

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. SUMBERDAYA ALAM PESISIR**

Sumberdaya alam mutlak dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Kemajuan teknologi, peradaban, peningkatan populasi manusia serta revolusi industri membawa manusia menuju era eksploitasi sumberdaya alam sehingga ketersediaannya semakin berkurang (Maddinsyah dkk, 2018). Oleh karena itu, pemanfaatan sumberdaya alam harus dilakukan dengan menerapkan berbagai prinsip yaitu prinsip keefisiensi, prinsip pemanfaatan berkelanjutan, prinsip kemakmuran, keadilan dan pemerataan, prinsip rasionalisme, prinsip penggunaan tata ruang yang tepat, serta prinsip keseimbangan daya dukung lingkungan.

Sumberdaya alam masing-masing memiliki fungsi dalam mendukung kebutuhan kehidupan manusia. Sumberdaya alam dikelompokkan dalam berbagai jenis antara lain; berdasarkan habitatnya terdiri dari sumberdaya alam terestris (daratan), dan sumberdaya alam akuatik (perairan). Berdasarkan kemungkinan pemulihannya terdiri dari sumberdaya alam yang dapat diperbaharui (*renewable resources*), sumberdaya alam yang tidak dapat diperbaharui (*non renewable resources*) dan sumberdaya alam yang tidak akan habis (*continous resources*).

Berdasarkan asalnya sumberdaya alam terdiri dari sumberdaya alam hayati dan non hayati. Sumberdaya alam hayati meliputi seluruh organisme hidup yang terdiri dari tumbuhan dan hewan sedangkan sumberdaya alam non hayati berupa benda mati yang terdiri dari benda padat, cair dan gas. Wilayah pesisir Indonesia memiliki potensi kekayaan alam yang sangat besar antara lain: minyak dan gas, mineral,

perikanan, ekosistem terumbu karang, mangrove dan pariwisata serta menyediakan berbagai macam jasa-jasa lingkungan. Potensi sumberdaya hayati laut di wilayah pesisir dan laut selalu memberikan manfaat secara optimal bagi pengembangan ekonomi dan sosial budaya masyarakat (Muhtadi dkk, 2017). Sumberdaya pesisir dan laut dianggap sebagai sumberdaya milik bersama (*common property*) dan dapat dimanfaatkan oleh siapa saja (*open acces*).

Pemanfaatan sumberdaya alam pesisir dan laut semakin meningkat di hampir semua wilayah. Pemanfaatan wilayah pesisir dan laut berkelanjutan perlu dilakukan dengan perencanaan pengelolaan yang baik dan bertanggung jawab. Pengelolaan sumberdaya alam pesisir dengan tetap mengedepankan kelestarian lingkungan dan daya dukung lingkungan serta mengembangkan dan mengatur tata ruang dalam tata lingkungan yang dinamis. Perlu pelestarian fungsi lingkungan demi kepentingan manusia baik untuk kepentingan saat ini maupun yang akan datang.

Indonesia memiliki peluang sekaligus tantangan dalam pengembangan dan pengelolaan potensi sumberdaya pesisir. Saat ini, pengelolaan pesisir masih dilakukan secara sektoral. Pemerintah pusat maupun daerah belum memperhatikan potensi dan pembangunan daerah pesisir. Pelestarian lingkungan yang seharusnya berdasarkan pada konsep pembangunan berkelanjutan justru pada kenyataannya terjadi pengelolaan sumberdaya alam yang tidak terkendali. Kegiatan pembangunan di kawasan pesisir memberikan dampak terhadap penurunan kualitas lingkungan pesisir dan kelestarian sumberdaya alam. Dampak tersebut berupa pemanfaatan sumberdaya pesisir secara berlebih, pencemaran pesisir dan sedimentasi (Supriyanto, 2017).

## **B. PENCEMARAN PESISIR DAN SEDIMENTASI**

Pencemaran mengakibatkan terjadinya perubahan karakteristik fisik, kimia dan biologi lingkungan yang dapat mengancam kehidupan organisme (Geelani *et al.*, 2012). Perkembangan kegiatan industri dan perkotaan yang semakin pesat mengakibatkan dampak terhadap lingkungan (Croqueret *al.*, 2016). Bahan pencemar di lingkungan yang berasal dari darat dan laut akan memberikan dampak yang signifikan terhadap fungsi ekosistem.

Pencemaran dapat berasal dari sumber domestik dan sumber nondomestik. Sumber domestik yaitu dari pemukiman, kota, pasar, jalan, rumah sakit dan sebagainya. Sumber nondomestik yaitu berasal dari buangan pabrik, industri, pertanian, peternakan, perikanan dan sumber-sumber lainnya (Sastrawijaya, 2009). Menurut Supranto (2014), bahan pencemar (limbah) terbagi dalam 4 (empat) kelompok yaitu:

### **1. Limbah Cair**

Limbah cair yaitu bahan buangan berbentuk cair dengan sebagian partikel-partikel padat dan bahan-bahan terlarut baik organik maupun anorganik. Limbah cair berasal dari kegiatan rumah tangga, industri dan lain-lain. Limbah cair yang berasal dari buangan rumah tangga misalnya: tinja, air seni, deterjen dan lain sebagainya.

### **2. Limbah Padat/Sampah**

Limbah padat/sampah berupa bahan organik maupun anorganik berasal dari kegiatan rumah tangga, industri, perdagangan dan lain-lain. Limbah padat mengandung zat organik yang terdiri dari bahan-bahan nitrogen, protein, karbohidrat, dan lemak. Kandungan zat organik dalam limbah dapat mengeluarkan bau busuk.

### 3. Limbah Gas

Limbah gas berasal dari kegiatan rumah tangga, transportasi, industri dan kegiatan lainnya. Contoh limbah gas yaitu gas CO, CO<sub>2</sub>, sulfur dan sebagainya. Limbah gas dapat bercampur dengan partikel debu di atmosfer yang menyebabkan kurangnya intensitas cahaya matahari sehingga berdampak pada kehidupan tumbuhan. Selain itu, limbah gas dapat menyebabkan penyakit berupa gangguan saluran pernafasan dan berbagai penyakit lainnya.

