



Analisis perkembangan tepubina di kawasan pertanian Pesisir Teluk Banten, Indonesia: Kajian kes di Kecamatan Kasemen, Kramatwatu dan Pontang

Suprajaka¹, Ratnawati Yuni Suryandari², Taufik Hidayatullah¹

¹Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal), Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46 Cibinong, Indonesia,

²Pusat Pengajian Sosial, Pembangunan dan Persekitaran, Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan,
Universiti Kebangsaan Malaysia

Correspondence: Suprajaka (email: spr_jaka@yahoo.com)

Abstrak

Perkembangan kawasan binaan di kawasan pesisir Indonesia telah menimbulkan persoalan ruang yang semakin kompleks, terutamanya berkait dengan masalah pertukaran gunatanah pertanian kepada gunatanah bukan pertanian. Pertukaran gunatanah pertanian utamanya berlaku pada tanah pertanian yang subur dan berpengairan baik. Ianya ditukar kepada petempatan, kawasan industri dan infrastruktur. Polisi kerajaan bagi mempertahankan tanah-tanah pertanian subur akan mudah tergugat apabila kadar pertukaran gunatanah pertanian kepada bukan pertanian semakin tinggi. Kertas kerja ini membincangkan keterpinggiran kawasan penanaman pertanian di kawasan pesisir Teluk Banten akibat perkembangan kawasan binaan. Kajian ini meliputi teknik-teknik analisis spasial yang terintegrasi dengan sistem informasi geografis di mana ianya boleh memberikan gambaran mengenai paras dan pola pertukaran gunatanah pertanian pada dua dekad ini, iaitu antara tahun 1970-2008. Pada peringkat ini, kajian bertumpu kepada analisis data spasial yang telah tersedia iaitu data AMS, JOG, RBI94, dan peta litupan tanah tahun 2003. Data spasial tersebut divalidasi dengan menggunakan data hasil interpretasi citra Path/Row:131/064 dengan tahun perekaman sebagai berikut; Citra LANDSAT tahun 1976, Citra LANDSAT 5 TM tahun 1995, Citra LANDSAT 7 ETM+ tahun 2000. Visualisasi hasil analisis dengan menggunakan peta Topografi/Peta RBI (Rupa Bumi Indonesia) BAKOSURTANAL dan peta pentadbiran Kabupaten Serang, khasnya di tiga kecamatan kawasan pesisir.

Katakunci: analisis GIS, geostatik, gunatanah bukan pertanian, kawasan binaan, kawasan penanaman pertanian, pertukaran gunatanah pertanian

An analysis of the built-up expansion in the agricultural region of the Teluk Banten coast, Indonesia, with special reference to Kasemen, Kramatwatu and Pontang Districts

Abstract

The development of the built up area in the Indonesian coastal region had proceeded at a pace that had given rise to some serious concerns particularly in relation to land conversion. Some of these had to do with fertile irrigated agricultural land being rather indiscriminately converted to residential, industrial and infrastructure uses, a situation which if allowed to persist will jeopardise Indonesia's agrofood production. This paper seeks to drive home this urgent point by highlighting the case of the conversion of agricultural buffer lands in the coastal areas of Banten Bay. Applying the techniques of spatial analysis integrated with geographic information system it provides a telling picture of the level and pattern of farmland conversion over the past two decades (1970 to 2008), thanks to the timely availability of sophisticated sources of spatial data such as the AMS, RBI94, and Land Cover Map 2003. The spatial data had been validated by using the result of image interpretation Path / Row: 131/064 in the year following the recording of LANDSAT 1976, LANDSAT 5 TM 1995, LANDSAT 7 ETM + 2000. Visualization results were obtained

by using topographic maps / Map RBI (RBI Indonesia) BAKOSURTANAL and the administrative map of Serang, in particular, regarding the three coastal districts.

Keywords: agriculture buffer zone, agricultural land conversion, built up area, GIS analysis, geostatistics, non-agricultural landuse

Pengenalan

Teluk Banten pada masa lalu telah lama dikenal sebagai suatu kawasan yang mempunyai bandar pelabuhan yang sangat ramai dan telah berinteraksi dengan dunia luar sejak mula abad Masehi. Teluk Banten pada masa itu tidak hanya sebagai pusat perniagaan, tetapi juga sebagai pusat pemerintahan. Pada abad ke 5, Teluk Banten sebagai bahagian dari Kerajaan Tarumanagara dan pada masa perkembangan selanjutnya menjadi kawasan kekuasaan kerajaan Sunda yang memiliki kawasan pelabuhan-pelabuhan penting seperti pelabuhan Pontang, Cigede, Tamgara (Tangerang), Sunda Kalapa dan Cimanuk. Selepas menjadi pusat Kesultanan Banten, Teluk Banten sangat ramai dan merupakan pelabuhan besar di Asia Tenggara, selari dengan Malaka dan Makassar. Pada awal abad ke-17 Masehi, Banten merupakan salah satu pusat perniagaan penting dalam jalur perniagaan internasional di Asia.

