

# PENILAIAN DAMPAK KENAIKAN MUKA AIR LAUT PADA WILAYAH PANTAI: STUDI KASUS KABUPATEN INDRAMAYU

**Bambang Dwi Dasanto**

Peneliti Bidang Klimatologi  
Institut Pertanian Bogor

Naskah diterima : 6 Mei 2010 - Revisi terakhir 28 Juli 2010

## **Abstract**

*Indramayu is located on the North Coast of Java, and their the physical characteristics are low elevation, flat topography and slope about 2%. This region is vulnerable to sea level rise and / or high tide. The rate of sea level rise in this region is about 0.2 mm / year. This rate is not considering expansion of sea temperatures, and melting of polar ice volume. Based on the global scenario, the rate of sea level rise in the study area is a 10 mm / year and the year 2000 as the baseline year. Sea level around Indramayu region could expose many more thousands of people and billions of Rupiahs in assets to flooding. To investigate this condition, four sea level events (0.5, 1.0, 2:53 and 3:03 m) are considered in this study. Based on 0.5 and 1.0 meter of sea level four sub-district (Kandanghaur, Losarang, Sindang and Indramayu) can be inundated. For 2.53 and 3.03 meter of sea level, the flood direction to the south and almost the entire northern coast of Indramayu is affected by flooding. Four scenarios of sea level can predict the flood area, that are, around 2900, 7300, 34 600 and 42 000 ha. Number of people exposed and threatened by floods due to changes in sea level is approximately 29 000, 100 000, 351 000 and 579 000 inhabitants. The more widespread and the number of people threatened by flooding, the amount of the loss is also higher, namely 1.1, 1.9, 82.6 and 104.3 billion rupiah. In the period of 0.5 and 1.0 meter of sea level, the highest losses are in the fish pond sector, but when combined with high tide (sea surface height reaches 2.53 and 3.03 m) then the paddy fields suffered very high losses.*

**Key words** : sea level rise, sea temperature

## **I. PENDAHULUAN**

Pemuaian suhu air laut dan melelehnya volume es di daerah kutub (Antarctic dan Greenland) akan meningkatkan volume laut<sup>(1)</sup>. Kontribusi relatif dari pemuaian suhu dan pencairan es terhadap kenaikan muka laut adalah tidak pasti dan perkiraan ini dapat sangat bervariasi. Kedua faktor tersebut dapat meningkatkan volume air laut di bumi dan meningkatkan tinggi muka laut.

Menurut IPCC (2007)<sup>(2)</sup> pada tahun 2100 suhu bumi akan naik sekitar 2.2-4.9°C atau 3.3°C di bawah kondisi *business-as-usual*. Kenaikan suhu global akan meningkatkan tinggi muka laut sekitar 0.09 - 0.88 m atau selama 100 tahun ke depan laju kenaikannya rata-rata 4.9 mm/tahun<sup>(3)</sup>. Trend kenaikan ini sejalan dengan hasil analisa data observasi periode 1961 – 2003, yaitu 1.8 mm/tahun, sedangkan pada periode data 1993 -

---

Koresponden Penulis  
Jl. Meranti, Gedung FMIPA Wing 19 Lv.4, Kampus IPB  
Darmaga. Bogor.

2003 laju kenaikannya lebih tinggi yaitu 3.1 mm/tahun<sup>(2)</sup>.

Intensitas kenaikan muka laut yang semakin tinggi merupakan ancaman potensial bagi masyarakat yang hidup di wilayah pantai. Kenaikan muka laut ini merupakan tantangan utama di abad ini karena jutaan orang akan terpapar dan aset yang bernilai ribuan milyar dolar akan hilang. Besarnya dampak yang ditimbulkan oleh kenaikan muka laut sebagai salah satu komponen perubahan iklim maka diperlukan langkah mitigasi dan atau adaptasi.

Isu perubahan iklim akan menyebabkan manusia berusaha melakukan langkah mitigasi untuk mengurangi laju perubahan iklim dan langkah adaptasi untuk mengurangi dampaknya pada kehidupan. Kedua tindakan ini memerlukan alokasi sumberdaya keuangan yang sangat besar yang akan mempengaruhi pendapatan domestik bruto (GDP). Dengan demikian pendugaan terhadap biaya adaptasi dan mitigasi adalah suatu pendekatan untuk memahami seberapa besar perubahan iklim akan mempengaruhi perekonomian nasional.

Publikasi WGII IPCC (2001<sup>(3)</sup>) mengungkapkan bahwa kenaikan muka air laut hingga 60 cm akan menyebabkan Indonesia kehilangan sekitar 34.000 km<sup>2</sup> wilayah dan mengancam kehidupan 2 juta penduduk. Hal ini menyebabkan isu kenaikan muka air laut menjadi salah satu isu utama dalam perubahan iklim karena memiliki dampak ekonomi yang sangat besar.

