

Penelitian

KATA PENGANTAR

ANALISA METODE WAVELET SEBAGAI STRATEGI DALAM PEMAMPATAN CITRA DIGITAL



Oleh :

SRIANI, M.Kom
NIDN. 0103078405

Medan, Januari 2018

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim...

Segala puji bagi Allah SWT pemilik singgasana kerajaan langit dan bumi yang senantiasa memberikan taburan rahmat dan karunia-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul : **“Analisa Metode Wavelet Sebagai Strategi Dalam Pemampatan Citra Digital”**.

Dalam menyelesaikan penelitian ini banyak bantuan bimbingan dari berbagai pihak, baik berupa materil, spiritual, maupun informasi. Sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Maka selayaknya penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. H. M. Jamil, MA selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan
2. Ibu Dr. Rina Filia Sari, M.Si selaku Wakil Dekan I Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan
3. Bapak Muhammad Furqan, S.Si., M. Comp. Sc selaku Kaprodi Ilmu Komputer Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan sekaligus Konsultan pada penelitian ini
4. Bapak/ibu rekan-rekan dosen tetap Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan

Atas semua jasa tersebut, penulis serahkan kepada Allah SWT, semoga dibalas dengan Rahmat yang berlipat ganda. Walaupun Penelitian ini telah tersusun dengan sebaik mungkin, penulis tetap mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan penelitian ini. Semoga penelitian ini dapat berguna bagi kita semua dan bagi penulis sendiri khususnya.

Medan, Januari 2018

Sriani, M.Kom

REKOMENDASI

Setelah membaca dan menelaah hasil penelitian yang berjudul **“Analisa Metode Wavelet Sebagai Strategi Dalam Pemampatan Citra Digital”**. Yang dilakukan oleh Sriani, M.Kom maka saya berkesimpulan bahwa hasil penelitian ini dapat diterima sebagai karya tulis berupa hasil penelitian. Demikianlah rekomendasi diberikan kepada yang bersangkutan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

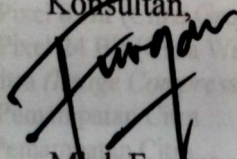
16. Metode Penelitian	3
17. Sistematika Penulisan	4

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Citra	6
2.2. Pengolahan Citra Digital	7
2.2.1. Format Pixel	8
2.2.2. Format Pixel	9
2.2.3. Format Pixel	11
2.3. Pemampatan Citra	12
2.3.1. Teknik	19
2.3.2. Model Pemampatan	19
2.4. <i>Howto</i>	20
2.4.1. Metode Wavelet	26
2.4.2. Transformasi Wavelet 1-dimensi (1-D) dan Transformasi Wavelet 2-dimensi (2-D)	28
2.5. UML (<i>Unified Modeling Language</i>)	31
2.6. <i>Yusni Base 2008 Professional</i>	31

Medan, April 2018

Konsultan,



Mhd. Furqan, S.Si., M.Comp. Sc

NIP. 19800806200604 1 003

BAB III ANALISA DAN PERANCANGAN

3.1. Metode Wavelet Pada Pemampatan Citra Digital	32
3.2. Perancangan Antarmuka	36
3.2.1. Antarmuka Muka Form Pembuka	36
3.2.2. Antarmuka Muka Form Pemampatan	37
3.3. Algoritma Program	39
3.4. Flowchart Program	46
3.4.1. Flowchart Program Pemampatan Citra	46
3.4.2. Use Case Diagram Pemampatan Citra	47

