

KERENTANAN LINGKUNGAN PANTAI KOTA PESISIR DI INDONESIA

COASTAL ENVIRONMENTAL VULNERABILITY ON COASTAL CITIES IN INDONESIA

Adi Wibowo¹ dan Supriatna¹

¹Staf Pengajar Departemen Geografi, FMIPA Universitas Indonesia; adi.w@ui.ac.id

ABSTRACT

Indonesia is known as a country with a strong in shipping, both nationally and internationally, which is shown by the number of coastal cities in Indonesia. Population growth in coastal cities in line with history of civilization who lived along the coast of Indonesia. Population growth led to expansion of the coastal cities in Indonesia, this increase affect land use change. Changes in land use, especially use of forest, will increase the use of settlement and agricultural caused an impact on increasing the contaminant throw into the river body or water body. Eventually cause contamination into the sea also increase, mainly going to affect the coastal environment around the coastal city. The objective is to find out coastal environmental vulnerability on coastal cities in Indonesia using spatial analysis method. First, count the number of population growth per year as index of population. Second, the number of land use change will be used as in index of change of land use. Third, count the number of river through the city and towards the sea coast, the results will show the index number of rivers. Index of population growth, land use change index and index number of rivers are combined and used to calculate the level of vulnerability of coastal environment around the coastal city spatially. The conclusion was that the higher the number of population growth, the higher of the landuse change and the most of rivers in the coastal city, that's the higher the level of vulnerability of coastal environments.

Keywords: *coastal city, land use, river, environmental vulnerability*

ABSTRAK

Indonesia dikenal sebagai negara yang tangguh dalam pelayaran, baik nasional maupun internasional, yang diperlihatkan dengan banyaknya kota-kota pesisir di Indonesia. Pertambahan jumlah penduduk di kota pesisir sejalan dengan sejarah peradaban manusia yang bermukim di sepanjang pesisir di Indonesia. Pertambahan jumlah penduduk menyebabkan bertambah luasnya kota pesisir di Indonesia, maka pertambahan ini akan berdampak pada perubahan penggunaan tanah. Perubahan penggunaan tanah, terutama penggunaan tanah hutan, akan meningkatkan penggunaan tanah permukiman dan pertanian, yang berdampak pada peningkatkan cemaran yang masuk ke dalam badan air atau sungai. Pada akhirnya menyebabkan cemaran yang masuk ke dalam laut juga meningkat, terutama berdampak pada kondisi lingkungan pantai di sekitar kota pesisir. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kerentanan lingkungan pantai kota pesisir di Indonesia. Penelitian ini menggunakan metode analisis spasial untuk mengetahui kondisi kerentanan lingkungan pantai di sekitar kota pesisir. Pertama, dengan menghitung jumlah pertambahan penduduk pertahun sebagai indeks pertambahan penduduk. Kedua, jumlah perubahan luas penggunaan tanah digunakan sebagai indeks perubahan penggunaan tanah. Ketiga, menghitung jumlah sungai yang melalui kota pesisir dan menuju ke laut, hasilnya memperlihatkan indeks jumlah sungai. Indeks jumlah pertambahan penduduk, indeks perubahan penggunaan tanah dan indeks jumlah sungai digabungkan dan digunakan untuk menghitung tingkat kerentanan lingkungan pantai di sekitar kota pesisir secara spasial. Kesimpulannya adalah makin tinggi jumlah pertambahan penduduk, makin tinggi perubahan penggunaan tanah dan semakin banyak sungai di kota pesisir, maka semakin tinggi pula tingkat kerentanan lingkungan pantainya.

Kata Kunci: Kota pesisir, penggunaan tanah, sungai, kerentanan lingkungan

I. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara yang tangguh dalam pelayaran, baik nasional maupun internasional, yang diperlihatkan dengan banyaknya kota-kota pesisir di Indonesia. Pertambahan jumlah penduduk di kota pesisir sejalan dengan sejarah peradaban suku bangsa yang bermukim di sepanjang pesisir di Indonesia. Jumlah kota pesisir di Indonesia (ibukota provinsi) berjumlah 24 kota (Gambar 1). Kota Banda Aceh, Medan, Padang, Bengkulu, Lampung, Pangkal Pinang dan Kota Tanjung Pinang terdapat di Pulau Sumatera (7 kota). Di Pulau Jawa terdapat Kota Serang, Jakarta, Semarang, dan Kota Surabaya (4 kota). Kota Denpasar, Mataram dan Kota Kupang untuk Kepulauan Sunda Kecil (3 kota). Di Maluku dan Papua terdapat Kota Ambon, Ternate, Manokwari dan Jayapura (4 kota). Di Sulawesi terdapat Kota Manado, Gorontalo, Palu, Kendari, Mamuju dan Kota Makassar (6 kota). Di Kalimantan tidak ada ibukota provinsi yang berada di pesisir.

Kota pesisir di Indonesia terbagi 2 secara umum yakni masuk dikategori berada/berhadapan dengan laut dalam dan laut luar/depan. Laut luar/depan

adalah laut yang langsung berhubungan dengan laut lepas atau samudera. Faktanya pembangunan atau perkembangan kota pesisir di laut dalam Indonesia lebih maju dibandingkan kota pesisir yang berhadapan dengan laut luar/depan Indonesia. Kota pesisir di laut dalam terdapat di Kota Medan, Tanjung Pinang, Pangkal Pinang dan Kota Lampung (di Pulau Sumatera 5 kota), Kota Serang, Jakarta, Semarang dan Kota Surabaya (di Pulau Jawa 4 kota), Kota Mataram dan Kota Kupang (di Kepulauan Sunda Kecil 2 kota), Kota Ambon dan Ternate (di Maluku 2 kota), Kota Kendari, Mamuju, Palu dan Kota Makassar (di Pulau Sulawesi 4 kota). Kota Padang, Bengkulu, Denpasar, Jayapura, Manokwari, Manado dan Gorontalo dikategorikan langsung berhadapan dengan samudera/laut lepas (Gambar 1).

Pertambahan jumlah penduduk menyebabkan bertambah luasnya kota pesisir yang ada di Indonesia. Jumlah penduduk Indonesia dari tahun 1971 berjumlah 119.208.229 jiwa, tahun 1990 meningkat menjadi 179.378.946 jiwa dan tahun 2000 penduduk Indonesia telah menjadi 205.754.808 jiwa. Tahun 2005 menurut Supas penduduk Indonesia



Gambar 1. Kota Pesisir di Indonesia

menjadi 218.868.791 jiwa. Jumlah penduduk terbanyak di Indonesia menurut Supas 2005 (sepuluh besar) adalah Provinsi Jawa Barat 38 juta jiwa (1), Provinsi Jawa Timur 36 juta jiwa (2), Provinsi Jawa Tengah 31 juta jiwa (3), Provinsi Sumatera Utara 12 juta jiwa (4), Provinsi Banten 9 juta jiwa (5), Provinsi DKI Jakarta 8 juta jiwa (6), Provinsi Sulawesi Selatan 7,5 juta jiwa (7), Provinsi Lampung 7 juta jiwa (8), Provinsi Sumatera Selatan 6 juta jiwa (9) dan sisanya masih dibawah angka 5 juta jiwa. (Lihat Tabel 1). Tahun 2010 hasil sensus penduduk tercatat yakni jumlah penduduk Indonesia sudah mencapai 237.000.000 jiwa (BPS, 2010).

Penggunaan tanah adalah cerminan dari kehidupan masyarakat, maka

penggunaan tanah di perkotaan akan sangat berbeda dengan penggunaan tanah di perdesaan. Penggunaan tanah di kota pesisir berbeda dengan penggunaan tanah di kota pedalaman, demikian pula dengan perdesaan di pesisir dan perdesaan di pedalaman, penggunaan tanah perdesaan juga berbeda. Perubahan penggunaan tanah, terutama meningkatnya penggunaan tanah permukiman dan pertanian akan mengurangi jumlah penggunaan tanah hutan. Kondisi ini akan berdampak pada peningkatan cemaran yang masuk ke dalam badan air atau sungai, dimana cemaran tersebut pada akhirnya masuk kedalam laut, terutama akan berdampak lebih dahulu pada kondisi lingkungan pantai di sekitar kota pesisir.

