

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dan kebutuhan yang ada pada saat ini khususnya untuk bidang teknik telekomunikasi mensyaratkan semakin baiknya efisiensi penggunaan *resources* (*bandwith* dan *memory*) dan semakin baiknya kualitas pelayanannya atau menjamin *Quality of Service*. Salah satu usaha untuk mensinkronkan antara efisiensi penggunaan *resources* tersebut adalah pemampatan atau kompresi data. Pada dasarnya teknik kompresi yang baik adalah menghasilkan kompresi rasio yang sebesar mungkin, atau ukuran data terkompres sekecil mungkin, akan tetapi mempertahankan kualitas data sebaik mungkin. Berdasarkan hal tersebut maka akan terjadi *trade off* antara kompresi rasio dan kualitas data yang terkompres berdasarkan spesifik konstrain atau *requirement* dari suatu aplikasi untuk data yang akan dikompres tersebut. Untuk memenuhi tuntutan tersebut maka dikembangkan teknik-teknik kompresi yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi-aplikasi spesifik untuk data tersebut.

Untuk aplikasi bidang penginderaan jauh (*remote sensing*) teknologi kompresi digunakan pada *spacesegment* yaitu *spacecraft* atau satelit dan *groundsegment* atau stasiun bumi. Pada *spacesegment* dilakukan data akusisi atau perekaman data oleh sensor yang dibawa satelit. Data tersebut merupakan data pengukuran kuantitatif terhadap energi yang dipantulkan atau dipancarkan oleh obyek pada permukaan bumi. Teknik kompresi yang digunakan biasanya adalah *lossless compression*, atau tetap mempertahankan tidak terjadi pengurangan informasi pada data yang terkompres. Selain itu teknik kompresi pada *spacesegment* juga harus memenuhi persyaratan tertentu seperti telah dijelaskan pada [1], persyaratan tersebut diantaranya adalah :

- a. Algoritma kompresi harus dapat menyesuaikan perubahan statistik data untuk memaksimalkan performansi.
- b. Algoritma harus dapat diimplementasikan dalam *real time* dengan mengkonsumsi *memory* dan *power* sekecil mungkin. Ilustrasi kebutuhan *real time* mensyaratkan proses kompresi harus dapat memproses 7.5 juta

sample/detik untuk data *image* 30 frame/detik pada 512 x 512 *pixel* CCD sensor.

- c. Algoritma harus menciptakan sebuah sistem paket data yang harus dapat di-*decode* secara independen tanpa memerlukan informasi dari paket-paket data yang lain. Misalkan untuk masing-masing *scan line* pada sensor harus dikompres secara independen dalam satu paket data sehingga masing-masing *scan line* dapat di-*decode* secara independen.

Pada *groundsegment* atau Stasiun Bumi Penginderaan Jauh dilakukan perekaman data hingga *pre-processing* untuk menghasilkan data standar. Data standar tersebut akan diolah pada Pusat Pengolahan Data untuk memunculkan atau menurunkan informasi (*added value*) sehingga siap digunakan oleh pengguna data. Biasanya Pusat Pengolahan dan Pelayanan (*delivery*) data tersebut secara geografis berjauhan dengan Stasiun Bumi. Beberapa pengguna data penginderaan Jauh membutuhkan *delivery* informasi yang secepat mungkin atau *real time* sehingga dibutuhkan teknik pengiriman data yang cepat dan tepat dari Stasiun Bumi ke Pusat Pengolahan dan Pelayanan Data. Teknik kompresi dapat menjawab permasalahan tersebut di atas, yaitu dengan mereduksi ukuran data maka pengiriman data akan lebih cepat. Selain untuk proses pengiriman data, solusi kompresi data juga dibutuhkan untuk mereduksi ukuran data yang akan disimpan sebagai data arsip. Sehingga data arsip tersebut dapat disimpan dalam suatu Bank Data atau pusat penyimpanan data dengan lebih menghemat *space* penyimpanan.

