

PERBAIKAN GEOMETRIK TRASE JARINGAN JALAN DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Bangun Muljo Sukojo dan Hendro Kustarto

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

E-mail: bangunms@rad.net.id

Abstrak

Seiring dengan makin pesatnya pembangunan jaringan jalan di suatu wilayah harus diikuti pula dengan perubahan informasi yang sesuai dengan kondisi jaringan jalan yang ada. Untuk menunjang perubahan-perubahan yang terjadi perlu diterapkan teknologi Penginderaan Jauh (Inderaja) sebagai salah satu teknologi yang berkembang begitu pesat dewasa ini dan semakin diperlukan keberadaannya untuk berbagai aplikasi. Aplikasi penginderaan jauh sangat terkait dengan bidang spasial, dimana unsur spasial yang kita dapatkan selama ini dilakukan dengan menggunakan peta-peta lama disebabkan karena keterbatasan fasilitas dan kendala lainnya, tetapi dengan teknologi Penginderaan Jauh hal tersebut bukan menjadi kendala lagi dan informasi yang diperoleh dapat dimutakhirkan. Keberadaan teknologi Penginderaan Jauh ini diikuti pula dengan munculnya teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) yang membuka era baru dalam penyajian informasi dan analisa obyek-obyek spasial yang bergeoreferensi. Salah satu teknologi Penginderaan Jauh adalah pengenalan obyek melalui citra *Landsat Thematic Mapper* (LTM), dimana citra tersebut memiliki resolusi spasial (30x30) meter dan resolusi spektral 7 band. Dengan kombinasi citra (*composite image*) serta perbaikan kontras citra dilakukan klasifikasi obyek tutupan lahan secara terawasi (*Supervised Classification*), maka akan diperoleh citra terklasifikasi dan terkoreksi yang dapat digunakan untuk analisis perbaikan trase jaringan jalan serta pembuatan database informasi trase jalan dengan Sistem Informasi Geografis.

Abstract

Geometric Improvement Of Trace Network Road with Remote Sensing and Geographic Information System. Together with a great development in road network at such district, it must be followed by changing information that should be suited to the condition at present. For supporting the information changes, the remote sensing technology could be applied. It is one of technology with a great increment and needed to various applications. The application of remote sensing technology is close related to spatial field which is used to be achieved from non digital because of limitation facilities and other obstacle. However with remote sensing technology, those can not be burdened anymore and the information achieved can be updated. The presence of remote sensing technology is followed by emerging of Geographic Information System technology which promises a new era in providing deep information and spatial object analysis. The object identification through *Landsat Thematic Mapper* (LTM) image with (30x30) meter spatial and 7 (seven) band spectral resolution. The composite image together with image contrast improvement are applied to supervised classification covered object for obtaining classified and corrected image that can be used to analyze network road improvement and create database information of trace network road using Geographic Information system.

Keywords: Trace network road, remote sensing, landsat thematic mapper, coverage, geographic information system.

1. Pendahuluan

Berkembangnya suatu wilayah yang begitu pesat dengan banyaknya pembangunan jaringan jalan, belum diikuti dengan perubahan informasi spasial yang merupakan suatu *data base* untuk perencanaan sehingga strategi perencanaan jangka panjang trase jalan menjadi terhambat. Untuk mengatasi kendala keterbatasan informasi trase jaringan jalan yang benar secara geometris serta mutakhir dapat diperoleh dengan teknologi Penginderaan Jauh (Inderaja) dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Penerapan teknologi Inderaja dan SIG adalah untuk memperbaiki informasi yang bergeoreferensi dimana informasi diperoleh melalui pengenalan obyek pada citra satelit sebagai data primer yang dipadukan dengan peta-peta tematik sebagai data sekunder.

Salah satu metoda pengenalan obyek yang dilakukan pada studi ini adalah analisis spasial melalui citra *Landsat Thematic Mapper* (LTM), karena data citra *Landsat TM* setiap saat dapat dengan mudah diakses serta memiliki resolusi temporal cukup pendek 16 hari sehingga data untuk daerah/obyek yang sama dapat dideteksi perubahannya secara periode waktu (*multi series*).

