

**ANALISIS CITRA SATELIT MULTITEMPORAL
UNTUK KAJIAN PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN
DI KOTA SURABAYA, KABUPATEN GRESIK DAN SIDOARJO
TAHUN 1994-2012**

Isnain Dhartaredjasa
.isnain_dr@mail.ugm.ac.id

Hartono
hartonogeografi@geo.ugm.ac.id

Abstract

Rapid land use changes has taken place in Surabaya City, Gresik and Sidoarjo Regency over the past decade. The land use changes process has shown no sign of slowing due to accelerated industrialization and urbanization. In this paper, land use change dynamics were investigated by the analysis of multitemporal remote sensing images, Cellular Automata (CA) Markov and spatial pattern analysis. The study demonstrates that the integration of multitemporal analysis method and post classification change detection was an effective approach for analyzing the direction, rate, and spatial pattern of land use changes. The integration of these two methods with CA Markov was found to be very beneficial in projecting and analyzing land use change process from 1994 to 2012. The results indicated that settlement increased 0.84% of the total area per year, primarily due to the conversions from agricultural land and aqua cultural land.

Keywords: land use changes, remote sensing, multitemporal, post classification change detection, CA Markov.

Abstrak

Perubahan lahan penggunaan lahan yang cepat telah terjadi di Kota Surabaya, Kabupaten Gresik dan Sidoarjo selama satu dekade terakhir. Proses perubahan penggunaan lahan menunjukkan tidak ada tanda-tanda perlambatan yang disebabkan oleh percepatan industrialisasi dan urbanisasi. Dalam paper ini, dinamika perubahan penggunaan lahan diinvestigasi dengan menggunakan analisis citra penginderaan jauh multitemporal, Cellular Automata (CA) Markov dan analisis pola spasial. Studi ini menunjukkan bahwa integrasi analisis multitemporal dan deteksi perubahan pasca klasifikasi merupakan pendekatan yang efektif untuk menganalisis arah, kecepatan, dan pola spasial dari perubahan penggunaan lahan. Integrasi kedua metode tersebut dengan CA Markov menjadi sangat bermanfaat dalam proyeksi dan analisis proses perubahan penggunaan lahan tahun 1994-2012. Hasil menunjukkan bahwa pemukiman meningkat 0,84% per tahun dari total area, terutama disebabkan oleh konversi dari lahan pertanian dan lahan budidaya perairan.

Kata kunci: perubahan penggunaan lahan, penginderaan jauh, multitemporal, deteksi perubahan pasca klasifikasi, CA Markov.

PENDAHULUAN

Perubahan penggunaan lahan merupakan obyek kajian yang dinilai penting untuk diteliti karena berkaitan dengan berbagai isu global maupun lokal. Hal tersebut mendorong banyak lembaga internasional membentuk *working group* untuk mengkaji fenomena tersebut, antara lain yaitu, *International Geo-sphere and Biosphere Program* (IGHP) dan *International Human Dimension Program* (IHDP), salah satu programnya adalah *Land Use/Cover Change Research* (LUCC), dengan tiga subyek utama penelitian yang direkomendasikan, yaitu *situation assessment, modeling and projecting*, serta *conceptual scaling*. Program internasional tersebut dibuat atas dasar besarnya pengaruh dan dampak perubahan penggunaan lahan maupun penutup lahan yang ditimbulkan berkaitan dengan isu-isu global, seperti pemanasan global, penurunan bio-diversitas dan dampak negatif terhadap kehidupan manusia secara langsung maupun tidak langsung yang berkaitan dengan perubahan penggunaan lahan. (Sigh, 2003; Susilo, 2008)

Di Indonesia perubahan penggunaan lahan juga terjadi di beberapa kota besar salah satunya yaitu di Kota Surabaya. Perubahan penggunaan lahan yang terjadi tentunya dapat memberikan perubahan nilai ekonomis lahan, dan jika tidak dilakukan pengelolaan dengan baik, pada waktu yang akan datang dapat mengakibatkan degradasi nilai ekonomis lahan. Fungsi ekonomis suatu lahan pada umumnya akan diikuti oleh efek penggandaan yaitu berkembangnya kegiatan lain yang berkaitan langsung maupun tidak langsung dengan kegiatan ekonomi utama (Gunawan *et al*, 2004). Melalui asumsi dengan adanya efek penggandaan tersebut, maka tentunya akan mempercepat proses perubahan fungsi pemanfaatan lahan di daerah pusat kegiatan ekonomi utama (Kota Surabaya) maupun di daerah sekitar, dalam hal ini di Kabupaten Gresik maupun Kabupaten Sidoarjo.

Kondisi perubahan yang terjadi secara cepat dan dinamik di Surabaya, Gresik dan Sidoarjo menuntut peningkatan kontrol dari *stakeholder* atau pihak yang mempunyai kewenangan, seperti halnya pemerintah daerah, sesuai dengan adanya Undang-Undang No. 32 Tahun 2004, tentang Pemerintah Daerah,

pemerintah daerah mempunyai kewenangan serta tanggungjawab untuk melakukan perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, pengendalian dan evaluasi terhadap sumberdaya alam ditingkat daerah. Oleh sebab itu pengkajian perubahan penggunaan lahan di Kota Surabaya, Kabupaten Gresik dan Sidoarjo menjadi penting untuk dilakukan guna mendukung manajemen sumberdaya lahan dan perencanaan pembangunan daerah yang berkelanjutan dan sinergis.

Fenomena perubahan penggunaan lahan, dapat dikaji secara langsung maupun tidak langsung. Kajian secara langsung melalui *terrestrial survey* dapat dilakukan, akan tetapi membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang besar serta yang paling penting adalah fenomena alam terlalu kompleks untuk dikaji secara langsung. Melalui penginderaan jauh kajian secara tidak langsung perubahan penggunaan lahan dapat dilakukan dengan lebih efisien dari segi waktu maupun biaya. Kajian deteksi perubahan dengan mengaplikasikan teknologi penginderaan jauh secara populer telah meningkat, salah satunya yaitu untuk deteksi perubahan penutup lahan/penggunaan lahan secara digital. Adanya perkembangan dalam proses manipulasi data digital, terjadinya peningkatan teknologi perangkat keras dan perangkat lunak analisis yang lebih baik, serta peningkatan kekuatan komputer untuk komputasi mendukung munculnya berbagai metode dan teknik dalam melakukan deteksi perubahan penggunaan lahan dengan menggunakan data citra digital. Walaupun demikian tidak banyak penelitian deteksi perubahan yang memberikan hasil analisis secara kuantitatif. Hal tersebut karena penilaian akurasi pada hasil deteksi perubahan terlihat lebih kompleks dan tidak lebih mudah dibandingkan dengan penilaian akurasi peta tematik data tunggal hasil klasifikasi digital citra.