### 4. Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)

Limbah B3 berasal dari buangan kegiatan atau proses produksi yang mengandung bahan berbahaya beracun yang karena sifat, konsentrasi dan jumlahnya dapat merusak, mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia. Karakteristik limbah B3 antara lain: mudah meledak, mudah terbakar, bersifat reaktif, beracun, menyebabkan infeksi dan bersifat korosif.

Bahan pencemar (limbah) yang berasal dari kegiatan manusia (limbah domestik) menjadi faktor utama penyebab pencemaran lingkungan. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air.

Air limbah domestik dari skala rumah tangga dan usaha/atau kegiatan berpotensi mencemari lingkungan maka perlu dilakukan pengolahan. Sumber pencemar air limbah domestik berasal dari penggunaan sanitasi manusia seperti dapur, kamar mandi, cucian, toilet dan lain-lain. Sumber pencemar air limbah domestik terdiri dari 2(dua) jenis kategori yaitu: *blackwater* dan *greywater*.

*Blackwater* mengandung urin dan feses sedangkan *greywater* berasal dari kegiatan dapur, mandi, cucian, dan bersih rumah/pel. Air limbah terdiri dari 99,7% air dan 0,3% bahan lain seperti bahan padat, koloid dan terlarut. Bahan organik, anorganik maupun gas yang terkandung dalam limbah cair rumah tangga dapat mencemari lingkungan (Suoth and Nazir, 2016). Beberapa bahan organik yang terkandung dalam air limbah domestik yaitu:

#### 1. Padatan Tersuspensi Total

Padatan Tersuspensi Total (TSS) dalam air terdiri dari partikel organik dan anorganik dan campurannya (fitoplankton, zooplankton, kotoran manusia, kotoran hewan, lumpur, sisa tanaman dan hewan serta limbah industri. TSS adalah jumlah total bobot bahan yang tersuspensi pada suatu volume air tertentu dalam satuan miligram per liter (Sastrawijaya, 2009). Peningkatan konsentrasi padatan tersuspensi total akan mempengaruhi kehidupan biota laut. Padatan tersuspensi mempengaruhi kecerahan. Semakin tinggi konsentrasi padatan tersuspensi semakin tinggi kekeruhan dan mengakibatkan semakin rendah tingkat kecerahan perairan (Siburian dkk, 2017).

#### 2. Nitrogen

Nitrogen organik adalah indikator kontaminasi bahan pencemar yang paling umum. Ada 3 (tiga) jenis nitrogen yang larut dalam air yaitu; amonium, nitrat dan nitrit. Nitrogen menjadi sumber nutrisi bagi mikroba. Bakteri autotrofik mampu mengurai nitrogen menjadi amonia, kemudian menjadi nitrit dan selanjutnya menjadi nitrat dengan menggunakan oksigen terlarut. Aktivitas bakteri tersebut menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen terlarut (Akkoz, 2017).

Peningkatan pH dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi amonia. Pada pH rendah, amonia berikatan dengan air ( $H_2O$ ) menghasilkan ion Ammonium ( $NH_4^+$ ) dan ion hidroksida ( $OH^-$ ). Pada pH tinggi amonia dapat bersifat toksin bagi organisme (Postolache *et al.*, 2012).

### 3. Fosfor

Nutrien yang paling dibutuhkan oleh organisme adalah unsur karbon, nitrogen, dan fosfor. Fosfor dan nitrogen sebagai sumber nutrisi bagi pertumbuhan mikroba dan alga dalam badan air. Fosfor ada di perairan dalam bentuk senyawa fosfat, terdiri atas fosfat terlarut dan fosfat partikulat. Fosfat terlarut terbagi atas fosfat organik dan fosfat anorganik yang terdiri dari ortofosfat dan polifosfat.

### 4. Kalium

Di perairan, kalium berbentuk ion atau berikatan dengan ion lain membentuk garam yang mudah larut. Kadar kalium di perairan lebih sedikit dibandingkan dengan kadar natrium. Perairan dengan rasio Na:K kurang dari 10 bersifat toksik bagi beberapa organisme akuatik (Effendi, 2003).

### 5. C-Organik

C-organik penting untuk mikroorganisme sebagai unsur hara. Seringkali ada hubungan langsung antara persentase C-organik total dan karbon dari biomassa mikroba (Handayanto, 2009).

### 6. Minyak dan Lemak

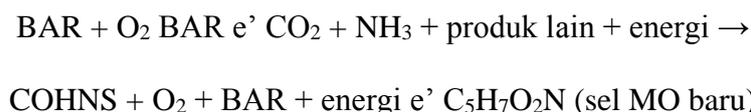
Minyak dan lemak dalam air membentuk ester dan alkohol atau gliserol. Minyak mengambang di atas permukaan air yang tercemar. Lemak merupakan senyawa organik yang relatif stabil dan sulit diuraikan oleh mikroba. Bahan pencemar

minyak dan lemak di perairan bersumber dari tumpahan minyak, bahan makanan, limbah industri bahan makanan dan limbah domestik (Manik, 2016).

Bakteri berperan penting dalam proses degradasi bahan organik aerobik dan anaerobik dan berkontribusi terhadap siklus nutrisi dalam sedimen (Sinkko *et al.*, 2013). Bakteri coliform merupakan indikator adanya kontaminasi limbah dalam perairan. Keberadaan bakteri coliform bisa menjadi indikator adanya bakteri patogen dan virus. Bakteri coliform menyebabkan kekeruhan, kebauan, perubahan pH dan menurunkan kadar oksigen dalam perairan (Sakellariadou, 2015).