## II. METODE

Dampak dari kenaikan muka air laut adalah sebagian wilayah pesisir tenggelam atau terkena banjir air laut, panjang garis pantai menyusut dan sarana/prasarana penduduk terusakkan. Faktor lain yang menentukan luas dan lokasi banjir akibat kenaikan muka air laut adalah karakter fisik wilayah pesisir (topografi dan materi penyusun pesisir), arah dan kecepatan angin, dan sifat gelombang laut yang bersifat dinamis. Faktor yang menentukan besarnya kerugian banjir akibat kenaikan muka air laut adalah kuantitas dan kualitas materi yang terusakkan serta nilai materi

atau barang yang senantiasa berubah dari waktu ke waktu. Berdasarkan berbagai faktor tersebut maka penilaian dampak kenaikan muka air laut menggunakan dua asumsi berikut:

Skenario kenaikan muka laut ini hanya berdasarkan skenario IPCC dan belum mempertimbangkan kenaikan muka laut lokal maupun regional kajian fisik wilayah pesisir dan ekonomi bersifat statis

### 2.1. Data

┆ Data yang diperlukan dalam kajian ini adalah data spasial dan atribut yang diperoleh dari beberapa sumber, seperti:

┆ Jumlah penduduk Kabupaten Indramayu 2000-2003 (BPS Propinsi Jawa Barat)

┆ Peta rupa bumi wilayah Indramayu (Bakosurtanal)

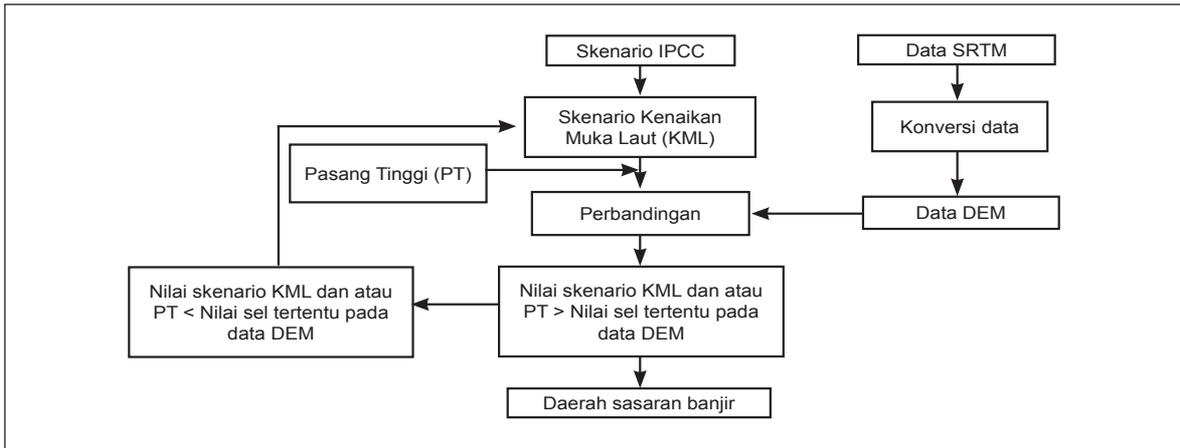
┆ Data topografi digital dari SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*)

Dalam studi ini ada dua hal pokok yang telah dilakukan yaitu menentukan daerah sasaran banjir akibat kenaikan muka laut dan menghitung jumlah kerugiannya. Data yang digunakan untuk memetakan daerah sasaran banjir adalah data topografi digital sedangkan jumlah kerugian dihitung berdasarkan nilai kuantitas dan kualitas penggunaan lahan yang terpapar oleh banjir.

### 2.2. Daerah Sasaran Banjir

Data SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) beresolusi spasial 3 detik ( $\approx$  90meter) dan interval elevasinya 1 meter. Dalam studi ini, data SRTM telah dikonversi menjadi data DEM berformat ASCII. Data DEM merupakan salah-satu data masukan dalam model penentuan daerah sasaran banjir, sedangkan data masukan yang lain adalah nilai skenario kenaikan muka laut yang diturunkan dari skenario IPCC.

Laporan IPCC (2001) menyatakan bahwa 100 tahun ke depan, bumi akan mengalami kenaikan muka laut antara 0.09 hingga 0.88 m. Berdasarkan laporan tersebut, studi ini telah membuat skenario ekstrim yaitu kenaikan muka laut rata-rata sekitar



Gambar 1. Diagram alir penentuan daerah sasaran banjir

1 meter selama 100 tahun ke depan (hingga tahun 2100) atau 0.01 m/tahun dan ini sejalan dengan laporan IPCC tahun 1990. Berdasarkan hal tersebut kenaikan muka laut untuk tahun proyeksi 2050 dan 2100 berturut-turut 0.50 dan 1.00 meter. Distribusi daerah sasaran banjir diprediksikan akan semakin luas apabila kenaikan muka laut terjadi secara bersamaan dengan pasang tinggi (maksimum). Pasang tinggi di Indramayu adalah sekitar 2.03 meter, berdasarkan hal tersebut pada tahun 2050 dan 2100 tinggi muka air lautnya adalah 2.53 dan 3.03 meter dari muka laut rata-rata (lihat Tabel 2.1)

Tabel 1. Skenario kenaikan muka laut dan pasang tinggi

Tinggi muka laut (meter)	2000	2050	2100
1. Kenaikan muka laut rerata	0	0.50	1.00
2. Pasang tinggi	2.03	2.53	3.03

Hasil perbandingan antara nilai elevasi yang terkandung dalam data DEM dan skenario kenaikan muka laut (dan pasang tinggi) adalah peta distribusi daerah sasaran banjir.

### 2.3. Kerugian Akibat Banjir

Kerugian banjir didekati dengan biaya kerusakan tiap jenis penggunaan lahan yang terkena banjir. Jenis penggunaan lahan diekstrak dari peta rupa bumi wilayah studi. Satuan biaya kerusakan diambil dari badan yang berwenang, riset terdahulu dan diasumsikan berlaku untuk kajian ini.

