

PERAN PENAPISAN MORFOLOGI MATEMATIK TERHADAP KENAMPAKAN LINIER PADA CITRA LANDSAT TM

The Role of Mathematical Morphology Filtering to Linier Features at Landsat TM Image

Yulian Fauzi¹, Dulbahri, Sri Wahyuni²

Program Studi penginderaan Jauh
Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada

ABSTRACT

The aim of this research is to study the capability of mathematical morphology filtering to enhance linier features recorded in the landsat TM Image. Digital data of the channel 4 landsat TM Image was used to study linier features in a part of Kulonprogo regency, the spacial province of Yogyakarta, with the spacial reference to street and river.

Filtering technique was studied with a member of mathematical morphology filtering acquired by combination technique between morphology filters, combination between morphology filters with the original image, and combination between morphology filters with derivation one, combination filters in this study was carried out by applying arithmetic operation and caecade filtering using ENVI 3.2.

The result of this study indicated that the combination between dilation filter and the original image produced linier features more clearly observable with thick and sharp edge, as compared to the Roberts filter on a template of 3×3 size. It can be concluded that the capability of combination mathematical morphology filters are better than the derivation filters for the enhancement of linier features on landsat TM Image.

Keywords : *linier features, combination filters, mathematical morphology*

¹ Fakultas MIPA Universitas Bengkulu, Bengkulu

² Fakultas Geoagrafi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

³ Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

PENGANTAR

Kenampakan linier pada citra penginderaan jauh memiliki arti penting dalam kajian geologi, hidrologi dan studi transportasi, karena seringkali objek seperti kelurusan, sungai atau jalan tercermin dalam bentuk kenampakan linier dan secara visual dilihat sebagai tepi piktorial pada citra. Tepi ini ditandai oleh perbedaan yang jelas dalam kecerahan dan umumnya mudah dikenali, meskipun adakalanya sukar bahkan tidak terkenal. Upaya untuk menonjolkan kenampakan tepi ini, dapat dilakukan dengan metode penapisan. Di antara tapis-tapis yang digunakan untuk mendeteksi tepi adalah tapis gradien dan Laplace (Richards, 1993), dan tapis morfologi matematik.

Penggunaan tapis morfologis dalam penajaman kenampakan linier pada citra penginderaan jauh telah banyak digunakan diantaranya oleh Katarzis (1997), dan Hanggono (1997). Penggunaan tapis morfologi standar memberikan hasil yang kurang memuaskan dalam ekstraksi kenampakan linier, untuk itu perlu dilakukan pengembangan terhadap tapis-tapis morfologi standar. Pengembangan tapis morfologi melalui teknik kombinasi antar tapisnya mampu meningkatkan kualitas visual citra (Salembair, 1994; Maragos, 1996; paseresi dan Benekditsson, 2001; Paniran, 2001).

Gonzalez and Woods, (1993) mendefinisikan morfologi matematik atas dua operator dasar yaitu dilasi dan erosi. Operator dilasi merupakan operator ekspansi sedangkan operator erosi merupakan operasi pengecilan. Pada citra aras keabuan penggunaan operator dilasi dan erosi, menggunakan operasi maksimum dan minimum. Secara matematis rumusan kedua tapis ini dijabarkan dalam bentuk $f : F \rightarrow E$ dan $k : K \rightarrow E$ maka $f \oplus k : F \oplus K \rightarrow E$ dan $f \ominus k : F \ominus K \rightarrow E$ dapat dihitung dengan :

$$(f \oplus k)(x) = \max \{f(x - z) + k(z) \mid (x - z) \in F; z \in K\} \quad (1)$$

$$(f \ominus k)(x) = \min \{f(x + z) - k(z) \mid (x + z) \in F; z \in K\} \quad (2)$$

Kombinasi tapis dilasi dan erosi akan menghasilkan jenis tapis baru yang disebut dengan *opening* dan *closing*. *Opening* didefinisikan sebagai operasi erosi yang diikuti oleh operasi dilasi, sedangkan *closing* didefinisikan sebagai operasi dilasi yang diikuti oleh operasi erosi.