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
REKOMENDASI.....	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
ABSTRAK.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Metode Penelitian	3
1.7. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1. Pengertian Citra.....	6
2.2. Pengolahan Citra Digital.....	7
2.2.1 Format Pixel 1 Bit (<i>citra Biner Monocrom</i>)	8
2.2.2 Format Pixel 8 Bit (<i>Citra Gray Scale</i>).....	9
2.2.3 Format Pixel 24 Bit (<i>Citra Warna/True Color</i>)..	11
2.3. Pemampatan Citra (<i>Image Compression</i>)	12
2.3.1 Teknik Pemampatan Citra.....	19
2.3.2 Model Pemampatan Citra	21
2.4. <i>Wavelet</i>	24
2.4.1 <i>Metode Wavelet</i>	26
2.4.2 Transformasi <i>Wavelet 1-dimensi (1-D)</i> dan Transformasi <i>Wavelet 2-dimensi (2-D)</i>	28
2.5. UML (<i>Unified Modeling Language</i>)	31
2.6. Visual Basic 2008 Professional.....	31
BAB III ANALISA DAN PERANCANGAN	32
3.1 Metode Wavelet Pada Pemampatan Citra Digital	32
3.2 Perancangan Antar Muka.....	36
3.2.1 Antar Muka Form Pembuka.....	36
3.2.2 Antar Muka Form Pemampatan	37
3.3 Algoritma Program	39
3.4 Flowchart Program	46
3.4.1 Flowchart Program Pemampatan Citra.....	46
3.4.2 Use Case Diagram Pemampatan Citra.....	47

BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1	Tahap-Tahap Pembuatan Sistem	48
4.2	Kebutuhan Sistem.....	49
4.2.1	Tampilan Program	50
4.2.2	Pengujian Program	51
4.2.3	Kelemahan dan Kelebihan Sistem.....	55
4.2.3.1	Kelemahan Sistem	55
4.2.3.2	Kelebihan Sistem	56
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1	Kesimpulan	57
5.2.	Saran	58
	DAFTAR PUSTAKA.....	59

DAFTAR TABEL

Gambar 2.1	Ilustrasi Citra Biner Monokrom.....	9
Tabel 2.1	Macam-Macam Format Citra	14
Gambar 2.2	Ilustrasi Citra True Color.....	15
Tabel 3.1	Pengkodean 1.....	43
Tabel 3.2	Pengkodean 2.....	44
Gambar 2.6	Ilustrasi Pemampatan Lossless.....	20
Gambar 2.7	Metode Pemampatan Data dengan metode Lossless.....	21
Gambar 2.8	Model Umum Pemampatan Citra	22
Gambar 2.9	Source encoder dan source decoder.....	23
Gambar 2.10	Proses Dekomposisi Wavelet	27
Gambar 2.11	Ilustrasi Transformasi wavelet 1-dimensi (1-D) ..	29
Gambar 2.12	Dekomposisi wavelet level-2 (DWT-2).....	35
Gambar 3.1	Citra sebelum ditransformasi	32
Gambar 3.2	Hasil proses transformasi perataan dan pengurangan dari Gambar 3.1.....	33
Gambar 3.3	Perancangan Antar Muka Form Pembuka	36
Gambar 3.4	Perancangan Antar Muka Form Pemampatan.....	39
Gambar 3.5	Bagan Umum Sistem	39
Gambar 3.6	Pekaliian Matriks Wavelet dengan Matriks Citra ..	41
Gambar 3.7	Matriks Keluaran Proses Transformasi.....	41
Gambar 3.8	Scanning	42
Gambar 3.9	Algoritma Program Pemampatan Citra.....	45
Gambar 3.10	Flowchart Program Pemampatan Citra.....	46
Gambar 3.11	Use Case Diagram Pemampatan Citra.....	47
Gambar 4.1	Splash Screen	50
Gambar 4.2	Form Pemampatan	51
Gambar 4.3	Proses pemilihan drive.....	53
Gambar 4.4	Proses Pemampatan Citra.....	54
Gambar 4.5	Proses Depemampatan Citra.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar: 2.1. Ilustrasi Citra Biner Monokrom.....	9
Gambar: 2.2. Ilustrasi Citra Grey Scale.....	10
Gambar: 2.3. Ilustrasi Citra True Color.....	12
Gambar: 2.4 Ilustrasi Pemampatan lossy.....	20
Gambar: 2.5 Model Pemampatan Data dengan teknik Lossy	20
Gambar: 2.6 Ilustrasi Pemampatan lossless.....	21
Gambar: 2.7 Metode Pemampatan Data dengan metode Lossless	21
Gambar: 2.8 Model Umum Pemampatan Citra	22
Gambar: 2.9 Source encoder dan source decoder	23
Gambar: 2.10 Proses Dekomposisi Wavelet	27
Gambar: 2.11 Ilustrasi Transformasi wavelet 1-dimensi (1-D) ...	29
Gambar: 2.12 Dekomposisi wavelet level-2 (DWT-2).....	35
Gambar: 3.1. Citra sebelum ditransformasi.....	32
Gambar: 3.2. Hasil proses transformasi perataan dan pengurangan dari Gambar 3.1.....	33
Gambar: 3.3. Perancangan Antar Muka Form Pembuka	36
Gambar: 3.4. Perancangan Antar Muka Form Pemampatan.....	39
Gambar: 3.5. Bagan Umum Sistem.....	39
Gambar: 3.6. Perkalian Matriks Wavelet dengan Matriks Citra .	41
Gambar: 3.7. Matriks Keluaran Proses Transformasi.....	41
Gambar: 3.8. Scanning.....	42
Gambar: 3.9. Algoritma Program Pemampatan Citra.....	45
Gambar: 3.10 Flowchart Program Pemampatan Citra.....	46
Gambar: 3.11 Use Case Diagram Pemampatan Citra.....	47
Gambar: 4.1 Splash Screen	50
Gambar: 4.2 Form Pemampatan.....	51
Gambar: 4.3 Proses pemilihan drive.....	53
Gambar: 4.4 Proses Pemampatan Citra	54
Gambar: 4.5 Proses Depemampatan Citra.....	58