Dalam studi ini jenis penggunaan lahan yang akan dianalisa kerugiannya adalah permukiman, sawah (padi sawah), tambak (udang atau bandeng), dan pelabuhan (udara atau laut). Persamaan untuk menghitung kerugian tersebut adalah:

#### Permukiman (Stl)

$$Stl = A_s x F_s$$

dimana:

*Stl*: kerugian pada penggunaan lahan permukiman (rupiah)

$A_s$ : luas penggunaan lahan permukiman (ha)

$F_s$ : satuan biaya kerusakan pada penggunaan lahan permukiman (rupiah/ha)

#### Sawah (PF)

$$PF = A_{PF} x F_{PF}$$

dimana:

*PF*: kerugian pada penggunaan lahan padi sawah (rupiah)

$A_{PF}$ : luas penggunaan lahan padi sawah (ha)

$F_{PF}$ : satuan biaya kerusakan pada penggunaan lahan padi sawah (rupiah/ha)

#### Tambak (T)

$$T = A_T x F_T$$

dimana:

*T*: kerugian pada penggunaan lahan tambak (rupiah)

$A_T$ : luas penggunaan lahan tambak (ha)

$F_T$ : satuan biaya kerusakan pada penggunaan lahan tambak (rupiah/ha)

### Pelabuhan (AP)

$$AP = A_{AP} \times F_{AP}$$

dimana:

- $AP$  : kerugian pada penggunaan lahan pelabuhan udara atau laut (rupiah)  
 $A_{AP}$  : luas penggunaan lahan pelabuhan (ha)  
 $F_{AP}$  : satuan biaya kerusakan penggunaan lahan pelabuhan udara atau laut (rupiah/ha)

### Total kerugian (DC)

$$DC = Stl + PF + T + AP$$

Satuan biaya kerusakan tiap jenis penggunaan lahan yang digunakan dalam studi ini meliputi 4 jenis penggunaan lahan, yaitu permukiman, sawah, tambak dan pelabuhan. Rincian biaya tersebut dapat dilihat pada Tabel.2.

Satuan biaya kerusakan tiap jenis penggunaan lahan yang digunakan dalam studi ini meliputi 4 jenis penggunaan lahan, yaitu permukiman, sawah, tambak dan pelabuhan. Rincian biaya tersebut dapat dilihat pada Tabel.2.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Geografi Indramayu

Secara geografis, Indramayu terletak pada  $107.85^{\circ}$  –  $108.54^{\circ}$  Bujur Timur dan  $6.23^{\circ}$  –  $6.66^{\circ}$  Lintang Selatan dan merupakan salah-satu kabupaten di Propinsi Jawa Barat yang terletak di Zona Utara Pulau Jawa<sup>(4)</sup> mengemukakan bahwa Zona Utara tersusun oleh material aluvium yaitu material hasil aktivitas sungai-sungai yang mengalir di wilayah ini dan membentuk dataran aluvial. Topografi Indramayu adalah relatif datar

dengan kemiringan wilayah kurang dari 2% dan arah kemiringan adalah ke utara atau ke Laut Jawa. Panjang garis pantai wilayah Indramayu adalah sekitar 102 km, yaitu membentang dari Kecamatan Krangkeng di Timur hingga Kecamatan Sukra di Barat (Gambar .2).

Jumlah penduduk di Kabupaten Indramayu pada tahun 2003 adalah lebih dari 1.6 juta jiwa sedangkan pada tahun 2006 meningkat jadi lebih dari 1.7 juta jiwa dengan laju pertumbuhan per tahun sekitar 0.6%. Konsentrasi permukiman penduduk berada di tepi kanan dan kiri jalan maupun sungai terutama Jalan Pantura (Pantai Utara) dan Sungai Cimanuk serta Cipanas. Kecamatan dengan jumlah penduduk terbanyak adalah Haurgeulis diikuti oleh Karangampel, Indramayu, Sukra dan Sindang. Empat kecamatan terakhir tersebut terletak di sepanjang Pantai Utara sehingga penduduk yang tinggal di wilayah ini sangat rentan terpapar oleh banjir apabila ada kenaikan muka laut.

### 3.2. Efek Perubahan Iklim Terhadap Kenaikan Muka Air Laut

#### 1. Observasi dan prediksi kenaikan muka air laut

Berdasarkan Gambar 3 tinggi muka laut di pantai utara Jawa menunjukkan adanya trend kenaikan sebesar 3 mm selama periode 18 tahun atau 0.2 mm/tahun. Jika diasumsikan laju kenaikan tersebut konstan maka pada tahun 2050 dan 2100 tinggi muka laut di wilayah ini akan naik sekitar 10 dan 22 mm. Trend kenaikan muka laut ini tergolong kecil jika dibandingkan kenaikan muka laut global yang mencapai 1.8 mm/tahun selama periode 1961-2003<sup>(2)</sup>. Jika

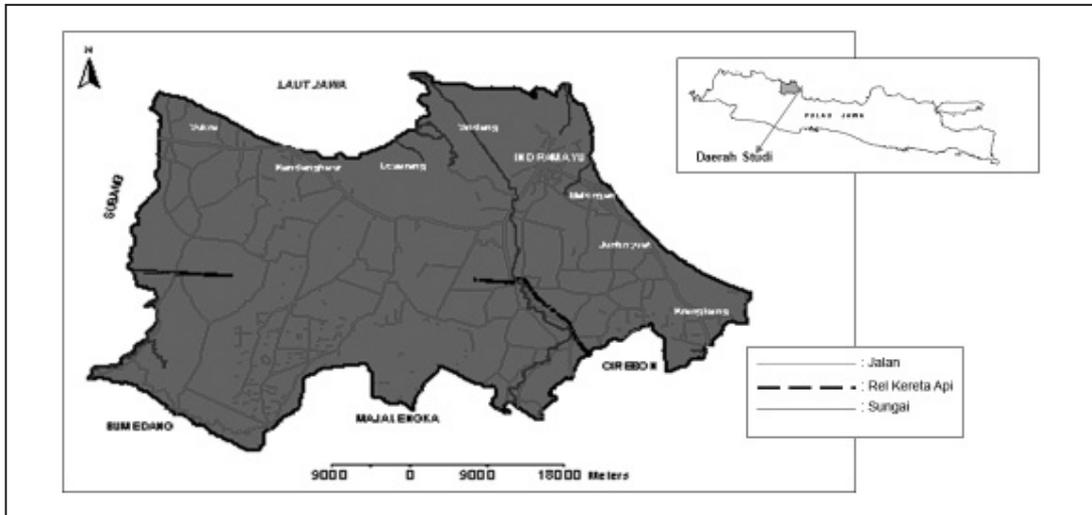
Tabel 2. Satuan biaya kerusakan beberapa jenis penggunaan/penutup lahan

