

DETEKSI PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DAN PENUTUP LAHAN PADA CITRA MULTISPEKTRAL BERDASARKAN PENDEKATAN CODEBOOK DAN KEYBLOCK

I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan¹

¹Informatika, Universitas Udayana, Indonesia

email: gungde@unud.ac.id¹

Abstrak

Penelitian ini membahas *Keyblock* sebagai metode baru yang diusulkan untuk deteksi perubahan pada citra multispektral. *Keyblock* adalah generalisasi dari teknologi temu kembali informasi berbasis teks dalam domain citra. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menemukan *codebook* dan indeks dengan ukuran tertentu dari sekumpulan blok citra pelatihan. Dari *codebook* dan indeksnya kami mencoba mendeteksi perubahan dari T1 dan T2 dimana Tn adalah beberapa citra temporal dari citra satelit *Ikonos*. Penelitian ini menekankan pada perbandingan kedua citra temporal. Makalah ini akan menjawab pertanyaan penelitian: Bisakah kita menggunakan *Keyblock* dalam deteksi perubahan multispektral? Pertama, kami ingin menjelaskan prinsip dasar metode *keyblock* dalam pemrosesan citra, kemudian kami mencoba untuk melakukan eksperimen di dalamnya. Selanjutnya dirangkum implementasi *keyblock framework*. Dengan nilai *RMS_error* yang relatif kecil yaitu sebesar 9 tingkat dan *histogram* yang serupa sehingga antara citra *satelit* asli dan citra *satelit* rekonstruksi terlihat tidak terlalu berbeda, maka *codebook* yang dibangun dapat digunakan sebagai *vektor quantizer*.

Kata kunci: *Change Detection, Multispectral, Keyblock, Index, Generalize Lloyd Algorithm*

Abstract

This paper discusses Keyblock as new proposed methods for multispectral change detection. Keyblock is a generalization of the text-based information retrieval technology in the image domain. The main purpose of this research is to find the codebook and index of a given size from a set of training image blocks. From codebook and it's index we try to detect the change from T1 and T2 where Tn are several temporal image from Ikonos satellite images. This research emphasize comparison of both temporal image. This paper will answer the research question: Can we use Keyblock in multispectral change detection? Firstly, we would like to explain the basic principle of keyblock methods in image processing, then we try to make experiment on it. Next, it summarize the implementation of keyblock framework. With a relatively small RMS_error value of 9 levels and a similar histogram so that the original satellite imagery and the reconstructed satellite image is not look too different, so the codebook can be used as a vector quantizer.

Keywords : *Change Detection, Multispectral, Keyblock, Index, Generalize Lloyd Algorithm*

Diterima Redaksi: 29-06-2022 | Selesai Revisi: 28-07-2022 | Diterbitkan Online: 31-07-2022

DOI: <https://doi.org/10.23887/janapati.v11i2.49102>

PENDAHULUAN

Sebagai aplikasi kritis dan penting dari penginderaan jauh, sangatlah wajar jika banyak peneliti mencoba untuk mempelajari secara mendalam tentang deteksi perubahan. Ini digunakan untuk memonitor dan memetakan perubahan tutupan lahan antara dua periode atau lebih. Dari hasil deteksi dapat digunakan untuk tujuan yang luas, misalnya, untuk mengetahui pola penurunan vegetasi hutan, semakin meluasnya daerah perkotaan dan

berbagai tujuan lainnya. Sekarang akan dicoba dibahas mengenai citra multispektral, multispektral adalah pemisahan obyek berdasarkan spektrum elektromagnetik yang digunakan untuk pencatatan data dan terkait dengan kemampuan tertentu yang terdapat di tiap objek. Setiap band yang diwujudkan dalam lapisan [6]. Terdapat beberapa isu yang terkait dengan topik ini seperti misalnya: Perubahan wilayah dapat menyebabkan kondisi yang berisiko, perubahan informasi menjadi penting terutama dalam hal hubungan dan

interaksi antara fenomena manusia dan alam, perlunya mengantisipasi dari awal dan pengawasan berkelanjutan, ketersediaan segala sesuatu yang lengkap dan akurat dalam hal pengambilan keputusan penggunaan lahan yang sesuai[2], pelaksanaan deteksi perubahan di suatu daerah secara konvensional membutuhkan biaya besar, jangkauan yang terbatas, yang tidak efisien dalam hal waktu dan tidak efektif dalam hal sumber daya dan biaya. Pengembangan teknologi penginderaan jauh (remote sensing), memungkinkan untuk mendeteksi perubahan di daerah dengan berbagai skala, berkelanjutan untuk jangka waktu, serta lebih efisien dan efektif.

Menurut pendapat *Thomas Lillesand* [14], akurasi hasil tergantung pada keakuratan setiap tahap pengolahan data, mulai dari mempersiapkan data untuk mendeteksi perubahan. Jadi, dari hal tersebut dapat kita simpulkan bahwa masalah pendekatan untuk proses segmentasi masih merupakan area riset yang terbuka, sehingga kita dapat mengeksplorasi secara mendalam untuk menyelesaikan masalah segmentasi yang belum sempurna.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeteksi perubahan di suatu daerah dalam jangka waktu tertentu, mempelajari algoritma ini secara mendalam sehingga pemanfaatannya untuk mendeteksi perubahan pada setiap tahapan menjadi tepat dan optimal, melakukan percobaan pada data citra Landsat multispektral untuk daerah Waena Abepura Jayapura untuk tahun 2003 (T1) dan 2008 (T2), menerapkan pendekatan kinerja *Keyblock* untuk deteksi perubahan.