Untuk menunjang ketersediaan *database* trase jalan secara lebih terencana dapat dilakukan dengan Sistem Informasi Geografis yang memanfaatkan kecanggihan peralatan komputer dalam menangani dan menggunakan data untuk menjelaskan lokasi di permukaan bumi.

Kegiatan studi ini dimaksudkan untuk mendapatkan informasi perubahan data fisik permukaan bumi yang bergeoreferensi khususnya trase jaringan jalan, sedang tujuannya adalah untuk memperbaiki informasi spasial *database* trase jaringan jalan agar tetap aktual (sesuai dengan keadaan di lapangan).

2. Metodologi

Pengolahan citra *Landsat Thematic Mapper* dilakukan secara digital menggunakan perangkat lunak (*Software*) *IDRISI for Windows*, untuk proses registasi koordinat. Secara garis besar proses pengolahan citra *Landsat TM* dapat dikelompokkan atas 3 tahapan [1] yaitu pemulihan citra (*image restoration*), penajaman citra (*image enhancement*) dan klasifikasi citra (*image classification*).

Pemulihan citra adalah suatu proses memanipulasi citra hasil penginderaan jauh untuk menghilangkan distorsi agar sesuai dengan keadaan aslinya saat perekaman dengan melakukan koreksi Radiometrik dan koreksi Geometrik. Koreksi Radiometrik dilakukan untuk mengeliminir kesalahan-kesalahan yang disebabkan oleh sistem perekaman serta kesalahan yang diakibatkan oleh perjalanan sinar matahari dan suatu obyek ke kamera perekam melalui media atmosfer. Dalam studi ini citra yang digunakan telah dikoreksi radiometrik oleh pemasok, sedang koreksi geometrik dilakukan untuk mengurangi kesalahan yang disebabkan oleh gerak sapuan penjelajah dan satelit, gerak perputaran dari bumi dan faktor kelengkungan bumi yang mengakibatkan pergeseran posisi terhadap sistem koordinat referensi. Dalam hal ini proses koreksi Geometrik dilakukan dengan mentransformasikan posisi setiap piksel yang ada di citra terhadap posisi obyek yang sama dipermukaan bumi dengan memakai beberapa titik kontrol tanah.

Penajaman citra [2] adalah merupakan suatu cara untuk memodifikasi nilai citra sehingga dapat menonjolkan informasi penting yang terkandung di dalamnya agar penampakan visual citra lebih jelas dan memudahkan proses interpretasi secara digital. Adapun proses penajamannya dilakukan dengan membuat citra komposit berdasarkan analisis komponen utama *Principal Component Analysis* (PCA) yang diharapkan dapat memberikan diskriminasi warna pada masing-masing obyek lebih representatif.

Klasifikasi citra [3] dilakukan secara terawasi (*Supervised Classification*) dengan menggunakan algoritma keserupaan maksimum (*Maximum Likelihood*), diharapkan pengenalan pola spektral suatu obyek dapat menghasilkan informasi jenis tutupan lahan, yang selanjutnya akan dipakai untuk memetakan trase jaringan jalan.

Pembuatan *coverage* trase jaringan jalan dilakukan dan peta topografi skala 1:50.000 dengan tahapan seperti berikut [4] :

- a) Proses *scanning*, mengubah data analog peta topografi menjadi data digital dengan peralatan *scanner* yang kemudian dilakukan transformasi dari format *raster* ke format *vector* (*R to V*) dengan *software VP max NT*.
- b) Proses *editing/re-drawing*, yaitu proses penyempurnaan hasil *scanning* agar informasi yang ditampilkan lebih akurat. Prosesnya dilakukan langsung pada layar monitor komputer.
- c) Registrasi koordinat sesuai dengan koordinat citra dan dilakukan juga pemotongan (*cropping*) lembar *coverage* sesuai dengan daerah yang *dicover* citra.

Pembuatan model Sistem Informasi Geografis dilakukan dengan memadukan data citra terklasifikasi dengan *coverage* menggunakan *software Arc View/Auto Cad Map* dengan langkah-langkah berikut:

- *Overlay* Geometrik antara citra trase jalan (citra terklasifikasi) dengan *layer* trase jalan (*coverage digital*), untuk mengetahui sejauh mana kualitas data citra dapat digunakan untuk mengevaluasi data yang ada.
- Pembuatan *Digital Elevation Model* (DEM) yang dilakukan dengan cara menggabungkan citra terklarifikasi dalam format *raster* dengan *layer* kontur yang berisi titik-titik ketinggian dalam format *vector*. DEM tersebut dapat menampilkan bentuk 3 Dimensi sehingga bentuk trase jalan dapat diidentifikasi lebih detail.
- Pembuatan SIG dengan menambahkan data-data *attribute* pada data hasil *overlay* merupakan suatu sistem *manajemen database* trase jalan yang mudah diperbaharui untuk berbagai keperluan.

