

APLIKASI METODE KODE RANTAI UNTUK MENGHITUNG PANJANG PERBATASAN DAERAH DAN LUAS PULAU DI INDONESIA

Alia Rizkinawati^{*)}, Imam Santoso, and Ajub Ajulian Zahra

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)} Email: alia.rizkinawati@gmail.com

Abstrak

Kode rantai merupakan salah satu metode pada pengolahan citra digital yang mampu merepresentasikan kurva, garis atau kontur dari suatu bidang dan dapat menentukan faktor bentuk dari suatu objek. Selain itu, kode rantai pula dapat diterapkan untuk menentukan panjang dan luas suatu objek berdasarkan jarak. Kode rantai menghasilkan kode-kode berupa deretan angka berdasarkan arah mata angin. Dalam Penelitian ini, metode kode rantai diaplikasikan untuk menentukan nilai panjang perbatasan daerah dan luas suatu pulau yang berbentuk citra satelit. Citra ini diperoleh dari program aplikasi Google Earth. Adapun tolak ukur keberhasilan adalah perbandingan hasil perhitungan kode rantai dengan nilai data sebenarnya. Sebelum diujikan, citra ini dilakukan prapengolahan terlebih dahulu agar mendapatkan citra yang bisa dibaca oleh kode rantai. Disini untuk pengujian dilakukan beberapa variasi, yaitu variasi bentuk pulau (kontur tertutup), variasi skala bentuk pulau (kontur tertutup), variasi garis perbatasan daerah (kontur terbuka), variasi posisi objek dan variasi jenis file. Dari hasil pengujian didapat nilai presentase kesalahan minimum sebesar 0,126% pada variasi bentuk pulau, nilai presentase kesalahan maksimum sebesar 16,588% pada variasi skala pulau (kontur tertutup), dan nilai rata-rata kesalahan sebesar 69,811% pada variasi pulau (kontur tertutup).

Kata Kunci: Pulau, Perbatasan Daerah, Citra Satelit, Panjang, Luas, Kode Rantai

Abstract

Chain Codes is one of the techniques in image analysis that is able to represent lines, curves or contour of an area, and determine the shape factor of an object. Further more chain codes can be applied to count length and perimeter of object based on distance. Chain code creates the codes which contains number sequence based on wind direction. In this research, chain codes are applied to count length and perimeter of area border and islands wide which is satellite images. The objects captured from Google Earth. Meanwhile, the success parameter was the comparison of length and wide between chain code's result and real wide number. In this program, there were some variation tests, those were the island shape variation (closed contours), island scale variations (closed contours), area border variations (opened contours), position variations and files variations. Based on test result, with got minimum error percentage by 0,126% from islands shape variations, maximum error percentage by 69,811%, from island scale variations and mean error percentage by 2,486% from island shape variations.

Keywords: Islands, Area Border, Satellite Image, Length, Wide, Chain Code

1. Pendahuluan

Kode rantai (*chain code*) merupakan suatu teknik pengolahan citra yang didasarkan pengkodean dengan berdasarkan arah mata angin pada suatu objek citra dua dimensi. Selama ini, kode rantai banyak yang digunakan dalam pengolahan citra untuk merepresentasikan garis, kurva atau batas tepi dari suatu area. Sistem perhitungan panjang dan luas menggunakan metode kode rantai merupakan dasar dari *computer vision* untuk mengekstraksi fitur yang ada pada objek kemudian diolah menggunakan rumus sehingga hasil panjang dan luas dapat diketahui. Salah satu implementasi *computer vision*

berupa sistem perhitungan panjang dan luas objek yang dapat diterapkan untuk kontur dua dimensi yang mempunyai bentuk sulit dihitung dengan menggunakan rumus biasa.

Pada penelitian sebelumnya, penggunaan metode kode rantai telah diuji, seperti mengidentifikasi benda dua dimensi menggunakan deteksi sudut dengan mengambil gambar objek menggunakan kamera *webcam* ^[1], menentukan keliling dan luas bangun dua dimensi dengan mengambil gambar objek menggunakan kamera *handphone* ^[2] dan menghitung panjang dan keliling objek dua dimensi tidak beraturan dengan mengambil gambar

objek menggunakan kamera *handphone* [3]. Dalam penelitian-penelitian ini ketelitian tidaklah terlalu ditekankan.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, dalam penelitian ini akan dibahas aplikasi metode kode rantai dalam suatu sistem perhitungan panjang dan luas objek dua dimensi tidak beraturan, tetapi di dalam penelitian ini lebih ditekankan tentang ketelitian karena objek yang digunakan adalah objek nyata. Dalam hal ini objek yang digunakan adalah gambar pulau dalam bentuk citra satelit yang diperoleh dari aplikasi *Google Earth*.

Pada penelitian ini akan beberapa variasi data, yaitu: variasi bentuk pulau (kontur tertutup), variasi garis perbatasan (kontur terbuka), variasi posisi objek dan variasi jenis file. Disini akan diamati seberapa besar presentase kesalahan dari hasil pengujian kode rantai dengan data sesungguhnya.