STUDI LITERATUR

Ada berbagai macam pendekatan dalam deteksi perubahan data citra *multispektral*. Dalam makalah ini membahas *Keyblock* sebagai metode baru yang diusulkan. Namun sebelumnya akan dijelaskan terlebih dahulu beberapa hal yang perlu ditekankan terkait dengan deteksi perubahan, beberapa hal tersebut diantaranya:

A. Pengertian Deteksi Perubahan

Deteksi Perubahan adalah teknik penginderaan jauh yang digunakan untuk memonitor dan memetakan perubahan tutupan lahan antara dua periode atau lebih dan sekarang menjadi perangkat penting dalam mengelola perkembangan wilayah perkotaan [6].

B. Citra Multispektral

GeoEye pertama membuat sejarah dengan peluncuran satelit IKONOS hampir sepuluh tahun yang lalu. IKONOS, berasal dari kata Yunani yang berarti gambar, adalah satelit komersial pertama di dunia yang mampu mengumpulkan gambar hitam-putih (*pankromatik*) dengan resolusi 82 sentimeter dan citra multispektral dengan resolusi 4 meter. Citra dari kedua sensor dapat digabungkan untuk membuat citra warna 1-meter (*pan-sharpened*).

Multispektral merupakan pemisahan objek berdasarkan spektrum elektromagnetik yang digunakan untuk merekam data dan terkait dengan kemampuan objek tertentu. Setiap band diwujudkan dalam lapisan [6]. Spesifikasi citra satelit *Ikonos* dapat digambarkan sebagaimana Gambar 1. di bawah ini:

IKONOS SPECIFICATIONS	
Spatial Resolution	0.82 meter x 3.2 meters
Spectral Range	526–929 nm 445–516 nm (blue) 506–595 nm (green) 632–698 nm (red) 757–853 nm (near IR)
Swath Width	11.3 km
Off-Nadir Imaging	Up to 60 degrees
Dynamic Range	11 bits per pixel
Mission Life Expected	> 8.3 years
Revisit Time	Approximately 3 days
Orbital Altitude	681 km
Nodal Crossing	10:30 a.m.

Gambar 1. Spesifikasi citra satelit *Ikonos* Application[<http://www.geoeye.com>]

C. Fitur Tekstur

Tekstur adalah properti bawaan hampir pada semua citra, seperti citra objek hutan, vegetasi, tekstil dan lainnya. Tekstur berisi informasi penting tentang susunan struktur dari suatu permukaan dan hubungannya terhadap lingkungan sekitarnya. Walau mudah bagi manusia untuk membedakannya, namun sangat sulit bagi komputer digital untuk mendefinisikannya[20].

Fitur tekstur memegang peranan penting pada sistem perolehan (temu kembali), karena tekstur merupakan komponen penentu dari persepsi *visual* manusia dan setiap orang dapat mengenali tekstur walau lebih sulit untuk mendefinisikannya dibandingkan fitur lain. Tidak seperti fitur warna, tekstur lebih menggambarkan wilayah dibandingkan titik atau piksel, dan fitur tekstur ini biasanya didefinisikan hanya berdasarkan tingkat keabuan (*gray level*). Fitur tekstur dapat menggambarkan informasi arah, kekasaran, kontras dan lainnya. Hal tersebut yang membuat fitur tekstur menarik

untuk diteliti baik itu terkait dengan cara ekstraksi fiturnya maupun proses pemilihannya.

D. Sistem Perolehan Informasi

Konsep sistem perolehan teks dan perolehan citra sama-sama merupakan suatu sistem perolehan informasi atau *information retrieval*, karena itu teori dan teknik pada perolehan teks yang lebih dulu berkembang berpotensi juga untuk digunakan pada deteksi perubahan citra multispektral. Namun generalisasi perolehan informasi dari domain teks ke domain citra tidaklah mudah. Salah satu hambatan besar adalah perbedaan karakteristik intrinsik antara teks dan citra dalam merepresentasikan dan mengekspresikan suatu informasi.

Dalam penyajian informasi secara sintaks, dokumen teks bersifat 1-dimensi, sedangkan citra merupakan bentuk 2-dimensi. Dalam ekspresi informasi secara semantik, satuan informasi dalam bentuk kata dari dokumen teks, terutama kata kunci, memiliki semantik yang terkait dengan dokumen teks. Sebaliknya, satuan informasi dalam bentuk piksel maupun segmen dari citra, tidak mengandung semantik yang secara langsung dengan citra tersebut. Maka pertanyaan besarnya adalah bagaimana membangun segmen-segmen ciri dari citra yang serupa dengan kata kunci pada dokumen. Pengembangan program komputer untuk eksperimen dilakukan dengan menggunakan *software MATLAB R2009a*.