Operasional pada *groundsegment* terkait dengan pengguna data atau penggunaan data tersebut, sehingga validasi proses kompresi juga harus mengacu pada persyaratan untuk penggunaan (aplikasi) data tersebut. Aplikasi data penginderaan jauh memungkinkan peluang untuk mengimplementasikan *lossy* kompresi dengan menjamin data masih memenuhi persyaratan sesuai dengan tuntutan penggunaan data tersebut atau dengan kata lain informasi yang terkandung dalam data yang terkompres *lossy* masih memenuhi persyaratan (akurasi dll). Selain itu dikarenakan aplikasi sudah memperhatikan penggunaan data maka *output* format data juga harus diperhatikan, sehingga nantinya data terkompres akan tersimpan dalam format standar yang mudah untuk diakses dan diolah oleh pengguna dengan *software* pengolahan yang umum digunakan.

Kedepan *trend* perkembangan teknologi penginderaan jauh adalah teknologi penginderaan jauh *hyperspektral* dengan resolusi tinggi, yaitu teknologi yang mengukur respon spektrum dari obyek pada permukaan bumi dengan *range* atau *band* frekuensi yang lebar dan terdiri sangat banyak (hingga ratusan) *band*. Selain mempunyai *band* yang sangat banyak atau mempunyai resolusi spektral yang tinggi perkembangan teknologi penginderaan jauh juga akan menghasilkan data yang mempunyai resolusi spasial yang tinggi pula. Sehingga kedepan analisa spektrum dan spasial dapat lebih bervariasi dan lebih presisi.

Teknologi penginderaan jauh *hyperspectral* akan menghasilkan data yang terdiri dari ratusan *band* yang masing-masing *band* merupakan 1 (satu) *image* yang mempunyai karakteristik *band* tertentu. Selain itu dengan semakin tinggi resolusi spasial maka ukuran *picture elemen (pixel)* akan lebih kecil sehingga dengan untuk ukuran *image* yang sama jumlah *pixel* akan semakin banyak maka ukuran data juga akan semakin besar. Berdasarkan penjelasan di atas teknologi penginderaan jauh *hyperspectral* akan menghasilkan data yang terdiri dari ratusan *image* dan masing-masing *image* mempunyai ukuran yang relatif besar. Untuk itu diperlukan suatu algoritma kompresi yang dapat mengoptimalkan ukuran data tetapi tetap mempertahankan suatu standar kandungan informasi dalam data tersebut sehingga masih dapat diterima untuk kebutuhan aplikasi yang terkait dengan spesifikasi aplikasi data *hyperspectral* tersebut.

Salah satu contoh data satelit penginderaan jauh yang mempunyai kanal atau *band* cukup banyak adalah data *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)* yaitu data yang dihasilkan suatu instrument (payload) atau sensor *imagery* penginderaan jauh yang dibawa oleh satelit *Earth Observation System (EOS) Terra* dan *Aqua*. Data MODIS terdiri dari 36 *image band* atau kanal spektrum dari spektrum *visible* hingga *thermal infrared*. Data MODIS digunakan untuk pengamatan permukaan bumi dengan cakupan pengamatan global dan resolusi spasial yang moderat atau rendah. Resolusi spasial data MODIS adalah 250 m hingga 1 km dan lebar *image* atau *swath* 2330 km, spesifikasi data beserta tipikal aplikasi data MODIS dapat dilihat pada Tabel 1.1 dibawah ini.

Tabel 1.1 Spesifikasi Data MODIS[2]

