

DETEKSI OBYEK NYATA

(Pada Lingkup: Visualisasi dan Deteksi Obyek Nyata pada Lingkungan Hidup)

Irwan Budi Santoso

Jurusan Teknik Informatika, Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
irwan.budi331177@gmail.com

Abstrak- Persoalan lingkungan hidup seperti kebakaran hutan, bencana banjir dan tanah longsor semakin marak yang tidak lain akibat dari aktifitas manusia yang liar dan tidak terkendali. Salah satu upaya yang bisa dilakukan untuk membantu menyelesaikan persoalan tersebut adalah adanya fasilitas yang dapat memantau kondisi lingkungan hidup secara riil, melalui komputer dengan memanfaatkan foto satelit seperti yang disediakan oleh Google Earth. Informasi yang disediakan oleh industri internet tersebut hanya menampilkan foto satelit tanpa mengetahui jenis obyek yang ada dipermukaan bumi. Sehingga dengan keterbatasan tersebut diperlukan pengembangan teknologi lebih lanjut yang dapat melakukan deteksi obyek nyata pada foto satelit. Deteksi obyek nyata yang ada dipermukaan bumi berdasarkan foto satelit sangatlah mungkin dilakukan, hal ini karena setiap obyek yang ada dipermukaan bumi memiliki fitur yang khas. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk membantu mendeteksi obyek-obyek nyata dipermukaan bumi berdasarkan image atau citra satelit adalah Tree-Augmented Naïve Bayes Network Classifier (TAN). Dasar penggunaan metode tersebut untuk mendeteksi obyek adalah karena metode tersebut senantiasa memperhatikan hubungan diantara fitur dalam objek, sehingga lebih realistis diterapkan. Adapun langkah-langkah dalam mendeteksi obyek dalam bentuk image satelit dengan menggunakan metode tersebut, secara garis besar dibagi dua tahap yaitu tahap training dan testing. Tahap training meliputi mengambil sampel obyek-obyek nyata pada image satelit (citra landsat) dengan cara cropping obyek-obyek pada image tersebut, merubah image sampel dalam bentuk grayscale, melakukan training untuk membentuk struktur model TAN beserta estimasi parameter modelnya. Sedangkan tahap testing meliputi select obyek yang akan dideteksi, merubah dalam bentuk grayscale, melakukan deteksi obyek berdasarkan struktur model TAN dan parameter hasil training. Dari langkah-langkah tersebut, hasil ujicoba menunjukkan bahwa akurasi sistem metode TAN dalam mendeteksi obyek nyata pada image landsat adalah 96,6667%.

Kata Kunci : Image Landsat, cropping, Tree-Augmented Naïve Bayes Network Classifier, Training, Akurasi sistem

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Persoalan pada lingkungan hidup seperti kebakaran hutan, bencana banjir dan tanah longsor, hingga naiknya temperatur udara dewasa ini semakin marak serta menjadi berita tahunan. Sebagaimana yang telah diberitakan dalam beberapa media terkait persoalan lingkungan hidup seperti kebakaran hutan (Kompas, 2014a), bencana banjir dan tanah longsor (Liputan6, 2010; Kompas, 2009; Kompas, 2010a; Kompas, 2010b; Kompas, 2011a, Kompas, 2014b, Kompas, 2014c), hingga naiknya *temperatur* udara (Tempo, 2008). Persoalan tersebut mengakibatkan kerugian seperti kerusakan infrastruktur umum seperti jalan, jembatan dan fasilitas air minum (Tempo, 2010; Malang Post, 2010b), kerusakan rumah warga (Malang Post, 2010; Detik, 2011), hingga korban jiwa (Tempo, 2009; Kompas, 2014c). Tidak dipungkiri persoalan tersebut tidak lain bersumber dari aktifitas manusia yang liar dan tidak terkendali seperti pengembangan wilayah yang liar dan tidak terkendali sehingga mengakibatkan kerusakan pada lingkungan hidup. Sebagaimana telah jelas disebutkan dalam Al-Qur'an Ar-Rum 41-42. Menurut tafsir al mu'tabar, surat Ar Rum ayat 41 menegaskan bahwa kerusakan di muka bumi tidak lain karena ulah manusia itu sendiri yaitu

