

LAJU PERUBAHAN MORFOLOGI SUNGAI KAMPAR MENGUNAKAN DATA PENGINDERAAN JAUH SEGMENT RANTAU BERANGIN-BANGKINANG

Hardi Daim¹, Mudjiatko², Sigit Sutikno²

¹Jurusan Teknik Sipil, Program Studi S-1, Fakultas Teknik, Universitas Riau,

²Staff pengajar Jurusan Teknik sipil, Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru
Kampus Bina Widya JL.HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

E-mail: Hardibnd@gmail.com

ABSTRACT

The increase of population growth has caused damaged to Kampar River becoming and also exploitation for human needs. The exploitation came in the for of riverbed material such as sand and gravel for construction needs. The effect of material mining is the erosions that caused the river to be deeper and also the erosions at the cliff that caused the river to be wider thus causing the disposition of river meander. Remote sensing data is needed to identify the magnitude of erosions and sedimentations on Kampar River so that the change in morphology of Kampar River can be identified. Morphology changes on Kampar River can be identified by means of overlaying the digitized map the previous satellite data with the next satellite data. Thus, the research regarding riverbed material mining of Kampar River to identify the changes of morphology on Kampar River using remote sensing technology.

This research used satellite data of Landsat-5 TM, Landsat-7 ETM+ and Landsat-8 OLI TRS which were acquired from United States Geological Survey (USGS). Satellite data which were used are 1994, 2000, 2007, 2010 and 2014 data. The result of the research showed that the erosions on 1994 until 2014 was 1.152.115,56 square meters or 115.211 hectares. Meanwhile the sedimentations on 1994 until 2014 was 1.241.084,95 square meters or 124.108 hectares.

Keyword : Morphology, remote sensing, landsat, erosions, sedimentations

A. LATAR BELAKANG

Sungai Kampar merupakan sumber daya alam yang sangat penting untuk makhluk hidup yang banyak dimanfaatkan untuk kebutuhan penduduk seperti budidaya perikanan, tempat wisata, mata pencaharian penduduk, irigasi, pemukiman warga dan lain-lain. Namun semakin meningkatnya jumlah pertumbuhan penduduk menyebabkan sungai Kampar menjadi tidak terjaga dan terjadi eksploitasi terhadap sungai untuk keperluan hidup manusia. Eksploitasi terhadap sungai Kampar berupa penambangan material dasar sungai seperti pasir dan kerikil untuk keperluan bahan pembangunan kebutuhan hidup manusia. Pasir pada

umumnya banyak ditemukan pada daerah sepanjang aliran sungai dan daerah pertemuan sungai. Penambangan pasir yang dilakukan pada alur sungai berpengaruh besar terhadap morfologi sungai dan sering menimbulkan banyak masalah pada lingkungan sungai (Sudarta, 2003). Salah satu dampak penambangan material sungai adalah terjadinya erosi dasar yang mengakibatkan sungai semakin dalam, erosi tebing yang sehingga sungai semakin lebar, sehingga menyebabkan terjadinya deposisi meander sungai (swary aristi, 2012).

Untuk mengetahui besar perubahan erosi pada sungai Kampar maka diperlukan bantuan data penginderaan

jauh yang diintegrasikan dengan teknologi *GIS* (*Geography Information Sistem*) sehingga dapat mengetahui perubahan morfologi sungai dan menghasilkan data citra berupa obyek di permukaan bumi serta memperoleh data spasial tentang kondisi kawasan pada masa lalu *GIS*.

Perubahan morfologi sungai kampar bisa diketahui dengan tumpang susun (overlay) digitasi pada data citra yang sebelumnya dengan kondisi data citra yang berikutnya. Dengan demikian, maka dilakukan penelitian berkaitan penambangan material dasar sungai Kampar untuk mengetahui besar perubahan morfologi sungai kampar dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh.

B. PERUMUSAN MASALAH

Akibat adanya penambangan material dasar pada sungai Kampar menyebabkan erosi dan sedimentasi. Sehingga Permasalahan yang muncul adalah berapa laju perubahan morfologi sungai kampar dengan menggunakan data penginderaan jauh segmen Rantau Berangin – Bangkinang

C. TINJAUAN PUSTAKA

1. Sungai

Sungai adalah air tawar dari sumber alamiah yang mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah dan menuju atau bermuara ke laut, danau atau sungai yang lebih besar. Secara alamiah, sungai mengalir sambil melakukan aktivitas yang satu sama lain saling berhubungan, yaitu: erosi (pengikisan), pengangkutan (transportasi), dan penimbunan atau pengendapan (sedimentasi).

