

VALUASI EKONOMI DAMPAK LINGKUNGAN AKIBAT TUMPAHAN MINYAK DI PERAIRAN CILACAP

Mauludiyah

Ilmu Kelautan, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel

Email: mauludiyah@uinsby.ac.id

Abstrak

Selain dampak sosial ekonomi, pencemaran minyak yang sering terjadi di perairan Cilacap akan berdampak terhadap rusaknya sumber daya hayati laut di kawasan tersebut. Untuk itu diperlukan pendekatan ekologi dan ekonomi dalam proses pengambilan keputusan penanggulangan tumpahan minyak. Makalah ini memfokuskan pada perhitungan biaya kerusakan lingkungan berdasarkan skenario tumpahan minyak di perairan Cilacap, volume tumpahan 2.500 ton dan terjadi pada bulan Agustus, dari penelitian Mauludiyah (2012). Perhitungan biaya kerusakan lingkungan akibat pencemaran minyak dilakukan melalui pendekatan *total economic valuation*. Biaya kerusakan lingkungan memperhitungkan ekosistem terdampak dan kematian satwa burung akibat tumpahan minyak. Dari hasil perhitungan didapatkan total biaya kerusakan lingkungan akibat tumpahan minyak di perairan Cilacap dari skenario yang telah ditentukan adalah Rp. 1,9 triliun, dengan biaya kerusakan ekosistem/habitat paling besar adalah pada lokasi muara Sungai Donan dengan biaya kerugian mencapai Rp. 1,8 triliun.

Kata Kunci : tumpahan minyak, perairan Cilacap, kerusakan lingkungan, nilai ekonomi

PENDAHULUAN

Pencemaran minyak adalah salah satu permasalahan penting yang terjadi di wilayah pesisir dan laut. Secara akumulatif, sumber pencemar tersebut tidak hanya mencemari wilayah pesisir dan laut saja tetapi dapat juga mempengaruhi ekosistem di kawasan daratan. Tumpahan minyak yang terjadi di lingkungan laut akan membawa dampak yang buruk pada organisme laut, seperti bentos hingga invertebrata dan mamalia laut. Pencemaran air laut oleh minyak juga akan berdampak terhadap beberapa jenis burung. Air yang bercampur minyak juga akan mengganggu ekosistem spesifik di perairan pesisir dan laut, seperti terumbu karang, lamun dan mangrove.

Kabupaten Cilacap (Gambar 1) merupakan salah satu kabupaten terluas yang terletak di bagian selatan Propinsi Jawa Tengah dengan luas 225.360,40 km² dan berada pada posisi 108°04'30" - 109°30'30" BT dan 07°30'04" - 07°45'20" LS. Berdasarkan data yang dihimpun dari berbagai sumber, selama kurun waktu 1989-2011 terdapat sebanyak 16 kasus pencemaran minyak yang terjadi di perairan Cilacap, 12 diantaranya disebabkan kecelakaan kapal dan 4 kasus akibat kebocoran pipa

(Mauludiyah, 2012). Pada tahun 2015, terjadi kebocoran di dekat Pantai Cimiring, di sekitar Single Point Mooring Pertamina Refinery Unit (RU) IV Cilacap yang mengakibatkan tumpahan minyak menutup perairan bagian selatan Pulau Nusakambangan, Cilacap (Berita nasional.tempo.co, Kamis, 21 Mei 2015).



Gambar 1. Kabupaten Cilacap (Inset: Propinsi Jawa Tengah)

Pencemaran minyak yang sering terjadi di perairan Cilacap akan berdampak terhadap rusaknya sumber daya hayati laut di kawasan tersebut dan akan berdampak pula pada kehidupan ekonomi masyarakat yang

tergantung pada lokasi perairan di sekitar terjadinya tumpahan minyak. Untuk itu diperlukan pendekatan ekologi dan ekonomi dalam proses pengambilan keputusan penanggulangan tumpahan minyak.

