

Fuzzy Neural Network Capability Studies in Land Cover Perpiksel Based Classification Using Landsat7 ETM+

Wayan Damar Windu Kurniawan
damarwk@gmail.com

Nur Mohammad Farda
farda@ugm.ac.id

Abstract

Variations in land cover conditions on earth's surface caused parametric approach (maximum likelihood) tends to be less well in classifying land cover on the subclass that more detailed than the non-parametric approach. Meanwhile, non-parametric approach with the hard classifier system theoretically unable to give better results in fuzzy phenomenon of each pixel land cover classes if compared to the soft classifier system. The objective of this research is to define accuracy result of perpiksel based classification of land cover with fuzzy neural network (FNN) method. This research used Landsat 7 ETM + . This image is classified using three systems namely maximum likelihood classification, artificial neural network (non-parametric), and FNN (non-parametric). The results showed FNN can provide much better accuracy then the others two classification system. FNN with and without combined data each provides an accuracy of 78.87% and 80.41%. Meanwhile, other classification systems provide accuracy below 65%.

Keywords; *parametric approach, artificial neural network, fuzzy neural network, land cover, accuracy.*

Abstrak

Variasi kondisi penutup lahan di permukaan bumi menyebabkan sistem klasifikasi dengan pendekatan parametrik (*maximum likelihood*) cenderung kurang baik dalam mengklasifikasikan penutup lahan pada subkelas yang lebih detil jika dibandingkan dengan pendekatan non-parametrik. Sementara, pendekatan non-parametrik dengan sistem *hard classifier* secara teori juga tidak mampu memberikan hasil yang lebih baik pada batas samar tiap piksel kelas penutup lahan jika dibandingkan dengan sistem *soft classifier*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui akurasi hasil klasifikasi perpiksel penutup lahan menggunakan metode *Fuzzy neural network* (FNN). Penelitian ini menggunakan citra Landsat 7 ETM+. Citra ini diklasifikasikan dengan menggunakan 3 sistem klasifikasi yakni *maximum likelihood*, *artificial neural network* (non parametrik), dan FNN (*fuzzy logic* - non parametrik). Hasil penelitian menunjukkan FNN mampu memberikan akurasi yang jauh lebih baik dibandingkan dengan 2 sistem klasifikasi lainnya. FNN dengan dan tanpa data gabungan masing-masing memberikan akurasi sebesar 78.87% dan 80.41%. Sementara itu, sistem klasifikasi lainnya memberikan akurasi dibawah 65%.

Kata Kunci; *pendekatan parametrik, artificial neural network, fuzzy neural network, penutup lahan, akurasi.*

PENDAHULUAN

Salah satu objek yang dapat diidentifikasi dari data penginderaan jauh adalah informasi penutup lahan. Penutup lahan adalah perwujudan secara fisik (visual) dari vegetasi, benda alam, dan unsur-unsur budaya yang ada di permukaan bumi tanpa memperhatikan kegiatan manusia terhadap objek tersebut (Townshend & Justice, 1981, dalam Kusuma, 2010). Informasi yang diinginkan tentunya harus memiliki tingkat akurasi yang tinggi baik dalam hal pengenalan maupun pembedaan tiap objek suatu penutup lahan. Hal seperti ini tentunya akan memunculkan banyak sekali metode – metode yang dapat digunakan dalam identifikasi penutup lahan melalui data penginderaan jauh. Klasifikasi penutup lahan salah satunya dapat dilakukan dengan menggunakan citra Landsat 7 ETM+.

Sebagian besar metode yang digunakan dalam klasifikasi penutup lahan pada beberapa metode pengolahan citra berhubungan atau terkait dengan data masukan yang digunakan. Hal ini berakibat pada penggunaan data input yang sama namun menggunakan metode pengolahan yang berbeda akan menghasilkan hasil klasifikasi dengan tingkat akurasi yang berbeda pula. Namun pada dasarnya, semua metode pengolahan citra menggunakan satu kriteria sebagai data input yaitu nilai spektral seperti yang dijelaskan oleh Danoedoro (1996). Tetapi, pada beberapa model klasifikasi dapat menggunakan paduan data yang berbeda sebagai data masukan sehingga dapat meningkatkan hasil akurasi ketelitian.