2. Morfologi Sungai

Morfologi sungai merupakan geometri (bentuk dan ukuran), jenis, sifat dan perilaku sungai dengan segala aspek dan perubahannya yang dinamik dalam dimensi ruang dan waktu. Sungai secara

umum dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu :

- a. Bagian Hulu
Ditandai adanya penggerusan dasar sungai, kemiringan dasar sungai yang curam, material dasar sungai berupa pasir – boulder, aliran deras, penampang sempit dan curam.
- b. Bagian Tengah
Ditandai dengan penggerusan tebing, alur bermeander, material lempung-pasir, kemiringan dasar sungai relatif.
- c. Bagian Hilir
Ditandai dengan adanya sedimentasi di dasar sungai, terjadi pembentukan delta, kemiringan dasar sungai landai, lebar sungai besar, penampang lebar dan landai.

3. Erosi

Erosi adalah peristiwa berpindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami. Pada peristiwa erosi, tanah atau bagian-bagian tanah pada suatu tempat terkikis dan terangkut yang kemudian diendapkan ditempat lain. Pengikisan dan pengangkutan tanah tersebut terjadi oleh media alami, yaitu air dan angin (Sitanala, 2010).

Beberapa faktor yang mempengaruhi cepat lambatnya erosi pada suatu lapisan permukaan tanah antara lain sebagai berikut :

- a. Banyak sedikitnya curah hujan, semakin banyak curah hujan, maka semakin besar pula resiko tanah mengalami erosi dan juga sebaliknya
- b. Tekstur tanah, tanah yang resisten terhadap aliran air akan sulit tererosi daripada tanah yang tidak resisten.
- c. Kemiringan tanah, semakin miring tanah maka semakin besar pula resiko erosinya. Tutupan tanah atau vegetasi tanah, tanah yang gundul tanpa ada tutupan dari pepohonan akan lebih mudah mengalami erosi daripada tanah yang memiliki pepohonan di atasnya

4. Sedimentasi

Tanah dan bagian-bagian tanah yang terangkut oleh air dari suatu tempat yang mengalami erosi pada suatu daerah aliran sungai (DAS) dan masuk ke dalam suatu badan air secara umum disebut sedimen. Sedimen yang terbawa masuk ke dalam sungai hanya sebagian saja dari tanah yang tererosi dari tempatnya. Sebagian lagi dari tanah yang terbawa erosi akan mengendap pada suatu tempat di lahan di bagian bawah tempat erosi pada DAS tersebut (Sitana, 2010).

Sedimentasi adalah suatu proses pengendapan material yang ditransport oleh media air, angin, es, atau gletser di suatu cekungan. Delta yang terdapat di mulut-mulut sungai adalah hasil dan proses pengendapan material-material yang diangkut oleh air sungai. Dampak negatif yang terjadi apabila proses sedimentasi yang terjadi di sungai tidak terkendali dapat menyebabkan pendangkalan di beberapa bagian Sungai sehingga menyebabkan air sungai meluap apabila bila terjadi pada saat musim hujan.

Proses sedimentasi berasal dari partikel-partikel mineral yang terbawa dari hulu sungai kemudian terbawa hingga hilir sungai, dan ketika sampai disana akan mengalami penumpukan. Ketika semakin banyak partikel yang terbawa arus dari hulu maka pembentukan sedimentasi pada wilayah hilir akan semakin cepat. Dampak lainnya dari proses sedimentasi di sungai adalah terjadinya pengendapan sedimen di dasar sungai yang menyebabkan naiknya dasar sungai, kemudian menyebabkan tingginya muka air sehingga berakibat sering terjadi banjir yang menimpa lahan-lahan yang tidak dilindungi. Erosi tanah tidak hanya berpengaruh negatif pada lahan dimana terjadi erosi, tetapi juga di daerah hilirnya dimana material sedimen diendapkan. Banyak bangunan-bangunan sipil di daerah hilir akan terganggu, saluran-saluran, jalur navigasi air, waduk-

waduk akan mengalami pengendapan sedimen. Disamping itu kandungan sedimen yang tinggi pada air sungai juga akan merugikan pada penyediaan air bersih yang bersumber dari air permukaan, biaya pengelolaan akan menjadi lebih mahal (Suripin, 2001).

5. Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah seni dan ilmu untuk mendapatkan informasi tentang objek, area atau fenomena melalui analisa terhadap data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah ataupun fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1979). Alat yang dimaksud dalam pengertian diatas adalah alat pengindra atau sensor. Pada umumnya sensor dibawa oleh wahana baik berupa satelit, balon udara, maupun jenis wahana lainnya (Sutanto, 1987). Hasil perekaman oleh alat yang dibawa oleh suatu wahana ini selanjutnya disebut sebagai data penginderaan jauh. Lindgren (1985) dan sutanto (1987) mengungkapkan bahwa penginderaan jauh adalah berbagai teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi, informasi ini khusus berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari permukaan bumi.