melakukan peperangan di luar koridor syariat Allah. dalam peperangan itu manusia membunuh manusia yang oleh Allah dilindungi hak hidupnya, bahkan merusak segala tatanan alam yang ada. Sedangkan, surat Ar Rum ayat 42 menekankan pentingnya kajian sejarah tentangnya perilaku umat-umat terdahulu untuk menjadi pelajaran bagi generasi di belakangnya. Menurut tafsir kontemporer surat Ar Rum ayat 41-42 bisa menjadi dalil tentang kewajiban tentang melestarikan lingkungan hidup, sebab terjadinya berbagai macam bencana juga karena ulah manusia yang mengeksploitasi alam tanpa diimbangi dengan upaya pelestarian.

Salah satu upaya yang bisa dilakukan untuk membantu menyelesaikan persoalan tersebut adalah adanya fasilitas yang dapat memantau kondisi lingkungan hidup secara riil, melalui komputer. Penyediaan fasilitas tersebut sangatlah mungkin dilakukan dengan memanfaatkan foto satelit seperti yang disediakan oleh *Google Earth*. Namun demikian informasi yang disediakan oleh dua industri internet tersebut hanya menampilkan foto satelit tanpa mengetahui jenis obyek yang ada dipermukaan bumi. Dengan keterbatasan tersebut tentu, banyak obyek yang tidak bisa diungkap oleh teknologi pencitraan

satelit. Oleh karena itu diperlukan pengembangan teknologi lebih lanjut yang dapat melakukan deteksi obyek nyata pada foto satelit. Deteksi obyek nyata yang ada dipermukaan bumi berdasarkan foto satelit sangatlah mungkin dilakukan, hal ini karena setiap obyek yang ada dipermukaan bumi memiliki fitur yang khas, sebagaimana disebutkan dalam Al-Qur'an Surat Al-Hijr Ayat 19.

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk membantu mendeteksi obyek-obyek nyata dipermukaan bumi berdasarkan *image* atau citra satelit adalah *Tree-Augmented Naïve Bayes Network Classifier* (TAN). Dasar penggunaan metode ini untuk mendeteksi obyek adalah karena metode tersebut dalam proses pembelajarannya senantiasa memperhatikan hubungan diantara fitur dalam objek, sehingga lebih realistis diterapkan.

B. TREE-AUGMENTED NAÏVE BAYES NETWORK CLASSIFIER (TAN)

Tree-Augmented Naive Bayes Network Classifier (TAN) merupakan perbaikan dari metode sebelumnya khususnya *naïve Bayes* klasifier. Metode tersebut muncul karena *naïve Bayes* klasifier sangat tidak realistis untuk diterapkan pada data riil. Tidak realistisnya *naïve Bayes* klasifier karena diasumsikan diantara fitur obyek bersifat independen, padahal faktanya hampir setiap fitur obyek bersifat dependen atau saling mempengaruhi (Irwan, 2012,2013). Hasil perbaikan metode dengan memperhatikan besarnya hubungan diantara pasangana fitur adalah *Bayesian Network* yang secara matematis ditulis

$$P_B(X_1, \dots, X_n | C, \Theta) = \prod_{i=1}^n P_B(X_i | \Pi_{X_i} / C) = \prod_{i=1}^n \theta_{(X_i | \Pi_{X_i} / C)} \quad (2.2)$$

Dengan Θ adalah kumpulan parameter model, C adalah kelas dan $\theta_{(X_i | \Pi_{X_i} / C)} = P_B(X_i | \Pi_{X_i} / C)$ adalah parameter model, untuk setiap nilai $x_i \in X_i$ dan $\Pi_{X_i} \in \Pi_{X_i}$, dimana Π_{X_i} merupakan sekumpulan *parent* dari X_i . *Bayesian Network* dengan mempertimbangan aspek efisiensi dalam komputasi selanjutnya menghasilkan *Tree-Augmented Naive Bayes Network Classifier*