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sebuah metode yang nantinya dijadikan sebagai acuan yang digunakan dalam proses pemampatan citra digital, khususnya pada teknologi pencitraan sehingga dapat digunakan sebagai fitur dalam melakukan pemampatan citra. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode wavelet, yang dimanfaatkan sebagai proses transformasi citra agar dapat melakukan pemampatan citra dan menghasilkan ukuran citra menjadi lebih kecil.

Sehingga dapat menghemat media penyimpanan data ataupun mempercepat proses transmisi data. Untuk mengimplementasikan metode yang telah dianalisis digunakan perangkat lunak sebagai piranti dalam melakukan pemampatan citra. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa metode wavelet diharapkan mampu menjadi salah satu metode dalam teknologi pencitraan untuk pemampatan citra digital.

Kata Kunci : wavelet, pemampatan, citra

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi informasi ternyata berdampak pada perkembangan ilmu pengetahuan yang lain. Salah satu domain aplikasi utama dalam teknologi pencitraan medis merupakan contoh dibidang radiologi. Berbagai macam citra medik dimanfaatkan, diantaranya citra sinar x (X-ray), *computed tomography* (CT), *magnetic resonance imaging* (MRI), *ultrasonography* (USG), *positron emission tomography* (PET), *single photon emission computerized tomography* (SPECT), *nuclear medicine* (NM), *digital subtraction angiography* (DSA), dan *digital flurography* (DF). Semuanya merupakan informasi yang sangat penting. Oleh karena itu, detail karakteristik citra tidak boleh ada yang hilang.

Sebelum ada teknologi informasi, citra-citra tersebut disimpan dalam bentuk film sehingga disimpan dalam jumlah yang besar dan tentu saja data-data citra tersebut memerlukan tempat penyimpanan yang besar. Oleh sebab itu, kemungkinan terjadinya kerusakan akibat jamur sangat tinggi. Bila citra ini diperlukan untuk kebutuhan analisis, tentu hasilnya tidak akan memuaskan.