Penggunaan/penutup lahan	Biaya kerusakan dalam rupiah (Rp)	Sumber	Low	mid	High
Pelabuhan (udara/laut)		-	37,500,000,000	-	1
Tambak (udang/bandeng)		2,150,000	2,200,000	2,250,000	3
Permukiman	ha	1,640,000	2,695,000	3,750,000	2
Sawah	ha	1,750,000	3,000,000	5,500,000	4

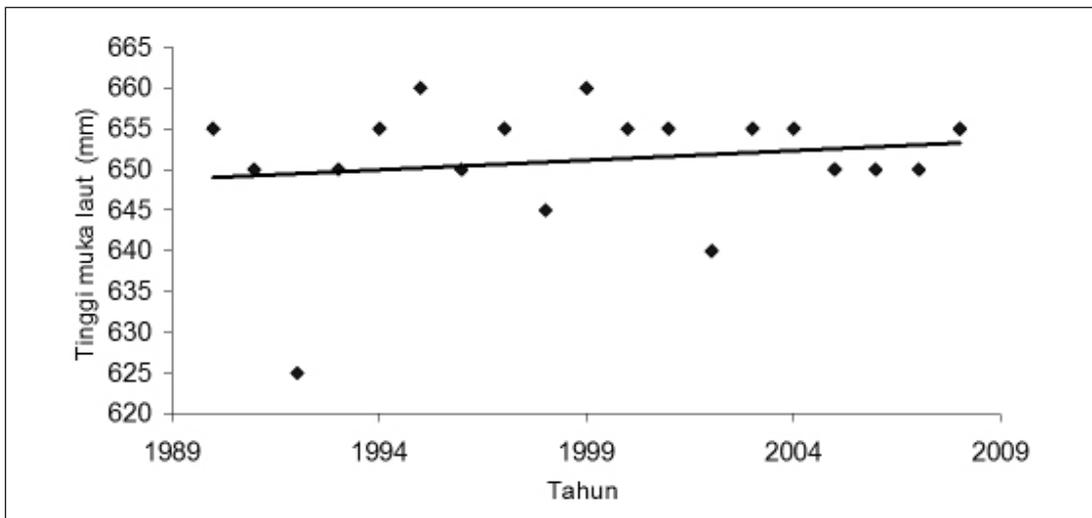
Sumber: Batam Pos, BPSDA (2003a), Boer et. al and Sasmita (2006) (dalam Boer, et. al. 2008)<sup>(5)</sup>

laju kenaikan muka laut global ini diproyeksikan maka pada tahun 2050 dan 2100 tinggi muka laut global akan naik sekitar 90 dan 250 mm. Namun, kenaikan muka laut global tersebut bersifat rata-

rata artinya kenaikan tinggi muka laut antar lokasi adalah belum tentu sama, sehingga informasi kenaikan muka laut lokal (di daerah studi) perlu juga diperhitungkan.



Gambar 2. Posisi daerah studi terhadap daerah sekitarnya



Gambar 3. Deret waktu muka laut rata-rata pada stasiun ukur Tanjung Priok Periode 1990 - 2008 ( sumber: diolah dari Mobilegeographics.com)

## 2. Distribusi Daerah Sasaran Banjir

### a. Skenario Kenaikan Muka Air Laut

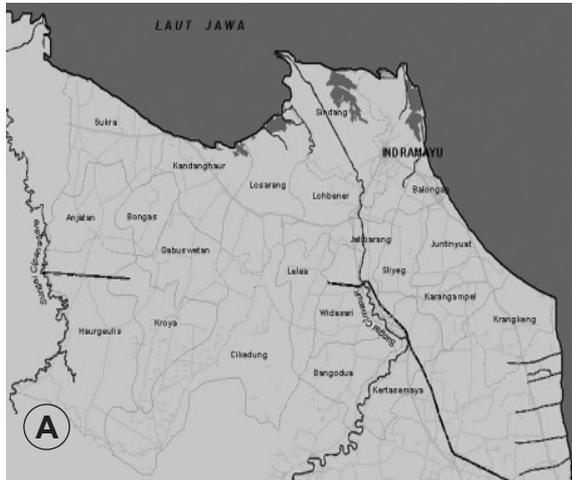
Dampak dari kenaikan muka air laut adalah susutnya panjang garis pantai dan berkurangnya luas daratan karena tergenang oleh air laut. Dalam studi ini kenaikan muka laut diskenariokan

mengalami kenaikan setinggi 0.5 dan 1 meter pada tahun 2050 dan 2100, dan pada tahun baseline (2000) kenaikan muka laut setinggi 0 meter.