Russell G. Congalton *et al*. (2009), menyebutkan bahwa kondisi yang paling tidak mudah dalam deteksi perubahan yaitu, melakukan penilaian akurasi dalam bentuk analisis kuantitatif. Sebagai contoh, Bagaimana salah satu cara mendapatkan data referensi lapangan dari citra yang diperoleh dari waktu yang telah lama?; Bagaimana sampel dari sejumlah area yang akan berubah di waktu yang

akan datang dapat memberikan penilaian statistik yang valid?; Teknik deteksi perubahan yang mana, yang akan bekerja baik untuk menunjukkan perubahan lingkungan?. Untuk menyelesaikan permasalahan pertanyaan tersebut tidaklah mudah, sehingga banyak dari studi deteksi perubahan penutup lahan/penggunaan lahan tidak menunjukkan hasil kuantitatif dari studi yang dilakukan, hal tersebut mengakibatkan sulit untuk meyakinkan metode mana yang harus diterapkan dalam kegiatan atau penelitian selanjutnya.

Permasalahan lain yang dihadapi pada kajian perubahan penutup lahan/penggunaan lahan melalui analisis citra multitemporal, yaitu dibutuhkan adanya citra satelit yang terdiri dari citra sebelum (data lama) dan citra baru, dengan tenggang waktu yang relatif lama atau sesuai dengan tingkat dan objek analisis perubahan yang akan dilakukan. Masalah lain yang dihadapi saat ini adalah *lifetime* satelit sumberdaya pada umumnya hanya berkisar kurang lebih 5 tahun. (Jensen, 2005). Atas dasar tersebut penggunaan data citra dari satelit berbeda generasi harus digunakan dalam analisis perubahan penutup lahan/penggunaan lahan. Selain itu juga, tentunya dengan dukungan periode perekaman dan kualitas citra yang baik, sehingga dapat dilakukan analisis perubahan penggunaan lahan dengan hasil yang akurat. Berdasarkan beberapa permasalahan tersebut maka perlu dilakukan suatu uji coba/penelitian tentang metode dan prosedur dalam pengolahan data citra penginderaan jauh, khususnya untuk mendapatkan informasi perubahan penggunaan lahan dari citra satelit dengan sensor berbeda yang sekaligus dapat digunakan untuk kajian perubahan penggunaan lahan secara kuantitatif dan efisien.

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan tersebut maka dilakukan penelitian mengenai perubahan penggunaan lahan di Surabaya, Gresik dan Sidoarjo, berdasarkan analisis citra satelit multitemporal dengan menggunakan Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+ dengan tujuan yaitu: (1). Mengetahui luas perubahan serta perbandingan perubahan penggunaan lahan; (2) Mengetahui pola dan distribusi perubahan penggunaan lahan berdasarkan pada analisis multitemporal citra penginderaan jauh antara tahun 1994 sampai dengan 2012; (3). Mengkaji tingkat akurasi dari penggunaan citra Landsat untuk analisis

mutitemporal perubahan penggunaan lahan menggunakan melalui metode *Post Classification Comparison Change Detection* pada resolusi spasial analisis 30 meter.

Deteksi perubahan fenomena di permukaan bumi, melalui teknik penginderaan jauh, merupakan proses deteksi perubahan yang mengaplikasikan sejumlah sistem multitemporal untuk analisis kuantitatif, dari suatu fenomena yang berubah sejalan dengan fungsi waktu (Jensen, 2005). Dengan demikian deteksi perubahan penggunaan lahan merupakan proses identifikasi perbedaan keberadaan dari suatu obyek penggunaan lahan melalui observasi pada waktu yang berbeda.

Adanya teknologi penginderaan jauh serta metode pengolahan citra dan perkembangan teknologi komputer memberikan kesempatan dalam pemrosesan data penginderaan jauh untuk analisis multitemporal perubahan penggunaan lahan secara cepat dan lebih ekonomis. Metode yang digunakan dalam deteksi perubahan penggunaan lahan haruslah memberikan tingkat akurasi yang tinggi mengingat pada umumnya penggunaan lahan di daerah kota dan pinggiran telah mengalami fragmentasi lahan (terpecahnya lahan menjadi bagian-bagian yang sempit) yang merupakan awal dari percepatan konversi lahan.

Lu (2004), menyebutkan bahwa pada penerapan deteksi perubahan dengan data penginderaan jauh ada tiga tahapan utama yang mempengaruhi, yaitu: (1) Pengolahan citra termasuk rektifikasi geometrik/registrasi citra, koreksi radiometrik dan atmosferik, serta koreksi topografik jika studi area berada pada wilayah pegunungan; (2) Pemilihan teknik analisis deteksi perubahan yang sesuai; dan (3) penilaian/penilaian akurasi.

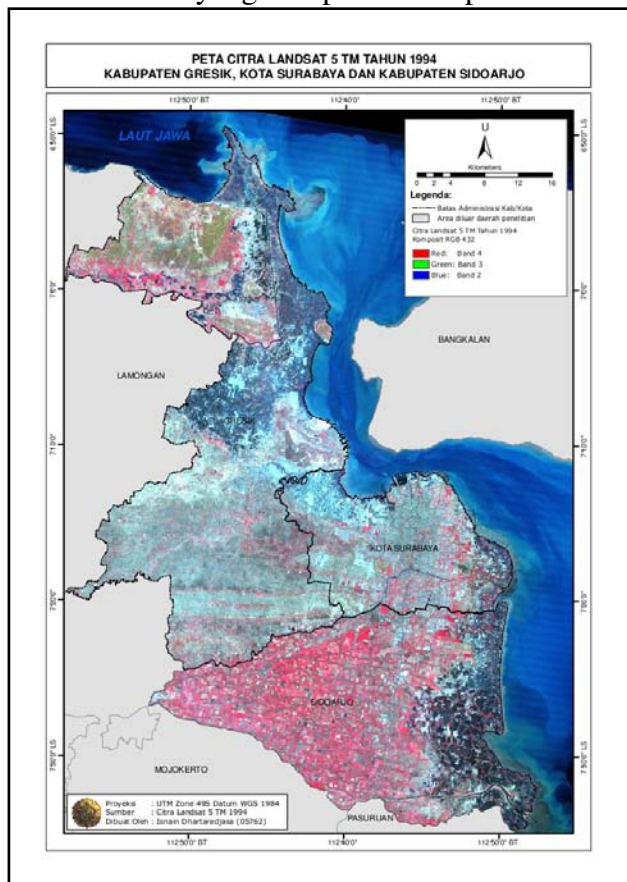
Akurasi dari hasil deteksi perubahan penggunaan lahan tergantung dari banyak faktor, termasuk: (1) Ketepatan registrasi geometrik diantara citra multitemporal; (2) Kalibrasi atau normalisasi diantara citra multitemporal; (3) Kualitas dari ketersediaan *ground truth* data; (4) Kompleksitas dari landscape dan lingkungan studi area; (5) Metode deteksi perubahan atau algoritma yang digunakan; (6) Klasifikasi dan pola deteksi perubahan; (7) Keahlian analisis dan pengalaman; (8) *Knowledge* dan kefamilieran pada daerah studi; (9) Pembatasan waktu dan biaya. (Lu, 2004). Ada faktor lain yang belum disebutkan oleh Lu berkaitan