Tabel 1. Jumlah Penduduk Indonesia Tahun 1971-2005

No	Provinsi	1970	1980	1990	1995	2000	2005
00	Indonesia	119.208.229	147.490.298	179.378.946	194.754.808	205.132.458	218.868.791
11	Nanggroe Aceh Darussalam	2.008.595	2.611.271	3.416.156	3.847.583	3.929.234	4.031.589
12	Sumatera Utara	6.621.831	8.360.894	10.256.027	11.114.667	11.642.488	12.450.911
13	Sumatera Barat	2.793.196	3.406.816	4.000.207	4.323.170	4.248.515	4.566.126
14	Riau	1.641.545	2.168.535	3.303.976	3.900.534	3.907.763	4.579.219
15	Jambi	1.006.084	1.445.994	2.020.568	2.369.959	2.407.166	2.635.968
16	Sumatera Selatan	3.440.573	4.629.801	6.313.074	7.207.545	6.210.800	6.782.339
17	Bengkulu	519.316	768.064	1.179.122	1.409.117	1.455.500	1.549.273
18	Lampung	2.777.008	4.624.785	6.017.573	6.657.759	6.730.751	7.116.177
19	Kep. Babel	na	na	Na	na	899.968	1.043.456
20	Kep. Riau	na	na	na	na		
31	DKI Jakarta	4.579.303	6.503.449	8.259.266	9.112.652	8.361.079	8.860.381
32	Jawa Barat	21.623.529	27.453.525	35.384.352	39.206.787	35.724.093	38.965.440
33	Jawa Tengah	21.877.136	25.372.889	28.520.643	29.653.266	31.223.258	31.977.968
34	DI Yogyakarta	2.489.360	2.750.813	2.913.054	2.916.779	3.121.045	3.343.651
35	Jawa Timur	25.516.999	29.188.852	32.503.991	33.844.002	34.765.993	36.294.280
36	Banten	na	na	na	na	8.098.277	9.028.816
51	Bali	2.120.322	2.469.930	2.777.811	2.895.649	3.150.057	3.383.572
52	Nusa Tenggara Barat	2.203.465	2.724.664	3.369.649	3.645.713	3.823.154	4.260.294
53	Nusa Tenggara Timur	2.295.287	2.737.166	3.268.644	3.577.472	3.823.154	4.260.294
61	Kalimantan Barat	2.019.936	2.486.068	3.229.153	3.635.730	4.016.353	4.052.345
62	Kalimantan Tengah	701.936	954.353	1.396.486	1.627.453	1.855.473	1.914.900
63	Kalimantan Selatan	1.699.105	2.064.649	2.597.572	2.893.477	2.984.026	3.281.993
64	Kalimantan Timur	733.797	1.218.016	1.876.663	2.314.183	2.451.895	2.848.798
71	Sulawesi Utara	1.718.543	2.115.384	2.478.119	2.649.093	2.000.872	2.128.780
72	Sulawesi Tengah	913.662	1.289.635	1.711.327		2.175.983	2.294.841
73	Sulawesi Selatan	5.180.576	6.062.212	6.981.646	7.558.368	7.159.170	7.509.704
74	Sulawesi Tenggara	714.120	942.302	1.349.619	1.586.917	1.820.379	1.963.025
75	Gorontalo	na	na	na	na	833.496	922.176
76	Sulawesi Barat	na	na	na	na	891.618	969.429
81	Maluku	1.089.565	1.411.006	1.857.790	2.086.516	1.166.300	1.251.539
82	Maluku Utara	na	Na	na	na	815.101	884.142
91	Irian Jaya Barat	na	Na	na	na	529.689	643.012
92	Papua	923.440	1.173.875	1.648.708	1.942.627	1.684.144	1.875.388

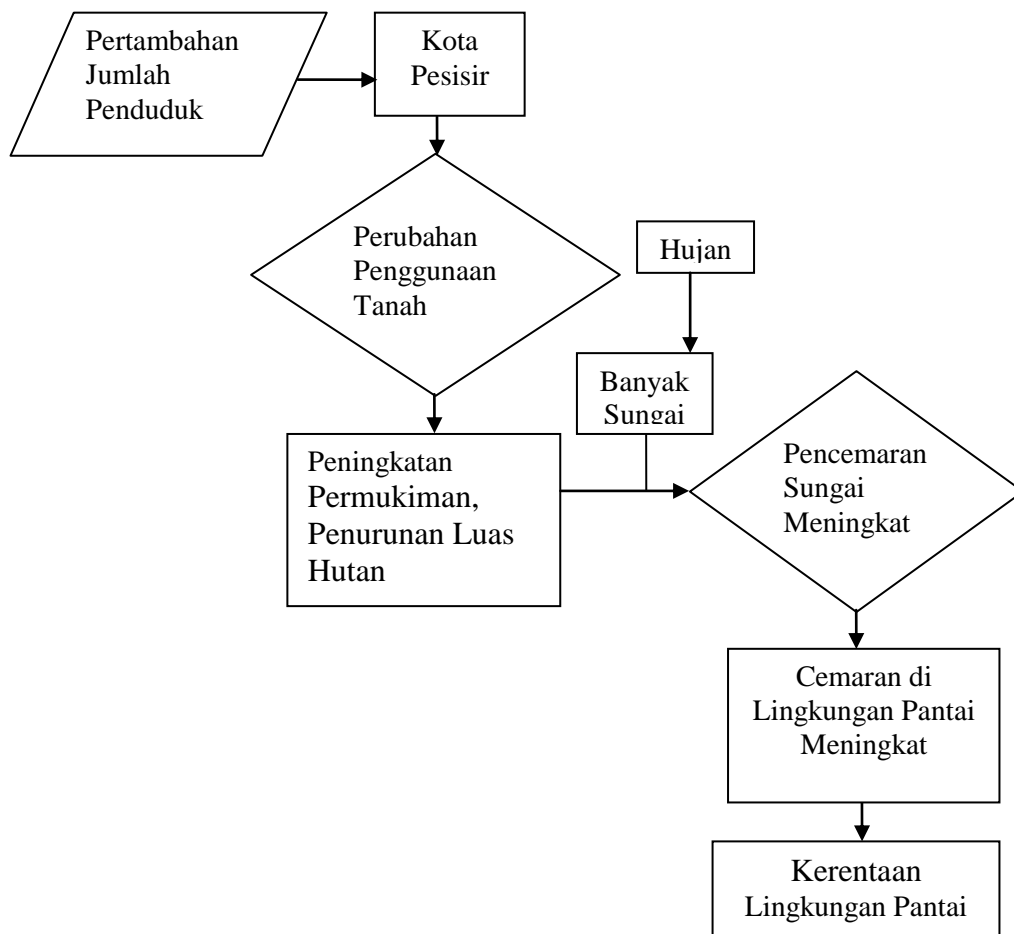
Sumber : BPS, Sensus Penduduk (1971, 1980, 1990, 2000, dan Supas (1995, 2005)

Dampak dari penambahan jumlah penduduk, mengakibatkan perubahan penggunaan tanah yang berdampak meningkatkan pencemaran ke sungai dan kemudian dengan melalui sungai akhirnya menuju laut melalui pantai. Tujuan Penelitian ini untuk mengetahui tingkat kerentanan lingkungan pantai di sekitar kota pesisir di Indonesia.

II. METODE PENELITIAN

Perubahan penggunaan tanah adalah cerminan dari penambahan jumlah penduduk di suatu tempat. Perubahan ini adalah meningkatnya permukiman/daerah terbangun dan juga pertanian/perkebunan dan mengakibatkan berkurangnya hutan di suatu daerah. Bertambahnya permukiman dan

pertanian (penggunaan tanah untuk budidaya) maka akan meningkatkan cemaran ke dalam badan air terutama sungai yang akan mengalirkan cemaran hasil dari permukiman dan pertanian tersebut ke tempat yang lebih rendah dan akhirnya masuk ke dalam laut melalui pantai. Makin banyak penduduk, makin banyak permukiman dan pertanian/perkebunan dengan menurunnya luas hutan serta makin banyak sungai yang melewatinya, maka cemaran yang masuk kedalam lingkungan pantai akan semakin tinggi. Keadaan lingkungan pantai di sekitar ibukota provinsi pesisir akan semakin rentan dibandingkan ibukota provinsi yang berada di pedalaman (bukan pesisir) (Gambar 2).



Gambar 2. Diagram Alur Pikir

2.1. Pengumpulan Data

1. Identifikasi ibukota provinsi yang berada dipesisir dan berada di laut dalam (bukan langsung berhadapan dengan samudra) (Peta Dasar skala 1 : 250.000)
2. Inventaris data perubahan jumlah penduduk dari ibukota provinsi di pesisir (Sumber data BPS masing-masing provinsi tahun 2010)
3. Inventaris data perubahan penggunaan tanah di ibukota provinsi yang berada di pesisir khususnya penggunaan tanah hutan (Data Penggunaan Tanah Indonesia, BPN 2009)
4. Inventaris jumlah sungai yang melalui ibukota provinsi dan langsung ke laut (Peta Dasar skala 1 : 250.000)

2.2. Pengolahan Data

1. Menghitung Indeks Pertambahan Penduduk
 - LPP = Laju pertumbuhan penduduk provinsi pertahun
 - JP = Jumlah penduduk ibukota provinsi
 - PP = Pertambahan penduduk pertahun

$$PP = JP \times LPP$$

Hasil dari pertambahan penduduk pertahun dibuatkan klasifikasi: tinggi (3), sedang (2) dan rendah (1), sehingga:

$$PP > 16.000.00 = I-PP = 3 = \text{tinggi.}$$

$$PP = 7.000-16.000.00 = I-PP = 2 = \text{sedang.}$$

$$PP < 7.000.00 = I-PP = 1 = \text{rendah.}$$

2. Menghitung Indeks perubahan penggunaan tanah hutan
 - LH-n = Luas Penggunaan Tanah Hutan per provinsi
 - LPT-n = Luas Penggunaan Tanah Total per provinsi
 - PLT-n = Persentase Luas Penggunaan Tanah Hutan per provinsi
$$PLT-n = LH-n / LPT-n \times 100\%$$

Hasil dari persentase ada 2 yakni persentase tahun 2004 dan tahun 2007, dibuatkan indeks persentase luas penggunaan tanah hutan, yakni tinggi (3), sedang (2) dan rendah (1).

- IPLT-2004 = Indeks persentase penggunaan tanah hutan tahun 2004
- IPLT-2007 = Indeks persentase penggunaan tanah hutan tahun 2007
- I-PPT = Penjumlahan Indeks Persentase Luas Penggunaan Tanah Hutan per provinsi

$$I-PPT = IPLT-2007 + IPLT-2004$$

Hasilnya adalah total indeks, yakni tinggi (6), sedang (5-3), dan rendah (2).

