

BAB III

PENGEMBANGAN TEKNIK KOMPRESI *EXISTING* DAN SIMULASI

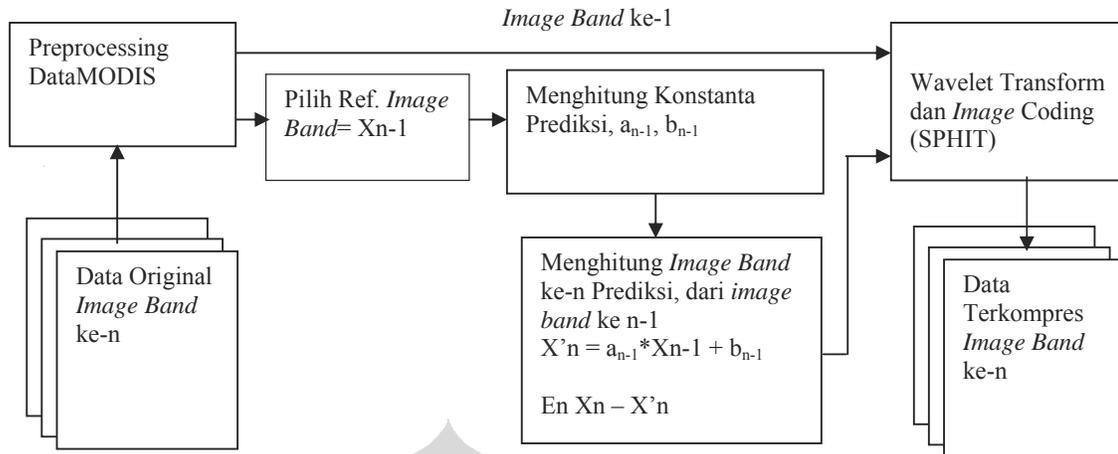
Berdasarkan tujuan dan batasan penelitian yang telah dijelaskan pada Bab Pendahuluan, penelitian yang akan dilaksanakan adalah menganalisis teknik kompresi hasil pengembangan dari teknik *existing* [8] yaitu teknik kompresi dengan *interband prediction* dan *wavelet transform*. Pengembangan yang dilakukan adalah menggunakan prediksi linier *interband* rata-rata terdekat dengan *skip image band* tertentu dan transformasi wavelet LS 9/7. Prediksi linier *interband* rata-rata terdekat adalah prediksi *interband* linier yang menggunakan rata-rata *image band* sebelum dan sesudah sebagai referensi *image*.

3.1 Teknik Kompresi *Existing*

Berdasarkan [8] yaitu teknik kompresi *hybrid* yang menggabungkan teknik reduksi redundansi data spektral dan spasial. Reduksi redundansi spektral menggunakan prediksi *image band* tertentu dari referensi *image band* yang lain, atau *interband prediction*. Sedangkan reduksi redundansi spasial menggunakan *Integer Wavelet* berbasis CDF 9/7 untuk analisa *image* dan SPHIT untuk *image coding*. Berikut adalah algoritma yang telah dijelaskan pada referensi [8] :

- a. Preproses data MODIS
- b. Transformasikan *band* pertama dengan *Integer Wavelet Transform* (IWT), Koefisien-koefisien dikodekan dengan SPHIT
- c. Dari *Pixel* X_n dan X_{n+1} , hitung koefisien prediksi, $n =$ indeks *band*/kanal
- d. Hitung prediksi X_{n+1}
- e. Hitung *Error Image* : $E_{n+1} = X_{n+1} - X'_{n+1}$
- f. Transformasikan hasil *Error image* transformasi dikodekan dengan SPHIT
- g. $n < 36$ (jumlah *band*), $n = n + 1$, loop ke step c.

Langkah-langkah algoritma di atas dapat diilustrasikan dengan diagram blok dibawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Blok Teknik Existing