Secara umum, biaya yang timbul akibat tumpahan minyak dapat diestimasi dari 3 (tiga) komponen, yaitu biaya kerusakan lingkungan dan sosial-ekonomi serta biaya pembersihan (*clean-up*) tumpahan minyak (Liu & Wirtz, 2009). Namun demikian, makalah ini memfokuskan pada perhitungan biaya kerusakan lingkungan akibat tumpahan minyak di perairan Cilacap. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai suatu rujukan atau rekomendasi awal dalam perhitungan klaim ganti kerugian finansial untuk pemulihan lingkungan yang rusak.

TINJAUAN PUSTAKA

Pada dasarnya nilai lingkungan, termasuk ekosistem sumberdaya alam pesisir dan laut, dibedakan menjadi nilainya atas dasar penggunaan (*instrumental value*, atau disebut juga dengan *use value*) dan nilai yang terkandung di dalamnya tanpa penggunaan (*intrinsic value*, atau disebut juga dengan *non-use value*). Nilai atas dasar penggunaan menunjukkan kemampuan lingkungan apabila digunakan untuk memenuhi kebutuhan, sedangkan nilai yang terkandung dalam lingkungan adalah nilai yang melekat pada lingkungan tersebut. Nilai lingkungan ini dibedakan atas nilai penggunaan ekstraktif, nilai penggunaan non-ekstraktif, nilai jasa lingkungan, nilai jasa biologis dan nilai jasa sosial (Remoundou dkk., 2009; Suparmoko, 2006).

Selanjutnya, atas dasar penggunaannya, nilai lingkungan dibedakan lagi menjadi nilai atas dasar penggunaan langsung (*direct use value*), nilai penggunaan tidak langsung (*indirect use value*), nilai atas dasar pilihan penggunaan (*option use value*), dan nilai yang diwariskan (*bequest value*). Sedangkan nilai atas dasar tanpa penggunaan juga dibedakan menjadi nilai atas dasar warisan dari generasi

sebelumnya (*bequest value*) dan nilai keberadaannya saja (*existence value*).

Dari berbagai macam penggunaan dan keberadaan tersebut maka ekonom lingkungan berusaha memberikan nilai dalam rupiah sehingga semua aset alam dan dampak perubahannya apabila ada kegiatan berdampak ataupun bencana alam akan dapat dievaluasi secara lebih jelas dan pasti. Jadi dalam menentukan nilai lingkungan secara keseluruhan atau nilai ekonomi total (*total economic value*), dapat dijumlahkan nilai penggunaan langsung, nilai penggunaan tidak langsung, nilai pilihan, nilai warisan dan nilai keberadaannya seperti diberikan dalam Pers. (1).

$$TEV = UV + NUV = (DUV + IUV + OV) + (XV + BV) \quad (1)$$

TEV adalah *Total Economic Value* (Nilai Ekonomi Total), *UV* adalah *Use Value* (Nilai Manfaat), *NUV* adalah *Non-Use Value* (Nilai Bukan Manfaat), *DUV* adalah *Direct Use Value* (Nilai Langsung), *IUV* adalah *Indirect Use Value* (Nilai Tidak Langsung), *OV* adalah *Option Value* (Nilai Pilihan), *XV* adalah *Existence Value* (Nilai Keberadaan), dan *BV* adalah *Bequest Value* (Nilai Warisan)

Selanjutnya, kerusakan lingkungan (*L*) akibat tumpahan minyak dapat diestimasi dengan menggunakan Pers. (2) (Penn & Tomassi, 2002).

$$L = V_L \cdot \sum_{t=i}^B A_L \cdot (1+d)^{(T-i)} \quad (2)$$

V_L adalah nilai ekonomi per unit area dari ekosistem/habitat terdampak, A_L adalah area dimana kerusakan lingkungan terjadi (ekosistem/habitat terdampak), B adalah waktu (dalam tahun) yang diperlukan untuk pemulihan kembali, i adalah tahun dimana peristiwa tumpahan minyak terjadi, T adalah *base year*, d adalah *discount rate* tahunan yang nilainya direkomendasikan NOAA dalam Liu & Wirtz (2009) dan Penn & Tomasi (2002) adalah sebesar 0,03.