Secara fizikal, Teluk Banten merupakan bahagian daripada ekosistem tanah basah pesisir (*coastal wetlands*) di mana mengikut Wolanski *et al.* (2009) dikelaskan kepada *salt marshes*, *mangrove*, *tidal flat*, dan terdapat *seagrass* dibahagian perairannya. Posisi Teluk Banten terletak sekitar 70 km di sebelah barat Jakarta yang merupakan teluk dangkal dengan kedalaman laut sekitar 50 m. Oleh itu, Teluk Banten sebagai bahagian daripada kawasan pesisir memiliki keunggulan daya tarik utamanya bagi usaha-usaha di bidang pengembangan ekonomi.

Pada masa sekarang ini, kawasan pesisir Teluk Banten merupakan bahagian dari Kabupaten Serang. Selepas penubuhan Bandar Serang pada 2 November 2007 melalui UU Nomor 32 Tahun 2007, perkembangan kawasan ini semakin cepat. Secara pentadbiran, Teluk Banten berada di Kabupaten Serang yang merupakan salah satu daripada 6 kabupaten/bandar di Provinsi Banten yang memiliki kawasan pesisir dengan panjang garis pantai mencapai lebih kurang 120 km.

Berdasarkan data base kependudukan Kabupaten Serang tahun 2008, Kabupaten Serang mempunyai bilangan penduduk seramai 1,297,714 dengan keluasan kawasan 1,467.35 km². Oleh itu kepadatan penduduknya mencapai 884.4/km². Purata pertumbuhan penduduk selama kurun masa 5 tahun (2000–2006) adalah 3.24% per tahun di mana ianya berada di atas purata pertumbuhan penduduk Propinsi Banten sebesar 2.83 %.

Masalah utama yang berlaku di kawasan Pesisir Teluk Banten yang berkait dengan perkembangan kawasan adalah fenomena pertukaran gunatanah pertanian. Keadaan ini juga sedang banyak berlaku di negara-negara sedang membangun. Berdasarkan fakta empirik di lapangan, terdapat dua jenis proses pertukaran gunatanah pertanian (sawah), iaitu pertukaran gunatanah pertanian sawah secara langsung yang dilakukan oleh petani pemilik tanah dan secara tidak langsung yang dilakukan oleh bukan petani melalui proses penjualan. Sebahagian besar proses pertukaran gunatanah pertanian dilakukan secara tidak langsung oleh bukan petani iaitu pembeli. Bagaimanapun, pertukaran gunatanah pertanian yang dilakukan secara langsung oleh petani keluasannya sangat kecil. Hampir 70 % proses jual beli tanah sawah selalunya melibatkan kerajaan, iaitu permit tentang lokasi dan permit pembebasan kawasan. Proses pertukaran gunatanah pertanian sawah berlaku melalui dua pola, iaitu pola di mana kedudukan petani sebagai penjual bersifat monopoli sedangkan pembeli bersifat *monopsoni*. Keadaan ini boleh berlaku kerana pasar tanah sangat tersegmentasi dan cenderung berlaku asimetrik informasi diantara keduanya. Oleh itu struktur pasar yang terbentuk lebih menekankan kepada kekuatan *bargaining*. Manakala tipe yang kedua adalah pertukaran gunatanah pertanian dengan bentuk monopsoni. Penglibatan kerajaan sangat dimungkinkan pada bentuk monopsoni ini, kerana kedudukan kerajaan adalah sebagai *planner* yang bertugas mengalokasikan tanah.

Sesuai dengan hasil analisis dinamik geografis yang dilakukan oleh Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Serang tahun 2008, Kabupaten Serang boleh dikelaskan kepada: (1) Kecamatan Bojonegara dan Pulo Ampel merupakan kecamatan yang berada pada bahagian barat