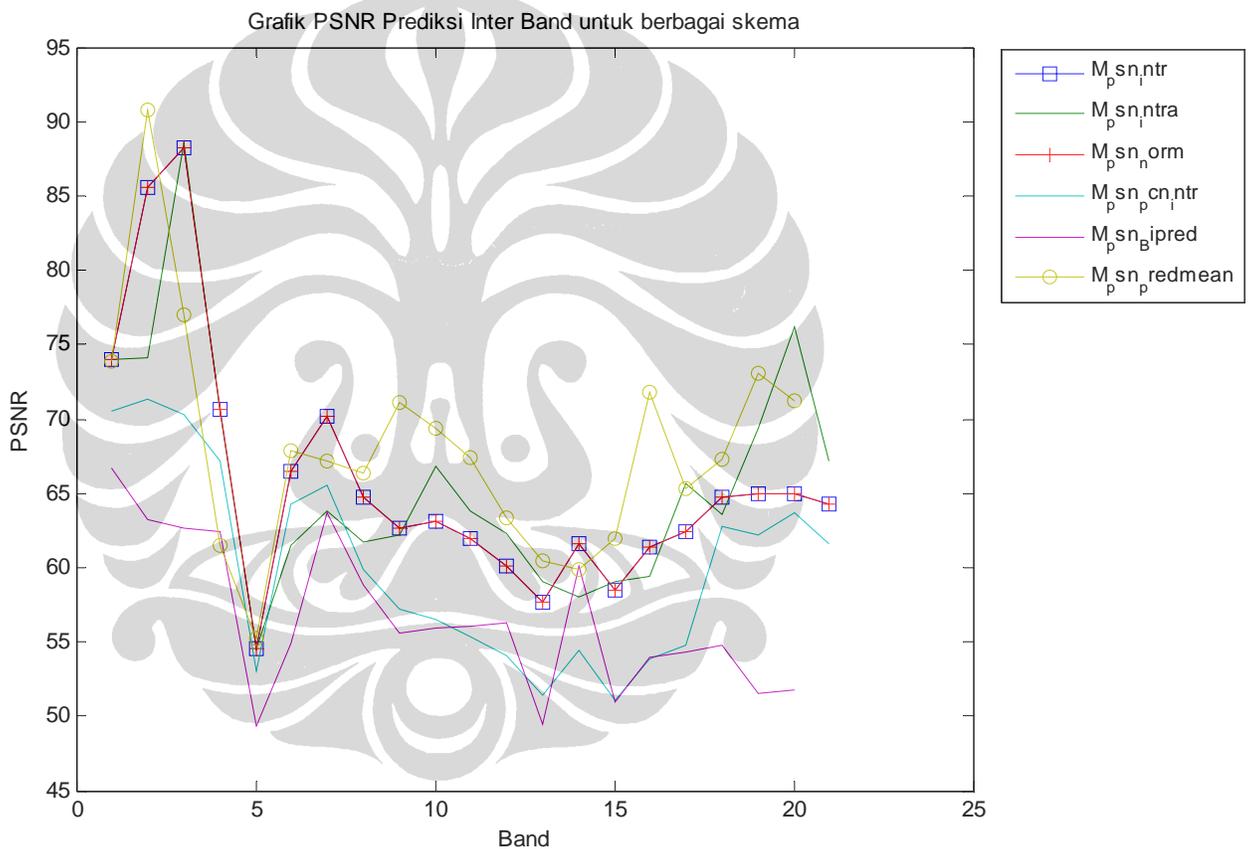
3.2 Pengembangan Teknik Kompresi Existing yang Akan Dianalisis

Seperti yang telah diilustrasikan pada Gambar 2.3 bahwa proses yang dilakukan pada teknik kompresi hybrid dapat dibagi 2 (dua), yaitu reduksi redundansi spektral dan reduksi redundansi spasial. Reduksi redundansi spektral pada [8] menggunakan prediksi *interband* linier dan reduksi redundansi spasial menggunakan transformasi wavelet CDF 9/7 dan SPIHT. Pada penelitian ini pengembangan teknik kompresi existing [8] yang dilakukan adalah menggunakan prediksi *interband* linier rata-rata terdekat dan transformasi wavelet LS 9/7. Selain itu juga akan diperhatikan karakteristik data MODIS berkaitan dengan pemilihan *band* yang tidak diprediksi dikarenakan koefisien korelasinya dengan *image-image band* tetangganya kecil yang mengakibatkan linier prediksi tidak efektif.

3.2.1 Prediksi *Interband* Linier Rata-rata terdekat

Prediksi *interband* linier rata-rata terdekat seperti juga prediksi *interband* yang digunakan pada teknik *existing* [8] yaitu meramalkan *image band* dari referensi *image band* dengan persamaan linier seperti pada persamaan (2.1). Perbedaannya hanya pada *image band* referensi. Pada teknik *existing* [8] *image band* referensi adalah *image band* sebelumnya (X_{n-1}). Sedangkan pada teknik yang akan dianalisis menggunakan rata-rata *image band* sebelum dan sesudahnya ($(X_{n-1} + X_{n+1})/2$) sebagai *image band* referensi. Pemilihan ini dilakukan

berdasarkan hasil perbandingan yang telah dilakukan pada tahap awal penelitian (pre-riset). Pada pre-riset dilakukan perbandingan hasil prediksi *interband* dari beberapa alternatif prediksi *interband* dengan prediksi linier *interband* yang digunakan pada teknik *existing*. Beberapa alternatif yang dibandingkan adalah prediksi *interband* linier dengan *image* referensi lebih dari 1 (satu) *image* [9], prediksi *interband* linier rata-rata terdekat, normalisasi *image* input [13], *Pixel Closest Neighbor* (PCN) [14]. Hasil perbandingan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.2