2. Metode

2.1 Kode Rantai

Pengolahan citra digital atau *digital image processing* adalah setiap bentuk pengolahan sinyal yang masukannya berupa gambar, seperti foto, sedangkan keluaran dari pengolahan gambar dapat berupa gambar atau sejumlah karakteristik yang berkaitan dengan gambar [5]. Secara umum, pengolahan citra merupakan pemrosesan citra dua dimensi dengan tujuan untuk melakukan transformasi suatu citra atau gambar menjadi citra lain dengan menggunakan teknik tertentu dan dilakukan oleh komputer, karena citra adalah gambar dua dimensi yang dihasilkan dari gambar analog dua dimensi yang kontinu melalui proses sampling. Sampling merupakan proses untuk menentukan warna pada piksel tertentu suatu citra dari sebuah gambar yang kontinu. Pada proses sampling biasanya dicari warna rata-rata dari gambar analog yang kemudian dibulatkan. Proses ini juga sering disebut sebagai proses digitisasi [6].

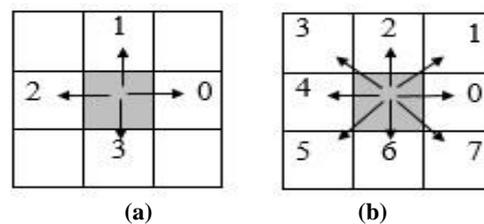
Citra digital dapat didefinisikan sebagai fungsi dua variabel $f(x,y)$, dimana x dan y adalah koordinat spasial dan nilai $f(x,y)$ merupakan tingkat kecerahan (*brightness*) suatu citra pada suatu titik [1]. Citra digital dapat dibayangkan sebagai suatu matriks yang mana baris dan kolomnya menunjukkan tingkat keabuan di titik tersebut. Elemen-elemen dari citra digital tersebut biasanya disebut dengan *pixel*, yang merupakan singkatan dari *picture elements*. Citra digital dengan ukuran $M \times N$ piksel sebenarnya merupakan suatu matriks dengan ukuran $M \times N$, M merupakan banyaknya baris dan N merupakan banyaknya kolom. Setiap titik juga memiliki nilai berupa angka digital yang merepresentasikan informasi yang diwakili oleh titik tersebut [9,10,11,12].

Citra digital aras keabuan adalah suatu citra yang nilai dari setiap pikselnya merupakan sampel tunggal. Citra

yang ditampilkan dari citra jenis ini adalah warna kabuan yang bervariasi, warna hitam pada bagian yang berintensitas lemah dan warna putih pada intersitas terkuat.

Citra biner (*binary image*) adalah citra yang hanya mempunyai dua nilai derajat keabuan yaitu hitam dan putih. Alasan masih digunakannya citra biner dalam pengolahan citra digital hingga saat ini adalah algoritma untuk citra biner telah berkembang dengan baik dan waktu pemrosesan lebih cepat karena jumlah bit untuk tiap pikselnya lebih sedikit [10].

Tujuan dari Kode *Freeman* adalah untuk memberitahukan representasi batasan dari suatu obyek. Kode rantai *Freeman* merupakan algoritma sederhana tetapi memiliki kinerja yang tinggi. Kode rantai didasarkan pada kenyataan bahwa titik berurutan pada kurva kontinyu yang saling berdekatan satu sama lain, dan bahwa masing-masing titik data secara berurutan berbatasan dengan salah satu dari delapan kode rantai yang mengelilingi titik data tersebut. Kode rantai direpresentasikan dengan 4 arah atau 8 arah mata angin. Arah dari suatu mata angin dikodekan dengan menggunakan skema penomoran seperti terlihat di pada Gambar 1.



Gambar 1 (a) Skema 4 arah mata angin (b) Skema 8 arah mata angin

Berdasarkan penjelasan mengenai kode rantai diatas, tahapan kode rantai adalah mengubah citra menjadi citra grayscale, kemudian mengubah citra menjadi citra biner, setelah itu menentukan titik awal sebagai titik awal penelusuran dengan arah mata angin, setelah ditelusur hasilnya akan berupa kode kode, beberapa ciri yang berhubungan dengan pembatas objek dapat dihitung, antara lain perimeter dan skala. Perimeter menyatakan ukuran panjang dari kerangka yang dihasilkan. Dalam kode rantai perimeter dihitung dengan rumus berikut [16]

$$P = \text{jumlah kode genap} + \sqrt{2} \cdot \text{jumlah kode ganjil} \quad (1)$$

Pada persamaan 1, nilai $\sqrt{2}$ dikalikan dengan kode ganjil, karena kode ganjil memiliki arah diagonal.

Dari Gambar 2 menunjukkan objek yang ditelusuri dengan kode rantai. Dari hasil penelusurannya didapat kode berikut ini 545 650 710 000 003 243 43.

Untuk menghitung perimeter, tentukan terlebih dahulu kode genap dan kode ganjilnya.

