Ruzziyatno, M.T.  
NIP.19620819 199003 1 002

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR INFORMASI VISUAL .....</b>	<b>iv</b>
<b>PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL .....</b>	<b>v</b>
<b>PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Deskripsi Singkat.....	2
C. Tujuan Pembelajaran .....	2
1. Kompetensi Dasar .....	2
2. Indikator Keberhasilan .....	2
D. Materi Pokok dan Sub Materi Pokok.....	3
E. Estimasi Waktu.....	3
<b>MATERI POKOK 1 TANTANGAN PENGELOLAAN BANJIR DI INDONESIA.....</b>	<b>4</b>
A. Kondisi Banjir di Indonesia .....	4
B. Sebab-sebab Terjadinya Banjir.....	9
1. Kondisi Alam .....	9
2. Peristiwa Alam .....	9
3. Faktor Campur Tangan Manusia.....	9
C. Pola Pengelolaan Banjir Terpadu .....	10
D. Pengurangan Resiko Kerentanan Banjir.....	11
1. Pengelolaan Dataran Banjir .....	11
2. Persiapan Menghadapi Banjir.....	12
3. Kegiatan Penanggulangan pada Saat Banjir.....	14
E. Perkiraan dan Pemberitaan Banjir .....	22
1. Perkiraan dan Prediksi Banjir ( <i>Flood Forecasting</i> ).....	22
2. Pemberitaan Banjir ( <i>Flood Warning</i> ) .....	23
F. Pemulihan Setelah Banjir.....	24
G. Latihan.....	24
H. Rangkuman.....	25
I. Evaluasi.....	27
J. Umpan Balik .....	27
<b>MATERI POKOK 2 PENGELOLAAN RESIKO BANJIR .....</b>	<b>29</b>

A. Siklus Hidrologi.....	29
B. Pengelolaan Lahan dan Air DAS .....	31
C. Ketidakpastian dan Jenis Resiko .....	32
D. <i>Stakeholder Management</i> .....	40
E. <i>Integrated Water Resources Management (One River One Management)</i> .....	41
F. Latihan.....	42
G. Rangkuman.....	42
H. Evaluasi.....	44
I. Umpan Balik .....	44
<b>MATERI POKOK 3 DATA DAN INFORMASI.....</b>	<b>46</b>
A. Pemetaan Wilayah Rawan Banjir .....	46
B. Data dan Informasi Bencana Indonesia (DIBI).....	48
C. Latihan.....	49
D. Rangkuman.....	49
E. Evaluasi.....	50
F. Umpan Balik .....	50
<b>PENUTUP.....</b>	<b>52</b>
A. Simpulan .....	52
B. Tindak Lanjut .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>
<b>GLOSARIUM.....</b>	<b>54</b>
<b>KUNCI JAWABAN.....</b>	<b>56</b>

## DAFTAR INFORMASI VISUAL

### GAMBAR

Gambar 1.1. Pola Pengelolaan Banjir Terpadu .....	11
Gambar 2.1. Siklus Hidrologi.....	31
Gambar 2.2. Resiko Besaran Banjir.....	33
Gambar 2.3. <i>Integrated Flood Management</i> .....	41
Gambar 3.1. Data Spasial Faktor, a) Jenis Tanah, B) Curah Hujan, C) Kemiringan Lereng, D) Penggunaan Lahan, E) Jarak dari Sungai, F) Ketinggian .....	46
Gambar 3.2. Peta Kerawanan Banjir Sub DAS Minraleng, Kabupaten Maros .....	47

### TABEL

Tabel 1.1. Banjir Penting di Daerah-daerah Pedalaman Antara 1970-1992 untuk Sungai-sungai Terpilih di Jawa dan Sumatera .....	5
Tabel 1.2. Karakteristik Banjir Sungai-sungai di Indonesia .....	7
Tabel 1.3. Permasalahan Banjir di Daerah Perkotaan .....	8
Tabel 1.4. Tingkat Kesiagaan Banjir .....	23
Tabel 2.1. Perbedaan Ketidakpastian dengan Resiko .....	33

## **PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL**

### **Deskripsi**

Modul Pengelolaan Resiko Banjir ini terdiri dari 3 (tiga) materi pokok. Materi pokok 1 membahas tantangan pengelolaan banjir di Indonesia. Materi pokok 2 membahas Pengelolaan Resiko Banjir. Materi pokok 3 membahas data dan informasi. Peserta pelatihan mempelajari keseluruhan modul ini dengan cara yang berurutan. Pemahaman setiap materi pada modul ini diperlukan untuk memahami dan menerapkan pengelolaan resiko banjir. Setiap materi pokok dilengkapi dengan latihan yang menjadi alat ukur tingkat penguasaan peserta pelatihan setelah mempelajari materi pada materi pokok.

### **Persyaratan**

Dalam mempelajari modul ini, peserta pelatihan diharapkan dapat menyimak dengan seksama penjelasan dari fasilitator sehingga dapat memahami dan menerapkan dengan baik materi yang merupakan materi inti/substansi dari Pelatihan Perencanaan Teknis Sungai. Untuk menambah wawasan, peserta diharapkan dapat membaca terlebih dahulu materi yang berkaitan dengan pengelolaan resiko banjir dari sumber lainnya.

### **Metode**

Dalam pelaksanaan pembelajaran ini, metode yang dipergunakan adalah dengan kegiatan pemaparan yang dilakukan oleh fasilitator, adanya kesempatan diskusi, tanya jawab, dan peragaan.

### **Alat Bantu/Media**

Untuk menunjang tercapainya tujuan pembelajaran ini, diperlukan alat bantu/media pembelajaran tertentu, yaitu: LCD/proyector, laptop, *white board* dengan spidol dan penghapus, bahan tayang serta modul dan/atau bahan ajar.

### **Kompetensi Dasar**

Setelah mengikuti seluruh rangkaian pembelajaran, peserta diharapkan mampu memahami konsep pengelolaan resiko banjir dalam perencanaan teknis sungai.

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Sungai adalah salah satu sumber air yang utama untuk memenuhi berbagai kebutuhan masyarakat, misalnya untuk pemenuhan air minum, air industri, irigasi, pembangkit tenaga, lalu lintas air, dan sebagainya. Di samping manfaatnya yang banyak, sungai sering menimbulkan masalah banjir yang menggenangi daerah di sekitar alur sungai yang berupa dataran banjir. Dataran banjir suatu sungai pada umumnya subur dan datar, sehingga banyak dijumpai berbagai kemudahan dan baik untuk lahan usaha (misalnya pertanian, daerah industri, dsb), maupun pemukiman serta untuk keperluan lainnya. Dengan demikian di daerah ini banyak dijumpai pusat-pusat pertumbuhan seperti daerah pemukiman/perkotaan. Kota-kota besar di dunia hampir semuanya berada di dataran banjir suatu sungai, begitu pula di Indonesia ini seperti Jakarta, Semarang, Surabaya, Bandung, Palembang, Padang, Jambi, Pekanbaru, Medan, Ujungpandang, Banjarmasin, Samarinda, Pontianak, Ambon, dan sebagainya.

Peristiwa banjir adalah suatu keadaan sungai, di mana aliran airnya tidak tertampung oleh palung sungai sehingga terjadi limpasan, dan menimbulkan genangan pada lahan yang biasanya kering, disebut pula banjir. Peristiwa tersebut tidak merupakan masalah sejauh belum menimbulkan gangguan terhadap kehidupan manusia.

Namun sejak manusia mengusahakan dan bermukim di daerah dataran banjir tersebut, maka masalah banjir mulai muncul. Masalah yang ditimbulkan oleh banjir tersebut cenderung meningkat dari waktu ke waktu sejalan dengan lajunya pertumbuhan/perkembangan masyarakat yang bermukim dan berusaha di dataran banjir. Banjir merupakan fenomena alami yang kejadianya tidak dapat di cegah, tetapi dampaknya dapat dieliminir agar kerugian yang diakibatkannya menjadi kecil. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi masalah banjir harus dilakukan secara cepat, tepat, dan terpadu, namun pada umumnya masih belum sebanding dan selalu ketinggalan dengan kebutuhan yang diinginkan masyarakat.

Undang-undang Republik Indonesia No.11 tahun 1974 tentang Pengairan (sekarang Undang-undang No. 7 tahun 2004, dibatalkan oleh M.K) Pasal 10 (1) menyebutkan bahwa salah satu unsur pembinaan sumber air (dalam hal ini sungai) dalam rangka kegiatan pengairan adalah melakukan pengamanan dan pengendalian daya rusak air

dan sumber air terhadap daerah-daerah sekitarnya. Demikian pula Peraturan Pemerintah No.35 Tahun 1991 tentang Sungai Pasal 2 disebutkan bahwa pembinaan sungai mencakup aspek perlindungan, pengembangan, penggunaan, dan pengendalian sungai. Dengan demikian upaya pengendalian banjir pada sungai adalah salah satu komponen pembinaan sungai dan juga merupakan bagian dari kegiatan pengairan.

Masalah banjir terjadi oleh adanya interaksi kondisi dan peristiwa alam dengan adanya kegiatan manusia di daerah pengaliran sungainya. Upaya untuk mengatasinya dapat dibedakan antara upaya yang bersifat fisik dengan membuat bangunan-bangunan pengendalian banjir dan upaya yang bersifat nonfisik yang berupa penyesuaian terhadap kondisi banjir sedemikian rupa, sehingga kerugian dapat ditekan serendah-rendahnya. Kedua upaya ini bersifat saling mendukung.

Penanganan masalah banjir di daerah perkotaan adalah kegiatan yang tidak dapat dipisahkan dengan kegiatan pengendalian banjir pada suatu sistem sungai secara menyeluruh. Hal tersebut mengingat bahwa masalah yang terjadi di daerah perkotaan bisa merupakan akibat dari peristiwa dan kondisi di luar daerah perkotaan. Demikian pula upaya penangannya bisa dilakukan di luar daerah perkotaan. Penanganan masalah banjir di daerah perkotaan biasanya merupakan perpaduan antara penanganan sistem drainase dan penanganan banjir akibat limpasan sungai.

## **B. Deskripsi Singkat**

Mata pelatihan ini membekali peserta pelatihan dengan pengetahuan mengenai pengelolaan resiko banjir, yang disajikan dengan menggunakan metode ceramah, diskusi, tanya jawab, dan peragaan.

## **C. Tujuan Pembelajaran**

### **1. Kompetensi Dasar**

Setelah mengikuti seluruh rangkaian pembelajaran, peserta diharapkan mampu memahami pengelolaan resiko banjir dalam perencanaan teknis sungai.

### **2. Indikator Keberhasilan**

Setelah mengikuti pembelajaran, peserta diharapkan dapat:

- a. Menguraikan tantangan pengelolaan banjir di Indonesia;
- b. Menjabarkan pola pengelolaan banjir di Indonesia saat ini dan pengelolaan banjir yang akan datang;
- c. Menguraikan data dan informasi terkait pengelolaan banjir.

#### **D. Materi Pokok dan Sub Materi Pokok**

Dalam Modul Pengelolaan Resiko Banjir ini akan membahas materi:

1. Tantangan Pengelolaan Banjir di Indonesia
  - a. Kondisi Banjir di Indonesia;
  - b. Sebab-sebab Terjadinya Banjir;
  - c. Pola Pengelolaan Banjir Terpadu;
  - d. Pengurangan Resiko Kerentanan Banjir;
  - e. Perkiraan dan Pemberitaan Banjir;
  - f. Pemulihan Setelah Banjir.
2. Pengelolaan Resiko Banjir
  - a. Siklus Hidrologi;
  - b. Pengelolaan Lahan dan Air DAS;
  - c. Ketidakpastian dan Jenis Resiko;
  - d. *Stakeholder Management*;
  - e. *Integrated Water Resources Management (One River One Management)*.
3. Data dan Informasi
  - a. Pemetaan Wilayah Rawan Banjir;
  - b. Data Dan Informasi Bencana Indonesia (DIBI).

#### **E. Estimasi Waktu**

Alokasi waktu yang diberikan untuk pelaksanaan kegiatan belajar mengajar untuk Mata Pelatihan Pengelolaan Resiko Banjir ini adalah 4 (empat) jam pelajaran atau sekitar 180 menit.

## MATERI POKOK 1

### TANTANGAN PENGELOLAAN BANJIR DI INDONESIA

*Indikator Keberhasilan: Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta dapat menguraikan tantangan pengelolaan banjir di Indonesia.*

#### A. Kondisi Banjir di Indonesia

Daerah dataran banjir di Indonesia dan beberapa bagian dari dunia sangat menarik perhatian karena umumnya melanda daerah subur. Pertumbuhan penduduk yang meningkatkan kebutuhan pangan telah memaksa Indonesia untuk memanfaatkan dataran banjir yang subur meskipun beresiko banjir tinggi.

Dataran banjir beresiko tinggi diperparah lagi akibat penebangan hutan dan pemanfaatan tanah-tanah sempit di daerah pengaliran sungai bagian hulu. Bertambahnya pengolahan tanah di daerah-daerah dengan kemiringan tinggi di daerah aliran sungai bagian hulu telah menyebabkan meningkatnya proses erosi dan sedimentasi pada sungai dan menambah frekuensi serta besarnya banjir yang terjadi. Daerah-daerah luas sepanjang sungai bagian hilir merupakan dataran banjir berisiko tinggi sebagai akibat alam dan pengaruh tindakan manusia. Hal ini membatasi kemampuan produksi pertanian dan menyebabkan penderitaan manusia selama banjir, misalnya tanam-tanaman rusak, rumah-rumah tergenang dan penduduk perlu diungsikan.

Departemen Sosial mencatat bahwa banjir di tahun 1987/1988 secara serius menyebabkan kerusakan tanaman dan tanah milik 320.238 orang dan 1.827.681 orang di tahun 1988/1989. Departemen Sosial juga mencatat bahwa banjir menimbulkan kerusakan sebesar 2/3 dari semua korban bencana alam dari tahun 1987 s/d 1989. Rinciannya adalah kira-kira 300 kejadian banjir setiap tahun terjadi di Indonesia, menggenangi  $\pm$  150.000 ha dataran dan merugikan sekitar satu juta orang setiap tahun. Kerusakan tanaman dan barang milik masyarakat, bahkan banyak korban jiwa terutama di Jawa dan Sumatera, terjadi setiap tahun. Hal-hal yang menyebabkan banjir di Indonesia adalah sebagai berikut:

- Curah hujan yang tinggi;
- Drainase yang tidak cukup di daerah dataran banjir;
- Aliran balik dari sungai utama ke anak-anak sungai;
- Peninggian dasar sungai akibat sedimentasi;

- Kapasitas alur dan tinggi jagaan yang tersedia tidak cukup;
- Aliran debris dan tanah longsor;
- Meningkatnya aliran permukaan akibat penebangan hutan yang tidak terkendali;
- Ulah manusia yang menghambat aliran (jembatan dan bendung yang tidak tepat dimensinya, permukiman liar dan lain sebagainya);
- Aliran balik air pasang laut ke sungai dekat pantai, dan lain-lain.

Kadang-kadang banjir yang terjadi membawa aliran debris, lumpur atau tanah longsor yang menyebabkan peninggian dasar sungai. Tipe banjir ini biasanya bereaksi pada sungai-sungai kecil, terutama saluran pembuangan atau sungai di sekitar gunung berapi yang aktif. Karakteristik banjir pada sungai-sungai di Indonesia :

a. Banjir-banjir di Sungai Permanen

Sebagian besar sungai di Indonesia di kepulauan sebelah barat dan selatan adalah permanen sehingga mereka mengalirkan air sepanjang tahun. Sedangkan sebagian besar sungai dibagian timur (tidak termasuk Irian Jaya) adalah sungai jenis ephemeral atau intermiten (musiman). Perbedaan antara bagian barat dan timur ini menggambarkan variasi iklim, khususnya pernyataan musim kemarau di kepulauan sebelah timur. Wilayah bagian timur memiliki musim hujan yang relative pendek dan kebanyakan merupakan padang rumput dengan sedikit pepohonan, sebaliknya bagian barat kebanyakan berupa hutan tropis yang lebat.