Kabupaten Serang yang merupakan kawasan industri, pertanian, perkebunan dan perlombongan. Kawasan ini juga merupakan kawasan yang bersempadan dengan Bandar Cilegon di mana ianya juga memasarkan hasil industri kecil dan pertanian ke Bandar Cilegon dan Bandar Serang, (2) Kecamatan Cinangka, Anyer, Mancak, Waringin Kurung dan Kramatwatu, ramai penduduknya melakukan pergerakan ke kawasan sekitarnya iaitu Kecamatan Anyer (kawasan wisata), Bandar Cilegon dan Bandar Serang, (3) Kecamatan Baros, Petir, Padarincang, Pabuaran, Ciomas, ramai penduduknya melakukan pergerakan ke kawasan sekitarnya utamanya ke Bandar Serang bagi mencukupi keperluan hidup mereka, (4) Kecamatan Tunjungteja, Petir, Cikeusal dan Pamarayan, ramai penduduknya melakukan pergerakan ke kawasan sekitarnya, ke Bandar Serang dan bahkan ke Jakarta kerna sebahagian daripada kecamatan ini dilalui lintasan kereta api jurusan Jakarta-Merak, (5) Kecamatan Kopo, Jawilan, Binuang, Careng, Pontang, Tirtayasa dan Tanara, pergerakan penduduknya ke arah Kecamatan Cikande, Ciruas, Kibin dan Kragilan kerana kecamatan tersebut merupakan kawasan industri yang sedang membangun, dan sebahagian lagi bergerak ke arah Tangerang, Jakarta dan Bandar Serang, (6). Kecamatan Cikande, Ciruas, dan Kibin, pergerakan penduduknya adalah di sekitar kawasan mereka kerana kawasan tersebut menyediakan kemudahan perekonomian dan lapangan kerja di mana ianya boleh mencukupi keperluan hidup harian.

Berasaskan permasalahan yang dihurai di atas, kertas kerja ini membahas secara kritikal mengenai keterpinggiran kawasan pertanian di kawasan pesisir Teluk Banten dengan kajian kes di Kecamatan Kasemen, Kramatwatu dan Pontang. Kajian ini menggunakan analisis data citra satelit Landsat Multi-Temporal yang diintegrasikan dengan analisis Sistem Informasi Geografis.

Objektif kajian

Objektif kajian ini adalah (1) melakukan identifikasi pola perubahan gunatanah pertanian di kawasan Teluk Banten, (2) melakukan kuantifikasi dan analisis struktur pemanfaatan tanah Teluk Banten khasnya di tiga kecamatan iaitu Kasemen, Kramatwatu dan Pontang.

Kajian lepas

Kajian tentang perkembangan kawasan dilakukan oleh Herold (2004) dimana ianya melakukan kajian dengan menggunakan data multi resolusi dan multi temporal untuk membuat model "urban structures dan growth dynamics" di Santa Barbara California Central Valley. Herold menjelaskan mengenai *spatio-temporal urban growth pattern* di kedua-dua bandar tersebut. Manakala kajian yang berkaitan dengan perubahan gunatanah/litupan tanah antara lain dilakukan oleh Sliuzas R.W. (2004) di mana ianya melakukan studi tentang pengelolaan petempatan tidak rasmi dengan menggunakan *geo-information*. Kajian tersebut dilaksanakan di Dar El Salaam, Tanzania. Pengkaji lainnya adalah Tan Xinming (2004), di mana ianya menggunakan *spatial object modelling* untuk kajian perubahan litupan tanah.

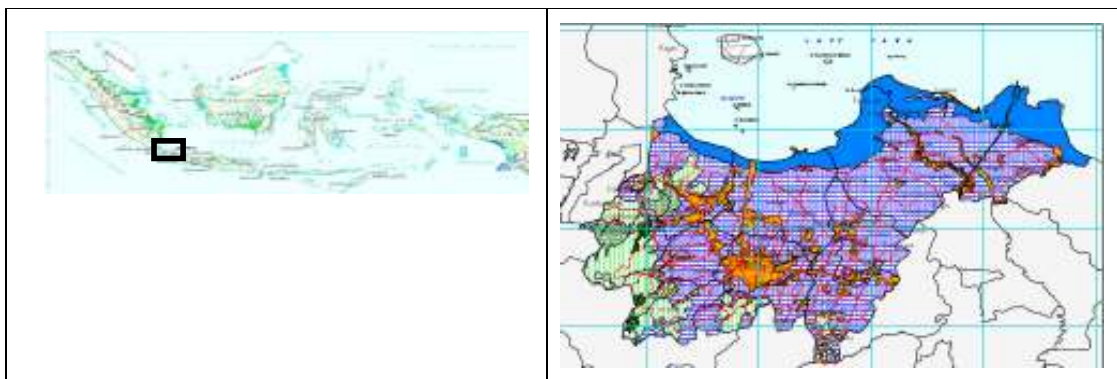
Pada domain kawasan bandar (kawasan binaan), interpretasi digital menghasilkan informasi komprehensif tentang pola-pola urban dan karakteristik gunatanah. Pemahaman dasar interpreter dalam melakukan analisis *spatial arrangements* adalah daripada *features urban land cover* (seperti texture, pattern shapes, frequencies) menghasilkan karakter struktur *urban land use* (Bowden *et al.*, 1975; Jensen *et al.*, 1983; McKeown, 1988; Haack *et al.*, 1997; Herold *et al.*, 2005; Sliuzas, 2004).