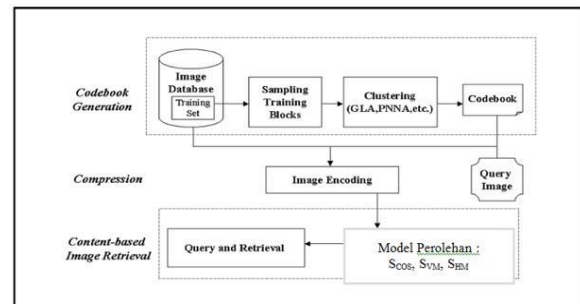
Adapun teknik penyimpanan citra digital dalam komputer sebagai array 2-dimensi. Jika $L_x = \{1, 2, \dots, N_x\}$ dan $L_y = \{1, 2, \dots, N_y\}$ adalah data spasial, maka $L_x \times L_y$ adalah himpunan sel-sel resolusi spasial. Citra digital I adalah sebuah fungsi yang memetakan nilai keabuan (gray tone) $G \in \{1, 2, \dots, N_g\}$ ke setiap sel resolusi; $I : L_x \times L_y \rightarrow G$. Konsep keabuan berdasar pada variasi kegelapan (shades) warna keabuan sel-sel resolusi pada sebuah citra, sedangkan tekstur menekankan pada distribusi spasial (statistik) dari nilai keabuan. Nilai tekstur dan keabuan memiliki keterikatan yang kuat, dimana keduanya pasti ada pada sebuah citra walaupun salah satunya dapat mendominasi yang lain. Ketika sebuah area kecil dari sebuah citra memiliki sedikit variasi nilai keabuan, maka properti yang dominan adalah keabuan. Namun, ketika variasi nilai diskrit keabuannya meluas, maka properti dominan pada area tersebut adalah tekstur. Hal krusial yang membedakan adalah besaran area, rentang nilai keabuan dan jumlah nilai diskrit keabuan yang dapat dipisahkan. Semakin sedikit jumlah nilai yang dapat dipisahkan, maka keabuan akan

dominan. Kenyataannya, ketika area hanya berukuran satu sel resolusi, hanya ada satu nilai diskrit dan properti yang ada hanya keabuan. Ketika jumlah nilai keabuan yang dapat dipisahkan meningkat dalam satu area kecil, maka properti tekstur menjadi dominan [4].

E. Pengertian *Keyblock*

Terinspirasi dengan sistem temu kembali informasi berbasis teks, pengusul konsep *keyblock* [9] mencoba untuk menggunakan teori-teori yang dipakai pada temu kembali teks ke dalam domain citra dengan menempatkan *codebook* sebagai *dictionary* dan *keyblock* sebagai keyword-nya.

Pendekatan *keyblock* pertama kali diajukan untuk sistem temu kembali citra oleh L. Zhu dkk. pada tahun 2002 [11]. *Keyblock* mendekomposisi ulang setiap citra menjadi blok yang sama besar lalu menggunakan *vector quantization* (VQ) untuk mencari blok-blok kunci untuk membentuk *codebook* yang mewakili setiap blok di seluruh citra pada basis data. Gambar 1, menunjukkan diagram alir kerja *keyblock*.

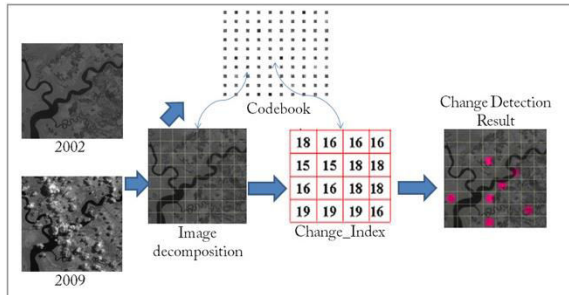


Gambar 1. Diagram alir untuk ekstraksi fitur berdasarkan *keyblock* (dimodifikasi dari [10]).

Langkah pertama, berdasarkan ukuran blok yang ditentukan, setiap citra di dekomposisi ulang menjadi sejumlah blok kecil yang berisi fitur dari sub area bersangkutan. Berdasarkan blok-blok tersebut dari contoh citra di basis data, sebuah *codebook* yang berisi *keyblock* dibangun dengan algoritma pengklusteran VQ (*Vektor Quantizer*) seperti GLA (*Generalized Lloyd Algorithm*) atau PNNA (*Pairwise Nearest Neighbor Algorithm*)[12].

Langkah kedua, setiap citra di basis data diencoding dengan menggunakan *codebook* yang berhasil dibentuk. Dimulai dengan mendekomposisi ulang citra menjadi blok-blok dengan besaran yang sama dengan saat pembentukan *codebook* diatas. Untuk setiap blok, dicari entri terdekat pada *codebook* untuk disimpan indeksnya. Dengan cara tersebut, setiap citra dapat di representasikan sebagai

sebuah vektor nilai fitur yang setiap nilainya terhubung dengan indeks *keyblock* pada *codebook*. Berikut pada gambar 2 adalah skema untuk proses *encoding* dan *decoding*.



Gambar 2. Prosedur untuk proses *encoding* dan *decoding* (dimodifikasi dari [7]).

Langkah terakhir, semua citra di basis data disimpan dalam bentuk vektor nilai fitur tersebut. Rekonstruksi citra dilakukan dengan mengacu kembali ke *codebook* dan hasil rekonstruksi merupakan pendekatan dari citra aslinya. Dengan menggunakan indeks dari *keyblock*, maka citra menjadi sama dengan dokumen teks yang memiliki struktur 1-dimensi linier. Oleh karenanya, generalisasi sistem temu kembali teks berdasarkan *keyword* dapat digunakan di domain citra berdasarkan *keyblock* [12].

F. Generalized Lloyd Algorithm (GLA)

GLA adalah algoritma pengklusteran berulang yang memperkirakan kondisi optimal selama perulangan berlangsung saat mendesain vektor kuantisasi. Pada setiap perulangan, langkah pertama, himpunan vektor pelatihan dibagi menjadi beberapa kluster berdasarkan kondisi tetangga terdekat menurut *codebook* yang telah dibentuk saat perulangan sebelumnya, adapun *codebook* awalnya ditentukan secara acak. Langkah kedua, *centroid* setiap sel di hitung dan menggantikan vektor *codebook* sehingga *codebook* berisi seluruh *centroid* pada tahap tersebut. Langkah ketiga, keseluruhan distorsi dihitung dan perubahan distorsi diuji. Jika perubahan distorsi melebihi suatu nilai *threshold*, maka proses-proses diatas perlu diulang, jika sebaliknya maka perulangan dihentikan [9]. Adapun langkah-langkah didalam algoritma GLA dapat dijelaskan sebagai berikut [8]:

1. Langkah 1 (inisialisasi):

- Pilih training set $T = \{t_1, \dots, t_i\}$ secara random;
- Tentukan suatu nilai threshold δ ;
- Tentukan *codebook* awal, $C_1 = \{c_1, \dots, c_i, \dots, c_N\}$ secara random;

- Rata-rata distorsi awal, $D_0 = \infty$ (suatu nilai yang besar); dan
- Tentukan jumlah iterasi, $m = 1$.