METODOLOGI PENELITIAN

Penentuan nilai ekosistem pesisir dan laut untuk mengestimasi biaya kerusakan lingkungan pada penelitian ini dilakukan melalui pendekatan analisa dampak (*impact analysis*). Pendekatan ini dilakukan untuk mengetahui nilai ekonomi ekosistem dilihat dari dampak yang mungkin timbul sebagai akibat dari tumpahan minyak yang terjadi (Anonim, 2008). Kemudian dilakukan analisis valuasi ekonomi dengan pendekatan metode perhitungan nilai ekonomi. Pada metode perhitungan nilai ekonomi dapat dihitung nilai ekonomi ekosistem yang terkena dampak pencemaran minyak dengan perhitungan *total economic valuation*.

Pada tahap ini, dampak kontaminasi minyak pada sumber daya pesisir dan laut dihubungkan dengan luas area yang terkena dampak tumpahan minyak. Pada penelitian ini, luas area tersebut didapat dari hasil simulasi model tumpahan minyak (Mauludiyah, 2012). Simulasi dilakukan dengan variasi lima volume tumpahan yang berbeda pada rentang waktu 12 bulan (Januari - Desember). Volume tumpahan yang disimulasikan adalah 7, 250, 700, 2.500 dan 150.000 ton.

Nilai 7 dan 700 dipilih berdasarkan pembagian ITOPF (*International Tanker Owners Pollution Federation Limited*) untuk volume tumpahan minyak skala rendah (<7 ton), menengah (7-700 ton) dan besar (>700 ton). Sedangkan nilai 250, 2.500 dan 150.000 dipilih berdasarkan nilai kuartil bawah, tengah dan atas dari data volume tumpahan minyak yang terjadi di perairan Indonesia. Simulasi dilakukan dengan memperhitungkan pengaruh angin, pasang surut, kekasaran dasar laut, turbulensi serta viskositas eddy.

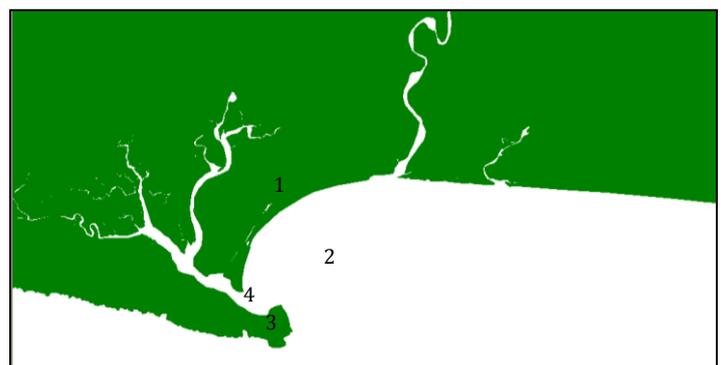
Penelitian ini memfokuskan pada hasil simulasi tumpahan minyak dengan volume 2.500 ton pada bulan Agustus. Hal ini dikarenakan skenario tersebut dapat merepresentasikan kerusakan lingkungan yang terjadi, ditinjau dari frekuensi volume tumpahan yang terjadi dan luasan area terdampak.

Potensi sumber daya pesisir dan laut dan nilainya didapatkan dari hasil studi sebelumnya yang telah dilakukan oleh Costanza dkk. (2008) dalam Liu & Wirtz (2009). Selanjutnya, data-data mengenai dampak tumpahan minyak yang terjadi diolah untuk mengestimasi biaya kerusakan lingkungan.