Identifikasi sifat bandar secara fizikal pada umumnya berasaskan pada konsep morfologi bandar. Smailes (1955) mengemukakan bahawa terdapat tiga elemen morfologi bandar, iaitu: karakteristik penggunaan tanah, karakteristik binaan, dan karakteristik sirkulasi. Proses berubahnya ketiga elemen morfologi bandar dari sifat-sifat desa kepada sifat-sifat bandar adalah merupakan bentuk urbanisasi.

Data dan metod

Lokasi penelitian

Teluk Banten secara fizikal merupakan salah satu kawasan pesisir di perairan Indonesia, terletak di Kabupaten Serang, Propinsi Banten, di mana secara geografis terletak pada posisi $05^{\circ} 54' 30'' - 06^{\circ} 04' 00''$ LS dan $106^{\circ} 04' 00'' - 106^{\circ} 15' 00''$ BT, atau lebih kurang 10 km sebelah utara Bandar Serang atau sekitar 60 km sebelah barat Bandaraya Jakarta. Teluk yang terletak di dataran alluvial Pantai utara Jawa bahagian barat ini bersempadan dengan perbukitan (Rajah 1). Berasaskan peta topografi, perairan Teluk Banten mempunyai keluasan lebih kurang 150 km^2 dengan panjang garis pantai sekitar 22.5 km. Pada kawasan ini terdapat sekitar 8 buah sungai kecil yang bermuara, antara lain Sungai Cianyar, Sungai Banten dan Sungai Wadas. Pada kawasan perairan Teluk Banten, terdapat beberapa pulau kecil yang pada amnya mempunyai gosong karang (*corral reef*) dan sebahagian yang lainnya mempunyai padang lamun (*seagrass*). Pulau pulau tersebut adalah: Pulau Panjang, Pulau Semut, Pulau Lima, Pulau Kambing, Pulau Kubur, Pulau Pamujan Besar, Pulau Pamujan Kecil, Pulau Tarahan, Pulau Kali dan Pulau Dua. Batimetri (kedalaman) perairan Teluk Banten bervariasi antara 5 hingga 13 meter.



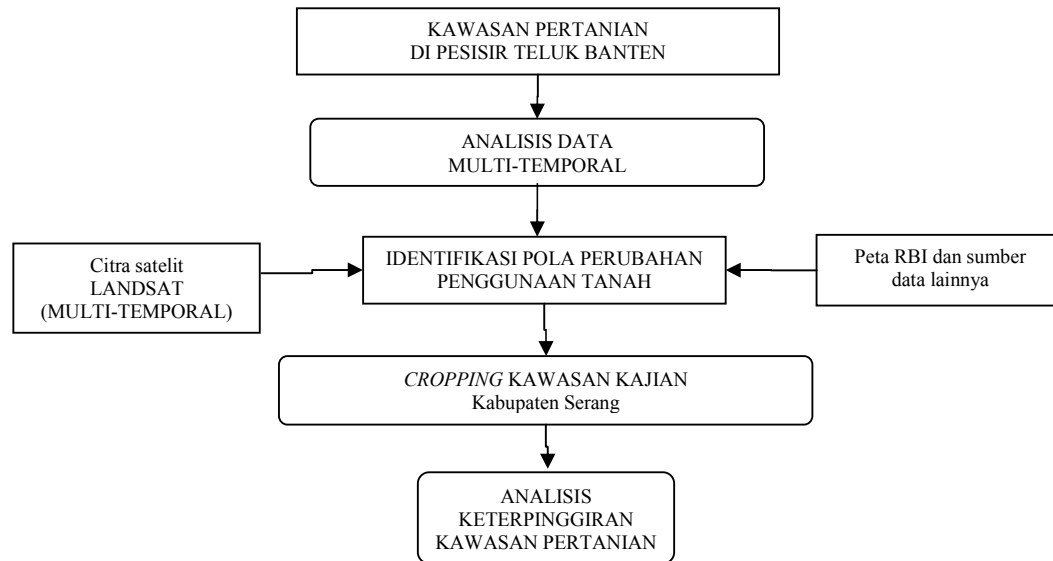
Rajah 1. Lokasi kajian

Data

Data utama yang digunakan dalam kajian adalah data Penderiaan Jauh Citra Satelit LANDSAT dengan lokasi liputan Path/Row:131/064 dengan tahun perekaman sebagai berikut: Citra LANDSAT 5 TM Tahun 1995 serta peta BPN tahun 1970 dan informasi hasil-hasil kajian sebelumnya. Manakala data lain yang digunakan adalah Peta Topografi/Peta RBI (Rupa Bumi Indonesia) Skala 1:25000 dari BAKOSURTANAL dan peta pentadbiran Kabupaten Serang.