2. Langkah 2 (iterasi pengklusteran)

Untuk $i=1, 2, \dots, l$, untuk $j=1, 2, \dots, N$, hitung $d(t_i, c_j)$ dan kemudian berdasarkan ciri tetangga terdekat, hitung

$$P_k = \{t_i \in T \mid k = \arg \min_{1 \leq j \leq N} d(t_i, c_j)\}, \quad (1)$$

untuk mencari kluster baru dari T dengan distorsi minimal

$$P = \{p_1, \dots, p_i, \dots, p_N\}$$

3. Langkah 3 (perhitungan distorsi)

Hitung rata-rata distorsi pada himpunan pelatihan terhadap *codebook* saat ini C_m .

$$D_m = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^N \sum_{t \in P_i} d(t, c_j) \quad (2)$$

jika $\frac{D_{m-1} - D_m}{D_m} \leq \delta$, maka iterasi selesai

dan C_m sebagai *codebook* akhir, bila tidak terpenuhi maka iterasi dilanjutkan.

4. Langkah 4 (perbarui *codebook*)

Buatlah *codebook* C_{m+1} yang baru dengan menghitung *centroid* dari setiap partisi P ;

$$c_i = \frac{1}{|P_i|} \sum_{t \in P_i} t \quad (3)$$

dan ganti *codebook* C_m yang lama dengan *codebook* C_{m+1} , yang baru, perbarui $m = m + 1$ dan lanjutkan ke langkah 2.

G. Root Mean Square error (RMS_error)

Untuk melihat kualitas *codebook* yang dihasilkan, maka dilakukan proses *decoding*, yaitu merekonstruksi seluruh citra pelatihan hasil proses *encoding*. Selanjutnya, dihitung *RMS_error* intensitas keabuan antara citra asli dan citra hasil rekonstruksi dengan rumus berikut ini.

$$MSE = \frac{1}{N_1 N_2} \sum_{n_1=0}^{N_1-1} \sum_{n_2=0}^{N_2-1} (x[n_1, n_2] - \hat{x}[n_1, n_2])^2 \quad (4)$$

Dimana,

N_1 : ukuran baris

N_2 : ukuran kolom

n_1 : koordinat baris

n_2 : koordinat kolom

x : nilai keabuan piksel citra temporal teregistrasi

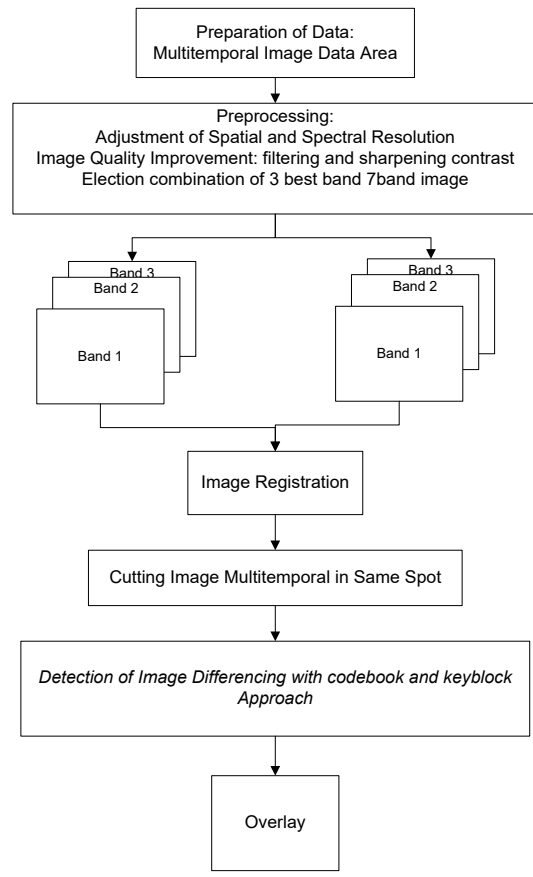
\hat{x} : nilai keabuan piksel citra temporal teregistrasi

H. Nilai *Distorsi*

Dalam penelitian ini, hasil pengukuran *distorsi* juga merupakan suatu faktor pertimbangan penting dalam optimasi pembentukan *codebook*. Dalam proses ini akan dihitung jarak *Euclidean* dari tiap vektor pada citra *satelit* yang asli dengan *keyblock* yang terkait[2]. Rumus penghitungan *distorsi* dapat dilihat pada Persamaan (2) yaitu pada pembahasan *Generalized Lloyd Algorithm* (GLA). Hasil perhitungan *distorsi* untuk semua ukuran blok dan jumlah *codebook* dapat dilihat pada Tabel 2.

METODE

Semua deteksi perubahan digital dipengaruhi oleh batasan spasial, spektral, temporal, dan tematik. Jenis metode yang diterapkan dapat sangat mempengaruhi estimasi kualitatif dan kuantitatif gangguan[19]. Bahkan di lingkungan yang sama, pendekatan yang berbeda dapat menghasilkan peta perubahan yang berbeda. Oleh karena itu, pemilihan metode yang tepat menjadi sangat penting. Sebagian besar metode deteksi perubahan digital didasarkan pada pengklasifikasi setiap piksel dan informasi perubahan yang terkandung dalam domain spektral-radiometrik citra.