3. Menghitung Indeks jumlah sungai melalui ibukota provinsi di pesisir
 - JS = Menghitung Jumlah Segmen Sungai yang melalui ibukota
 - JSL = Menghitung Jumlah Sungai yang menuju laut
 - JST = Menghitung Jumlah Segmen Sungai yang tidak ke laut

$$JSL = JS - JSK$$

Hasilnya dibuatkan indeks jumlah sungai ke laut yakni tinggi (3), sedang (2) dan rendah (1).

2.3. Analisis

Untuk mendapatkan kondisi tingkat kerentanan lingkungan pantai di sekitar ibukota provinsi di pesisir Indonesia secara spasial, maka Indeks Kerentanan Lingkungan Pantai dihasilkan dari penggabungan dari Indeks penentu kerentanan yakni Indeks Pertambahan Penduduk, Indeks Perubahan Penggunaan Tanah Hutan tiap provinsi, Indeks Jumlah Sungai. Teknik analisis yang digunakan menggunakan konsep overlay dalam analisis spasial dengan dibantu dalam perangkat lunak SIG dengan teknik Spatial Join seperti pada bagan modeling GIS pada Gambar 3. Untuk memudahkan analisa tersebut

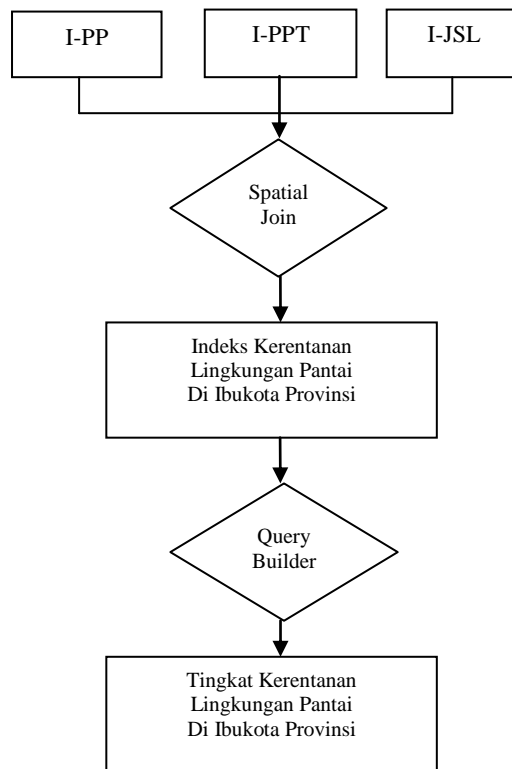
dibuatkan Matrik (Tabel 2) dan teknik *Query* untuk menghasilkan luaran kota-kota pesisir.

I-PPT = Indeks Perubahan Penggunaan Tanah Hutan per provinsi

$$I-KLP = I-PPT + I-JSL + I-PP$$

Hasilnya adalah tingkat kerentanan lingkungan pantai di sekitar ibukota provinsi di pesisir dengan indeks tinggi (7-9), sedang (4-6) dan rendah (1-3).

I-KLP = Indeks Kerentanan Lingkungan Pantai di Ibukota Provinsi
 I-JSL = Indeks Jumlah Sungai ke Laut
 I-PP = Indeks Pertambahan Penduduk



Gambar 3. Modeling GIS untuk Kerentanan Lingkungan Pantai di Ibukota Provinsi di Pesisir

Tabel 2. MATRIK I-KLP

I-KLP	I-PP	I-PPT	I-JSL	Total
TINGGI	2 or 3	2 or 3	2 or 3	7- 9
SEDANG	1 or 2 or 3	1 or 2 or 3	1 or 2 or 3	4-6
RENDAH	1	1	1	3

Query :

1. I-KLP Rendah jika I-PP = 1 and I-PPT = 1 and I-JSL =1
2. I-KLP sedang jika I-PP = 1 or 2 And I-PPT = 1 or 2 and I-JSL = 1 or 2
3. I-KLP tinggi jika I-PP = 2 or 3 and I-PPT = 2 or 3 and IJSL = 2 or 3

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Indeks Pertambahan Penduduk

Pertambahan jumlah penduduk di Indonesia berdasarkan Laju Pertumbuhan Penduduk provinsi (LPP) hasil sensus tahun 2010 (BPS, 2010) menyatakan bahwa kisaran angka LPP adalah 0,37 – 4,99 dengan angka LPP terendah terdapat di Provinsi Jawa Timur (0,37) dan LPP tertinggi berada di Provinsi Kepulauan Riau (4,99). Angka LPP digunakan untuk menghitung indeks pertambahan penduduk di masing-masing ibukota provinsi yakni dengan cara jumlah penduduk masing-masing ibukota provinsi dikalikan dengan LPP provinsi yang menghasilkan data jumlah pertambahan penduduk, yang kemudian

dibuatkan Indeks Pertambahan Penduduk (I-PP).

Kota Medan, Kota Serang, Kota Jakarta, Kota Surabaya dan Kota Makassar termasuk dalam kategori I-PP tinggi, yakni jumlah pertambahan penduduknya lebih dari 14.000 penduduk pertahun. Kota yang masuk kategori I-PP sedang adalah Kota Bandar Lampung, Kota Tanjung Pinang, Kota Semarang, Kota Ambon dan Kota Mamuju dengan angka pertambahan penduduk 7.000 – 14.000 pertahun. Sedangkan Kota Pangkal Pinang, Kota Mataram, Kota Kupang, Kota Ternate, Kota Palu dan Kota Kendari memiliki I-PP rendah dengan angka pertambahan jumlah penduduk < 7.000 pertahun (Tabel 3).

Tabel 3. Indeks Pertambahan Penduduk di Ibukota Provinsi Pesisir di Indonesia

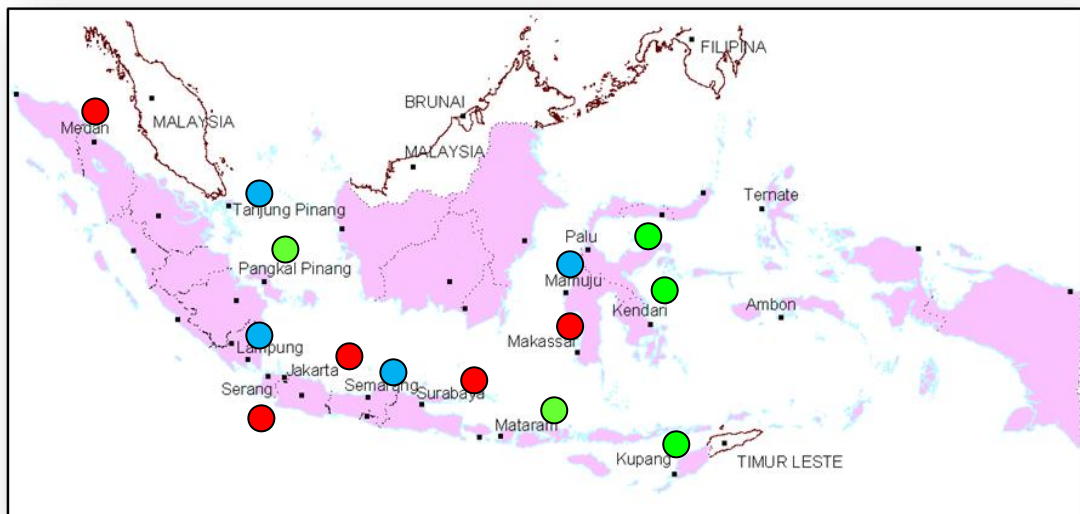
No	Nama Kota	LPP ¹⁾ per Provinsi	Jumlah Penduduk	Pertambahan Penduduk (PP)	Peringkat Indeks-PP
1	Medan	1,11	2.109.339	23.414	Tinggi
2	Bandar Lampung	1,23	879.651	10.820	Sedang
3	Pangkal Pinang	3,14	174.838	5.490	Rendah
4	Tanjung Pinang	4,99	187.167	9.340	Sedang
5	Serang	2,79	576.691	16.090	Tinggi
6	Jakarta	1,39	9.588.198	133.276	Tinggi
7	Semarang	0,37	1.553.778	5.749	Rendah
8	Surabaya	0,76	2.765.908	21.021	Tinggi
9	Mataram	1,17	402.296	4.707	Rendah
10	Kupang	2,06	335.585	6.913	Rendah
11	Ambon	2,78	330.355	9.184	Sedang
12	Ternate	2,44	18.566	453	Rendah
13	Makassar	1,85	1.339.374	24.778	Tinggi
14	Mamuju	2,67	336.879	8.995	Sedang
15	Palu	1,94	335.297	6.505	Rendah
16	Kendari	2,07	289.468	5.992	Rendah

Sumber: Pengolahan data dari data BPS tiap kota tahun 2010 (Laju Pertumbuhan Penduduk = LPP¹⁾)

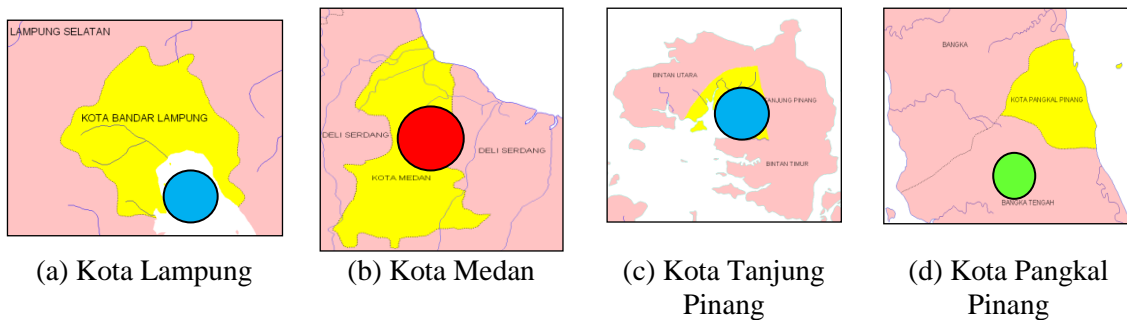
Untuk melihat kondisi secara spasial keseluruhan di Indonesia sebaran tingkat I-PP dapat dilihat pada Gambar 4. Hasil ini memperlihatkan bahwa kondisi pertambahan penduduk rendah (I-PP rendah) terdapat di Pulau Sumatera, Kepulauan Sunda Kecil dan Pulau Sulawesi, I-PP sedang tersebar merata, sedangkan I-PP tinggi terdapat di Pulau Sumatera, Pulau Sulawesi dan Pulau Jawa.