Metoda penelitian

Kawasan pesisir Teluk Banten dahulunya merupakan hamparan kawasan pertanian yang luas. Pada masa sekarang ini, kawasan tersebut telah banyak bertukar fungsi sebagai kawasan petempatan dan perindustrian. Bagi mengenal pasti pola perubahan penggunaan tanah di pesisir Teluk Banten maka analisis data penderiaan jauh multi temporal diperlukan. Ianya merupakan perhamparan (*overlay*) daripada Citra Satelit LANDSAT (multi temporal), peta Rupa Bumi Indonesia, peta pentadbiran Kabupaten Serang dan data-data penyokong lainnya. Selepas semua citra dan peta dihampar, maka kawasan Kecamatan Kasemen, Kramatwatu dan Pontang yang merupakan kawasan kajian dipotong (*cropping*) bagi mengenal pasti secara terperinci pola perubahan gunatanah di kawasan tersebut. Selanjutnya, analisis kritikal digunakan dalam mewajarkan rekomendasi mengenai sama ada atau bagaimana keterpinggiran kawasan pertanian di kawasan kajian boleh dikurangkan. Struktur kajian dimuatkan pada Rajah 2.

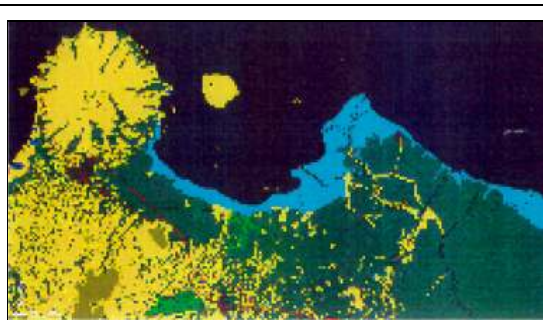


Rajah 2. Struktur kajian

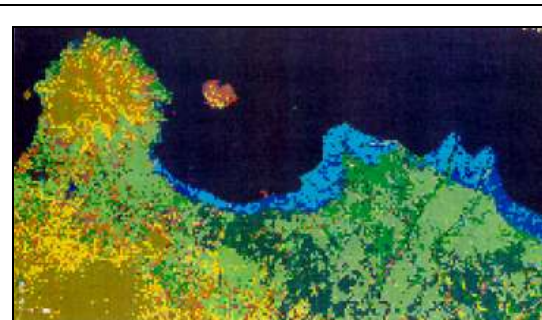
Hasil dan perbincangan

Pemanfaatan tanah

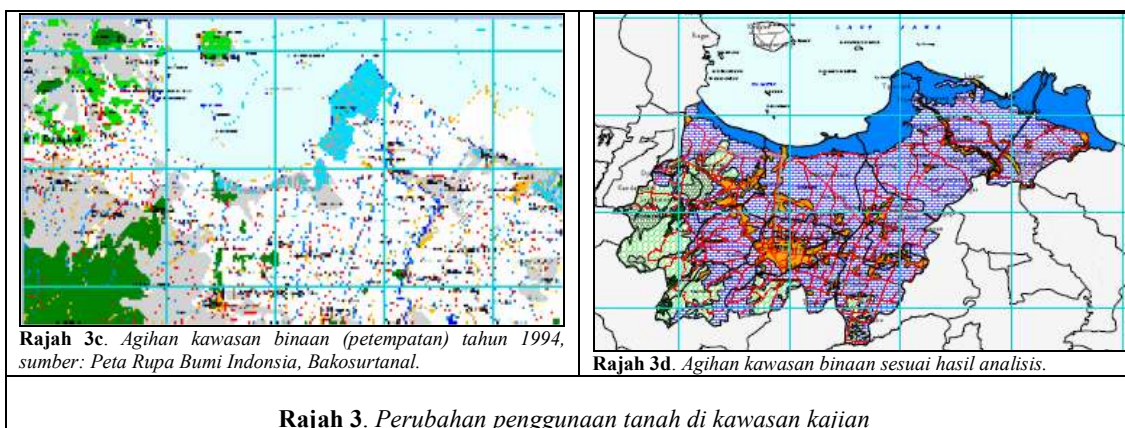
Berasaskan data base Kabupaten Serang pada tahun 2008 didapati bahawa penggunaan tanah kawasan Serang terdiri daripada persawahan dengan keluasan 54,145.40 ha (33%) yang terdiri daripada sawah tadahan hujan dengan keluasan 31,079 ha (19%) dan sawah berpengairan baik dengan keluasan 23,066.40 ha (14%). Jenis gunatanah yang lainnya adalah tegalan/kebun dengan keluasan 39,912.35 ha (24%), kebun campuran dengan keluasan 39,159.10 ha (24%), perkampungan dengan keluasan 20,121.97 ha (12%), perumahan dengan keluasan 8,680 ha (5%) dan kawasan perkhidmatan dengan keluasan 3,305.26 ha (2%). Penggunaan tanah tersebut sangat dinamik selari dengan hasil kajian terhadap data dan citra yang tersedia dalam kajian ini (Rajah 3a, 3b, 3c, dan 3d). Analisis perubahan pemanfaatan tanah dilakukan di tiga kecamatan di Kabupaten Serang yang berhadapan dengan Teluk Banten iaitu