Dalam mengaplikasikan metode *Tree-Augmented Naive Bayes Network Classifier*, pertama yang harus dilakukan adalah membangun modelnya. Adapaun langkah-langkah dalam membangun model TAN ada lima tahap (Irwan,2012):

1. Menentukan nilai *Conditional Mutual Information* di antara pasangan fitur obyek
2. Membangun Graph komplit (*tree*) tak berarah dengan *node* adalah fitur obyek sedangkan bobot pada *edge*-nya adalah nilai *Conditional Mutual Information*.
3. Membangun *maximum weighted spanning tree* (MWST)
4. Merubah *tree* tak berarah menjadi *tree* berarah berdasarkan *root* yang dipilih

5. Membangun model TAN dengan menambah simpul (*node*) kelas dan menghubungkannya dengan *edge* ke setiap fitur obyek

Dalam menentukan nilai *Conditional Mutual Information*, pada penelitian sebelumnya (Irwan,2013) di asumsikan bahwa setiap pasangan fitur objek berdistribusi *Bivariate Normal* sehingga sebelum menentukan nilai *Conditional Mutual Information* harus terlebih dahulu mengestimasi parameter distribusi tersebut. Tingkat akurasi dalam estimasi parameter distribusi menjadi suatu hal yang penting tergantung metode estimatornya dan merupakan celah untuk pengembangan.

Tahapan kedua setelah membangun model TAN adalah melakukan estimasi parameter model TAN dengan memperhatikan struktur model yang telah dibangun yaitu fitur *parent* dan fitur *child* (Irwan,2012,2013). Dengan menggunakan konsep peluang bersyarat, selanjutnya dapat dilakukan estimasi parameter yang secara matematis ditulis

$$\theta_{x_i | \Pi_{x_i} | C} = \hat{P}_D(x_i | \Pi_{x_i} | C) = \frac{\hat{P}_D(x_i, \Pi_{x_i} | C)}{\hat{P}_D(\Pi_{x_i} | C)} \quad (2.3)$$

Bila struktur model TAN telah terbentuk dan parameter modelnya telah diestimasi, maka proses klasifikasi atau pengenalan terhadap suatu obyek untuk testing dapat dilakukan. Dengan prinsip klasifikasi obyek *testing* berdasarkan nilai peluang terbesar persamaan 2.2, maka dapat ditulis rumusan klasifikasi sebagai berikut:

$$\hat{c} = \operatorname{argmax}_c P(X_1, \dots, X_n | C, \Theta) \quad (2.4)$$

Dengan \hat{c} adalah hasil klasifikasi.

II. METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan secara umum pada penelitian ini meliputi 4 proses yaitu perancangan dan pengumpulan data, desain sistem, implementasi sistem (*coding*), uji coba sistem yang dibangun. Adapun tahapan-tahapan penelitian bisa dilihat Gambar 2.1.

A. Perancangan dan Pengumpulan Data

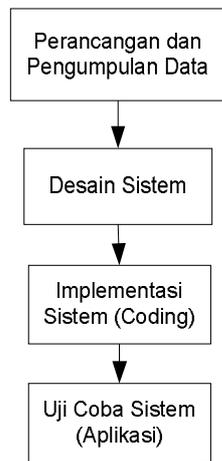
Perancangan dan pengumpulan data dalam penelitian tidak lain adalah bagaimana mendapatkan data *image* (citra) *landsat* dari *Google Earth*. Data *image* obyek nyata (citra *landsat*) dalam penelitian ini diambil dari *Google Earth* khusus untuk kawasan kabupaten Malang tahun 2014 dengan ketinggian sekitar 500 ft. Data yang diperoleh dari *Google Earth* tersebut, pertama akan digunakan sebagai data *training* untuk membangun struktur model pengenalan dengan menggunakan metode *Tree-Augmented Naive Bayes Network Classifier* (TAN)