Jumlah kode genap = 12
 Jumlah kode ganjil = 8
 Perimeter = $12 + \sqrt{2} \cdot 8 = 23,313$ units

Sedangkan pada perhitungan luas area, perhitungannya bukan hanya didasarkan pada kode saja namun menggunakan posisi pada ordinat bidang Y. Perhitungan luas area berdasarkan kode rantai untuk arah penelusuran ke kiri, dinyatakan sebagai berikut:

- Kode 0 : Area = - Y
- Kode 1 : Area = - (Y + 0,5)
- Kode 2 : Area = 0
- Kode 3 : Area = Y + 0,5
- Kode 4 : Area = Y
- Kode 5 : Area = Y - 0,5
- Kode 6 : Area = 0
- Kode 7 : Area = - (Y - 0,5) (2)

Tabel 1 Perhitungan Luas Area dengan Menggunakan Kode Rantai

Kode Vektor	Ordinat Bidang Y	Area
1	4	Area = - (4 + 0,5) = -4,5
0	5	Area = -5
0	5	Area = -5
0	5	Area = -5
0	5	Area = -5
0	5	Area = -5
0	5	Area = -5
3	5	Area = (5 + 0,5) = 5,5
2	6	Area = 0
4	7	Area = 7
3	7	Area = (7 + 0,5) = 7,5
4	8	Area = 8
3	8	Area = (8 + 0,5) = 8,5
5	9	Area = (9 - 0,5) = 8,5
4	8	Area = 8
5	8	Area = (8 - 0,5) = 7,5
6	7	Area = 0
5	6	Area = (6 - 0,5) = 5,5
0	5	Area = -5
7	5	Area = - (5 - 0,5) = -4,5
Jumlah Area		22

3. Hasil dan Analisis

3.1 Pengujian Terhadap Variasi Bentuk Objek Kontur Tertutup (Pulau)

Pada pengujian ini dilakukan perhitungan luas pada citra uji dengan variasi bentuk objek berupa pulau di Indonesia. Jumlah objek yang diuji adalah sebanyak 10 data yang sebelumnya telah dihitung dengan menggunakan rumus baku yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya. Hasil pengujian terhadap variasi bangun geometri dapat dilihat dari tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Terhadap Variasi Bentuk Objek Kontur Tertutup (Pulau) dengan Skala 500 km

Bentuk Bangun	Data Asli	Hasil Pengujian	% Kesalahan
	Luas (km ²)	Luas (km ²)	Luas
 Pulau Sumatera	425.000	424.465	0,12588235
 Pulau Jawa	128.300	130.365	1,60950896
 Pulau Kalimantan	541.000	552.805	2,18207024
 Pulau Sulawesi	174.600	176.115	0,86769759

Tabel 2 terlihat bahwa perbandingan luas pengujian dan luas perhitungan memiliki nilai yang hampir sama dengan persentase rata-rata kesalahan pengujian untuk luas diperoleh persentase rata-rata kesalahan sebesar 2,486%. Sedangkan untuk persentase kesalahan minimum sebesar 0,126% dan persentase kesalahan maksimum sebesar 7,940%.

3.2 Pengujian Terhadap Objek Kontur Tertutup (Pulau) dengan Skala 550 km – 1000 km

Pada pengujian ini dilakukan perhitungan luas pada citra uji dengan variasi skala 550 km, 700 km, 850 km dan 1000 km. Setiap skala memiliki 5 variasi bentuk objek. Jumlah objek yang diuji adalah sebanyak 20 data dari 4 variasi skala. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3, 4, 5, dan 6.

Tabel 3 Hasil Pengujian Objek Kontur Tertutup dengan Skala 550 km

Bentuk Bangun	Data Asli	Hasil Pengujian	% Kesalahan
	Luas (km ²)	Luas (km ²)	Luas
 Pulau Sumatera	425.000	336.040	20,9317647
 Pulau Jawa	128.300	103.665	19,2010911
 Pulau Kalimantan	541.000	400.270	26,012939
 Pulau Sulawesi	174.600	156.330	10,4639175

Tabel 3 terlihat bahwa perbandingan luas pengujian dan luas perhitungan memiliki nilai yang hampir sama dengan persentase rata-rata kesalahan pengujian untuk luas diperoleh persentase rata-rata kesalahan sebesar 19,538%. Sedangkan untuk persentase kesalahan minimum sebesar 10,463% dan persentase kesalahan maksimum sebesar 26,012%.

Tabel 4 Hasil Pengujian Objek Kontur Tertutup dengan Skala 700 km

Bentuk Bangun	Data Asli Luas (km ²)	Hasil Pengujian Luas (km ²)	% Kesalahan Luas
	425.000	211.100	50,3294117
	128.300	70.055	45,3975058
	541.000	249.750	53,8354898
	174.600	92.300	47,1363115

Dari tabel 4 terlihat bahwa perbandingan luas pengujian dan luas perhitungan memiliki nilai yang tidak terlalu berbeda dengan persentase rata-rata kesalahan pengujian untuk luas diperoleh persentase rata-rata kesalahan sebesar 48,908%. Sedangkan untuk persentase kesalahan minimum sebesar 45,397% dan persentase kesalahan maksimum sebesar 53,835%.