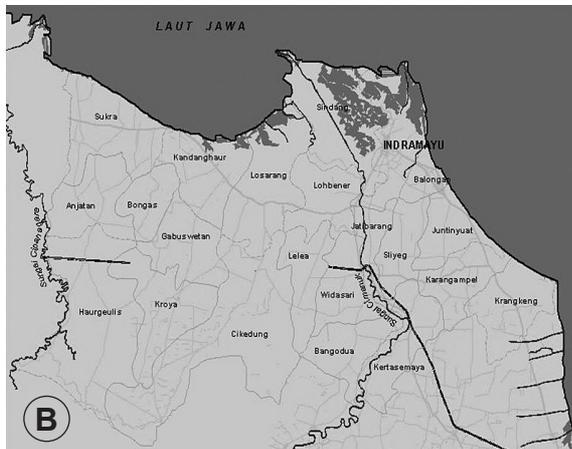
Berdasarkan skenario kenaikan muka laut 0.5 meter maka beberapa kecamatan di Kabupaten Indramayu terkena genangan banjir. Kecamatan rentan banjir tersebut meliputi wilayah

pantai di Kecamatan Kandanghaur, Losarang, Sindang dan Indramayu (Gambar 4<sup>a</sup>); dan luas total genangan banjirnya sekitar 2900 ha. Jika muka laut naik hingga 1 meter maka luas daerah sasaran banjirnya semakin luas yaitu hampir mencapai 7300 ha (Gambar 4<sup>b</sup>) atau bertambah hampir 2.5 kali lipat.

Daerah sasaran banjir tersebut terdistribusi di kanan-kiri Delta Cimanuk terutama pada Kecamatan Kandanghaur di sebelah Barat hingga Kecamatan Indramayu di Timur. Distribusi banjir ini selanjutnya meluas ke arah Selatan (sejajar Sungai Cimanuk) hingga mencapai bagian utara dari Kecamatan Lohbener. Jarak banjir terjauh pada saat kenaikan muka laut 0.5 dan 1 meter adalah 7 dan 12 km dari bibir pantai di daerah penelitian.

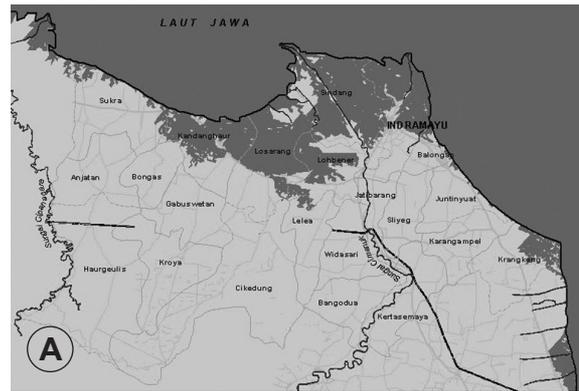


Gambar 4. Daerah sasaran banjir akibat kenaikan muka air laut 0.5 dan 1 meter dpal

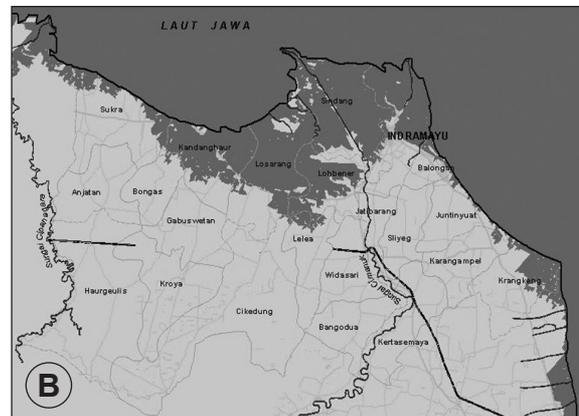


## b. Skenario Kenaikan Muka Air Laut dan Pasang Tinggi

Kombinasi kenaikan muka laut dan pasang tinggi akan menyebabkan berubahnya tinggi muka laut secara signifikan. Tinggi muka laut di daerah studi pada tahun 2050 dan 2100 diperkirakan naik jadi 2.53 dan 3.03 meter. Luas daerah genangan banjirnya ditaksir sekitar 34600 dan 42000 ha (Gambar 4 A dan B). Lintasan banjir pada skenario ini menuju ke arah selatan mengikuti jalan raya pantai utara Jawa (Pantura). Di Kecamatan Kandanghaur lintasan banjir sudah melebihi badan jalan Pantura dan panjang jalan yang tergenang adalah sekitar 3.8 km. Pada skenario tinggi muka laut 3.03 meter maka sekitar 90% wilayah Kecamatan Sindang tergenang dan diperkirakan Kota Indramayu bagian Barat akan terpapar oleh banjir (Gambar 5.).



Gambar 5. Daerah sasaran banjir akibat kenaikan muka air laut 0.5 dan 1 meter dpal bersamaan dengan pasang tinggi 2.03 meter



### 3.3. Analisis Kerugian Banjir

Dampak dari naiknya tinggi muka laut sebagai akibat kenaikan muka laut dan atau pasang tinggi adalah sebagian penggunaan lahan di wilayah Indramayu terkena banjir. Dalam studi ini dampak negatif dinyatakan dengan luas penggunaan lahan yang terpapar banjir dan besarnya nilai kerugian yang ditimbulkannya.

Total luas penggunaan lahan di Indramayu adalah lebih dari 205.000 ha dan terdiri dari 13 jenis penggunaan/penutup lahan. Penggunaan lahan terluas adalah Sawah irigasi dan tersempit adalah Pasir Pantai dengan nilai luasan 120.900 dan 2.2 ha atau dalam skala persentase adalah 58% dan 0.001% (Gambar 6). Penggunaan lahan Sawah Irigasi memiliki peluang besar untuk terkena banjir dengan syarat berada satu jalur dengan lintasan banjir di wilayah itu. Penggunaan lahan lain yang juga berpeluang untuk terkena banjir karena berdekatan dengan lintasan banjir adalah lahan Tambak dan Permukiman. Total luas Tambak dan Permukiman di wilayah ini adalah sekitar 17.200 dan 17.600 ha.