beserta parameter modelnya, dan yang kedua sebagai data uji coba (*testing*) untuk menguji metode dan aplikasi yang telah dibangun. Data *image* obyek nyata yang diambil melalui *cropping* citra *landsat* kawasan kabupaten malang, sebagai data *training* selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Data *training image* obyek nyata pada Tabel 2.1, memperlihatkan ada 6 jenis kelas obyek dengan setiap kelas obyek diambil sampel sebanyak 10 sampel *image* obyek. Data *image* obyek terlihat memiliki dimensi ukuran pixel yang berbeda, hal ini dimaksudkan agar struktur model TAN yang akan dibangun lebih layak untuk diaplikasikan karena pada faktanya ukuran atau dimensi obyek berbeda-beda.

B. Desain Sistem

Desain sistem dalam penelitian ini meliputi bagian *training*/pembelajaran dan bagian *testing* (pengujian) seperti terlihat pada Gambar 2.2

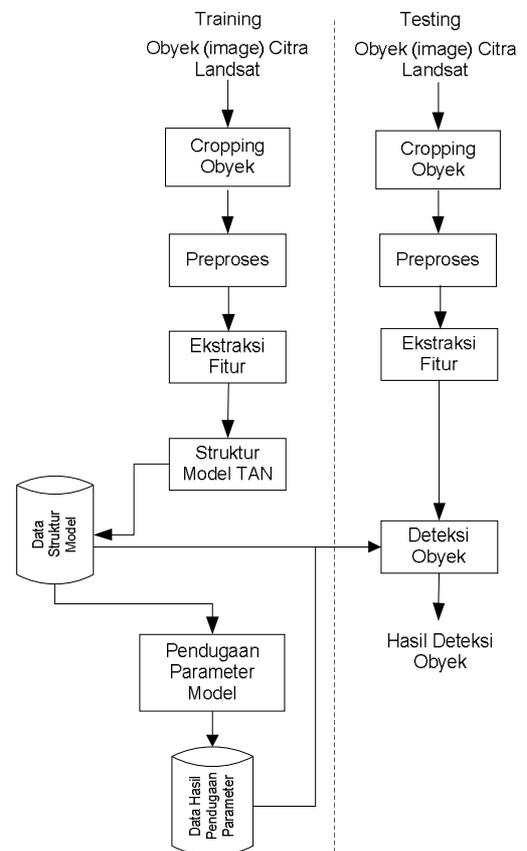


Gambar 2.1. Tahapan-tahapan umum penelitian

Tabel 2.1 Data *Training Image* Obyek Nyata

Kelas Obyek	Obyek Nyata	Image dari Citra Landsat Google Earth
1	Lahan sawah padi	
2	Lahan sawah belum ditanami /ladang	
3	Pepohonan	

4	Rumah penduduk	
5	Pabrik /gudang	
6	Gedung tinggi/kampus	



Gambar 2.2. Desain sistem penelitian

Pada proses *training*, langkah pertama adalah *cropping image* obyek dari citra *landsat* sehingga terkumpul sampel *training* untuk setiap obyek kelas. Langkah berikutnya adalah melakukan preproses terhadap *image* obyek yang telah diambil melalui *cropping* berdasarkan hasil pada perancangan dan pengumpulan data, kemudian dilakukan ekstraksi fitur untuk mendapat ciri obyek yang mewakili. Setelah dilakukan ekstraksi fitur dibangun struktur model pengenalan dengan *Tree-Augmented Naive Bayes Network Classifier* (TAN) dan hasilnya disimpan. Berdasarkan struktur model yang telah dibangun selanjutnya dilakukan estimasi parameter modelnya dan hasilnya juga disimpan. Sedang pada proses *testing*, langkah pertama adalah *cropping image* obyek yang akan dideteksi dari citra *landsat*, selanjutnya melakukan preproses pada data *image* obyek tersebut, kemudian ekstraksi fitur dan berikutnya dengan menggunakan struktur model TAN yang telah dibangun dan parameter hasil estimasi, selanjutnya dapat dilakukan proses deteksi obyek nyata berdasarkan *image* citra *landsat*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Disain Sistem Aplikasi