Kasemen, Kramatwatu dan Pontang. Daripada hasil kajian didapati bahawa terdapat pengurangan keluasan tanah pertanian (sawah tadahan hujan dan sawah berpengairan baik) daripada 14,333 ha (86%) pada tahun 1970 kepada 9,332.4 ha (68%) pada tahun 2008. Bagaimanapun, kawasan binaan mengalami peningkatan daripada 76.85 ha (0.5%) pada tahun 1970 kepada 613.10 ha (4.5%) pada tahun 2008, seperti dimuatkan pada Jadual 1.



Rajah 3a. Pemanfaatan tanah Teluk Banten mengikut Badan Pertanahan Nasional Tahun 1970, diolah kembali oleh B Martius dan W. Timmermans.



Rajah 3b. Pemanfaatan tanah Teluk Banten analisis Citra Landsat tahun 1995 oleh ITC-Nederland, hasil analisis B Martius dan W. Timmermans.



Rajah 3. Perubahan penggunaan tanah di kawasan kajian

Jadual 1. Perubahan penggunaan tanah di Kabupaten Serang, Propinsi Banten

Bil.	Bentuk penggunaan tanah	1970	1995	2008*
1	Pertanian (sawah tadahan hujan, sawah bergengairan baik dan pasang surut)	14,333.24 (86%)	12,010.33 (70%)	9,332.4 (68%)
2	Ruang terbuka hijau (tegalan/kebun, ladang, huma, padang rumput, perkebunan dan hutan)	1,869.46 (11%)	4,520.84 (26%)	2,833.91 (21%)
3	Perairan/tambak/rawa	337.15 (2%)	515.96 (3%)	936.41 (7%)
4	Kawasan binaan (petempatan, industri dan lain-lain)	76.85 (0.5%)	76.85 (0.4%)	613.10 (4.5%)

Sumber: Sesuai hasil analisis planimetris dari peta BPN 1970, Citra landsat 1995, Peta land cover Indonesia 2003 dan * Data Luas BPS 2008

Metrik perubahan tanah

Pola, arah dan dinamika perkembangan keterpinggiran kawasan pertanian akibat perkembangan kawasan binaan dimuatkan pada Jadual 2 dan Rajah 4. Analisis landskap daripada *path density* (PD) mendapati bahawa fragmentasi litupan tanah di kawasan uji mengalami peningkatan (Jadual 2). Pada tahun 1970, penggunaan tanah pertanian, tanah terbuka hijau, perairan (tambak) mempunyai kadar sebesar 49.39 di mana ianya meningkat dua kali ganda sebesar 112.37 pada tahun 2008, manakala kawasan binaan meningkat sekitar empat kali ganda iaitu 13.45 pada tahun 1970 dan meningkat kepada 58.27 pada tahun 2008.