Sistem klasifikasi yang umum berkembang selama ini adalah menggunakan sistem klasifikasi

terbimbing (Samudra, 2007). Sistem klasifikasi terbimbing yang sering digunakan dan dianggap memberikan hasil paling baik dalam klasifikasi penutup lahan adalah *maximum likelihood*. Namun klasifikasi ini tergolong dalam sistem klasifikasi parametrik, artinya parameter statistik digunakan dalam penentuan kelasnya, sehingga hasil klasifikasinya akan bagus jika distribusi datanya terdistribusi normal. Sistem ini belum dapat memberikan jaminan secara pasti dalam menghasilkan tingkat ketelitian tinggi pada kasus – kasus tertentu apalagi wilayah penelitian atau kajian memiliki kondisi topografi yang beragam dan sebagian besar kondisi penutup lahan tiap pikselnya memiliki tingkat heterogenitas yang tinggi. Selain itu, kondisi penutup lahan dipermukaan bumi juga secara umum memiliki batas yang tidak jelas atau memiliki batas samar. Hal ini menyebabkan pendekatan parametrik cenderung kurang baik dalam mengklasifikasikan penutup lahan pada subkelas yang lebih detil jika dibandingkan dengan pendekatan non-parametrik. Sementara, pendekatan non-parametrik dengan sistem *hard classifier* secara teori juga tidak mampu memberikan hasil yang lebih baik pada batas samar tiap piksel kelas penutup lahan jika dibandingkan dengan sistem *soft classifier*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui akurasi hasil klasifikasi per-piksel penutup lahan menggunakan metode *Fuzzy neural network*. Hasil klasifikasi dari metode ini, baik dengan data gabungan maupun tanpa data gabungan nantinya akan dibandingkan dengan hasil dari pendekatan parametrik (*maximum likelihood*) dan Jaringan Syaraf Tiruan, sehingga dapat diketahui sejauh mana kemampuan

fuzzy neural network dalam menghasilkan akurasi klasifikasi penutup lahan. Wilayah penelitian meliputi 4 kecamatan yakni Buleleng, Sawan, Sukasada, dan Kecamatan Kubutambahan.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data penginderaan jauh Landsat ETM+ dengan analisis digital dan kerja lapangan. Analisis digital mencakup interpretasi citra digital dengan bantuan komputer. Kerja lapangan digunakan untuk mengumpulkan data – data yang menjadi sampel dalam penelitian ini berupa jenis penutup lahan. Selain itu kerja lapangan juga dimaksudkan untuk menunjang pengujian ketelitian hasil interpretasi.

Informasi penutup lahan yang diperoleh melalui citra Landsat 7 ETM+ diklasifikasikan menjadi 12 kelas dengan menggunakan 3 sistem klasifikasi yakni *maximum likelihood*, *artificial neural network* (non parametrik), dan *fuzzy neural network* (*fuzzy logic* - non parametrik). Pendekatan non parametrik diproses dengan dua perlakuan yang berbeda yakni dengan hanya menggunakan data spektral saja serta dengan menggunakan data gabungan spektral dan non spektral. Data spasial non spektral yang digunakan dalam penelitian ini adalah data elevasi, kemiringan lereng, serta bentuklahan, dimana data elevasi dan kemiringan lereng diturunkan dari data kontur sedangkan informasi bentuklahan diperoleh langsung melalui citra. Sementara itu, derajat keanggotaan dimasukkan pada klasifikasi *fuzzy neural network* agar daerah contoh pada tiap piksel memiliki nilai

keanggotaan *fuzzy* sesuai dengan kondisi di lapangan.

Eksekusi klasifikasi penutup lahan dilakukan berdasarkan *training area* yang telah dibangun pada proses sebelumnya. Proses klasifikasi dilakukan dengan menggunakan 2 algoritma klasifikasi yakni algoritma Jaringan syaraf tiruan dan algoritma *Maximum Likelihood*. Algoritma jaringan syaraf tiruan diterapkan untuk eksekusi daerah contoh menjadi klasifikasi penutup lahan serta digunakan dalam proses defuzzifikasi dari hasil fuzzifikasi daerah contoh pada proses sebelumnya yang tentunya telah memiliki nilai keanggotaan pada masing-masing kelas penutup lahan.