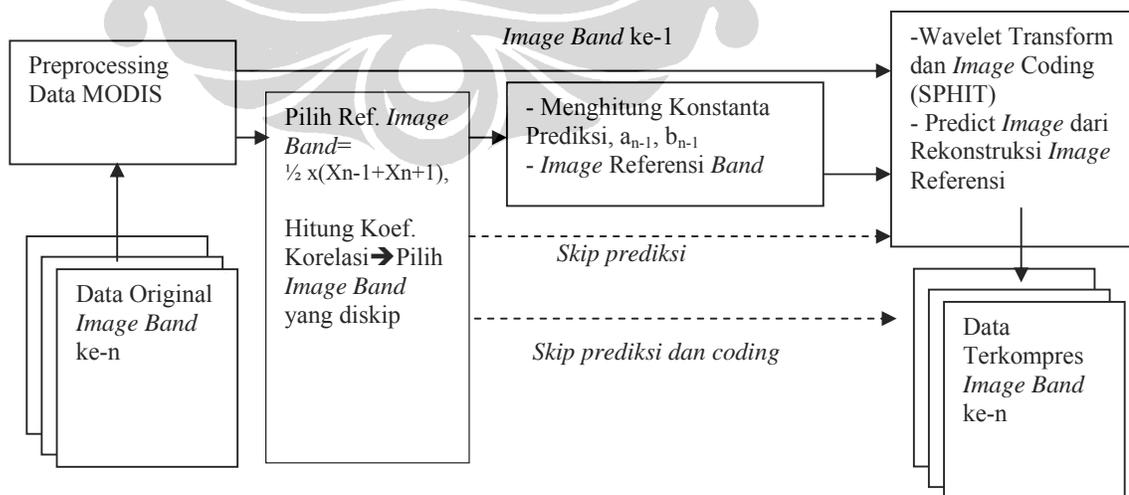
Gambar 3.2 Grafik PSNR *Interband* Prediction

Pada Gambar 3.2 dapat dilihat bahwa dari hasil prediksi *interband* yang paling baik adalah skema prediksi linier *interband* yang menggunakan rata-rata *image band* sebelum dan sesudahnya sebagai *image* referensi (pada Gambar 3.2 grafik $M_{psn_redmean}$). Sedangkan normalisasi dengan energi input hasil prediksinya hampir sama dengan prediksi linier *band* yang digunakan pada teknik

existing. Berdasarkan hasil perbandingan ini prediksi *interband* linier rata-rata terdekat akan dipilih pada teknik kompresi yang akan dianalisis.

Prediksi *interband* yang digunakan pada teknik existing adalah untuk meramalkan atau memprediksi *image band* ke- $n+1$ digunakan *image band* ke- n , seterusnya dilakukan secara sekuensial hingga memprediksi *band* yang terakhir. Dengan memperhatikan koefisien korelasi maka dapat diidentifikasi *image band* yang akan menghasilkan prediksi yang jelek. Untuk jika *image band* yang tidak bisa diprediksi tersebut dikirim apa adanya (original) maka kualitas data seluruhnya dapat lebih dipertahankan secara optimal. Teknik yang hampir sama juga telah diteliti untuk jenis data lain yaitu Landsat-TM yaitu melihat dekorelasi spektral *image* antar *band* [12]. Diharapkan sesuai dengan karakterisasi respon sensor masing-masing *band* penentuan *band* yang tidak diprediksi ini (*skip prediction*) dapat konsisten sehingga untuk data set yang lain tidak perlu mencari koefisien korelasi untuk semua *band*. Teknik *skip prediction* ini juga dapat digabungkan dengan prediksi *interband* linier rata-rata untuk mencapai hasil kualitas data kompresi yang lebih baik.

Diagram blok untuk teknik kompresi data yang akan dianalisis dapat dilihat pada Gambar 3.3. Koefisien korelasi akan tergantung dari kedekatan *patern* antar *band* referensi dan *band* yang akan diprediksi dan berdasarkan karakteristik jumlah *band* pada data MODIS perlu diperhatikan *image band-band* yang saling berkorelasi.



Gambar 3.3 Teknik Kompresi Prediksi *Interband* Linier Rata-rata dengan *Skip Prediction Image Band*.