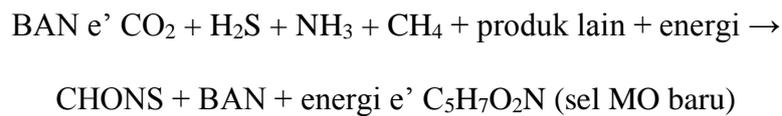
Suhu merupakan parameter fisik yang penting karena dapat mempengaruhi karakteristik badan air. Suhu tinggi akan mendorong mikroba untuk mengurai bahan organik sehingga mengakibatkan penurunan kadar oksigen terlarut dalam air (Postolacheet *al.*, 2012). Selain suhu, faktor lain yang berpengaruh terhadap kondisi perairan adalah pH. Derajat keasaman (pH) perairan dipengaruhi oleh faktor alami (adanya mineral karbonat) dan antropogenik (pembuangan limbah, emisi, kegiatan penambangan, kegiatan pertanian dan industri). Perubahan nilai pH dapat mempengaruhi biota dan ekosistem perairan (Sakellariadou, 2015).

Limbah organik yang ada di badan air akan dimanfaatkan dan diurai oleh mikroba aerobik (BAR) melalui proses reaksi sebagai berikut:



Berdasarkan reaksi tersebut diketahui bahwa semakin banyak limbah organik yang masuk dan tinggal pada lapisan aerobik akan semakin besar pula kebutuhan oksigen bagi mikroba untuk proses dekomposisi. Jika kebutuhan oksigen bagi mikroba

yang ada melebihi konsentrasi oksigen terlarut, maka oksigen bisa menjadi nol dan mikroba aerob akan digantikan oleh mikroba anaerob dan fakultatif yang tidak memerlukan oksigen. Sementara itu limbah organik yang masuk ke badan air secara anaerob akan dimanfaatkan dan diurai (dekomposisi) oleh mikroba anaerobik atau fakultatif (BAN) dengan proses seperti reaksi berikut:



Berdasarkan proses reaksi tersebut di atas diketahui bahwa aktivitas mikroba yang hidup dibagian badan air secara anaerob, selain menghasilkan sel-sel mikroba baru juga menghasilkan senyawa-senyawa  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  dan  $\text{CH}_4$  serta senyawa lain seperti amin dan komponen fosfor.  $\text{H}_2\text{S}$ , amin dan komponen fosfor adalah senyawa yang mengeluarkan bau menyengat dan tidak sedap. Selain itu, telah diduga bahwa  $\text{NH}_3$  dan  $\text{H}_2\text{S}$  hasil dekomposisi anaerob pada tingkat konsentrasi tertentu adalah beracun dan dapat membahayakan organisme lain.

Pencemaran pesisir dan laut berasal dari limbah buangan aktivitas daratan maupun laut (Supriyanto, 2017). Kontaminasi secara fisik maupun kimiawi.

#### 1. Pencemaran berasal dari aktivitas di daratan

- Penebangan hutan
- Buangan limbah industri
- Buangan limbah pertanian
- Buangan limbah cair domestik
- Buangan limbah padat
- Konvensi lahan mangrove dan lamun

- Reklamasi di kawasan pesisir
2. Pencemaran berasal dari aktivitas laut.

- Dumping di laut
- Pertambangan
- Eksplorasi dan eksploitasi minyak
- Budidaya laut
- Perikanan
- Kegiatan pelabuhan

Kegiatan pelabuhan juga merupakan sumber pencemaran lingkungan di daerah pesisir. Kegiatan ekonomi mengakibatkan peningkatan masalah lingkungan di pelabuhan (Shen *et al.*, 2017). Pelabuhan laut terdiri dari sistem kompleks yang terkait dengan berbagai isu terutama kaitannya dengan produksi limbah yang dibuang ke lingkungan perairan, tanah dan udara. Beberapa kegiatan di pelabuhan yang dapat menimbulkan dampak lingkungan antara lain: kegiatan perikanan dan kegiatan industri (Erdas *et al.*, 2015).

Proses dinamis perairan dipengaruhi oleh gerak sedimen di daerah dekat pesisir oleh gelombang dan arus (*littoral transport*) yang terdiri dari : a) Transport sepanjang pesisir (*long shore transport*). b) Transport tegak lurus (*onshore-offshore transport*). Saat gelombang pecah sedimen di dasar terangkat dan selanjutnya terangkut oleh dua macam gaya penggerak yaitu oleh komponen energi gelombang dan arus yang dibangkitkan oleh gelombang pecah.

Limbah yang masuk ke perairan pesisir dan laut akan berinteraksi dengan air dan menghasilkan perilaku limbah yang khas sesuai dengan zat limbah tersebut.

Perilaku tersebut dapat berupa menguap, larut, terdispersi dan sebagainya. Hal ini akan mengubah konsentrasi, intensitas dan pengaruh limbah terhadap lingkungan perairan. Dinamika perairan menyebabkan terjadinya proses pengangkutan partikel-partikel kimia yang penting bagi kehidupan di lingkungan perairan. Salah satu contohnya adalah pergerakan atau sebaran unsur hara di perairan pesisir yang dipengaruhi oleh dinamika arus dan turbulensi.

Sedimentasi yaitu proses pengendapan dari suatu material yang berasal dari angin, erosi air, gelombang laut serta gletser material yang dihasilkan dari erosi yang dibawa oleh aliran air dapat diendapkan di tempat yang ketinggiannya lebih rendah (Pangestu dan Haki, 2013). Sedimen merupakan ancaman bagi ekosistem perairan laut (Alvarez *et al.*, 2015). Proses sedimentasi dapat menimbulkan pendangkalan dan penurunan kualitas air.

Pergerakan pasang surut air laut sangat mendominasi penyebaran konsentrasi sedimen. Endapan sedimen di rawa pasang surut umumnya adalah tanah liat, mengandung bahan organik dan logam (Teuchies *et al.*, 2013). Karakteristik fisik sedimen berpengaruh terhadap proses sedimentasi. Peningkatan arus dan gelombang laut di wilayah pesisir pantai menyebabkan angkutan material sedimen semakin besar (Hendromi dkk, 2015).

