

Perancangan Aplikasi Fusi Citra Pankromatik Dan Citra Multispektral Menerapkan Algoritma Wang Bovik

Benedikta Deliani Gea

Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi, Teknik Informatika, Universitas Budi Darma, Medan, Indonesia
Email: diktagea33@gmail.com

Abstrak—Perkembangan teknologi remote sensing atau penginderaan jauh menawarkan kemudahan dalam pemetaan suatu wilayah. Hal ini dapat dilihat dari penggunaan peta digital yang sangat sering digunakan untuk pemetaan suatu wilayah. Sekarang ini sistem sensor satelit penginderaan jauh dapat beroperasi dengan mode multispektral dan mode pankromatik secara simultan. Satelit penginderaan jauh mampu menghasilkan citra multispektral dan citra pankromatik dengan resolusi spasial yang tinggi, namun citra pankromatik yang dihasilkan memiliki resolusi spasial yang lebih tinggi dibandingkan dengan citra resolusi spasial citra multispektral yang dihasilkan oleh satelit penginderaan jauh tersebut. Hal inilah yang melatarbelakangi perancangan aplikasi fusi citra multispektral dan citra pankromatik dengan menerapkan metode algoritma Wang Bovik. Untuk menghasilkan citra yang memiliki resolusi spasial yang tinggi dengan resolusi spasial yang rendah dengan citra pankromatik dengan resolusi spasial yang tinggi sehingga akan dihasilkan citra keluaran yang memiliki kelebihan yang dimiliki oleh citra multispektral dan kelebihan yang dimiliki oleh citra pankromatik. Untuk menyelesaikan masalah aplikasi fusi citra ini, penulis menggunakan suatu metode algoritma wang bovik. Dengan metode ini diharapkan mampu menyelesaikan masalah fusi citra untuk penajaman citra pada aplikasi fusi citra. Dalam skripsi ini akan dibahas tentang cara menciptakan aplikasi fusi citra dengan metode transformasi brovey menggunakan bahasa pemrograman visual basic. Aplikasi ini dibangun dengan menggunakan microsoft visual studio.net 2008 sebagai editor untuk mengedit program.

Kata Kunci : Remote Sensing; Wang Bovik; Vb.Net 2008

Abstract—The development of remote sensing technology offers convenience in mapping an area. This can be seen from the use of digital maps which are very often used for mapping an area. Currently, remote sensing satellite sensor systems can operate in multispectral mode and panchromatic mode simultaneously. Remote sensing satellites are capable of producing multispectral and panchromatic images with high spatial resolution, but the resulting panchromatic images have a higher spatial resolution than the multispectral images produced by these remote sensing satellites. This is the background for designing a multispectral image fusion application and a panchromatic image by applying Wang Bovik's algorithm method. To produce images that have high spatial resolution with low spatial resolution with panchromatic images with high spatial resolution so that an output image will be produced which has the advantages possessed by multispectral images and the advantages possessed by panchromatic images. To solve the problem of this image fusion application, the authors use an algorithm method wang bovik. This method is expected to be able to solve the problem of image fusion for image sharpening in image fusion applications. In this thesis, we will discuss how to create image fusion applications using the Brovey transformation method using the Visual Basic programming language. This application was built using Microsoft Visual Studio.net 2008 as an editor to edit the program.

Keywords: Remote Sensing; Wang Bovik; Vb.Net 2008

1. PENDAHULUAN

Masalah Teknologi remote *sensing* atau penginderaan jauh menawarkan kemudahan dalam pemetaan suatu wilayah. Saat ini penginderaan jauh sangat sering digunakan karena citra dapat dibuat secara cepat meskipun berada pada daerah yang sulit ditempuh melalui daratan sehingga sangat di perlukan untuk pemetaan daerah bencana dan citra yang dihasilkan menggambarkan objek di permukaan bumi dengan wujud dan letak objek yang mirip dengan objek yang sebenarnya. Citra multispektral merupakan citra yang mempunyai saluran multispektrum yang tinggi sehingga memberikan informasi warna berdasarkan pantulan dan penyerapan sinar elektromagnetik oleh objek yang ditangkap oleh sensor.

Fusi citra atau image fusion adalah proses penggabungan beberapa citra yang menjadi citra komposit tunggal. fusi citra bertujuan untuk menghasilkan citra yang informatif yaitu citra yang memiliki resolusi spektral dan resolusi spasial yang tinggi. Ada beberapa metode yang digunakan untuk melakukan proses fusi citra, diantaranya yaitu metode *Principal Component Analysis* (PCA). Transformasi PCA bertujuan mereduksi komponen yang saling berkorelasi menjadi komponen tereduksi baru yang saling tidak berkorelasi. Oleh karena itu dalam sekali perekaman, sensor pankromatik dengan ukuran yang sama dapat memberikan lebih banyak informasi spasial. Selain itu volume data sepasang citra pankromatik resolusi tinggi dan citra multispektral resolusi rendah akan jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan volume sebuah citra multispektral resolusi tinggi[1].

Fusi citra adalah kombinasi dari dua buah citra yang berbeda atau lebih untuk menghasilkan citra baru menggunakan algoritma tertentu [2]. Fusi citra dimaksudkan untuk menghasilkan citra baru yang lebih informatif dibandingkan dengan citra sebelumnya, dimana citra yang dihasilkan memiliki ketelitian tinggi dan memiliki informasi spektral yang baik. metode fusi citra secara umum terbagi menjadi 2, yaitu: *Feature space fusion*: fusi citra yang menggunakan metode transformasi citra ke dalam ruang baru yang nantinya citra baru hasil transformasi merepresentasikan komponen/obyek yang berkorelasi. *Spatial domain fusion*: metode fusi citra ini mentransfer frekuensi tinggi pada citra dengan resolusi tinggi ke citra dengan resolusi lebih rendah. Dan telah melakukan percobaan untuk membandingkan metode-metode tersebut yang menyimpulkan bahwa penajaman menggunakan transformasi Wavelet lebih baik dari yang lain (Dehghani, 2003)[3]. Banyak penelitian tentang fusi yang telah dilakukan. Pada

umumnya, penelitian yang dilakukan adalah melakukan fusi citra satelit resolusi tinggi (*high-resolution panchromatic images/HRPIs*) dengan citra resolusi rendah (*low-resolution multispectral images/LMRI*s)[4]

Pada konsepnya, fusi citra ini menggunakan high pass filtering pada citra resolusi tinggi untuk digabungkan dengan citra resolusi rendah. Evaluasi hasil citra fusi umumnya dilakukan dengan menggunakan pengamatan secara kualitatif, namun evaluasi kualitas citra hasil fusi dapat diukur secara kuantitatif menggunakan indeks kualitas wangbovik dengan membandingkan hasil pemrosesan dengan citra referensi. Wang dan Bovik (2002) menyatakan bahwa indeks kualitas berguna untuk menilai kualitas citra, mengontrol kualitas citra, dan mengevaluasi algoritma penajaman citra.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Citra Digital

Citra digital merupakan citra $f(x,y)$ dimana dilakukan diskritisasi koordinat spasial atau sampling dan diskritisasi tingkat kwantisasi (kecemerlangan/ keabuannya). Citra digital juga merupakan suatu fungsi intensitas cahaya $f(x,y)$, dimana nilai x dan nilai y adalah koordinat spasial. Nilai fungsi tersebut di setiap titik (x, y) adalah tingkat kecemerlangan citra di titik tersebut. Pengolahan Citra adalah representasi dua dimentasi untuk bentuk fisik nyata tiga dimensi. Citra dalam perwujudan dapat bermacam-macam, mulai dari gambar perwujudan nya dapat bermacam –macam, dimulai dari gambar putih pada sebuah foto (yang tidak bergerak) sampai pada gambar warna yang bergerak pada televisi .proses transformasi dari bentuk tiga dimensi ke bentuk dua dimensi untuk menghasilkan citra akan dipengaruhi oleh bermacam macam factor yang akan mengakibatkan citra penampilan citra suatu benda tidak sama persis dengan bentuk fisik nya sama sekali[5]

2.2 Penginderaan jauh (*remote sensing*)

Penginderaan jauh adalah pengukuran dan analisa terhadap radiasi elektromagnetik yang direfleksikan dari, ditransmisikan melalui, atau diserap oleh atmosfer, hidrosfer dan materi pada atau di dekat permukaan bumi, dengan tujuan untuk mengerti dan mengatur sumber daya alam bumi dan lingkungannya[6]. Berdasarkan beberapa definisi di atas, ada konsep-konsep yang terdapat dalam sebuah sistem penginderaan jarak jauh (inderaja) yaitu sebagai berikut :

1. Akuisisi dan interpretasi citra dari angkasa dan udara
2. Sumber utama dari data geografis
3. Penginderaan jauh (inderaja) termasuk teknik- teknik untuk akuisisi data dan prosesnya di manapun pada bumi, dengan biaya rendah
4. Potensial untuk perubahan yang konsisten dan berulang – ulang
5. Banyak sistem analisa citra yang terdiri dari beberapa fungsi analitik yang sangat canggih
6. Data yang telah diinterpretasi pada sistem inderaja dapat digabung dengan data lapis pada sebuah SIG.