Gambar 3. Metode Penelitian Pada Deteksi Perubahan Pada Citra Multispektral

Mereka menggabungkan prosedur untuk ekstraksi perubahan (algoritma deteksi perubahan) dan prosedur untuk pemisahan/pelabelan perubahan[19].

Metodologi yang digunakan dalam pengembangan sistem deteksi perubahan penutup lahan pada citra multispektral berdasarkan pendekatan *codebook* dan *keyblock* ini adalah studi literatur dan eksperimen. Studi literatur diambil dari jurnal penelitian dan makalah yang berkaitan dengan pendekatan *keyblock* dan sistem deteksi perubahan pada penutup lahan dan penggunaan lahan.

A. *Preprocessing*

Preprocessing citra satelit sebelum klasifikasi citra dan deteksi perubahan sangat penting. *Preprocessing* umumnya terdiri dari serangkaian operasi sekuensial, termasuk koreksi atau normalisasi atmosfer, registrasi gambar, koreksi geometrik, dan masking (misalnya, untuk awan, air, fitur yang tidak relevan) [1].

Normalisasi citra satelit memperhitungkan gabungan, reflektansi terukur atmosfer,

hamburan dan penyerapan aerosol, dan permukaan bumi [19]. Ini adalah volatilitas atmosfer yang dapat memperkenalkan variasi antara nilai reflektansi atau angka digital (DN) dari citra satelit yang diperoleh pada waktu yang berbeda. Meskipun efek atmosfer pada data penginderaan jauh tidak dianggap sebagai kesalahan, karena merupakan bagian dari sinyal yang diterima oleh perangkat penginderaan [13], pertimbangan efek ini penting. Tujuannya adalah bahwa setelah preprocessing, semua gambar akan ditampilkan seolah-olah mereka diperoleh dari sensor yang sama [19]. Rektifikasi geometrik citra mengambil sampel ulang atau mengubah kisi piksel agar sesuai dengan proyeksi peta atau gambar referensi lainnya.

B. Proses Registrasi

Metode registrasi citra merupakan upaya untuk menyelaraskan dua gambar yang diambil dari lokasi yang sama [14]. Sebagai contoh, menyelaraskan dua atau lebih foto yang diambil pada waktu yang sama, tetapi menggunakan instrumen yang berbeda, seperti MRI (*Magnetic Resonance Imaging*) scan dan PET (*Positron Emission Tomography*) scan. Atau, mungkin gambar diambil pada waktu yang berbeda dengan menggunakan instrumen yang sama, seperti gambar satelit dari lokasi tertentu yang diambil beberapa hari, bulan, atau bahkan pada tahun yang berbeda. Dalam hal ini, menggabungkan gambar atau melakukan analisis kuantitatif dan perbandingan membutuhkan kompensasi untuk penyimpangan geometrik yang disebabkan oleh perbedaan dalam sudut kamera, jarak, dan orientasi; resolusi sensor; pergeseran posisi subjek, dan faktor lain. Dalam percobaan ini menggunakan ER Mapper sebagai perangkat lunak untuk proses Registrasi.

Untuk menunjukkan ketepatan gambar yang dihasilkan dari proses registrasi, kita dapat melakukan evaluasi dengan membandingkan nilai intensitas keabuan atau *RMS_error* yang ada antara kedua citra temporal sebelum dan setelah proses registrasi dengan rumus *RMS_error* pada persamaan 4.

C. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik merupakan tahap awal pengolahan data sebelum analisis dilakukan untuk suatu tujuan, misalnya untuk identifikasi liputan lahan pertanian. Proses koreksi radiometrik mencakup koreksi efek-efek yang berhubungan dengan sensor untuk meningkatkan kontras (*enhancement*) setiap piksel (*picture element*) dari citra, sehingga objek yang terekam mudah diinterpretasikan

atau dianalisis untuk menghasilkan data atau informasi yang relevan sesuai dengan keadaan sebenarnya dilapangan [17].

Citra satelit pada umumnya mengandung nilai Digital Number (DN) asli yang belum diproses berdasarkan nilai spektral radian sesungguhnya yang berdampak pada hasil informasi yang kurang akurat. Hal ini disebabkan oleh perbedaan nilai sudut perekaman, lokasi matahari, kondisi cuaca dan faktor pengaruh lainnya. Oleh karena itu perlu dilakukan koreksi radiometrik untuk memperbaiki nilai piksel dengan cara mengkonversi nilai DN menjadi nilai unit spektral reflektan (*reflectance*). Proses koreksi radiometrik dikelompokkan menjadi 3 kelompok utama, yaitu:

1. Koreksi radiometrik akibat pengaruh kesalahan faktor internal sensor (koreksi radiometrik sistematis)
2. Koreksi radiometrik akibat pengaruh kesalahan faktor eksternal (*reflectance*)
3. Koreksi atmosfer