Salah satu teknik kombinasi tapis morfologi adalah dengan cara membentuk gradien morfologi. Tapis kombinasi ini didasarkan

pada turunan pertama dari operator morfologi standart (Maragos, 1996). Diberikan fungsi $f : R^2 \rightarrow R$ didefinisikan sebagai *isotropic morphology sub-derivative* pada titik x oleh

$$M(f)(x) \equiv \lim_{r \rightarrow 0} \frac{(f \oplus rK)(x) - f(x)}{r} \quad (3)$$

dimana $rK = \{rK : k \in K\}$ adalah struktur elemen K , $f \oplus K$ adalah flat dilasi pada f oleh sebuah himpunan K . Aplikasi utama gradien morfologi dapat digunakan dalam analisis citra, khususnya untuk mendeteksi tepi obyek.

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab pertanyaan bagaimana mendapatkan tapis kombinasi morfologi dan kemampuannya dalam menajamkan kenampakan linier yang terekam pada suatu citra penginderaan jauh.

CARA PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada sebagian daerah Kulonprogo, dengan data utama berupa citra satelit Landsat TM rekaman tanggal 20 Juni 1994 dengan *path* : 120 dan *row* : 065, menggunakan perangkat lunak ENWI 3,2. Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian adalah penyiapan citra Landsat TM yang terdiri dari restorasi, *cropping*, pemilihan saluran, dan penentuan lokasi. Langkah selanjutnya adalah pembentukan tapis-tapis kombinasi morfologi. Tahapan yang dilakukan pada langkah ini adalah pembentukan tapis-tapis kombinasi morfologi, melalui operasi matematis dan melalui operasi penapisan bertingkat. Tahapan pembentukan tapis kombinasi morfologi ditunjukkan diagram alir berikut.

Tabel 1. Tingkatan kemampuan Teknik Pemfilteran dalam Menajamkan Kenampakan Obyek Linier

Tingkatan kemampuan	Skala	Keterangan
Sangat Baik	4	Indikator dapat dikenali dengan jelas secara cepat
Baik	3	Indikator dapat dikenali, meski memerlukan upaya penafsiran yang lebih lama
Sedang	2	Indikator mampu dikenali dengan jelas, hanya pada segmen-segmen tepi tertentu
Kurang	1	Indikator tidak dapat dikenali