Primary Use	Band	Bandwidth ¹	Spectral Radiance ²	Required SNR ³
Land/Cloud/Aerosols Boundaries	1	620 – 670	21.8	128
	2	841 – 876	24.7	201
Land/Cloud/Aerosols Properties	3	459 – 479	35.3	243
	4	545 – 565	29.0	228
	5	1230 – 1250	5.4	74
	6	1628 – 1652	7.3	275
	7	2105 – 2155	1.0	110
Ocean Color/ Phytoplankton/ Biogeochemistry	8	405 – 420	44.9	880
	9	438 – 448	41.9	838
	10	483 – 493	32.1	802
	11	526 – 536	27.9	754
	12	546 – 556	21.0	750
	13	662 – 672	9.5	910
	14	673 – 683	8.7	1087
	15	743 – 753	10.2	586
Atmospheric Water Vapor	16	862 – 877	6.2	516
	17	890 – 920	10.0	167
	18	931 – 941	3.6	57
Surface/Cloud Temperature	19	915 – 965	15.0	250
	20	3.660 - 3.840	0.45(300K)	0.05
	21	3.929 - 3.989	2.38(335K)	2.00
	22	3.929 - 3.989	0.67(300K)	0.07
Atmospheric Temperature	23	4.020 - 4.080	0.79(300K)	0.07
	24	4.433 - 4.498	0.17(250K)	0.25
Cirrus Clouds Water Vapor	25	4.482 - 4.549	0.59(275K)	0.25
	26	1.360 - 1.390	6.00	150(SNR)
	27	6.535 - 6.895	1.16(240K)	0.25
Cloud Properties	28	7.175 - 7.475	2.18(250K)	0.25
	29	8.400 - 8.700	9.58(300K)	0.05
Ozone	30	9.580 - 9.880	3.69(250K)	0.25
Surface/Cloud Temperature	31	10.780 - 11.280	9.55(300K)	0.05
	32	11.770 - 12.270	8.94(300K)	0.05
Cloud Top	33	13.185 - 13.485	4.52(260K)	0.25

Altitude	34	13.485 - 13.785	3.76(250K)	0.25
	35	13.785 - 14.085	3.11(240K)	0.25
	36	14.085 - 14.385	2.08(220K)	0.35

¹ Bands 1 to 19 are in nm; Bands 20 to 36 are in $\hat{A}\mu\text{m}$

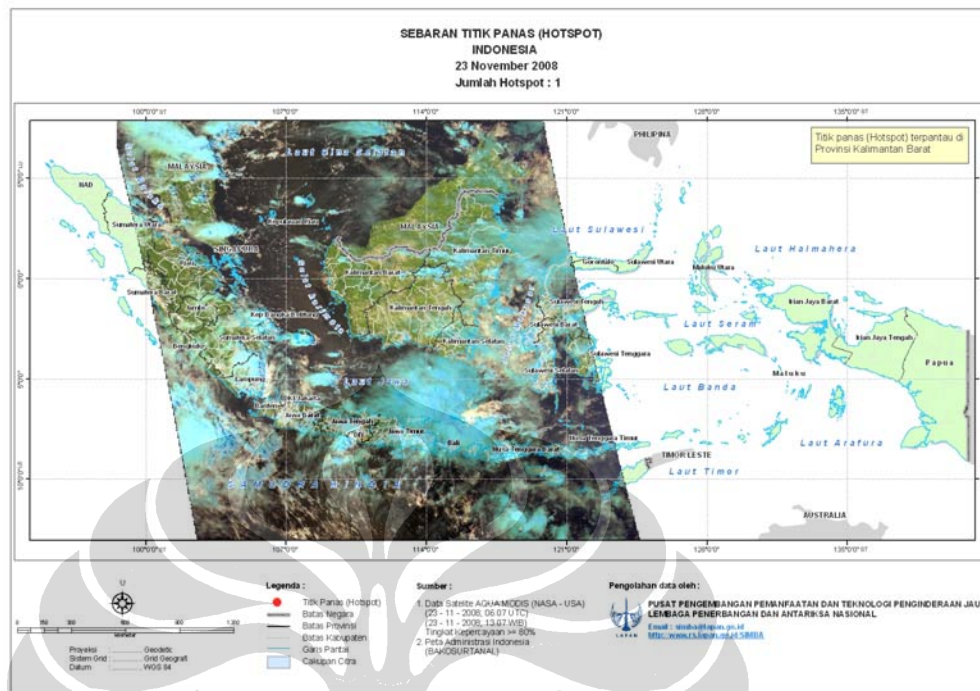
² Spectral Radiance values are ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \hat{A}\mu\text{m}\cdot\text{sr}$)