### 3.4. Dampak Banjir terhadap Infrastruktur Wilayah

#### a. Permukiman

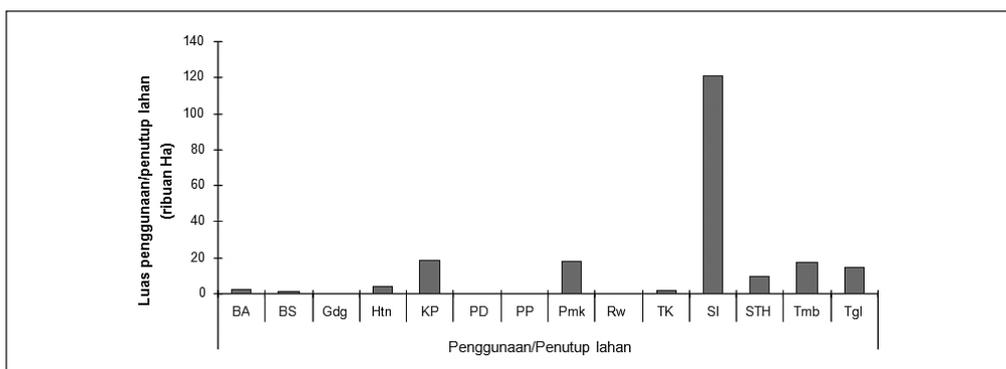
Biaya kerusakan langsung yang dihitung dalam studi ini hanya bersifat perbaikan dan bukan

renovasi total ataupun pembuatan rumah baru. Satuan biaya yang dipergunakan adalah 2695000 rupiah per hektar yaitu klas perbaikan medium atau menengah. Berdasarkan satuan biaya tersebut untuk tinggi muka laut 0.5 dan 1 meter maka total kerugiannya adalah sekitar 17 dan 66 juta rupiah. Untuk tinggi muka laut 2.53 dan 3.03 meter maka jumlah kerugiannya meningkat tajam yaitu jadi sekitar 1.148 dan 1.875 milyar rupiah atau meningkat 67 dan 28 kali lipat daripada kerugian akibat tinggi muka laut 0.5 dan 1 meter (Tabel 3).

Tabel 3. Luas dan jumlah kerugian pada permukiman terpapar banjir akibat kenaikan muka laut dan atau pasang tinggi

		Permukiman terpapar banjir	
		(Ha)	(juta rupiah)
Kenaikan muka laut (meter)	0.50	6.4	17.2
	1.00	24.5	65.9
Kenaikan muka laut dan pasang tinggi (meter)	2.53	425.9	1147.8
	3.03	695.5	1874.5

Kerugian Permukiman pada umumnya bukan hanya dinilai dari kerusakan fisik rumah tetapi dapat pula dilihat jumlah kerugian tidak langsungnya. Khusus kerugian tidak langsung ini tidak dibahas dalam studi ini tapi akan didekati dengan jumlah penduduk yang terkena dampak dari banjir ini.



Gambar 6. Luas dan persentase penggunaan/penutup lahan di Kabupaten Indramayu (sumber: Peta Rupa Bumi wilayah Indramayu, Bakosurtanal)

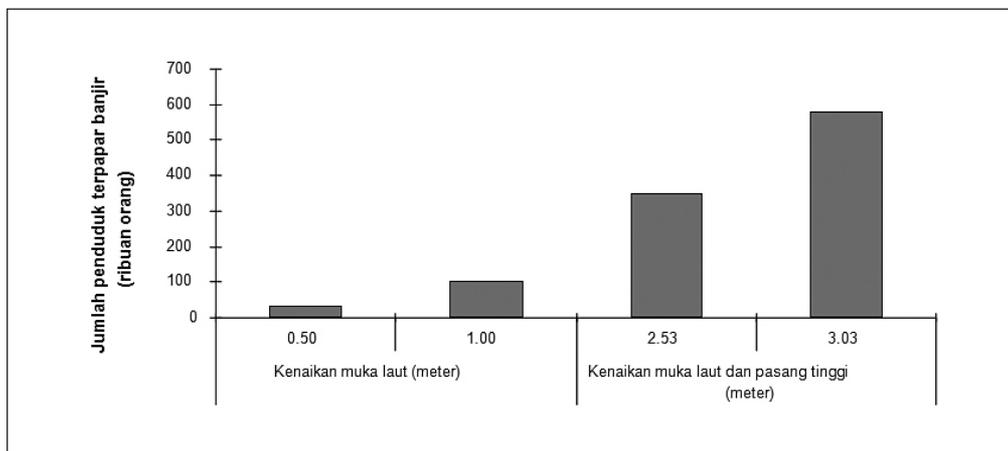
Keterangan:

BA: Badan Air, BS: Belukar/Semak, Gdg: Gedung, Htn: Hutan, KP: Kebun/Perkebunan, PD: Pasir Darat, PP: Pasir Pantai, Pmk: Permukiman, Rw: Rawa, TK: Tanah Kosong, SI: Sawah Irigasi, STH: Sawah Tadah Hujan, Tmb: Tambak, Tgl: Tegalan/Ladang

Total luas penggunaan lahan di Indramayu adalah lebih dari 205.000 ha dan terdiri dari 13 jenis penggunaan/penutup lahan. Penggunaan lahan terluas adalah Sawah irigasi dan tersempit adalah Pasir Pantai dengan nilai luasan 120.900 dan 2.2 ha atau dalam skala persentase adalah 58% dan 0.001% (Gambar 7). Penggunaan lahan Sawah Irigasi memiliki peluang besar untuk terkena banjir dengan syarat berada satu jalur dengan lintasan banjir di wilayah itu. Penggunaan lahan lain yang juga berpeluang untuk terkena banjir karena berdekatan dengan lintasan banjir adalah lahan Tambak dan Permukiman. Total luas Tambak dan Permukiman di wilayah ini adalah sekitar 17.200 dan 1.7600 ha.