Koreksi radiometrik akibat pengaruh kesalahan faktor internal sensor sering disebut sebagai koreksi radiometrik sistematis. Pada umumnya produk standar data citra optik resolusi menengah sudah dilakukan koreksi radiometrik sistematis. Namun informasi dari hasil koreksi sistematis belum sesuai dengan kondisi objek sesungguhnya dikarenakan pada saat radiasi elektromagnetik direkam oleh sensor satelit, radiasi elektromagnetik telah melewati atas atmosfer dan atmosfer bumi sebanyak dua kali, yaitu pada saat sinar matahari mengenai objek dan pada saat objek merefleksikannya ke sensor. Pada proses ini telah terjadi absorpsi dan penghamburan radiasi yang arahnya dapat berubah. Oleh karena dampak dari proses ini adalah adanya *effect haziness* yang mengurangi kontras citra dan *effect adjacency* yang mana nilai radian direkam berdasarkan dari penggabungan dari nilai hamburan piksel yang terdekat. Untuk mengurangi efek tersebut, maka perlu untuk dilakukan koreksi akibat kesalahan faktor eksternal dan koreksi atmosfer. Koreksi radiometrik akibat pengaruh kesalahan faktor eksternal adalah koreksi radiometrik yang disebabkan oleh perbedaan posisi matahari, sudut perekaman, dan topografi wilayah. Sedangkan proses koreksi radiometrik karena faktor eksternal atmosfer meliputi koreksi atmosfer atas (*Top of Atmosphere*), BRDF (*Bidirectional Reflectance Difference Function*), dan *Slope Correction*. Hasil dari koreksi radiometrik karena faktor eksternal biasanya berupa nilai *reflectance* objek yang merupakan rasio dari *radian* terhadap *irradiance*.

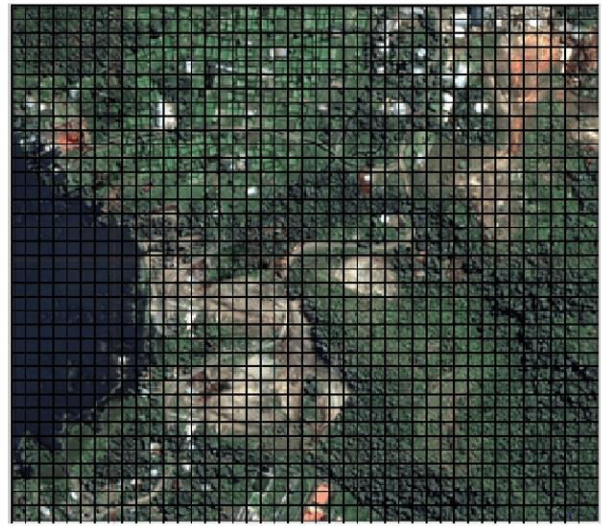
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagaimana rancangan penelitian, langkah pertama dilakukan pembentukan *codebook* yaitu mencari ciri yang unik dari setiap *sub area* pada kedua citra temporal berdasarkan tingkat keabuan dan kemudian dilakukan proses *encoding* dimana proses *encoding* merupakan upaya untuk merepresentasikan setiap *sub area* pada kedua citra temporal dengan suatu nilai indeks yang

sesuai dengan *codebook*. Untuk dapat dilakukan deteksi perubahan, maka nilai indeks yang terbentuk dari dua citra temporal tersebut dibandingkan. Selanjutnya nilai dan lokasi indeks yang berbeda disimpan dan ditampilkan dengan blok berwarna putih pada citra temporal ke-2 sebagai daerah yang mengalami perubahan. Hasil deteksi perubahan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4. hingga Gambar 7 sebagai berikut:



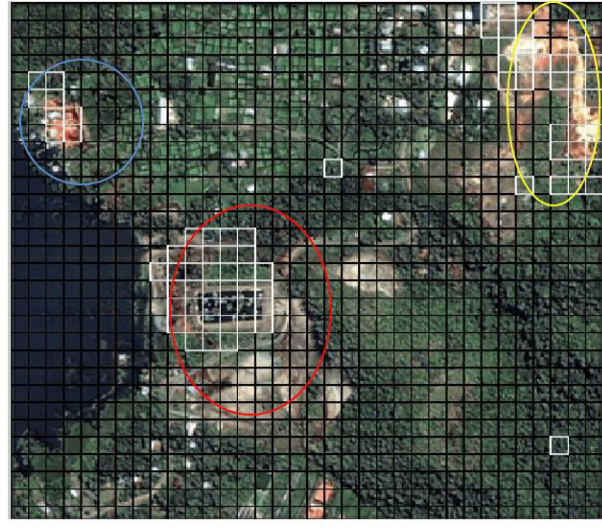
Gambar 4. Citra Temporal 1, Waena Abepura Jayapura 2003 [Lapan]



Gambar 6. Citra Temporal 1 dengan ukuran block 10 x 10 (Sebelum Deteksi Perubahan)



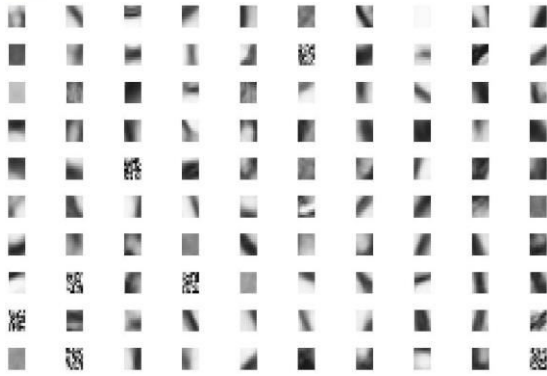
Gambar 5. Citra Temporal 2, Waena Abepura Jayapura, 2008 [Lapan]



Gambar 7. Citra Temporal 2 dengan ukuran block 10 x 10 (Setelah Deteksi Perubahan)