6. Satelit Landsat

Landsat merupakan data penginderaan jauh yang memiliki cakupan yang luas dan kualitas resolusi spasial yang semakin membaik dari waktu ke waktu. Karakteristik ini menguntungkan untuk tujuan analisis geomorfologis karena dengan menggunakan satu liputan (scene) data dapat diperoleh kenampakan bentanglahan secara utuh, sehingga sangat membantu untuk analisis bentuk lahan secara keruangan (Asriningrum, 2002). Landsat merupakan satelit teknologi untuk mengamati bumi yang dikembangkan (*Earth Resources Technology Satellite/ERTS*) milik the *National Aeronautical*

and Space Administration (NASA) di Amerika.

7. Sistem Informasi Geografis (SIG)

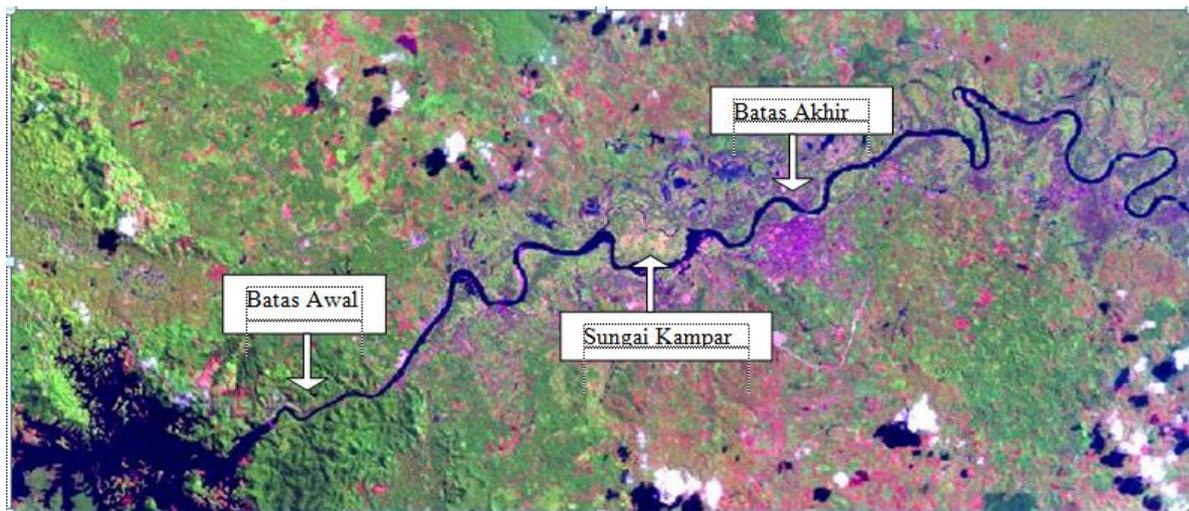
Secara umum pengertian GIS adalah Suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografis dan sumberdaya manusia yang bekerja bersama secara efektif untuk memasukan, menyimpan, memperbaiki, memperbaharui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisa dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis. Menurut Environmental System Research Institute (ESRI), GIS adalah Kumpulan yang terorganisir dari perangkat keras komputer (hardware), perangkat lunak (software), data geografi, dan personil/manusia yang dirancang secara efisien untuk

memperoleh, menyimpan, mengupdate, memanipulasi, menganalisis dan menampilkan semua bentuk informasi yang bereferensi geografis. GIS dapat mempresentasikan dunia nyata pada monitor komputer sebagaimana lembaran peta dapat merepresentasikan dunia nyata di atas kertas.

D. METODOLOGI PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di sungai kampar, Riau dengan batas lokasi penelitian yaitu pintu waduk koto panjang dengan koordinat $0^{\circ}17'24,81''$ LU - $100^{\circ}52'52,95''$ BT sampai dengan jembatan seberang Bangkinang dengan koordinat $0^{\circ}20'53,88''$ LU - $101^{\circ}1'35,16''$ BT sepanjang 23 km.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian
(Sumber: Citra Landsat-7 ETM+ Komposit Band 542)

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu data citra satelit diperoleh dari USGS (*United States Geological Survey*) yang diawali dengan pengecekan semua peta untuk mendapatkan data citra yang tidak tertutupi oleh awan. Data satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah satelit Landsat-5 TM, Landsat-7 ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper*) dan Landsat-8 OLI_TIRS (*Operational Land Imager and Thermal Infrared Sensor*). Data citra

yang dipilih dalam penelitian ini adalah data tahun 1994, 2000, 2007, 2010 dan 2014.