dengan hal yang mempengaruhi akurasi hasil klasifikasi dan deteksi perubahan penggunaan lahan yaitu pemilihan sistem dan skema klasifikasi penggunaan lahan serta jumlah klas yang dilibatkan serta kompleksitas, semakin banyak jumlah klas maka akurasi akan semakin rendah dan sebaliknya jika semakin sedikit jumlah klas maka semakin tinggi akurasi yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Data utama yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Citra Satelit Landsat Level L1G dan L1T dengan Lokasi Liputan Path/Row : 118/065 dengan tahun perekaman sebagai berikut: (1) Citra Landsat 5 TM L1G perekaman 29-09-1994 SLC ON; (2) Citra Landsat 7 ETM+ L1T perekaman 22-05-2003 SLC ON. Data lain yang digunakan yaitu: (1). Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1 : 25.000 dari Bakosurtanal berupa data *hardcopy* dan *scan*; (2) Peta Wilayah Administrasi Gresik, Surabaya dan Sidoarjo Skala 1 : 25.000 dari BPN.

Gambar 1 merupakan tampilan citra Landsat 5 TM yang meliputi lokasi penelitian:



Gambar 1. Citra Landsat 5 TM Tahun 1994

Data citra digital Landsat 5 TM tahun 1994 dan Landsat 7 ETM+ tahun 2003 yang digunakan

diperoleh dari USGS dengan presentase tutupan awan dan bayangan di daerah penelitian 0%.

Metode pemrosesan data digital citra Landsat hingga dihasilkan peta penutup lahan dan analisis perubahan penggunaan lahan melalui beberapa tahapan yaitu: (1). Koreksi dan registrasi citra sertapenilaian akurasi geometrik dilakukan dengan perangkat lunak ENVI dengan menggunakan acuan *ground control points*(GCP); (2). Klasifikasi multispektral kemiripan maksimum digunakan untuk menurunkan informasi penutup lahan dari citra Landsat 5 TM 1994 dan Landsat 7 ETM+ tahun 2003 dengan skema sistem klasifikasi dimensi spektral; (3). Penurunan klas penggunaan lahan tahun 1994 dan 2003 dilakukan dengan spasial *query* dengan mendasarkan penutup lahan dan bentuklahan dengan pendekatan deterministik; (4). Pemodelan proyeksi penggunaan lahan di tahun 2012 dengan menggunakan metode CA-Markov; (5) Melakukan analisis perubahan penggunaan lahan menggunakan metode deteksi perubahan pasca klasifikasi serta analisis pola spasial pada periode tahun 1994 hingga 2012.

Metode koreksi geometrik pada penelitian ini adalah koreksi geometrik orde 1, dengan *resampling* menggunakan *nearest neighbor*, pemilihan orde 1 tersebut atas dasar, bahwa daerah studi merupakan daerah dengan topografi yang relatif datar, selain itu bertujuan agar agar nilai piksel citra hasil transformasi tidak mengalami perubahan. Kualifikasi dari penentuan titik GCP dalam koreksi geometrik dan untuk penilaian akurasi posisional dipilih GCP yang merupakan obyek yang mempunyai posisi tetap (tidak berubah) dan dapat dikenali secara jelas pada semua citra dan dilapangan.

Klasifikasi penutup lahan dilakukan dengan klasifikasi multispektral. Metodeklasifikasi yang digunakan yaitu kemiripan maksimum dengan input citra digital landset terkoreksi dengan band multispektral (band 1,2,3,4,5 dan 7). Metode klasifikasi kemiripan maksimum merupakan metode klasifikasi *supervise* sehingga diperlukan training area dalam proses klasifikasi. *Traning* area dari setiap klas penutup lahan sesuai dengan skema klasifikasi penutup lahan dimensi spektral yang disesuaikan dengan penutup lahan yang ada di area analisis. *Training* area untuk setiap penutup lahan dipilih yang

homogen, homogenitas training area dapat dilihat secara visual maupun dari nilai standar deviasi dan nilai variansinya yang kecil dan antara satu kelas penutup lahan dalam training area dengan training area kelas penutup lahan lain harus terpisah dengan sempurna yang dapat dilihat melalui indeks separabilitas. Jika terpisah sempurna maka nilainya akan mendekati nilai 2000. Training area yang memenuhi kemudian digunakan sebagai input dalam proses klasifikasi kemiripan maksimum, dengan demikian hasil klasifikasi penutup lahan yang dihasilkan akan lebih akurat.

Informasi penggunaan lahan diturunkan dari hasil spasial *query* antara peta penutup lahan hasil klasifikasi multispektral dengan peta bentukan lahan dengan pendekatan deterministik. Metode ini dilakukan karena dari data citra penginderaan jauh melalui teknik klasifikasi digital dengan mendasarkan informasi spektral citra belum dapat digunakan untuk menurunkan informasi penggunaan lahan secara langsung, dengan demikian bentukan lahan dapat digunakan

untuk membantu reklasifikasi informasi penutup lahan menjadi penggunaan lahan.