Pada Gambar 3.3 dapat dilihat teknik kompresi yang dikembangkan menggunakan prediksi linier *interband* rata-rata terdekat dengan *skip image band*. *Skip image band* ada 2 (dua) macam yaitu *skip* prediksi dan *skip* prediksi dan *coding*. Jika *image band* hasil *skip* prediksi hasil reduksi redundansi spasial dibawah standar (PSNR < 40 dB) maka *image band* tersebut akan *skip* prediksi dan *skip image coding* atau benar-benar dikirim original data.

Pada teknik yang dikembangkan juga dilakukan proses *preprocessing*. Proses *preprocessing* yang dilakukan adalah menghilangkan *noise* (*noise removal*) dengan menggunakan *Gaussian lowpass filter*. *Gaussian low pass filter* yang sering digunakan untuk data remote sensing adalah 3x3 atau 4x4 akan tetapi juga ditentukan oleh jenis data yang akan di-*filter*. Untuk penelitian ini akan dipilih proses *noise removal* yang dianggap paling optimal berdasarkan hasil pre-riset yang telah dilakukan. Dari hasil pre-riset, untuk *Gaussian lowpass filter* 3x3, 4x4 menghasilkan hasil kompresi masih dibawah 40 dB. Berdasarkan hasil pre-riset dipilih *Gaussian lowpass filter* 11x11 dengan nilai variance atau sigma = 5 yang menghasilkan kompresi dengan nilai PSNR 40.08 dB pada kompresi rasio 80 kali. Dari Tabel 3.1 dapat terlihat semakin besar sigma PSNR hasil kompresi juga semakin besar, akan tetapi *symmetry co-histogram* atau perbedaan dengan data awal lebih besar. Untuk itu dipilih sigma = 5 dengan hasil di atas 40 dB akan tetapi selisih dengan data awal lebih dekat. Selain itu pada Tabel 3.2 juga dapat dijelaskan jika digunakan window filter yang lebih besar (12x12 atau 13x13) perbedaan *symmetry histogram* dengan data kondisi awal lebih besar, disamping waktu yang dibutuhkan untuk proses *filtering* juga relatif lebih lama. Berdasarkan hasil pre-riset ini maka dipilih proses *noise removal* menggunakan *Gaussian Lowpass Filter* yang paling optimal adalah dengan window 11x11 dan sigma = 5. Pemilihan ini tentunya membutuhkan validasi lebih lanjut untuk aplikasi remote sensing khususnya untuk data inderaja MODIS. *Sample Image* yang akan digunakan untuk analisis dapat dilihat pada Gambar 3.4 a.

Tabel 3.1 Gaussian Lowpass Filter 11x11

Sigma	Preprocessing		Hasil Kompresi (CR = 80 kali)
	PSNR	Symmetry	PSNR
4	69.875	0.77151	39.6287
5	69.627	0.76413	40.0826
6	69.493	0.76004	40.3058
7	69.411	0.75792	40.3747
8	69.359	0.75627	40.3207
9	69.324	0.75479	40.3591

Tabel 3.2 Gaussian Lowpass Filter sigma = 5

Window	PSNR	Symmetry	Waktu Filter (ms)
3x3	75.78	0.93816	10.8
4x4	73.19	0.91983	11.15
11x11	69.63	0.76413	43.23
12x12	69.36	0.74327	47.19
13x13	69.63	0.76413	51.59



(a)



Band-1 original image



Band-32 original image

(b)

Gambar 3.4 Image Sample : (a) yang di gunakan untuk analisis,
(b) yang digunakan pada teknik existing [8]

3.2.2 Wavelet Transforms LS 9/7

Pada algoritma *existing* skema transformasi *wavelet* yang digunakan adalah CDF 9/7. Berdasarkan [12] skema CDF9/7 dapat diperbaiki dengan dengan *Lifting Schema* (LS) 9/7. Perbaikan yang dilakukan adalah dengan mengganti koefisien *filter biorthogonal* 9/7. Dengan skema LS9/7 *Mean Square Error*(MSE) dan waktu komputasi akan lebih baik [12].

Koefisien *filter* untuk *wavelet* LS97 didapatkan dengan menyederhanakan konstanta $\alpha = 3/2$. Sehingga sesuai persamaan (2.9) konstanta-konstanta untuk menghitung koefisien filter dapat dihitung dan hasilnya seperti pada persamaan konstanta (3.3).