3. Pengolahan Data

a. Pemotongan Citra

Pemotongan data citra bertujuan untuk memperkecil ruang lingkup penelitian, serta meringankan system kerja pada computer.

Pemotongan data citra dilakukan disemua band yang terpilih dengan

menggunakan aplikasi GIS dengan memilih menu *draw*, kemudian memilih *new rectangle* untuk membuat lokasi penelitian. Setiap band kemudian dipotong dengan cara mengklik kanan layer band kemudian pilih *data>export raster data>pilih select graphics (clipping)>location* (pilih lokasi penyimpanan)>*name* (penamaan raster band baru)>*format* (pilih format *tiff*)>*save*.

Pemotongan data citra dilakukan disetiap band yang digunakan pada masing masing data citra, band yang digunakan pada data citra yaitu sebagai berikut ini.

- a. Tahun 1994 digunakan band 2,4,5
- b. Tahun 2000 digunakan band 2,4,5 dan band 8
- c. Tahun 2007 digunakan band 2,4,5 dan band 8
- d. Tahun 2010 digunakan band 2,4,5 dan band 8
- e. Tahun 2014 digunakan band 6,5,3 dan band 8

b. Perbaikan Citra (Rektifikasi)

Perbaikan data citra (Rektifikasi) dilakukan dengan koreksi *radiometric* untuk mempertajam citra dengan menghilangkan frekuensi *spasial* tertentu. Frekuensi *spasial* menggambarkan variasi tingkat kecerahan, atau DN (*digital number*), dengan jarak, dan citra yang berisikan banyak frekuensi *spasial* berbeda-beda. Koreksi radiometrik adalah koreksi yang dilakukan karena hasil rekaman satelit mengalami kesalahan yang disebabkan oleh gangguan atmosfer. Gangguan atmosfer menyebabkan nilai pantulan yang diterima oleh sensor mengalami penyimpangan.

Besarnya penyimpangan dipengaruhi oleh besar kecilnya gangguan atmosfer pada waktu perekaman. Koreksi radiometrik dimaksudkan untuk menyusun kembali nilai pantulan yang direkam oleh sensor mendekati atau mempunyai pola seperti pantulan obyek yang sebenarnya sesuai dengan panjang gelombang perekamannya.

Koreksi radiometrik dilakukan dengan menggunakan metode penyesuaian histogram (*histogram adjustment*). Asumsi melandasi metode ini adalah nilai piksel terendah tiap saluran seharusnya bernilai 0 (nol). Apabila nilai saluran lebih besar dari 0 (>0), maka dihitung bias atau *offset*. Koreksi dilakukan dengan cara menghilangkan bias tersebut menjadi bernilai 0.

Perhitungan untuk koreksi radiometrik ini menggunakan *Raster Calculator* dari *Spatial Analyst*. koreksi radiometrik dengan menggunakan *Spatial Analyst* diawali dengan mengecek *properties* setiap band dengan memilih *symbolology>histogram* (mencatat nilai *statistic* yaitu nilai min).

Setelah semua band di data, kemudian memilih menu *Spatial Analyst* dengan memilih menu *option>general-work directory* (lokasi penyimpanan file)>*cell size>analyst cell size* (pilih *as spesified below*)>*cell size* (diisi dengan angka 30 untuk band resolusi spasial 30 m). setelah itu memilih menu *raster calculator>pilih layers (double click* pada band yang akan dikoreksi radiometrik)>dikurang (-) dengan nilai min yang diperoleh nilai statistik histogram>*evaluate*. Pada tahap ini akan muncul *layer* baru dengan nama *layer 'calculation'*. *Layer* ini kemudian harus disimpan dalam format *tiff* dengan cara mengklik kanan *layercalculation>make calculation permanent>save as* (disimpan dalam format *tiff*).

c. Penajaman Citra (Image Enhancement)

Penajaman Data citra adalah menggabungkan band-band pada data citra dengan cara komposit band (*composite bands*) untuk menghasilkan gambar yang bias membedakan batas air dan batas darat. Sebelum dikomposit, sebelumnya dipilih terlebih dahulu band-band yang sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Urutan komposit band untuk satelit Landsat-5 dan Landsat-7 ETM+

adalah 542 sedangkan urutan untuk satelit Landsat-8 OLI_TIRS adalah 653.

d. Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik pada citra Landsat merupakan upaya memperbaiki kesalahan perekaman secara geometrik agar citra yang dihasilkan mempunyai sistem koordinat dan skala yang seragam, dan dilakukan dengan cara translasi, rotasi, atau pergeseran skala. Pengambilan titik kontrol bumi (*Global Control Point*, GCP) diperoleh dari peta, *google maps*, *google earth* atau peninjauan langsung di lapangan dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*) minimal 4 titik kontrol. Sistem koordinat yang digunakan WGS 1984 UTM (*Universal Transverse Mecrator*) Zone 47 North sesuai dengan lokasi penelitian.

e. Digitasi

Digitasi atau deliniasi batas darat dan air diawali dengan menyiapkan data penyimpanan hasil pendigitasian dengan format *Personal Geodatabase* dengan memilih menu *file>new> Personal Geodatabase*.