Tabel 5 Hasil Pengujian Objek Kontur Tertutup dengan Skala 850 km

Bentuk Bangun	Data Asli Luas (km ²)	Hasil Pengujian Luas (km ²)	% Kesalahan Luas
	425.000	182.055	57,1635294
	128.300	55.830	56,4848012
	541.000	199.295	63,1617375
	174.600	86.415	50,5068728

Dari tabel 5 terlihat bahwa perbandingan luas pengujian dan luas perhitungan memiliki nilai yang berbeda dengan persentase rata-rata kesalahan pengujian untuk luas diperoleh persentase rata-rata kesalahan sebesar 57,005%. Sedangkan untuk persentase kesalahan minimum sebesar 50,506% dan persentase kesalahan maksimum sebesar 63,161%.

Tabel 6 Hasil Pengujian Objek Kontur Tertutup dengan Skala 1000 km

Bentuk Bangun	Data Asli Luas (km ²)	Hasil Pengujian Luas (km ²)	% Kesalahan Luas
	425.000	141.140	66,7905882
	128.300	45.590	64,4660950
	541.000	168.150	68,9186691
	174.600	84.260	51,7411225

Dari tabel 6 terlihat bahwa perbandingan luas pengujian dan luas perhitungan memiliki nilai yang jauh berbeda dengan persentase rata-rata kesalahan pengujian untuk luas diperoleh persentase rata-rata kesalahan sebesar 62,397%. Sedangkan untuk persentase kesalahan minimum sebesar 51,741% dan persentase kesalahan maksimum sebesar 68,918%.

3.3 Pengujian Terhadap Objek Kontur Terbuka (Perbatasan) dengan Skala 500 km – 1000 km

Pada pengujian ini dilakukan perhitungan panjang pada citra uji dengan variasi skala 500 km, 550 km, 700 km, 850 km, 1000 km. Setiap skala memiliki 2 variasi bentuk objek. Jumlah objek yang diuji adalah sebanyak 10 data dari 5 variasi skala. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 7, 8, 9, 10 dan 11

Tabel 7 Hasil Pengujian Objek Kontur Terbuka dengan Skala 500 km

Bentuk Bangun	Data Asli Panjang (km)	Hasil Pengujian Panjang (km)	% Kesalahan Panjang
	1.016	1.166	14,7637795
	727	722	0,68775791

Dari tabel 7 terlihat bahwa perbandingan panjang pengujian dan panjang perhitungan memiliki nilai yang hampir sama dengan persentase rata-rata kesalahan pengujian untuk panjang diperoleh persentase rata-rata kesalahan sebesar 7,725%. Sedangkan untuk persentase kesalahan minimum sebesar 0,687% dan persentase kesalahan maksimum sebesar 14,763%.

Tabel 8 Hasil Pengujian Objek Kontur Terbuka dengan Skala 550 km

Bentuk Bangun	Data Asli	Hasil Pengujian	% Kesalahan
	Panjang (km)	Panjang (km)	Panjang
	1.016	1.166	14,7637795
	727	722	0,68775791

Dari tabel 8 terlihat bahwa perbandingan panjang pengujian dan panjang perhitungan memiliki nilai yang hampir sama dengan persentase rata-rata kesalahan pengujian untuk panjang diperoleh persentase rata-rata kesalahan sebesar 40,421%. Sedangkan untuk persentase kesalahan minimum sebesar 34,350% dan persentase kesalahan maksimum sebesar 46,492%.

Tabel 9 Hasil Pengujian Objek Kontur Terbuka dengan Skala 700 km

Bentuk Bangun	Data Asli	Hasil Pengujian	% Kesalahan
	Panjang (km)	Panjang (km)	Panjang
	1.016	501	50,6889763
	727	318	56,2585969

Dari tabel 9 terlihat bahwa perbandingan panjang pengujian dan panjang perhitungan memiliki nilai yang hampir sama dengan persentase rata-rata kesalahan pengujian untuk panjang diperoleh persentase rata-rata kesalahan sebesar 53,473%. Sedangkan untuk persentase kesalahan minimum sebesar 50,688% dan persentase kesalahan maksimum sebesar 56,258%.

Tabel 10 Hasil Pengujian Objek Kontur Terbuka dengan Skala 850 km

Bentuk Bangun	Data Asli	Hasil Pengujian	% Kesalahan
	Panjang (km)	Panjang (km)	Panjang
	1.016	423	58,3661417
	727	286	60,6602475

Dari tabel 10 terlihat bahwa perbandingan panjang pengujian dan panjang perhitungan memiliki nilai yang berbeda dengan persentase rata-rata kesalahan pengujian untuk panjang diperoleh persentase rata-rata kesalahan sebesar 59,513%. Sedangkan untuk persentase kesalahan

minimum sebesar 58,366% dan persentase kesalahan maksimum sebesar 60,660%.

Tabel 11 Hasil Pengujian Objek Kontur Terbuka dengan Skala 1000 km

Bentuk Bangun	Data Asli	Hasil Pengujian	% Kesalahan
	Panjang (km)	Panjang (km)	Panjang
	1.016	378	62,7952755
	727	264	63,6863823

Dari tabel 11 terlihat bahwa perbandingan panjang pengujian dan panjang perhitungan memiliki nilai yang jauh berbeda dengan persentase rata-rata kesalahan pengujian untuk panjang diperoleh persentase rata-rata kesalahan sebesar 63,240%. Sedangkan untuk persentase kesalahan minimum sebesar 62,795% dan persentase kesalahan maksimum sebesar 63,686%.