2.3 Fusi Citra (*Image Fusion*)

Penginderaan jarak jauh dapat didefinisikan sebagai proses pengumpulan informasi mengenai suatu obyek tanpa secara langsung terjadi kontak fisik dengan obyek. Pesawat udara dan satelit adalah platform yang paling umum dalam proses observasi penginderaan jarak jauh. Kata penginderaan jarak jauh sendiri dibatasi terhadap metode yang mempekerjakan energi elektromagnetik sebagai komponen utama dalam proses deteksi dan pengukuran karakteristik target.[6] Tujuan dari fusi citra adalah penajaman citra, meningkatkan ketelitian registrasi citra, klasifikasi dan menutupi informasi yang hilang. Pada umumnya *band* multispektral memiliki resolusi lebih rendah dari saluran pankromatiknya

2.4 Citra Multispektral

Citra multispektral adalah suatu objek citra dengan menggunakan lebih dari satu spektrum elektromagnetik yang pengindraannya dilakukan pada saat tempat dan ketinggian yang sama[8]. Kamera yang digunakan adalah kamera tunggal berlensa jamak. Citra multispektral biasanya terdiri dari empat buah citra yang menggambarkan suatu daerah dengan menggunakan saluran biru ($0,4\mu\text{m} - 0,5\mu\text{m}$), hijau ($0,5\mu\text{m} - 0,6\mu\text{m}$), merah ($0,6\mu\text{m} - 0,7\mu\text{m}$), dan inframerah dekat ($0,7\mu\text{m} - 1,1\mu\text{m}$). Sedangkan Citra multispektral hitam putih dapat dibentuk berbagai citra berwarna sehingga lebih memudahkan pengenalan benda yang tergambar pada citra. Keunggulan citra multispektral terletak pada kemampuannya mempertajam perbedaan rona antara dua objek atau lebih.

2.5 Citra Pankromatik

Citra ini peka terhadap panjang gelombang $0,36\mu\text{m} - 0,72\mu\text{m}$. Kepekaannya hampir sama dengan kepekaan mata manusia[9]. Hal ini merupakan kelebihan dari citra pankromatik hitam putih dibanding dengan film film lainnya. Berikut ini adalah keunggulan dari citra pankromatik hitam putih :

1. Kesan rona objek sama dengan kesan mata memandang objek aslinya, karena kepekaan filmnya sama dengan kepekaan mata manusia.
2. Resolusi spasialnya sangat halus sehingga sangat memungkinkan mengenai objek yang berukuran kecil.

3. Stabilitas dimensional tinggi, sehingga banyak digunakan dalam bidang citra grametri.
4. Film pankromatik hitam putih telah lama dikembangkan sehingga orang sudah sangat terbiasa menggunakannya.

2.6 Penajaman Citra (*Image Sharpening*)

Penajaman Citra bertujuan untuk memperjelas tepi pada objek didalam citra. Penajaman Citra juga dilakukan dengan melewati citra pada penapis lolos-tinggi (*high-pass filter*) [10]. Karena penajaman citra lebih berpengaruh pada tepi (*edge*) objek, sehingga penajaman citra disebut juga penajaman tepi (*edge sharpening*) atau peningkatan kualitas tepi (*edge enhancement*). Akibatnya, pinggiran objek terlihat lebih tajam dibandingkan sekitarnya. Ada beberapa teknik yang digunakan untuk penajaman citra diantaranya adalah 1. Teknik Fusi Citra Multisensor

Teknik fusi citra multisensor digunakan secara otomatis untuk menggabungkan (fusi) suatu citra multispektral yang mempunyai resolusi rendah dengan citra tingkat keabuan yang mempunyai resolusi spasial tinggi. Dengan menggabungkan kedua citra tersebut maka akan diperoleh citra yang memiliki resolusi spasial yang tinggi yang diambil dari citra pankromatik dan warna yang diambil dari citra multispektral sehingga akan meningkatkan ketajaman dari citra hasil fusi.

2. Teknik Normalisasi Warna (*Color Normalized*)

Teknik normalisasi warna juga dilakukan dengan cara mengaplikasikan suatu teknik penajaman citra yang menggunakan suatu kombinasi matematik dari citra warna dan data citra resolusi spasial tinggi (Gokmaria Sitanggang, 36 : 2013). Setiap kanal di dalam citra warna tersebut dikalikan dengan suatu rasio dari data resolusi spasial tinggi yang dibagi dengan jumlah kanal-kanal warna tersebut. Dengan melakukan teknik normalisasi warna maka akan menghasilkan citra dengan resolusi spasial yang tinggi dan memiliki warna setelah difusikan dengan citra multispektral dengan resolusi spasial yang rendah.

3. Teknik *Hue Saturation Value (HSV)*

Teknik *hue saturation value* dilakukan dengan mentransformasikan suatu citra dalam ruang warna *RGB* menjadi citra dalam ruang warna *HSV* (Gokmaria Sitanggang, 36 : 2013). Teknik ini dilakukan dengan cara menggantikan kanal nilai (*Value-V*) dengan citra resolusi spasial tinggi dan melakukan *resampling* kanal *Hue (H)* dan *Saturation (S)*, menjadi ukuran elemen citra resolusi spasial tinggi.

2.7 Indeks Kualitas Wang Bovik

Wang dan Bovik memperkenalkan suatu metode yaitu untuk menilai kualitas citra melalui nilai indeks yang dihasilkan dari kehilangan korelasi dengan citra referensi (*loss of correlation*), distorsi pencahayaan (*luminance distortion*), dan distorsi kontras (*contrast distortion*), sebagai mana ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$Q = \frac{4 \sigma_{xy} \bar{x} \bar{y}}{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2) [(\bar{x})^2 + (\bar{y})^2]}$$

Dimana rumus ini berasal dari :

$$Q = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} \cdot \frac{2 \bar{x} \bar{y}}{(\bar{x})^2 + (\bar{y})^2} \cdot \frac{2 \sigma_x \sigma_y}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$$

$\underline{a} \qquad \qquad \underline{b} \qquad \qquad \underline{c}$

Dimana :

- a. Berkurangnya nilai korelasi
- b. distorsi pencahayaan
- c. : distorsi contrast

Parameter yang digunakan dalam algoritma Wang – Bovik yaitu:

\bar{x}, \bar{y}

1. rata – rata dari citra original dan citra test

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i ; \bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i$$

2. variansi dari citra original (x)

$$\sigma^2 x = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2$$

3. variansi dari citra test (y)

$$\sigma^2 y = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2$$

4. cross variansi citra original dan citra test

$$\sigma_{xy} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

Dimana :

N : jumlah piksel
X : citra original
Y : citra hasil fusi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Fusi Citra

Penggabungan citra atau *image fusion* merupakan salah satu teknik pemrosesan citra digital yang banyak mendapat perhatian dalam dunia penginderaan jauh. Ini dikarenakan *image fusion* dapat mengakomodasi kebutuhan citra resolusi tinggi tanpa harus mengusahakan sistem pencitraan dengan *resolving power* yang tinggi, sehingga dapat menghemat banyak waktu dan biaya.