Di dalam *personal geodatabase* dibuat data berupa *line features*, *polygon features*, *point features*, dan data-data lain yang dibutuhkan dalam pendigitasian dengan cara memilih menu *file>new>new feature class>name* (diisi dengan nama tanpa spasi)>*type of fatures stored in this feature class* (dipilih *line features*, *polygon features*, *point features* atau data lainnya)>*next>import* (input sistem koordinat dengan cara memilih *raster* yang telah mempunyai sistem koordinat sesuai citra landsat yakni menggunakan WGS 1984 UTM (*Universal Transverse Mecrator*) Zone 47 North)>*next>next>finish*. Setelah *personal geodatabase* selesai, maka pendigitasian bisa dilakukan dengan menginput data *personal geodatabase* dan data *raster* berupa citra yang telah dilakukan penajaman citra (*emage enhancement*).

Pendigitasian dilakukan menggunakan menu *editor*. pilih *start editing* dan pilih target *layer* yang akan dilakukan pedigitasian, kemudian pendigitasian dilakukan dengan menggunakan *sketh tool* dan untuk menghentikan pendigitasian dilakukan dengan mengklik dua kali. Untuk mendapatkan hasil digitasi yang baik, maka harus menggunakan *snapping* pada menu *editor*. Dalam pengerjaan pendigitasian untuk batas darat dan air digunakan *line features* untuk memudahkan pengguna jika terjadi kesalahan atau adanya perbaikan pada hasil digitasi. Kemudian hasil digitasi *line features* akan di konversi menjadi *polygon features* dengan menggunakan menu *arc toolbox>data management tools>features>features to polygon>input data yang akan diubah ke polygon>lokasi penyimpanan>ok*.

f. Tampang Susun/Overlay

Setelah melakukan digitasi batas darat dan air pada masing-masing citra, kemudian hasil dari digitasi dilakukan tumpang susun (*overlay*) antar interval pada masing-masing kondisi

Tumpang susun / *Overlay* dilakukan untuk mengetahui besar erosi dan sedimentasi dari data citra sebelumnya dengan data citra selanjutnya dengan menggunakan menu pada *arc toolbox>analisytools>overlay>intersect>input features* (pilih data yang akan dioverlay yaitu data citra awal dengan data citra yang berikutnya)>*output features class>ok*.

Kemudian dilakukan perhitungan luas pada setiap perubahan, yaitu dengan mengklik kanan pada *Polygon features* hasil *overlay* yang telah dipisah menjadi 2 bagian, pilih *open attribute table* dan akan muncul jendela *Attributes*. Kemudian membuat kolom luas sedimen dan gerusan pada jendela *Attributes* dengan memilih menu *option*, kemudian pilih *add field* dengan membuat nama kolom luas dan *type* yang dipilih *double*.

Setelah itu terbentuk kolom baru dengan nama kolom yaitu luas. klik kanan kolom luas dan pilih *calculate geometry*, pilih *property* dan *units* yang akan digunakan dalam penelitian ini menggunakan *units 'square meters [sq m]'* atau m^2 .