Wibisono (2011), sedimen diklasifikasikan berdasarkan asal dan besar butir sedimen sebagai berikut:

1. Klasifikasi sedimen berdasarkan asal

- *Sedimen Lithogenous*

Jenis sedimen yang berasal dari pelapukan batuan dari daratan, lempeng kontinen dari kegiatan vulkanik. Jenis sedimen ini terbawa oleh air sungai melalui saluran drainase dan memasuki kawasan pesisir dan laut. Partikel-partikel sedimen yang berukuran besar akan lebih cepat tenggelam dan menetap di dasar perairan dibandingkan dengan partikel sedimen yang berukuran kecil.

- *Sedimen Biogenous*

Jenis sedimen yang berasal dari sisa-sisa rangka organisme hidup membentuk endapan berupa partikel-partikel halus yang seringkali mengendap pada daerah-daerah di dekat pesisir. *Sedimen biogenous* terbagi dalam 2 (dua) jenis *calcareous* dan *siliceous*. Ke dua jenis tersebut dibedakan berdasarkan jenis organisme, asal organisme dan jenis bahan penyusun rangka organisme.

Jenis *calcareous* terbagi menjadi 2 (dua) yaitu *globerigina* (organisme bersel tunggal dengan kulit yang mengandung *calcium carbonat*), dan *pteropod* (golongan moluska yang bersifat sebagai plankton dengan kulit yang mengandung zat kapur). Jenis *siliceous* terdiri dari 3 (tiga) jenis yaitu *diatom* (golongan tumbuh-tumbuhan bersel tunggal dengan kulit yang mengandung silika; *radiolaria* (golongan protozoa); *red clay* (mengandung silika yang tinggi) (Hutabarat dan Stewart, 2008).

- *Sedimen Hydrogenous*

Jenis sedimen yang berasal dari komponen kimia yang larut dalam air dengan konsentrasi jenuh dan terjadi pengendapan sebagai contoh bongkahan mangan yang berasal dari endapan lapisan oksida dan hidroksida besi dan mangan yang terdapat dalam rangkaian lapisan konsentris di sekitar pecahan batu dan di dalamnya juga tergabung logam-logam lain seperti tembaga (*copper*), cobalt dan nikel.

- *Sedimen Cosmogenous*

Jenis sedimen yang berasal dari luar angkasa berupa partikel dari benda-benda angkasa yang ditemukan di dasar laut dan mengandung banyak unsur besi, berukuran antara 10-640  $\mu$ .

## 2. Klasifikasi sedimen berdasarkan besar butir

Berdasarkan ukuran besar butir, klasifikasi sedimen dapat dilihat pada Tabel:

Tabel 3. Ukuran Besar Butir Sedimen Berdasarkan Skala Wentworth

Jenis	Partikel	Ukuran (mm)
Batu ( <i>stone</i> )	Bongkah ( <i>Boulder</i> )	>256
	Krakal ( <i>Coble</i> )	64-256
	Kerikil ( <i>Peble</i> )	4-64
	Butiran ( <i>Granule</i> )	2-4
Pasir ( <i>sand</i> )	Pasir sangat kasar ( <i>very coarse sand</i> )	1-2
	Pasir kasar ( <i>coarse sand</i> )	1/2-1
	Pasir sedang ( <i>medium sand</i> )	1/4-1/2
	Pasir halus ( <i>fine sand</i> )	1/8-1/4
	Pasir sangat halus ( <i>very fine sand</i> )	1/16-1/8
Lumpur ( <i>silt</i> )	Lumpur kasar ( <i>coarse silt</i> )	1/32-1/16
	Lumpur sedang ( <i>medium silt</i> )	1/64-1/32
	Lumpur halus ( <i>fine silt</i> )	1/128-1/64
	Lumpur sangat halus ( <i>very fine silt</i> )	1/256-1/128
Lempung( <i>clay</i> )	Lempung kasar ( <i>coarse clay</i> )	1/640-1/256
	Lempung sedang ( <i>medium clay</i> )	1/1024-1/640
	Lempung halus ( <i>fine clay</i> )	1/2360-1/1024
	Lempung sangat halus ( <i>very fine clay</i> )	1/4096-1/2360

Sumber: Wibisono (2011).

Sebagian besar aktivitas kehidupan manusia bergantung pada air antara lain sebagai sumber air minum, kegiatan pertanian, perikanan, transportasi dan sebagainya. Kegiatan tersebut dapat menimbulkan dampak pada lingkungan perairan seperti pencemaran. Untuk mensimulasi dan memprediksi transportasi pencemaran di lingkungan perairan dapat digunakan model kualitas air (Manivanan, 2017). Model kualitas air digunakan untuk mengidentifikasi pencemaran air dan sebaran pencemaran

di lingkungan perairan (Moriassi *et al.*, 2012). Dinamika sedimen merupakan salah satu indikator utama dalam pengelolaan sumberdaya alam berkelanjutan (Kabir *et al.*, 2014). Mekanisme transpor dan pengadukan sedimen dasar dipengaruhi oleh pola arus pasang surut. Transportasi sedimen yang terjadi akibat perubahan pasang surut dapat menyebabkan perubahan morfologi dasar perairan (Wisha dkk, 2017).

Transpor partikel sedimen sangat ditentukan oleh sifat fisika baik partikel maupun kolom air laut. Ukuran partikel dan kecepatan arus merupakan variabel penting. Mulyanto (2007), transpor sedimen dibagi ke dalam 3 (tiga) kelompok yaitu:

- *Wash load* atau sedimen cuci

Terdiri dari partikel lanau dan debu yang terbawa masuk ke dalam sungai dan tetap tinggal melayang sampai mencapai laut, atau genangan air lainnya. Sedimen jenis ini hampir tidak mempengaruhi sifat-sifat sungai meskipun jumlahnya yang terbanyak dibanding jenis-jenis lainnya terutama pada saat-saat permulaan musim hujan datang. Sedimen ini berasal dari proses pelapukan Daerah Aliran Sungai (DAS) yang terutama terjadi pada musim kemarau sebelumnya.