Fusi citra atau *pansharpening* adalah salah satu teknik yang tepat untuk menggabungkan detail geometri (spasial) dan detail warna (spektral) pada pasangan citra awal sehingga didapatkan citra multispektral baru dengan informasi spasial dan spektral setajam mungkin. Proses fusi citra pada bidang penginderaan jauh bertujuan mempermudah langkah analisis yang memerlukan ekstraksi obyek citra secara detail, antara lain pada metode klasifikasi untuk analisis pemetaan penggunaan lahan (*land use*) dan penutup lahan (*land cover*). Dengan kenampakan resolusi spasial yang lebih baik berdasarkan fusi citra, proses klasifikasi diharapkan dapat menjadi lebih terbantu dalam interpretasi visual dan mengelompokkan objek-objek ke dalam kelas-kelas sesuai dengan kenampakan objek di lapangan yang ada pada daerah penelitian.

Meningkatnya kemampuan interpretasi visual dan pengklasikan objek menghasilkan akurasi klasifikasi yang lebih baik dibandingkan jika menggunakan salah satu data saja. Harus dipahami bahwa penggabungan citra dilakukan pada tingkat resolusi spasial dengan perbedaan yang tidak terlalu signifikan, misalnya melakukan fusi terhadap citra multispektral yang memiliki resolusi spasial 0,8 meter dengan citra pankromatik yang memiliki resolusi spasial 0,5 meter.

Dengan demikian maka skala kedua citra tersebut dapat ditentukan dengan aturan sebagai berikut :

Skala citra multispektral = resolusi spasial citra multispektral x 2 x 1000

Skala citra multispektral = 0,8 m x 2 x 1000

Skala citra multispektral = 1600 atau 1:1600

Dari hasil perhitungan diatas maka citra multispektral dengan resolusi spasial 0,8 meter memiliki skala 1: 1600

Skala citra pankromatik = resolusi spasial citra pankromatik x 2 x 1000

Skala citra pankromatik = 0,5 x 2 x 1000

Skala citra pankromatik = 1000 atau 1:1000

Dari hasil perhitungan diatas maka citra pankromatik dengan resolusi spasial 0,5 meter memiliki skala 1:1000. Dengan melakukan fusi citra atau penggabungan kedua citra tersebut maka akan meningkatkan resolusi spasial citra multispektral 0,8 meter menjadi 0,5 meter meskipun warna yang dimiliki citra tersebut akan memudar, namun resolusinya akan meningkat, karena semakin besar skala citra maka akan semakin detail objek yang tampak pada citra tersebut.

3.2 Analisa Fusi Citra Dengan Metode Wang Bovik

Metode transformasi *Wang Bovik* merupakan metode yang paling populer dan metode yang paling sederhana untuk memadukan dua macam citra yang berbeda resolusi spasial. Transformasi *brovey* mengubah nilai spektral asli pada setiap saluran multispektral, misalnya saluran Merah berkode (M), Hijau (H) dan Biru (B), menjadi saluran-saluran baru (MP, HP, BP) yang masing-masing telah diperinci secara spasial oleh citra pankromatik (P) dan dinormalisasi nilai kecerahannya dengan pertimbangankan nilai-nilai pada saluran lainnya sehingga akan meningkatkan komponen intensitas dari citra hasil fusi tersebut.

$$\text{Saluran_MP} = \left(\frac{\text{saluran_M}}{\text{saluran_M} + \text{saluran_H} + \text{saluran_B}} \right) \times \text{Saluran_P}$$

$$\text{Saluran_HP} = \left(\frac{\text{saluran_H}}{\text{saluran_M} + \text{saluran_H} + \text{saluran_B}} \right) \times \text{Saluran_P}$$

$$\text{Saluran_BP} = \left(\frac{\text{saluran_B}}{\text{saluran_M} + \text{saluran_H} + \text{saluran_B}} \right) \times \text{Saluran_P}$$

Dimana:

MP = hasil fusi saluran merah.

HP = hasil fusi saluran hijau.

BP = hasil fusi saluran biru.

Contoh :

Citra input yang digunakan pada contoh ini adalah citra satelit *Worldview* dengan resolusi spasial untuk citra multispektral 1,65 meter dan resolusi spasial untuk citra pankromatik 0,5 meter. Untuk menganalisa fusi citra dengan metode transformasi *brovey* maka harus diketahui nilai setiap *pixel* citra tersebut. Untuk mengetahui nilai *pixel* citra tersebut menggunakan bantuan *software* matlab versi 7.10.0.499 (R2010a). Untuk analisa ini yang digunakan hanya nilai *pixel* dari baris pertama sampai baris keenam dan dari kolom pertama sampai kolom keenam. Untuk citra input diatas dapat diperoleh skalanya sebagai berikut :

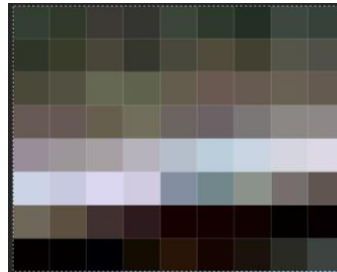
Skala citra multispektral = resolusi spasial citra multispektral x 2 x 1000

Skala citra multispektral = 1,65 m x 2 x 1000

Skala citra multispektral = 3300 atau 1:3300

Dari hasil perhitungan diatas maka citra multispektral dengan resolusi spasial 1,65 meter memiliki skala 1: 3300
 Skala citra pankromatik = resolusi spasial citra pankromatik x 2 x 1000
 Skala citra pankromatik = 0,5 x 2 x 1000
 Skala citra pankromatik = 1000 atau 1:1000

Dari hasil perhitungan diatas maka citra pankromatik dengan resolusi spasial 0,5 meter memiliki skala 1:1000
 Input citra multispectral.



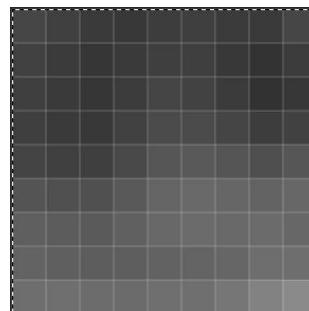
Gambar 1. Input Citra Multispektral

$$\text{Saluran_M} = \begin{bmatrix} 163 & 85 & 93 & 94 & 99 & 51 \\ 140 & 68 & 66 & 72 & 47 & 14 \\ 55 & 9 & 7 & 20 & 5 & 1 \\ 18 & 3 & 5 & 12 & 30 & 38 \\ 8 & 3 & 19 & 30 & 60 & 70 \\ 17 & 5 & 32 & 64 & 67 & 75 \end{bmatrix}$$

$$\text{Saluran_H} = \begin{bmatrix} 165 & 87 & 93 & 94 & 99 & 51 \\ 142 & 70 & 66 & 72 & 47 & 14 \\ 57 & 11 & 9 & 22 & 7 & 3 \\ 19 & 5 & 6 & 14 & 31 & 40 \\ 9 & 4 & 20 & 34 & 61 & 71 \\ 18 & 6 & 33 & 65 & 68 & 76 \end{bmatrix}$$

$$\text{Saluran_B} = \begin{bmatrix} 151 & 73 & 81 & 82 & 87 & 39 \\ 129 & 57 & 54 & 60 & 35 & 2 \\ 46 & 0 & 0 & 11 & 0 & 0 \\ 11 & 0 & 0 & 3 & 23 & 29 \\ 3 & 0 & 14 & 26 & 55 & 63 \\ 12 & 0 & 27 & 59 & 62 & 70 \end{bmatrix}$$

Input Citra Pankromatik



Gambar 2. Input Citra Pankromatik

$$= \begin{bmatrix} 50,40 & 23,16 & 26,96 & 25,75 & 28,06 & 13,80 \\ 42,56 & 18,68 & 17,69 & 16,25 & 11,38 & 0,396 \\ 15,42 & 0,000 & 0,000 & 2,898 & 0,000 & 0,000 \\ 3,664 & 0,000 & 0,000 & 0,960 & 7,371 & 10,02 \\ 1,050 & 0,000 & 3,696 & 8,640 & 16,53 & 20,63 \\ 3,315 & 0,000 & 9,541 & 18,78 & 20,41 & 23,70 \end{bmatrix}$$