Perhitungan nilai kerugian sumber daya pesisir dan laut yang mengalami kerusakan dilakukan dengan pendekatan nilai ekonomi total, dengan menggunakan Pers. (1). Untuk memberikan nilai dari tiap variabel pada persamaan tersebut maka digunakan metode penilaian ekonomi dengan pendekatan benefit transfer. Selanjutnya, perhitungan estimasi biaya total kerusakan lingkungan dilakukan dengan menggunakan Pers. (2).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil simulasi penyebaran tumpahan minyak (Mauludiyah, 2012), maka lokasi terdampak pencemaran minyak pada penelitian ini dibagi menjadi 4 (empat) area, yaitu (1) dataran pantai berpasir, (2) perairan terbuka, (3) daerah ujung timur Pulau Nusakambangan dan (4) muara Sungai Donan, seperti diberikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi terdampak pencemaran minyak (Sumber : Mauludiyah, 2012)

Waktu Pemulihan

Asumsi yang berbeda digunakan untuk menentukan durasi masa pemulihan (*recovery*) pada lokasi terdampak pencemaran minyak.

Asumsi yang digunakan tersebut berdasarkan pada kajian Dicks (2006) yang ditunjukkan pada Tabel 1. Daerah perairan terbuka memiliki kemampuan dilusi (pengenceran polutan minyak) yang sangat tinggi sehingga masa pemulihannya juga relatif cepat, sehingga diasumsikan masa pemulihannya adalah tiga bulan. Pada daerah dataran pantai berpasir, durasi masa pemulihan ditentukan selama tiga tahun.

Sedangkan daerah muara merupakan daerah yang produktif, seperti *saltmarshes*, sehingga apabila terkena tumpahan minyak maka akan berdampak dalam jangka waktu yang panjang (*long-term damage*), sehingga durasi masa pemulihan ditentukan 20 tahun. Selain itu, penentuan masa pemulihan ekosistem muara yang diasumsikan sama dengan masa pemulihan *saltmarshes* juga didasarkan pada karakteristik sedimen pada muara adalah sama dengan *saltmarshes*, yaitu *fine sediments*. Jenis sedimen ini umumnya ditemukan pada area yang terlindung dari gelombang dan arus seperti muara dan *saltmarshes* (Dicks, 2006).

Tabel 1. Masa pemulihan pada beberapa sumberdaya pesisir (setelah dilakukan *clean-up*)

Plankton	Dalam hitungan minggu/bulan
Exposed rocky shores	1 - 3 tahun
Sheltered rocky shores	1 - 5 tahun
Sand beaches	1 - 3 tahun
Saltmarshes	5 - 20 tahun
Mangroves	10 - 50 tahun

Sumber: Dicks (2006)

Pada area hutan alam, masa pemulihannya ditentukan selama tiga tahun dengan menggunakan asumsi bahwa daerah pantai pada area hutan alam merupakan pantai berpasir. Durasi masa pemulihan ini kemudian dihubungkan dengan luas area terdampak (lihat Pers. (2)). Luas area terdampak akan berubah seiring dengan waktu pemulihan.

Ekosistem/Habitat Terdampak

Dampak pencemaran minyak yang terjadi di dataran pantai berpasir dan perairan terbuka ditentukan hanya melingkupi pasir pantai dan

air laut. Hal ini dikarenakan tidak ditemukan ekosistem spesifik perairan pesisir dan laut, seperti hutan mangrove, pada wilayah tersebut (Mauludiyah, 2012).

Selanjutnya, menurut penelitian yang dilakukan oleh Ngatno, dkk. (1999), hanya terdapat beberapa jenis satwa di dataran pantai berpasir pada kawasan Teluk Penyu. Satwa yang ada terus mengalami penurunan dan yang tersisa adalah Rusa Jawa, Babi Hutan, Kera Abu-Abu, Burung Elang dan Burung Bangau. Bahkan, masih menurut penelitian tersebut, data Bagian Lingkungan Hidup (BLH) Cilacap menyebutkan bahwa satwa Penyu (yang dulu banyak hidup dan berkembang biak) di Teluk Penyu sudah tidak ada lagi.

Dari beberapa jenis satwa yang masih ada di Teluk Penyu tersebut, Burung Bangau, termasuk jenis *waterfowl*, merupakan satwa yang rentan akan pencemaran minyak di lingkungan laut dikarenakan probabilitas bertemu (*encounter*) dengan lapisan minyak di permukaan laut sangat tinggi yaitu sebesar 99% (McCay, 2003).