Di Pulau Sumatera, Kota Medan adalah kota dengan I-PP tertinggi, di bandingkan dengan Kota Lampung dan Kota Tanjung Pinang yang memiliki I-PP sedang. Kota Pangkal Pinang memiliki I-PP rendah (Gambar 5).

Di Pulau Jawa dominasi adalah I-PP tinggi yakni di Kota Jakarta, Kota Serang dan Kota Surabaya. Kota Semarang yang memiliki I-PP sedang (Gambar 6).



Gambar 4. Sebaran I-PP ibukota provinsi pesisir di Indonesia (Tinggi = ●; Sedang = ●; Rendah = ●)



Gambar 5. Nilai I-PP ibukota provinsi pesisir di Sumatera

Di Pulau Sulawesi, Kota Makassar adalah kota dengan I-PP tertinggi dan Kota Mamuju memiliki I-PP sedang. Kota Palu dan Kota Kendari memiliki I-PP rendah (Gambar 7).

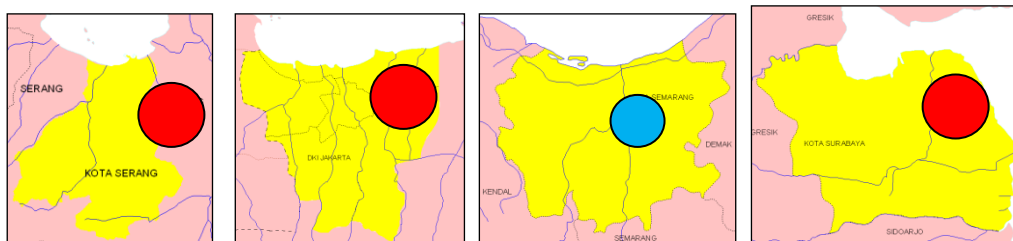
Di Kepulauan Sunda Kecil dan Kep. Maluku tidak terdapat kota dengan I-PP tinggi. Kota Ambon memiliki I-PP sedang, sedangkan Kota Mataram, Kota Kupang dan Kota Ternate memiliki I-PP rendah (Gambar 8).

3.2. Indeks Penggunaan Tanah

Berdasarkan data penggunaan tanah provinsi di Indonesia tahun 2004

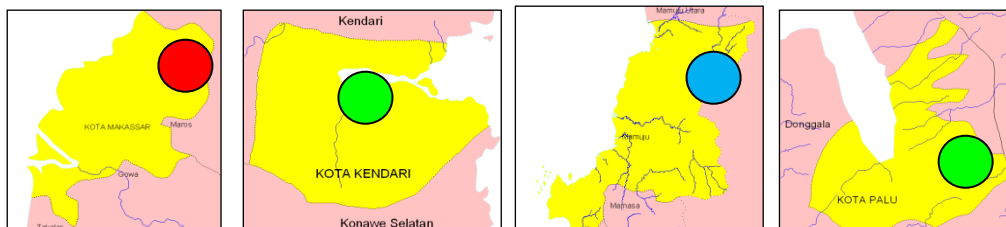
dan tahun 2007, dilakukan analisis perubahan penggunaan tanah hutan di masing-masing provinsi, hasilnya akan diketahui Indeks perubahan penggunaan tanah hutan. Untuk menghitung Indeks perubahan, pertama hitung persentase luas penggunaan tanah hutan dibandingkan luas penggunaan tanah total dalam satu tahun tiap provinsi. Hasil persentase tersebut dijumlahkan untuk melihat Indeks Perubahan Total (I-PT) dari tahun 2004 dan 2007.

Tahun 2007, provinsi dengan (I-PT) rendah terdapat di Provinsi Kep. Riau, Prov. Maluku, Prov. Maluku Utara,



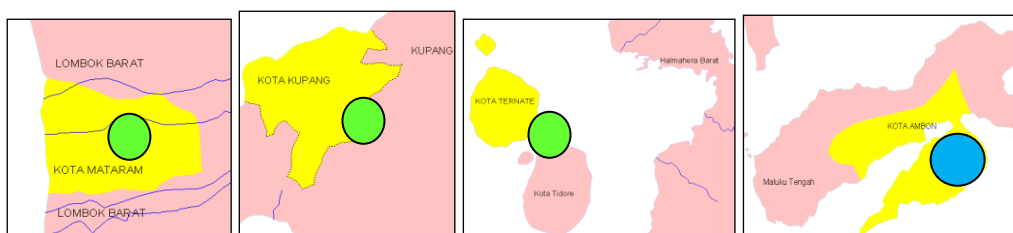
(e) Kota Serang; (f) Kota Jakarta; (g) Kota Semarang; (h) Kota Surabaya

Gambar 6. Nilai I-PP ibukota provinsi pesisir di Pulau Jawa



(i) Kota Makassar; (j) Kota Kendari; (k) Kota Mamuju; (l) Kota Palu

Gambar 7. Nilai I-PP ibukota provinsi pesisir di Pulau Sulawesi



(m) Kota Mataram; (n) Kota Kupang; (o) Kota Ternate; (p) Kota Ambon

Gambar 8. Nilai I-PP ibukota provinsi pesisir di Pulau Sunda Kecil dan Maluku

Prov. Sulawesi Barat, Prov. Sulawesi Tengah dan Provinsi Sulawesi Tenggara. Hal ini dapat di asumsikan bahwa Kota Tanjung Pinang, Kota Ambon, Kota Ternate, Kota Mamuju, Kota Palu dan Kota Kendari juga memiliki I-PT rendah. Artinya bahwa komposisi luasan hutan masih sangat banyak di sekitar ibukota provinsi tersebut. Provinsi Sumatera Utara, Prov. Lampung, Prov. Bangka Belitung, Prov. Banten dan Prov. Jawa Barat, Prov. DKI, Prov. Jawa Tengah, Prov. Jawa Timur, Prov. Nusa Tenggara Barat dan Prov. Nusa Tenggara Timur memiliki I-PT tinggi. Ibukota provinsi tersebut diasumsikan juga memiliki I-PT tinggi. Artinya Kota Medan, Lampung, Tanjung Pinang, Serang, Jakarta,

Semarang, Surabaya, Mataram dan Kupang, bahwa hutan disekitar kota-kota tersebut sudah sangat jarang dan tergantikan oleh penggunaan tanah permukiman dan pertanian (Tabel 5).

Tahun 2004, provinsi dengan I-PT rendah terdapat di Prov.Kep. Riau, Prov. Nusa Tenggara Barat, Prov. Maluku, Prov. Sulawesi Tengah dan Prov. Sulawesi Tenggara. Hal ini dapat di asumsikan bahwa Kota Tanjung Pinang, Kota Ambon, Kota Palu dan Kota Kendari juga memiliki I-PT rendah. Artinya bahwa komposisi luasan hutan masing sangat banyak di sekitar ibukota provinsi tersebut. Prov. Lampung, Prov. Banten, Prov. Jawa Barat, Prov. DKI dan Prov. Jawa Tengah memiliki I-PT Tinggi.

Tabel 5. Luas Penggunaan Tanah Hutan Tahun 2007

No	Nama Kota	Nama Provinsi	Luas Hutan per Provinsi (Ha)	Luas Penggunaan Tanah Total (Ha)	Persentasi Luas Hutan (%)	Indeks PT	Peringkat
1	Medan	Sumatera Utara	2.095.230,83	7.168.070,21	29	3	Tinggi
2	Lampung	Lampung	914.308,36	3.301.540,6	28	3	Tinggi
3	Pangkal Pinang	Bangka Belitung	907.943,90	1.667.060,18	54	2	Sedang
4	Tanjung Pinang	Kep. Riau	349.630,07	480.375,0	73	1	Rendah
5	Serang	Jawa Barat	239.114,47	3.70.600,00	7	3	Tinggi
6	Jakarta	Jakarta	185,62	68.100,02	0	3	Tinggi
7	Semarang	Jawa Tengah	633.052,04	3.257.510,02	19	3	Tinggi
8	Surabaya	Jawa Timur	419.692,56	4.694.220,00	9	3	Tinggi
9	Mataram	NTB	730.82,66	2.015.319,63	36	2	Sedang
10	Kupang	NTT	1.447.033,64	4.734.999,90	31	2	Sedang
11	Ambon	Maluku	2.880.468,10	5.401.300,00	53	1	Rendah
12	Ternate	Maluku Utara	2.324.941,90	3.171.500,00	73	1	Rendah
13	Makassar	Sulawesi Selatan	2.088.126,16	4.566.000,11	46	2	Sedang
14	Mamuju	Sulawesi Barat	1.190.590,92	1.682.250,06	71	1	Rendah
15	Palu	Sulawesi Tengah	5.411.736,51	6.803.299,78	80	1	Rendah
16	Kendari	Sulawesi Tenggara	2.853.989,85	3.814.000,16	75	1	Rendah

Sumber : Pengolahan Data dari BPN Tahun 2007

Ibukota provinsi tersebut diasumsikan juga memiliki IPT tinggi. Artinya Kota Kota Lampung, Kota Serang, Kota Jakarta dan Kota Semarang, bahwa hutan disekitar kota-kota tersebut sudah sangat jarang dan tergantikan oleh penggunaan tanah permukiman dan pertanian. Sedangkan Kota Tanjung Pinang, Kota Pangkal Pinang, Kota Mamuju, dan Kota Ternate belum terdata atau datanya belum diinformasikan (Tabel 6).