Output :

$$\text{Saluran_MP} = \begin{bmatrix} 54 & 27 & 31 & 30 & 32 & 18 \\ 46 & 22 & 22 & 20 & 15 & 3 \\ 18 & 4 & 1 & 5 & 2 & 0 \\ 6 & 0 & 2 & 4 & 10 & 13 \\ 3 & 0 & 5 & 10 & 18 & 23 \\ 5 & 1 & 11 & 20 & 22 & 25 \end{bmatrix}$$

$$\text{Saluran_HP} = \begin{bmatrix} 55 & 28 & 31 & 30 & 32 & 18 \\ 47 & 23 & 22 & 20 & 15 & 3 \\ 19 & 5 & 1 & 6 & 3 & 1 \\ 6 & 1 & 2 & 4 & 10 & 14 \\ 3 & 0 & 5 & 11 & 18 & 23 \\ 5 & 1 & 12 & 21 & 22 & 26 \end{bmatrix}$$

$$\text{Saluran_BP} = \begin{bmatrix} 50 & 23 & 27 & 26 & 28 & 14 \\ 43 & 19 & 18 & 16 & 11 & 0 \\ 15 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 1 & 7 & 10 \\ 1 & 0 & 4 & 9 & 16 & 21 \\ 3 & 0 & 10 & 19 & 20 & 24 \end{bmatrix}$$

Dengan melakukan fusi citra multispektral dengan resolusi spasial 1,68 meter dan citra pankromatik dengan resolusi

spasial 0,5 meter maka citra hasil fusi tersebut Saluran_P =

$$\begin{bmatrix} 160 & 78 & 89 & 85 & 92 & 50 \\ 136 & 64 & 61 & 65 & 42 & 6 \\ 53 & 9 & 2 & 14 & 5 & 1 \\ 16 & 1 & 4 & 10 & 27 & 37 \\ 7 & 0 & 14 & 30 & 53 & 67 \\ 13 & 2 & 29 & 60 & 65 & 75 \end{bmatrix}$$

Proses :

$$\text{Saluran_MP} = \left(\frac{\text{saluran_M}}{\text{saluran_M} + \text{saluran_H} + \text{saluran_B}} \right) \times \text{Saluran_P}$$

$$= \left(\begin{bmatrix} 163 & 85 & 93 & 94 & 99 & 51 \\ 140 & 68 & 66 & 72 & 47 & 14 \\ 55 & 9 & 7 & 20 & 5 & 1 \\ 18 & 3 & 5 & 12 & 30 & 38 \\ 8 & 3 & 19 & 30 & 60 & 70 \\ 17 & 5 & 32 & 64 & 67 & 75 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 165 & 87 & 93 & 94 & 99 & 51 \\ 142 & 70 & 66 & 72 & 47 & 14 \\ 57 & 11 & 9 & 22 & 7 & 3 \\ 19 & 5 & 6 & 14 & 31 & 40 \\ 9 & 4 & 20 & 34 & 61 & 71 \\ 18 & 6 & 33 & 65 & 68 & 76 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 151 & 73 & 81 & 82 & 87 & 39 \\ 129 & 57 & 54 & 60 & 35 & 2 \\ 46 & 0 & 0 & 11 & 0 & 0 \\ 11 & 0 & 0 & 3 & 23 & 29 \\ 3 & 0 & 14 & 26 & 55 & 63 \\ 12 & 0 & 27 & 59 & 62 & 70 \end{bmatrix} \right) \times$$

$$= \begin{bmatrix} 160 & 78 & 89 & 85 & 92 & 50 \\ 136 & 64 & 61 & 65 & 42 & 6 \\ 53 & 9 & 2 & 14 & 5 & 1 \\ 16 & 1 & 4 & 10 & 27 & 37 \\ 7 & 0 & 14 & 30 & 53 & 67 \\ 13 & 2 & 29 & 60 & 65 & 75 \end{bmatrix}$$

$$= \left(\begin{bmatrix} 163 & 85 & 93 & 94 & 99 & 51 \\ 140 & 68 & 66 & 72 & 47 & 14 \\ 55 & 9 & 7 & 20 & 5 & 1 \\ 18 & 3 & 5 & 12 & 30 & 38 \\ 8 & 3 & 19 & 30 & 60 & 70 \\ 17 & 5 & 32 & 64 & 67 & 75 \end{bmatrix} \right) \times \begin{bmatrix} 160 & 78 & 89 & 85 & 92 & 50 \\ 136 & 64 & 61 & 65 & 42 & 6 \\ 53 & 9 & 2 & 14 & 5 & 1 \\ 16 & 1 & 4 & 10 & 27 & 37 \\ 7 & 0 & 14 & 30 & 53 & 67 \\ 13 & 2 & 29 & 60 & 65 & 75 \end{bmatrix}$$

$$= \left(\begin{bmatrix} 163 & 85 & 93 & 94 & 99 & 51 \\ 479 & 245 & 267 & 270 & 285 & 141 \\ 140 & 68 & 66 & 72 & 47 & 14 \\ 411 & 195 & 186 & 240 & 129 & 30 \\ 55 & 9 & 7 & 20 & 5 & 1 \\ 158 & 20 & 16 & 53 & 12 & 4 \\ 18 & 3 & 5 & 12 & 30 & 38 \\ 48 & 8 & 11 & 31 & 84 & 107 \\ 8 & 3 & 19 & 30 & 60 & 70 \\ 20 & 7 & 53 & 90 & 176 & 204 \\ 17 & 5 & 32 & 64 & 67 & 75 \\ 47 & 11 & 82 & 188 & 197 & 221 \end{bmatrix} \right) \times \begin{bmatrix} 160 & 78 & 89 & 85 & 92 & 50 \\ 136 & 64 & 61 & 65 & 42 & 6 \\ 53 & 9 & 2 & 14 & 5 & 1 \\ 16 & 1 & 4 & 10 & 27 & 37 \\ 7 & 0 & 14 & 30 & 53 & 67 \\ 13 & 2 & 29 & 60 & 65 & 75 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0,340 & 0,346 & 0,348 & 0,348 & 0,347 & 0,361 \\ 0,340 & 0,348 & 0,354 & 0,300 & 0,364 & 0,466 \\ 0,348 & 0,450 & 0,437 & 0,377 & 0,416 & 0,250 \\ 0,375 & 0,375 & 0,454 & 0,387 & 0,357 & 0,355 \\ 0,400 & 0,428 & 0,358 & 0,333 & 0,340 & 0,343 \\ 0,361 & 0,454 & 0,390 & 0,340 & 0,340 & 0,339 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 160 & 78 & 89 & 85 & 92 & 50 \\ 136 & 64 & 61 & 65 & 42 & 6 \\ 53 & 9 & 2 & 14 & 5 & 1 \\ 16 & 1 & 4 & 10 & 27 & 37 \\ 7 & 0 & 14 & 30 & 53 & 67 \\ 13 & 2 & 29 & 60 & 65 & 75 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 54,40 & 26,98 & 30,97 & 29,58 & 31,92 & 18,05 \\ 46,24 & 22,27 & 21,59 & 19,50 & 15,28 & 2,796 \\ 18,44 & 4,050 & 0,874 & 5,278 & 2,080 & 0,250 \\ 6,000 & 0,375 & 1,816 & 3,870 & 9,639 & 13,13 \\ 2,800 & 0,000 & 4,654 & 9,990 & 18,02 & 22,98 \\ 4,693 & 0,908 & 11,31 & 20,40 & 22,10 & 25,42 \end{bmatrix}$$

$$\text{Saluran_HP} = \left(\frac{\text{saluran_H}}{\text{saluran_M} + \text{saluran_H} + \text{saluran_B}} \right) \times \text{SaluranP}$$