## b. Non-Permukiman

Penggunaan lahan non-permukiman yang dianalisis kerugiannya adalah penggunaan lahan Sawah, Tambak, dan Tegalan. Pada skenario tinggi muka laut 0.5 dan 1 meter maka penggunaan lahan Tambak mengalami jumlah kerugian yang paling besar dibandingkan jenis penggunaan lahan Sawah ataupun Tegalan. Hal ini dapat dipahami karena letak Tambak yang berada di bibir pantai sangat beresiko mengalami kerusakan apabila ada kenaikan muka laut sehingga resiko kerugiannya juga tinggi. Namun, pada skenario tinggi muka laut 2.53 dan 3.03 meter maka jumlah kerugian Sawah adalah



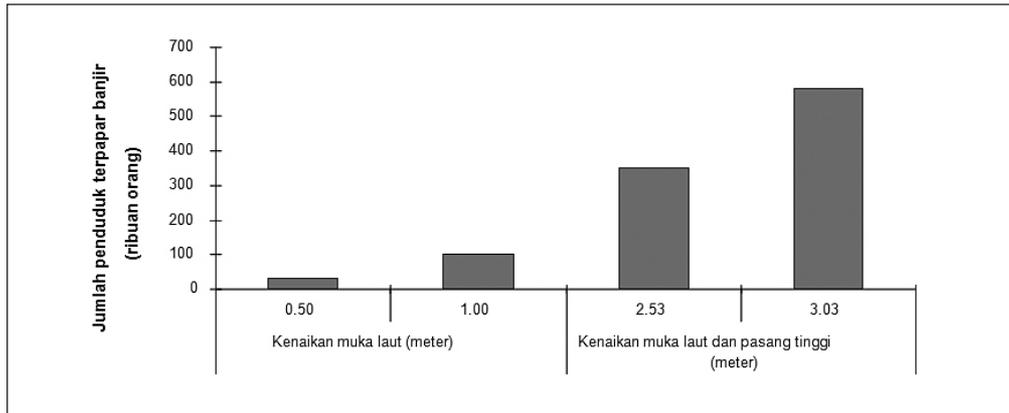
Gambar 7. Luas dan persentase penggunaan/penutup lahan di Kabupaten Indramayu  
(sumber: Peta Rupa Bumi wilayah Indramayu, Bakosurtanal)

Keterangan:

BA: Badan Air, BS: Belukar/Semak, Gdg: Gedung, Htn: Hutan, KP: Kebun/Perkebunan, PD: Pasir Darat, PP: Pasir Pantai, Pmk: Pemukiman, Rw: Rawa, TK: Tanah Kosong, SI: Sawah Irigasi, STH: Sawah Tadah Hujan, Tmb: Tambak, Tgl: Tegalan/Ladang

Jumlah penduduk yang terpapar banjir akibat tinggi muka laut naik menjadi 0.5 dan 1 meter diperkirakan sekitar 29.000 dan 100.000 jiwa dan ini meliputi luas permukiman sekitar 6.4 dan 24.5 ha. Pada saat tinggi muka laut naik jadi 2.53 dan 3.03 meter maka luas permukiman yang terpapar banjir adalah hampir mencapai 426 dan 696 ha, dan ini mengakibatkan 351.000 dan 579.000 jiwa terancam keselamatan ataupun kesehatannya (lihat Tabel 4 dan Gambar 8).

paling besar dibandingkan Tambak ataupun Tegalan. Pada skenario ini ada peluang lahan Tambak mengalami rusak parah sehingga tidak dapat panen. Lahan Sawah yang terkena banjir juga luas yaitu sekitar 18.000 dan 240.00 ha sehingga total kerugiannya adalah sekitar 53000 dan 710.00 juta rupiah atau 53 dan 71 milyar rupiah (Tabel 5 ). Dalam skenario ini padi sawah diperkirakan akan mati karena terendam oleh luapan air laut yang bersalinitas tinggi.



Gambar 8 Jumlah penduduk terpapar banjir akibat kenaikan muka air laut dan atau pasang tinggi

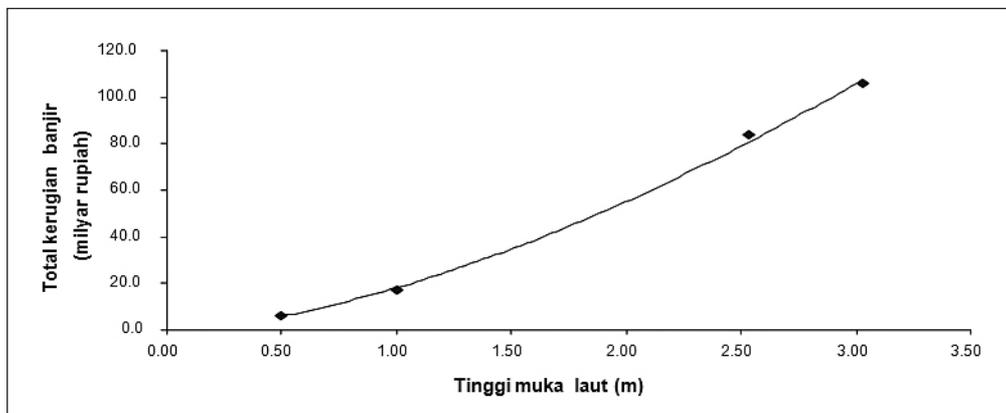
Tabel 5. Luas dan jumlah kerugian pada lahan sawah, tambak, dan tegalan yang terpapar banjir akibat kenaikan muka laut dan atau pasang tinggi