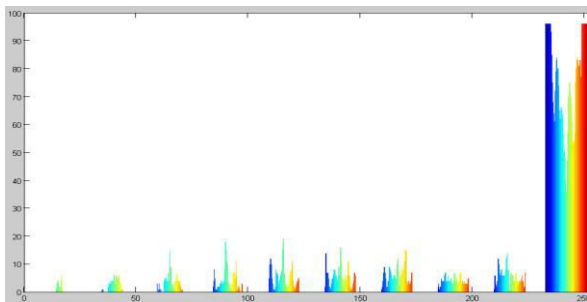
Dari hasil deteksi perubahan dua citra temporal yang berlokasi di daerah Waena Abepura Jayapura telah berhasil dilakukan deteksi terhadap perubahan yang terjadi selama kurun waktu 5 tahun (2003-2008). Dari Gambar 7

diatas dapat diamati daerah atau kawasan yang mengalami perubahan, ini dapat diamati dari daerah atau subarea yang terdapat kotak berwarna putih dan ditandai dengan lingkaran berwarna biru, merah, dan kuning. Beberapa informasi dapat dijelaskan terkait dengan

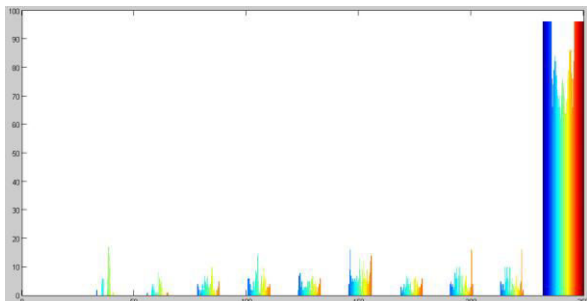


Gambar 12. Representasi *codebook* dengan blok 8 x 8 dan jumlah *codebook* 100.

Histogram sebuah citra *satelit* merupakan representasi grafis dari *frekuensi* intensitas piksel yang ada pada citra tersebut. Pada sebuah citra keabuan 8 bit, nilai keabuan mencapai 256, sedangkan pada citra dengan 16 bit, nilai keabuan mencapai 65.536. Sebuah puncak (*peak*) pada *histogram* citra menunjukkan kumpulan nilai keabuan yang banyak pada citra, sedangkan lembah (*valley*) menunjukkan kumpulan nilai keabuan yang sedikit pada citra. Gambar 13 dan 14 berikut menunjukkan tipikal *histogram* untuk citra asli dan citra rekonstruksi dari citra T1.



Gambar 13. *Histogram* citra *satelit* asli T1.



Gambar 14. *Histogram* rekonstruksi citra T1.

Kedua *histogram* memiliki 10 *peak* dan setiap *peak* dipisahkan antara 5 – 15 tingkat intensitas keabuan. Dengan jarak antar *peak* yang mencapai 15 tingkat intensitas keabuan, ternyata nilai *RMS_error* yang hanya mencapai 9 tingkat tidak akan mengakibatkan perpindahan *peak* pada tiap piksel yang

mengakibatkan perubahan citra yang signifikan. Dengan nilai *RMS_error* yang kecil dan *histogram* yang serupa sehingga antara citra *satelit* asli dan citra *satelit* rekonstruksi terlihat tidak terlalu berbeda, maka *codebook* yang dibangun dapat digunakan sebagai *vektor quantizer* untuk perolehan citra *satelit* berbasis konten.

Seiring dengan bertambahnya ukuran *codebook* menjadi 500 maka nilai rata-rata *RMS_error* turun menjadi 6.37 pada ukuran blok 2x2, yang artinya hasil rekonstruksi masih mirip aslinya. Akan tetapi untuk peningkatan ukuran blok menjadi 4x4 nilai rata-rata *RMS_error* meningkat menjadi 15.73 untuk jumlah *codebook* 100. Peningkatan ukuran blok ternyata sangat berpengaruh pada kehilangan informasi secara signifikan pada citra. Begitu pula dengan nilai *distorsi*, semakin besar ukuran blok semakin besar nilai *distorsi* yang diperoleh seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2. Rata-rata *distorsi* pada setiap ukuran *codebook* dan blok

Ukuran blok	Ukuran <i>codebook</i>				
	100	200	300	400	500
2 x 2	28.22	20.24	19.04	21.32	23.02
4 x 4	124.06	100.42	92.85	100.77	77.33
8 x 8	227.34	277.57	250.78	262.73	259.72

Tabel 3. Rata-rata *RMS_error* pada setiap ukuran *codebook* dan blok

Ukuran blok	Ukuran <i>codebook</i>				
	100	200	300	400	500
2 x 2	9.20	7.22	6.35	6.62	6.37
4 x 4	15.73	14.74	14.10	14.38	12.23
8 x 8	24.28	20.60	20.34	20.21	19.67

KESIMPULAN

Hasil studi ini memberikan kesimpulan bahwa ciri tekstur citra *satelit* dapat diekstraksi dengan pendekatan *codebook* dan *keyblok*. Berdasarkan keberhasilan didalam sistem temu kembali berbasis text, dengan ini sistem temu kembali informasi berdasarkan konten pada domain citra *satelit* *Ikonos* dapat dilakukan dengan merepresentasikan citra *satelit* diubah menjadi vektor ciri 1-dimensi dengan melakukan *encoding* berdasarkan *codebook* yang telah dibentuk. Akurasi terbaik diperoleh pada ukuran

blok 2x2 dan *codebook* 300, dengan melihat tampilan citra *satelit* hasil rekonstruksi secara *visual* dan diperkuat dengan menghitung nilai rata-rata *RMS_error* dapat disimpulkan bahwa kerusakan citra *satelit* ketika rekonstruksi tidak terlalu signifikan karena nilai rata-rata *distorsi* 19.04 tingkat keabuan dan nilai rata-rata *RMS_error* yaitu 6.35 tingkat keabuan masih dianggap dalam batas toleransi.