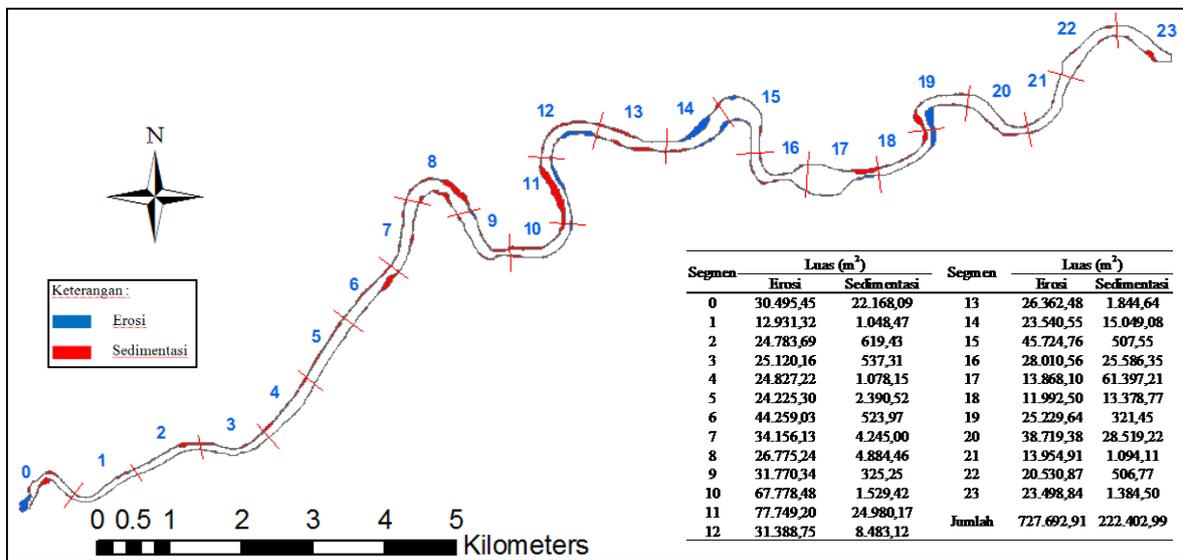
g. Analisa Laju Perubahan Morfologi Sungai Kampar

Hasil digitasi sebagai hasil dari pengolahan foto udara (*image processing*) dari tahun 1994, 2000, 2007, 2010 dan tahun 2014 kemudian ditumpang

susunkan (*overlay*) satu sama lain. Dari hasil tumpang susun ini dapat diidentifikasi lokasi-lokasi yang mengalami erosi dan sedimentasi sehingga dapat diketahui besar perubahan morfologi sungai selama 20 tahun (1994-2014) per stasioning.

E. HASIL DAN PEMBAHASAN

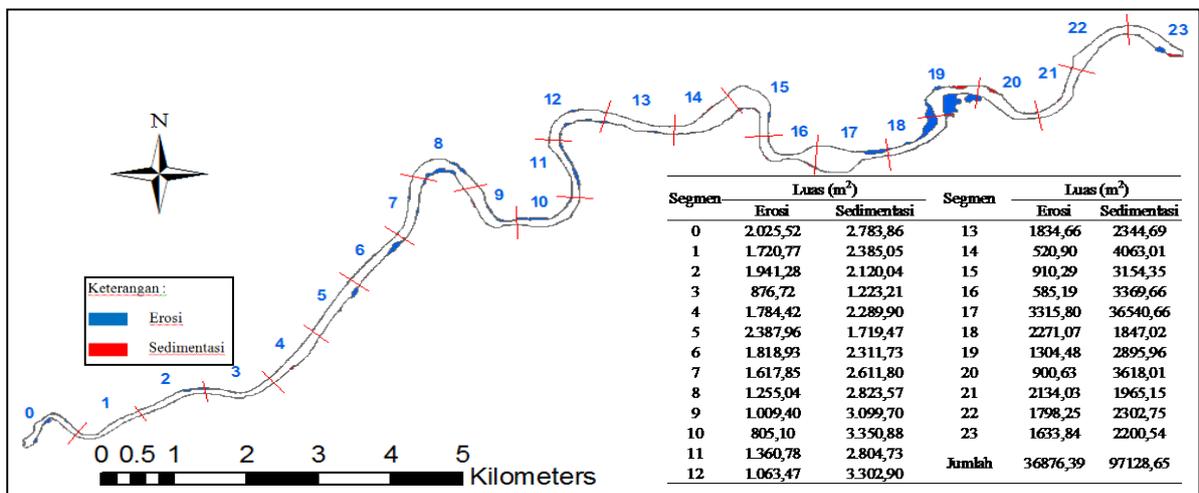
Besar erosi dan sedimentasi dapat dilihat pada hasil overlay/tumpang susun antar tahun pada gambar berikut ini.