$$= \left(\begin{array}{c} \begin{bmatrix} 165 & 87 & 93 & 94 & 99 & 51 \\ 142 & 70 & 66 & 72 & 47 & 14 \\ 57 & 11 & 9 & 22 & 7 & 3 \\ 19 & 5 & 6 & 14 & 31 & 40 \\ 9 & 4 & 20 & 34 & 61 & 71 \\ 18 & 6 & 33 & 65 & 68 & 76 \end{bmatrix} \\ + \\ \begin{bmatrix} 163 & 85 & 93 & 94 & 99 & 51 \\ 140 & 68 & 66 & 72 & 47 & 14 \\ 55 & 9 & 7 & 20 & 5 & 1 \\ 18 & 3 & 5 & 12 & 30 & 38 \\ 8 & 3 & 19 & 30 & 60 & 70 \\ 17 & 5 & 32 & 64 & 67 & 75 \end{bmatrix} \\ + \\ \begin{bmatrix} 151 & 73 & 81 & 82 & 87 & 39 \\ 129 & 57 & 54 & 60 & 35 & 2 \\ 46 & 0 & 0 & 11 & 0 & 0 \\ 11 & 0 & 0 & 3 & 23 & 29 \\ 3 & 0 & 14 & 26 & 55 & 63 \\ 12 & 0 & 27 & 59 & 62 & 70 \end{bmatrix} \end{array} \right) \times$$

$$= \begin{bmatrix} 160 & 78 & 89 & 85 & 92 & 50 \\ 136 & 64 & 61 & 65 & 42 & 6 \\ 53 & 9 & 2 & 14 & 5 & 1 \\ 16 & 1 & 4 & 10 & 27 & 37 \\ 7 & 0 & 14 & 30 & 53 & 67 \\ 13 & 2 & 29 & 60 & 65 & 75 \end{bmatrix}$$

$$= \left(\begin{array}{c} \begin{bmatrix} 165 & 87 & 93 & 94 & 99 & 51 \\ 142 & 70 & 66 & 72 & 47 & 14 \\ 57 & 11 & 9 & 22 & 7 & 3 \\ 19 & 5 & 6 & 14 & 31 & 40 \\ 9 & 4 & 20 & 34 & 61 & 71 \\ 18 & 6 & 33 & 65 & 68 & 76 \end{bmatrix} \\ \times \\ \begin{bmatrix} 479 & 245 & 267 & 270 & 285 & 141 \\ 411 & 195 & 186 & 240 & 129 & 30 \\ 158 & 20 & 16 & 53 & 12 & 4 \\ 48 & 8 & 11 & 31 & 84 & 107 \\ 20 & 7 & 53 & 90 & 176 & 204 \\ 47 & 11 & 82 & 188 & 197 & 221 \end{bmatrix} \end{array} \right) \times \begin{bmatrix} 160 & 78 & 89 & 85 & 92 & 50 \\ 136 & 64 & 61 & 65 & 42 & 6 \\ 53 & 9 & 2 & 14 & 5 & 1 \\ 16 & 1 & 4 & 10 & 27 & 37 \\ 7 & 0 & 14 & 30 & 53 & 67 \\ 13 & 2 & 29 & 60 & 65 & 75 \end{bmatrix}$$

$$= \left(\begin{array}{c} \begin{bmatrix} 165 & 87 & 93 & 94 & 99 & 51 \\ 479 & 245 & 267 & 270 & 285 & 141 \\ 142 & 70 & 66 & 72 & 47 & 14 \\ 411 & 195 & 186 & 240 & 129 & 30 \\ 57 & 11 & 9 & 22 & 7 & 3 \\ 158 & 20 & 16 & 53 & 12 & 4 \\ 19 & 5 & 6 & 14 & 31 & 40 \\ 48 & 8 & 11 & 31 & 84 & 107 \\ 9 & 4 & 20 & 34 & 61 & 71 \\ 20 & 7 & 53 & 90 & 176 & 204 \\ 18 & 6 & 33 & 65 & 68 & 76 \\ 47 & 11 & 82 & 188 & 197 & 221 \end{bmatrix} \\ \times \\ \begin{bmatrix} 160 & 78 & 89 & 85 & 92 & 50 \\ 136 & 64 & 61 & 65 & 42 & 6 \\ 53 & 9 & 2 & 14 & 5 & 1 \\ 16 & 1 & 4 & 10 & 27 & 37 \\ 7 & 0 & 14 & 30 & 53 & 67 \\ 13 & 2 & 29 & 60 & 65 & 75 \end{bmatrix} \end{array} \right)$$

$$= \begin{bmatrix} 0,344 & 0,355 & 0,348 & 0,348 & 0,347 & 0,361 \\ 0,345 & 0,358 & 0,354 & 0,300 & 0,364 & 0,466 \\ 0,360 & 0,550 & 0,562 & 0,415 & 0,583 & 0,750 \\ 0,395 & 0,625 & 0,545 & 0,451 & 0,369 & 0,373 \\ 0,450 & 0,571 & 0,377 & 0,377 & 0,346 & 0,348 \\ 0,382 & 0,545 & 0,402 & 0,345 & 0,345 & 0,343 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 160 & 78 & 89 & 85 & 92 & 50 \\ 136 & 64 & 61 & 65 & 42 & 6 \\ 53 & 9 & 2 & 14 & 5 & 1 \\ 16 & 1 & 4 & 10 & 27 & 37 \\ 7 & 0 & 14 & 30 & 53 & 67 \\ 13 & 2 & 29 & 60 & 65 & 75 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 55,04 & 27,69 & 30,97 & 29,58 & 31,92 & 18,05 \\ 46,92 & 22,91 & 21,59 & 19,50 & 15,28 & 2,796 \\ 19,08 & 4,950 & 1,124 & 5,810 & 2,915 & 0,750 \\ 6,320 & 0,625 & 2,180 & 4,510 & 9,963 & 13,80 \\ 3,150 & 0,000 & 5,278 & 11,31 & 18,33 & 23,31 \\ 4,966 & 1,090 & 11,65 & 20,70 & 22,42 & 25,72 \end{bmatrix}$$

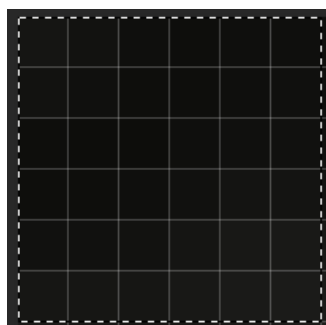
$$\text{Saluran_BP} = \left(\frac{\text{saluran_B}}{\text{saluran_M} + \text{saluran_H} + \text{saluran_B}} \right) \times \text{SaluranP} =$$

$$\left(\begin{array}{c} \begin{bmatrix} 151 & 73 & 81 & 82 & 87 & 39 \\ 129 & 57 & 54 & 60 & 35 & 2 \\ 46 & 0 & 0 & 11 & 0 & 0 \\ 11 & 0 & 0 & 3 & 23 & 29 \\ 3 & 0 & 14 & 26 & 55 & 63 \\ 12 & 0 & 27 & 59 & 62 & 70 \end{bmatrix} \\ + \\ \begin{bmatrix} 163 & 85 & 93 & 94 & 99 & 51 \\ 140 & 68 & 66 & 72 & 47 & 14 \\ 55 & 9 & 7 & 20 & 5 & 1 \\ 18 & 3 & 5 & 12 & 30 & 38 \\ 8 & 3 & 19 & 30 & 60 & 70 \\ 17 & 5 & 32 & 64 & 67 & 75 \end{bmatrix} \\ + \\ \begin{bmatrix} 165 & 87 & 93 & 94 & 99 & 51 \\ 142 & 70 & 66 & 72 & 47 & 14 \\ 57 & 11 & 9 & 22 & 7 & 3 \\ 19 & 5 & 6 & 14 & 31 & 40 \\ 9 & 4 & 20 & 34 & 61 & 71 \\ 18 & 6 & 33 & 65 & 68 & 76 \end{bmatrix} \end{array} \right) \times$$