- *Suspended load* atau sedimen layang

Terdiri dari pasir halus yang melayang di dalam aliran karena tersangga oleh turbulensi aliran air. Pengaruh sedimen ini terhadap sifat-sifat sungai tidak begitu besar. Tetapi bila terjadi perubahan kecepatan aliran, jenis ini dapat berubah menjadi angkutan jenis ketiga. Gaya gerak bagi angkutan jenis ini adalah turbulensi aliran dan kecepatan aliran itu sendiri. Dalam hal ini dikenal kecepatan pungut atau "*pick up velocity*". Untuk besar butiran tertentu bila kecepatan pungutnya dilampaui maka

material akan melayang. Sebaliknya, bila kecepatan aliran yang mengangkutnya mengecil di bawah kecepatan punggutnya, material akan tenggelam ke dasar aliran.

- *Bed load*

Tipe ketiga dari angkutan sedimen adalah angkutan dasar di mana material dengan besar butiran yang lebih besar akan bergerak menggelincir, menggelinding satu di atas lainnya pada dasar sungai; gerakannya mencapai kedalaman tertentu dari lapisan sungai. Tenaga penggeraknya adalah gaya seret dari lapisan dasar sungai.

Kecepatan tenggelam suatu partikel tergantung pada jenis partikel. Jenis partikel pasir untuk tenggelam dan menetap pada lapisan atas perairan dengan kedalaman 4.000 meter memerlukan waktu sekitar 1,8 hari. Jenis partikel lumpur membutuhkan waktu sekitar 185 hari dan jenis partikel tanah liat membutuhkan waktu sekitar 51 tahun untuk tenggelam pada kedalaman perairan yang sama (Hutabarat dan Stewart, 2008).

Sebaran sedimen dan bahan pencemar di perairan sangat dipengaruhi oleh kondisi hidrodinamika perairan (Sukarno dan Yusuf, 2013) yang meliputi:

- Pasang surut

Pasang surut adalah perubahan atau perbedaan permukaan laut yang terjadi secara berulang dengan periode tertentu karena adanya gerakan dari benda-benda angkasa seperti rotasi bumi pada sumbunya, peredaran bulan mengelilingi bumi, dan peredaran bulan mengelilingi matahari. Pasang surut adalah faktor lingkungan yang paling berpengaruh terhadap kehidupan di lingkungan pantai termasuk estuari (Muhtadi dkk, 2017). Di Indonesia, ada beberapa macam tipe pasang surut. Tipe

pasang surut berdasarkan bilangan *Formzahl* dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Tipe Pasang Surut Berdasarkan Nilai Bilangan *Formzahl*

Tipe Pasang Surut	Nilai <i>Formzahl</i>	Keterangan
Pasang surut Setengah Harian (Semidiurnal/Ganda)	$0,00 < F \leq 0,25$	Terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam waktu satu hari dengan bentuk gelombang simetris.
Pasang surut campuran dengan tipe condong ganda	$0,25 < F \leq 1,50$	Terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan bentuk gelombang pasang pertama tidak sama dengan gelombang pasang ke dua dengan bentuk condong semi diurnal.
Pasang surut campuran dengan tipe condong tunggal	$1,50 < F \leq 3,00$	Terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam waktu satu hari dengan bentuk gelombang pasang pertama tidak sama dengan gelombang pasang ke dua dengan bentuk condong diurnal.
Pasang surut Harian (Tunggal)	$F > 3,00$	Terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam waktu satu hari.

*Sumber:* Fadilah dkk (2014)

- Arus

Arus laut adalah gerakan massa air laut ke arah horizontal dalam skala besar.

Kecepatan arus dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain; kecepatan angin, tahanan

dasar, gaya coriolis, perbedaan densitas gelombang, refraksi gelombang, difraksi gelombang, dan refleksi gelombang (Wibisono, 2005).

- Gelombang

Gelombang laut berkaitan dengan arus air laut. Gelombang laut memperlebar gradien vertikal pantai ke arah atas. Gelombang laut mendorong air lebih tinggi ke arah daratan dan menyeret air laut lebih ke bawah pada saat pembentukan gelombang. Gelombang merupakan media pelarutan gas oksigen dari atmosfer ke laut (Muhtadi dkk, 2017).

### **C. KEBIJAKAN PENGELOLAAN LINGKUNGAN PESISIR**

Lingkungan menjadi salah satu isu global. Laju pertumbuhan pembangunan yang semakin pesat mengakibatkan semakin meningkatnya permasalahan lingkungan. Lemahnya penegakan hukum dan terbatasnya dana pengelolaan lingkungan merupakan faktor kerusakan lingkungan. Berbagai tekanan terhadap lingkungan mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas udara, penurunan kualitas dan kuantitas air, penumpukan sampah, degradasi tanah, hingga merosotnya keanekaragaman hayati. Hal ini dapat mendorong ke arah pemikiran pentingnya pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

Amanah Undang Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Pengelolaan dan Perlindungan Lingkungan Hidup dalam Pasal 4 disebutkan bahwa upaya perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan dan penegakan hukum. Pengelolaan lingkungan adalah hal yang penting untuk dilakukan. Untuk memenuhi kebutuhan manusia yang semakin meningkat, seringkali kepentingan lingkungan hidup dikorbankan (Purnaweni, 2014).

Upaya pemerintah dalam pencegahan dan penanggulangan kerusakan dan pencemaran lingkungan hidup yaitu dengan membentuk lembaga yang bertanggung jawab dalam bidang lingkungan. Selain itu, telah ditetapkan dan diterbitkan beberapa peraturan perundang-undangan untuk mendukung terciptanya lingkungan hidup yang serasi dan seimbang (Manik, 2016).