Faktor yang menentukan keberadaan burung adalah ketersediaan makanan, tempat untuk istirahat, main, kawin, bersarang, bertengger dan berlindung. Kemampuan suatu area untuk menampung burung ditentukan oleh luasan, komposisi dan struktur vegetasi, banyaknya tipe ekosistem dan bentuk habitat (Hernowo, 1985 dalam Prakoso, 2003). Kelengkapan komponen habitat mempengaruhi banyaknya jenis burung air di habitat tersebut (Mulyani, 1985 dalam Prakoso, 2003). Burung air mencari makan pada area yang berwujud perairan air tawar, payau dan laut antara lain sungai, danau, waduk, mangrove, rawa pasang surut, cekungan, air payau, teluk, selat, laguna, karang dan lain-lain (Direktorat Jenderal PHPA, 1982 dalam Prakoso, 2003).

Dari informasi tersebut dan hasil penelusuran berita yang juga menyebutkan bahwa 'hanya' belasan burung yang ditemukan mati akibat tumpahan minyak King Fisher di perairan Cilacap pada tahun 2000, maka dapat diasumsikan bahwa secara umum jumlah satwa burung di kawasan dataran pantai berpasir Cilacap tidak signifikan.

Selanjutnya, kawasan muara Sungai Donan, yang merupakan kawasan intertidal, sering dimanfaatkan oleh burung air sebagai kawasan mencari makan, terutama saat air sungai surut. Jenis-jenis burung yang dapat dijumpai di kawasan ini adalah jenis Kuntul (*Egretta* sp.), Bangau Tongtong (*Leptotilos javanicus*), dan Cagak Abu (*Ardea cinerea*) serta burung migran Trinil (*Tringa* sp.) dan Gajahan (*Numenius phaeopus*) (Prakoso, 2003).

Sedangkan Sungai Donan, yang sering dimanfaatkan masyarakat sebagai sarana transportasi, mencari ikan, serta mengairi tambak, juga merupakan habitat burung air untuk mencari ikan maupun istirahat. Burung-burung tersebut antara lain Kuntul Perak Kecil (*Egretta garzetta*), Cagak Abu (*Ardea cinerea*) dan Bangau Tongtong (*Leptotilos javanicus*).

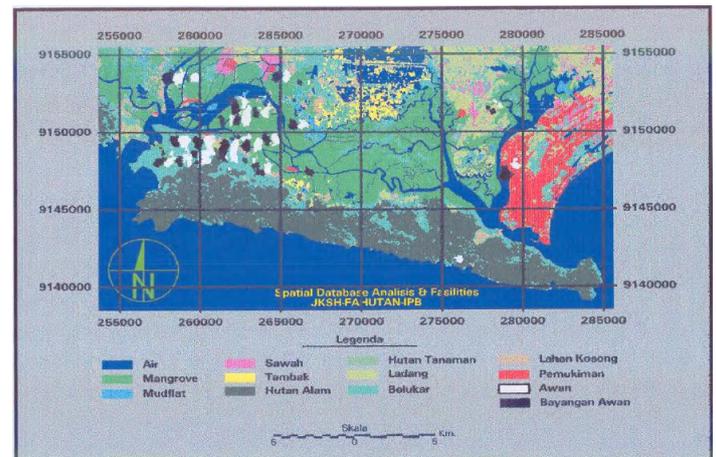
Ujung timur Pulau Nusakambangan diidentifikasi sebagai belukar dan hutan alam, seperti terlihat dari peta penutupan lahan pada Gambar 3. Menurut informasi sebelumnya terkait habitat burung air, maka diasumsikan jumlah burung di daerah ini tidak signifikan.

Nilai Ekonomi Ekosistem/Habitat Terdampak

Nilai pemanfaatan pasir pantai antara lain untuk wisata pantai, dermaga, habitat bagi aneka flora dan fauna serta bahan bangunan/sumber mineral/bahan tambang. Sedangkan nilai pemanfaatan air laut antara lain untuk sarana transportasi, olahraga, rekreasi dan pariwisata, habitat bagi aneka flora dan fauna, tempat budidaya ikan, rumput laut dan kerang mutiara, salah satu sumber air minum (melalui desalinasi), tempat berbagai sumber daya alam yang bernilai ekonomis tinggi, sarana pendidikan dan penelitian serta masih banyak lagi fungsi lainnya. Nilai sumberdaya pesisir dan laut berupa pantai dan air laut menurut Costanza (2008) dalam Liu & Wirtz (2009) adalah sebesar 379.200 Euro/km²/tahun dan 26.100 Euro/km²/tahun.