$$\begin{aligned}
 &= \begin{bmatrix} 160 & 78 & 89 & 85 & 92 & 50 \\ 136 & 64 & 61 & 65 & 42 & 6 \\ 53 & 9 & 2 & 14 & 5 & 1 \\ 16 & 1 & 4 & 10 & 27 & 37 \\ 7 & 0 & 14 & 30 & 53 & 67 \\ 13 & 2 & 29 & 60 & 65 & 75 \end{bmatrix} \\
 &= \left(\begin{array}{c} \begin{bmatrix} 151 & 73 & 81 & 82 & 87 & 39 \\ 129 & 57 & 54 & 60 & 35 & 2 \\ 46 & 0 & 0 & 11 & 0 & 0 \\ 11 & 0 & 0 & 3 & 23 & 29 \\ 3 & 0 & 14 & 26 & 55 & 63 \\ 12 & 0 & 27 & 59 & 62 & 70 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 479 & 245 & 267 & 270 & 285 & 141 \\ 411 & 195 & 186 & 240 & 129 & 30 \\ 158 & 20 & 16 & 53 & 12 & 4 \\ 48 & 8 & 11 & 31 & 84 & 107 \\ 20 & 7 & 53 & 90 & 176 & 204 \\ 47 & 11 & 82 & 188 & 197 & 221 \end{bmatrix} \end{array} \right) \times \begin{bmatrix} 160 & 78 & 89 & 85 & 92 & 50 \\ 136 & 64 & 61 & 65 & 42 & 6 \\ 53 & 9 & 2 & 14 & 5 & 1 \\ 16 & 1 & 4 & 10 & 27 & 37 \\ 7 & 0 & 14 & 30 & 53 & 67 \\ 13 & 2 & 29 & 60 & 65 & 75 \end{bmatrix} \\
 &= \left(\begin{array}{c} \begin{bmatrix} 151 & 73 & 81 & 82 & 87 & 39 \\ 479 & 245 & 267 & 270 & 285 & 141 \\ 129 & 57 & 54 & 60 & 35 & 2 \\ 411 & 195 & 186 & 240 & 129 & 30 \\ 46 & 0 & 0 & 11 & 0 & 0 \\ 158 & 20 & 16 & 53 & 12 & 4 \\ 11 & 0 & 0 & 3 & 23 & 29 \\ 48 & 8 & 11 & 31 & 84 & 107 \\ 3 & 0 & 14 & 26 & 55 & 63 \\ 20 & 7 & 53 & 90 & 176 & 204 \\ 12 & 0 & 27 & 59 & 62 & 70 \\ 47 & 11 & 82 & 188 & 197 & 221 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 160 & 78 & 89 & 85 & 92 & 50 \\ 136 & 64 & 61 & 65 & 42 & 6 \\ 53 & 9 & 2 & 14 & 5 & 1 \\ 16 & 1 & 4 & 10 & 27 & 37 \\ 7 & 0 & 14 & 30 & 53 & 67 \\ 13 & 2 & 29 & 60 & 65 & 75 \end{bmatrix} \end{array} \right) \times \begin{bmatrix} 160 & 78 & 89 & 85 & 92 & 50 \\ 136 & 64 & 61 & 65 & 42 & 6 \\ 53 & 9 & 2 & 14 & 5 & 1 \\ 16 & 1 & 4 & 10 & 27 & 37 \\ 7 & 0 & 14 & 30 & 53 & 67 \\ 13 & 2 & 29 & 60 & 65 & 75 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} 0,315 & 0,297 & 0,303 & 0,303 & 0,305 & 0,276 \\ 0,313 & 0,292 & 0,290 & 0,250 & 0,271 & 0,066 \\ 0,291 & 0,000 & 0,000 & 0,207 & 0,000 & 0,000 \\ 0,229 & 0,000 & 0,000 & 0,096 & 0,273 & 0,271 \\ 0,150 & 0,000 & 0,264 & 0,288 & 0,312 & 0,308 \\ 0,255 & 0,000 & 0,329 & 0,313 & 0,314 & 0,316 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 160 & 78 & 89 & 85 & 92 & 50 \\ 136 & 64 & 61 & 65 & 42 & 6 \\ 53 & 9 & 2 & 14 & 5 & 1 \\ 16 & 1 & 4 & 10 & 27 & 37 \\ 7 & 0 & 14 & 30 & 53 & 67 \\ 13 & 2 & 29 & 60 & 65 & 75 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Output :

$$\begin{aligned}
 \text{Saluran_MP} &= \begin{bmatrix} 54 & 27 & 31 & 30 & 32 & 18 \\ 46 & 22 & 22 & 20 & 15 & 3 \\ 18 & 4 & 1 & 5 & 2 & 0 \\ 6 & 0 & 2 & 4 & 10 & 13 \\ 3 & 0 & 5 & 10 & 18 & 23 \\ 5 & 1 & 11 & 20 & 22 & 25 \end{bmatrix} \\
 \text{Saluran_HP} &= \begin{bmatrix} 55 & 28 & 31 & 30 & 32 & 18 \\ 47 & 23 & 22 & 20 & 15 & 3 \\ 19 & 5 & 1 & 6 & 3 & 1 \\ 6 & 1 & 2 & 4 & 10 & 14 \\ 3 & 0 & 5 & 11 & 18 & 23 \\ 5 & 1 & 12 & 21 & 22 & 26 \end{bmatrix} \\
 \text{Saluran_BP} &= \begin{bmatrix} 50 & 23 & 27 & 26 & 28 & 14 \\ 43 & 19 & 18 & 16 & 11 & 0 \\ 15 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 1 & 7 & 10 \\ 1 & 0 & 4 & 9 & 16 & 21 \\ 3 & 0 & 10 & 19 & 20 & 24 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$



Gambar 3. Sampel Citra Hasil fusi

Gambar 3. di atas merupakan sampel citra hasil fusi berukuran 6x6 piksel berdasarkan perhitungan yang dilakukan secara manual. Hasil fusi citra secara keseluruhan dapat di lihat pada gambar 4.4. berikut ini. Gambar 4.4. tersebut merupakan hasil fusi citra secara keseluruhan dengan bantuan software matlab.



Gambar 4. Citra Hasil Fusi

Dengan melakukan fusi citra multispektral resolusi spasial 1,68 meter dan citra pankromatik dengan resolusi spasial 0,5 meter maka citra hasil fusi tersebut akan memiliki resolusi spasial 0,5 meter karena setiap kanal RGB pada citra multispektral telah dikalikan dengan kanal RGB citra pankromatik sehingga akan meningkatkan resolusi spasial citra multispektral, meskipun warna pada citra hasil fusi lebih pudar bila dibandingkan dengan warna pada citra multispektral tetapi resolusi spasial citra hasil meningkat dan lebih mudah melakukan identifikasi objek yang terdapat pada citra tersebut karena citra hasil fusi tersebut telah memiliki warna dan resolusi spasialnya juga meningkat. Dengan demikian maka skala citra hasil fusi dapat diperoleh sebagai berikut :

Skala citra hasil fusi = resolusi spasial citra hasil fusi x 2 x 1000

Skala citra hasil fusi = 0,5 x 2 x 1000

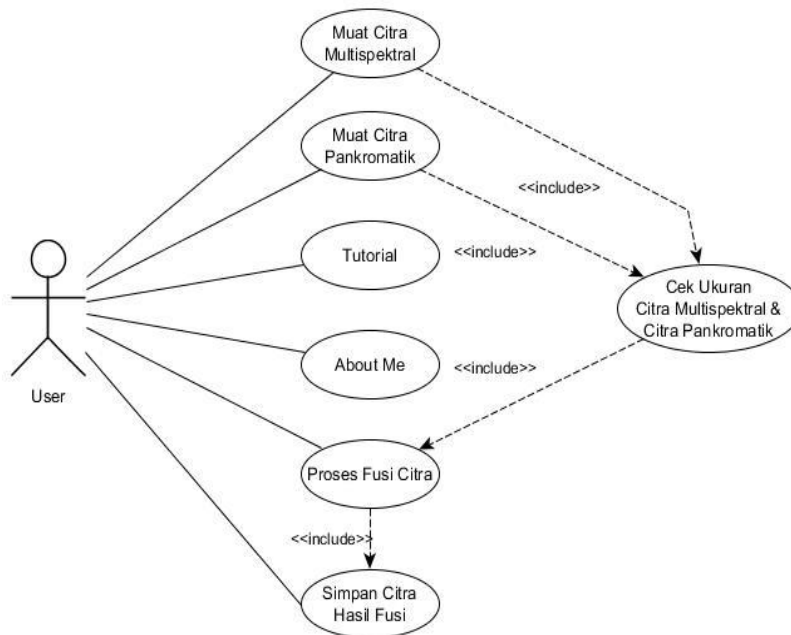
Skala citra hasil fusi = 1000 atau 1:1000

Dengan semakin besarnya skala citra hasil fusi maka semakin detail pula objek yang tampak pada citra tersebut.