Pada Tabel 6 memperlihatkan bahwa untuk masing-masing kota pesisir

di Indonesia perubahan penggunaan tanahnya yang termasuk tinggi adalah Kota Medan, Kota Lampung, Kota Serang, Kota Jakarta, Kota Semarang dan Kota Surabaya. Perubahan penggunaan tanah yang masuk kategori sedang adalah Kota Mataram, Kota Kupang dan Kota Makassar. Sedangkan Kota Pangkal Pinang, Kota Tanjung Pinang, Kota Ambon, Kota Ternate, Kota Mamuju, Kota Palu dan Kota Kendari tergolong perubahan penggunaan tanah konversi hutannya rendah.

Tabel 6. Luas Penggunaan Tanah Hutan Tahun 2004

No	Nama Kota	Nama Provinsi	Luas Hutan per Provinsi (Ha)	Luas Penggunaan Tanah Total (Ha)	% Luas Hutan	Indeks PT	Peringkat
1	Medan	Sumatera Utara	2.248.700,67	7.168.070,21	31	2	Sedang
2	Lampung	Lampung	813.070,32	3.078.514,02	26	3	Tinggi
3	Pangkal Pinang	Bangka Belitung	No Data	No Data	No Data		
4	Tanjung Pinang	Kep. Riau	No Data	No Data	No Data		
5	Serang	Jawa Barat	767.758,02	4.136.059,13	7	3	Tinggi
6	Jakarta	Jakarta	106,30	63.499,70	0	3	Tinggi
7	Semarang	Jawa Tengah	501.050,88	3.037.458,34	16	3	Tinggi
8	Surabaya	Jawa Timur	1.127.441,40	4.377.115,56	26	3	Sedang
9	Mataram	NTB	1.167.435,95	1.879.180,89	62	1	Rendah
10	Kupang	NTT	1.718.592,85	4.415.140,78	39	2	Sedang
11	Ambon	Maluku	6.637.378,58	7.993.689,32	83	1	Rendah
12	Ternate	Maluku Utara	No Data	No Data	No Data		
13	Makassar	Sulawesi Selatan	3.216.378,31	5.826.167,56	55	2	Sedang
14	Mamuju	Sulawesi Barat	No Data	No Data	No Data		
15	Palu	Sulawesi Tengah	3.856.263,22	6.343.722,77	61	1	Rendah
16	Kendari	Sulawesi Tenggara	2.646.237,71	3.556.356,27	74	1	Rendah

Sumber : Pengolahan Data dari BPN Tahun 2004

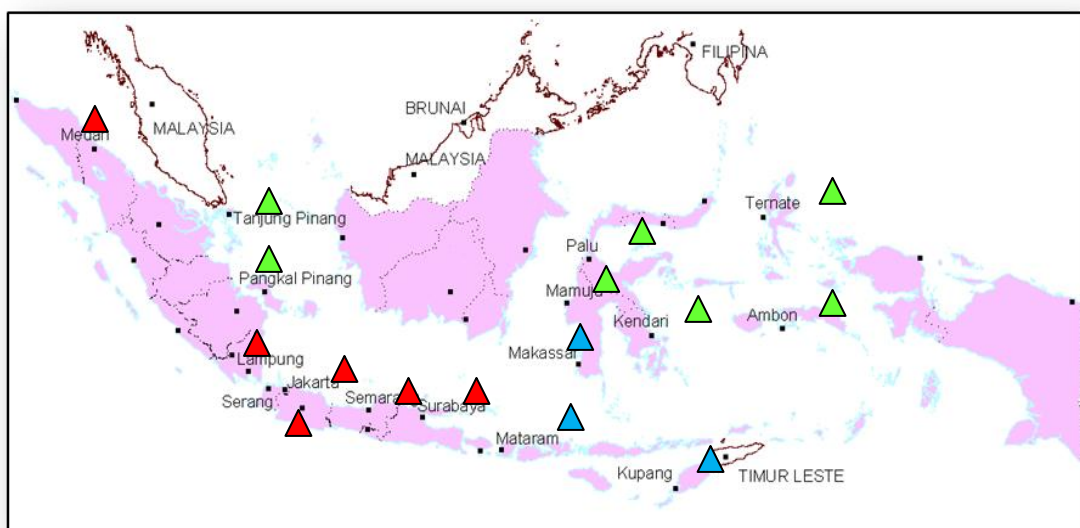
Gambaran Indonesia untuk I-PT secara keseluruhan ditampilkan pada Gambar 9. Hasil ini memperlihatkan bahwa kondisi perubahan penggunaan tanah hutan di Indonesia cenderung cepat

karena Indonesia di dominasi oleh Indeks perubahan tinggi dan sedang yang tersebar merata, sedangkan I-PT tingkat rendah hanya ada di Pulau Sumatera dan Pulau Sulawesi.

Tabel 7. Indeks Perubahan PT Tahun 2004-2007

No	Nama Kota	Nama Provinsi	Indeks PT 2004	Indeks PT 2007	Indeks Perubahan	Peringkat
1	Medan	Sumatera Utara	2	3	5	Tinggi
2	Lampung	Lampung	3	3	6	Tinggi
3	Pangkal Pinang	Bangka Belitung	No Data	2	2*	Rendah
4	Tanjung Pinang	Kep. Riau	No Data	1	1*	Rendah
5	Serang	Jawa Barat	3	3	6	Tinggi
6	Jakarta	Jakarta	3	3	6	Tinggi
7	Semarang	Jawa Tengah	3	3	6	Tinggi
8	Surabaya	Jawa Timur	3	3	6	Tinggi
9	Mataram	NTB	1	2	3	Sedang
10	Kupang	NTT	2	2	4	Sedang
11	Ambon	Maluku	1	1	2	Rendah
12	Ternate	Maluku Utara	No Data	1	1*	Rendah
13	Makassar	Sulawesi Selatan	2	2	4	Sedang
14	Mamuju	Sulawesi Barat	No Data	1	1*	Rendah
15	Palu	Sulawesi Tengah	1	1	2	Rendah
16	Kendari	Sulawesi Tenggara	1	1	2	Rendah

Sumber : Pengolahan Data 2004-2007 (* asumsi digunakan data tahun 2007 saja)



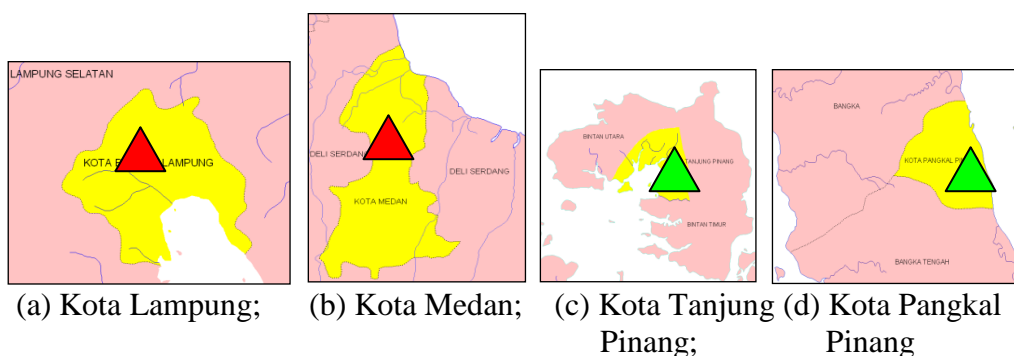
Gambar 9. Sebaran I-PT di ibukota provinsi pesisir di Indonesia (Tinggi = ▲; Sedang = ▲; Rendah = ▲)

Untuk Pulau Sumatera perubahan penggunaan tanah (I-PT) terbagi menjadi 2 yakni tinggi untuk Kota Medan dan Kota Lampung. Sedangkan Kota Tanjung Pinang dan Kota Pangkal Pinang masuk kategori I-PT sedang (Gambar 10).

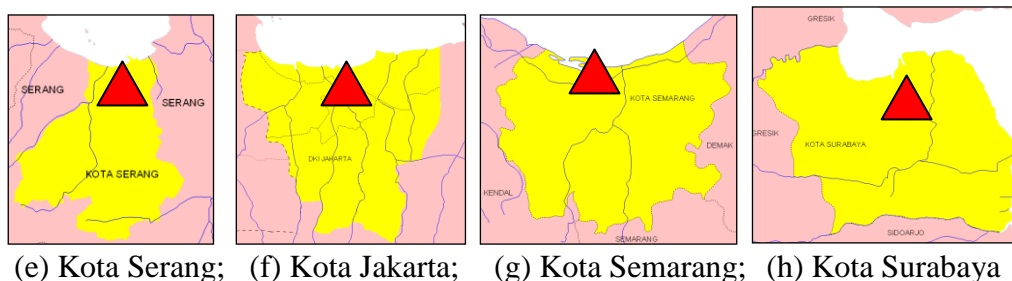
Di Pulau Jawa, Semua kotanya memiliki I-PT Tinggi (Gambar 11). Kota Jakarta, Kota Serang, Kota Semarang dan Kota Surabaya perubahan penggunaan hutan menjadi non hutan sangat tinggi.