Uji akurasi hasil klasifikasi merupakan tahapan terakhir dalam penelitian ini untuk mengetahui tingkat ketelitian FNN dalam klasifikasi per piksel. Metode yang digunakan yaitu matriks eror fuzzy untuk menguji tingkat akurasi FNN serta matriks eror untuk menguji tingkat akurasi ANN dan *maximum likelihood* dimana berdasarkan kedua matriks ini akan dihitung akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) dan dihitung secara statistik melalui indeks kappa. Campbell (1983; dalam Danoedoro 2004) menyebutkan bahwa nilai ambang akurasi keseluruhan sebesar 85% seringkali digunakan sebagai standar minimum bagi diterimanya hasil pemetaan penutup lahan berbasis citra penginderaan jauh. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini menggunakan nilai ambang akurasi sebesar 85% sebagai batas minimum akurasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tipe kelas penutup lahan yang digunakan adalah mengacu dari kelas

penutup lahan berdasarkan dimensi spektralnya (Danoedoro, 2004), dimana klasifikasi yang digunakan mengacu pada klasifikasi tingkat 2. Klasifikasi pada tingkat 2 ini merupakan klasifikasi yang menggunakan citra satelit resolusi 30 – 100 meter sebagai *input data*.

Pengambilan sampel yang digunakan sebagai daerah contoh pada fenomena *fuzzy* pada dasarnya dapat dilakukan tanpa mempertimbangkan homogenitas objek atau piksel. Akan tetapi karena salah satu fokus penelitian ini yaitu perbandingan antara skema klasifikasi yang mempertimbangkan fenomena *fuzzy* dengan skema klasifikasi tanpa pertimbangan fenomena *fuzzy* maka pengambilan sampel diusahakan berupa daerah dengan objek yang homogen atau berupa piksel murni seukuran 3 x 3 piksel.

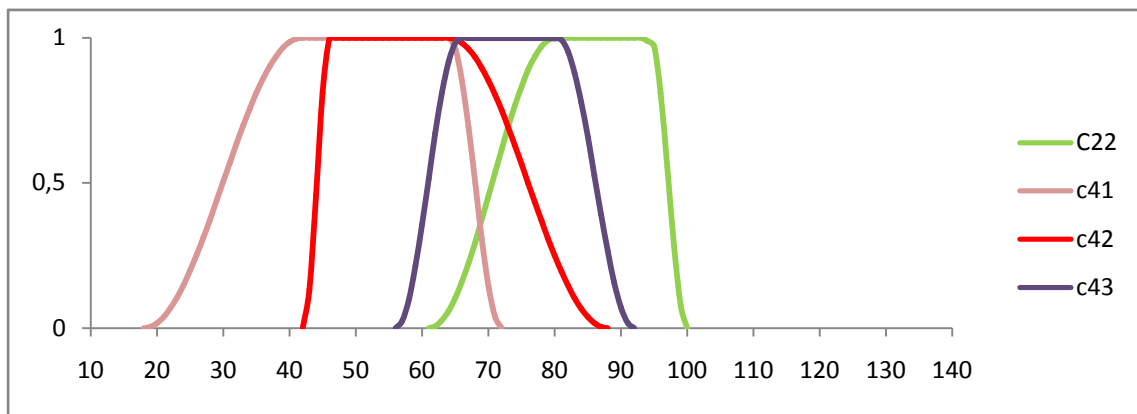
Ada 10 kelas penutup lahan berdasarkan dimensi spektral dan 2 kelas lainnya yang berhasil diidentifikasi saat proses penentuan daerah contoh (*training area*), yaitu air dalam; air dangkal; air keruh; daun lebar tak berkayu; daun lebar berkayu; tanah terbuka dan kering; lumpur dan permukaan basah lainnya; aspal, beton, dan permukaan diperkeras; permukaan tanah liat yang dipadatkan; logam, kaca, seratkaca, dan plastik; serta 2 kelas lainnya yaitu awan, dan tidak terklasifikasikan. Total sebanyak 1570 piksel berhasil diidentifikasi sebagai sampel untuk daerah contoh dalam proses klasifikasi.