3.4 Pengujian Terhadap Variasi Posisi Objek Kontur Tertutup (Pulau)

Pada pengujian ini dilakukan dengan menguji masing-masing posisi objek dalam tiga posisi, yaitu diputar 90°, 180°, dan 270° searah jarum jam. Jumlah objek yang diuji adalah sebanyak 36 data. Pada Tabel 10 dapat dilihat hasil dari pengujian terhadap variasi posisi objek.

Tabel 12 Pengujian Terhadap Variasi Posisi Objek Kontur Tertutup (90°, 180°, dan 270°)

Bentuk Bangun	Data Asli	Hasil Pengujian	% Kesalahan
	Luas (km ²)	Luas (km ²)	Luas
	174.600	177.975	1,93298969
	174.600	176.115	0,86769759
	174.600	177.975	1,93298969
	371.433	369.950	0,39926447

Dari tabel 12 dapat dikalkulasi ternyata 30 objek pulau dengan posisi yang berbeda memiliki persentase kesalahan rata-rata sebesar 2,859%. Sedangkan untuk persentase kesalahan minimum sebesar 0,138% dan persentase kesalahan maksimum sebesar 7,940%.

3.5 Pengujian Terhadap Variasi Posisi Objek Kontur Terbuka

Pada pengujian ini dilakukan dengan menguji masing-masing posisi objek dalam tiga posisi, yaitu diputar 90°, 180°, dan 270° searah jarum jam. Jumlah objek yang diuji adalah sebanyak 6 data. Pada tabel 13 dapat dilihat hasil dari pengujian terhadap variasi posisi objek.

Tabel 13 Pengujian Terhadap Variasi Posisi Objek Kontur Terbuka (90°, 180°, dan 270°)

Bentuk Bangun	Data Asli Luas (km ²)	Hasil Pengujian Luas (km ²)	% Kesalahan Luas
	1.016	1.166	2,6711185
	1.016	1.169	2,4207012
	1.016	1.170	2,337229
	727	722	0,5509642

Dari tabel 13 dapat dikalkulasi ternyata 6 objek perbatasan dengan posisi yang berbeda memiliki persentase kesalahan rata-rata sebesar 7,840%. Sedangkan untuk persentase kesalahan minimum sebesar 0,687% dan persentase kesalahan maksimum sebesar 15,157%.

3.6 Pengujian Terhadap Variasi Jenis File

Pada pengujian ini dilakukan perhitungan luas pada citra uji dengan variasi jenis file, yaitu *tiff, *bmp dan *png. Jumlah objek yang diuji adalah sebanyak 21 data dari 3 variasi jenis file. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 14.

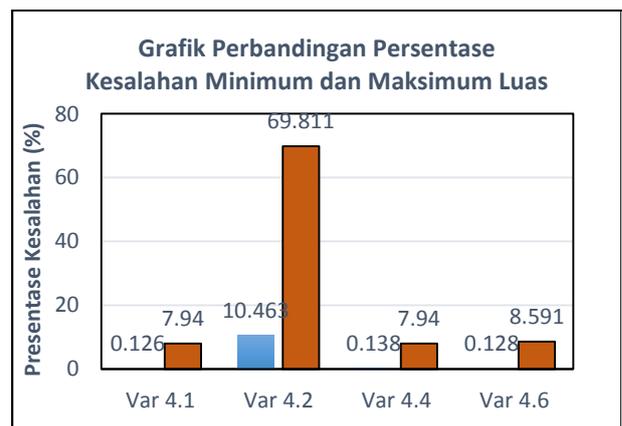
Dari tabel 14 dapat dikalkulasi ternyata 21 objek pulau dengan jenis file yang berbeda memiliki persentase kesalahan rata-rata sebesar 5,167%. Sedangkan untuk persentase kesalahan minimum sebesar 0,128% dan persentase kesalahan maksimum sebesar 8,591%.

Tabel 14 Pengujian Terhadap Variasi Jenis File

Bentuk Bangun	Data Asli Luas (km ²)	Hasil Pengujian Luas (km ²)	% Kesalahan Luas
	*bmp	128.300	118.060
	*png	128.300	118.060
	*tiff	128.300	118.060
	*bmp	174.600	159.600

3.7 Analisis Terhadap Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian terhadap berbagai macam variasi diperoleh grafik seperti di bawah ini.