Di Pulau Sulawesi, tidak terdapat kota dengan I-PT tinggi, Kota Makassar memiliki I-PT sedang, Kota Mamuju, Kota Kendari dan Kota Palu masuk kategori IPT rendah (Gambar 12).

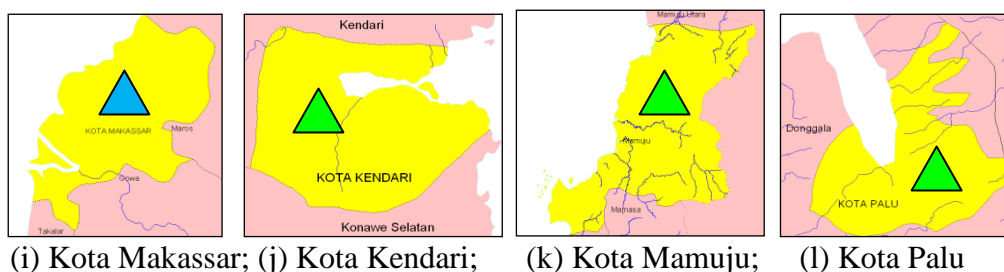
Di Kepulauan Sunda Kecil dan Kep. Maluku juga tidak terdapat kota dengan I-PT tinggi, Kota Kupang dan Kota Mataram memiliki I-PT sedang, sedangkan Kota Ambon dan Kota Ternate memiliki I-PT rendah (Gambar 13).



Gambar 10. I-PT ibukota provinsi pesisir di Sumatera



Gambar 11. I-PT ibukota provinsi pesisir di Pulau Jawa

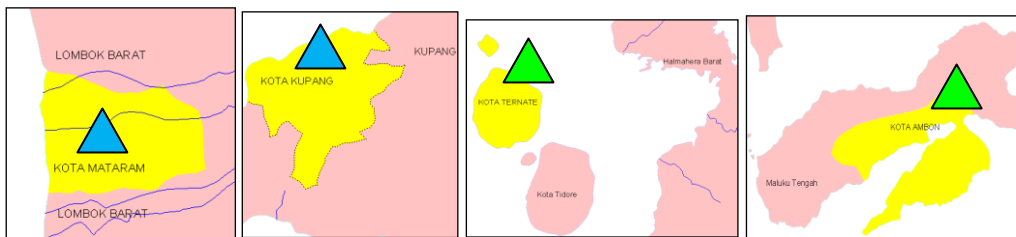


Gambar 12. Sebaran I-PT ibukota provinsi pesisir di Pulau Sulawesi

3.2. Indeks Sungai

Sungai menjadi alat transportasi masuknya bahan pencemar kedalam laut. Indeks sungai dihitung dengan menggunakan skala peta yang sama, jumlah sungai dan anak sungai yang muaranya masuk kelaut dan melalui kota pesisir, disebut sebagai Indeks Sungai (I-S). Indeks Sungai berkisar antara 0 dan 9 (Tabel 8).

Gambaran keseluruhan Indonesia untuk Indeks Sungai ditampilkan pada Gambar 14. Hasil ini memperlihatkan bahwa kondisi perubahan penggunaan tanah hutan di Indonesia cenderung cepat karena Indonesia di dominasi tingkat tinggi dan sedang yang tersebar merata, sedangkan I-S tingkat rendah hanya ada di Pulau Sumatera dan Pulau Sulawesi.



(m) Kota Mataram; (n) Kota Kupang; (o) Kota Ternate; (p) Kota Ambon

Gambar 13. I-PT ibukota provinsi Pulau Sunda Kecil dan Maluku

Tabel 8. Indeks Sungai Kota Pesisir di Indonesia

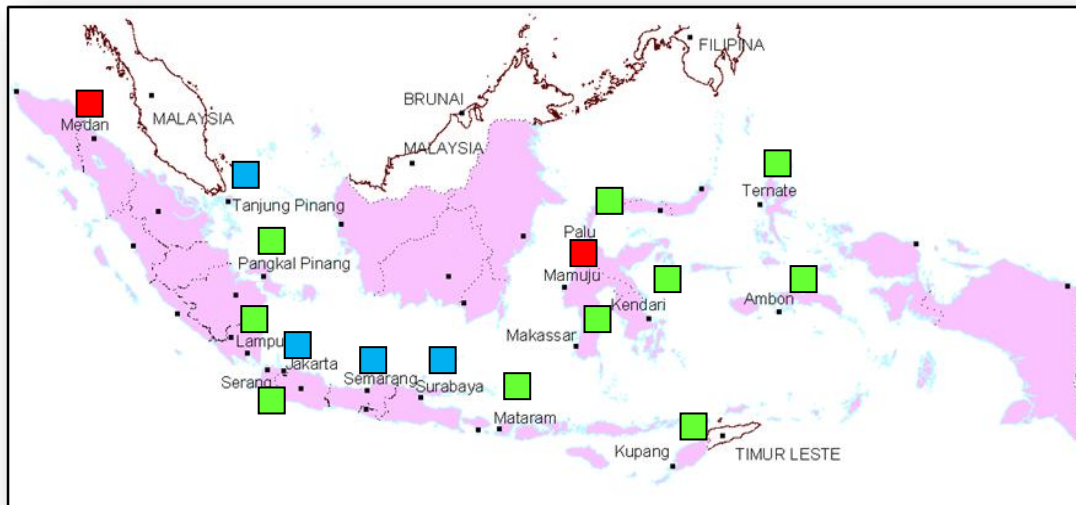
No	Nama Kota	Indeks Sungai (I-S)	Peringkat
1	Medan	9	Tinggi
2	Lampung	4	Rendah
3	Pangkal Pinang	0	Rendah
4	Tanjung Pinang	5	Sedang
5	Serang	4	Rendah
6	Jakarta	7	Sedang
7	Semarang	6	Sedang
8	Surabaya	5	Sedang
9	Mataram	2	Rendah
10	Kupang	0	Rendah
11	Ambon	0	Rendah
12	Ternate	0	Rendah
13	Makassar	1	Rendah
14	Mamuju	14	Tinggi
15	Palu	4	Rendah
16	Kendari	3	Rendah

Sumber : Pengolahan Data dari Peta Skala 1 : 250.000

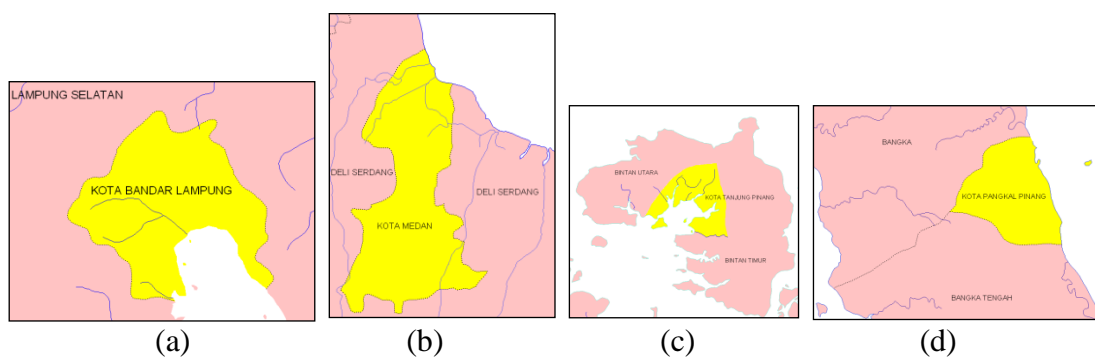
Jumlah sungai di Kota Bandar Lampung adalah 4 buah, sedangkan jumlah sungai melalui Kota Medan berjumlah 9 buah (Gambar 15). Kota Bandar Lampung di Provinsi Lampung memiliki I-S=4, sedangkan Kota Medan di Provinsi Sumatera Utara memiliki I-S=9. Kota Tanjung Pinang di Provinsi Kepulauan Riau mempunyai I-S=5, sedangkan Kota Pangkal Pinang di

Provinsi Bangka Belitung mempunyai I-S=0.

Kota Serang di Provinsi Banten memiliki I-S=4, Kota Jakarta di Provinsi DKI Jakarta memiliki I-S=7, Kota Semarang di Provinsi Jawa Tengah mempunyai I-S=6, dan Kota Surabaya di Provinsi Jawa Timur mempunyai I-S=5 (Gambar 16).