Analisis model dimulai dengan proses pengolahan citra, pembuatan *coverage* dan proses *overlay* Geometrik disertai *Ground Truth* untuk mendapatkan kepastian tentang posisi geografis dan obyek-obyek yang dikaji (trase jalan).

Bahan dan alat yang digunakan dalam studi ini adalah:

- Citra *Landsat TM* wilayah Kabupaten Bangkalan yang di *cropping* (*coloms* 850-2219 dan *rows* 120-1399) dan citra *Landsat* Surabaya-Sidoarjo yang dicitra tanggal 8-9 September 1994).
- Peta Topografi *AMS* (*Army Map Service*) skala 1:50.000
- Peta Jaringan Jalan Wilayah Kabupaten Bangkalan skala 1: 200.000
- Peta *Land Use* skala 1: 200000
- Data Standard Perencanaan Geometrik Jalan
- Data Survey Perencanaan Teknik Jalan Bangkalan-Torjun-Sampang
- *Personal Computer* dengan *software IDRISI for Windows, Arc View, AutoCad Map* dan *Vpmax NT. Scanner, Printer* dan *GPS* (*Global Positioning System*).

Secara geografis daerah studi Kabupaten Bangkalan dibatasi oleh batas maksimum dan minimum antara koordinat $112^{\circ}40'26''$ - $113^{\circ}02'50''$ BT dan antara $06^{\circ}14'17''$ - $07^{\circ}53'22''$ LS, yang masuk dalam sistem koordinat *UTM* (*Universal Transfer Mercator*) zone 49 Selatan dengan elevasi permukaan tanah berkisar antara 0 - 50 meter diatas permukaan laut. Secara garis besar wilayah studi terdiri dari kawasan pemukiman, pertanian (sawah dan ladang), perairan, hutan, semak belukar, tanah gersang dan kawasan industri.

Keadaan fisik dan topografi antara ruas jalan Bangkalan - Sampang relatif datar dengan kemiringan antara 0 - 9,9 %. Sedang *volume* lalu lintas harian rata-rata pada ruas jalan tersebut menurut hasil survey Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga tahun 1997 adalah 6.808 termasuk klasifikasi jalan sekunder kelas II A. Melihat kondisi trase jalan berkaitan dengan keadaan geografis wilayah studi yang cenderung berkembang, maka perlu dilakukan inventarisasi data secara berkesinambungan.

3. Hasil Dan Pembahasan

Analisis hasil pengolahan citra [5] dilakukan untuk mengetahui ketelitian proses *resampling* (koreksi geografik) yang ditunjukkan dengan *Root Mean Square Error* (*RMS Error*) dan ketelitian proses klasifikasi yang ditunjukkan dengan ketelitian individu (*individual accuracy*) maupun ketelitian menyeluruh (*overall accuracy*). Proses *resampling* merupakan proses transformasi secara geometrik suatu citra satelit terhadap posisi geografis dengan menggunakan sistem koordinat *UTM* zone 49 Selatan yang akan menghasilkan citra bergeoreferensi secara *UTM* dengan koordinat lintang dan bujur ($07^{\circ}05'LU$, $112^{\circ}50'BT$). Transformasi yang digunakan dalam studi ini adalah *Quadratic* dengan 6 (enam) titik kontrol tanah yang menghasilkan *RMS Error* sebesar 0,0062 (Tabel-1) yang berarti *resampling* dilakukan masih dalam batas toleransi yang dapat diterima (<3%). Dengan demikian secara geometrik citra daerah studi adalah benar.