**Tabel 1.1. Banjir Penting di Daerah-daerah Pedalaman Antara 1970-1992 untuk Sungai-sungai Terpilih di Jawa dan Sumatera**

Propinsi	Sungai	Tipe Daerah Banjir	Daerah Tergenang (ha)	Lama Waktu Pembanjiran (ha)
Jawa Barat	a) Ciliman b) Citarum + anak-anak sungai c) Ciasem dan Cipinagar d) Cimanuk dan sungai-sungai kecil e) Kedung Pane f) Citanduy dan anak-anak sungai	R R R R R U	2.000 2.750 4.840 9.540 450 16.464	2 – 5 0,1 – 4 1 – 5 1 – 10 0,1 – 2 0,1 - 10

Jawa Tengah	g) Kali Tuatang dan sungai sungai kecil h) Juvano i) Kabuyutan, Pemali dan sungai-sungai kecil j) Serayu, Luk Ulo, Telomoyo k) Bengawan Solo (hulu)	R R R R R	13.500 15.500 2.425 4.500 25.000	0,1 - 5 1 - 7 0,1 - 5 1 - 15 0,1 - 5
Jawa Timur	l) Berantas m) Bengawan Solo (hilir) n) Pekalen, Sampeyan o) Madiun	R R R R	28.075 43.343 8.870 2.800	0,1 - 5 0,1 - 5 0,1 - 5 0,1 - 5
Aceh	p) Krung Aceh	R	10.400	0,1 - 3
Sumatera Utara	q) Batu Balon	R	2.800	0,1 - 1
Sumatera Barat	r) Batang Tapan s) Batang Lunang t) Batang Kuantan (hulu) u) Batang Kurangi, sungai-sungai kecil	R R R R	5.000 4.800 2.500 4.000	1 - 15 1 - 15 1 - 10 0,1 - 2
Riau	v) Batang Kampar w) Masjid x) Indragiri	R R R	31.600 5.000 40.200	1 - 14 1 - 7 1 - 14
Jambi	y) Batanghari	R	16.820	0,1 - 5
Lampung	z) Way Ngarip, Sungai-sungai kecil aa) Way Kedongdong	R R	8.200 11.200	0,1 - 2 0,1 - 3

U = Urban (perkotaan) R = Rural (pedalaman)

Masalah-masalah banjir di Jawa dan Sumatera lebih hebat daripada wilayah bagian timur, hal ini disebabkan oleh besarnya curah hujan dan padatnya penduduk pada dua pulau tersebut. Durasi banjir di Jawa, Sumatera dan Kalimantan lebih lama daripada di wilayah-wilayah lain. Masalah-masalah yang berkenaan dengan banjir musiman yang disebabkan oleh sungai-sungai permanen diuraikan seperti berikut.

Perbedaan karakteristik banjir antara Sungai Permanen dengan sungai musiman dapat di periksa pada tabel di bawah.

**Tabel 1.2. Karakteristik Banjir Sungai-sungai di Indonesia**

Karakteristik Banjir	Tipe Sungai	
	Permanen	“Ephemeral”
Frekuensi	Terjadi setiap tahun	Ditentukan oleh Intensitas hujan (diperlukan hujan 2 tahunan untuk terjadi banjir)
Intensitas	Besar dengan durasi lama	Banjir Bandang ( <i>Flash Flood</i> ) dengan durasi pendek
Waktu Peringatan	Panjang	Pendek
Luas genangan	Daerah genangan luas	Daerah genangan kecil
Lokasi	Sumatera Jawa Bali Kalimantan Sulawesi Maluku Irian Jaya	Nusa Tenggara <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lombok</li> <li>• Sumbawa</li> <li>• Sumba</li> <li>• Flores</li> <li>• Timor</li> </ul>

b. Banjir-banjir di Sungai *Ephemeral* (Musiman)

Sungai-sungai musiman kebanyakan dapat kita temui di Indonesia bagian timur, di mana sungai dalam keadaan kering selama musim kemarau, hal ini disebabkan berkurangnya curah hujan dan terbatasnya kapasitas deras aliran sungai bagian hulu dalam menampung air permukaan.

Sebagian besar sungai di Kepulauan Nusa Tenggara Timur adalah musiman. Sungai-sungai di kepulauan ini relative pendek dan curam, menyebabkan banjir berkali-kali pada musim hujan. Banjir yang datang mendadak biasanya terjadi pada sungai musiman yang curam di bagian hulu, dimana penduduknya terbatas dan korban jiwa atau luka-luka rendah. Didaerah hilir dengan penduduk yang lebih banyak kecepatan aliran banjir berkurang sesuai dengan lahan sungai dan luasnya daerah dataran banjir.

c. Banjir di Perkotaan

Masalah-masalah banjir khusus daerah perkotaan terjadi di kota-kota besar seperti Jakarta, Bandung, Semarang, Medan, dan Ujung Pandang. Masalah banjir tersebut terutama disebabkan oleh padatnya penduduk yang menempati dataran banjir suatu sungai, di daerah ini topografi yang datar dan pengembangan yang pesat menghambat pembuatan sistem drainasi gravitasi yang efektif.

Masalah-masalah banjir khusus di daerah perkotaan di Indonesia disebabkan oleh kurang efektifnya sistem drainasi perkotaan. Pengembangan drainasi perkotaan kadang-kadang sulit dilaksanakan sebab topografi yang datar, pengembangan perkotaan yang luas di daerah dataran banjir, tingkat hujan yang tinggi dan daerah kedap air yang luas, serta kerusakan daerah penampung.

Masalah-masalah banjir di daerah perkotaan lebih kompleks, dan mengakibatkan kerugian harta benda yang lebih besar dari pada daerah perdesaan. Table dibawah menyajikan informasi sebab-sebab banjir, daerah genangan, durasi banjir dan frekuensi banjir perkotaan untuk kota-kota utama di Indonesia.

**Tabel 1.3. Permasalahan Banjir di Daerah Perkotaan**

Kota	Sebab-sebab Penting (Drainase/Sungai)	Daerah Penggenangan Potensial (ha)	Lamanya Waktu Pembanjiran (hari)	Frekuensi
Jakarta	a) Drainase kota tidak mencukupi	480	0,1 - 2	1 : 1
Bandung	b) Banjir dari sungai	2.750	0,1 - 4	1 : 1
Surabaya	c) Drainase kota tidak mencukupi	450	0,1 - 3	1 : 1
Semarang	d) Drainase kota tidak mencukupi	300	0,1 - 2	1 : 1

Cirebon	e) Drainase kota tidak mencukupi	450	0,1 - 2	1 : 1
Medan	f) Drainase kota tidak mencukupi g) Banjir dari sungai	600	0,1 - 2	1 : 1
Padang	h) Drainase kota tidak mencukupi i) Banjir dari sungai	500	0,1 - 2	1 : 1

## B. Sebab-sebab Terjadinya Banjir

Masalah banjir timbul akibat adanya interaksi antara faktor kondisi dan peristiwa alam dan faktor campur tangan manusia di daerah pengaliran sungai. Kondisi dan peristiwa alam sebagai penyebab terjadinya masalah banjir perlu diteliti, terutama sebagai masukan untuk menentukan jenis kegiatan fisik pengendalian banjir yang akan dilakukan.

### 1. Kondisi Alam

- a) Pembendungan aliran di sungai akibat adanya penyempitan (*bottle neck*) alam dan pendangkalan palung sungai;
- b) Terdapatnya hambatan aliran yang disebabkan oleh kondisi geometri palung sungai, seperti misalnya meandering, pertemuan anak sungai dengan sungai induk yang tidak *streamline*, dan kemiringan sungai yang landai.

### 2. Peristiwa Alam

- a) Curah hujan yang tinggi;
- b) Pembendungan aliran anak sungai akibat elevasi muka air banjir pada sungai induk yang tinggi; atau terjadinya puncak banjir pada sungai induk dan anak sungainya pada saat yang bersamaan;
- c) Pembendungan aliran di muara sungai akibat air pasang di laut tempat bermuaranya sungai;
- d) Pembendungan aliran sungai akibat terjadinya tanah longsor yang menutupi alur sungai.

### 3. Faktor Campur Tangan Manusia

- a) Tumbuhnya kegiatan masyarakat dan permukiman baru di daerah pengaliran sungai baik di dataran banjir maupun daerah lainnya yang kurang mempertimbangkan dan menyesuaikan dengan peristiwa banjir. Dengan bertambahnya bangunan-bangunan di daerah pengaliran sungai, maka

genangan banjir yang semula tidak mengganggu masyarakat akan berkembang menjadi masalah yang semakin besar, karena kemampuan daya serap tanah menurun dan kemampuan retensi banjir alamiah semakin berkurang pula;

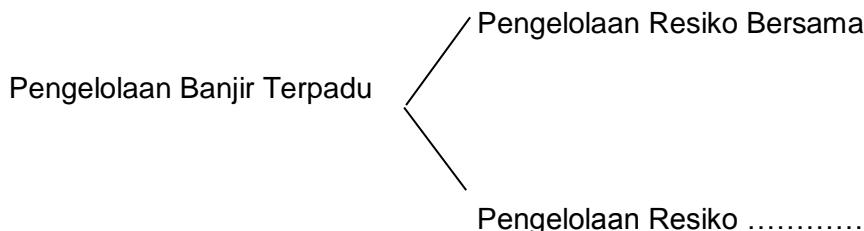
- b) Penyempitan palung sungai akibat adanya pemukiman di sepanjang sungai;
- c) Pendangkalan dasar sungai akibat terjadinya peningkatan angkutan sedimen. Peningkatan angkutan sedimen terjadi antara lain akibat adanya perubahan penggunaan lahan pada daerah hulu sungai yang kurang memperhatikan kaidah-kaidah konservasi tanah dan air;
- d) Peningkatan debit puncak banjir yang disebabkan adanya perubahan tata guna lahan di daerah pengaliran sungai, contoh : daerah hulu sungai yang berupa hutan berubah menjadi daerah pemukiman dan pertanian lahan kering/ perkebunan;
- e) Kurangnya kesadaran masyarakat yang tinggal di sepanjang sungai dengan memanfaatkan sungai sebagai tempat pembuangan sampah;
- f) Belum adanya pengaturan penggunaan lahan di dataran banjir yang disesuaikan dengan kemungkinan terjadinya genangan banjir serta belum adanya petunjuk/patok-patok pel banjir yang dapat dipakai sebagai referensi bagi masyarakat. Pengaturan penggunaan lahan di dataran banjir menyangkut perencanaan tata ruang;
- g) Terbatasnya kegiatan pengendalian banjir secara fisik serta pemeliharaan, karena berbagai keterbatasan, antara lain dana;
- h) Terbatasnya kegiatan pemeliharaan prasarana pengendali banjir yang telah ada, karena keterbatasan dana, dan lain-lain.

### C. Pola Pengelolaan Banjir Terpadu

Menyadari bahwa jumlah air yang lewat dan kapasitas alur sungai ditentukan oleh interaksi karakter alam dan kegiatan manusia, maka kejadian banjir sebenarnya adalah produk DAS dengan seluruh komponennya. Dengan demikian menangani banjir tidak cukup hanya dengan merekayasa sungai, tetapi harus dengan merekayasa seluruh isi DAS baik secara fisik maupun non fisik. Usaha inilah yang disebut dengan “pengelolaan banjir terpadu”.

Pengelolaan banjir terpadu mempunyai ciri utama ikut serta seluruh unsur didalam daerah aliran sungai. Banjir merupakan produk daerah aliran sungai, oleh karenanya setiap kegiatan di daerah aliran sungai sesuai lokasi dan potensinya harus ikut berperan mengurangi dan memperlambat aliran air dengan cara mempermudah

infiltrasi air hujan meresap kedalam tanah dan memperbanyak tampungan. Secara skematis pola pengelolaan banjir terpadu dapat diperiksa di bawah ini:



**Gambar 1.1. Pola Pengelolaan Banjir Terpadu**

#### **D. Pengurangan Resiko Kerentanan Banjir**

##### **1. Pengelolaan Dataran Banjir**

Prasarana dan sarana fisik pengendali banjir dan sistem drainase (misalnya tanggul, mormalisasi alur sungai, bendungan dan lain-lain) tidak akan bisa mngimbas/menjamin bahwa dataran banjir dan sarana tersebut dibangun berdasarkan besaran banjir tertentu sesuai dengan kelayakannya dan bukan untuk banjir yang terbesar. Berapapun tingkat pengendalian banjir yang dipakai (10 tahun, 25 tahun dan sebagainya) kemungkinan terjadinya banjir yang lebih besar masih tetap ada, sehingga dataran banjir tersebut tetap beresiko tergenang banjir.

Permasalahannya adalah bagaimana mengupayakan agar kemungkinan terjadinya genangan atau resiko tersebut menjadi sekecil mungkin. Upaya apapun yang ditempuh dalam rangka mengatasi masalah banjir adalah bertujuan untuk menekan besarnya kerugian yang menyangkut harta benda maupun jiwa yang diderita oleh masyarakat akibat terjadinya banjir dan genangan.

Dataran banjir menurut Peraturan Menteri PU No.38 tahun 2011 adalah merupakan daerah penguasaan sungai yang ditetapkan berdasarkan debit banjir sekurang-kurangnya periode ulang 50 tahunan tanpa tanggul. Tingkat kerawanan terhadap genangan pada lahan di dataran banjir bervariasi, tergantung pada ketinggian permukaan tanah setempat. Dengan menggunakan peta kontan ketinggian permukaan tanah serta malalui analisis hidrologi dan hidrolika, dapat dilakukan pembagian atau batas-batas lahan (*zoning*) di dataran banjir menurut tingkat kerawannannya terhadap genangan banjir. Pembagian zona dataran banjir (*flood plain zoning*) ini dapat dipakai sebagai masukan untuk penataan ruang sedemikian rupa sehingga peruntukan penggunaan lahan di sesuaikan dengan tingkat kerawanan terhadap resiko genangan banjir. Dengan mengikuti rencana

tata ruang, maka resiko terjadinya bencana/ kerugian akibat genangan banjir yang diderita oleh masyarakat yang membudidayakan dataran banjir menjadi minimal.

Peta resiko banjir (*flood risk map*) dan pemasangan rambu-rambu/papan peringatan di dataran banjir yang menunjukkan elevasi/ ketinggian genangan untuk berbagai tingkatan/ besaran dan kejadian banjir yang telah lalu sangat bermanfaat untuk memberikan informasi sekaligus peringatan kepada seluruh masyarakat yang berada di dataran banjir, agar masyarakat menyadari adanya resiko dan berusaha menyesuaikan diri. Penyesuaian diri yang dimaksud misalnya dengan membangun sistem flood proofing dan atau upaya antisipasi dengan mengatur penggunaan bangunan yang telah terlanjur berada di dataran banjir (misalnya ruangan baik di kantor, rumah atau hotel Sampai ketinggian tertentu tidak dipakai untuk menyimpan dokumen penting dan barang-barang berharga lainnya).

Upaya pengelolaan dataran banjir (*flood plain management*) tersebut merupakan salah satu komponen dari kelompok kegiatan non struktural dalam rangka mengatasi masalah banjir. Komponen lainnya antara lain : penanggulangan banjir (*flood fighting*), perkiraan dan peringatan dini, konservasi tanah dan air, penataan ruang di DAS hulu, pemetaan pemukiman, penertiban terpadu dan lain sebagainya.