Kebijakan merupakan bagian dari perencanaan yang mempersiapkan seperangkat keputusan baik yang berhubungan dengan dana, tenaga maupun waktu untuk mencapai tujuan. Kebijakan adalah rangkaian konsep asas yang menjadi garis dasar dan dasar rencana dalam pelaksanaan pekerjaan, kepemimpinan dan cara bertindak oleh pemerintah, organisasi dan sebagainya sebagai pernyataan cita-cita tujuan, prinsip atau maksud sebagai garis pedoman untuk manajemen dalam pencapaian sasaran (Rusdiana, 2015). Kebijakan adalah serangkaian tindakan untuk mencapai tujuan berdasarkan usulan dari seseorang atau sekelompok orang dengan memperhatikan input yang tersedia (Suwitri dkk, 2014).

Kebijakan merupakan cara pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan berbagai faktor sehingga dapat digunakan sebagai instrumen untuk mengimplementasikan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Kebijakan lingkungan diperlukan untuk mencapai keseimbangan dan kelestarian lingkungan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Menurut Effendie (2016), beberapa hal yang diatur dalam kebijakan lingkungan antara lain terkait dengan:

1. Pemanfaatan sumberdaya alam yang meliputi sumberdaya alam terbarukan (*renewable*) dan tidak terbarukan (*non renewable*) secara ramah lingkungan

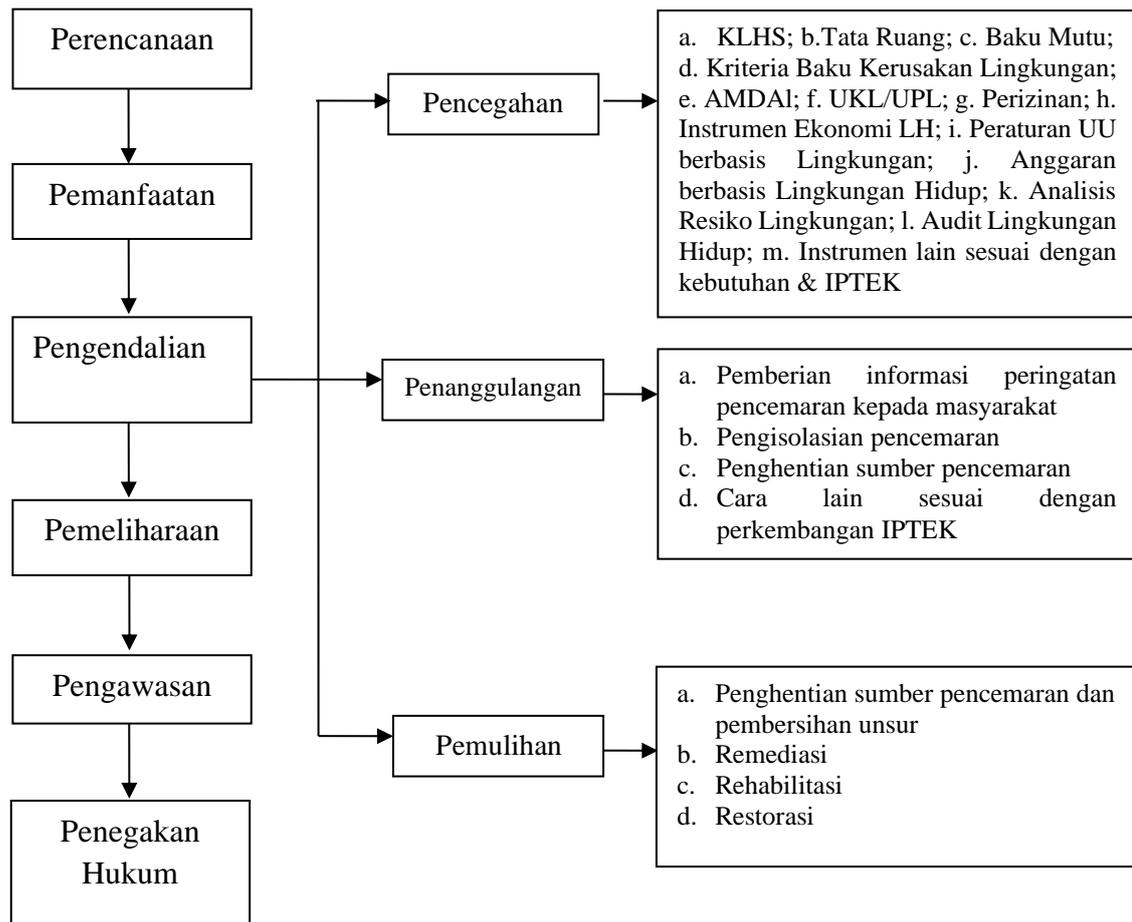
termasuk eksplorasi dan eksploitasi sumber bahan bakar minyak dan gas bumi, pengolahan dan distribusi air dari sumber air serta konservasi sumberdaya alam.

2. Upaya penanggulangan pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah baik padat, cair, gas maupun debu, penentuan baku mutu dan standar kualitas lingkungan hidup.
3. Pemulihan kondisi lingkungan yang rusak akibat berbagai kegiatan yang tidak ramah lingkungan meliputi: sedimentasi, banjir, abrasi laut, tanah longsor, kerusakan jalan, kualitas air, kualitas udara, bangunan cagar budaya dan lain sebagainya.
4. Mengatasi akibat eksternalitas (negatif) yang meliputi sumber, penetapan imbalan ganti rugi, tarif limbah dan subsidi atas pencemaran dan ijin usaha.
5. Mengatur tata ruang dan wilayah yang sesuai dengan daya dukung lingkungan dan perencanaan pengembangan wilayah yang harmonis antara pemukiman dan sentra-sentra kegiatan produksi dan kegiatan ekonomi lainnya serta pengawasan atas implementasinya.
6. Pembentukan lembaga-lembaga yang mengawasi dan mengendalikan kegiatan yang diperkirakan akan menimbulkan gangguan terhadap kelestarian dan keseimbangan lingkungan.
7. Menyusun rencana dan merealisasikan pembangunan yang berwawasan lingkungan untuk mencapai kesejahteraan masyarakat secara berkelanjutan.