Disain sistem deteksi obyek nyata berdasarkan citra *landsat*, diimplementasikan dengan menggunakan MATLAB. Implementasi terhadap disain sistem pada bab sebelumnya dibagi menjadi beberapa bagian yaitu akuisisi data (memuat *cropping* obyek), preproses, *training* data dengan TAN (memuat ekstraksi fitur obyek, membangun struktur model TAN dan estimasi parameter model TAN), dan deteksi obyek nyata. Bagian-bagian tersebut tercakup dalam suatu menu pada program utama seperti pada Gambar 3.1

Proses akuisisi data, digunakan untuk membuka file *image* (citra) *landsat* yang akan digunakan sebagai data *training* ataupun *testing*. Pada bagian ini ada proses *cropping image* obyek yang dilengkapi dengan fasilitas untuk menyimpan file obyek dengan nama tertentu, seperti pada Gambar 3.2

Dengan menggunakan fasilitas yang ada, proses akuisisi data yang didalamnya memuat *cropping image* obyek dan menyimpan dalam bentuk file dengan ekstension *.JPG. Sedangkan Preproses digunakan untuk merubah *image* obyek hasil *cropping* menjadi *image grayscale*. Menu preproses dilengkapi dengan fasilitas menyimpan file pada direktori tertentu. Proses merubah *image* RGB hasil *cropping* menjadi *image grayscale* tidak dilakukan secara satu persatu melainkan secara serentak dengan melibatkan sejumlah sampel *image* dan menyimpan secara serentak dalam direktori tertentu

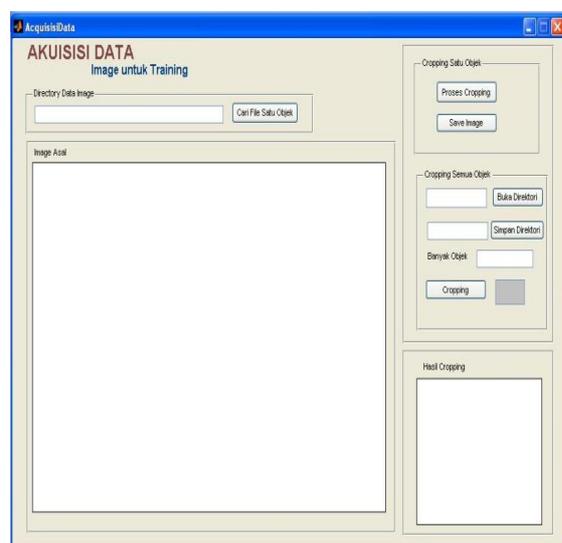
Pada proses *Training* data, *training* selain digunakan untuk membangun struktur model TAN dan estimasi parameternya juga memuat ekstraksi fitur *image* obyek. Input dari aplikasi Training Data, adalah sejumlah sampel data *image* obyek yang masing-masing dalam bentuk file dalam suatu *folder* tertentu yang bisa diseting. Input lainnya selain data *image* adalah ukuran atau dimensi *image* obyek (biasanya lebih kecil dari *image* semula), dengan menggunakan interpolasi *nearest*

neighbor. Untuk menentukan ukuran atau dimensi *image* yang harus diinputkan, biasanya diperoleh dari ukuran yang paling baik sedemikian hingga terbaik akurasi. Sedangkan detail output struktur model TAN yang dihasilkan dari proses *training* ini meliputi struktur model TAN dalam bentuk matrik, node yang menjadi *parent* dan *child* dalam struktur model, estimasi parameter yaitu berupa *mean node child*, *mean join node child* dan *parent*, kovarian *node child* dan kovarian *join node child* dan *parent*. Output lain yang melengkapi selain struktur data hasil ekstraksi fitur *image* obyek, hasil klasifikasi *image* obyek *training*, matrik *confusion*, dan kesalahan dalam klasifikasi