Gambar 6 Grafik Perbandingan Persentase Kesalahan Minimum dan Maksimum Luas

Dimana :

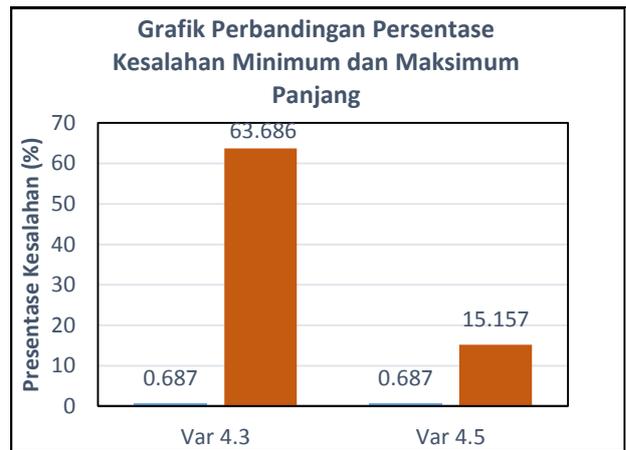
- Var 4.1 : pengujian terhadap variasi bentuk objek kontur tertutup
- Var 4.2 : pengujian terhadap objek kontur tertutup dengan skala 550 km – 1000 km
- Var 4.4 : pengujian terhadap variasi posisi objek kontur tertutup
- Var 4.6 : pengujian terhadap variasi jenis file

Dari Gambar 6, pada pengujian terhadap variasi bentuk objek kontur tertutup (Var 4.1) persentase kesalahan minimum pada pengujian sebesar 0,126% pada Pulau Sumatera dan untuk persentase kesalahan maksimumnya sebesar 7,940% pada Pulau Siberut.

Pada pengujian terhadap objek kontur tertutup dengan skala 550 km – 1000 km (Var 4.2), persentase kesalahan minimum sebesar 10,463% pada Pulau Sulawesi dengan skala 550 dan untuk persentase kesalahan maksimumnya sebesar 68,918% pada Pulau Kalimantan dengan skala 1000. Pada perhitungan luas dengan kode rantai ini, besar skala berbanding lurus dengan besar presentase kesalahan karena semakin besar skala, citra yang dihasilkan akan semakin kecil. Hal ini berkaitan dengan sifat kode rantai yang sangat peka terhadap tepian objek biner dan hasil prapengolahan yang kurang baik. Contohnya pada tepian yang secara kasat mata terlihat lurus ternyata yang tidak benar-benar terisi sempurna atau bergerigi, ini memungkinkan besarnya ukuran objek semakin besar kesalahan yang dihasilkan. Selain itu, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi, seperti kurang optimal pada hasil prapengolahan dan kurang presisinya pembuatan objek.

Untuk pengujian terhadap variasi posisi objek kontur tertutup (Var 4.4), persentase kesalahan minimum sebesar 0,138% pada Pulau Sumatera dengan posisi rotasi ke kanan 180° dan untuk persentase kesalahan maksimum sebesar 7,94% pada Pulau Siberut dengan posisi rotasi ke kanan 180°. Pada pengujian posisi, selisih persentase kesalahan perhitungan luas antara masing-masing arah rotasi memiliki nilai yang relatif sama. Adanya besar kesalahan yang bernilai kecil pada pengaruh rotasi objek ini, berkaitan dengan representasi citra yang tidak sesuai. Misalnya, suatu objek yang memiliki garis lurus, ketika di rotasi dengan posisi yang miring, sehingga objek garis lurus itu direpresentasikan dengan arah diagonal.

Pada pengujian terhadap variasi jenis file (Var 4.6), persentase kesalahan minimum sebesar 0,128% pada Pulau Sumatera dan untuk persentase kesalahan maksimumnya sebesar 8,591% pada Pulau Sulawesi. Pada perhitungan luas dan panjang dengan kode rantai ini, besar luas tidak dipengaruhi jenis file. Hal ini berkaitan dengan sifat kode rantai yang sangat peka terhadap tepian objek biner dan hasil prapengolahan yang kurang baik. Contohnya pada tepian yang secara kasat mata terlihat lurus ternyata yang tidak benar-benar terisi sempurna atau bergerigi, ini memungkinkan besarnya ukuran objek semakin besar kesalahan yang dihasilkan. Selain itu, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi, seperti kurang optimal pada hasil prapengolahan dan kurang presisinya pembuatan objek.



Gambar 7 Grafik Perbandingan Persentase Kesalahan Minimum dan Maksimum Panjang

Dimana :

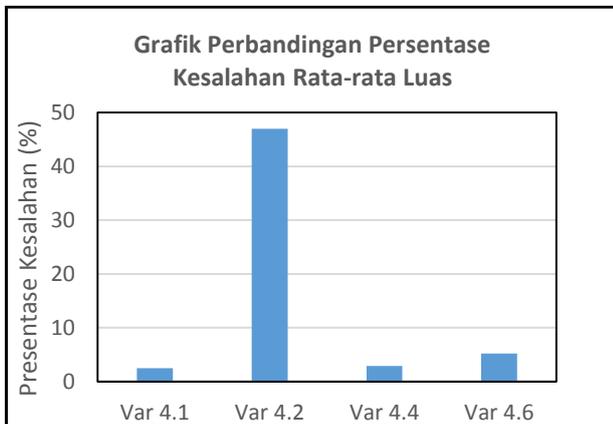
- Var 4.3 : pengujian terhadap objek kontur terbuka dengan skala 500 km – 1000 km
- Var 4.5 : pengujian terhadap variasi posisi objek kontur terbuka

Pada pengujian terhadap objek kontur terbuka dengan skala 500 km – 1000 km (Var 4.3), persentase kesalahan minimum sebesar 0,687% pada Perbatasan Kalimantan dengan skala 500 dan untuk persentase kesalahan maksimumnya sebesar 63,686% pada Perbatasan Kalimantan dengan skala 1000. Pada perhitungan panjang dengan kode rantai ini, besar skala berbanding lurus dengan kenaikan presentase kesalahan karena semakin besar skala maka citra yang dihasilkan akan semakin kecil.