Sehingga pada bagian ini dapat disimpulkan bahwa metode *keyblock* cocok untuk mendeteksi perubahan pada citra multispektral. Banyak hal yang mempengaruhi hasil seperti intensitas cahaya, pergerakan objek, *preprocessing* data dan registrasi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian dan pengembangan *keyblock* untuk deteksi perubahan multispektral didukung oleh lab *Image Processing and Pattern Recognition* di fakultas ilmu komputer Universitas Indonesia. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Aniati Murni Arimurthy atas partisipasinya dalam pengembangan *keyblock* untuk deteksi perubahan citra multispektral.

REFERENSI

- [1] Coppin, R. Pol., and Marvin, E. Bauer, "Processing of Multitemporal Landsat TM Imagery to Optimize Extraction of Forest Cover Change Features", *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 32(4):918-927, 1994
- [2] Duda O., Peter, Hart E., Peter, Stork G., David, *Pattern Classification*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, 2001
- [3] Gonzalez, Rafael C., Richards E., Woods, *Digital Image Processing*, Addison-Wesley Publishing Company, 1993
- [4] Hardiyanti, Sri F. P., *Interpretasi Citra Digital*, Jakarta : Gramedia Widiasarana Indonesia, 2001
- [5] Hussein N., "A Fast Greedy K-Means Algorithm", Master's Thesis, University of Amsterdam, Netherlands, 2002
- [6] J. Eakins dan M. Graham, "Content-based Image Retrieval," *Technology Applications Programme Report 39*, University of Northumbria at Newcastle, October 1999.
- [7] Jensen J. R., *Introduction Digital Image Processing, A Remote Sensing Perspective*, 2nd Edition, Prentice-Hall Inc., USA, 1996
- [8] Johnson D. R. and Kasischke, S.E., "Change Vector Analysis: Technique or The Multispectral Monitoring of Land Cover and Condition", *International Journal of Remote Sensing*, 19(3):411-426, 1998
- [9] L. Zhu dan A. Zhang, "Theory of Keyblock-based Image Retrieval," *ACM Journal*, pp. 1-32, March 2002.
- [10] L. Zhu, A. Rao, dan A. Zhang, "Advanced Feature Extraction for Keyblock-based Image Retrieval," *Proceedings of International Workshop on Multimedia Information Retrieval (MIR 2000)*, Los Angeles, California, USA, November 4, 2000.
- [11] L. Zhu, A. Rao, dan A. Zhang, 2000, "Keyblock: An approach for content-based geographic image retrieval," *Proceedings of First International Conference on Geographic Information Science (GIScience2000)*, Savannah, Georgia, USA, 286-287, 2000.
- [12] L. Zhu, C. Tang, dan A. Zhang, "Using Key block Statistics to Model Image Retrieval," *Advances in Multimedia Information Processing – PCM 2001, Second IEEE Pacific Rim Conference on Multimedia*, Beijing, China, October 24-26, 2001, *Proceedings 2001*.
- [13] Likas, Aristidis, Vlassis Nikos, Verbeek J., Jacob, "The Global K-Means Clustering Algorithm", *In Pattern Recognition*, 36(2), 2003
- [14] Lillesand, Thomas M., Kiefer Ralph W., *Remote Sensing and Image Interpretation*, John Wiley & Sons Inc., 2000
- [15] Metternicht, Graciela, "Change Detection Assessment Using Fuzzy Sets and Remotely Sensed Data : An Application of Topographic Map Revision", *Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 54:221-233, 1999
- [16] Munibah, Khursatul, "Mangrove Change Detection Using The Landsat Thematic Mapper and Effects on Mangrove Soils Characteristics A Case Study of The North Coast of Subang, West Java, Indonesia", Master's Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok -Thailand, 1998
- [17] Murni, Aniati dan Setiawan, Suryana, *Pengantar Pengolahan Citra*, Jakarta: Elex Media Komputindo, 1992
- [18] Nelson, R. F., "Detecting Forest Canopy Change due to Insect Activity using Landsat MSS", *Photogrametric Engineering & Remote Sensing*, 49:1303-1314, 1983
- [19] Nikolaidis, N., and Pitas I., *3-D Image Processing Algorithms*, John-Wiley & Sons Inc., 2001
- [20] P. Brodatz, "Textures", New York, Dover, 1966.

- [21] Parker, J.R., Algorithms for Image Processing and Computer Vision, Wiley Computer Publishing, John-Wiley & Sons Inc., 1997
- [22] Pratt, K., William, Digital Image Processing, 2nd Edition, John-Wiley & Sons Inc., 1991
- [23] R. M. Haralick, K. Shanmugam, dan I. Dinstein, "Textural Feature for Image Classification," IEEE Transactions on Sistem, Man dan Cybernetics, Vol SMC-3 No. 6, November 1973.
- [24] Ronald A.Rensink. Departments of Psychology and Computer Science, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, V6T1Z4 Canada; e-mail: ensink@psych.ubc.ca.
- [25] Sirait, Pahala, "Deteksi Perubahan Wilayah dengan Pendekatan Segmentasi Tiga Dimensi Split-Merge dan Nilai Ambang Otomatis", 2004
- [26] Wellner, D., Pierre, "Adaptive Thresholding for the Digital Desk", EuroPARC Technical Report BPC:93-110, 1993
- [27] Yamamoto, Takahiro, Hamaizumi, Hiroshi, "A Change Detection Method for Remotely Sensed Multispectral and Multitemporal Images Using 3-D Segmentation", IEEE Trans. On Geoscience and Remote Sensing, 39(5), 2001
- [28] Yates, R.B, dan B.R. Neto. Modern Information Retrieval. Addison Wesley, 1999.