³ SNR = Signal-to-noise ratio

⁴ NE(Δ)T = Noise-equivalent temperature difference

Note: Performance goal is 30-40% better than required

Data MODIS dapat digunakan untuk pengamatan global yaitu satu *image* dapat meng-cover area 2330 km atau kurang lebih setengah dari luas wilayah Indonesia. Dari resolusi spektral atau rentang spektrum yang diukur, data MODIS dapat digunakan untuk berbagai aplikasi pengamatan lingkungan. Aplikasi data MODIS diantaranya adalah pengamatan bencana alam misal kebakaran hutan, pengamatan indek vegetasi, indek tanah dan lain-lain. Aplikasi pengamatan perubahan lingkungan dengan cakupan global dapat berubah setiap waktu maka diharapkan sumber informasi tersebut dapat diperoleh secepat mungkin, sehingga dibutuhkan *delivery* data yang juga secepat mungkin atau **near real time**. Di Indonesia salah satu aplikasi data MODIS sudah diaplikasikan untuk penentuan *hot spot* atau daerah panas potensi kebakaran hutan. Contoh Data MODIS dan hasil pengolahan untuk penentuan daerah *hot-spot* dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Contoh Data MODIS Indonesia dan Informasi Hot Spot [3]

Untuk mendapatkan data benar-benar *real time* sangat sulit dilakukan, dikarenakan proses perekaman atau akuisisi data satelit dan *pre-processing* untuk menghasilkan data standar atau level data hingga siap diolah oleh *user* membutuhkan waktu. Selain itu jika stasiun bumi untuk akuisisi data satelit penginderaan jauh tersebut jauh dari *user* atau pusat pengolahan data maka *availibility* data juga akan semakin rendah. Stasiun bumi penginderaan Jauh untuk Data MODIS milik Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) ada 2 (dua) tempat yaitu di daerah Parepare Sulawesi Selatan dan Rumpin Bogor Jawa Barat. Hingga saat ini operasional perekaman hingga pelayanan data masih dilaksanakan secara *off line* yaitu setiap data yang direkam pada stasiun bumi Parepare/Rumpin akan dicopy pada DVD atau CD data rekaman. Selanjutnya data tersebut akan dikirim via pos dan diarsipkan pada pusat penyimpanan di Jakarta, sehingga pengguna yang membutuhkan data harus menunggu pengiriman data dari Parepare dan datang ke pusat penyimpanan di Jakarta baru kemudian dapat meng-copy data secara manual. Jika data tersebut dapat terkompres dengan optimal (*trade off* kompresi rasio dan kualitas data) maka akan sangat membantu

operasional penyimpanan dan *delivery* data kepada pengguna. Selain itu juga dimungkinkan untuk dilakukan pengembangan pelayanan *on-line* sehingga jika pengguna memerlukan data dapat mengakses data tersebut melalui *website* dan meng-*copy* secara langsung.

Dari kebutuhan *near real time delivery* dan dikarenakan kondisi jarak stasiun bumi jauh dari pusat pengolahan dan penyimpanan seperti yang telah diilustrasikan di atas maka dibutuhkan teknik pemampatan atau kompresi data yang optimal. Sehingga diharapkan akses *remote* data dari stasiun bumi ke pusat pengolahan dapat dilakukan dengan cepat dan informasi yang dihasilkan dari data juga akan terdistrosi sekecil mungkin dan pada akhirnya data tersebut dapat di-*delivery* dengan secepat mungkin.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan penjelasan uraian di atas permasalahan yang akan menjadi perhatian adalah kendala yang diakibatkan perbedaan lokasi yang jauh antara pusat perekaman data penginderaan jauh dan pusat pengolahan data penginderaan jauh di Indonesia. Selain itu beberapa aplikasi penginderaan jauh mensyaratkan *delivery* data kepada pengguna secepat mungkin sehingga data tersebut dapat cepat dimanfaatkan. Perkembangan teknologi kedepan juga akan mengakibatkan ukuran data penginderaan jauh akan semakin besar. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dibutuhkan teknik kompresi untuk data penginderaan jauh yang mempunyai banyak kanal atau *band* dan sehingga data tersebut dapat didelivery dengan *near real time*.