## 2. Persiapan Menghadapi Banjir

### a. Persiapan-persiapan Sebelum Banjir

#### 1) Inventarisasi Bangunan Pengendali Banjir

Dari pengamatan secara periodik dalam rangka O & P dapat diketahui bagian-bagian bangunan pengendali banjir yang lemah/kritis sebagai berikut:

##### (a) Tanggul

- (1) Penurunan mercu tanggul;
- (2) Penyusutan tubuh tanggul;
- (3) Retak-retak dan atau pengembungan pada tubuh tanggul (merupakan proses awal dari gejala longoor);
- (4) Lubang-lubang pada tubuh tanggul (oleh binatang-binatang yang bersarang di dalamnya);
- (5) Genangan pada kaki tanggul (drainase tanggul yang kurang berfungsi);

- (6) Tanaman dan bangunan pada tanggul (dapat memperlemah kondisi tanggul);
  - (b) Palung Sungai
    - Adanya tanaman keras dan bangunan pada palung sungai dapat mengganggu kelancaran aliran air sungai.
  - (c) Bangunan-bangunan Pengendali Banjir Lainnya
    - Adanya kerusakan pada pintu-pintu, klep-klep, pompa-pompa bangunan pelimpah dan bangunan-bangunan pengendali banjir lainnya.
- 2) Upaya perkuatan/perbaikan
- (a) Tanggul
    - (1) Pemulihan tinggi mercu tanggul yang mengalami penurunan (*settlement*);
    - (2) Pemulihan dimensi tubuh tanggul yang mengalami penyusutan;
    - (3) Perbaikan tanggul yang mengalami retak-retak/pengembungan;
    - (4) Penyempurnaan drainase guna mengatur air rembesan yang mengalir keluar dari tubuh tanggul;
    - (5) Pemasangan beban imbangan (*counterweight*) pada tumit tanggul;
    - (6) Pemberantaasan binatang yang bersarang di tubuh tanggul (dengan racun);
    - (7) Perbaikan dan pembersihan sistem drainase tanggul yang kurang dapat memenuhi fungsinya;
    - (8) Pembersihan tanggul dari tanaman dan bangunan yang terdapat pada tubuh tanggul yang dapat menurunkan kondisi tanggul tersebut.
  - (b) Palung Sungai
    - Pembersihan palung sungai (berikut bantarannya) dari tanaman-tamanan keras, bangunan-bangunan, dan sampah-sampah yang dapat mengganggu kelancaran aliran sungai.
  - (c) Bangunan-bangunan Pengendali Banjir Lainnya
    - (1) Perbaikan pintu-pintu, klep-klep agar dapat berfungsi;
    - (2) Perbaikan pompa-pompa agar dapat berfungsi apabila sewaktu-waktu diperlukan;

- (3) Perbaikan bangunan pelimpah agar kembali pada kondisi semula;
  - (4) Perbaikan saluran banjir agar kembali dapat mengalirkan debit banjir rencana.
- 3) Penyediaan Bahan-bahan, Peralatan, dan Perlengkapan
- a) Bahan  
Karung, bronjong kawat, ijuk, batang bambu, bambu anyaman (gedeg), batang kayu (dolken), pasir urug, batu, tali, dll.
  - b) Peralatan dan Perlengkapan
    - (1) Peralatan kerja: sekop, pacul, gergaji, linggis, pengki, keranjang, dll;
    - (2) Peralatan transport: sepeda, sepeda motor, jeep, truk, speedboat, perahu/rakit, dll;
    - (3) Peratan pemberitaan: *walky-talky*, stasiun radio, telepon, radio telepon, kentongan, sirine, megaphone, dll;
    - (4) Perlengkapan personil: jas hujan, sepatu lumpur, payung, topi, pelampung penyelamat, dll;
    - (5) Sarana lainnya: gudang bahan dan peralatan, pos-pos jaga, tenda, dll.
- 4) Penyiapan Tenaga
- Agar masyarakat dapat berpartisipasi secara efektif dan terkoordinir, maka dibentuk regu-regu kerja dan diberi latihan-latihan sehingga pada saat diperlukan telah ‘siap tugas’ untuk menghindari kepanikan-kepanikan pada saat terjadi banjir. Dikordinir oleh petugas BBWS/BWS, regu-regu dibentuk dalam 3 (tiga) kelompok:
- (a) Regu-regu peronda dan pengamatan;
  - (b) Regu-regu kerja untuk melakukan perbaikan-perbaikan yang kritis/rusak;
  - (c) Regu-regu cadangan.

### 3. Kegiatan Penanggulangan pada Saat Banjir

- a) Pada Saat Banjir Terjadi

Diperlukan kerjasama yang baik antara petugas BBWS/BWS dengan petugas pemerintah setempat guna mengkoordinir tenaga bantuan masyarakat yang telah terhimpun dalam regu-regu kerja, yaitu:

- 1) Pengerahan tenaga yang diperbantukan pada BBWS/BWS guna melakukan tugas-tugas perondaan dan pengamatan bangunan pengendali banjir;
- 2) Pengerahan tenaga yang diperbantukan pada BBWS/BWS guna melakukan tugas-tugas penanggulangan banjir yang diatur Pemerintah;
- 3) Tinggi rendahnya tingkat bahaya banjir akan diikuti dengan tingkat siaganya, yaitu dengan menambah atau mengurangi regu-regu kerja yang diperbantukan yang penetapannya dilakukan oleh pemda setempat.

Biasanya regu-regu kerja ini berasal dari penduduk yang bertempat tinggal di dekat bangunan pengendali banjir.

b) Perondaan Tangul

Segara setelah diterima pemberitaan banjir untuk masing-masing tingkat keadaan bahaya, tenaga bantuan masyarakat yang terhimpun dalam regu-regu peronda dan pengamatan segera ditugaskan untuk melakukan perondaan di masing-masing lokasi. Regu peronda yang bertugas mengamati tanggul disesuaikan dengan tingkat kedaan bahaya sebagai berikut:

Tingkat Bahaya 1:

Satu regu peronda bertanggungjawab terhadap 4 km panjang tanggul.

Tingkat Bahaya 2:

Satu regu peronda bertanggung jawab terhadap 2 km panjang tanggul, setiap saat harus ada seseorang dari regu yang melakukan perondaan.

Tingkat Bahaya 3:

Satu regu peronda bertanggungjawab terhadap 1 km panjang tanggul, setiap saat harus ada seorang dari regu yang melakukan perondaan.

Catatan : Tingkat bahaya 1,2 & 3 diatur berdasarkan ketinggian muka air banjir.

c) Kegiatan Penaggulangan Banjir

Pada tingkat bahaya I, II, atau III, sewaktu-waktu dapat terjadi suatu keadaan yang sangat gawat pada bagian bangunan pengendali banjir (terutama bangunan tanggul) yang dapat mengarah pada bobolnya tanggul. Bobolnya tanggul merupakan keadaan yang paling fatal yang ditimbulkan oleh banjir dan

dalam keadaan demikian, tiada tindakan yang dapat dilakukan kecuali mengarah kepada usaha-usaha pengungsian dan penyelamatan.

Oleh karena itu tujuan yang paling utama dalam kegiatan penanggulangan banjir adalah usaha-usaha guna mencegah terjadinya bobolan tanggul agar tidak terjadi luapan-luapan/bocoran-bocoran yang dapat mengenangi areal-areal yang seharusnya diamankan.

### 1) Sebelum Terjadi Bobolan Tanggul

Apabila keadaan banjir telah berada pada tingkat bahaya I, II atau III, sedang bobolan-bobolan belum terjadi, maka kegiatan yang harus dilakukan adalah berupa pengamatan-pengamatan terhadap kemungkinan terjadinya bobolan tanggul. Hal-hal yang mungkin dapat menyebabkan terjadinya bobolan tanggul:

#### (a) Limpasan

Apabila debit banjir telah melampaui kapasitas maksimum sungai, maka akan terjadi limpasan-limpasan dan merupakan keadaan yang paling sulit penanggulangannya. Namun sampai batas kemampuan yang ada, upaya pencegahan bobolan akibat limpasan ini harus tetep dilakukan.

#### (b) Rembesan dan Bocoran

Dengan terjadinya kenaikan muka air di dalam sungai yang melampaui muka air tanah dibelakang tanggul, maka terjadilah aliran air filtrasi ke arah belakang, baik di dalam tubuh tanggul maupun di dalam lapisan tanah pendukung tanggul tersebut.

Semakin besar perbedaan muka air di kedua tempat tersebut, maka kecepatan aliran air filtrasi akan semakin meningkat dan jika aliran ini mencapai kecepatan tertentu dapat menimbulkan gejala piping (sufosi) dan boiling (sembulan) yang berangsur-angsur dapat membahayakan kestabilan tanggul.

Terjadi gejala *piping* dan *boiling* ditandai dengan terbawanya butiran-butiran halus dalam tanggul atau lapisan tanah alas tanggul oleh air filtrasi yang muncul di sekitar tumit tanggul dan airnya tampak keruh.

Ini berarti di dalam tubuh tanggul atau lapisan tanah alas tanggul terjadi rongga-rongga yang semakin lama semakin bertambah besar yang akhirnya mengakibatkan keruntuhan pada tanggul diikuti dengan luapan air melalui tanggul yang runtuh tersebut.

Rembesan dan bocoran ini merupakan salah satu penyebab utama terjadinya bobolan tanggul dan berlangsung dengan cepat yang kadang-kadang sukar diketahui sebelumnya.

(c) Penggerusan Lereng Depan Tanggul

(1) Penggerusan oleh Gelombang

Hempasan gelombang dapat menggerus lereng depan tanggul dan gelombang ini dapat terjadi akibat tiupan angin di atas permukaan air sungai dan atau akibat pengaruh gerakan perahu motor yang lewat.

(2) Penggerusan oleh Arus Air Sungai

Butir-butir tanah yang menutupi lereng depan tanggul dapat terangkut oleh arus air sungai yang deras, sehingga tubuh tanggul bagian ini tergerus dan biasanya diikuti dengan gejala longsor.

(d) Longsoran

Pada tubuh tanggul dapat terjadi longsor baik pada lereng depan maupun lereng belakang. Gejala longsor ini umumnya terjadi pada saat tanggul dalam kondisi jenuh air, karena pada keadaan tersebut stabilitas lereng tanggul menurun.

2) Setelah Terjadi Bobolan Tanggul

(a) Apabila segala upaya telah dilakukan untuk mempertahankan tanggul, tetapi akhirnya terjadi juga bobolan dan air meluap menggenangi area yang seharusnya diamankan, maka tidak ada cara lain yang dilakukan untuk menutup bobolan yang sedang dialiri air yang deras;

(b) Usaha penanggulangan banjir diarahkan pada pengungsian dan penyelamatan penduduk ke daerah yang lebih aman (lebih tinggi). Selain itu, pada saat keadaan banjir telah mencapai keadaan bahaya penduduk di lokasi-lokasi yang diperkirakan akan terlanda banjir telah dapat mengetahui dari isyarat-isyarat kentongan yang dibunyikan dan telah bersiap-siap untuk mengungsi, apabila keadaan menjadi gawat dan bobolan benar-benar terjadi;

(c) Selanjutnya apabila aliran air melalui bobolan telah mengecil/berhenti, maka dengan segera harus ditutup kembali, dengan cara:

(1) Jika bobolan tidak besar dan penggerusan tanah dasar tanggul tidak terlalu dalam, maka tanggul dapat ditutup secara langsung;

- (2) Tetapi jika bobolan tanggul cukup besar dan terjadi penggerusan yang dalam pada tanah dasar tanggul, maka penutupan bobolan dilakukan dengan pembuatan semacam tanggul penutup darurat (*kistdam*) di depan atau di belakang bobolan tersebut.
- 3) Teknis Penanggulangan Banjir
  - (a) Penanggulangan Limpasan

Dengan upaya mempertinggi mercu tanggul secara darurat, dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

    - (1) Pohon-pohon pisang ditempatkan memanjang di atas mercu tanggul yang mulai limpas dan kemudian dipaku dengan bambu, dibelakangnya diberi timbunan dari tanah liat;
    - (2) Karung-karung plastik diisi dengan pasir/tanah secukupnya (60% dari isi penuh), kemudian ditumpuk beberapa lapis memanjang di atas mercu tanggul. Untuk meningkatkan stabilitas dan mengurangi rembesan/bocoran, dibelakang tumpukan karung-karung ditimbun tanah liat;
    - (3) Memasang gedeg (bambu anyaman) sebagai dinding penahan yang diperkuat dengan patok-patok bambu, yang kemudian diisi tanah timbunan

Cara ini jarang digunakan karna biasanya memerlukan persiapan yang agak lama.
- (b) Penanggulangan Rembesan
  - (1) Cara langsung, yaitu dengan menutup lubang-lubang peresepan (bocoran) yang terdapat di depan tanggul , baik pada permukaan bantaran maupun lereng depan tanggul dengan sumbat-sumbat yang dibuat dari karung goni atau kain-kain bekas. Biasanya lokasi peresapannya terlihat dengan jelas karna membentuk pusaran-pusaran;
  - (2) Cara tidak langsung, apabila cara langsung sudah tidak mungkin dilakukan, maka dilakukan penanggulangan rembesan/bocoran secara tidak langsung dibelakang tanggul, yang terdiri dari 5 (lima) cara, yaitu:
    - (a) Apabila munculnya mata air kencil-kecil di belakang tanggul baik di lereng belakang maupun pada permukaan tanah di belakang tanggul) terkumpul pada satu tempat (tidak

menyebar), maka bocoran semacam ini dapat ditangani dengan mengurung mata air tersebut dengan drum bekas aspal yang ditanamkan pada tanah dengan kedalaman tertentu. Kemudian di sekeliling *drum* tersebut ditempatkan tanah liat yang dipadatkan.

Dengan naiknya permukaan air di dalam drum tersebut, maka perbedaan muka air di dalam sungai dan di dalam drum menjadi berkurang sehingga kecepatan aliran filtrasi berkrang dan kekuatan aliran tidak lagi dapat menghanyutkan butiran-butiran halus pada lapisan tanah yang dilalui aliran filtrasi tersebut. Dengan demikian gejala *piping* dapat dicegah.

- (b) Apabila cara diatas belum dapat menghentikan terjadinya gejala *piping* serta *boiling*, maka penanganan selanjutnya dapat ditingkatkan dengan memasang pipa kecil vertikal di dalam drum, drum diisidengan pemberat berupa pecahan batu dan tanah liat, kemudian dibebani karung-karung berisi pasir.

Dengan cara ini, air yang mengalir keluar pipa kecil biasanya menjadi jernih yang menandakan bahwa gejala *piping* dan *boiling* telah dapat diatasi;

- (c) Apabila munculnya mata air keruh yang berasal dari rembesan/bocoran pada tanggul tersebut memanjang tumpit tanggul, maka pencegahan gejala *piping* dan *boiling* dapat dilakukan dengan memasang tumpukan beberapa lapis karung berisi pasir mengelilingi mata air tersebut, membentuk busur-busur yang kedua ujungnya di tempelkan pada lereng tanggul. Air mengalir melalui pipa-pipa yang dipasang diatas tumpukan karung tersebut.

Akan tetapi jika munculnya mata air keruh yang berasal dari rembesan/bocoran muncul pada permukaan tanah yang tergenang air, maka penutupan rembesan/bocoran tersebut dapat dilakukan dengan jerami, ijuk yang dianyam dan diberi pemberat dengan karung berisi pasir atau pemberat lainnya. Diharapkan air rembesan/bocoran tersebut tidak lagi membawa butiran-butiran tanah halus.