Kondisi lingkungan perairan dari waktu ke waktu semakin mengalami penurunan kualitas. Kepentingan pelestarian sering diabaikan sehingga menimbulkan terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan. Pencemaran dan kerusakan

lingkungan akan menimbulkan terjadinya konflik sosial maupun konflik lingkungan. Untuk itu perlu dirumuskan kebijakan pengelolaan lingkungan.

Prinsip kebijakan pengendalian pencemaran lingkungan menurut Undang-Undang Pengelolaan dan Perlindungan Lingkungan Hidup No.32 Tahun 2009 dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Prinsip Kebijakan Pengendalian Pencemaran

Berbagai regulasi telah ditetapkan terkait pengelolaan wilayah pesisir dan laut yang dirangkum dalam Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Regulasi terkait Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Laut

No.	Regulasi
-----	----------

- 
1. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil;
  2. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2014 Tentang Perencanaan Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil;
  3. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2016 Tentang Perencanaan Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil;
  4. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2013 Tentang Pengawasan Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil ;
  5. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2014 Tentang Peran Serta dan Pemberdayaan Masyarakat dalam Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil;
  6. Peraturan Daerah Provinsi Sulawesi Selatan Nomor 06 Tahun 2007 Tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir;
- 

#### **D. MODEL PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM PESISIR DAN LAUT**

Beberapa model pengelolaan sumberdaya alam pesisir dan laut yang pernah diterapkan adalah sebagai berikut:

##### **1. Pengelolaan Tradisional (*Traditional Management*)**

Pada pengelolaan tradisional ditandai dengan tingkat pengetahuan, teknologi masyarakat dan bantuan pemerintah dalam pengelolaan sumberdaya yang masih rendah. Akibatnya kondisi teknologi, ekonomi dan ekologi bisa belum dimanfaatkan secara optimal. Namun kondisi sosial masyarakat termasuk kepercayaan, adat dan budaya yang berlaku di masyarakat setempat masih sangat kuat.

## **2. Pengelolaan Sumberdaya Berbasis Masyarakat (*Community Based Management*)**

Pengelolaan sumberdaya berbasis masyarakat dilakukan dengan memberikan kesempatan dan tanggungjawab kepada masyarakat untuk mengelola sumberdaya yang dimiliki. Masyarakat berperan aktif dalam merencanakan, melaksanakan dan memanfaatkan sumberdaya alam sekitar tempat tinggal mereka. Masyarakat dianggap lebih mengetahui karakteristik sumberdaya alam sekitar sehingga masyarakat membuat keputusan sendiri untuk pemanfaatan dan pelestarian demi kesejahteraan (Setiyono, 2016). Namun, model pengelolaan wilayah pesisir berbasis masyarakat yang tepat untuk mewujudkan kesejahteraan masyarakat pesisir masih perlu diformulasikan dengan baik. Masyarakat dalam menjalankan perannya perlu menyepakati aturan yang menjadi acuan dalam pengelolaan sumberdaya pesisir dan laut (Atu, 2018).

## **3. Pengelolaan Bersama (*Co-Management*)**

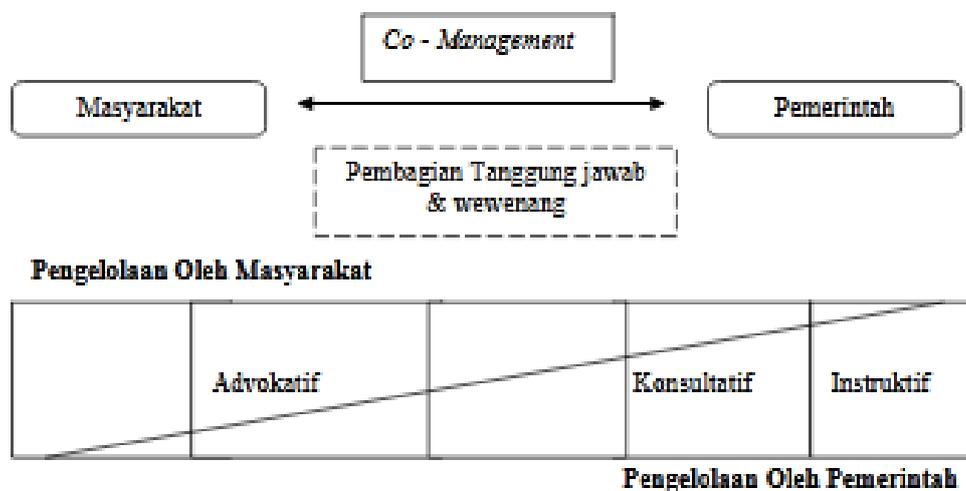
Konsep *co-management* merupakan bentuk pengelolaan sumberdaya alam yang menggabungkan 2 (dua) pendekatan yaitu pengelolaan yang dilakukan oleh pemerintah (*Government Centralized Management*) dan pengelolaan yang dilakukan oleh masyarakat (*Community Based Management*). Masyarakat dan pemerintah beserta *stakeholder* lainnya bekerja sama dalam pengelolaan sumberdaya alam dalam suatu kawasan. Namun pada konsep *co-management* juga terdapat kekurangan yaitu dalam penerapannya dibutuhkan dukungan secara resmi untuk menerapkan sistem ini membutuhkan dukungan secara legal dan finansial (Pomeroy and Rebecca, 2005).