Hingga saat ini telah banyak algoritma atau teknik kompresi yang telah dikembangkan khusus untuk data inderaja seperti yang dipaparkan pada [4], [5], [6], [7] dan [8], dan termasuk perkembangan teknik yang baru adalah menggabungkan analisis *redundancy spasial* dan *redundancy spectral* seperti yang dilakukan pada [8] atau juga dikenal dengan teknik kompresi *hybrid*. Dari hasil pengembangan ini akan diajukan perbaikan algoritma untuk memperbaiki performansi kompresi khususnya PSNR yang dicapai, selain itu pada ujicoba algoritma yang diajukan akan juga diukur variable yang sama yang dilakukan [7] sehingga perbaikannya dapat dibandingkan.

Pada [8] dijelaskan untuk mereduksi *redundancy spectral* dilakukan prediksi linier terhadap *image band* dengan referensi *image band* sebelumnya. Pada kenyataannya *image-image* antar *band* tidak selalu berkorelasi sehingga hasil prediksi suatu *image band* tidak akan berhasil secara optimal hal ini juga pernah diteliti pada [9] untuk jenis data lain yaitu Landsat TM. Pada data Landsat TM korelasi antar *image band* dengan *image band* tetangganya tidak selalu tinggi misal korelasi antara *band* 3 dan 4 atau *band* 5 dan 6 [9]. Berdasarkan hal tersebut teknik yang dikembangkan pada [8] masih mungkin ditingkatkan untuk mendapatkan PSNR dan kompresi rasio yang lebih baik. Sehingga kualitas data yang dikompresi akan semakin baik sehingga dapat memenuhi persyaratan aplikasi penginderaan jauh.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis teknik kompresi data penginderaan jauh banyak kanal MODIS menggunakan *linier interband prediction* dan *wavelet transform*. Teknik yang digunakan merupakan pengembangan dari teknik kompresi yang telah dikembangkan pada [8].

1.4 Pembatasan Masalah

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis teknik kompresi untuk data satelit penginderaan jauh MODIS menggunakan prediksi *interband* linier dan skip *image band* tertentu. Selain itu transformasi *wavelet* yang digunakan adalah Lifting Schema (LS) 9/7. Teknik kompresi yang digunakan merupakan pengembangan dari teknik existing [8] yang menggunakan prediksi linier *interband* dengan referensi hanya 1(satu) *image band* sebelumnya. Teknik kompresi yang akan dianalisis menggunakan prediksi linier *interband* dengan referensi *image band* rata-rata dari *image band* sebelum dan *image band* sesudahnya. Prediksi linier *interband* yang digunakan merupakan hasil pre-riset yang membandingkan beberapa skema prediksi *interband*. Sedangkan untuk skema transformasi *wavelet* teknik yang akan dianalisis akan menggunakan LS 9/7. Pemilihan LS 9/7 ini sesuai dengan rekomendasi [12] yang menjelaskan

PSNR hasil kompresi menggunakan LS 9/7 lebih baik dibandingkan dengan menggunakan CDF 9/7.

Sample data satelit penginderaan jauh MODIS yang akan digunakan adalah Data MODIS yang direkam oleh LAPAN. Untuk mempercepat waktu simulasi digunakan sample 512 x 512 pixel dengan kuantisasi 8 bit per pixel. Pada penelitian ini proses *preprocessing* untuk menyiapkan data sample input yang digunakan adalah menghilangkan *noise* dengan *lowpass filter*. *Lowpass filter* yang dipilih adalah *Gaussian lowpass filter* dengan parameter berdasarkan hasil pre-riset yang sudah dilakukan. Data sample input yang digunakan untuk analisis berbeda dengan data sample yang digunakan pada teknik *existing*. Untuk itu perbandingan hasil kompresi teknik yang dikembangkan dilakukan dengan asumsi karakteristik data *sample* yang digunakan mendekati data *sample* pada teknik *existing*.

Analisis yang dilakukan akan memperhatikan karakteristik dari data MODIS yang digunakan dan pengaruh dari parameter atau *variabel* pada teknik kompresi yang dikembangkan akan dianalisis dan dibandingkan dengan hasil kompresi dari teknik *existing* [8]. Sebagai parameter akan dilihat hasil PSNR terhadap kompresi rasio dan dibandingkan dengan hasil teknik *existing*. Selain itu juga akan dianalisis parameter lain sebagai ukuran kualitas hasil kompresi dari teknik yang dikembangkan yaitu *symmetry co-histogram*. Dengan kombinasi parameter PSNR, *symmetry co-histogram*, kompresi rasio dan waktu kompresi teknik yang dikembangkan akan diukur dan dianalisis.