Selanjutnya, kerusakan lingkungan akibat dampak pencemaran minyak yang terjadi di daerah ujung timur Pulau Nusakambangan dan

muara Sungai Donan, dari berbagai informasi yang berhasil dikumpulkan sebelumnya, ditentukan melingkupi daerah muara, hutan alam dan burung air. Nilai ekonomi ekosistem muara dan hutan alam diberikan pada Tabel 2 dan 3. Pada tabel tersebut, nilai yang digunakan adalah total nilai dari fungsi ekosistem berdasarkan referensi yang ditinjau (kolom ke-5).



Gambar 3. Peta Penutupan Lahan Kawasan Segara Anakan, Cilacap (Sumber: Prakoso, 2003)

Nilai ini dipilih karena lokasi dilakukan penelitian adalah Indonesia dan negara lain yang lokasinya relatif dekat dengan Indonesia. Lokasi penelitian yang jauh dari Indonesia dipilih karena tidak ada referensi lain selain penelitian tersebut. Nilai ekonomi ekosistem muara dan hutan alam yang digunakan pada penelitian ini adalah 14576 dan 1592 US\$/km²/tahun. Sedangkan nilai ekonomi burung air menurut Costanza (2008) dalam Liu & Wirtz (2009) adalah sebesar 62,5 Euro per burung.

Biaya kerusakan ekosistem/habitat dari skenario model yang telah ditentukan dihitung dengan mengalikan luasan area terdampak dengan nilai ekonomi per unit sumberdaya (pantai, air laut, muara dan hutan alam) dengan menggunakan Pers. (1). Hasil perhitungan selengkapnya diberikan pada Tabel 4.

Tabel 2. Nilai Ekonomi Ekosistem Muara

Fungsi Ekosistem	Referensi	Metode	Lokasi	Value US\$/ha/thn	Low	High	Average
1	2	3	4	5	6	7	8
Disturbance regulation	Thibodeau & Ostro (1981); de Groot (1982)	Damage prevention	Belanda	567	567	567	567
Nutrient cycling	Costanza R., dkk. (1997)	Replacement cost	Global	12950	11100	31100	21100
Biological control	Pimentel dkk. (1996)		Global	78	78	78	78
Habitat	de Groot (1982)	Market price	Belanda	131	131	131	131
Food production	Costanza R., dkk. (1997)	Market price	Global	233	30	1331	521
Raw material	de Groot (1982)	Market price	Belanda	25	25	25	25
Recreation	de Groot (1982)	Market price	Belanda	567	195	567	381
Cultural	de Groot (1982)	Market price	Belanda	25	25	34	29
Total				14576	12151	33833	22832

Sumber: diolah dari Costanza, dkk. (1997) dalam Kusumastanto, T. (tanpa tahun)

Tabel 3. Nilai Ekonomi Ekosistem Hutan

Fungsi Ekosistem	Referensi	Metode	Lokasi	Value US\$/ha/thn	Low	High	Average
1	2	3	4	5	6	7	8
Climate regulation	Pearce, dkk. (1994)		Indonesia	225	88	482	223
Disturbance regulation	Ruitenbeek (1989)	TEV	Kamerun	5	5	5	5
Water regulation	Kumari (1995)	Effect on production	Malaysia	17	1	17	6
Water supply	Kumari (1995)	Market price	Malaysia	8	8	8	8
Erosion control	Magrath & Arans (1989)		Indonesia	10	5	657	245
Soil formation	Pimentel dkk. (1996)		Global	10	10	10	10
Nutrient cycling	Chopre (1993)	Experimental data	India	922	922	922	922
Waste treatment	Pimentel dkk. (1996)		Global	87	87	87	87
Food	Kumari (1995)	Market price	Malaysia	7	6	75	32
Raw material	Pearce dkk., 1994		Indonesia	232	43	1014	315
Genetic resources	Pearce dkk., 1994		Malaysia	52	1	112	41
Recreation	Kumari (1995)	Market price	Malaysia	14	0	662	112
Cultural	Adger dkk. (1995)	CVM	Meksiko	3	1	3	2
Total				1592	1177	4054	2008