3.3 Perancangan Aplikasi

3.3.1 Use Case Diagram

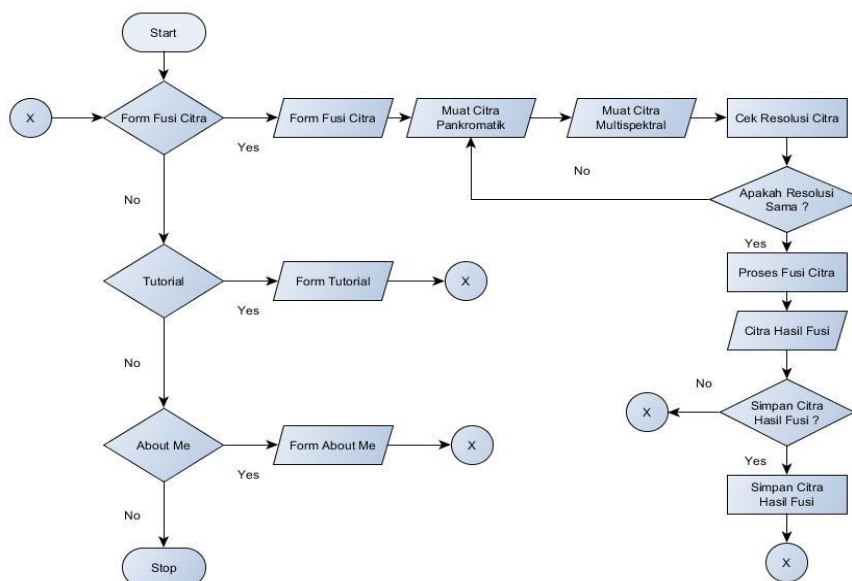
Use case diagram ini menjelaskan dan menerangkan kebutuhan (*requirement*) yang diinginkan atau dikehendaki *user* (pengguna), dan sangat berguna dalam menentukan struktur organisasi dan model dari sebuah sistem. *Use case diagram* mendeskripsikan sebuah interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem informasi yang akan dibuat, sehingga dapat memudahkan dalam hal perancangan sistem. *Use case diagram* dapat digunakan selama proses analisis untuk menangkap *requirement system* dan untuk memahami bagaimana seharusnya sistem seharusnya bekerja. Dalam tahap desain *use case diagram* berperan untuk menetapkan perilaku (*behaviour*) sistem saat diimplementasikan dan digunakan untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada didalam sebuah sistem yang sedang dirancang. Berikut ini gambar *use case diagram* pada aplikasi fusi citra multiresolusi :



Gambar 5. Use Case Diagram Aplikasi Fusi Citra

3.3.2 Flowchart

Flowchart merupakan alat bantu untuk menggambarkan sistem secara fisik. Adapun tujuan dari penggunaan flowchart adalah untuk menggambarkan suatu tahapan penyelesaian masalah secara sederhana, terurai, rapi dan jelas dengan menggunakan simbol-simbol standar.



Gambar 6. Flowchart Form Fusi Citra

4. Algoritma Dan Implementasi

4.1 Algoritma Fusi Citra

Algoritma adalah urutan langkah-langkah yang dinyatakan dengan jelas dan tidak rancu untuk memecahkan suatu masalah (jika ada pemecahannya) dalam rentang waktu tertentu. Artinya, setiap langkah harus dapat dikerjakan dan mempunyai efek tertentu.

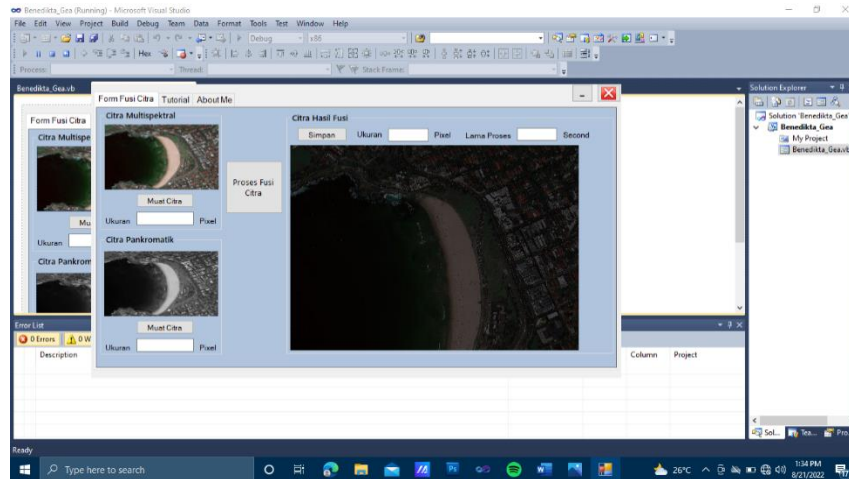
4.2 Implementasi Program

Perancangan antar muka dibuat untuk menggambarkan bentuk aplikasi fusi citra multispektral dan citra

pankromatik yang akan dirancang. Pada aplikasi fusi citra multispektral dan citra pankromatik terdapat tiga *form*, yaitu *form* fusi citra, *form* tutorial dan *form* about me. Berikut hasil dari implementasi keseluruhan aplikasi yang telah dirancang :

1. Form Fusi Citra

Form fusi citra adalah *form* yang digunakan untuk melakukan fusi antara citra multispektral dan citra pankromatik. Bentuk *form* fusi citra tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

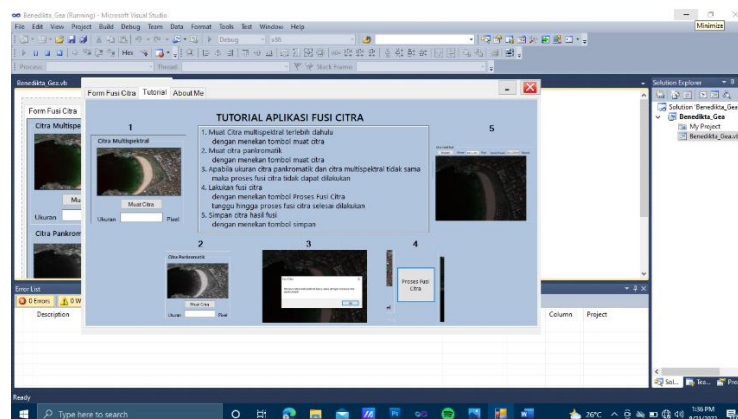


Gambar 7. Form Fusi Citra

Pada rancangan *form* fusi citra diatas terdapat beberapa komponen diantaranya adalah :

2. Form Tutorial

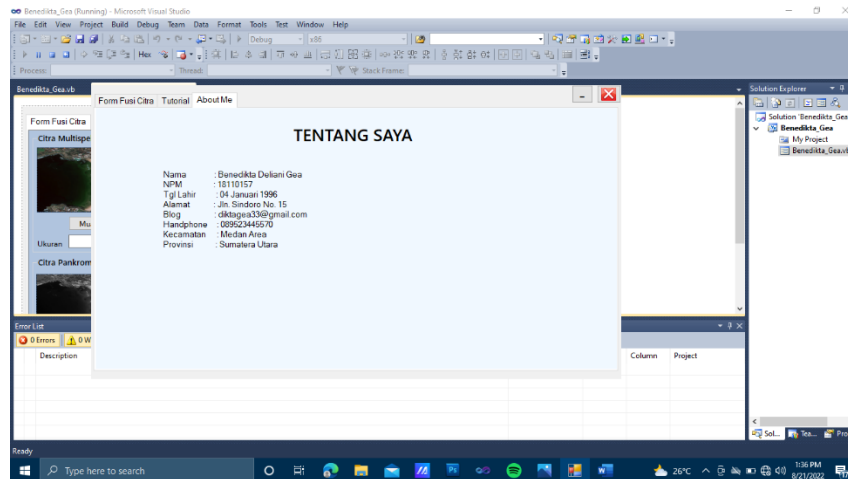
Form tutorial adalah *form* yang digunakan untuk menampilkan informasi tentang tata cara penggunaan aplikasi fusi citra multispektral dan citra pankromatik. Bentuk *form* tutorial tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 8. Form Tutorial