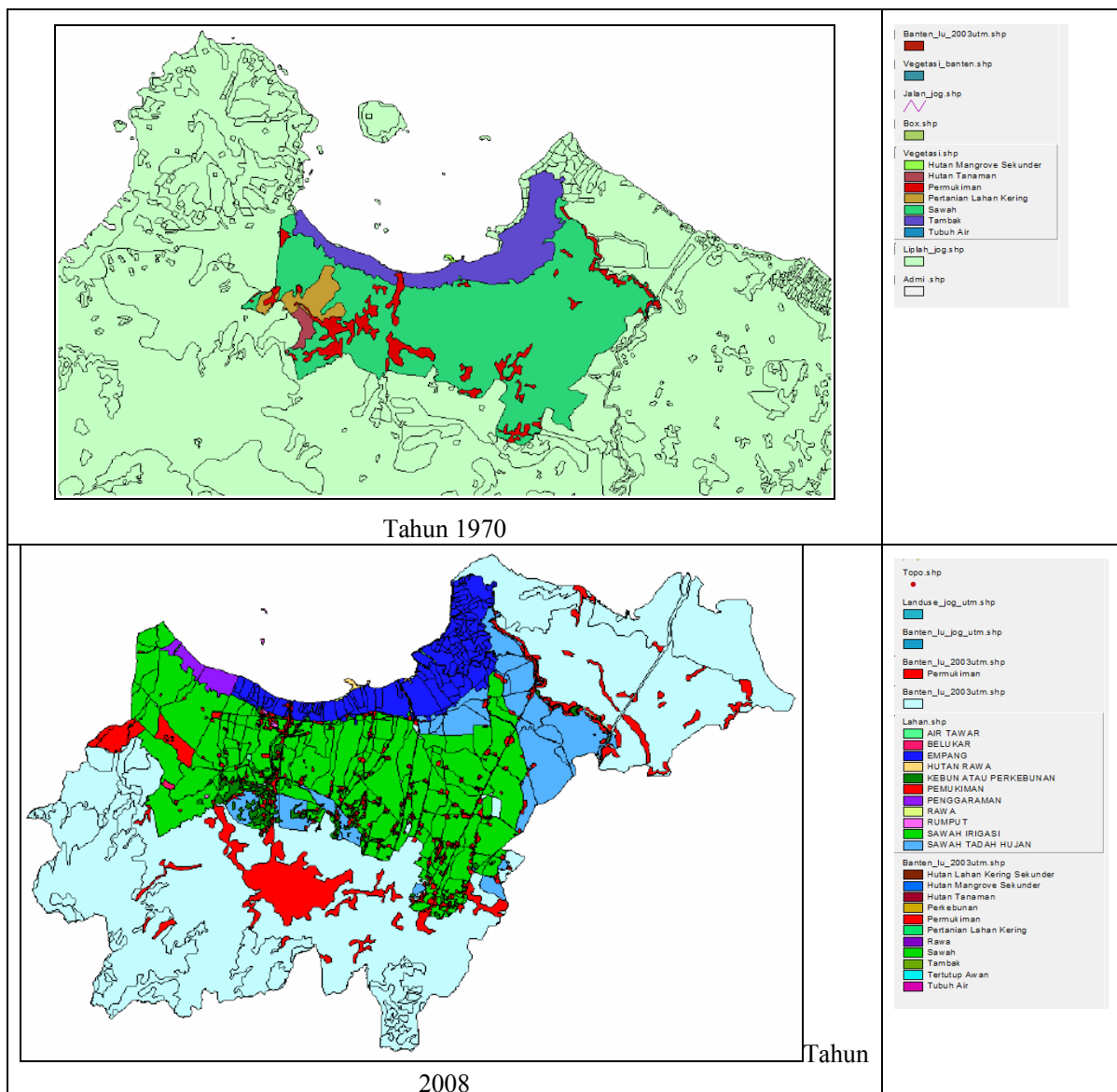
Fenomena ini menggambarkan bahawa telah berlaku proses pertukaran yang cepat daripada tanah basah tidak semula jadi (sawah dan tambak) kepada perumahan. Pada peta tahun 2008 didapati sebuah *patch* kecil di mana pada peta tahun sebelumnya *patch* tersebut tidak nampak. Ianya diidentifikasi sebagai jalan dan lokasi pembuangan sampah. Kewujudan jalan dan lokasi pembuangan sampah ini berkait rapat dengan pembangunan perumahan baru. *Patch Density* (PD) mengalami kenaikan daripada 48.39 kepada 112.37 *patch* per 100 ha, di mana ianya menunjukkan kecenderungan fragmentasi di kawasan berkenaan. Keteraturan dalam bentuk (SHAPE) menunjukkan peningkatan daripada tahun 1970 kepada tahun 1980, meskipun peningkatan tersebut kecil. Nilai contiguity index (CONTIG) yang mewakili keterhubungan spasial sel dalam *patch* dan diukur antara 0-1 berkurangan sebesar 22.89%. Peringkat kompak yang diukur dengan indeks penularan (CONTAG) dengan kisaran 0-100 berkurangan secara nyata. Ini kerana dua *patch* tanah basah tidak semula jadi (utamanya sawah) pada tahun 1970, dibagi menjadi beberapa *patch* kecil pada 2008. Connectance indeks (CONNECT) adalah mewakili kadar peratusan penggabungan antara *patch* dari jenis yang sama, di mana ianya bergabung sangat lambat pada tahun 1970-2008. Pada masa mengamati kedua-dua piksel random, ianya tidak berlaku didalam *patch* yang sama. Divisi lansekap indeks (DIVISI) meningkat sebesar 20% (0.66 – 0.86) untuk