Proses klasifikasi dilakukan melalui beberapa tahapan mulai dari proses *Principal Component Analysis* (PCA) yang merupakan teknik matematis yang berhubungan erat dengan analisis faktor untuk mentransformasikan sejumlah *band* citra (*Landsat TM 6 band*) menjadi sekumpulan komponen baru yang tidak saling berkorelasi dalam sejumlah varian. Hasil proses PCA berupa matriks korelasi (Tabel) yang dapat digunakan untuk menentukan kombinasi *band* mana yang paling baik untuk pembuatan citra komposit. Dalam hal ini pemeliharaan *band* tersebut didasarkan pada matriks korelasi yang mempunyai perbedaan varian paling kecil dan menghasilkan kombinasi *band* 4, *band* 5 dan *band* 7. Pemilihan kombinasi *band* berdasarkan kajian diatas dapat diuji dengan pemeriksaan silang (*cross check*) melalui reflektansi spektral untuk *soil* (lampiran) yang menunjukkan reflektansi tertinggi pada *band* 4, 5 dan 7.

Dengan citra komposit *band 4,5,7* dilakukan analisis histogram dan diperoleh 35 kelas jenis tutupan lahan yang kemudian disederhanakan menjadi 10 kelas berdasarkan puncak histogram (*peak*) tertinggi jenis obyek dapat dinampakkan dengan proses *clustering*. Dengan dasar 10 kelas tersebut dibuat klasifikasi multispektral yang menghasilkan diskriminasi obyek pada layar monitor yang cukup baik secara visual dan dapat dilakukan pemilahan suatu obyek dengan obyek yang lain. Semua proses diatas dilakukan untuk memperkecil tingkat keraguan obyek pada satu piksel mengingat resolusi *citra Landsat TM* sebesar 30x30 meter. Setelah hasil klasifikasi tutupan lahan diperoleh kemudian dilakukan analisis ketelitian (*Accuracy Assessment*) dengan menggunakan modul *ERRMAT*, untuk mengetahui ketelitian individual masing-masing kelas maupun ketelitian menyeluruh > 98% (Tabel), sehingga secara keseluruhan klasifikasi yang dilakukan dapat diterima.

Berdasarkan citra terklasifikasi tersebut dapat dipetakan trase jalan dengan digitasi langsung pada obyek yang ada dilayar monitor menggunakan fasilitas *zoom* dan kemampuan *operator* dalam mengidentifikasi obyek berdasarkan tujuh kunci intepretasi (bentuk, ukuran, pola, bayangan, rona, tekstur dan lokasi).

Untuk keperluan Sistem Informasi Geografis data *coverage* sangat memegang peranan penting, karena dalam *coverage* tersebut unsur posisi geografis sangat diperlukan agar model spasial yang akan diolah memiliki kebenaran secara geometris. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketelitian pembuatan *coverage* meliputi data analog (peta topografi), peralatan yang digunakan (*scanner*) dan faktor manusia (*operator*). Dengan memperhatikan ketiga faktor tersebut diatas *coverage* yang dihasilkan cukup memenuhi ketelitian yang disyaratkan.

Setelah ketelitian citra dan ketelitian *coverage* dapat diterima baru dilakukan *overlay* Geometrik untuk membuat model trase jalan dan diperoleh pergeseran relatif terbesar sebesar 136 meter, tetapi secara keseluruhan penyimpangan yang terjadi relatif kecil sehingga data trase jalan yang diakses dari citra satelit tepat digunakan untuk pembuatan SIG. Untuk lebih memastikan kebenaran dari trase jalan tersebut maka dibuat *DEM* dan dilakukan *Ground Truth* dengan peralatan *GPS*. Peta trase jalan terklasifikasi dan peta SIG disajikan pada Lampiran.