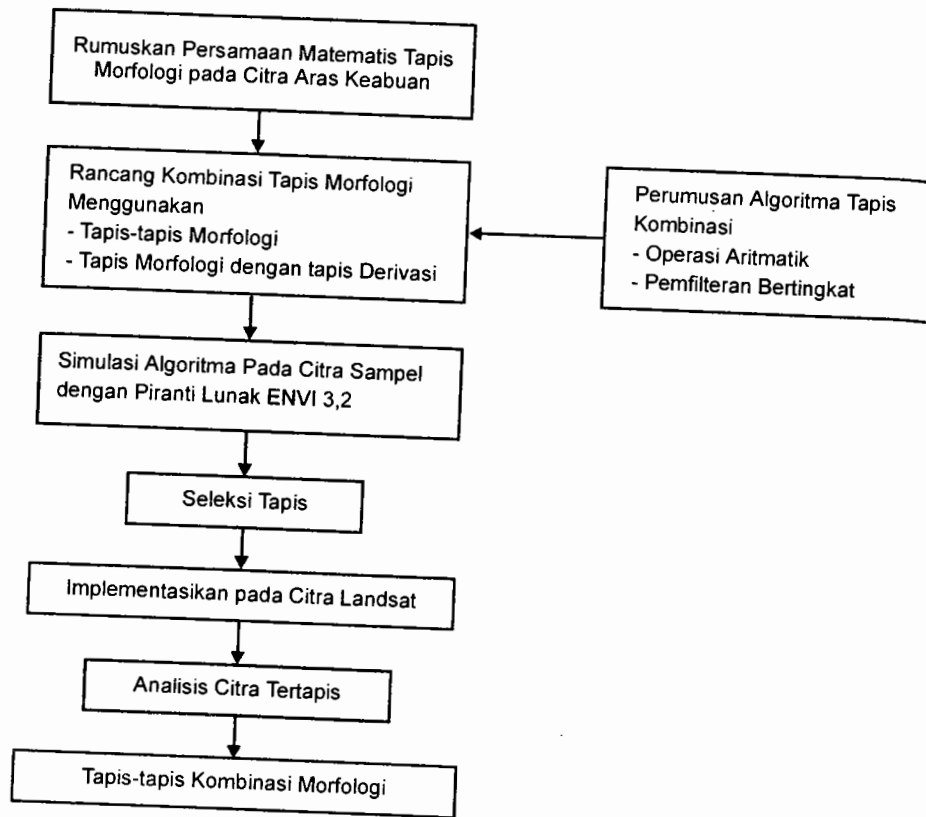
Sumber : Jain (1989) dengan perubahan

Evaluasi terhadap kemampuan tapis-tapis yang digunakan dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah melakukan evaluasi terhadap tapis-tapis derivasi (Sobel, roberts dan Laplace) untuk dijadikan sebagai tapis pembanding dan tahap kedua adalah melakukan evaluasi terhadap tapis-tapis kombinasi morfologi. Evaluasi tahap pertama bertujuan untuk mendapatkan tapis yang terbaik dari ketiga tapis untuk dijadikan sebagai tapis pembanding.

Selanjutnya dilakukan analisis secara komparatif terhadap citra tertapis yang dihasilkan oleh kedua tapis yang diuji (tapis kombinasi morfologi dan tapis pembanding) berdasarkan pada hasil evaluasi tahap pertama dan tahap kedua. Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan jenis tapis yang paling sesuai untuk dimanfaatkan dalam penajaman kenampakan pada citra Landsat TM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik kombinasi tapis-tapis morfologi menggunakan operasi aritmatik selisih memberikan hasil yang baik dengan ditandai dengan kenampakan tepi yang cukup jelas pada obyek-obyek linier di daerah studi. Penggunaan operasi aritmatik selisih mendapatkan bahwa kombinasi antar tapis-tapis morfologi dapat digunakan untuk mencari bentuk gradien morfologi. Berdasarkan pada dua jenis pola pembentukan tapis kombinasi, maka dalam penelitian ini dapat dibentuk enam jenis tapis gradien morfologi, dua jenis tapis Laplace morfologi dan tiga jenis tapis



Gambar 1. Diagram alir pembentukan tapis-tapis kombinasi morfologi

Pada akhir penelitian dilakukan analisis terhadap seluruh citra tertapis dengan melakukan analisis secara kualitatif terhadap kemampuan tapis dalam menajamkan kenampakan linier. Indikator kemampuan tapis dalam menajamkan kenampakan linier adalah kenampakan garis atau tepi yang jelas, tegas dan kontinu dengan membuat analisis secara kualitatif yaitu *goodness scale* (Jain, 1989), seperti dijelaskan dalam Tabel 1.

kombinasi antara tapis derivasi dengan tapis morfologi. Keenam jenis tapis gradien morfologi dan dua jenis tapis Laplace ditampilkan dalam Tabel 2. berikut.

Tabel 2. Jenis Tapis Kombinasi Morfologi yang dihasilkan dari Teknik Kombinasi antara Tapis Morfologi dengan Citra Asli dan Persamaan Matematis Tapis

No.	Tapis Kombinasi Morfologi	Persamaan Matematis
1.	Dilasi dan Erosi	$[(f \oplus k)(x)] - [(f \ominus k)(x)]$
2.	Opening dan Closing	$[(f \circ k)(x)] - [(f \bullet k)(x)]$
3.	Dilasi dan citra asli	$[(f \oplus k)(x)] - [f(x)]$
4.	Erosi dan citra asli	$[f(x)] - [(f \ominus k)(x)]$
5.	Opening dan citra asli	$[(f \circ k)(x)] - [f(x)]$
6.	Closing dan citra asli	$[f(x)] - [(f \bullet k)(x)]$
7.	Dilasi, Erosi dan citra asli	$[(f \oplus k)(x) + (f \ominus k)(x) - 2f(x)]$
8.	Opening, Closing dan citra asli	$[(f \circ k)(x) + (f \bullet k)(x) - 2f(x)]$