## **4. Pengelolaan Sumberdaya Berbasis Ekosistem**

Konsep pengelolaan sumberdaya alam berbasis ekosistem bertujuan untuk menjaga keutuhan dan kelestarian ekosistem. Konsep ini menggunakan indikator ekologi untuk mengetahui perubahan kondisi ekosistem suatu kawasan. Indikator tersebut diharapkan agar lebih mudah dipahami dan diterapkan di lapangan. Perubahan kondisi ekosistem berdasarkan hasil monitoring tersebut sebagai acuan untuk melakukan tindakan perbaikan guna mengatasi kerusakan yang terjadi.. Sehingga perencanaan dan pengelolaan pesisir dan laut berbasis ekosistem memberikan indikasi yang prospektif (Susilowati, 2013).

#### E. *CO-MANAGEMENT*

Pendekatan pengelolaan kolaboratif atau *Co-management* merupakan pengelolaan partisipatif yang didasarkan pada kemitraan dan kebersamaan yang meliputi masyarakat, pemerintah dan *stakeholder* (Pomeroy and Rebecca, 2005). Susilowati (2013), bentuk *Co-management* digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3. Bentuk *Co-management*

Berdasarkan gambar tersebut di atas, *Co-management* didasarkan pada tiga ketentuan sebagai berikut:

- a. Seluruh *stakeholder* diharapkan terlibat aktif untuk berkomitmen dan berpartisipasi dalam pengelolaan.
- b. Peran dan tanggung jawab mitra berbeda-beda disesuaikan dengan kondisi kawasan yang akan dikelola.
- c. Tujuan pengelolaan mencakup aspek ekonomi, sosial dan budaya bukan hanya untuk tujuan ekologis konservasi.

*Co-management* diklasifikasikan dalam 5 (lima) tipe berdasarkan peran pemerintah dan *stakeholder* dalam proses pengambilan keputusan dan implementasinya yaitu sebagai berikut:

- a. Tipe Instruktif

Pada tipe ini, pertukaran informasi antara pemerintah dan masyarakat hanya sedikit. Pemerintah hanya menginformasikan kepada masyarakat mengenai keputusan-keputusan yang akan dibuat.

- b. Tipe Konsultatif

Pada tipe ini, semua keputusan dibuat oleh pemerintah. Namun tetap disediakan suatu mekanisme bagi pemerintah untuk berkonsultasi dengan masyarakat.

- c. Tipe Kooperatif

Pada tipe ini, pemerintah dan masyarakat bekerja sama dalam pengambilan keputusan.

- d. Tipe Penasehat

Pada tipe ini, masyarakat memberikan saran dan masukan kepada pemerintah mengenai suatu keputusan yang sebaiknya dibuat dan pemerintah memberi persetujuan terhadap keputusan tersebut.

e. Tipe Informasi

Pada tipe ini, masyarakat diberi kekuasaan oleh pemerintah dalam membuat keputusan. Selanjutnya masyarakat menginformasikan kepada pemerintah tentang keputusan-keputusan yang telah dibuat.

*Co-management* sebagai strategi pengelolaan yang realistis dan luwes. Selain pemangku kepentingan dalam hal ini masyarakat dan pemerintah, pemanfaat sumberdaya juga dapat ikut serta berbagi pengetahuan dan berdiskusi berdiskusi bersama dalam merumuskan keputusan (Alfred, 2017). Hal tersebut dilakukan untuk meminimalisir terjadinya perselisihan seluruh pihak yang terlibat secara demokratis.

## **F. PEMBANGUNAN KOTA BERWAWASAN LINGKUNGAN**

Pembangunan berwawasan lingkungan merupakan salah satu upaya yang dilakukan dalam memaksimalkan potensi sumberdaya alam secara terencana, bertanggung jawab dan sesuai dengan kemampuan daya dukung lingkungan (Dwi dan Rendra, 2017). Optimalisasi penerapan prinsip berwawasan lingkungan dalam sistem perkotaan tidak hanya dilakukan pada pemanfaatan sumberdaya alam yang ada namun perlu juga diperhatikan ruang kota. Pembangunan bertujuan untuk menghasilkan perubahan yang lebih baik dengan memperhatikan faktor-faktor penting yang mendukung dalam setiap prosesnya. Aspek penting yang sangat berpengaruh terhadap keberlanjutan pembangunan adalah aspek lingkungan. Oleh karena itu, konsep pembangunan berkelanjutan diharapkan agar dapat mengakomodir permasalahan lingkungan yang terjadi (Rosana, 2018).

Kota mengalami pertumbuhan secara terus-menerus dengan kebutuhan populasi manusia juga semakin meningkat yang akan berdampak terhadap ekosistem

alam. Kota terdiri dari lingkungan alami, lingkungan terbangun dan lingkungan sosial ekonomi yang masing-masing saling berinteraksi dan saling ketergantungan. Diperlukan integrasi dan dinamika yang berimbang agar ekosistem perkotaan dapat berlanjut. Kota yang berkelanjutan akan berkontribusi terhadap pembangunan berkelanjutan.

Beberapa tujuan pembangunan berkelanjutan yang dapat diterapkan pada pembangunan kota dilakukan dengan cara:

- a. Pemenuhan kebutuhan ekonomi; mata pencaharian yang memadai.
- b. Pemenuhan kebutuhan sosial, budaya, lingkungan dan kesehatan; perlindungan kesehatan, sanitasi, drainase, transportasi, pendidikan, tempat bekerja dan tempat tinggal yang aman.
- c. Pemenuhan kebutuhan politik; kesempatan berpartisipasi
- d. Minimalisasi penggunaan sumberdaya; minimalisasi penggunaan bahan bakar fosil.
- e. Pemanfaatan berkelanjutan bagi keterbatasan sumberdaya alam terbaharukan; penerapan konsep *recycle* dan *reuse*.
- f. Pembuangan limbah organik tidak melebihi ambang batas; kemampuan perairan mengurai limbah organik tanpa terjadi degradasi ekologi). Pembuangan limbah anorganik tidak melebihi ambang batas area pembuangan.