- (d) Apabila rembesan/bocoran mengalir keluar melalui lereng belakang tanggul yang curam (1:1.5 s/d 1:2.5), kemungkinan besar akan segera disusul dengan terjadinya longsor pada lereng belakang tersebut. Dalam keadaan demikian, disarankan agar rembesan/bocoran tersebut dapat segera ditutup dengan timbunan tanah yang sebelumnya dipagari dengan gedeg yang diperkuat dengan dolken atau bambu. Sebagai pagar tersebut di atas dapat pula dipergunakan tumpukan karung berisi pasir.
- (e) Apabila tersedia batu pecah dan ijuk, maka untuk mencegah gejala *piping* dan *boiling* serta longsor, dapat ditangani dengan pemasangan konstruksi drainage tumit (toe drain), yaitu dengan menggunakan hamparan ijuk sebagai filter yang diberi pemberat diatasnya dengan timbunan batu pecah. Umumnya gejala longsor pada lereng belakang tanggul dapat terjadi akibat kenaikan kadar air dalam tubuh tanggul yang kadang-kadang dapat mencapai keadaan jenuh, terutama pada saat terjadi kenaikan air, sehingga air filtrasi mengalir melalui tubuh tanggul. Dengan terjadinya peningkatan garis depresi (seepage) di dalam tanggul, maka terjadilah kenaikan tekanan air pori yang merupakan salah satu penyebab turunnya kestabilan lereng tanggul.

Cara mengatasinya adalah dengan meningkatkan kembali kestabilan lereng tersebut, yaitu dengan memasang counterweight. Selanjutnya dengan adanya kenaikan kecepatan airan filtrasi, yang mengakibatkan naiknya kemampuan aliran ini untuk menghanyutkan keluar butiran-butiran halus dari dalam tubuh tanggul atau lapisan tanah dasar tanggul, terjadilah gejala *piping* dan *boiling*. Gejala ini dapat diatasi dengan pemasangan hamparan filter tepat di tempat munculnya mata air dengan air yang keruh menggunakan hamparan ijuk, jerami, alang-alang yang kemudian diberi pemberat dengan karung pasir, kerikil atau batu belah.

(c) Penanggulangan Gerusan Akibat Arus Air Dan Gelombang

- (1) Memasang batang bambu yang masih berdaun yang pada bagian ujungnya diberi batu sebagai pemberat, bagian pangkalnya diikat dengan patok bambu yang dipancangkan pada tubuh tanggul. Dapat juga digunakan pohon-pohonan lainnya tanpa membuang dahan, ranting, dan daunnya;
- (2) Menggunakan gedeg (anyaman bambu) yang bagian ujungnya diberi batu pemberat dan bagian pangkal (atas) dipasak pada tubuh tanggul;
- (3) Dapat juga mempergunakan reno-matra meskipun cara ini memerlukan persiapan yang lama dan persediaan bahan dan peralatan yang baik selain memerlukan jalan kerja alat-alat berat.

(d) Cara Penanggulangan Akibat Longsor

- (1) Longsor bagian belakang, untuk mencegah gejala longsor yang lebih parah biasanya diatasi dengan memasang ‘counterweight’ dengan cara merancang beberapa baris patok bambu diatas permukaan tanah di belakang tumit tanggul yang kemudian diisi dengan karung-karung plastik yang sudah terisi tanah/pasir.
- (2) Longsor pada lereng depan tanggul, diatasi dengan mempertebal bagian belakang tangkis, sedang untuk menghindari gerusan-gerusan dan gelombang dari aliran air, maka pada dinding tangkis sebelah depan dipasang batang/pohon termasuk dahan, ranting dan daunnya yang diikat pada bongkotan bambu yang dipancang. Atau pada dinding depan tersebut dipasang sesek yang dipasak pada badan tangkis;
- (3) Cara lain untuk menanggulangi longsor bagian depan ialah dengan membuat tangkis darurat dari karung berisi pasir/tanah setinggi tanggulnya sendiri.

(e) Cara Penanggulangan Akibat Penurunan Tanggul

Gejala penurunan tanggul dapat terjadi dalam 3 (tiga) keadaan yaitu:

- (1) Penurunan tanggul pada seluruh tubuh. Cara penanggulangan: Tanggul ditimbun kembali dikembalikan pada kondisi dimensi semula;
- (2) Penurunan pada lereng depan tanggul dan pada saat banjir sukar diketahui karena terendam air;

(3) Penurunan pada lereng belakang tanggul mudah terlihat.

(f) Cara Menutup Tanggul yang Bobol

Usaha penutupan bobolan biasanya dilakukan setelah aliran melalui bobolan sudah mengecil dengan menggunakan konstruksi darurat guna mencegah masuknya air yang kedua kalinya apabila terjadi kenaikan muka air di sungai.

## E. Perkiraan dan Pemberitaan Banjir

### 1. Perkiraan dan Prediksi Banjir (*Flood Forecasting*)

Untuk setiap sungai khususnya sungai yang telah dikelola dengan baik dan sungai-sungai yang dianggap penting (potensial), perlu fasilitas prakiraan banjir. Prakiraan banjir (*flood forecasting*) adalah kegiatan untuk mengetahui besaran banjir (*how much*) dan waktu terjadinya (*when*). Ini diperlukan dalam tahap operasi dan untuk peringatan dini. Misalnya akan terjadi debit  $m^3/det$  besok pagi jam 10.00 di Pintu Air Manggarai.

Sedangkan, prediksi banjir (*flood prediction*) bertujuan untuk mengetahui besaran (*how much*) dan frekuensi (*how often*) kejadian banjir. Prediksi banjir diperlukan dalam tahap perencanaan. Misalnya Q100 (rata-rata terjadi sekali dalam 100 tahun atau probabilitas 1%) di Pintu Air Manggarai adalah  $370 m^3/det$ .

Komponen utama pendukung kegiatan *forecasting*:

- a) Pengumpulan data;
- b) Pembuat/pengoperasi model;
- c) Pengambil keputusan.

Prakiraan banjir dapat dilakukan dengan cara:

- a) Memperhatikan Gejala-Gejala Alam
  - 1) Banyak semut atau jenis serangga yang takut air keluar dari dalam tanah untuk mencari tempat yang lebih tinggi;
  - 2) Banyak burung sejenis lawet berterbangan terutama di waktu sore.
- b) Cara Teknis
  - 1) Berdasarkan keadaan cuaca;
  - 2) Metode hubungan antara curah hujan dan tinggi muka air;
  - 3) Metode hubungan tinggi muka air antara pos-pos pengamat tinggi muka air.

## 2. Pemberitaan Banjir (*Flood Warning*)

Karena kegiatan penanggulangan banjir merupakan masalah serius yang harus dihadapi secara tepat dan cepat, maka adanya pemberitaan banjir yang terjamin kebenarannya sangat diperlukan agar petugas dapat melakuakn persiapan-persiapan sesuai dengan tingkat bahaya banjir tepat pada waktunya. Dalam hal ini komadan pelaksana dapat segera mengkoordinir para pembantunya dan memberikan perintah/petunjuk langkah-langkah yang harus segera dilaksanakan.

Pada dasarnya sumber pemberitaan bahaya banjir berasal dari Ditjen SDA (BBWS/BWS):

a) Tingkat Bahaya dan Tingkat Siaga

Berdasarkan besarnya tinggi bebas (*walking*) antara permukaan air banjir di dalam sungai dan mercu tanggul/tebing sungai, dapat ditentukan tingkat bahaya pada suatu sungai yanng sedang banjir. Berdasarkan tingkat bahaya ini kemudian ditentukan tingkat kesiagaan:

**Tabel 1.4. Tingkat Kesiagaan Banjir**

<i>Tingkat bahaya</i>	<i>Tingkat siaga</i>	<i>Tinggi bebas</i>	<i>Keterangan</i>
Bahaya I	Siaga I	1.50 m	disesuaikan
Bahaya II	Siaga II	1.20 m	dengan peraturan
Bahaya III	Siaga III	0.75 m	setempat

Pada sungai-sungai yang telah dilengkapi dengan peralatan pengukur tinggi muka air, tingkat bahayanya dapat ditetapkan dengan membaca tinggi muka air pada alat pengukur tersebut. Sedangkan pada sungai-sungai yang belum dilengkapi dengan peralatan pengukuran tinggi muka air, maka penentuan tingkat bahaya serta tingkat siaganya dapat ditetapkan berdasarkan pengalaman-pengalaman setempat.

b) Pos Pengamatan dan Perondaan

- 1) Untuk keperluan pemberitaan banjir, ditempat-tempat tertentu didirikan pos pengamatan banjir yang dilengkapi dengan alat pengukur tinggi muka air dan alat-alat pemberitaan seperti: radio, telpon, *walky talky*, kentongan, dll;
- 2) Untuk keperluan perondaan dan pemberitaan banjir, disepanjang tanggul didirikan pos-pos perondaan dengan jarak antara 2 km dilengkapi dengan alat-alat pemberitaan (biasanya berupa kentongan).

- c) Tindakan pada masing-masing tingkat bahaya
  - 1) Pada Tingkat Bahaya I
    - (a) Tinggi muka air dicatat setiap 2 (dua) jam;
    - (b) Penyampaian laporan dari regu peronda tentang keadaan bangunan pengendali banjir kepada pos-pos perondaan yang selanjutnya diteruskan kepada yang berkewajiban;
    - (c) Penyampaian laporan tentang keadaan banjir (tinggi muka air) disampaikan setiap 6 jam kepada yang berkewajiban menampung serta mengolah laporan.
  - 2) Pada Tingkat Bahaya II
    - (a) Isyarat adanya bahaya II disampingkan dengan memukul kentongan 2 pukulan 3 kali berturut-turut dan diulang-ulang;
    - (b) Tinggi muka air dicatat setiap 2 (dua) jam;
    - (c) Penyampaian laporan dari regu peronda tentang keadaan bangunan pengendali banjir kepada pos-pos perondaan yang selanjutnya diteruskan kepada yang berkewajiban menampung serta mengolah laporan tersebut;
    - (d) Penyampaian laporan tentang keadaan banjir (tinggi muka air) disampaikan setiap 3 (tiga) jam kepada yang berkewajiban menampung serta mengolah laporan.

## F. Pemulihan Setelah Banjir

Seluruh upaya perbaikan yang dilaksanakan selama banjir sifatnya sangat darurat yang hanya ditunjukkan untuk mengatasi keadaan selama waktu banjir. Oleh karena itu, seluruh perbaikan yang telah dilaksanakan harus segera diperkuat atau diganti dengan perbaikan yang sifatnya permanen guna menghadapi musim banjir berikutnya. Perbaikan bangunan yang rusak akibat banjir tersebut merupakan upaya rehabilitasi dengan perencanaan yang baik dan teliti serta memenuhi persyaratan teknis tertentu.

## G. Latihan

Terangkan secara singkat dan jelas pertanyaan di bawah ini.

1. Sebutkan penyebab-penyebab terjadinya banjir jika dilihat dari faktor kondisi alam.
2. Jelaskan penyebab meningkatnya proses erosi dan sedimentasi pada sungai dan menambah frekuensi serta besarnya banjir.
3. Apa yang dimaksud dengan pengelolaan banjir terpadu?

## H. Rangkuman

Dataran banjir beresiko tinggi diperparah lagi akibat penebangan hutan dan pemanfaatan tanah-tanah sempit di daerah pengaliran sungai bagian hulu. Bertambahnya pengolahan tanah di daerah-daerah dengan kemiringan tinggi di daerah aliran sungai bagian hulu telah menyebabkan meningkatnya proses erosi dan sedimentasi pada sungai dan menambah frekuensi serta besarnya banjir yang terjadi. Daerah-daerah luas sepanjang sungai bagian hilir merupakan dataran banjir berisiko tinggi sebagai akibat alam dan pengaruh tindakan manusia.

Terdapat beberapa hal yang menyebabkan banjir di Indonesia, yaitu curah hujan yang tinggi, drainase yang tidak cukup di daerah dataran banjir, aliran balik dari sungai utama ke anak-anak sungai, peninggian dasar sungai akibat sedimentasi, kapasitas alur dan tinggi jagaan yang tersedia tidak cukup, aliran debris dan tanah longsor, meningkatnya aliran permukaan akibat penebangan hutan yang tidak terkendali, ulah manusia yang menghambat aliran (jembatan dan bendung yang tidak tepat dimensinya, permukiman liar dan lain sebagainya, aliran balik air pasang laut ke sungai dekat pantai, dll. Selain itu juga sungai-sungai di Indonesia memiliki karakteristik, yaitu banjir-banjir di sungai permanen, banjir-banjir di sungai ephemeral (musiman), banjir di perkotaan.

Masalah banjir timbul akibat adanya interaksi antara faktor kondisi dan peristiwa alam dan faktor campur tangan manusia di daerah pengaliran sungai. Adapun penyebab-penyebab banjir dilihat dari kondisi alam, yaitu adanya pembendungan aliran di sungai akibat adanya penyempitan (*bottle neck*) alam dan pendangkalan palung sungai. Kemudian terdapatnya hambatan aliran yang disebabkan oleh kondisi geometri palung sungai, seperti misalnya *meandering*, pertemuan anak sungai dengan sungai induk yang tidak *streamline*, dan kemiringan sungai yang landai.

Penyebab banjir dari faktor peristiwa alam, yaitu curah hujan yang tinggi, pembendungan aliran anak sungai akibat elevasi muka air banjir pada sungai induk yang tinggi; atau terjadinya puncak banjir pada sungai induk dan anak sungainya pada saat yang bersamaan, pembendungan aliran di muara sungai akibat air pasang di laut tempat bermuaranya sungai, dan pembendungan aliran sungai akibat terjadinya tanah longsor yang menutupi alur sungai.

Penyebab banjir dari faktor campur tangan manusia adalah tumbuhnya kegiatan masyarakat dan permukiman baru di daerah pengaliran sungai baik di dataran banjir maupun di daerah lainnya yang kurang mempertimbangkan dan menyesuaikan dengan

peristiwa banjir, penyempitan palung sungai akibat adanya pemukiman di sepanjang sungai, pendangkalan dasar sungai akibat terjadinya peningkatan angkutan sedimen, peningkatan debit puncak banjir yang disebabkan adanya perubahan tata guna lahan di daerah pengaliran sungai, kurangnya kesadaran masyarakat yang tinggal di sepanjang sungai dengan memanfaatkan sungai sebagai tempat pembuangan sampah, belum adanya pengaturan penggunaan lahan di dataran banjir yang disesuaikan dengan kemungkinan terjadinya genangan banjir serta belum adanya petunjuk/patok-patok *peil* banjir yang dapat dipakai sebagai referensi bagi masyarakat, terbatasnya kegiatan pengendalian banjir secara fisik serta pemeliharaan karena berbagai keterbatasan antara lain dana, dan terbatasnya kegiatan pemeliharaan prasarana pengendali banjir yang telah ada karena keterbatasan dana, dan lain-lain.

Menangani banjir tidak cukup hanya dengan merekayasa sungai, tetapi harus dengan merekayasa seluruh isi DAS baik secara fisik maupun non-fisik. Usaha inilah yang disebut dengan “pengelolaan banjir terpadu”. Terdapat beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi resiko kerentanan banjir, adapun upaya tersebut adalah pengelolaan dataran banjir, persiapan menghadapi banjir, dan kegiatan penanggulangan pada saat banjir.