Berdasarkan penjelasan [17] untuk jenis data hiperspektral yang lain hasil kompresi dengan PSNR 30 dB dan 40 dB masih dapat menghasilkan pengamatan atau klasifikasi obyek yang mendekati image originalnya. Untuk itu pada analisis akan didefinisikan batas PSNR hasil kompresi yang masih dianggap baik adalah lebih besar atau sama dengan 40 dB.

Analisis yang dilakukan belum sampai pada implementasi aplikasi spesifik data MODIS. Sehingga kedepan untuk penyiapan implementasi perlu diujicoba secara riil suatu aplikasi data MODIS menggunakan data hasil kompresi tersebut. Sehingga teknik yang dikembangkan dapat diuji coba untuk mengatasi permasalahan riil operasional yaitu kebutuhan near time delivery data MODIS.

1.5 Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis teknik kompresi data MODIS yang dikembangkan berdasarkan dasar teori dari referensi paper dan literatur yang ada. Berdasarkan dasar teori tersebut dilakukan pengembangan piranti lunak untuk simulasi, mengukur dan menganalisis hasil teknik kompresi data yang dikembangkan. Selain itu juga akan dibandingkan hasil teknik yang dikembangkan dan teknik *existing*.

Penelitian ini akan menggunakan teknik kompresi data *existing* yang dijelaskan pada [8] sebagai acuan utama. Berdasarkan referensi lain dan perbandingan di tahap awal penelitian dipilih prediksi *interband* linier dengan referensi rata-rata image band tetangganya sebagai pengembangan dari prediksi *interband* linier yang digunakan pada teknik *existing*. Dengan memperhatikan karakteristik data MODIS maka akan juga dianalisis pengaruh pemilihan band yang akan di-*skip* dari proses prediksi atau *image coding*. Sedangkan untuk wavelet transform seperti telah dijelaskan pada batasan penelitian menggunakan LS 9/7.

Percobaan teknik kompresi yang akan dianalisis menggunakan data set MODIS 512x512, 8 bit pixel dan dengan alat Laptop Toshiba Pentium IV 1.8 Ghz dengan memory 1 GB. Dengan mengamati nilai PSNR, kompresi rasio (CR) koefisien korelasi, waktu kompresi dan *symmetry co-histogram* akan dijelaskan karakteristik atau pengaruh parameter kompresi terhadap hasil kompresi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini disusun dalam 5 bab yang saling terkait. Bab I berisi tentang latar belakang, identifikasi masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah dan metodologi penelitian tentang perbaikan teknik kompresi data penginderaan jauh MODIS dengan prediksi linier *interband* dan transformasi *wavelet*. Bab 2 berisi tentang kompresi data penginderaan jauh yang menjelaskan data penginderaan jauh, skema atau algoritma yang digunakan pada teknik *existing*[8] dan yang telah dikembangkan untuk data penginderaan jauh. Bab 3 menjelaskan tentang pengembangan teknik kompresi yang merupakan hasil pre-riset. Selain itu pada Bab 3 juga akan dijelaskan simulasi yang dilakukan untuk analisis teknik kompresi yang dikembangkan. Bab 4 menjelaskan hasil simulasi

dan analisis teknik yang dikembangkan. Pada Bab 4 akan menjelaskan perbandingan hasil parameter kompresi dengan hasil kompresi dan membandingkan nilai parameter tersebut seperti PSNR, kompresi rasio, *symmetry co-histogram*, waktu kompresi dan level dekomposisi transformasi *wavelet*. Dari analisis tersebut akan dijelaskan hasil kompresi yang optimal dan rekomendasi parameter yang digunakan untuk teknik yang dikembangkan. Bab 5 sebagai penutup akan mengambil kesimpulan dari hasil simulasi dan analisis yang telah dilakukan.