CA Markov digunakan untuk memproyeksikan penggunaan lahan tahun 2012 berdasarkan perubahan penggunaan lahan tahun 1994 dan tahun 2003. Kedua data menjadi suatu input *spasial knowledge* untuk *transition probabilities matrix* dan *transition area matrix* dalam mempertimbangkan interaksi spasial secara eksplisit melalui *transitions rules*. Nilai *transition probabilities matrix* untuk setiap kelas penggunaan lahan berbeda-beda dengan rentang nilai nol hingga satu, seperti yang ada pada tabel 1. Nilai satu berarti memiliki probabilitas tinggi sedangkan nol tidak memiliki probabilitas.

Pada proses pemodelan dengan CA Markov digunakan perangkat lunak IDRISI Andes dengan unit analisis raster dengan resolusi 30 meter dengan ukuran kernel 5x5.

Tabel 1. *Transition Probabilities Matrix*

		Hutan	Hutan Rawa	Kebun/Perkebunan	Pemukiman	Rawa	Rumput/Tanah Kosong	Sawah Irigasi	Sawah Tadah Hujan	Semak Belukar	Tambak Garam	Tambak/Empang	Tanah Ladang/Tegalan	Tubu Air
No.	Penggunaan Lahan	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
1.	Hutan	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.	Hutan Rawa	0,00	0,46	0,00	0,02	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00
3.	Kebun/Perkebunan	0,00	0,00	0,88	0,03	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.	Pemukiman	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.	Rawa	0,00	0,00	0,00	0,07	0,78	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.	Rumput/Tanah Kosong	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7.	Sawah Irigasi	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,09	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8.	Sawah Tadah Hujan	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,08	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9.	Semak Belukar	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,02	0,00	0,00	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00
10.	Tambak Garam	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00
11.	Tambak/Empang	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	0,00	0,00
12.	Tanah Ladang/Tegalan	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00
13.	Tubu Air	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98

Analisis pola digunakan dengan *tool* yang dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman *python* berbasis spasial dan temporal, sehingga dapat digunakan untuk analisis pola spasial dari perubahan penggunaan

lahan terbangun. Pola spasial ada tiga kelas yaitu *infill*, *extent*, dan *leap frog* yang diidentifikasi lokasi penelitian.

Penentu sampel uji akurasi tematik hasil klasifikasi dan perubahan penggunaan lahan

menggunakan metode *stratified random sampling* berdasarkan strata klas penggunaan lahan yang ada.

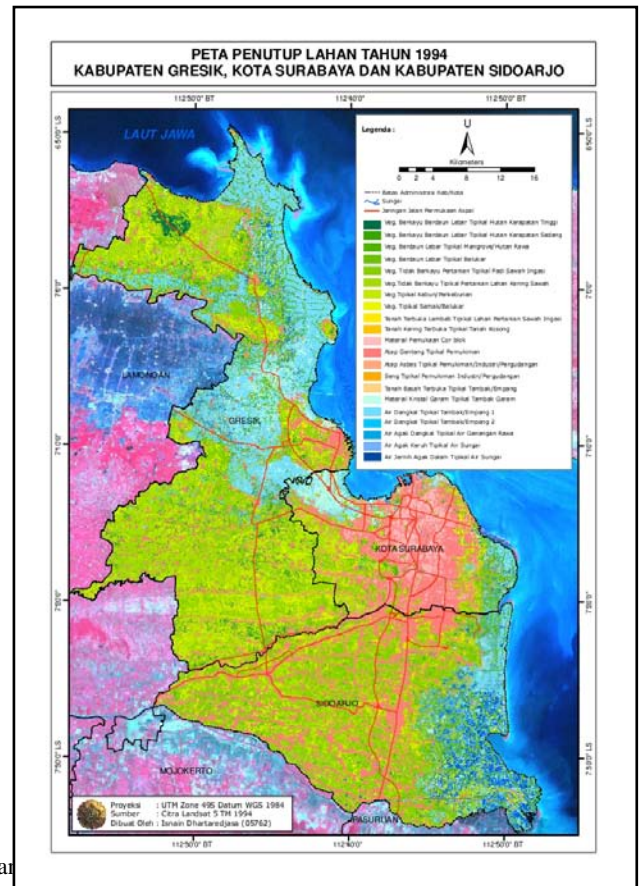
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penurunan informasi 13 klas penggunaan lahan yang ada di daerah penelitian dihasilkan dari spasial *query* 17 unit bentuk lahan minor dengan hasil klasifikasi multispektral penutup lahan yang berjumlah 21 klas. 21 klas penutup lahan tersebut adalah sebagai berikut:

No. Klas Penutup Lahan

1. Air Agak Dangkat Tipikal Air Genangan Rawa
2. Air Agak Keruh Tipikal Air Sungai
3. Air Dangkat Tipikal Tipikal Tambak/Empang 1
4. Air Dangkat Tipikal Tipikal Tambak/Empang 2
5. Air Jernih Agak Dalam Tipikal Air Sungai
6. Atab Asbes Tipikal Pemukiman/Industri/Pergudangan
7. Atap Genteng Tipikal Pemukiman
8. Atap Seng Tipikal Pemukiman/Industri/Pergudangan
9. Material Kristal Garam Tipikal Tambak Garam
10. Materian Permukaan Cor/Blok
11. Tanah Basah Terbuka Tipikal Tambak/Empang
12. Tanah Kering Terbuka Tipikal Tanah Kosong
13. Tanah Terbuka Lemban Tipikal Lahan Pertanian Sawah Irigasi
14. Vegetasi Berdaun Lebar Tipikal Belukar
15. Vegetasi Berdaun Lebar Tipikal Mangrove/Hutan Rawa
16. Vegetasi Berkayu Berdaun Lebar Tipikal Hutan Kerapatan Sedang
17. Vegetasi Berkayu Berdaun Lebar Tipikal Hutan Kerapatan Tinggi
18. Vegetasi Tidak Berkayu Tipikal Pertanian Lahan Kering Sawah
19. Vegetasi Tidak Berkayu Tipikal Tipikal Padi Sawah Irigasi
20. Vegetasi Tipikal Kebun/Perkebunan
21. Vegetasi Tipikal Semak