Gambar 14. Sebaran Indeks Sungai ibukota provinsi pesisir di Indonesia (Tinggi = ■ ; Sedang = ■ ; Rendah = ■)



Gambar 15. (a) Kota Lampung; (b) Kota Medan; (a) Kota Tanjung Pinang; (b) Kota Pangkal Pinang

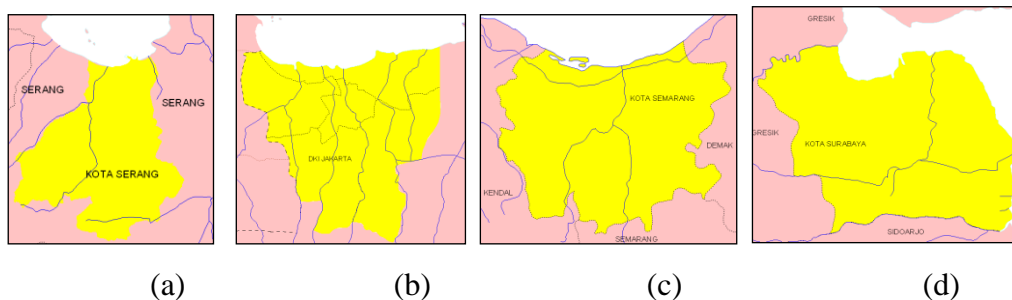
Kota Mataram di Provinsi Nusa Tenggara Barat memiliki I-S=2, Kota Kupang di Provinsi Nusa Tenggara Timur memiliki I-S=0, Kota Ternate di Provinsi Maluku Utara mempunyai I-S=0, dan Kota Ambon di Provinsi Maluku mempunyai I-S=0 (Gambar 17).

Kota Makassar di Provinsi Sulawesi Selatan memiliki I-S=1, Kota Kendari di Provinsi Sulawesi Tenggara memiliki I-S=3, Kota Mamuju di Provinsi Sulawesi Barat mempunyai I-S=14, dan Kota Palu di Provinsi Sulawesi Tengah mempunyai I-S=4 (Gambar 18).

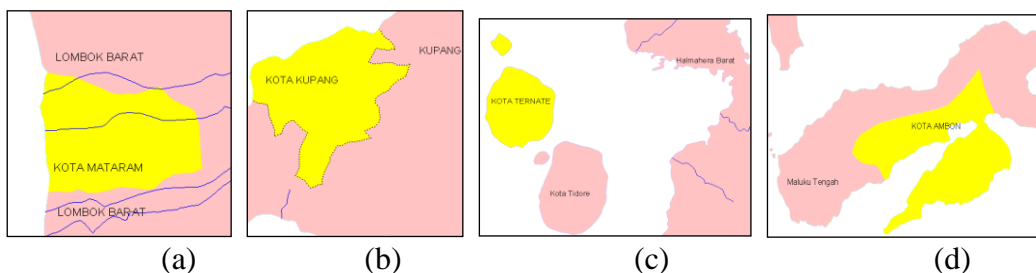
3.3. Kerentanan Lingkungan Pantai

Kondisi kerentanan lingkungan pantai banyak faktor penyebabnya, dalam tulisan ini hanya dimasukkan data pertambahan jumlah penduduk, perubahan penggunaan tanah hutan dan

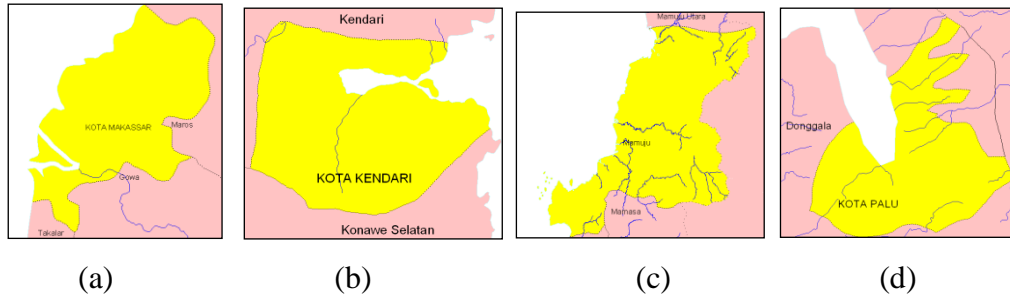
jumlah sungai yang masuk ke laut melalui ibukota provinsi yang berada di pesisir. Berdasarkan nilai tingkat peringkat dari indeks variabel tersebut, maka dihasilkan nilai total indeks variabel untuk menghasilkan peringkat kerentanan lingkungan pantai di kota pesisir. Hasil penelitian ini menemukan ada 8 (delapan) kota pesisir di Indonesia yang termasuk dalam kriteria sangat rentan (Nilai Total Tinggi) yakni Kota Medan, Kota Lampung, Kota Serang, Kota Jakarta, Kota Semarang, Kota Surabaya, Kota Mamuju dan Kota Makassar. Kota pesisir yang masuk kategori kerentanan sedang hanya Kota Pangkal Pinang. Kota Tanjung Pinang, Kota Mataram, Kota Ambon, Kota Kupang, Kota Kendari, Kota Palu dan Kota Ternate masuk kategori kerentanan rendah (Tabel 9).



Gambar 16. (a) Kota Serang; (b) Kota Jakarta; (c) Kota Semarang; (d) Kota Surabaya






Gambar 17. (a) Kota Mataram; (b) Kota Kupang; (c) Kota Ternate; (d) Kota Ambon



Gambar 18. (a) Kota Makassar; (b) Kota Kendari; (c) Kota Mamuju; (d) Kota Palu

Tabel 9. Tingkat Kerentanan Kondisi Lingkungan Laut Kota Pesisir di Indonesia

No	Nama Kota	Indeks Penduduk	Tingkat	Nilai IP 	Indeks PT	Tingkat	Nilai IPT 	Indeks Sungai	Tingkat	Nilai IS 	Total Nilai	Tingkat
1	Medan	23.414	Tinggi	3	5	Tinggi	3	9	Tinggi	3	9	Tinggi
2	Lampung	10.820	Sedang	2	6	Tinggi	3	4	Rendah	1	6	Tinggi
3	Pangkal Pinang	5.490	Rendah	1	2	Rendah	1	0	Rendah	1	3	Rendah
4	Tanjung Pinang	9.340	Sedang	2	1	Rendah	1	5	Sedang	2	5	Sedang
5	Serang	16.090	Tinggi	3	6	Tinggi	3	4	Rendah	1	7	Tinggi
6	Jakarta	133.276	Tinggi	3	6	Tinggi	3	7	Sedang	2	8	Tinggi
7	Semarang	5.749	Sedang	3	6	Tinggi	3	6	Sedang	2	7	Tinggi
8	Surabaya	21.021	Tinggi	3	6	Tinggi	3	5	Sedang	2	8	Tinggi
9	Mataram	4.707	Rendah	1	3	Sedang	2	2	Rendah	1	4	Rendah
10	Kupang	6.913	Rendah	1	4	Sedang	2	0	Rendah	1	4	Rendah
11	Ambon	9.184	Sedang	2	2	Rendah	1	0	Rendah	1	4	Rendah
12	Ternate	453	Rendah	1	1	Rendah	1	0	Rendah	1	3	Rendah
13	Makassar	24.778	Tinggi	3	4	Sedang	2	1	Rendah	1	6	Tinggi
14	Mamuju	8.995	Sedang	2	1	Rendah	1	14	Tinggi	3	6	Tinggi
15	Palu	6.505	Rendah	1	2	Rendah	1	4	Rendah	1	3	Rendah
16	Kendari	5.992	Rendah	1	2	Rendah	1	3	Rendah	1	3	Rendah

Sumber : Hasil Analisis

Kota di pesisir yang memiliki tingkat kerentanan tinggi adalah Kota Medan, dengan variabel, pertambahan penduduk tinggi, perubahan penggunaan tanah tinggi dan jumlah sungai tinggi. Sedangkan kota Jakarta dan Surabaya dengan pertambahan jumlah penduduk dan perubahan penggunaan tanah tinggi, jumlah sungai masuk kategori sedang (Gambar 19).

Selain Kota Medan, Jakarta dan Surabaya yang memiliki lingkungan

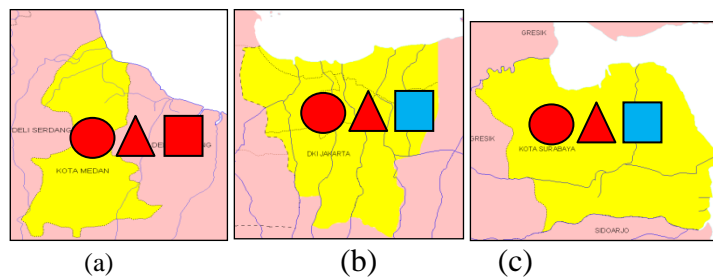
panati dengan tingkat kerentanan Tinggi adalah Kota Lampung, Kota Semarang dan Kota Serang dengan variabel Perubahan Penggunaan Tanah Tinggi, Sedangkan pertambahan jumlah penduduk dan jumlah sungai dengan nilai Sedang dan Rendah (Gambar 20).

Kota di pesisir yang juga memiliki tingkat kerentanan tinggi adalah Kota Makassar dan Kota Mamuju. Variabel pertambahan jumlah penduduk tinggi untuk Makassar dengan perubahan

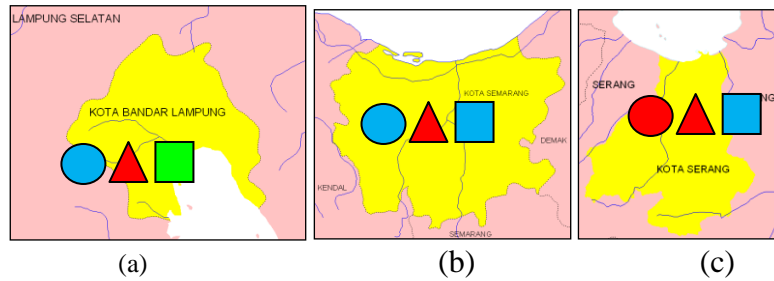
penggunaan tanah sedang dan jumlah sungai sedikit (Rendah). Kota Mamuju dengan jumlah sungai banyak (Tinggi), tetapi penambahan jumlah penduduk sedang dan perubahan penggunaan tanah rendah (Gambar 21).