Selain itu, Untuk setiap sungai khususnya sungai yang telah dikelola dengan baik dan sungai-sungai yang dianggap penting (potensial), perlu fasilitas prakiraan banjir. Prakiraan banjir (*flood forecasting*) adalah kegiatan untuk mengetahui besaran banjir (*how much*) dan waktu terjadinya (*when*). Ini diperlukan dalam tahap operasi dan untuk peringatan dini. Misalnya akan terjadi debit  $m^3/det$  besok pagi jam 10.00 di Pintu Air Manggarai. Sedangkan, prediksi banjir (*flood prediction*) bertujuan untuk mengetahui besaran (*how much*) dan frekuensi (*how often*) kejadian banjir. Prediksi banjir diperlukan dalam tahap perencanaan. Misalnya Q100 (rata-rata terjadi sekali dalam 100 tahun atau probabilitas 1%) di pintu air Manggarai adalah  $370\ m^3/det$ . Karena kegiatan penanggulangan banjir merupakan masalah serius yang harus dihadapi secara tepat dan cepat, maka adanya pemberitaan banjir yang terjamin kebenarannya sangat diperlukan agar petugas dapat melakukan persiapan-persiapan sesuai dengan tingkat bahaya banjir tepat pada waktunya. Dalam hal ini komandan pelaksana dapat segera mengkoordinir para pembantunya dan memberikan perintah/petunjuk langkah-langkah yang harus segera dilaksanakan.

## I. Evaluasi

Anda diminta untuk memilih salah satu jawaban yang benar dari petanyaan-pertanyaan di bawah ini.

1. Berikut ini hal-hal yang menyebabkan banjir di Indonesia, kecuali...
  - a. Curah hujan yang tinggi
  - b. Drainase yang tidak cukup di daerah dataran banjir
  - c. Erosi lahan di bagian tengah aliran sungai
  - d. Aliran balik dari sungai utama ke anak-anak sungai
  - e. Peninggian dasar sungai akibat sedimentasi
2. Berikut ini merupakan faktor dari peristiwa alam yang menyebabkan terjadinya banjir adalah...
  - a. Curah hujan yang tinggi
  - b. Penyempitan palung sungai akibat adanya pemukiman di sepanjang sungai
  - c. Pembendungan aliran di sungai akibat adanya penyempitan alam dan pendangkalan palung sungai
  - d. Kurangnya kesadaran masyarakat yang tinggal di sepanjang sungai dengan memanfaatkan sungai sebagai tempat pembuangan sampah
  - e. Terbatasnya kegiatan pemeliharaan prasarana pengendali banjir yang telah ada, karena keterbatasan dana, dan lain-lain
3. Penyempitan palung sungai akibat adanya pemukiman di sepanjang sungai merupakan contoh penyebab banjir dari faktor...
  - a. Kondisi alam
  - b. Peristiwa alam
  - c. Campur tangan manusia
  - d. Buatan
  - e. Peristiwa alam dan campur tangan manusia

## J. Umpulan Balik

Cocokan 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

### PENGELOLAAN RESIKO BANJIR

*Indikator Keberhasilan: Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta dapat menjabarkan pola pengelolaan banjir di indonesia saat ini dan pengelolaan banjir yang akan datang.*

#### A. Siklus Hidrologi

Siklus Hidrologi adalah sirkulasi menerus air di bumi yang tidak pernah berhenti dalam jumlah besar dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi melalui proses-proses evapotranspirasi, kondensasi, presipitasi. Dalam perjalanan di tiap proses tersebut air dapat berubah fase dari cair (air) menjadi gas (uap air), menjadi cair lagi atau bahkan menjadi padat (es).

Siklus Hidrologi telah berlangsung sejak ratusan juta tahun yang lalu sejak terbentuknya bumi. Siklus ini ikut membentuk pola iklim dan cuaca seiring dengan pergerakan bumi dalam orbit matahari. Jumlah air di bumi secara keseluruhan relatif tetap, yang berubah adalah wujud dan tempatnya, tempat air terbesar adalah di laut.

Siklus Hidrologi dimulai oleh pemanasan air laut oleh sinar matahari, yang menimbulkan pergerakan uap air dalam jumlah besar karena penguapan menuju atmosfer. Setelah melalui proses kondensasi uap air berubah menjadi cair dan turun ke bumi lagi menjadi hujan (presipitasi). Pada perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat terevaporasi kembali ke atmosfer atau jatuh ke tetumbuhan diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, air hujan terpisah menjadi 2 (dua), yaitu :

- a) Infiltrasi/Perkolasi ke dalam tanah di mana air bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan bebatuan menuju muka air tanah;
- b) Aliran Permukaan di mana air bergerak di atas permukaan tanah, yang tampak nyata adalah di daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan menuju laut.

Air permukaan, baik yang mengalir maupun yang tergenang (danau, waduk, rawa), dan sebagian air bawah permukaan yang mengalir mengisi sungai akhirnya membentuk sistem Daerah Aliran Sungai (DAS).

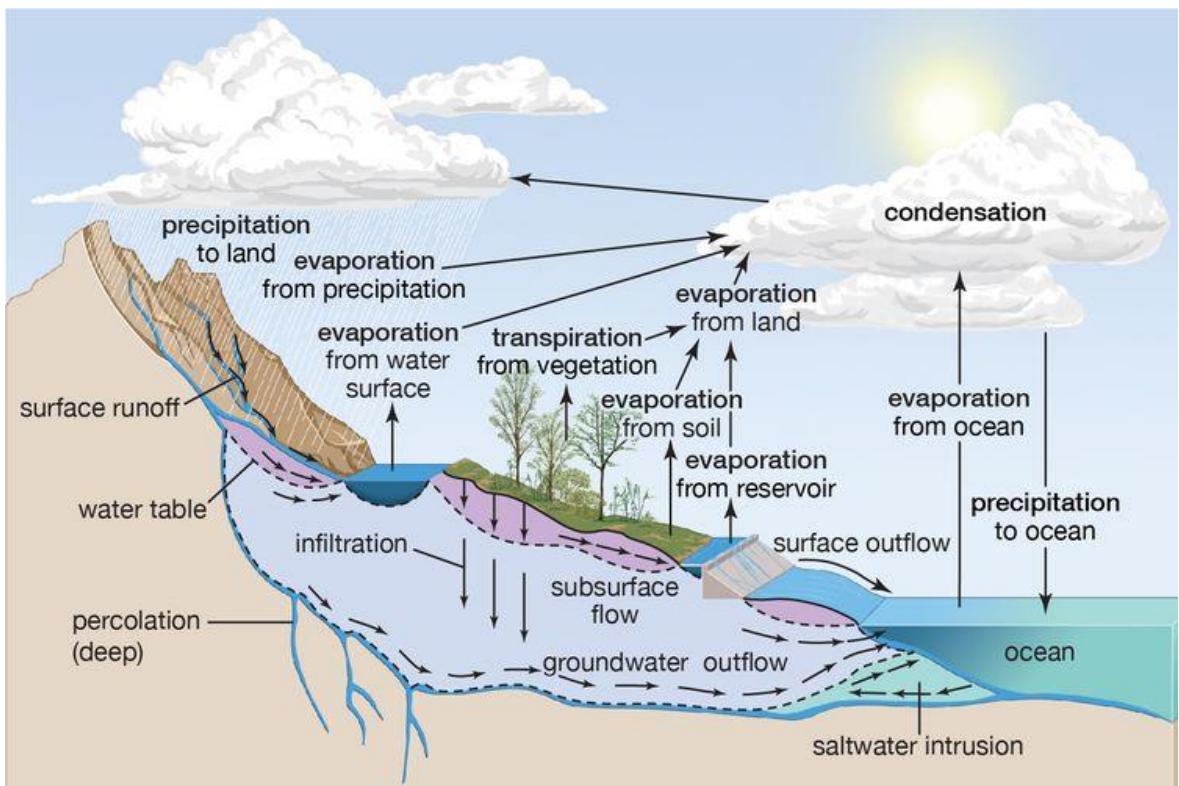
Setelah presipitasi, pada perjalannya ke bumi akan bervaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh yang diintersepsi oleh tanaman di saat sebelum mencapai tanah. Apabila telah mencapai tanah, Siklus Hidrologi akan terus bergerak secara terus menerus dengan 3 (tiga) cara yang berbeda, yaitu sebagai berikut:

- a) Evaporasi (Transpirasi) - Air di laut, sungai, daratan, tanaman kemudian akan kembali menguap ke atmosfer menjadi awan lalu menjadi bintik-bintik air yang akan jatuh dalam bentuk es, hujan, salju;
- b) Infiltrasi (Perkolasi ke dalam Tanah) - Air bergerak melalui celah-celah dan pori-pori serta batuan yang ada di bawah tanah yang dapat bergerak secara vertikal dan horizontal di bawah permukaan tanah hingga ke sistem air permukaan;
- c) Air Permukaan - Air yang bergerak dia tas permukaan tanah yang dapat kita lihat pada daerah urban.

Proses terjadinya siklus hidrologi dibedakan menjadi 3 (tiga) jenis atau macam Siklus Hidrologi adalah seperti yang ada di bawah ini:

- a) Siklus Pendek: Menguapnya air laut menjadi uap gas karna panas dari matahari lalu terjadi kondensasi membentuk awan yang pada akhirnya jatuh ke permukaan laut;
- b) Siklus Sedang: Menguapnya air laut menjadi uap gas karna panas dari matahari lalu terjadi evaporasi yang terbawa angin lalu membentuk awan yang pada akhirnya jatuh ke permukaan daratan dan kembali ke lautan;
- c) Siklus Panjang: Menguapnya air laut menjadi uap gas karna panas dari matahari lalu uap air mengalami sublimasi membentuk awan yang mengandung kristal es dan pada akhirnya jatuh dalam bentuk salju kemudian akan membentuk gletser yang mencair membentuk aliran sungai dan kembali ke laut.

Dalam seluruh siklus itu makhluk hidup di bumi bergantung dan memperoleh jaminan bagi kelangsungan hidupnya. Siklus hidrologi tidak hanya melalui bagian-bagian fisik benda-benda di bumi, melainkan juga menembus makhluk hidup. Air menempati dan menjadi penyusun tubuh benda-benda hidup, air bahkan merupakan bagian penyusun terbesar tubuh manusia.



**Gambar 2.1. Siklus Hidrologi**

Dari seluruh perubahan lokasi yang dilalui air dalam Siklus Hidrologi, hanya ada satu lokasi Siklus Hidrologi mengalami gangguan dan perubahan yang paling besar, baik berupa perubahan kuantitas maupun kualitas, yaitu ketika air melalui permukaan bumi. Apalagi karena pengaruh aktifitas kegiatan manusia, Siklus Hidrologi mengalami gangguan dan perubahan yang sangat signifikan. Selain itu ketika air melalui permukaan bumi, mengalir di sungai dan saluran, juga merupakan lokasi yang paling mudah diukur kuantitas dan kualitasnya. Itulah sebabnya sejak awal perkembangan ilmu hidrologi, perhatian para ahli banyak terpusat pada bagaimana cara mengukur dan menghitung aliran air di sungai.

## B. Pengelolaan Lahan dan Air DAS

Daerah Aliran Sungai yang selanjutnya disebut DAS adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

Pengelolaan DAS adalah upaya manusia dalam mengatur hubungan timbal balik antara sumberdaya alam dengan manusia di dalam DAS dan segala aktivitasnya, agar terwujud kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatnya kemanfaatan sumberdaya alam bagi manusia secara berkelanjutan.

Klasifikasi DAS adalah pengkategorian DAS berdasarkan kondisi lahan serta kualitas, kuantitas dan kontinuitas air, sosial ekonomi, investasi bangunan air dan pemanfaatan ruang wilayah. Permasalahan yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan DAS antara lain menyangkut keterkaitan batas-batas biofisik dan batas-batas administrasi sosial.

Pola pemanfaatan sumber daya air dan lahan suatu DAS dalam suatu kurun waktu ditentukan antara lain oleh pola investasi dan kebijaksanaan pemerintah baik yang bersifat makro maupun sectoral yang merupakan determinan pemanfaatan sumber daya alam. Pengelolaan lahan dan air DAS dilakukan mulai dari hulu sampai hilir. Pergeseran alokasi lahan terjadi dalam DAS karena meningkatnya permintaan terhadap lahan sebagai akibat peningkatan jumlah penduduk dan pertumbuhan sektor ekonomi yang juga memerlukan lahan. Pengelolaan DAS secara utuh meliputi tahapan:

- a. Perencanaan;
- b. Pelaksanaan;
- c. Monitoring dan evaluasi;
- d. Pembinaan dan pengawasan.

Pengelolaan DAS dilaksanakan sesuai dengan rencana tata ruang dan pola pengelolaan sumber daya air sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan di bidang penataan ruang dan sumber daya air. Dalam Pengelolaan DAS tersebut diselenggarakan secara terkoordinasi dengan melibatkan Instansi terkait pada lintas wilayah administrasi serta peran serta masyarakat.

### C. Ketidakpastian dan Jenis Resiko

Istilah ketidakpastian dan resiko sering dianggap dua istilah yang sama. Namun kedua istilah tersebut sebenarnya berbeda. Ketidakpastian mengacu pada pengertian resiko yang tidak diperkirakan (*unexpected risk*), sedangkan istilah resiko itu sendiri mengacu kepada resiko yang diperkirakan (*expected risk*).

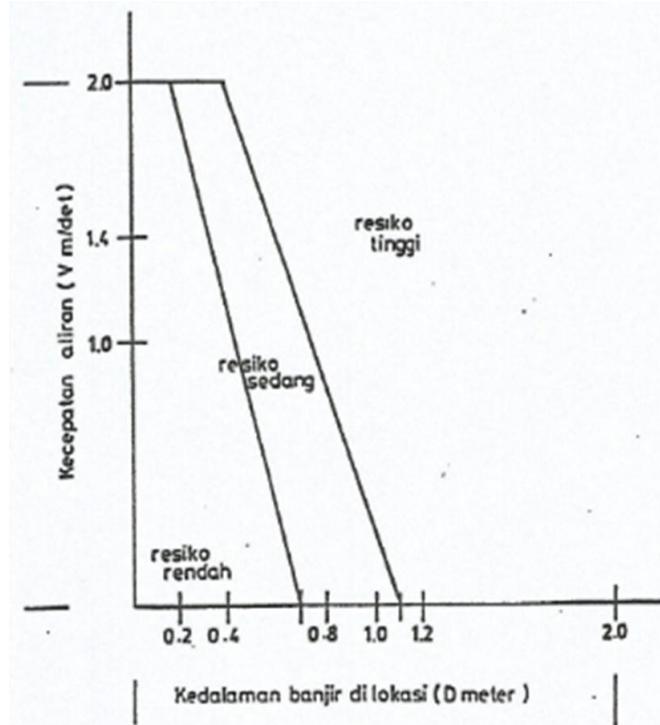
Resiko muncul karena ada kondisi ketidakpastian. Investasi bisa mendatangkan keuntungan, bisa juga menyebabkan kerugian. Ketidakpastian tersebut menyebabkan munculnya resiko. Dengan demikian, pembicaraan mengenai ketidakpastian berarti berbicara mengenai resiko. Resiko itu sendiri merupakan buah dari ketidakpastian.

**Tabel 2.1. Perbedaan Ketidakpastian dengan Resiko**

Ketidakpastian	Resiko
Jenis subjek yang tidak kuantitatif	Ukuran kuantitas ( <i>quantity subject</i> ) ukuran empiris
Tidak dapat mengukur fluktuasi dengan probabilitas	Dapat mengukur kemungkinan nilai suatu kejadian dengan fluktuasi
Tidak ada data pendukung mengukur kemungkinan kejadian	Ada data pendukung (pengetahuan) mengenai kemungkinan kejadian
<i>Unknown and unquantified outcomes</i>	<i>Unknown but unquantified outcomes</i>

### 1. Pengurangan Resiko Besaran Banjir

Dalam rangka pengelolaan banjir terpadu, upaya pengendalian banjir harus menggunakan pendekatan manajemen resiko. Tingkat resiko yang bisa terjadi pada penanganan banjir dapat digambarkan pada sketsa sebagai berikut:

**Gambar 2.2. Resiko Besaran Banjir**

Catatan:

- Tingkat resiko dapat berkurang oleh pembuatan prosedur pemindahan korban banjir yang efektif;
- Tingkat resiko dapat bertambah jika pengungsian sulit dilakukan pada bagian resiko sedang, tingkat resiko bergantung pada kondisi setempat dan sifat pengembangan yang diusulkan.