14. Deltas
15. Dataran Alluvial Pantai
16. Creek
17. Rataan Pasang Surut

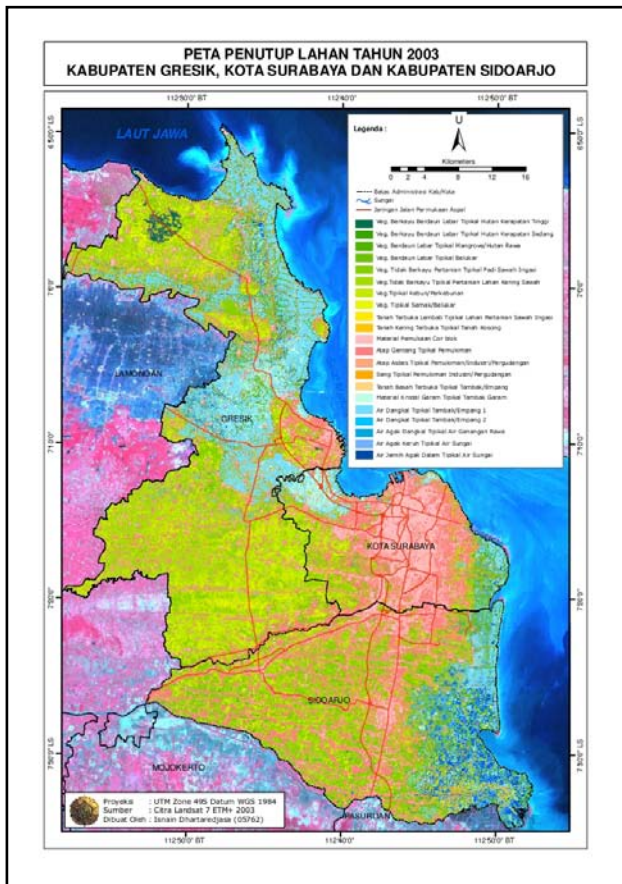


Gambar 2. Peta Penutup Lahan Tahun 1994

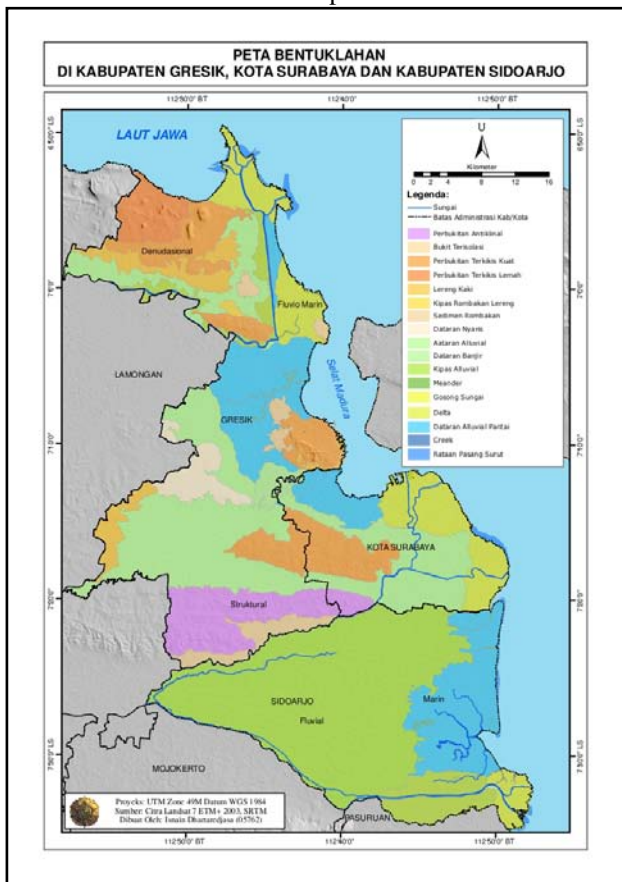
Sedangkan untuk 17 unit bentuklahan minor di daerah di Kota Surabaya, Kabupaten Gresik dan Sidoarjo yang dapat teridentifikasi dari interpretasi citra landsat dan SRTM adalah sebagai berikut:

No. Bentuklahan/Penutup Lahan

1. Perbukitan Antiklinal
2. Bukit Terisolasi
3. Perbukitan Terkikis Kuat
4. Perbukitan Terkikis Lemah
5. Lereng Kaki
6. Kipas Rombakan Lereng
7. Sedimen Rombakan
8. Dataran Nyaris
9. Dataran Alluvial
10. Dataran Banjir
11. Kipas Alluvial
12. Meander
13. Gosong Sungai



Gambar 3. Peta Penutup Lahan Tahun 2003



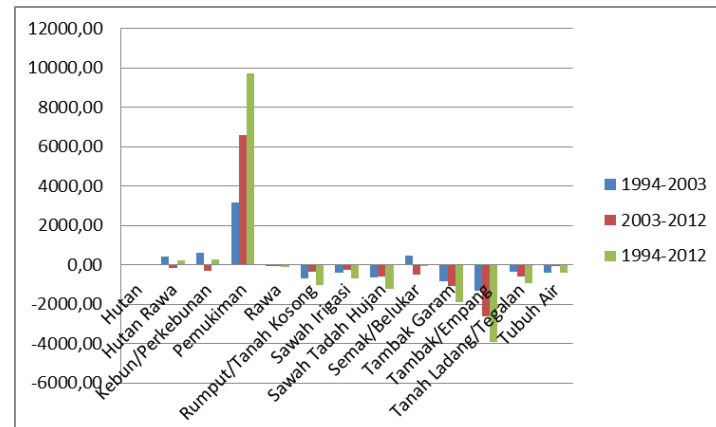
Gambar 4. Peta Bentuklahan

Berdasarkan hasil spasial query 21 penutup lahan dapat di kelompokkan menjadi 13 klas penggunaan lahan yaitu: hutan, hutan rawa, kebun/perkebunan, pemukiman, rawa, rumput, sawah irigasi, sawah tadah hujan, semak/belukar, tambak garam, tambak/empang, tanah ladang/tegalan, dan tubuh air. Luas penggunaan tahun 1994, 2003 dan 2012 dapat dilihat pada tabel berikut:

sawah irigasi, sawah tadah hujan, semak/belukar, tambak garam, tambak/empang, tanah ladang/tegalan, dan tubuh air. Luas penggunaan tahun 1994, 2003 dan 2012 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Luas Penggunaan Lahan Kota Surabaya