Analisis terhadap kemampuan tapis didahului dengan melakukan interpretasi visual terhadap citra asli Landsat TM dengan dibantu citra komposit 457 serta pengujian lapangan. Hasil interpretasi menunjukkan bahwa kenampakan linier yang dapat diidentifikasi di daerah studi adalah obyek jalan, jalur kereta api, dan obyek sungai (Sungai Bogowonto dan sungai Serang).

Hasil evaluasi pada tahap pertama terhadap tapis pembanding didapatkan citra tertapis Roberts yang paling baik dalam menajamkan kenampakan linier pada daerah studi seperti yang terlihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Kemampuan masing-masing Tapis Pembanding dalam Menajamkan Kenampakan Linier

No.	Jenis Tapis	Obyek Linier	
		Jalan	Sungai
1	Roberts	3	4
2	Sobel	3	3
3	Laplace	2	3

morfologi yaitu kombinasi antara tapis dilasi dengan citra asli yang paling baik diantara jenis tapis kombinasi morfologi yang lain. Hasil evaluasi kemampuan tapis-tapis kombinasi morfologi pada masing-masing citra tertapis kombinasi morfologi secara keseluruhan dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 4. Kemampuan masing-masing Tapis Kombinasi Morfologi dalam Menajamkan Kenampakan Linier

No.	Jenis Tapis	Obyek Linier	
		Jalan	Sungai
1	Tapis Gradien Morfologi		
	1. Kombinasi dilasi dan erosi	2	4
	2. Kombinasi opening dan closing	2	3
	3. Kombinasi dilasi dan citra asli	4	4
	4. Kombinasi erosi dan citra asli	2	4
	5. Kombinasi closing dan citra asli	4	3
	6. Kombinasi opening dan citra asli	1	2
2	Tapis Laplace Morfologi		
	1. Kombinasi dilasi, erosi dan citra asli	3	2
	2. Kombinasi opening, closing dan citra asli	2	2
3	Tapis Kombinasi Derivasi dan Morfologi		
	1. Kombinasi erosi dan Sobel	4	3
	2. Kombinasi erosi dan Roberts	4	3
	3. Kombinasi erosi dan Laplace	2	3

Teknik kombinasi antara tapis morfologi standar dan tapis derivasi memberikan hasil yang sangat baik dibandingkan bila menggunakan tapis ini secara sendiri-sendiri. Hasil evaluasi terhadap teknik kombinasi tapis ini menghasilkan satu jenis tapis morfologi yaitu tapis erosi yang dapat dikombinasikan dengan tapis-tapis derivasi dengan hasil yang lebih memuaskan. Algoritma pembentukan tapis kombinasi antara tapis morfologi dengan tapis derivasi menggunakan operasi penapisan bertingkat.