penggunaan tanah pertanian, tanah terbuka hijau dan perairan. Ini boleh berlaku kerana ianya mempunyai bilangan *patch* yang lebih besar. Fragmentasi mengalami peningkatan kerana kewujudan perkembangan kawasan binaan (petempatan, industri dan infrastruktur) yang meningkat sebesar 12% (0.77 – 0.89).

Jadual 2. Klas metrik sesuai analisis berasaskan kategori penggunaan tanah (1970 dan 2008)

Tahun	Bentuk penggunaan tanah	PD	LPI	SHAPE	CONTIG	CONNECT	DIVISION
1970	1*	48.39	53.81	1.81	0.87	8.24	0.66
	2**	13.45	13.24	2.22	0.83	12.14	0.77
2008	1*	112.37	24.56	2.51	0.65	4.51	0.86
	2**	58.27	65.24	2.71	0.71	5.92	0.89

*1 = Penggunaan tanah pertanian, tanah terbuka hijau, perairan (tambak), **2 = Kawasan binaan (petempatan, industri, dan infrastruktur)



Rajah 4. Perubahan klas metrik berasaskan pengelasan penggunaan tanah tahun 1970 dan 2008

Kesimpulan

Mengikuti hasil kajian data multi-temporal dari tahun 1970 hingga 2008 didapati bahawa perkembangan Bandar Serang berlaku sangat cepat. Aspek perumahan dan pengembangan kawasan industri merupakan faktor-faktor penting dalam menentukan konfigurasi spasial perubahan litupan tanah di kawasan kajian. Kajian ini menunjukkan bahawa pendekatan ekologi lanskap terpadu-penderiaan jauh yang diintegrasikan dengan menggunakan analisis geostatistik boleh memahami hubungan antara perubahan litupan tanah, struktur lanskap serta fungsi di Kabupaten Serang utamanya di tiga kecamatan yang menjadi kawasan kajian. Jangka masa analisis dan data lapangan yang lebih terperinci diperlukan bagi mengkonfirmasi hasil kajian di masa hadapan. Kajian yang lebih mendalam diperlukan bagi membina hubungan yang lebih rapat antara karakter proses urbanisasi baru dengan dinamik lanskap di kawasan kajian.

Penghargaan

Terimakasih kepada Drs. I Nyoman Sukmantalya yang telah menyediakan data Citra Landsat untuk analisis pola perubahan penggunaan tanah.

Rujukan

- Bowden LW (1975) Urban environments: inventory and analysis. In: Bowden LW *et al.* (eds) *Manual of remote sensing, Ed. 1*, pp. 1815-1880. American Society of Photogrammetry.
- Herold M, Hemphill J, Dietzel C, Clarke KC (2005) Remote sensing derived mapping to support urban growth theory.
- Jensen JR, Bryan ML, Friedman SZ, Henderson FM, Holz RK, Lindgren D, Toll DL, Welch R, Wray JR (1983) Urban/suburban land use analysis. In: Colwell RN (eds) *Manual of remote sensing, 2nd Ed*, II (30), 1571-1661.
- Herold M (2004) Remote sensing and spatial metrics for mapping and modelling of urban structures and dynamics (PhD dissertation). Santa Barbara University.
- Wolanski E *et al.* (2009) Coastal wetland: A synthesis, coastal wetlands an Integrated Ecosystem Approach. In: Gerardo ME (ed). Elsevier, The Netherlands.
- Haack BN, Guptill SC, Holz RK, Jampoler SM, Jensen JR, Welch RA (1997) Urban analysis and planning. In: Philipson WR, Falls Church (eds) *Manual of photographic interpretation*, pp. 517-554. American Society of Photogrammetry.
- McKeown DM (1988) Building a knowledge-based system for detecting manmade structures from remotely-sensed imagery. *Philosophical Transactions of the Royal Society London* GE-25, 423-435.
- Smailes (1955) Some reflection on the geographical and analysis of town scope. Transaction of the Institute of British Geographer.
- Sliuzas RV (2004) Managing informal settlements: a study using geo-information in Dar es Salaam, Tanzania (PhD Dissertation). Utrecht University.
- Tang Xinming (2004) Spatial object modeling in fuzzy topological spaces: With applications to land cover change (PhD Dissertation). Twente University.