		Biaya kerusakan (juta rupiah)			
		Sawah	Tambak	Tegalan	Total
Kenaikan muka laut (meter)	0.50	605.8	5518.4	1.2	6125.5
	1.00	6453.3	10599.0	2.9	17055.1
Kenaikan muka laut dan pasang tinggi (meter)	2.53	53202.0	29258.4	118.5	82578.9
	3.03	71312.7	32838.8	143.4	104294.9

### 3.5. Trend Kerugian Langsung Akibat Perubahan Tinggi Muka Laut

Kerugian yang dialami oleh Kabupaten Indramayu akibat kenaikan muka laut dan pasang tinggi membentuk pola eksponensial yaitu  $y = 18.128x^{1.6064}$ . Artinya, untuk setiap kenaikan muka laut secara konstan maka total kerugiannya akan

meningkat sebesar pangkat 1.6064. Misalnya, pada tinggi muka laut 1 meter maka jumlah kerugiannya adalah sekitar 18 milyar rupiah tetapi pada tinggi muka laut 2 meter maka total kerugiannya meningkat drastis yaitu lebih dari 55 milyar rupiah. Dan, pada tinggi muka laut 3 meter maka jumlah kerugiannya meningkat lebih tajam yaitu hampir 106 milyar rupiah (lihat Gambar 9).



Gambar 9. Total kerugian banjir akibat kenaikan muka air laut dan atau pasang tinggi

Peningkatan kerugian akibat perubahan tinggi muka laut ini masih bersifat sederhana karena hanya bersifat statis yaitu belum memasukkan unsur perubahan suku bunga yang mana merupakan salah satu komponen penting di dalam perhitungan ekonomi. Perhitungan kerugiannya juga masih bersifat langsung karena belum memasukkan dampak ikutan seperti turunnya kesehatan, turunnya penghasilan untuk sebagian orang dan faktor lain yang perlu dikaji lebih jauh.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan trend kenaikan muka laut sebesar 0.01 m/tahun maka pada tahun 2050 dan 2100 wilayah pantai di Indramayu akan mengalami kenaikan muka laut setinggi 0.5 dan 1 meter. Daerah sasaran banjir akibat kenaikan muka laut 0.5 meter meliputi beberapa wilayah yang berada di Kecamatan Kandanghaur, Losarang, Sindang dan Indramayu dan luas total genangan banjirnya sekitar 2900 ha. Jika muka laut naik hingga 1 meter maka luas daerah sasaran banjirnya semakin luas yaitu hampir mencapai 7300 ha atau bertambah hampir 2.5 kali lipat. Jika kejadian ini terjadi bersamaan dengan pasang tinggi 2.03 meter sehingga tinggi muka laut naik menjadi 2.53 dan 3.03 meter maka daerah genangan banjirnya ditaksir sekitar 34600 dan 42000 ha.

Dampak dari kenaikan muka laut dan atau pasang tinggi adalah susutnya luas daratan pantai dan mundurnya garis pantai. Hal ini berakibat seluruh aktivitas kehidupan yang tinggal di tempat itu terganggu. Kombinasi kenaikan muka laut dan pasang tinggi mengakibatkan kerugian sekitar 1.1 dan 1.9 milyar rupiah. Kerugian pada penggunaan lahan non permukiman (terutama sawah, tambak dan tegalan) akibat kenaikan muka laut dan pasang tinggi mencapai 82.6 dan 104.3 milyar rupiah. Kerugian tertinggi pada periode kenaikan muka laut 0.5 dan 1 meter ada pada sekor tambak, tetapi pada saat berkombinasi dengan pasang tinggi (tinggi muka laut mencapai 2.53 dan 3.03 m) maka lahan sawah mengalami kerugian yang sangat tinggi.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Sarwar, M.G.M., 2005. *Impacts of Sea Level Rise on the Coastal Zone of Bangladesh*. Master thesis. Lund University, Sweden.  
Unnikrishnan, A.S., dan Shankar, D. 2007. *Are sea-level-rise trends along the coasts of the north Indian Ocean consistent with global estimates?* Glob. Planet. Change.  
Warrick, R.A., Bhuiya, A.H., Mirza, M.Q., 1993. *Climate Change and Sea-level Rise: the Case of the Coast*. Briefing Document No. 6, Bangladesh Unnayan Parishad (BUP), Dhaka.  
Wigley, T.M.L., dan Raper, S.C.B., 1987. *Thermal expansion of sea water associated with global warming*, Nature 357, pp.293-300.
2. IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
3. PCC, 2001. Summary for Policymakers In: *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, US
4. Pannekoek, A.J., 1949. *Garis Besar Geomorfologi Pulau Jawa (Out Line of The Geomorphology of Java diterjemahkan oleh Budio Basri)*.
5. Boer, R., Yanuar, Perdinan, Bambang Dwi Dasanto, Nana Kunkel, Dieter Kirschke, and Steffan Noleppa. 2008. *Assessing the effectiveness of adaptation options in managing climate variability and climate*

*change in water sector.* Ministry of Public Work, Ministry of Environment and GTZ-ProLH. Jakarta.

Hallegatte, S., Nicola P., Olivier M., Patrice D., Jan C. M., Celine H., dan Robert M.W., 2008. *Assessing climate change impacts,*

*sea level rise and storm surge risk in Port Cities: A Case Study on Copenhagen.* OECD Environment Working Papers No. 3

Tide calendar: Tanjung Priok, Java, Indonesia. <http://mobilegeographics.com:81/locations/6358.html> (diakses 2010)