Gambar 2 Hasil overlay tahun 1994-2000

Pada gambar 2 untuk hasil overlay dari tahun 1994 sampai dengan tahun 2000 diketahui besar erosi yaitu 727.692,91m²

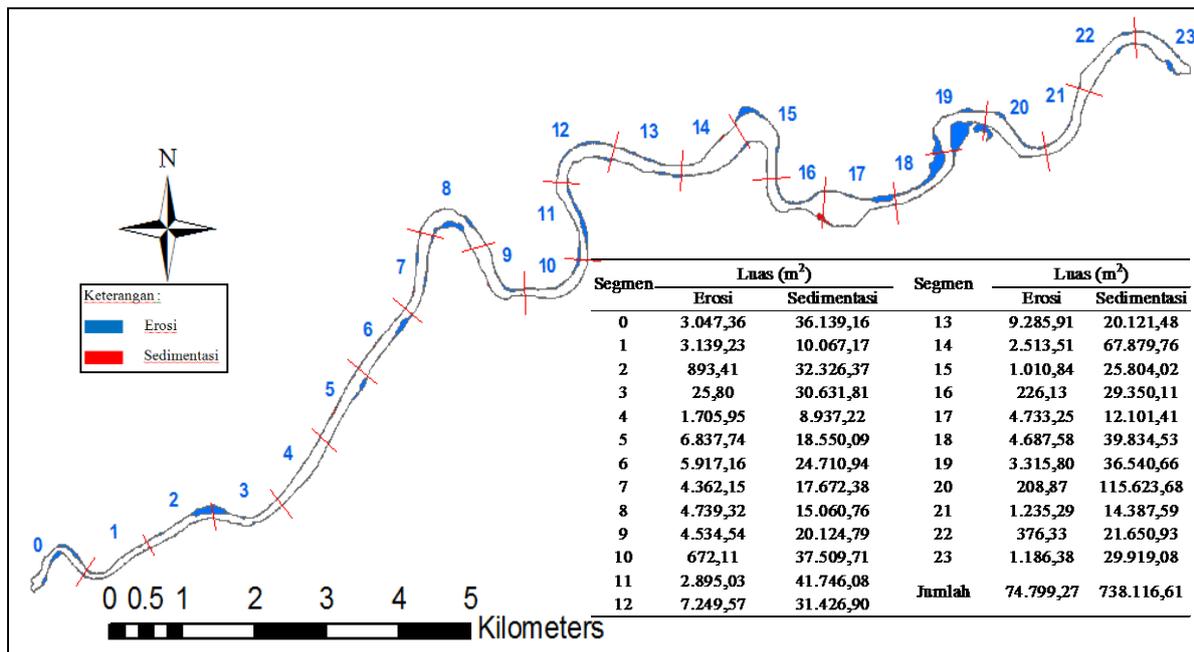
atau 72,769291Ha dan besar sedimentasi yaitu 222.402,99m² Atau 22,2402,99ha.



Gambar 3 Hasil overlay tahun 2000-2007

Pada gambar 3 untuk hasil overlay dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2007 diketahui besar erosi yaitu 36876,39 m²

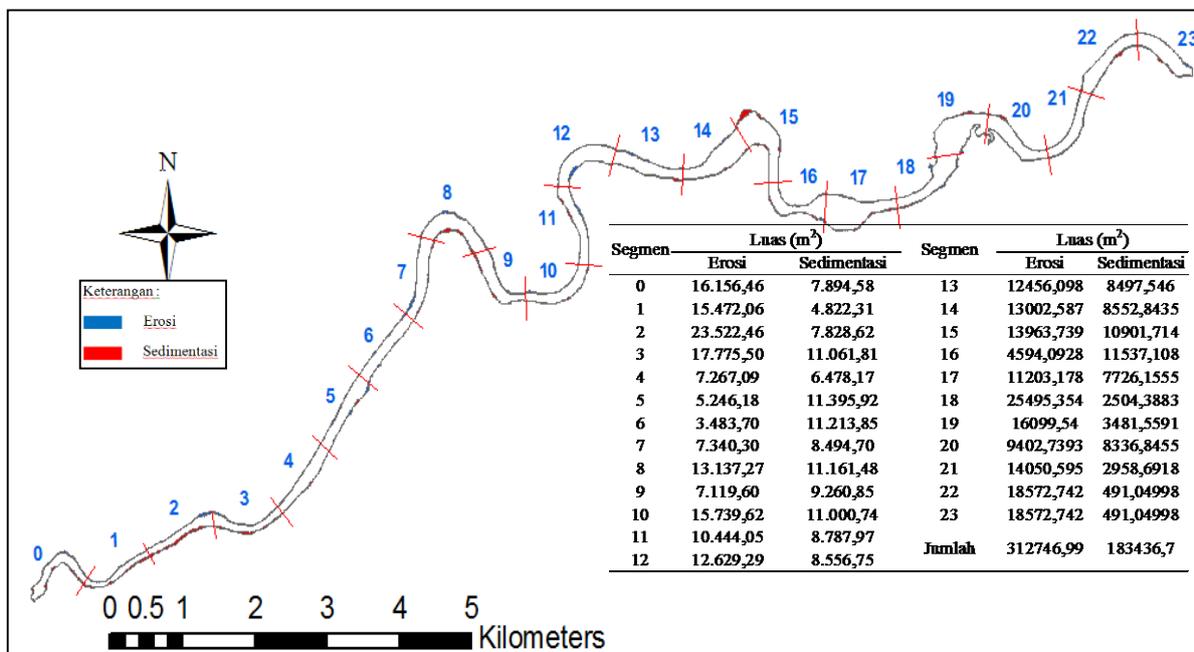
atau 3,687639 Ha dan besar sedimentasi yaitu 97.128,65m² Atau 9,712865 ha.