Kota Surabaya	Luas (Ha)		
	Tahun		
Penggunaan Lahan	1994	2003	2012
Hutan	-	-	-



Gambar 5. Diagram Perubahan Penggunaan Lahan Surabaya

Hutan Rawa	642,35	1.050,59	886,44
Kebun/Perkebunan	737,09	1.346,07	1.021,04
Pemukiman	14.178,21	17.338,02	23.910,78
Rawa	109,11	68,94	19,70
Rumput	3.763,04	3.076,26	2.718,40
Sawah Irigasi	1.035,41	630,35	361,14
Sawah Tadah Hujan	2.347,10	1.717,06	1.122,82
Semak/Belukar	456,20	912,70	407,10
Tambak Garam	1.928,57	1.096,55	32,83
Tambak/Empang	4.333,72	3.030,30	393,97
Tanah Ladang/Tegalan	2.877,84	2.537,83	1.933,74
Tubuh Air	422,30	26,26	22,98

Tabel 3. Luas Penggunaan Lahan Kab. Sidoarjo

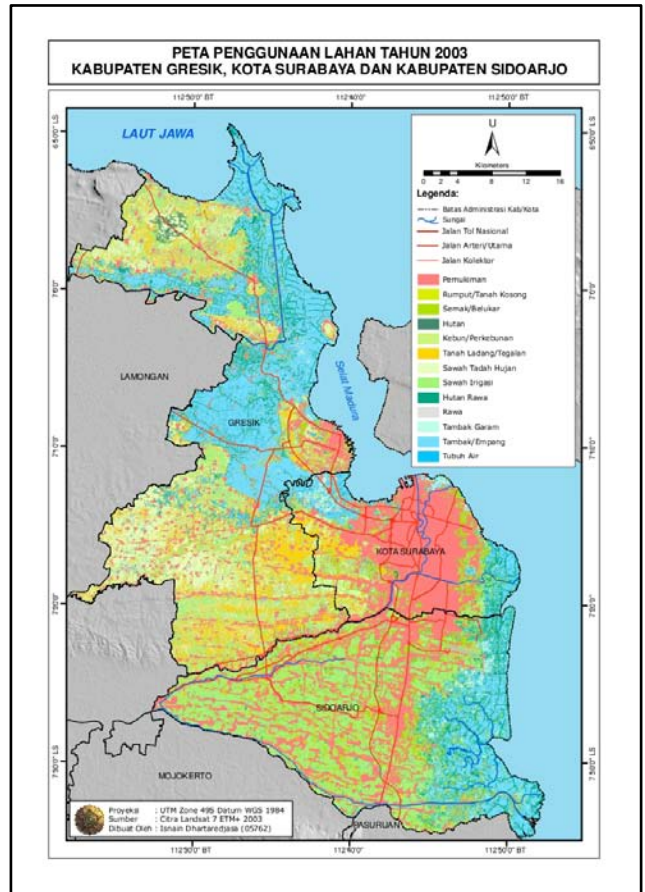
Kab. Sidoarjo	Luas (Ha)		
	Tahun		
Penggunaan Lahan	1994	2003	2012
Hutan	-	-	-
Hutan Rawa	804,59	1.292,88	1.357,52
Kebun/Perkebunan	3.566,00	4.122,85	4.762,10
Pemukiman	14.283,61	19.766,68	25.326,06
Rawa	158,09	129,29	79,01
Rumput	1.920,25	1.522,72	1.680,74
Sawah Irigasi	27.034,58	20.276,65	14.386,87
Sawah Tadah Hujan	705,96	639,26	481,24
Semak/Belukar	171,31	179,57	165,20

Tambak Garam	213,05	208,30	179,57
Tambak/Empang	17.796,58	18.983,77	19.026,86
Tanah Ladang/Tegalan	4.209,00	3.835,54	3.663,16
Tubuh Air	963,58	869,10	718,27

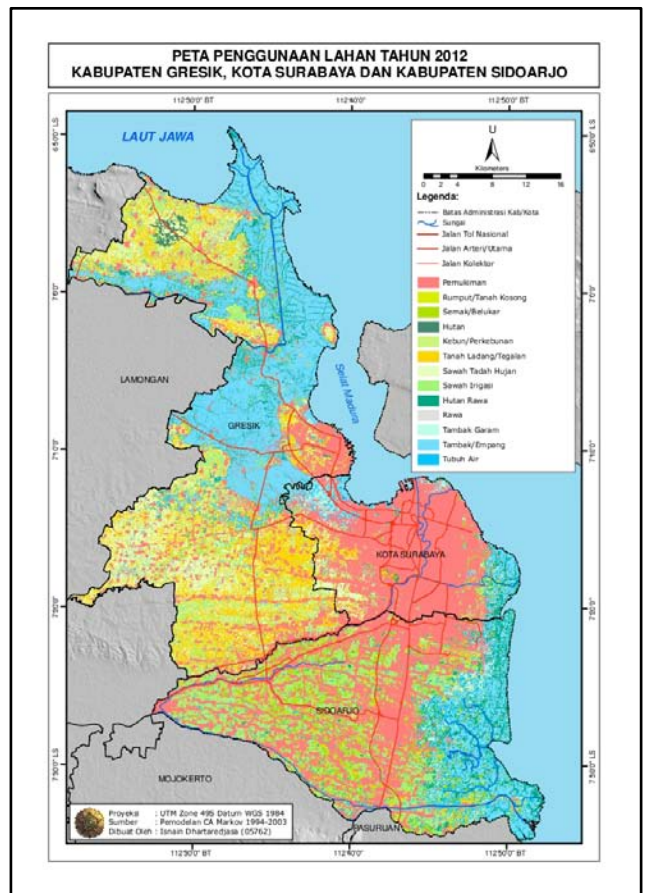
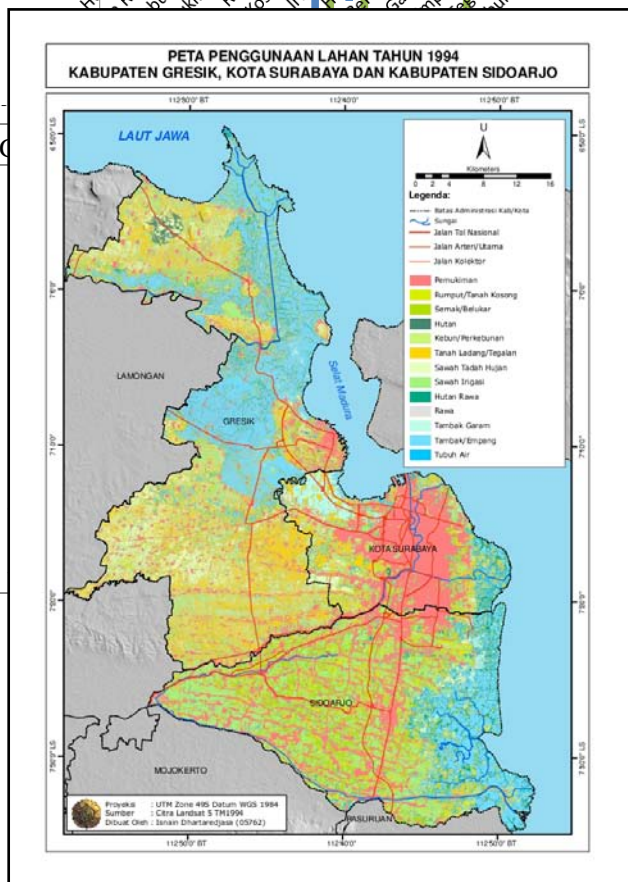
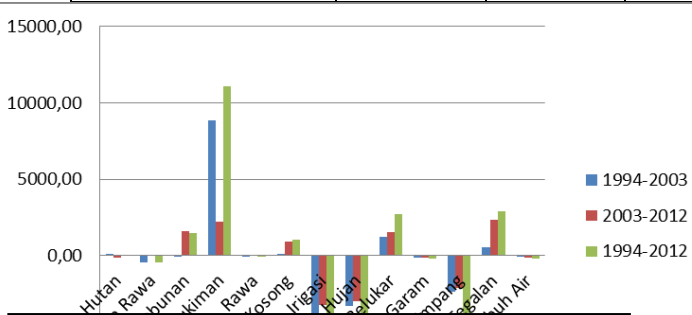
8. Peta Penggunaan Lahan 1994