Hal ini berkaitan dengan sifat kode rantai yang sangat peka terhadap tepian objek biner dan hasil prapengolahan yang kurang baik. Contohnya pada tepian yang secara kasat mata terlihat lurus ternyata yang tidak benar-benar terisi sempurna atau bergerigi, ini memungkinkan besarnya ukuran objek semakin besar kesalahan yang dihasilkan. Selain itu, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi, seperti kurang optimal pada hasil prapengolahan dan kurang presisinya pembuatan objek.

Untuk pengujian terhadap variasi posisi objek kontur terbuka (Var 4.5), persentase kesalahan minimum sebesar 0,687% pada Perbatasan Papua dan untuk persentase kesalahan maksimum sebesar 15,157% pada Perbatasan Kalimantan dengan posisi rotasi ke kanan 90°. Pada pengujian posisi, selisih persentase kesalahan perhitungan panjang antara masing-masing arah rotasi memiliki nilai yang relatif sama.

Adanya besar kesalahan yang bernilai kecil pada pengaruh rotasi objek ini, berkaitan dengan representasi citra yang tidak sesuai. Misalnya, suatu objek yang memiliki garis lurus, ketika di rotasi dengan posisi yang miring, sehingga objek garis lurus itu direpresentasikan dengan arah diagonal.



Gambar 8 Grafik Perbandingan Persentase Kesalahan Rata-rata Luas

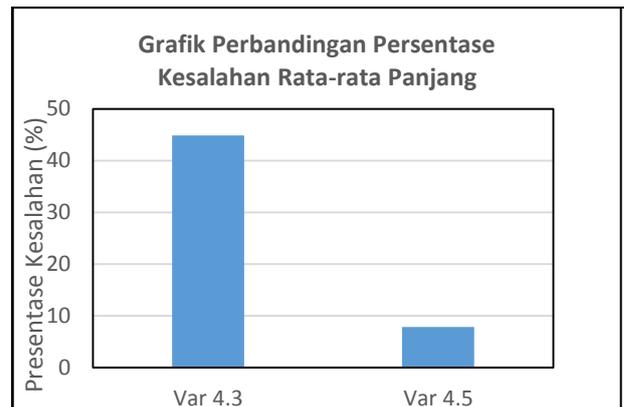
Dimana :

- Var 4.1 : pengujian terhadap variasi bentuk objek kontur tertutup
- Var 4.2 : pengujian terhadap objek kontur tertutup dengan skala 550 km – 1000 km
- Var 4.4 : pengujian terhadap variasi posisi objek kontur tertutup
- Var 4.6 : pengujian terhadap variasi jenis file

Dari Gambar 9, terlihat bahwa hasil pada pengujian terhadap variasi bentuk objek kontur tertutup (Var 4.1) menunjukkan persentase rata-rata kesalahan pada pengujian luas sebesar 2,486%. Pada pengujian pengujian terhadap objek kontur tertutup dengan skala 550 km – 1000 km (Var 4.2) menunjukkan persentase rata-rata kesalahan pada pengujian luas sebesar 46,962%. Pada pengujian terhadap variasi posisi objek kontur tertutup (Var 4.4), besar persentase rata-rata kesalahan pada luas sebesar 2,859%. Sedangkan pada pengujian terhadap variasi jenis file (Var 4.6), besar presentasi rata-rata kesalahan pada luas sebesar 5,167%. Hal ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan sistem pengenalan yang telah dirancang ini berjalan dengan cukup baik sesuai harapan perancang sistem. Namun tidak dapat dipungkiri terdapat beberapa faktor-faktor yang sangat memengaruhi kesalahan dalam hasil perhitungan luas terhadap citra pulau tersebut.

Dari Gambar 10, terlihat bahwa hasil pada pengujian terhadap objek kontur terbuka dengan skala 500 km – 1000 km (Var 4.3) menunjukkan persentase rata-rata kesalahan pada pengujian panjang sebesar 44,874%. Sedangkan pada pengujian terhadap variasi posisi objek

kontur terbuka (Var 4.5), menunjukkan persentase rata-rata kesalahan pada pengujian panjang sebesar 7,840%. Hal ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan sistem pengenalan yang telah dirancang ini berjalan dengan cukup baik sesuai harapan perancang sistem. Namun tidak dapat dipungkiri terdapat beberapa faktor-faktor yang sangat memengaruhi kesalahan dalam hasil perhitungan panjang terhadap citra tersebut.