Sampel yang telah diambil sebagai daerah contoh akan dikontrol melalui uji keterpisahan atau melalui perhitungan separabilitas. Hal ini dilakukan agar diperoleh gambaran tentang keterpisahan suatu kelas dari

kelas yang lain sebelum eksekusi klasifikasi. Uji separabilitas ini juga dimaksudkan untuk mengetahui objek dengan piksel campuran yang didefinisikan sebagai fenomena *fuzzy*.

Hasil perhitungan indeks separabilitas dengan menggunakan algoritma *transformed divergence* menunjukkan nilai yang cukup baik, meskipun beberapa kelas memiliki nilai dibawah 1700. Beberapa kelas penutup lahan yang memiliki nilai separabilitas dibawah 1700 disebabkan karena pengaruh pantulan spektral dari objek yang berdekatan dalam satu piksel atau asumsi lain adalah kemiripan pantulan spektral antara suatu objek dengan objek yang lain. Objek kelas penutup lahan yang memiliki nilai keterpisahan paling buruk dengan kelas lainnya atau dengan kelas penutup lahan dari objek yang berdekatan adalah pada wilayah lahan terbangun. Pola dan karakter lahan terbangun di Bali pada umumnya dan di wilayah penelitian pada khususnya cenderung bercampur dengan penutup lahan lainnya seperti vegetasi baik daun lebar berkayu maupun tak berkayu.

Klasifikasi dengan menggunakan logika *fuzzy* apapun pendekatan yang digunakan harus memperhatikan himpunan dan derajat keanggotaan piksel suatu kelas penutup lahan. Penentuan himpunan dan derajat keanggotaan piksel suatu kelas penutup lahan didasarkan parameter statistik yang merupakan hasil dari perhitungan statistik sampel atau *training area* dengan band/saluran yang digunakan saat pengambilan sampel.

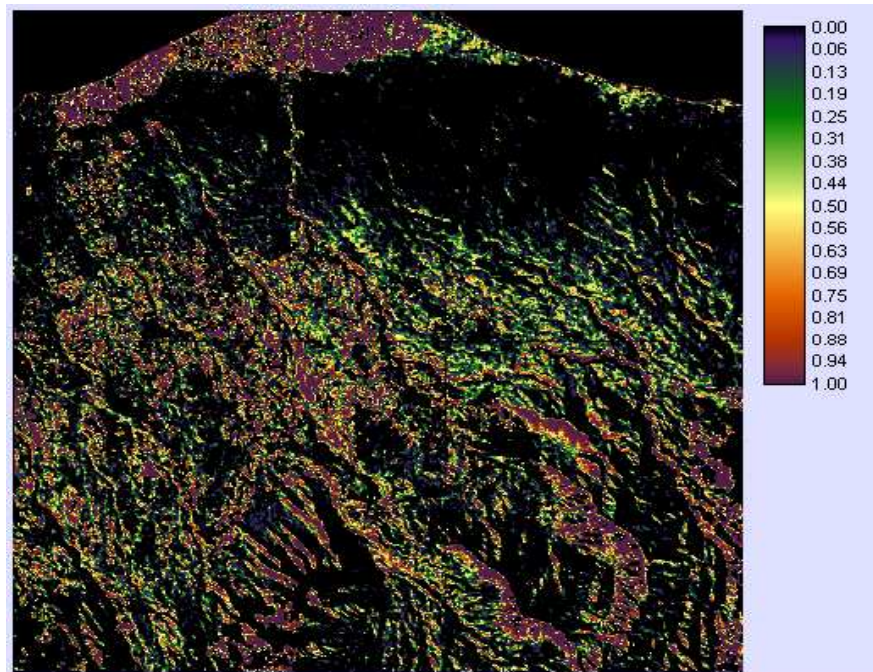


Gambar. Kurva Derajat keanggotaan piksel antara kelas penutup lahan vegetasi daun lebar tak berkayu (C22), Aspal, beton, dan permukaan diperkeras (C41), Permukaan tanah liat yang dipadatkan (C42) dan Logam, kaca, seratkaca, dan plastik (C43) pada band 4

Piksel campuran yang didapat berdasarkan penentuan derajat keanggotaan ini tidak semuanya ada pada semua kelas, namun pada beberapa kelas saja tapi merepresentasikan piksel campuran pada kelas yang lain.