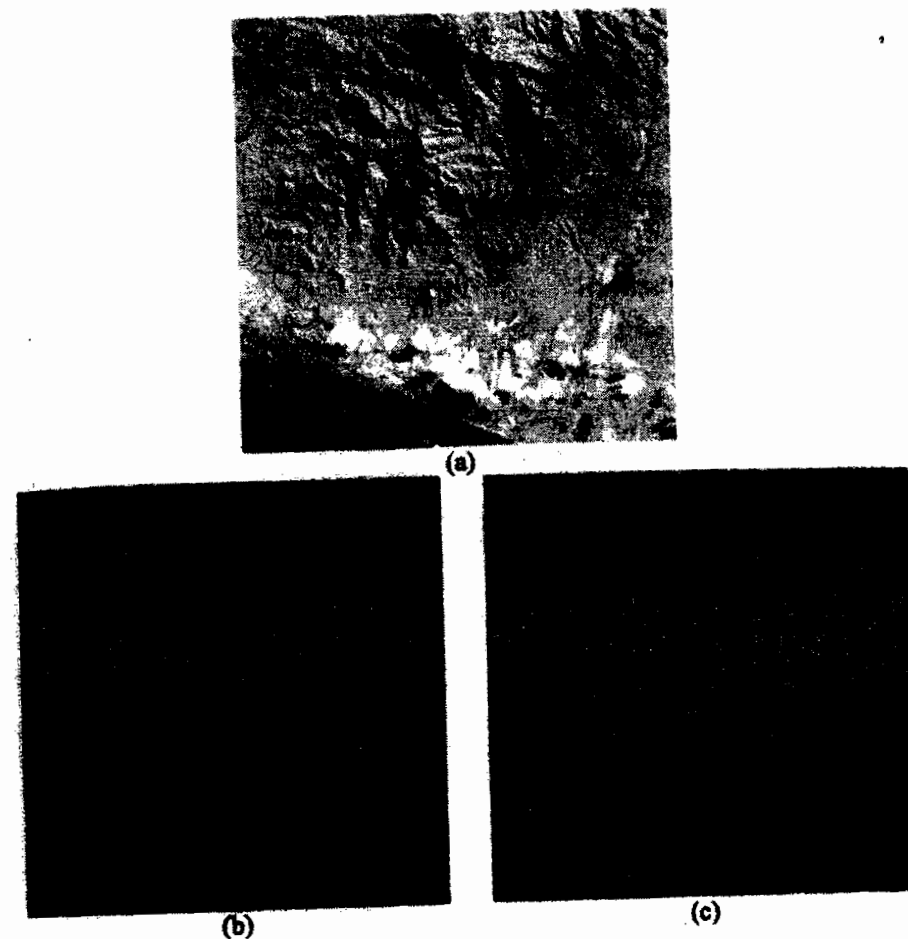
Batas yang memisahkan antar obyek linier dengan obyek di sekitarnya, secara visual tampil sebagai tepi. Batas sungai secara spesifik tampak sebagai tepi/sepasang tepi yang memiliki pola-pola khusus yaitu berkelok-kelok, serta tidak memiliki sifat linier yang ideal. Kenampakan sungai hasil penapisan baik tapis derivasi maupun tapis kombinasi morfologi cenderung memberikan penajaman tepi yang cukup jelas. Pada jalan kenampakannya pada citra tertapis secara

spesifik tampak sebagai tepi yang mempunyai sifat linier yang ideal. Kenampakan jalan hasil penapisan secara umum tidak memberikan hasil sebaik penajaman sungai, hal ini disebabkan karena terdapatnya pohon-pohon besar sepanjang jalan yang menutupi badan jalan, sehingga nilai piksel jalan banyak didominasi oleh nilai piksel vegetasi dan mengakibatkan kenampakan jalan menjadi tidak kontinu.

Kesan penajaman yang sesuai untuk kenampakan linier pada citra yang dihasilkan oleh tapis kombinasi morfologi ditunjukkan oleh jenis tapis gradien morfologi yang merupakan kombinasi antara tapis dilasi dan citra asli. Tapis ini dapat menonjolkan obyek linier sungai dan jalan serta jalur kereta api dengan kondisi utuh (kontinyu) dengan tepi tebal dan tegas. Kenampakan lebih tajam yang dihasilkan oleh tapis kombinasi morfologi ini dapat dilihat pada obyek jalan. Jalan alternatif dari arah Kota Wates ke jalur Kolektor masih dapat dideteksi dengan baik, dengan ditandai kenampakan tepi yang tipis dan jelas. Kenampakan citra secara keseluruhan tampak lebih halus dengan kenampakan alur-alur sungai dan igir-igir perbukitan secara visual mudah untuk dikenali.