Sedangkan proses deteksi obyek nyata adalah suatu proses untuk mendeteksi *image* obyek yang diambil dari citra *landsat* dengan mengklasifikasi *image* obyek ke dalam kelas yang sesuai secara riil. Proses ini dilakukan dengan input data *image* obyek yang dicropping dari citra *landsat*, struktur model TAN dan parameter model hasil *training*. Aplikasi deteksi obyek nyata selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.1 Tampilan menu utama deteksi obyek nyata berdasarkan citra landsat



Gambar 3.2 Tampilan aplikasi akuisisi data *image* obyek untuk *training*

B. Uji Coba Sistem

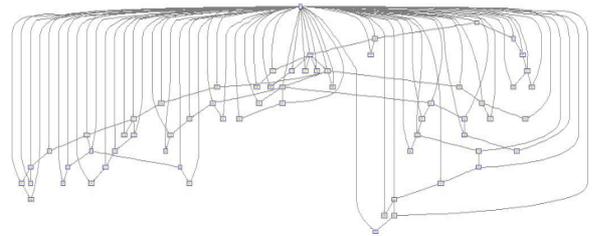
Uji coba yang dilakukan secara garis besar meliputi dua bagian yaitu pertama uji coba aplikasi dalam membangun struktur model TAN dan estimasi parameter modelnya berdasarkan data *image* obyek sampel *training* yang diambil dari citra *landsat*, dan kedua uji coba aplikasi dalam mendeteksi obyek nyata yang diambil dari citra *landsat* berdasarkan hasil struktur model TAN yang dihasilkan beserta hasil estimasi parameternya.

Dari hasil akuisisi *image* obyek untuk data training, didapatkan ada sebanyak 6 kelas dengan setiap kelas terdapat 10 obyek dalam bentuk image dengan ukuran atau dimensi yang berbeda. Sebelum membangun struktur model TAN langkah awal harus diketahui ukuran atau dimensi *image* obyek yang akan dimasukkan sedemikian hingga hasilnya optimal. Hasil optimasi untuk menentukan ukuran atau dimensi didapatkan ukuran atau dimensi *image* obyek *training* yang akan menghasilkan akurasi terbaik adalah 7x9. Dari hasil optimasi ukuran ini, selanjutnya sebelum dibangun struktur model TAN maka seluruh *image* obyek training harus dirubah ukurannya menjadi 7x9 dengan menggunakan interpolasi *nearest neighbor*. Dari perubahan ukuran *image* obyek training tersebut maka node yang akan digunakan dalam struktur model ada 7x9=63 node dan disimbolkan dengan X1, X2,...,X63. Hasil training terhadap sampel *image* obyek yang terdiri dari 6 kelas dengan setiap kelas ada 10 obyek, didapatkan struktur model seperti pada Gambar 4.4.

Dari struktur model TAN yang telah terbentuk, selanjutnya dilakukan estimasi parameter model berdasarkan *node child* dan *node parent*. Parameter model didapatkan dengan mengasumsikan bahwa setiap fitur obyek (yang menjadi node) mengikuti distribusi normal (*Gaussian*), sehingga parameter diperoleh dengan menghitung parameter distribusi tersebut. Untuk fitur obyek sebagai *node child* maka parameternya adalah *mean* dan *varians* sedangkan join antara *child* dan *parent* (mengikuti distribusi bivariate normal) parameternya adalah *mean child* dan *parent*, dan kovarian. Parameter-parameter tersebut diperoleh dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood* (ML), yang selanjutnya digunakan untuk menentukan parameter model TAN.

Dengan menggunakan struktur model TAN dan estimasi parameter dari hasil training dapat ditentukan akurasi sistem yaitu dengan melakukan deteksi terhadap seluruh data training (60 obyek dengan 6 kelas). Hasil deteksi menunjukkan bahwa akurasi sistem dari struktur model TAN dalam melakukan deteksi *image* obyek berdasarkan citra *landsat* adalah sebesar 96,6667%. Hasil ini menunjukkan bahwa struktur model TAN yang dibangun dalam mendeteksi obyek nyata cukup tinggi. Secara rinci hasil deteksi tersebut tunjukkan dengan matrik *confusion* seperti pada Gambar 3.5