Berdasarkan pada Gambar 22, terlihat hampir sebagian besar kota di pesisir Indonesia memiliki kondisi lingkungan pantainya sangat rentan terhadap pencemaran yang diakibatkan

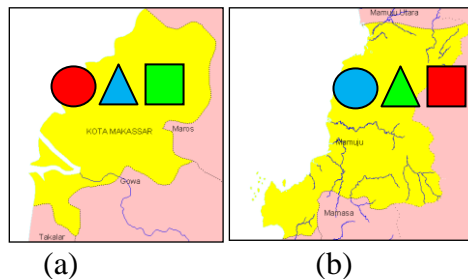
oleh pertambahan jumlah penduduk yang tinggi, perubahan penggunaan tanah hutan menjadi permukiman dan pertanian tinggi serta jumlah sungai yang masuk ke lautnya banyak. Makin tinggi jumlah pertambahan penduduk, makin tinggi perubahan penggunaan tanah hutan, dan makin banyak (tinggi) jumlah sungai, maka semakin rentan kondisi lingkungan pantai yang berada di kota pesisir.



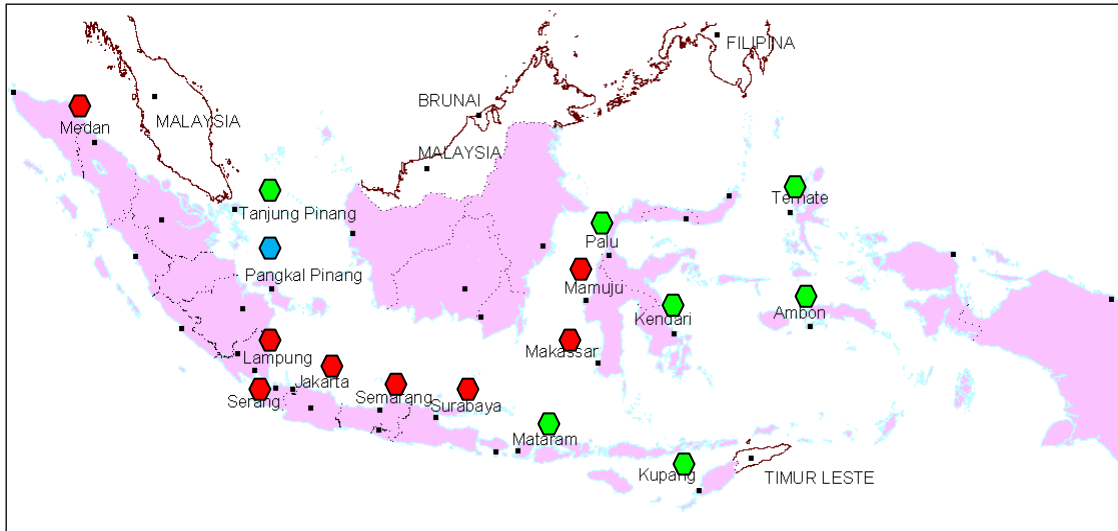
Gambar 19. (a) Kota Medan; (b) Kota Jakarta; (c) Kota Surabaya



Gambar 20. (a) Kota Lampung; (b) Kota Semarang; (c) Kota Serang



Gambar 21. (a) Kota Makassar; (b) Kota Mamuju



Gambar 22. Sebaran Tingkat Kerentanan Lingkungan Pantai Kota Pesisir di Indonesia (Tinggi = ◆ ; Sedang = ◆ ; Rendah = ◆)

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah terdapat tujuh kota dengan tingkat kerentanan lingkungan pantai tinggi. Kota Medan adalah kota yang paling rentan kondisi lingkungan pantainya, diikuti oleh Kota Lampung, Kota Jakarta, Kota Surabaya, Kota Serang, Kota Semarang, Kota Makassar dan Kota Mamuju. Hasil ini menunjukkan bahwa 50 % kota pesisir di Indonesia (8 dari 16 kota yang diteliti) kondisi lingkungan pantainya rentan terhadap pencemaran akibat aktifitas manusia yang berada di kota pesisir. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah pertambahan penduduk, perubahan penggunaan tanah hutan yang terjadi dan jumlah sungai di kota pesisir lebih banyak, maka semakin tinggi pula tingkat kerentanan lingkungan pantainya.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2009. Penggunaan Tanah Republik Indonesia, Badan Pertanahan Nasional.
 Anonim. 2006. Prosiding Seminar Nasional Pendekatan Spasial dalam

Pembangunan Negara Kepulauan Tropika. Ikatan Geograf Indonesia.
 Anonim. 1984. Atlas Penggunaan Tanah Republik Indonesia. Direktorat Jenderal Agraria, Dep. Dalam Negeri. Publikasi No. 333.
 Anonim. 1996. Informasi dan Klasifikasi Data Kelautan Di Lokasi Proyek MREP, Buku ke 3. Direktorat TISDA, BPP Teknologi.
 Anonim. 1999. Perubahan Tutupan Lahan dan Penggunaan Tanah Di Indonesia dalam kaitannya dengan Studi LUCC-IGBP. Direktorat TISDA, BPP Teknologi.
 BPS. 2010. Agregat Hasil Sensus Penduduk, Badan Pusat Statistik. http://www.bps.go.id/65tahun/SP2010_agregat_data_perProvinsi.pdf.
 BPS. 2010. Hasil Sensus Penduduk. BPS Provinsi Sumatera Utara. <http://www.bps.go.id/hasilSP2010/sumut/1200.pdf>.
 BPS. 2010. Hasil Sensus Penduduk. BPS Provinsi Lampung. <http://www.go.id/hasilSP2010/lampung/1800.pdf>.
 BPS. 2010. Hasil Sensus Penduduk. BPS Provinsi Bangka Belitung

- <http://www.bps.go.id/hasilSP2010/babel/1900.pdf>.
- BPS. 2010. Hasil Sensus Penduduk., BPS Provinsi Kepulauan Riau <http://www.bps.go.id/hasilSP2010/kepri/2100.pdf>.
- BPS. 2010. Hasil Sensus Penduduk. BPS Provinsi Banten.
- BPS. 2010. Hasil Sensus Penduduk. BPS Provinsi DKI Jakarta. <http://www.bps.go.id/hasilSP2010/dki/3100.pdf>.
- BPS. 2010. Hasil Sensus Penduduk. BPS Provinsi Jawa Tengah. <http://www.bps.go.id/hasilSP2010/jateng/3300.pdf>.
- BPS. 2010. Hasil Sensus Penduduk. BPS Provinsi Jawa Timur. <http://www.bps.go.id/hasilSP2010/jatim/3500.pdf>.
- BPS. 2010. Hasil Sensus Penduduk. BPS Provinsi Maluku Utara. <http://www.bps.go.id/hasilSP2010/malut/8200.pdf>.
- BPS. 2010. Hasil Sensus Penduduk. BPS Prov. Maluku. <http://www.bps.go.id/hasilSP2010/maluku/8100.pdf>.
- BPS. 2010. Hasil Sensus Penduduk. BPS Provinsi Sulawesi Tengah. http://sulteng.bps.go.id/index.php?option=com_content&task=blogsection&id=4&Itemid=29.
- BPS. 2010. Hasil Sensus Penduduk. BPS Provinsi Sulawesi Tenggara. <http://www.bps.go.id/hasilSP2010/sultra/7400.pdf>.
- BPS. 2010. Hasil Sensus Penduduk. BPS Provinsi Sulawesi Barat. <http://sulbar.bps.go.id/file/booklet.MP.sulbar.pdf>.
- BPS. 2010. Hasil Sensus Penduduk. BPS Provinsi Sulawesi Selatan. <http://www.bps.go.id/hasilSP2010/sulsel/7300.pdf>.
- BPS. 2010. Hasil Sensus Penduduk. BPS Provinsi Nusa Tenggara Timur. http://ntt.bps.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=120:hasil-sensuspenduduk-2010 &catid=1:berita.
- BPS. 2010. Hasil Sensus Penduduk. BPS Provinsi Nusa Tenggara Barat. <http://www.bps.go.id/hasilSP2010/ntb/5200.pdf>.
- Hafsaridewi, R. 2004. Pengaruh Pertumbuhan Penduduk Pada Pemanfaatan Lahan dan Ketersediaan Air Bersih (Pendekatan System Dynamic studi kasus Pulau Panggang), Tesis Ilmu Lingkungan, Fakultas Pasca Sarjana Universitas Indonesia.
- Kartono, H., S. Rahardjo, dan I.M. Sandy. 1989. Esensi Pembangunan Wilayah dan Penggunaan Tanah Berencana. Jur. Geografi FMIPA UI.
- Kaiser, E.J., D.R. Godscalk, and F.D. Chapin. 1995. Urban Land Use Planning, 4th Edition, University of Illionois Press.
- Rahadjo, S. 2005. Pengaruh Penggunaan Tanah Terhadap Kualitas Hidup. Disertasi Program Doktor Ilmu Lingkungan, Fakultas Pasca Universitas Indonesi.
- Supriatna. 2001 Dasar-dasar Sistem Informasi Geografis. Dept. Geografi MIPA UI. Kampus UI Depok.
- Wibowo A., Kamarudin, dan Yadi. 2009. Pemetaan Ekologis Sepadan Sungai. *Jurnal Geografi*, 2(1), Dept. Geografi FMIPA UI.