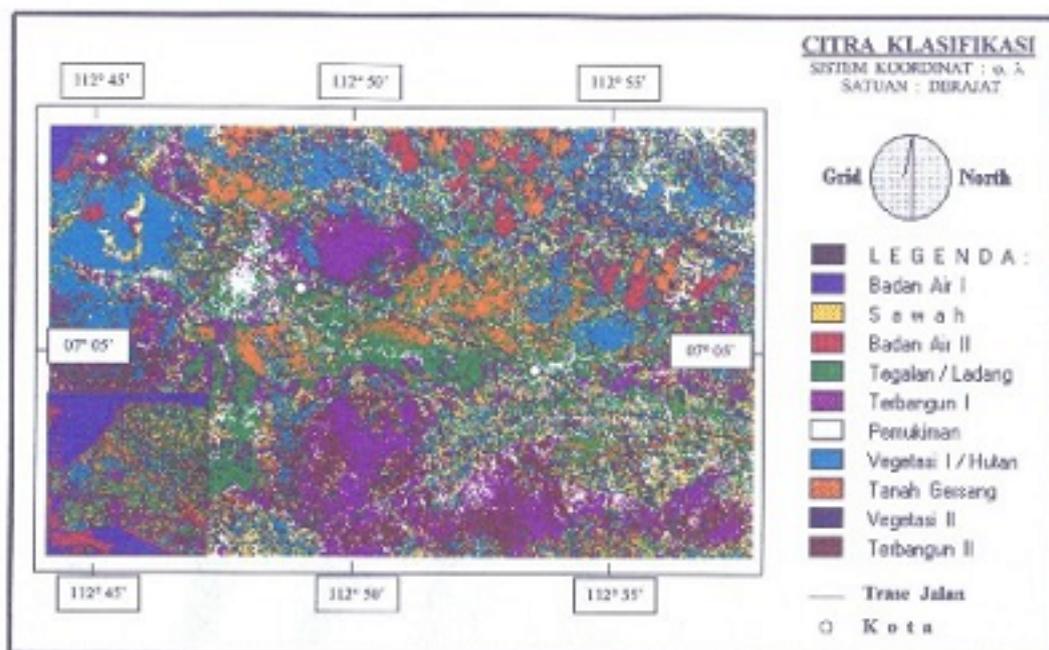
4. Kesimpulan

Dari semua pembahasan diatas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

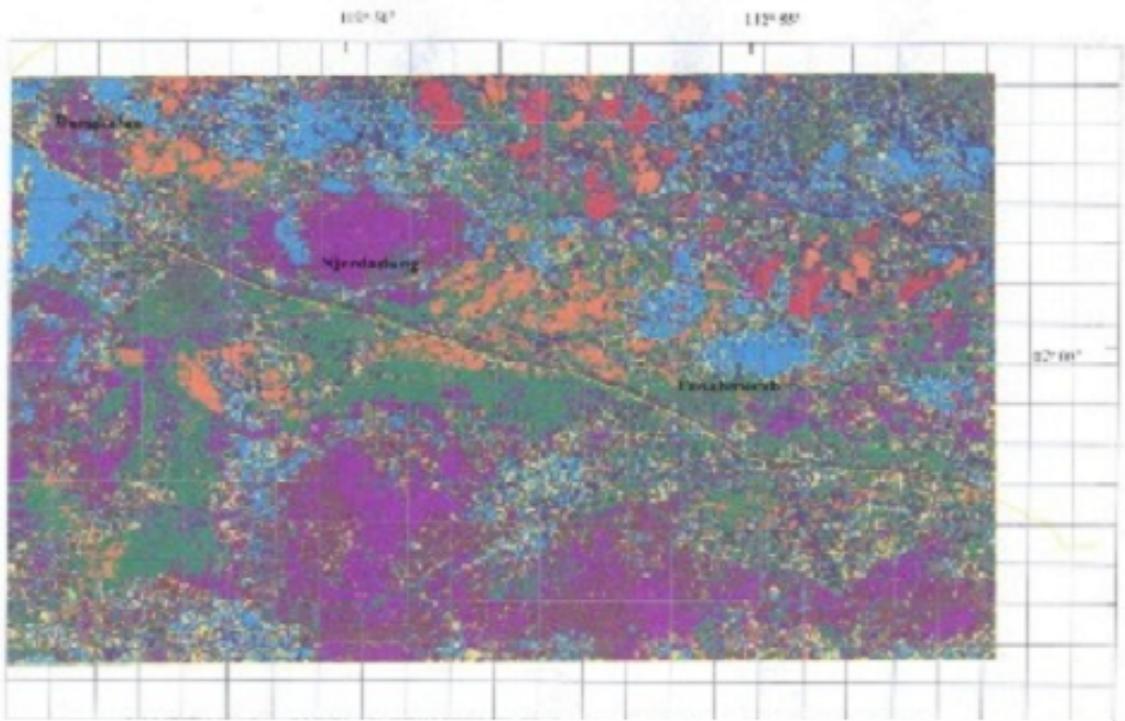
1. Melalui analisis Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis dapat diidentifikasi jenis tutupan lahan dimana trase jalan pada ruas jalan Bangkalan-Sampang dapat dipetakan dengan mengacu pada *RMS Error* 0,0062 (<3 %), *overall accuracy* 98,12%. *clustering* 10 kelas, teknik klasifikasi terawasi dengan algoritma *maximum likelihood*.
2. Pemetaan trase jalan menggunakan citra *Landsat Thematic Mapper* masih dapat dilakukan dengan keterbatasan lebar jalan lebih besar dari 10 meter, sedangkan untuk lebar jalan kurang dari 10 meter sulit/tidak terdeteksi di layar monitor karena resolusi *Landsat TM* cukup besar 30 x 30 meter.
3. Teknologi penginderaan jauh dan sistem Informasi Geografis mempercepat akses perbaikan trase jaringan jalan dan memudahkan kegiatan perencanaan.