Tabel 4. Luas Penggunaan Lahan Kab. Gresik

Kab. Gresik	Luas (Ha)		
	Tahun		
Penggunaan Lahan	1994	2003	2012
Hutan	702,43	813	708,39
Hutan Rawa	1.593,43	1.146	1.166,76
Kebun/Perkebunan	4.963,08	4.865	6.469,24
Pemukiman	8.056,25	16.928	19.126,46
Rawa	91,91	63	69,80
Rumput/Tanah Kosong	2.513,35	2.636	3.573,19
Sawah Irigasi	21.732,84	17.230	13.980,23
Sawah Tadah Hujan	22.136,53	18.866	15.876,21
Semak/Belukar	1.639,67	2.844	4.385,75
Tambak Garam	465,11	365	260,44
Tambak/Empang	24.467,31	22.127	20.015,06
Tanah Ladang/Tegalan	14.343,44	14.918	17.272,15
Tubuh Air	1.469,25	1.375	1.270,93



Gambar 9. Peta Penggunaan Lahan 2003



Gresik

4-2003

3-2012

4-2012

Gambar

Gambar 10. Peta Penggunaan Lahan 2003

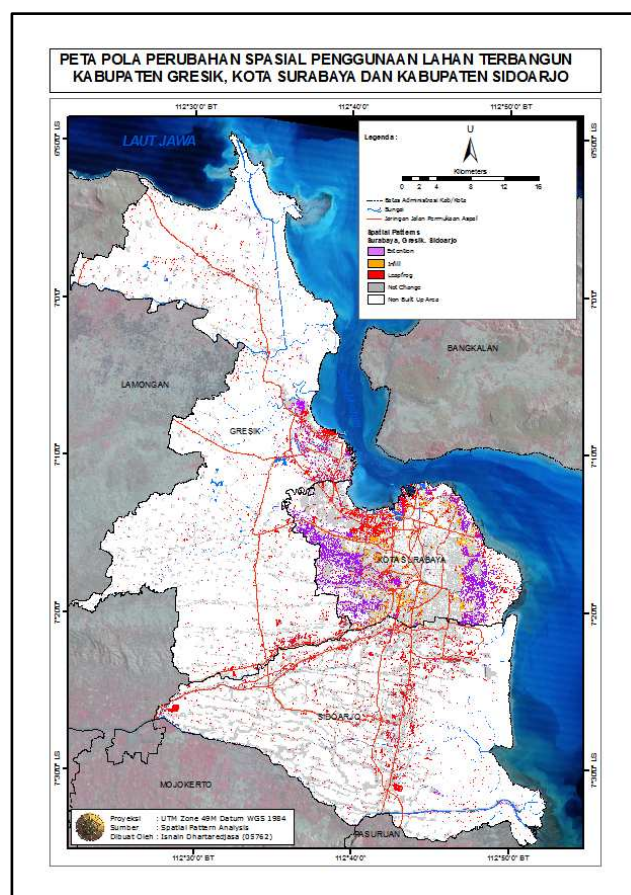
Ditinjau dari proporsi lahan di Kota Surabaya untuk penggunaan lahan non terbangun relatif menyusut secara signifikan walaupun dikawasan timur Kota Surabaya terjadi penambahan luas wilayah akibat sedimentasi di kawasan pantai timur Surabaya. Kondisi tersebut menyebabkan perubahan morfologis bentuk pesisir pantai timur. Lahan-lahan yang relatif belum terbangun tersebut secara umum terdapat di kawasan pantai timur Surabaya dimana eksistensinya dalam bentuk tambak-tambak rakyat. Penggunaan lahan di Kota Surabaya didominasi penggunaan lahan pemukiman, dari tahun ke tahun penggunaan lahan pemukiman semakin bertambah, seperti pada tahun 1994 penggunaan lahan pemukiman mempunyai luas 14.172,21 Ha dan dari hasil proyeksi penggunaan lahan tahun 2012 diperkirakan mencapai 23.910,78 Ha atau mengalami kenaikan 68,7%. Kebutuhan lahan pemukiman di Kota Surabaya dalam kurun waktu tahun 2003 – 2013, diperkirakan sebesar 53,85% dari total luas Surabaya. Sesuai RTRW Kota Surabaya tahun 2003-2013, kebutuhan permukiman sampai dengan tahun 2013 diperkirakan mencapai 556.542 unit, dengan kebutuhan lahan permukiman lebih kurang 17.593,75 Ha.

Berdasarkan kondisi penggunaan lahan eksisting Kabupaten Gresik dan analisis pola spasial permukiman penduduk di Kabupaten Gresik di masing-masing wilayah tidak sama dikarenakan perbedaan karakteristik wilayah. Penggunaan Lahan di Kabupaten Gresik masih didominasi oleh tambak empang walapun demikian penggunaan lahan pemukiman mengalami kenaikan signifikan dari 8.056,25 Ha di tahun 1994, 16.928 Ha di tahun 2003 dan pada tahun 2012 mencapai 19.126,46 Ha. Berdasarkan gambar 6 dapat diketahui bahwa dari tahun ke tahun penggunaan lahan sawah irigasi banyak terkonversi menjadi penggunaan lahan lain.