Sementara itu, pembuatan citra kelas keanggotaan *fuzzy* ini hanya dilakukan dengan memasukkan nilai *control point* a, b, c, dan d, yang diperoleh melalui perhitungan statistik tiap sampel kelas penutup lahan, dimana a dan b masing-masing merupakan nilai spektral minimum dan maksimum sampel pada saluran tertentu, serta b-c merupakan nilai lebar kurva sehingga b didapat dengan mengurangi nilai rerata (*mean*) dengan standar deviasi serta c didapat dengan menjumlahkan nilai rerata dengan standar deviasi. Berdasarkan citra himpunan *fuzzy* yang terbentuk

terdapat nilai keanggotaan yang sangat beragam. Namun tidak semua nilai keanggotaan yang ada pada citra himpunan *fuzzy* diambil untuk mengisi kolom dan baris pada matriks partisi *fuzzy*. Hal ini karena nilai keanggotaan pada citra klas *fuzzy* ini memiliki rentang dari nilai minimum hingga maksimum, sehingga hanya nilai keanggotaan yang bersesuaian dengan daerah contoh saja yang diambil untuk mengisi kolom dan baris pada matriks partisi *fuzzy*. Matriks partisi *fuzzy* yang telah berhasil dibuat menunjukkan hampir semua kelas penutup lahan memiliki piksel campuran kecuali kelas awan dan tak terklasifikasi.



Gambar salah satu citra himpunan keanggotaan *fuzzy* untuk kelas Lumpur dan permukaan basah

Tabel hasil matriks partisi *fuzzy*

	C11	C12	C14	C21	C22	C31	C33	C41	C42	C43	AWAN	UN
C11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C14	0	0	0.5	0.06	0.1	0	0.41	0	0	0	0	0
C21	0	0	0	0.65	0.4	0	0	0	0	0	0	0
C22	0	0	0	0	0.6	0.1	0.29	0	0.02	0	0	0
C31	0	0	0	0.07	0.3	0.7	0	0	0	0	0	0
C33	0	0	0.2	0	0.2	0	0.57	0	0	0	0	0
C41	0	0	0	0.26	0.1	0	0	0.6	0.07	0	0	0
C42	0	0	0	0.28	0	0	0	0	0.55	0.1	0	0
C43	0	0	0	0.01	0.2	0.1	0	0	0.13	0.5	0	0
AWAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Keterangan;

C11 = Air Dalam, C12 = Air Dangkal, C14 = Air Keruh, C21= Vegetasi daun lebar berkayu
C22 = vegetasi daun lebar tak berkayu, C31 = Tanah terbuka dan kering, C33 = Lumpur
dan permukaan basah, C41 = Aspal,beton,dan permukaan diperkeras, C42 = Permukaan
tanah liat yang dipadatkan, C43 = Logam,kaca,serat kaca, dan plastik, UN = Tak terklasifikasikan

Hasil penelitian menunjukkan pendekatan non parametrik dengan sistem *soft classifier* (*fuzzy neural network*) mampu memberikan akurasi yang jauh lebih baik dibandingkan dengan 2 sistem klasifikasi lainnya (*maximum likelihood* dan *artificial neural network*). *Fuzzy neural network* dengan dan tanpa data gabungan masing-masing memberikan akurasi sebesar 78.87% dan 80.41%. Sementara itu, sistem klasifikasi lainnya memberikan akurasi dibawah 65%.

KESIMPULAN

1. Metode klasifikasi *fuzzy neural network* dengan hanya memanfaatkan data spektral menghasilkan akurasi sebesar 80.41% dengan indeks kappa 0.74. Akurasi yang dihasilkan melalui metode ini jauh lebih baik dibandingkan dengan metode klasifikasi dengan sistem *hard classifier* yang menghasilkan akurasi dibawah 65%. Hal ini sesuai dengan asumsi awal bahwa sistem *soft classifier* akan dapat memberikan hasil yang lebih baik akibat dari kondisi permukaan bumi yang sangat beragam dan memiliki batas yang tidak tegas (*fuzzy*).
2. Penggunaan data gabungan antara spektral dan non-spektral ternyata juga menunjukkan hasil yang tidak lebih baik jika dibandingkan hanya menggunakan data spektral saja. Hal ini karena beragamnya kondisi penutup lahan pada tiap piksel yang