Efek penajaman yang dihasilkan oleh jenis tapis kombinasi morfologi antara tapis dilasi dengan citra asli mempunyai keunggulan dibandingkan dengan efek penajaman yang dihasilkan oleh tapis derivasi Roberts. Efek penajaman dari kedua tapis terhadap kenampakan linier yang terdapat pada citra asli, secara visual efek penajaman tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

Secara teoretis hal ini dapat dijelaskan bahwa penggunaan tapis kombinasi morfologi dilasi dan citra asli, bekerja dengan mencari nilai maksimum. Obyek linier pada citra tertapis dilasi mempunyai nilai-nilai piksel maksimum, sedangkan pada citra asli obyek linier memiliki nilai piksel minimum. Dengan melakukan metode selisih antara citra tertapis dilasi dengan citra asli akan mendapatkan nilai piksel obyek linier menjadi lebih kontras dibandingkan dengan obyek di sekitarnya. Perbedaan nilai piksel ini juga menyebabkan kenampakan linier pada citra tertapis kombinasi ini menjadi lebih tampak jelas dengan tepi yang tebal dan tegas. Tapis Roberts dalam penelitian ini merupakan tapis yang bekerja dengan memperhatikan arah obyek yaitu menajamkan pada arah diagonal.



Gambar 2. Efek penajaman kenampakan linier yang dihasilkan dari teknik penapisan : (a) citra asli Landsat TM saluran 4 sebagian wilayah Kulonprogo Yogyakarta, (b) citra tertapis Roberts, (c) citra tertapis kombinasi morfologi (dilasi dengan citra asli)

Berdasarkan pada hasil dan analisis dalam penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Pengaruh penajaman berbagai tapis kombinasi morfologi yang diterapkan pada citra digital terbukti dapat mempertajam kenampakan obyek linier. Pengaruh penajaman ini dapat dibuktikan melalui perbedaan pola frekuensi spasial obyek-obyek linier tersebut pada citra asli dan citra-citra tertapis.

2. pengaruh penapisan pada citra memperbesar kontras antara piksel yang berdekatan, secara visual perbedaan ini memberikan beda kontras yang cukup signifikan antara obyek linier dengan obyek-obyek yang ada di sekitarnya.

3. Penggunaan operasi matematis selisih pada teknik kombinasi tapis morfologi menghasilkan 6 jenis tapis gradien morfologi. Kenampakan secara visual citra tertapis dari ke enam jenis tapis gradien morfologi terbukti mampu menajamkan kenampakan linier pada citra Landsat TM dengan kenampakan yang lebih jelas dan tegas dibandingkan dengan citra asli.

DAFTAR PUSTAKA

- Gonzalez, R.C. and Woods, R.E., 1993, *Digital Image Processing*, Addison Wesley, USA.
- Hanggono, A., 1997, Penajaman Kenampakan Objek-Objek Geografis Linear menggunakan Operator Turunan Lokal dan Morfologi Matematik, *Year Book BPPT 96/97* : 48-69.
- Jain, A.K., 1989, *Fundamental of Image processing*, University of California, Davis, USA.
- Katartzis, A., Sahli, H., Pizurica, V. and Cornelis, J., 2001, A Model-Based Approach to the Automatic Extraction of Linear Features from Airbone Images, *IEEE Trans. On Geosc. and Remote Sensing*, 39(9) : 2073-2079.
- Maragos, P., 1996, Differential Morphology and Image processing, *IEEE Transc. On Image processing*, 5(6) : 922-937.
- Paniran, 2001, Peningkatan Citra Medis Menggunakan Tapis Morfologi, *Tesis program Pascasarjana*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Paseresi, M. and Benediktsson, J.A., 2001, A New Approach for the Morphological Segementation of High-Resoloution Satellite Imagery, *IEEE Transc. On Geosec. and Remote Sensing*, 39(2) : 309-319.

Richards, J. A., 1993, *Remote Sensing Digital Image Analysis*, Sccond, Revised and Enlarged Edition, Springer-Verlag, Berlin.

Salembier, P. and Pardas, M., 1994, Hierarchical Morphological Segementation for Image Sequence Coding, *IEEE Transc. and Image processing*, 3(5) : 639-651.