Di Kabupaten Sidoarjo Penggunaan lahan seperti permukiman, perdagangan dan industri setiap tahunnya semakin bertambah luasannya. Meskipun demikian struktur penggunaan lahannya tidak mengalami perubahan. Penggunaan lahan pertanian kemudian disusul oleh permukiman dan

perikanan seperti tambak/empang masih mendominasi. Berdasarkan hasil analisis pada tabel 3. luas penggunaan lahan sawah irigasi memiliki luas yang dominan dibandingkan dengan tipe penggunaan lahan lain, tetapi dari tahun ke tahun luasnya terus berkurang, hal tersebut berbanding terbalik dengan luas lahan pemukiman dan terus mengalami laju pertambahan, selain itu sejumlah 2.500 Ha dari 15.000 HAWILAYAH pertanian tidak terselamatkan, konservasi pertanian padi dan palawija di Sidoarjo dalam RTRW Sidoarjo 2003-2013, tidak bisa dipertahankan lagi. 650 Ha lahan yang sebagian besar lahan pertanian produktif di Kecamatan Porong, Jabon, dan Tanggulangin akibat terendam lumpur. Sehingga produksi lahan pertanian sawah dari Sidoarjo pun diprediksi akan mengalami penurunan yang cukup signifikan.

Proses perubahan penggunaan lahan yang terjadi di Kota Surabaya, Kabupaten Gresik dan Sidoarjo bersifat *irreversible* dengan pola perubahan penggunaan lahan dari non terbangun menjadi terbangun memiliki pola spasial perubahan yang berbeda. Pola *infill* paling dominan terjadi di Kota Surabaya, *extension* di Kab. Sidoarjo dan *leapfrog* di Kab. Gresik, seperti pada gambar 11 berikut:



Gambar 11. Pola spasial perubahan lahan terbangun

Perubahan penggunaan lahan di Surabaya, Gresik dan Sidoarjo tidak dapat dihentikan selama proses pembangunan masih terus berlangsung. Perubahan tersebut terjadi karena dua faktor, pertama karena keperluan untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang semakin meningkat dan kedua berkaitan dengan tuntutan akan kualitas hidup yang lebih baik.

Analisis multitemporal perubahan penggunaan lahan menggunakan data penginderaan jauh, merupakan suatu metode analisis perubahan penggunaan lahan yang memiliki efektifitas dan efisiensi. Melalui metode analisis multitemporal berbasis data citra penginderaan jauh multitemporal dengan resolusi spasial menengah telah dapat digunakan untuk menurunkan informasi penutup lahan maupun penggunaan lahan. Kedetailan informasi yang diturunkan dapat disesuaikan dengan kemampuan karakteristik data citra penginderaan jauh serta kebutuhan informasi yang telah distandarkan maupun tujuan dan tingkat analisis yang akan dilakukan serta ditentukan oleh metode analisis yang digunakan. Dalam penelitian ini hasil akurasi total untuk akurasi tematik dari hasil proyeksi penggunaan lahan CA Markov dan klasifikasi penggunaan lahan dengan 13 jumlah klas pada resolusi spasial 30 meter dihasilkan akurasi 73% hingga 85%, sedangkan akurasi posisional yang dinyatakan dalam nilai RMS error yaitu sebesar 0,08 atau menghasilkan penyimpangan posisi horisontal 2,4 meter pada resolusi 30 meter.

KESIMPULAN

Hasil penelitian kajian perubahan penggunaan lahan di Kota Surabaya, Kabupaten Gresik dan Kabupaten Sidoarjo diperoleh kesimpulan sebagai berikut: (1) Penggunaan lahan permukiman mengalami peningkatan luas paling dominan dibandingkan dengan penggunaan lahan lainnya dari periode tahun 1994 hingga 2012. Pada periode tersebut, permukiman telah meningkat 0.84% total area per tahun, penyebab utama dikarenakan konversi lahan pertanian darat dan air; (2) Perubahan penggunaan lahan dari lahan pertanian dan tambak ke bentuk pemanfaatan permukiman dan kawasan terbangun lainnya pada tahun 1994 sampai dengan 2012 di Kota Surabaya, Kabupaten Gresik dan Kabupaten Sidoarjo memiliki pola beragam dengan dominasi pola

infill di Kota Surabaya, *extension* di Kab. Sidoarjo dan *leapfrog* di Kab. Gresik, yang memiliki variasi temporal dan spasial dengan pola distribusi nilai probabilitas perubahan penggunaan lahan; (3) Akurasi posisi Citra Landsat untuk analisis perubahan penggunaan lahan masih memenuhi standard akurasi posisional minimum. Dari hasil proses koreksi geometrik tersebut dihasilkan nilai RMS error sebesar 0,08 atau menghasilkan penyimpangan posisi horisontal 2,4 meter pada resolusi 30 meter. Sedangkan untuk akurasi tematik tertinggi 85% dan terendah 73% untuk 13 klas penggunaan lahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Congalton, R.G. and K. Green. 2009. *Assessing The Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices 2nd Edition*. London: Taylor & Francis CRC Press.
- Gunawan, et al. 2004. *Pemanfaatan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Mendukung Inventarisasi dan Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir di Kabupaten Gresik dengan Pendekatan Survei Cepat Terintegrasi*. Sains Informasi Geografi. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Jensen, J. R. 2005. *Introductory Digital Image Processing - A Remote Sensing Perspective, 3rd Edition*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Lu, D. S., Mausel, P., Brondi'zio, E. S. and Moran, E. 2004. Change Detection Techniques. *International Journal of Remote Sensing*. 12, 2365–2407.
- Presiden Republik Indonesia. Undang-Undang No. 32 Tahun 2004 Tentang Pemerintah Daerah. Republik Indonesia: Departemen Dalam Negeri.
- Singh, A. 2003. *Modelling Land Use and Land Cover Change Using Cellular Automata in Geo-Spatial Environment*. Thesis M.Sc. ITC. Enschede: ITC
- Susilo, Bowo. 2008. *Model SIG-Binary Logistic Regression untuk Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan (Studi Kasus di Daerah Pinggiran Kota Yogyakarta)*. Tesis. Bandung: Institut Teknologi Bandung.