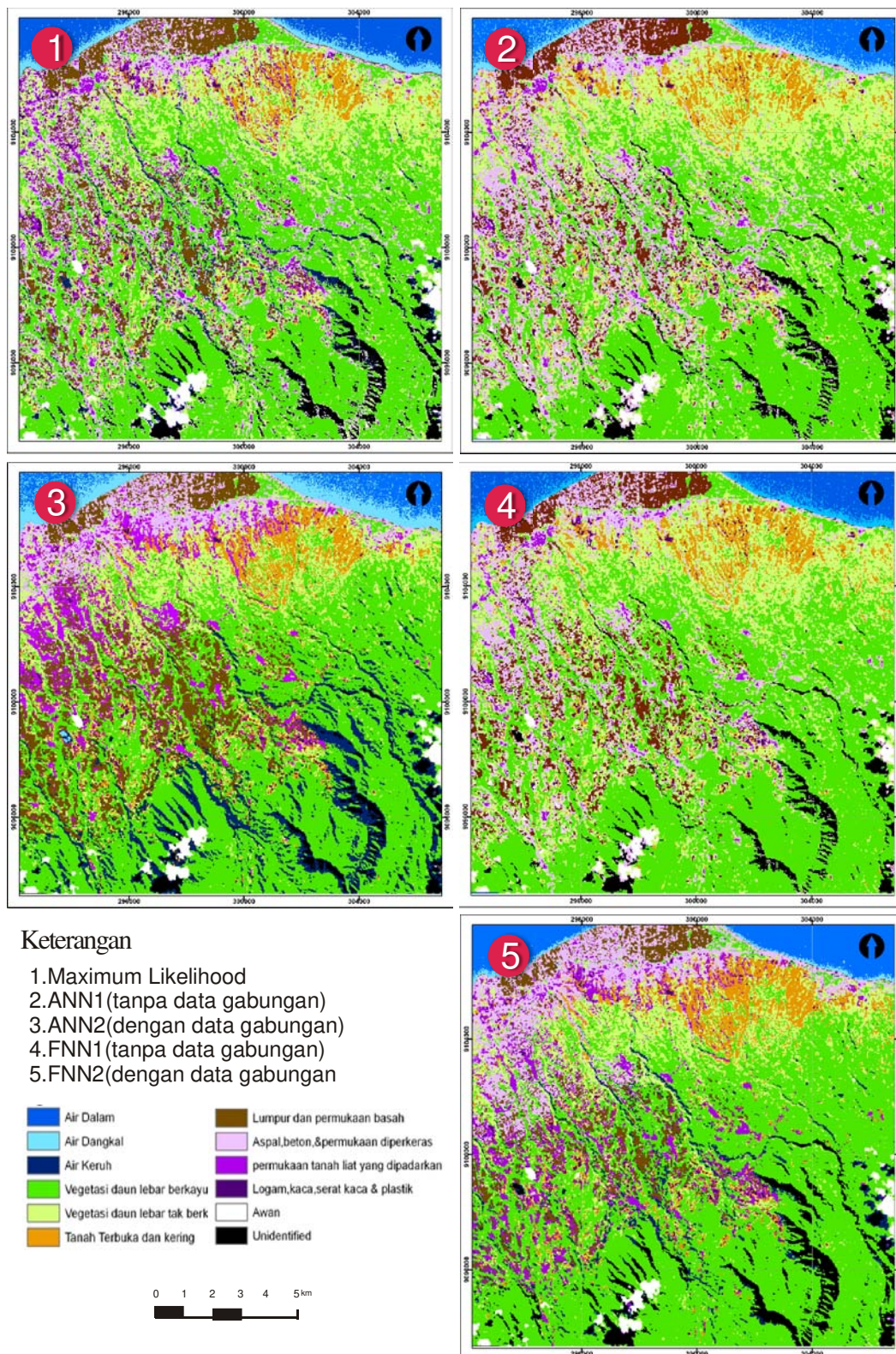
disebabkan oleh nilai keterpisahan yang buruk antar objeknya.