Sumber: diolah dari Costanza, dkk. (1997) dalam Kusumastanto, T. (tanpa tahun)

Tabel 4. Biaya kerusakan lingkungan dengan skenario volume tumpahan 2500 ton di bulan Agustus*

Luasan Area Terdampak (km ²) ^a				Biaya Kerusakan Ekosistem(Rp) ^b				Biaya Kematian Burung (Rp) ^c	Total
1	2	3	4	1	2	3	4		
7,42	6,88	2,13	4,87	24,013,142,935	1,854,055,361,450	28,294,616,654	373,812,148	1.118.460.872	1,907,855,394,060

Keterangan:

1 daerah ujung timur Pulau Nusakambangan (nilai pemanfaatan ekosistem hutan adalah 1.592 US\$/ha/tahun)

2 muara Sungai Donan (nilai pemanfaatan ekosistem muara adalah 14.576 US\$/ha/tahun)

3 dataran pantai berpasir (nilai pemanfaatan ekosistem pantai adalah 379.200 Euro/km²/tahun)

4 perairan terbuka (nilai pemanfaatan air laut adalah 26.100 Euro/km²/tahun)

^a Hasil simulasi distribusi tumpahan minyak (Mauludiyah, 2012)

^b Hasil pada tabel telah memperhitungkan masa pemulihan

^c Biaya merupakan hasil kali probabilitas kematian (99%), densitas burung (225 ekor/km²), nilai ekonomi satwa burung 62,5 Euro/ekor dan luas area terdampak (nilai pada kolom pada tabel)

* Asumsi kurs yang digunakan adalah Rp. 9.348,00/US\$ dan Rp. 11.677,00/Euro)

Sedangkan untuk menghitung banyaknya burung yang mati akibat tumpahan minyak, digunakan probabilitas kematian, densitas (kepadatan) burung dan luas area terdampak. Probabilitas kematian burung diasumsikan sebesar 99% berdasarkan kajian McCay (2003). Sedangkan kepadatan populasi burung diasumsikan sebesar 225 ekor per km². Hal ini berdasarkan informasi dari Erftmeijer dkk. (1988) dalam Prakoso (2003) yang menyebutkan bahwa Laguna Segara Anakan Cilacap mendukung kehidupan 85 jenis burung, termasuk 160 – 180 burung Bluwok (*Mycteria cinerea*).

Data tersebut diperbarui dengan kajian yang dilakukan oleh Prakoso (2003) yang menyebutkan bahwa berdasarkan analisis citra satelit tahun 2002, luas Laguna Segara Anakan tinggal 849,670 ha, dari sebelumnya 4580 ha pada tahun 1970. Hal ini masih ditambah lagi dengan habitat burung air yang saat ini menghadapi ancaman yang serius dikarenakan pencemaran baik dari limbah rumah tangga maupun minyak. Dengan demikian diasumsikan saat ini hanya tinggal 10 jenis burung air dengan jumlah burung pada tiap jenisnya adalah 180 ekor, sehingga populasi burung adalah sebesar 225 ekor/km².

Luas area terdampak (lihat Tabel 4) dihubungkan dengan area yang merupakan habitat burung air, yaitu muara. Hasil perhitungan biaya terkait kematian satwa burung menunjukkan bahwa biaya kerugian mencapai Rp. 1,1 miliar (selengkapnya lihat Tabel 4). Selain itu, berdasarkan tabel tersebut, biaya kerusakan ekosistem/habitat paling besar adalah pada lokasi muara Sungai Donan, dengan biaya kerugian mencapai Rp. 1,8 triliun. Sementara biaya kerusakan pada dataran pantai berpasir, perairan terbuka, dan daerah ujung timur Pulau Nusakambangan masing-masing mencapai Rp. 28,3 miliar, Rp. 373 juta, dan Rp. 24 miliar. Total biaya kerusakan lingkungan akibat tumpahan minyak di perairan Cilacap dari skenario yang telah ditentukan adalah Rp. 1,9 triliun.