Gambar 4 Hasil overlay tahun 2007-2010

Pada gambar 4 untuk hasil overlay dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2010 diketahui besar erosi yaitu 74799,27 m²

atau 7,479927 Ha dan besar sedimentasi yaitu 738116,61 m² Atau 73,811661 ha



Gambar 5 Hasil Overlay Tahun 2010-2014

Pada gambar 5 untuk hasil overlay dari tahun 1994 sampai dengan tahun 2000 diketahui besar erosi yaitu 312746,99 m²

atau 31,274 Ha dan besar sedimentasi yaitu 183436,7 m² atau 18,3467 ha.

Tabel 1 Tabel luasan perubahan sungai kampar

Tahun	Luasan (m ²)	
	Erosi	Sedimentasi
1994-2000	727.692,91	222.402,99
2000-2007	36.876,39	97.128,65
2007-2010	74.799,27	738.116,61
2010-2014	312.746,99	183.436,70
Jumlah	1.152.115,56	1.241.084,95

Dari Tabel 1 Luasan perubahan Sungai Kampar dari Tahun 1994-2014 (20 Tahun) dikonversikan kedalam bentuk hektar dengan abrasi 1.152.115,56 m² menjadi 115,211556 ha dan akresi 1.241.084,95 m² menjadi 124,108495 ha sehingga dirata-ratakan pertahun didapatkan hasil laju perubahan sungai Kampar (Tabel 2)

Tabel 2 Rata-rata pertahun luasan perubahan morfologi sungai kampar

Perubahan morfologi sungai	Total Luasan (ha)	Rata-rata /Tahun (ha/tahun)
Erosi	115,211556	5,7606
Sedimentasi	124,100849	6,205

Dari tabel 2 didapatkan laju perubahan morfologi sungai Kampar untuk erosi yaitu 5,7606 ha/tahun sedangkan untuk sedimentasi yaitu 6.205 ha/tahun.

F. KESIMPULAN DAN SARAN

1. KESIMPULAN

Hasil analisa perubahan morfologi sungai Kampar selama 20 tahun terakhir dari tahun 1994-2014 dapat diketahui sebagai berikut ini:

- Besar erosi yang terjadi yaitu 115,211556 ha atau 5,7606 ha/tahun
- Besar Sedimentasi yang terjadi yaitu 124,1008495 ha atau 6,205 ha/tahun.

2. SARAN

Saran yang dapat dikemukakan dalam analisa laju Perubahan Morfologi Sungai Kampar Selanjutnya yaitu:

- Dalam melakukan pendigitasian harus hati-hati untuk hasil yang baik.
- Menggunakan data citra satelit lain yang resolusinya lebih bagus dari citra satelit landsat sehingga memperoleh hasil digitasi yang lebih baik

G. DAFTAR PUSTAKA

Asriningrum, W. 2002. *Studi Kemampuan Landsat ETM+ untuk Identifikasi Bentuklahan (Landform) di Daerah Jakarta-Bogor*. [tesis]. Program Pascasarjana. Bogor. Institut Pertanian Bogor.

Aristy, Swary (2012). *Pengaruh Pola Aliran Terhadap Perubahan Morfologi Sungai (Studi Kasus Sungai Kampar Segmen Rantau Berangin – Kuok*. Riau: Universitas Riau

Andross, Trio. (2011). *Estimasi Populasi Penduduk Berdasarkan Analisis Regresi Menggunakan Citra Landsat 7 Etm+ (Studi Kasus : Kota Bandung)*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Lillesand, T.M. & Kiefer, R.W,1990, *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra* (Terjemahan Dulbahri, dkk), Gadjah Mada University Press, Yogyakarta

Sitanala Arsyad, 2010. *Konservasi Air dan Tanah*. IPB Press. Bogor.

Sudarta, 2003, *Pengkajian Pengelolaan Penambangan Pasir Pada Alur Sungai, Kolukium Hasil Penelitian Dan Pengembangan Sumber Daya Air*, Balai Sungai, Puslitbang Sumber Daya Air Surakarta

Suripin, 2001. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Semarang.

Sutanto. (1992). *Penginderaan Jauh Jilid 1*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.