SARAN

Penelitian ini perlu dikembangkan secara lebih mendalam pada wilayah berbeda agar metode klasifikasi *fuzzy neural network* yang diterapkan dapat memberikan hasil yang jauh lebih baik dan konsistensi akurasi yang dihasilkan juga dapat lebih terjaga utamanya pada wilayah dengan kondisi yang hampir sama. Penelitian – penelitian dengan kajian yang sama kedepannya harus memperhatikan kuantitas dan kualitas data spasial non spektral yang digunakan agar hasil yang diperoleh dapat benar-benar mewakili aspek spasial di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Canty, M.J., 2008. *Boosting a Fast Neural Network for Supervised Land Cover Classification*. Julich Congalton & Green. 2008. *Assesing the Acuracy of Remotely Sensed Data*. New York: CRC Press.
- Danoedoro. Projo. 1996. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM
- Danoedoro, P. 2004. Klasifikasi Penutup Lahan secara Rinci: Pengalaman dengan Citra Landsat ETM+ dan Quickbird, dalam Danoedoro (ed.). *Sains Informasi Geografis; dari Perolehan dan Analisis Citra Hingga Pemetaan dan Pemodelan Spasial*. Yogyakarta : Jurusan KPJ, Fakultas Geografi UGM.



Gambar hasil klasifikasi berbagai metode

- Denaswidhi, E. 2008. Pendekatan Logika Samar (*Fuzzy Logic*) Untuk Pemetaan Penggunaan Lahan Sebagian Kota Semarang Dari Citra Landsat ETM+ Multitemporal. *Skripsi*. Yogyakarta : Fakultas Geografi UGM.
- Jensen, J.R., 1996. *Introductory to Digital Image Processing*. 2nd ed. New Jersey: Englewood Cliffs, Prentice Hall.
- Kristanto, Andri. 2004. *Jaringan Syaraf Tiruan*. Yogyakarta : Gava Media
- Kusuma, S.A. 2010. Studi Perbandingan Klasifikasi *Spectral Angle Mapper* dan Klasifikasi *Maximum Likelihood* Untuk Pemetaan Penutup Lahan Di Sebagian Kota Surabaya Dan Kabupaten Sidoarjo Menggunakan Citra Hyperion. *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Kusumadewi, S. 2003. *Artificial Intelligence – Teknik dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lillisand & Kiefer. 1998. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra* (dengan terjemahan). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Liu, Puyin., & Li Hongxing. 2004. *Fuzzy Neural Network Theory and Application*. Singapore : Word Scientific.
- Malingreau J.P.. 1982. *A Land Cover/Land Use Classification for Indonesia*. Yogyakarta: First Revision, PUSPICS UGM.
- Pao, Y.H. 1989. *Adaptive Pattern Recognition and Artificial Neural Network*. Addison Wesley Publishing Company.
- Paola, J.D. dan R.A. Schowengerdt. 1995. A Review and Analysis of Backpropagation Artificial Neural Network for Classification of Remotely-Sensed Multispectral Imagery. *International Journal of Remote Sensing*, vol.16 no.16, hal.3033-3058.
- Samudra, I.S.. 2007. Kajian Kemampuan Metode Jaringan Syaraf Tiruan untuk Klasifikasi Penutup Lahan dengan Menggunakan Citra ASTER. *Thesis*. Yogyakarta : UGM.
- Schaale, M. and Furrer, R.. 1995. Land Surface Classification by Artificial Neural Network. *International Journal of Remote Sensing*, 16(16) hal.3003-3031.
- Yang, X. & Zhou, L., 2008. Use of Neural Networks for Land Cover Classification From Remotely Sensed Imagery. Beijing: *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Vol. XXXVII. Part B7.
- Yohannes. 2002. Klasifikasi Citra Satelit Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Ekstraksi Tampilan Permukiman Daerah Perkotaan (Studi Kasus: Kota Bandarlampung). *Thesis*. Bandung : ITB.
- Yuan, H., Van der Wiele, C.F., Khoram, S., 2009. An Automated Artificial Neural Network Sistem for Land Use/Land Cover Classification from Landsat TM Imagery. *Remote Sens*, hal.243-265.