Daftar Acuan

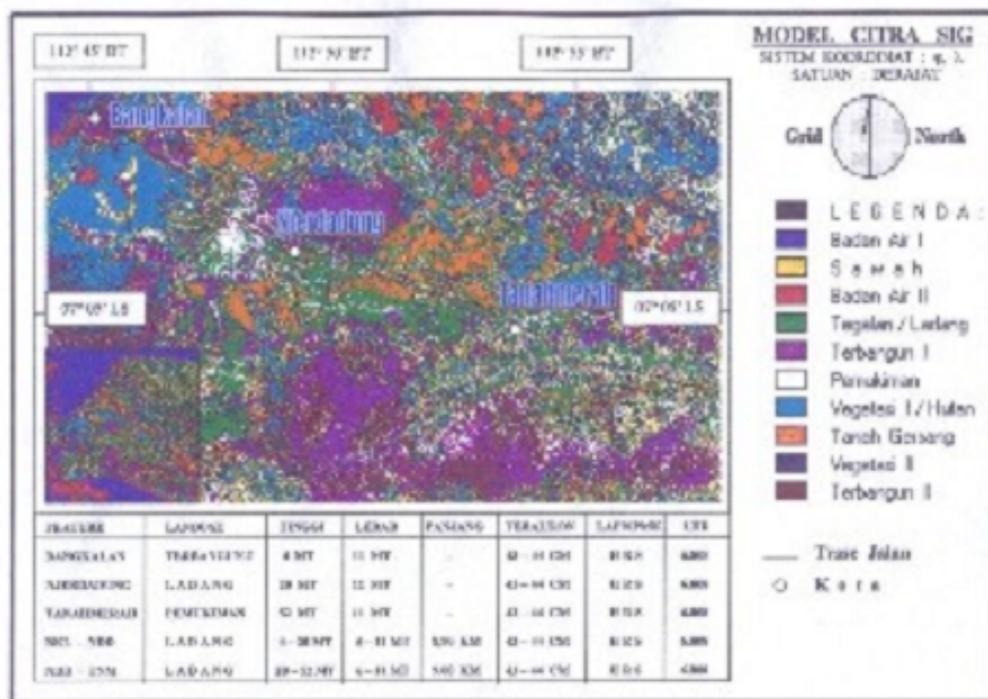
- [1] R.C. Gonzales, P. Wintz, Digital Image Processing, Addison Wesley Publishing, Massachusetts, 1987.
- [2] T. M. Lillesand, R. W. Kiefer, Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley and Sons, New York, 1979.
- [3] D.P. Shrestha, Remote Sensing Techniques and Digital Image Processing, International Institute for Aerospace Survey and Sciences, 1994.
- [4] E. M. Glenn, C. S. Harold, GIS data Conversion Handbook, GIS World, Inc. Fort Collins, Colorado, 1993.
- [5] Murni Aniati, Pengantar Pengolahan Citra, Elex Media Komputindo, Jakarta, 1992.



Lampiran 1. Citra Klasifikasi Tutupan Lahan Ruas Jalan Bangkalan – Sampang



Lampiran 2. Overlay Geometrik Citra (hitam) Dengan Coverage (kuning) , Skala 1 = 50.000



Lampiran 3. Model Citra Sistem Informasi Geografis Trase Jalan Bangkalan - Sampang