PENUTUP

Perhitungan biaya kerusakan lingkungan akibat tumpahan minyak tidak bisa berlaku sama untuk semua peristiwa tumpahan minyak, melainkan bersifat *site-specific*. Faktor penilaian sumber daya alam/lingkungan berbeda-beda pada setiap lokasi terjadinya tumpahan minyak. Demikian juga dengan kondisi lingkungan perairan dimana pencemaran akibat tumpahan minyak terjadi. Sehingga untuk mengkaji kasus spesifik tumpahan minyak yang terjadi dibutuhkan data, informasi, estimasi dan asumsi yang spesifik dan komprehensif agar perhitungan lebih bersifat *site-specific*. Untuk itu, metode yang digunakan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai suatu rujukan atau rekomendasi awal dalam perhitungan klaim ganti kerugian finansial untuk pemulihan lingkungan yang rusak akibat peristiwa tumpahan minyak yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2008. Pedoman Penyiapan dan Penyelesaian Klaim Ganti Kerugian Kerusakan Sumber Daya Pesisir dan Laut serta Sosial Ekonomi Masyarakat akibat Pencemaran Minyak di Perairan Indonesia dan ZEE Indonesia. Jakarta: Direktorat Jenderal Kelautan, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Dicks, Brian, 2006. Compensation for Environmental Damage Caused by Oil Spills: an International Perspectives. Presented at the AMURE Seminar, Paris, 18 – 19 May 2006.
- Kusumastanto, Tridoyo, tanpa tahun. Valuasi Ekonomi Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan. Prosiding Pelatihan untuk Pelatih Pengelolaan Wilayah Pesisir Terpadu.
- Liu, X. & Wirtz, K. W., 2009. The Economy of Oil Spills: Direct and Indirect Costs as A Function of Spill Size. Journal of Hazardous Materials 171, pp. 471-477.

Mauludiyah, 2012. Estimasi Biaya Kerugian akibat Tumpahan Minyak di Perairan Cilacap. Tesis, Teknik Manajemen Pantai, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

McCay, Deborah French, 2003. Development and Application of Damage Assessment Modeling: Example Assessment for The North Cape Oil Spill. *Marine Pollution Bulletin* 47, pp. 341 – 359.

Ngatno, dkk., 1999. Evaluasi Program Rehabilitasi Penyu: Kasus di Teluk Penyu Kabupaten Cilacap. Laporan Penelitian, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Diponegoro.

Penn, T. & Tomasi, T., 2002. Environmental Assessment: Calculating Resources Restoration for An Oil Discharge in Lake Berre, Louisiana, USA. *Environmental Management* 29, pp. 691 – 702.

Prakoso, Arif, 2003. Penyebaran dan Pendugaan Keanekaragaman Burung Air pada Berbagai Tipe Habitat di Kawasan Segara Anakan, Cilacap. Tugas Akhir, Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.

Remoundou, K., Koundouri, P., Kontogianni, A., Nunes, P.A.L.D., Skourtos, M., 2009. Valuation of Natural Marine Ecosystems: An Economic Perspective. *Environmental Science and Policy* 12, pp. 1040-1051.

Suparmoko, M., 2006. Panduan dan Analisis Valuasi Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Konsep, Metode Penghitungan dan Aplikasi). Yogyakarta: BPF.

Berita nasional.tempo.co, 2015. Minyak Pertamina Cilacap Tumpah di Pantai Selatan Nusakambangan. Kamis, 21 Mei 2015.
<http://nasional.tempo.co/read/news/2015/05/21/058668169/minyak-pertamina-cilacap-tumpah-di-pantai-selatan-nusakambangan>