Gambar 9 Grafik Perbandingan Persentase Kesalahan Rata-rata Panjang

Dimana :

- Var 4.3 : pengujian terhadap objek kontur terbuka dengan skala 500 km – 1000 km
- Var 4.5 : pengujian terhadap variasi posisi objek kontur terbuka

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa pengaruh besar skala pada perhitungan panjang dan luas berbanding lurus dengan besar presentase kesalahan karena semakin besar skala, maka semakin kecil citra yang dihasilkan. Pengaruh posisi dan jenis file citra uji pada perhitungan panjang dan luas dengan kode rantai ini tidak memiliki pengaruh yang signifikan pada besarnya persentase kesalahan.

Adapun saran yang dapat diberikan sehubungan dengan pelaksanaan penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana keakuratan penentuan keliling dan luas suatu objek menggunakan metode kode rantai, dapat dilakukan perbandingan penentuan keliling dan luas dengan menggunakan metode lain seperti dimensi fractal dan matematika morfologi. Sebaiknya pada tahapan prapengolahan disisipkan dengan program untuk mengatur kecerahan ke dalam senarai program, dan adanya algoritma perbaikan citra seperti penajaman (*sharpening*) pada tepian citra untuk mengurangi derau pada tepian objek. Sebaiknya menggunakan *software* yang lain, seperti: AutoCad, PhotoScape, PixBuilder Studio dan lain-lain untuk mengetahui perangkat lunak mana yang lebih baik dan efektif dalam mengolah citra

yang didapat dari *Google Earth*. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan perhitungan objek-objek yang ada di dalam suatu pulau, seperti : sungai, gunung, jalan raya, bandara dan lain-lain.

Referensi

- [1]. Hastawan, A. F., *Deteksi Sudut Menggunakan Kode Rantai Untuk Pengenalan Bangun Datar Dua Dimensi*, Skripsi-S1, Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2012
- [2]. Pratiwi, M. T., *Aplikasi Metode Kode Rantai Untuk Menentukan Keliling dan Luas Suatu Bangun Datar Dua Dimensi*, Skripsi-S1, Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2013
- [3]. Bathari, P.D., *Aplikasi Metode Kode Rantai Untuk Menentukan Pnjang dan Keliling Objek Dua Dimensi Tidak Beraturan*, Skripsi-S1, Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2014
- [4]. Fadillah, A. N., Rahmi, A., Purwandari, K., Srimuddawamah, I., dan Etika, R., *Island Shape Detector Menggunakan Chain Code dengan Metode Pengklasifikasian Naive Bayes*, Teknik Informatika, Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang, 2013
- [5]. Rijal, Y. *Optimalisasi Reduksi Noise Menggunakan Chain-Code Termodifikasi Pada pendeteksian Wajah*.2010
- [6]. ..., <http://informatika.stei.itb.ac.id>, Rinaldi., *Pengantar Pengolahan Citra*, Juli 2013.
- [7]. Puri, R. W. A. *Pengenalan Wajah Menggunakan Alihragam Wavelet Haar dan Jarak Euclidean*. Semarang: Universitas Diponegoro. 2012
- [8]. ..., <http://ml.scribd.com/doc>, Suhendra, A. *Catatan Kuliah Pengantar Pengolahan Citra*, (diakses tanggal 20 Agustus 2014)
- [9]. Ginting, E. D., *Deteksi Tepi Menggunakan Metode Canny dengan Matlab Untuk Membedakan Uang Asli dan Uang Palsu*, Skripsi-S1, Jurusan Teknik Informatika Universitas Gunadarma, Depok, 2012
- [10]. James, *Identifikasi Plat Nomor Mobil Dengan Skeletonisasi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan*, Skripsi-S1, Jurusan Teknik Elektro UI, Jakarta, 2008
- [11]. Sitorus, M. B. H. 2011. *Experimental Study about Impact of Microscope Utilisation on Photoelasticity Methods to Improve Counting of Fringe Order on the Loading Zone*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [12]. Utami, S. E., *Pembacaan Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Backpropagation Berbasis Image Processing*, Proyek Akhir, Jurusan Teknik Telekomunikasi, PENS ITS, Surabaya, 2009
- [13]. Ahmad, U. 2005. *Pengolahan Citra Digital & Teknik Pemrogramannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [14]. Handariningsih, R. P., *Application Of Recognition And Analysis Of Handwriting Character Using Freeman Chain Code Method*, Skripsi-S1, Faculty of Industrial Engineering Gunadarma University, Depok, 2011
- [15]. Munir, R., *"Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik"*. Informatika. Bandung. 2004
- [16]. Putra, I. K. G. D., *"Pengolahan Citra Digital"*. Andi. Yogyakarta. 2009
- [17]. ..., <http://informatika.stei.itb.ac.id>, Munir, R., *"Pengolahan Citra Digital Kontur dan Representasinya"*, (diakses tanggal 20 Agustus 2014)
- [18]. ..., belajargeodenganhendri.wordpress.com, Hendri., *"Peta dan Media Citra"*, (diakses tanggal 20 Agustus 2014)
- [19]. ..., [http://repo.pens.ac.id/1182/1/7408030053_-_Alwy_Husein_\(Paper\).pdf](http://repo.pens.ac.id/1182/1/7408030053_-_Alwy_Husein_(Paper).pdf), Husein, A., *Sistem Informasi Geografis Penunjang Olahraga Di Surabaya* (diakses tanggal 02 Februari 2015)