Contohnya jika kedalaman air banjir 1,2 m dan kecepatan aliran 1,4 m/dt maka resiko banjir tinggi.

Tingkat resiko penanganan banjir tergantung kepada standar debit banjir rencana pengendalian banjir pada sungai yang bersangkutan. Terdapat 2 (dua) metode untuk memilih standar banjir rencana, yakni:

- Standar yang sama untuk semua pemakaian;
- Berdasarkan atas "Analisa Ekonomi" dari masing-masing sungai.

Kombinasi dari kedua metode di atas disarankan untuk proyek pengendalian banjir di masa yang akan datang. Pengurangan resiko besaran banjir dapat dilakukan melalui:

#### A. Pembangunan Bangunan Pengendali Banjir

Bermacam-macam usaha pengendali banjir, yang dapat dilakukan diantaranya adalah:

- (1) Peningkatan Kapasitas Alur Sungai Mengacu pada Rumus Chezy

$$Q = V \cdot A$$

Maka, untuk bisa mendapatkan nilai  $Q$  (debit) yang besar dapat dilakukan dengan memperbesar nilai  $B$  (lebar sungai) atau nilai  $H$  (memperdalam alur). Dalam rangka memperlebar dimensi alur sungai agar tidak terjadi sedimentasi di kemudian hari, perlu di pertimbangkan teori rezim dengan rumus sebagai berikut:

$$P = 2,67 Q d^{1/2}$$

$$R = 0,475 Q^{1/3}$$

$$f^{1/2}$$

$$S = 0,000547 f^{5/3}$$

$$Q d^{1/6}$$

$$\text{di mana } f = 8d^{1/2}$$

$$\text{untuk sungai besar } P = B \text{ dan } R = H$$

#### 2) Bangunan Tanggul

- (a) Tanggul adalah bangunan persungai utama yang berfungsi untuk melindungi kehidupan dan harta benda terhadap genangan-genangan yang disebabkan oleh banjir;
- (b) Tanggul umumnya dibuat dari konstruksi tanah, karena:
  1. Dibuat sepanjang jalur sungai sehingga diperlukan volume timbunan yang banyak;

2. Dalam perencanaan diusahakan agar hasil normalisasi sungai dapat dimanfaatkan sebagai bahan tanggul;
  3. Pemeliharannya mudah dilakukan.
- (c) Tanggul juga dapat dibuat dari:
1. Bahan pasangan batu;
  2. Bahan beton.

Terkadang banjir yang terjadi melebihi debit banjir rencana, akibatnya air sungai melimpas dari puncak tanggul. Dalam kondisi seperti ini fungsi tanggul tidak tercapai, walaupun kerugian yang terjadi di dataran banjir kemungkinan masih lebih baik dari pada tanpa tanggul perlindungan sama sekali. Oleh karena itu, dalam menentukan lokasi dan dimensi tanggul pula perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

a) Pertimbangan dari Segi Teknis

Jika periode ulang yang diperoleh dari pertimbangan teknis lebih besar dari analisis ekonomi atau sosial, maka periode ulang analisis ternislah yang ditetapkan. Akan tetapi, jika periode ulang yang diperoleh dari pertimbangan ekonomi, sosial atau keamanan lebih besar dari analisis teknis, maka periode ulang pertimbangan ekonomi, sosial atau keamanan yang ditetapkan.

b) Pertimbangan Ekonomi

Tanggul rendah lebih murah dari pada tanggul tinggi. Semakin tinggi tanggul biaya konstruksi akan meningkat dimana pengingkatan biayanya bisa lebih besar dibandingkan penetapan yang hilang dari tanah pertanian yang berkurang dibandingkan tanggul yang rendah.

c) Pertimbangan Keamanan

Kemungkinan terjadinya kegagalan pada konstruksi tanggul sudah seharusnya selalu menjadi perhatian.

Kegagalan tanggul bisa:

- 1) Terjadi limpasan banjir di atas kala ulang (*extraordinary flood event*);
- 2) Kesalahan teknis yang tidak dapat diramalkan seperti *piping* yang diakibatkan oleh hewan pembuat lubang ditanah, penurunan tanah yang tidak beraturan, kesalahan bekerja, dll.

Sangat sedikit yang dapat di lakukan untuk mengatasi melimpasnya air sungai, jika banjir yang terjadi lebih besar dari kala ulang yang di rencanakan, selain dengan peninggian perencanaan tanggul tanggul secara darurat.

- a) Letak/posisi tanggul yang paling ideal adalah berada di luar garis dinamika perubahan pola *meander*. Hal ini di maksudkan agar stabilitas tanggul tidak terpengaruh oleh adanya perubahan morfologi sungai. Selain itu bantaran yang cukup lebar juga dapat berfungsi sebagai sarana kehidupan biota air, terutama biota air yang memanfaatkan rongga-rongga dibawah tanah, dengan demikian sarana biota tersebut tidak mengganggu stabilitas bangunan tanggul;
- b) Tanggul yang berjarak dekat dengan alur sungai terjadi pemuatan aliran banjir, maka air banjir naik memerlukan tanggul yang lebih tinggi, kecepatan tinggi terjadi gerusan dan diendapkan dibagian hilir;
- c) Sejauh ruang memungkinkan hendaknya dipilih tanggul yang berjarak jauh dari alur sungai. Biasanya diletakkan di luar sabuk *meander*. Lebar sabuk *meander* berkisar antara (10-30) P, di mana P adalah keliling basah tampang melintang sungai;
- d) Untuk menghindari kegagalan konstruksi yang dibangun di sekitar sungai perlu diperhatikan agar konstruksi yang dibangun terletak di lokasi yang tidak berpengaruh oleh perubahan morfologi sungai;
- e) Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan tanggul banjir:
  - 1) Alinemen/jalur tanggul tidak banyak menimbulkan masalah sosial;
  - 2) Jika elevasi muka air banjir di sungai lebih tinggi, pembangunan drainase lokal harus diperhatikan sistemnya;
  - 3) Dimensi tanggul hendaknya dapat dimanfaatkan sebagai jalan inspeksi;
  - 4) Jenis konstruksi tanggul terhadap material/bahan yang tersedia di lapangan;
  - 5) Kondisi tanah dasar/pondasi rencana tanggul tidak terletak pada tanah lunak;
  - 6) Elevasi mercu tanggul/puncak tanggul dihitung berdasarkan elevasi muka air banjir rencana ditambah angka keamanan (tinggi jagaan).
- f) Keuntungan Membangun Tanggul
  - 1) Bangunan tanggul relatif tidak mahal;
  - 2) Pengisian timbunan dapat dilakukan di lokasi pekerjaan;
  - 3) Sebagian besar bangunan tanggul dapat dikerjakan dengan menggunakan alat berat tidak diperlukan keahlian tertentu;

- 4) Sistem tanggul dapat dengan mudah dilaksanakan secara bertahap (sesuai dengan lokasi yang diprioritasikan).
- g) Kerugian Membangun Tanggul
  - 1) Semua tanggul terutama yang tinggi sangat rawan terjadinya *seepage* dan *piping* dan sangat diperlukan adanya pengamatan mekanika tanah;
  - 2) Erosi yang terjadi pada sungai bertanggul lebih besar disebabkan oleh tingginya kecepatan aliran;
  - 3) Kegagalan fungsi bangunan tanggul dapat menyebabkan kerugian akibat banjir di dataran banjir bahkan dapat menghentikan aktivitas perekonomian;
  - 4) Area yang perlu dibebaskan cukup luas (proses pembebasan tanah);
  - 5) Diperlukan saluran drainase didataran banjir sekitar tanggul;
  - 6) Pada kasus tertentu dimungkinkan terjadinya efek *backwater* di bagian *upstream*.

c) Bangunan Pelimpah Banjir

Fungsi bangunan pelimpah banjir adalah untuk mengalirkan debit air yang kondisinya selalu berubah-ubah sesuai dengan fluktuasi curah hujan, kondisi daerah tangkapan hujan, geologi dan topografi daerah aliran sungai. Pada musim hujan debit sungai bertambah besar/banjir, maka dibutuhkan rekayasa agar sungai tersebut dapat menampung debit sesuai rencana.

Cara-cara dapat dilakukan dengan:

- 1) Membuat waduk dibagian hulunya. Fungsi: waduk ini sebagai pengatur volume air sehingga air yang dilepas dari waduk disesuaikan dengan kapasitas sungai dibagian hilirnya;
- 2) Membuat daerah retensi banjir. Fungsi: sebagai daerah penampungan sementara terhadap kelebihan air, dan setelah tinggi muka air di sungai bagian hilirnya menurun, air di retensi dialirkan kembali ke sungai;
- 3) Mengalirkan sebagian debit langsung ke laut (saluran banjir/flood way). Fungsi: sebagian debit banjir dialirkan langsung ke laut;
- 4) Mengalirkan sebagian debit ke sungai disekitarnya;
- 5) Mengalirkan debit banjir ke anak sungainya.

d) Bendungan

Fungsi bendungan adalah menangkap kelebihan air di musim hujan dan mengalirkan kembali ke sungai bagian hilirnya.

- 1) Jenis-jenis Bendungan

- (a) Bendungan Tipe Urugan;
- (B) Bendungan Tipe *Gravity Dam*;
- (C) Bendungan Tipe *Concrete*.

Dari ketiga tipe bendungan diatas, tipe uruganlah yang paling banyak dibangun di Indonesia.

## 2) Manfaat Bendungan

- (a) Sebagai bangunan yang berfungsi *single purpose*, yakni:
  - (1) Pengendalian banjir;
  - (2) Irigasi; atau
  - (3) Pembangkit tenaga listrik.
- (b) Sebagai bangunan *multi purpose* berfungsi untuk berbagai keperluan (pengendali banjir, irigasi, dan pembangkit tenaga listrik, dll).

## B. Pembangunan Bangunan Pengendali Aliran Permukaan

Masalah banjir sangat terkait dengan ada tidaknya tindakan konservasi di daerah hulu dan untuk mengkoordinasikannya sangat sulit karena berhubungan dengan masalah tata guna lahan pada masing-masing daerah kabupaten/kota. Kehancuran DAS disebabkan oleh perambahan kawasan hutan zona inti DAS, yang mengakibatkan rusaknya fungsi hidrologi dan meningkatnya koefisiensi aliran permukaan air.

Daerah yang diperuntukkan sebagai hutan banyak yang dialih fungsikan menjadi areal pertanian, sedang hutan produksi disulap menjadi permukiman dan areal pertanian. Kondisi semakin diperparah oleh perencanaan RTRW/RTD yang tidak seluruhnya didasarkan pada kemampuan lahan yang salah satunya adalah alih fungsi atau perubahan penggunaan lahan di hulu sungai. Degradasi DAS ini menyebabkan rusaknya fungsi hidroorologi, menurunnya kapasitas infifrasa dan meningkatnya koefisiensi aliran permukiman. Untuk meningkatkan kemampuan tanah dalam meresapnya air hujan dapat ditempuh usaha-usaha sebagai berikut:

### a) Pemeliharaan Fungsi Serapan Air dan Tangkapan Air

Pada setiap daerah aliran sungai terdapat zona resapan air yang untuk tata ruang wilayah seharusnya tidak diperbolehkan untuk dijadikan daerah permukiman karena akan mengurangi luas daerah yang dapat menyerap sebagian air permukaan kedalam tanah. Dengan kondisi seperti ini peristiwa banjir pada bagian hilirnya dapat dikendalikan. Kalau toh terpaksa sebagian harus dijadikan permukiman maka luas yang dapat digunakan untuk permukiman harus dibatasi atau dibuat sumur-sumur resapan.

b) Pembuatan Lubang-lubang Biopori

Lubang biopori dibuat dengan menggunakan alat semacam bor tangan dengan kedalaman kurang lebih 1,0 s/d 1,5 m, yang kemudian diisi dengan sampah-sampah biopori akan terbentuk pada dinding-dinding lobang oleh cacing-cacing atau fauna akar tanaman di dalam tanah pada saat beraktivitas mengurangi sampah organik kalau lubang-lubang semacam ini dapat dibuat dalam jumlah yang banyak, maka keberadaannya sebagai penyerap air permukaan akan sangat efektif.

c) Sumur Resapan

Bangunan sumur resapan adalah salah satu rekayasa teknis konservasi air berupa bangunan yang dibuat sedemikian rupa sehingga menyerupai bentuk sumur gali dengan kedalaman tertentu yang berfungsi sebagai tempat untuk menampung air hujan yang jatuh diatas atap rumah atau daerah kedap air dan meresapkannya ke dalam tanah. Sumur resapan berfungsi memberikan imbuhan air secara buatan dengan cara menginjeksikan air hujan kedalam tanah. Sasaran lokasi adalah daerah peresapan air dikawasan budidaya, permukiman, perkantoran, pertokoan, industri, sarana dan prasarana olah raga serta fasilitas umum lainnya.

Adapun manfaat sumur resapan adalah sebagai berikut:

- 1) Mengurangi aliran permukaan sehingga dapat mencegah/mengurangi terjadinya banjir dan genangan air;
- 2) Mempertahankan dan meningkatkan tinggi permukaan air tanah;
- 3) Mengurangi erosi dan sedimentasi;
- 4) Mengurangi/ menaikan intrusi air laut;
- 5) Mencegah penurunan tanah (*land subsidence*).
- 6) Mengurangi konsentrasi pencemaran air tanah.

Bentuk dan jenis bangunan sumur resapan dapat berupa bangunan segi empat atau silinder dengan kedalaman dan dasar sumur yang terletak diatas permukaan air tanah.

Adapun jenis konstruksi sumur resapan adalah:

- 1) Sumur tanpa pasangan dinding, dasar sumur tanpa diisi batu belah dan ijuk (kosong);
- 2) Sumur tanpa pasangan dinding, dasar sumur diairi dengan batu bekas dan ijuk;

- 3) Sumur dengan susunan batu bata, batu kali atau batako sebagai dinding sumur, dasar sumur diisi dengan batu belah dan ijuk;
- 4) Sumur menggunakan besi beton sebagai dinding sumur;
- 5) Sumur menggunakan batu cadas.

Konstruksi-kontruksi tersebut memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing pemiliknya tergantung pada keadaaan batuan / tanah setempat.

Jenis - jenis sumur resapan adalah:

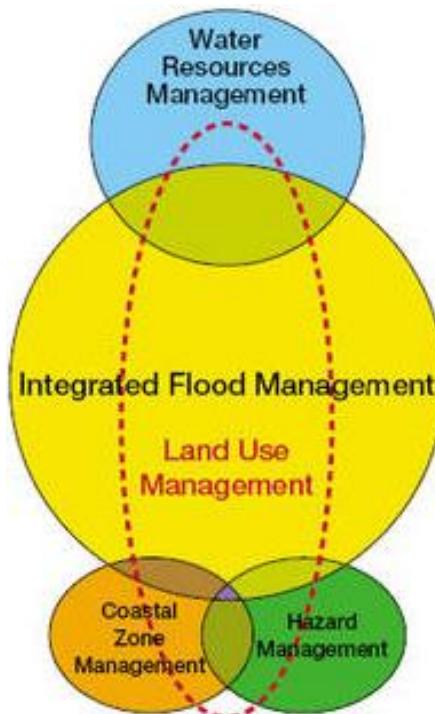
- 1) Sumur Resapan Individu (Model Tunggal), di mana sumur ini dapat dibangun di halaman rumah untuk mencegah genangan air di halaman. Pembuatan sumur ini harus berjarak yang cukup jauh dari septic tank agar airnya tidak tercemar;
- 2) Sumur Resapan Kolektif (Model Komunal) di mana sumur resapan ini dapat dibangun dan digunakan secara bersama-sama.