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha = -3/2 \\ \beta = -1/16 \\ \gamma = 4/5 \\ \delta = 15/32 \\ \zeta = 4\sqrt{2}/5 \end{array} \right. \quad \dots \quad (3.3)$$

Dari persamaan (2.11) maka konstanta filter biorthogonal LS97 dapat dihitung dan dirangkum pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Koefisien Filter Wavelet LS 9/7

Wavelet	Filter	Jumlah Tap/Koefisien	Koefisien
LS 9/7	h0	9 (start indek -4)	0.59375
	h1		0.26875
	h2		-0.075
	h3		-0.01875
	h4		0.028125
	g0	7 (start indek -3)	0.5625
	g1		0.296875
	g2		-0.03125
	g3		-0.04688

3.3 Simulasi

Simulasi dilakukan dengan menggunakan Tools Simulasi dan Laptop Toshiba Pentium IV 1.8 Ghz dengan memory 1 GB. Untuk mempercepat proses komputasi sample data MODIS yang digunakan adalah 512 pixel x512 *pixel*, dengan kuantisasi 8 bit per *pixel*. Untuk mendapatkan data-data untuk analisis dilakukan simulasi modul-modul teknik kompresi existing [8] dan pengembangannya.

Modul-modul simulasi yang akan dibuat adalah sebagai berikut :

I. Teknik Existing

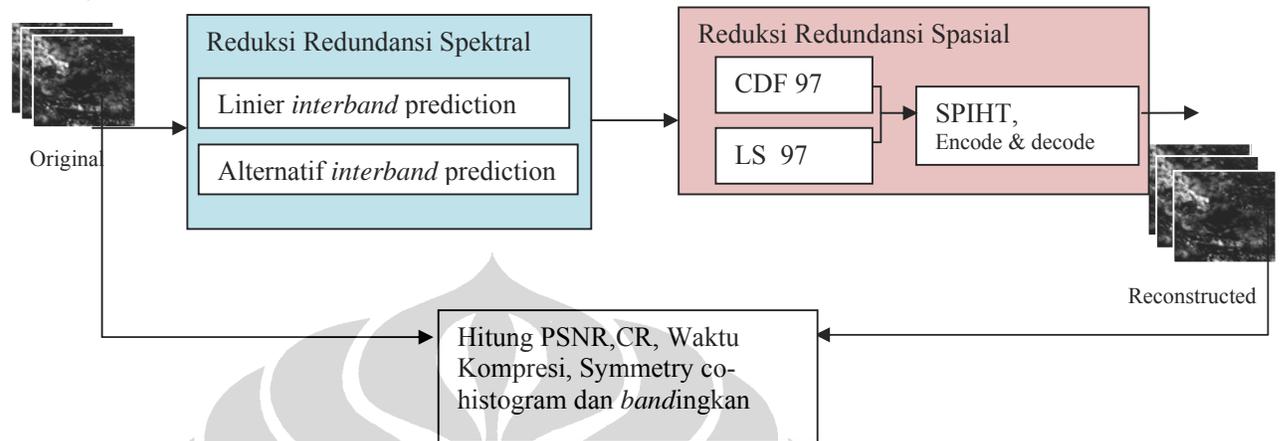
- Modul Reduksi Redundansi Spektral
 - Modul perhitungan koefisien antar *image band*
 - Modul perhitungan prediksi *image band*.
- Modul Reduksi Redundansi Spasial.
 - Modul Wavelet Transform : CDF 9/7
 - Modul SPIHT

II. Teknik yang akan dianalisis

- Modul Reduksi Redundansi Spektral
 - Hitung *Image Referensi* (rata-rata *image*)
 - Modul perhitungan koefisien antar *image band*
 - Modul perhitungan prediksi *image band*.
 - Hitung koefisien korelasi antar *Band*, Pilih *skip image band*.
- Modul Reduksi Redundansi Spasial.
 - Modul Wavelet Transform : LS 9/7
 - Modul SPIHT

III. Validasi dan Pengukuran, perhitungan PSNR, grafik PSNR terhadap dan kompresi rasio.

Ilustrasi simulasi yang dilakukan dapat dilihat pada blok diagram simulasi seperti pada Gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3.5 Blok Diagram Simulasi dan Analisis

Format Data MODIS adalah HDF-EOS, dan terbagi menjadi beberapa file. Didalam masing-masing file terdapat beberapa *band*. Untuk memudahkan proses pemisahan data dilakukan dengan tools ENVI dan di-*crop* 512x512 *pixel*. Subrutin untuk simulasi ini akan menggunakan *function* yang telah dipublikasikan pada www.mathwork.com. Script SPIHT yang digunakan adalah script Matlab yang dibuat oleh Dr. M. Sakali dan Prof. William A. Pearlman yang dapat diakses pada <http://www.cipr.rpi.edu/research/SPIHT/spiht3.html>.