Aplikasi deteksi obyek nyata dari citra *landsat* dapat dilakukan dengan dua cara sebagai yaitu deteksi satu *image* obyek dan Deteksi terhadap banyak *image* obyek



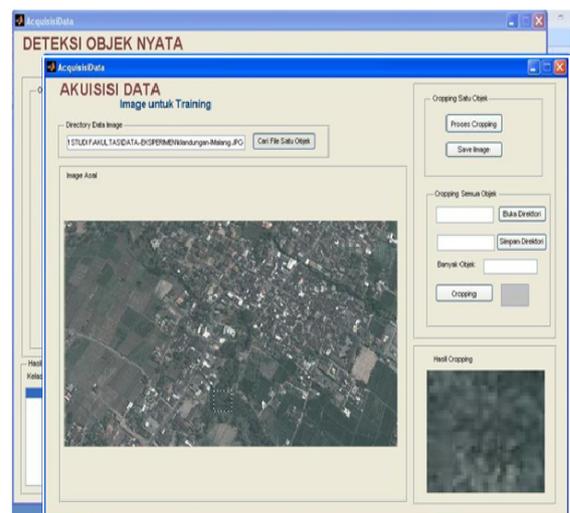
Gambar 3.4 Struktur Model TAN hasil training

	1	2	3	4	5	6
1	10	0	0	0	0	0
2	0	10	0	0	0	0
3	0	0	10	0	0	0
4	0	0	0	9	1	0
5	0	0	1	0	9	0
6	0	0	0	0	0	10

*) 1=lahan sawah, 2=lahan sawah belum ditanami/ladang,

3=pepohonan, 4=rumah, 5=pabrik/gudang, 6=gedung tinggi/kampus

Gambar 3.5 Matrik *confusion* deteksi obyek nyata



Gambar 3.6 Aplikasi deteksi *image* obyek

ketiga membangun aplikasi *training* data untuk mendapatkan struktur model deteksi beserta estimasi parameternya, dan terakhir membangun aplikasi deteksi obyek nyata berdasarkan struktur model yang telah dibangun dan parameter yang telah diestimasi, sehingga dapat dilakukan deteksi *image* obyek nyata.

Untuk membangun struktur model pengenalan terbaik dengan menggunakan metode *Tree-Augmented Naïve Bayes Network Classifier* (TAN) dapat dilakukan sebagai berikut pertama

menentukan ukuran atau dimensi *image* obyek training yang terbaik(optimal), kedua melakukan ekstraksi fitur obyek, ketiga menentukan nilai *Conditional Mutual Information* di antara pasangan fitur obyek, keempat membangun tree (grap komplit) tak berarah, kelima membangun *maximum weighted spanning tree* (MWST), keenam merubah tree tak berarah menjadi berarah dengan root terpilih, ketujuh menambah simpul (*node*) kelas dan menghubungkannya dengan *edge* ke setiap fitur obyek. Hasil uji coba untuk mendeteksi obyek nyata berdasarkan *image landsat* sebagian kota Malang menunjukkan struktur model TAN yang telah dibangun mempunyai tingkat akurasi sistem sebesar 96,6667%.