3. Form About Me

Form About Me adalah *form* yang digunakan untuk menampilkan informasi tentang biografi pembuat aplikasi fusi citra multispektral dan citra pankromatik. Bentuk *form* about me tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 9. Form About me

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisa dari pembahasan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan, bahwa kesimpulan-kesimpulan tersebut kiranya dapat bermanfaat dan berguna bagi para pembaca, sehingga penulisan skripsi ini dapat lebih bermanfaat. Adapun kesimpulan tersebut adalah Aplikasi fusi citra dapat meningkatkan resolusi spasial citra multispektral dengan melakukan fusi terhadap citra pankromatik. Dan Algoritma Wang Bovik dapat diterapkan dalam perancangan aplikasi fusi citra multispektral dan citra pankromatik sehingga dapat memudahkan pengguna melakukan fusi citra untuk meningkatkan resolusinya. Serta Aplikasi fusi citra multispektral dan citra pankromatik telah selesai dirancang dan dengan menggunakan *tools Microsoft Visual Studio 2008*.

REFERENCES

- [1] S. F. Akuba, D. Purnamasari, and R. Firdaus, "Pengaruh Kemampuan Penalaran, Efikasi Diri dan Kemampuan Memecahkan Masalah Terhadap Penguasaan Konsep Matematika," *JNPM (Jurnal Nas. Pendidik. Mat.*, vol. 4, no. 1, p. 44, 2020, doi: 10.33603/jnpm.v4i1.2827.
- [2] J. Mahasiswa, A. Teknologi, J. Junior, and M. Siddik, "Sistem Penunjang Keputusan Dalam Pemilihan Calon Karyawan Dengan Metode Rank Order Centroid dan Waspas Weight Agregate Sum Product Assesment," vol. 3, no. 2, pp. 71–77, 2021.
- [3] S. Damanik and J. S. S. Lase, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Produk Unggulan Daerah Menggunakan Metode Roc dan Waspas," *Semin. Nas. Sains Teknol. Inf.*, pp. 604–608, 2019.
- [4] R. Tambusai, F. Ilmu, K. Dan, T. Informatika, T. Informatika, and U. Budidarma, "Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kompetensi Soft Skill Pegawai Kantor Camat Medan Kota dengan Kombinasi Metode AHP dan PROMETHEE," vol. 5, 2022, doi: 10.30865/komik.v5i1.3717.
- [5] F. T. Waruwu and M. Mesran, "Comparative Analysis of Ranking Methods of WASPAS+ROC with Preference Selection Index (PSI) in Determining the Performance of Young Lecturers," *IJISTECH (International J. Inf. Syst. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 207–214, 2021, [Online]. Available: <http://ijistech.org/ijistech/index.php/ijistech/article/view/136>.
- [6] W. Apriani, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pimpinan Dengan Metode Multi Attribute Utility Theory (MAUT) di PT. Sagami Indonesia," *J. Mantik*, vol. 3, no. January, pp. 31–38, 2019.
- [7] A. P. Windarto, "Penilaian Prestasi Kerja Karyawan PTPN III Pematangsiantar Dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW)," *Jurasik (Jurnal Ris. Sist. Inf. dan Tek. Inform.*, vol. 2, no. 1, p. 84, 2017, doi: 10.30645/jurasik.v2i1.22.
- [8] T. Mufizar, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Dosen Berprestasi Di STMIK Tasikmalaya Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW)," *CSRID (Computer Sci. Res. Its Dev. Journal)*, vol. 7, no. 3, p. 155, 2016, doi: 10.22303/csrid.7.3.2015.155-166.
- [9] K. Sigit Eka and D. Joni, "Analisis Dan Perancangan Spk Pemilihan Pns Teladan Dengan Metode Saw Pada Bkd Provinsi Jambi," *Peratur. Walikota Jambi Nomor 18 Tahun 2016*, vol. 2, no. 2, pp. 483–493, 2017, [Online]. Available: <http://ejournal.stikom-db.ac.id/index.php/manajemensisteminformasi/article/download/458/331>.
- [10] S. Damanik and D. P. Utomo, "Implementasi Metode ROC (Rank Order Centroid) Dan Waspas Dalam Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Kerjasama Vendor," ... *Teknol. Inf. dan ...*, vol. 4, pp. 242–248, 2020, doi: 10.30865/komik.v4i1.2690.
- [11] dadan U. Daihani, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PROMOSI LEADER MENGGUNAKAN METODE AHP (Analytic Hierarchy Process)," *Sist. Pendukung Keputusan*, vol. 16, no. 1, p. 63, 2018.
- [12] A. A. P. S. Ramadhan, and S. Yakub, "Sistem Pendukung Keputusan dalam Menentukan Calon (Tailor) Penjahit di Ranhouse Medan dengan Menggunakan Metode Aggregated Sum Product Assesment," *J-SISKO TECH (Jurnal Teknol. Sist. Inf. dan Sist. Komput. TGD)*, vol. 3, no. 2, p. 12, 2020, doi: 10.53513/jsk.v3i2.2029.
- [13] P. Soepomo, "Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Rumah Sehat," *JSTIE (Jurnal Sarj. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 2, pp. 584–596, 2013.
- [14] J. C. Wyatt and P. Taylor, "Decision Support Systems and Clinical Innovation," *Get. Res. Find. into Pract. Second Ed.*, pp. 123–137, 2008, doi: 10.1002/9780470755891.ch11.

- [15] L. Hernando, "Sistem Pendukung Keputusan Untuk Penerimaan Karyawan Baru Berbasis Client Server," *JURTEKSI (Jurnal Teknol. dan Sist. Informasi)*, vol. 6, no. 3, pp. 239–246, 2020, doi: 10.33330/jurteksi.v6i3.671.
- [16] I. M. Sudana and N. P. N. Aristina, "Chief Executive Officer (Ceo) Power, Ceo Keluarga, Dan Nilai Ipo Premium Perusahaan Keluarga Di Indonesia," *J. Akunt.*, vol. 21, no. 2, p. 219, 2017, doi: 10.24912/ja.v21i2.196.
- [17] P. Nurmayanti, "Karakteristik Chief Executive Officer (CEO) dan Kualitas Akrua: Bukti Empiris dari Indonesia," *J. Akunt. dan Gov. Andalas*, vol. 3, no. 1, pp. 1–29, 2020, [Online]. Available: www.jaga.unand.ac.id.
- [18] M. Dumitrașcu, "Study of the Presence of the Corporate Social Responsibility Chief Officer in Banking System," pp. 381–385, 2014, [Online]. Available: www.bnr.ro.
- [19] L. Handayani, M. Syahrizal, and K. Tampubolon, "Pemilihan Kepling Teladan Menerapkan Metode Rank Order Centroid (Roc) Dan Metode Additive Ratio Assessment (Aras) Di Kecamatan Medan Area," *KOMIK (Konferensi Nas. Teknol. Inf. dan Komputer)*, vol. 3, no. 1, pp. 532–538, 2019, doi: 10.30865/komik.v3i1.1638.
- [20] Z. Turskis, J. Antuchevičienė, V. Keršulienė, and G. Gaidukas, "Hybrid group MCDM model to select the most effective alternative of the second runway of the airport," *Symmetry (Basel)*, vol. 11, no. 6, 2019, doi: 10.3390/sym11060792.