Di samping sumur resapan, rekayasa untuk pengendalian aliran permukaan khususnya di daerah hulu sungai dapat dilakukan dengan teknis agro dan teknis sipil, termasuk “*Dry Dam*”.

Perlakuan teknis agro dilakukan dengan penanaman jenis tanaman yang cocok (sesuai) dengan kemiringan lahan. Misalnya lahan dengan kemiringan > 40 % sebaiknya dilindungi dengan vegetasi hutan dan lain-lain. Sedangkan perlakuan dengan teknis sipil dapat dilakukan dengan bangunan-bangunan terjunan yang terbuat dari bronjong diisi batu kali atau dari pohon-pohon bambu pada alur-alur sungainya agar tidak terjadi penggerusan/ erosi dasar saluran.

#### **D. Stakeholder Management**

Peranan *stakeholder* dalam pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah menentukan kebijakan, penentuan sasaran dan tujuan kegiatan, rencana kegiatan, implementasi program yang telah direncanakan serta evaluasi dan monitoring kegiatan. Peranan *stakeholder* juga berkolaborasi dan bersinergi dalam pengelolaan DAS untuk mendapatkan korelasi yang baik. *Stakeholder* memiliki wewenang dan tanggung jawab dalam hal pengelolaan Sumber Daya Alam sekitar DAS. *Stakeholder* diharapakan dapat memberikan kontribusi langsung maupun tidak langsung dalam pengelolaan DAS. Bentuk keterpaduan dalam pengelolaan DAS yang diambil mulai dari penentuan kebijakan, penentuan sasaran dan tujuan kegiatan, rencana kegiatan, implementasi kegiatan dan evaluasi serta monitoring kegiatan *stakeholder*.



**Gambar 2.3. *Integrated Flood Management***

#### **E. *Integrated Water Resources Management (One River One Management)***

Pada berbagai tingkatan, *Integrated Water Resources Management* (IWRM) di Indonesia dapat dilihat pada skala nasional, sektor maupun pada skala wilayah sungai atau daerah aliran sungai. Pada level nasional, Pemerintah Pusat diberikan kewenangan untuk membuat kebijakan nasional dalam pengelolaan sumber daya air serta bertanggungjawab dalam pengelolaan sumber daya air pada wilayah sungai lintas provinsi, wilayah sungai lintas negara, dan wilayah sungai strategis nasional yang dalam pelaksanaannya dilakukan oleh satu unit kerja yaitu Balai Wilayah Sungai sesuai dengan status wilayah sungai tersebut. Khusus untuk pengelolaan sumber daya air di tingkat nasional dan wilayah sungai lintas negara, kebijakan dan pola pengelolaan sumber daya air dirumuskan oleh Dewan Sumber Daya Air Nasional/Wadah Koordinasi Sumber Daya Air Nasional dan ditetapkan oleh Menteri sebagai pola pengelolaan sumber daya air wilayah sungai lintas negara, yang selanjutnya digunakan sebagai bahan penyusunan perjanjian pengelolaan sumber daya air pada wilayah sungai lintas negara dengan negara yang bersangkutan.

Sementara Pemerintah Provinsi bertanggungjawab serta membantu Balai Wilayah Sungai lintas Kabupaten/Kota dalam membuat dan menetapkan pola dan rencana serta pelaksanaan pengelolaan sumber daya air pada wilayah sungai lintas kabupaten/kota. Selanjutnya pemerintah kabupaten/kota bertanggung jawab dan membantu dalam membuat, menetapkan pola dan rencana serta pelaksanaan pengelolaan sumber daya

air pada wilayah sungai dalam satu kabupaten/kota. Untuk menyusun kebijakan dan strategi pengelolaan sumber daya air dikoordinaskan oleh Wadah Koordinasi Pengelolaan Sumber Daya Air/Dewan Sumber Daya Air sesuai dengan kewenangannya. Sementara dalam hal pelaksanaan pengelolaan sumber daya air, dilaksanakan oleh unit kerja Balai Wilayah Sungai sesuai dengan kewenangannya. Balai Wilayah Sungai mempunyai tugas melaksanakan pengelolaan sumber daya air di wilayah sungai yang menjadi tanggung jawabnya antara lain: perencanaan, pelaksanaan konstruksi, operasi dan pemeliharaan dalam rangka konservasi dan pendayagunaan sumber daya air, dan pengendalian daya rusak sumber daya air pada sungai, danau, waduk, bendungan dan tumpungan air lainnya, irigasi, air tanah, air baku, rawa, tambak, dan pantai. Sebagai contoh: Wilayah Sungai Bali-Penida untuk Provinsi Bali merupakan wilayah sungai strategis nasional, yang mencakup Pulau Bali dan Pulau Nusa Penida, yang merupakan satuan kerja dalam melaksanakan pengelolaan sumber daya air di Wilayah Sungai Bali-Penida.

## F. Latihan

Terangkan secara singkat dan jelas pertanyaan di bawah ini.

1. Jelaskan proses Siklus Hidrologi.
2. Apakah usaha yang dapat dilakukan dalam pengendalian banjir?
3. Apa yang dapat dilakukan dalam prakiraan banjir?

## G. Rangkuman

Siklus Hidrologi dimulai oleh pemanasan air laut oleh sinar matahari, yang menimbulkan pergerakan uap air dalam jumlah besar karena penguapan menuju atmosfer. Setelah melalui proses kondensasi uap air berubah menjadi cair dan turun ke bumi lagi menjadi hujan (presipitasi). Pada perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat terevaporasi kembali ke atmosfer atau jatuh ke tanah diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, air hujan terpisah menjadi 2 (dua), yaitu:

- a) Infiltrasi/Perkolasi ke dalam tanah: Air bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan bebatuan menuju muka air tanah;
- b) Aliran Permukaan: Air bergerak di atas permukaan tanah, yang tampak nyata adalah di daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan menuju laut.

Menangani banjir tidak cukup hanya dengan merekayasa sungai, tetapi harus dengan merekayasa seluruh isi DAS baik secara fisik maupun non-fisik. Usaha inilah yang

disebut dengan “pengelolaan banjir terpadu”. Pengelolaan banjir terpadu mempunyai ciri utama ikut serta seluruh unsur didalam daerah aliran sungai. Kemudian dalam rangka pengelolaan banjir terpadu, upaya pengendalian banjir harus menggunakan pendekatan manajemen resiko. Tingkat resiko penanganan banjir tergantung kepada standar debit banjir rencana pengendalian banjir pada sungai yang bersangkutan. Terdapat 2 (dua) metode untuk memilih standar banjir rencana, yakni standar yang sama untuk semua pemakaian dan berdasarkan atas “analisa ekonomi” dari masing-masing sungai. Pengurangan resiko besaran banjir dapat dilakukan melalui pembangunan bangunan pengendali banjir yang terdiri dari peningkatan kapasitas alur sungai, bangunan tanggul, bangunan pelimpah banjir, dan bendungan. Kemudian pengurangan resiko besaran banjir dapat juga dengan melakukan pembangunan bangunan pengendali aliran permukaan. Terdapat beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi resiko kerentanan banjir. Adapun upaya tersebut adalah pengelolaan dataran banjir, persiapan menghadapi banjir, dan kegiatan penanggulangan pada saat banjir.

untuk mendapatkan korelasi Daerah Aliran Sungai (DAS) yang bai, *stakeholder* memiliki wewenang dan tanggung jawab dalam hal pengelolaan sumber daya alam sekitar DAS. *Stakeholder* diharapakan dapat memberikan kontribusi langsung maupun tidak langsung dalam pengelolaan DAS. Bentuk keterpaduan dalam pengelolaan DAS yang diambil mulai dari penentuan kebijakan, penentuan sasaran dan tujuan kegiatan, rencana kegiatan, implementasi kegiatan dan evaluasi serta monitoring kegiatan *stakeholder*.

IWRM di Indonesia dapat dilihat pada skala nasional, sektor maupun pada skala wilayah sungai atau daerah aliran sungai. Pada level nasional, pemerintah pusat diberikan kewenangan untuk membuat kebijakan nasional dalam pengelolaan sumber daya air serta bertanggungjawab dalam pengelolaan sumber daya air pada wilayah sungai lintas provinsi, wilayah sungai lintas negara, dan wilayah sungai strategis nasional yang dalam pelaksanaannya dilakukan oleh satu unit kerja yaitu Balai Wilayah Sungai sesuai dengan status wilayah sungai tersebut. Khusus untuk pengelolaan sumber daya air di tingkat nasional dan wilayah sungai lintas negara, kebijakan dan pola pengelolaan sumber daya air dirumuskan oleh Dewan Sumber Daya Air Nasional/Wadah Koordinasi Sumber Daya Air Nasional dan ditetapkan oleh Menteri sebagai pola pengelolaan sumber daya air wilayah sungai lintas negara, yang selanjutnya digunakan sebagai bahan penyusunan perjanjian pengelolaan sumber daya air pada wilayah sungai lintas negara dengan negara yang bersangkutan.

## H. Evaluasi

1. Tingkat resiko penanganan banjir tergantung kepada...
  - a. Standar debit banjir
  - b. Standar pengelolaan banjir
  - c. Prediksi banjir
  - d. Standar debit banjir rencana pengendalian banjir pada sungai yang bersangkutan
2. Terdapat beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi resiko kerentanan banjir, adapun upaya tersebut adalah...
  - a. Pengelolaan dataran banjir
  - b. Persiapan menghadapi banjir
  - c. Pengelolaan aliran banjir
  - d. Kegiatan penanggulangan pada saat banjir.
3. Pada musim hujan debit sungai bertambah besar/banjir, maka dibutuhkan rekayasa agar sungai tersebut dapat menampung debit sesuai rencana. Yang bukan merupakan cara yang dapat dilakukan adalah dengan...
  - a. Membuat waduk dibagian hulunya
  - b. Membuat daerah retensi banjir
  - c. Mengalirkan sebagian debit langsung ke laut (saluran banjir/flood way)
  - d. Mengalirkan sebagian debit ke jalanan di sekitarnya

## I. Umpulan Balik

Cocokan 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.

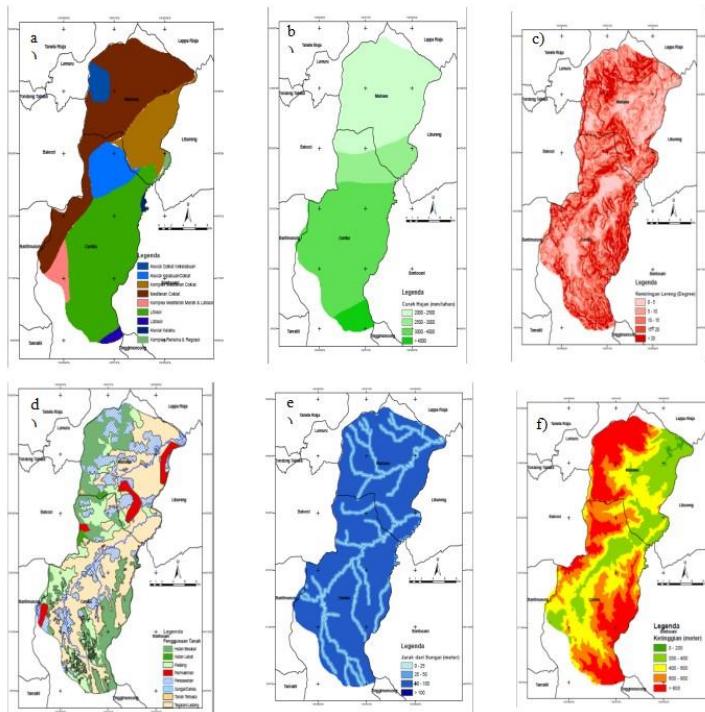
## MATERI POKOK 3

### DATA DAN INFORMASI

*Indikator Keberhasilan: Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta dapat menguraikan data dan informasi terkait pengelolaan banjir.*

#### A. Pemetaan Wilayah Rawan Banjir

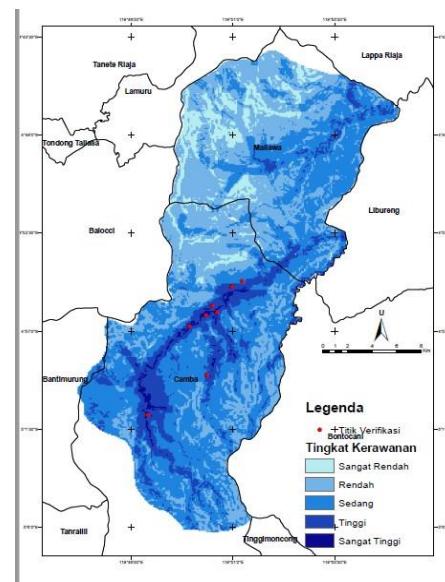
Peta rawan banjir adalah alat yang penting untuk menilai kerentanan daerah rawan banjir. Studi kasus yang sudah pernah dilakukan dalam pemetaan wilayah rawan banjir yaitu Sub DAS Minraleng, Kabupaten Maros, Sulawesi. Untuk mengidentifikasi tingkat kerawanan, peta rawan banjir dapat dibangun berdasarkan sistem fisik dan ekologi pada DAS tersebut. Faktor-faktor yang dipertimbangkan terdiri dari enam parameter: kemiringan lereng (L), ketinggian (K), kepadatan sungai (S), penggunaan lahan (PL), intensitas curah hujan (CH), dan permeabilitas tanah (T). Dalam menentukan daerah rawan banjir di wilayah studi dilakukan 2 (dua) tahap. Pertama-tama adalah menentukan faktor-faktor penyebab banjir di wilayah studi dan kedua adalah menerapkan Teknik Evaluasi Multi Kriteria dalam menemukan daerah rawan banjir berdasarkan faktor-faktor terkait banjir di DAS. Setelah dilakukan proses pengolahan data setiap parameter, maka dihasilkan klasifikasi dari masing-masing parameter yang akan diproses untuk menghasilkan peta kerawanan banjir.



**Gambar 3.1. Data Spasial Faktor, a) Jenis Tanah, B) Curah Hujan, C) Kemiringan Lereng, D) Penggunaan Lahan, E) Jarak dari Sungai, F) Ketinggian**

Peta Rawan Banjir berdasarkan SMCE (Gambar 3.2.) yang diproduksi diaplikasi SIG menunjukkan pola banjir yang dipengaruhi oleh parameter intensitas curah hujan memiliki bobot tertinggi. Keenam faktor terpilih telah ditimbang untuk digunakan dan menghasilkan Peta Kerawanan Banjir di sub DAS Minraleng. Peta yang dibuat dikategorikan dalam 5 (lima) tingkat kelas risiko yaitu zona banjir sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Hasilnya menunjukkan bahwa wilayah banjir yang sangat tinggi mencakup 0,83% (436,25 ha) dari total area, tingkat kerawanan tinggi 11,78% (6.168,035 ha), tingkat kerawanan sedang 44,96% (23.532,91 ha), dan tingkat kerawanan rendah dan sangat rendah 36,23% (18.965,53 ha) dan 6,17% (3233,78 ha).