IV. REFERENSI

- [1] Antara. (2010a). RTH Berkurang, Malang Jadi Kota Banjir. Surat Kabar Antara, 8 November 2010.
- [2] Antara. (2010b). Penarik Becak Tewas Tertimpa Pohon Tumbang. Surat Kabar Antara, 15 Desember 2010.
- [3] Detik. (2011). Angin Kencang di Malang Raya: Rumah Warga Hancur dan Tower Pemancar TV Roboh. Majalah Detik, tersedia online di us.surabaya.detik.com, 12 Januari 2011.
- [4] Gonzalez, R. C., Woods, R. E. & Eddins, S. L. 2009. Digital image processing using MATLAB, Gatesmark Publishing Tennessee.
- [5] Irwan, B.S. (2012), Model Pengenalan Terbaik Dengan Tree-Augmented Network (TAN) dan Estimator Maximum Likelihood (ML) Berdasarkan Fitur Objek, Jurnal MATICS, No. 5, Vol. 4, Halaman 197-203.
- [6] Irwan, B.S. (2012). Model Pengenalan Karakter Tulisan Tangan Terbaik Dengan Tree-Augmented Network (TAN) dan Estimator Maximum Likelihood, Jurnal MATICS, No. 1, Vol. 5, Halaman 21-27.
- [7] Irwan, B.S.(2012). Peningkatan Akurasi Sistem Pengenalan Karakter Tulisan Tangan dengan Multi Model Tree-Augmented Network (TAN), Prosiding Seminar Nasional Green Technology 3.
- [8] Irwan, B.S.(2013), Aplikasi Korelasi Pearson Dalam Membangun Model Tree-Augmented Network (TAN) (Studi Kasus Pengenalan Karakter Tulisan Tangan), Jurnal MATICS, No. 3, Vol. 5, Halaman 185-189.
- [9] Irwan, B.S.(2013). Comparison of Pearson Correlation And Conditional Mutual Information To Construct Model of Tree-Augmented Network (TAN)(Case study character handwriting recognition), The 4th International Conference Green Technology, Faculty of Science And Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang.
- [10] Kompas. (2008). Ratusan Pohon Mati Diracun. Surat Kabar Harian Kompas, 17 Oktober 2008
- [11] Kompas. (2009). Banjir Kepung Kota Surabaya. Surat Kabar Harian Umum Kompas, 8 Januari 2009.
- [12] Kompas. (2010a). Banjir dan Longsor Terjang Kota Malang. Surat Kabar Harian Kompas, 17 Februari 2010.
- [13] Kompas. (2010b). Semarang Belum Bebas Banjir. Surat Kabar Harian Umum Kompas, 3 November 2010.
- [14] Kompas. (2011a). Hujan Empat Jam, Kota Bandung Banjir. Surat Kabar Harian Umum Kompas, 6 April 2011.
- [15] Kompas. (2011b). Ribuan Ikan Mati di Marunda. Didownload dari website surat kabar harian Kompas <http://health.kompas.com> tanggal 4 Juni 2011.
- [16] Kompas. (2014a). SBY, Asap dan Hujan. Didownload dari website surat kabar harian Kompas <http://nasioanl.kompas.com> tanggal 25 Maret 2014.
- [17] Kompas. (2014b). Longsor di Bengkulu, Enam Desa Terisolasi. Didownload dari website surat kabar harian Kompas <http://regional.kompas.com> tanggal 18 Maret 2014.
- [18] Kompas. (2014c). Jenazah Mahasiswi UNPAD yang Tertimbun Longsor Akhirnya Ditemukan. Didownload dari website surat kabar harian Kompas <http://regional.kompas.com> tanggal 17 Maret 2014.
- [19] Liputan6. (2010). Diguyur Hujan, Jalan Margonda Terendam [Online]. Dapat diakses di id.news.yahoo.com, 24 November 2010.
- [20] Malang Post. (2011). Angin Serang Malang Raya. Surat Kabar Harian Malang Post, 11 Januari 2011.
- [21] Malang Post. (2010a). Bangunan Mangkrak Tercecer di Sudut Kota. Surat Kabar Harian Malang Post, 12 Oktober 2010.
- [22] Malang Post. (2010b). Jembatan Ambrol, Lima Rumah Ambles. Surat Kabar Harian Malang Post, 8 November 2010.
- [23] Tempo. (2008). Banjir Malang Akibat Pelanggaran Tata Ruang [Online]. Majalah online Tempo Interaktif, tersedia di www.tempointeraktif.com, 17 April 2008.
- [24] Tempo. (2009). Banjir Bandang dan Tanah Longsor Terjang Malang, Satu Tewas [Online]. Majalah online Tempo Interaktif, tersedia di www.tempointeraktif.com, 24 Pebruari 2009.
- [25] Tempo. (2010). Banjir Lumpuhkan Layanan PDAM Kota Malang [Online]. Majalah online Tempo Interaktif, tersedia di www.tempointeraktif.com, 5 Maret 2010.