Di wilayah dengan tingkat kerawanan tinggi merupakan wilayah dataran sangat rendah dengan ketinggian dan kemiringan lereng yang rendah yang dapat diketahui dari DEM. Selain itu, keberadaan sungai utama juga menjadi penyumbang air terbesar dari banjir yang berbanding lurus dengan intensitas curah hujan. Pengunaan lahan pertanian yang dominan di Sub DAS Minraleng juga menjadi faktor rawannya banjir di kawasan tersebut. Meskipun, daerah banjir sering kali muncul di dekat tepi sungai dari wilayah dataran banjir. Namun, di Kecamatan Camba, Kabupaten Maros ditemukan daerah banjir karena dataran tinggi dan kemiringan tinggi. Berdasarkan informasi dari Kecamatan Camba pada bulan februari 2019 terjadi banjir di 6 desa/kelurahan dari total 8 desa/kelurahan, hanya Desa Benteng dan Desa Pattanyamang yang tidak terdampak banjir. Hal tersebut sesuai dengan yang digambarkan pada bagian utara dan timur wilayah sub DAS Minraleng didominasi tingkat kerawanan Sedang hingga Sangat Rendah.



**Gambar 3.2. Peta Kerawanan Banjir Sub DAS Minraleng, Kabupaten Maros**

## B. Data dan Informasi Bencana Indonesia (DIBI)

Dengan berlakunya UU No.24 Tahun 2007 tentang pembentukan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), BNPB kini memiliki mandat untuk mengumpulkan dan menganalisa informasi mengenai terjadinya dan dampak bencana alam di Indonesia (lihat pelajaran yang didapat: Reformasi Hukum Pengelolaan Bencana). Data sejarah DIBI digunakan oleh BNPB untuk identifikasi resiko, perumusan kebijakan, dan pengambilan keputusan, terutama untuk memastikan bahwa dana disalurkan untuk mengurangi resiko berdasarkan kecenderungan dan pola yang diidentifikasi melalui analisa berdasarkan DIBI. Jenis analisa ini menguntungkan semua pemangku kepentingan, fokus perhatian pada inisiatif resiko bencana dalam cara yang koheren di seluruh negeri.

DIBI adalah singkatan dari *Database Pengelolaan Data dan Informasi Bencana Indonesia* yang dikembangkan dengan menggunakan Perangkat Lunak dan Metodologi DesInventar dan DesConsultar. Modul DesInventar adalah *database* yang *relational* dan struktural yang berisi data dalam bidang-bidang yang tidak pasti (data interval dan temporal, tipe kejadian, dll) dan akibat langsung (kematian manusia, hilangnya rumah, infrastruktur, aktivitas ekonomi). Modul DesConsultar memberikan akses kepada *database* dengan pertanyaan-pertanyaan yang mencakup hubungan bermacam-macam variabel efek, jenis kejadian, lokasi, tanggal, dll. Pada saat yang sama, modul ini memberikan gambaran dari jawaban pertanyaan-pertanyaan tersebut dalam bentuk tabulasi dan grafik dan peta tematis.

Perangkat lunak DesInventar adalah satu dari sangat sedikit metodologi yang terbukti untuk membangun sistem pengelolaan informasi bencana yang dapat mengelola secara homogen, analisa dan penggambaran grafik informasi tentang kejadian bencana dan kerugian yang disebabkannya. Sejak dimulainya pada tahun 1993, ketika jaringan studi sosial mengenai pencegahan bencana di Amerika Latin (LA RED) mulai membangun *database* inventori bencana yang sistematis, perbaikan terus-menerus dan percobaan yang teliti telah dilaksanakan. Banyak badan-badan nasional di Amerika Latin dan lainnya menggunakan DesInventar untuk menilai resiko, merencanakan pengurangan resiko, dan merancang sistem peringatan dini. Selain itu, metodologi DesInventar secara bertambah diaplikasikan untuk memantau langkah-langkah pengurangan resiko, dan mengevaluasi kesiapan rencana mitigasi.

DIBI dapat diakses *online* pada laman <http://dibi.bnrb.go.id>. Akses ini juga dapat digunakan untuk mendapatkan data terkait kejadian banjir pada DAS tertentu, wilayah genangan serta kerugian akibat kejadian banjir tersebut.

Saat ini, data yang tersedia secara online dalam DIBI didasarkan pada data pemerintah resmi untuk tahun 1997-2007. Tim DIBI telah mulai mengumpulkan data tentang bencana yang telah terjadi selama 30 tahun di tingkat provinsi dalam format yang disepakati. Orientasi dan pelatihan terus diberikan kepada personil di provinsi-provinsi untuk mengumpulkan dan memasukkan data bencana. Pada waktu yang sama, BNPB telah membentuk sebuah forum data dan informasi yang menyediakan platform untuk semua pemangku kepentingan kunci untuk mendiskusikan dan mencari kesepakatan atas isu-isu mengenai data yang terkait bencana. Melalui forum ini, BNPB bekerja dengan pemangku kepentingan untuk mengumpulkan dan memvalidasi data bencana dan memastikan ketersediaannya untuk semua pihak melalui DIBI.

### **C. Latihan**

1. Pada situs manakah kita dapat menemukan data terkait dengan kejadian banjir pada DAS tertentu, wilayah genangan serta kerugian akibat kejadian banjir?
2. Bagaimana cara menentukan daerah rawan banjir di wilayah studi?
3. Apa yang dilakukan dan diberikan kepada personil di provinsi-provinsi untuk mengumpulkan dan memasukkan data bencana?

### **D. Rangkuman**

Untuk mengidentifikasi tingkat kerawanan, Peta Rawan Banjir dapat dibangun berdasarkan sistem fisik dan ekologi pada DAS tersebut. Faktor-faktor yang dipertimbangkan terdiri dari 6 (enam) parameter: kemiringan lereng (L), ketinggian (K), kepadatan sungai (S), penggunaan lahan (PL), intensitas curah hujan (CH), dan permeabilitas tanah (T). Dalam menentukan daerah rawan banjir di wilayah studi dilakukan 2 (dua) tahap. Pertama-tama adalah menentukan faktor-faktor penyebab banjir di wilayah studi dan kedua menerapkan Teknik Evaluasi Multi Kriteria dalam menemukan daerah rawan banjir berdasarkan faktor-faktor terkait banjir di DAS.

DIBI dapat diakses *online* pada laman <http://dibi.bnrb.go.id>. Akses ini juga dapat digunakan untuk mendapatkan data terkait kejadian banjir pada DAS tertentu, wilayah genangan serta kerugian akibat kejadian banjir tersebut.

## E. Evaluasi

1. Badan-badan nasional di Amerika Latin dan lainnya menggunakan DesInventar untuk hal berikut, kecuali...
  - a. Menilai sistem
  - b. Menilai resiko
  - c. Merencanakan pengurangan resiko
  - d. Merancang sistem peringatan dini
2. Modul DesConsultar memberikan akses kepada database dengan pertanyaan-pertanyaan yang mencakup hubungan bermacam-macam variabel seperti...
  - a. Kematian manusia, hilangnya rumah, infrastruktur, aktivitas ekonomi).
  - b. Efek, jenis kejadian, lokasi, tanggal, dll
  - c. Data interval dan temporal, tipe kejadian, dll.
  - d. Kemiringan lereng (L), ketinggian (K), kepadatan sungai (S), penggunaan lahan (PL), intensitas curah hujan (CH), dan permeabilitas tanah (T)
3. Modul DesInventar adalah database yang relational dan struktural yang berisi data dalam bidang-bidang...
  - a. Kematian manusia, hilangnya rumah, infrastruktur, aktivitas ekonomi).
  - b. Efek, jenis kejadian, lokasi, tanggal, dll
  - c. Data interval dan temporal, tipe kejadian, dll.
  - d. Kemiringan lereng (L), ketinggian (K), kepadatan sungai (S), penggunaan lahan (PL), intensitas curah hujan (CH), dan permeabilitas tanah (T)

## F. Umpam Balik

Cocokan 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

Banjir adalah fenomena alam yang kejadianya tidak bisa di cegah, tapi manusia dapat mengupayakan agar dampak kerugian yang diakibatkan banjir dapat dikurangi seminimal mungkin. Banjir dapat disebabkan oleh kondisi alam, tapi tidak jarang kejadian banjir juga diakibatkan oleh tingkah laku manusia. Tindakan manusia yang sering mengakibatkan banjir inilah yang perlu dikelola agar tidak menjadi penyebab yang dominan.

Banjir di Indonesia makin hari makin bertambah parah baik frekwensi, besaran maupun penyebarannya. Hal ini karena adanya pertambahan penduduk yang memerlukan lahan untuk tempat tinggal dan lahan untuk usaha, sehingga terjadilah perubahan fungsi lahan yang ada, yang dampaknya akan menimbulkan degradasi lingkungan. Dampak kerugian akibat banjir dapat di perkecil baik dengan menggunakan struktur maupun non struktur.

### B. Tindak Lanjut

Kepada peserta setelah selesai mengikuti pelatihan ini diharapkan dapat membaca lagi yang lebih seksama sehingga secara keseluruhan dapat dimengerti dan dipahami. Implementasi dari pelajaran ini dapat dibicarakan dengan unit operasi dan pemeliharaan, semoga dapat digunakan untuk penyusunan “Pedoman Penanggulangan Banjir” pada Balai/Balai Besar Wilayah Sungai di mana Anda bekerja dan diusulkan kepada Kepala Balai untuk dapat ditetapkan sebagai keputusan dalam penerapannya.

## DAFTAR PUSTAKA

Pemerintah Indonesia. 2011. *Peraturan Pemerintah RI No 38 Tahun 2011 tentang Sungai*. Jakarta.

Semu, Yulisan Dema dkk. 2018. *Indikator Kinerja dan Peran Stakeholder dalam Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Lisu*. Jurnal Hutan dan Masyarakat. Makassar

## GLOSARIUM

<b>BBWS</b>	: Balai Besar Wilayah Sungai.
<b>Bangunan Sungai</b>	: Bangunan yang berfungsi untuk perlindungan, pengembangan, penggunaan dan pengendalian sungai.
<b>Bantaran Sungai</b>	: Lahan pada kedua sisi sepanjang palung sungai dihitung dari tepi sungai sampai dengan kaki tanggul sebelah dalam.
<b>Bendungan</b>	: Bangunan penahan atau penimbun air untuk irigasi (pembangkit listrik dan sebagainya);
<b>DIBI</b>	: Database Pengelolaan Data dan Informasi Bencana Indonesia yang dikembangkan dengan menggunakan perangkat lunak dan metodologi DesInventar dan DesConsultar
<b>DAS</b>	: Daerah Aliran Sungai.
<b>Erosi</b>	: Hal menjadi aus (berlubang) karena geseran air (tentang batu);
<b>Hidrologi</b>	: Ilmu tentang air di bawah tanah, keterdapatannya, peredaran dan sebarannya, persifatan kimia dan fisikanya, reaksi dengan lingkungan, termasuk hubungannya dengan makhluk hidup.
<b>Masalah Banjir</b>	Kondisi di mana banjir telah mengganggu kehidupan dan menimbulkan kerugian.
<b>Pengendalian Banjir</b>	: Identik dengan penanganan masalah banjir yang menyangkut upaya yang bersifat fisik; yang bertujuan untuk menurunkan besarnya kerugian/bencana akibat banjir, dan bukan untuk menghilangkan masalah banjir sama sekali.
<b>Sedimentasi</b>	: Pengendapan atau hal mengendapkan benda padat karena pengaruh gaya berat.
<b>Sumber Air</b>	: Tempat atau wadah air alami dan atau buatan yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah.

<b>Sumber Daya Air</b>	Air, sumber air, dan daya air yang dikandung di dalamnya
<b>Stakeholder</b>	: Pemangku kepentingan adalah terjemahan dari kata <i>stakeholder</i> dapat diartikan sebagai segenap pihak yang terkait dengan isu dan permasalahan yang sedang diangkat.
<b>Tanggul</b>	: Tambak (pematang besar) di tepi sungai dan sebagainya untuk menahan air.
<b>Wilayah sungai</b>	Kesatuan wilayah tata pengairan sebagai hasil pengembangan satu atau lebih daerah aliran sungai.

## KUNCI JAWABAN

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

Adapun kunci jawaban dari latihan setiap materi pokok, sebagai berikut:

### Latihan Materi Pokok 1

1. Hal-hal yang menyebabkan banjir di Indonesia adalah sebagai berikut:
  - a. Curah hujan yang tinggi;
  - b. Drainase yang tidak cukup di daerah dataran banjir;
  - c. Aliran balik dari sungai utama ke anak-anak sungai;
  - d. Peninggian dasar sungai akibat sedimentasi;
  - e. Kapasitas alur dan tinggi jagaan yang tersedia tidak cukup;
  - f. Aliran debris dan tanah longsor;
  - g. Meningkatnya aliran permukaan akibat penebangan hutan yang tidak terkendali;
  - h. Ulah manusia yang menghambat aliran (jembatan dan bendung yang tidak tepat dimensinya, permukiman liar dan lain sebagainya);
  - i. Aliran balik air pasang laut ke sungai dekat pantai.
2. Penyebab meningkatnya proses erosi dan sedimentasi pada sungai dan menambah frekuensi serta besarnya banjir karena bertambahnya pengolahan tanah di daerah-daerah dengan kemiringan tinggi di daerah aliran sungai bagian hulu;
3. Karakteristik banjir pada sungai-sungai di Indonesia:
  - a. Banjir-banjir di Sungai Permanen;
  - b. Banjir-banjir di sungai Ephemeral (Musiman);
  - c. Banjir di Perkotaan.

### Evaluasi Materi 1:

1. C
2. A
3. C

### Latihan Materi Pokok 2

1. Masalah banjir timbul akibat adanya interaksi antara faktor kondisi dan peristiwa alam dan faktor campur tangan manusia di daerah pengaliran sungai;
2. Penyebab terjadinya banjir dilihat dari faktor kondisi alam:
  - a. Pembendungan aliran di sungai akibat adanya penyempitan (*bottle neck*) alam dan pendangkalan palung sungai;

- b. Terdapatnya hambatan aliran yang disebabkan oleh kondisi geometri palung sungai, seperti misalnya *meandering*, pertemuan anak sungai dengan sungai induk yang tidak *streamline*, dan kemiringan sungai yang landai.
- 3. Penyebab terjadinya banjir dilihat dari faktor peristiwa alam:
  - a. Curah hujan yang tinggi;
  - b. Pembendungan aliran anak sungai akibat elevasi muka air banjir pada sungai induk yang tinggi; atau terjadinya puncak banjir pada sungai induk dan anak sungainya pada saat yang bersamaan;
  - c. Pembendungan aliran di muara sungai akibat air pasang di laut tempat bermuaranya sungai;
  - d. Pembendungan aliran sungai akibat terjadinya tanah longsor yang menutupi alur sungai.

**Evaluasi Materi Pokok 2:**

- 1. D
- 2. C
- 3. D

**Latihan Materi Pokok 3:**

- 1. DIBI dapat diakses *online* pada laman <http://dibi.bnpp.go.id>, akses ini juga dapat digunakan untuk mendapatkan data terkait kejadian banjir pada DAS tertentu, wilayah genangan serta kerugian akibat kejadian banjir tersebut;
- 2. Cara menentukan daerah rawan banjir di wilayah studi dilakukan 2 (dua) tahap. Pertama-tama adalah menentukan faktor-faktor penyebab banjir di wilayah studi dan kedua menerapkan Teknik Evaluasi Multi Kriteria dalam menemukan daerah rawan banjir berdasarkan faktor-faktor terkait banjir di DAS;
- 3. Orientasi dan pelatihan terus diberikan.

**Evaluasi Materi Pokok 3:**

- 1. A
- 2. B
- 3. C



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT  
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA  
PUSAT PENGEMBANGAN KOMPETENSI SDA DAN PERMUKIMAN  
JL. ABDUL HAMID NO.5A, JATIHANDAP, KEC. MANDALAJATI,  
KOTA BANDUNG, JAWA BARAT 40195