Dengan hadirnya teknologi informasi, citra-citra tersebut disimpan dalam bentuk file. Sayangnya, file-file jenis citra ini berukuran relatif besar sehingga file-file tersebut belum dapat disimpan dalam rekam medik bersama-sama dengan informasi tekstual. Salah satu solusi untuk memperkecil ukuran file adalah

dengan melakukan pemampatan/kompresi citra. Pemampatan/kompresi citra bertujuan untuk meminimalkan kebutuhan memori dalam mempresentasikan citra digital dengan mengurangi duplikasi data didalam citra sehingga memori yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit dari pada representasi citra semula.

1.5 Manfaat Penelitian

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diambil berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas antara lain adalah :

- a. Bagaimana melakukan pemampatan citra digital menggunakan metode wavelet?
- b. Bagaimana membuat implementasi sebuah sistem agar dapat melakukan pemampatan citra digital?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak menyimpang dari tujuan diatas, maka perlu dibuat suatu batasan masalah yaitu :

- a. Pemampatan citra digital yang dilakukan hanya menggunakan metode wavelet.
- b. Proses pemampatan citra digital hanya dilakukan untuk format citra jenis bmp.
- c. Hasil citra pemampatan hanya dalam bentuk format citra (*compression image transformation*).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan akhir dari pembahasan ini adalah untuk mengkaji dan memahami bahwa transformasi wavelet dapat melakukan proses pemampatan atau pemampatan citra dengan baik.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil adalah :

- a. Mengimplementasikan wavelet yang mampu melaksanakan tugas sebagai metode untuk melakukan pemampatan citra digital.
- b. Mengkonfigurasi sistem perangkat lunak sebagai media (*tools*) untuk merealisasikan sebuah sistem yang dapat melakukan program pemampatan citra digital.

1.6 Metode Penelitian

Dalam penyusunan Penelitian ini digunakan beberapa metode penelitian yaitu :

- a. Metoda Pengumpulan Data yaitu mengumpulkan berbagai sumber data baik dari buku, literatur, artikel, jurnal, situs dan lain-lain yang mendukung dan berhubungan dalam penyusunan Penelitian ini.
- b. Metoda Observasi yaitu pengamatan langsung pada objek penelitian seperti aspek-aspek fisikis yang ada pada citra digital.

1.7 Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan dalam pembuatan Penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pembahasan dalam bagian ini berkisar pada latar belakang rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORITIS

Pada bab ini berisi uraian tentang teori-teori yang melandasi penulisan dan perancangan perangkat lunak, seperti struktur file citra digital.

BAB III : ANALISIS DAN PERANCANGAN

Berisi tahapan-tahapan perancangan yang meliputi perancangan layout perangkat lunak, desain *interface*, perancangan prosedur dan fungsi serta modul-modul program yang akan membangun keseluruhan perangkat lunak tersebut.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai algoritma-algoritma yang digunakan dalam merancang perangkat lunak serta meliputi pengujian algoritma dari sistem yang dirancang serta keintegritasannya antara tiap bagian program.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Membahas kesimpulan yang merupakan pendapat terakhir berdasarkan uraian-uraian pada bab sebelumnya dari hasil pengujian sistem serta saran yang berisi tentang gagasan-gagasan yang dapat dikembangkan sebagai kelanjutan dari sistem perangkat lunak ini kedepannya.

adalah gambar pada bidang dwimatra (2dimensi) atau representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek" (h.15). Murni, dkk (seperti diacu dalam Sutarno, 1992) ditinjau dari sudut pandang sistematis "citra merupakan fungsi *continue* dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra (2D)" (h.15)

Yusufatla Pratiwara, 2011, <http://www.scribd.com> "ada 2 jenis citra yaitu : citra diam dan citra bergerak. Citra diam adalah citra tunggal yang tidak bergerak, sedangkan citra bergerak adalah rangkaian citra diam yang ditampilkan secara sekuensial" (h.5). T. Sutoyo, Edy Mulyanto, Vincent Suhartono, Oky Dwi Nurhayati Wijanarto (2009) menyatakan bahwa, "citra digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer" (h.9).

Sebuah citra yang tersusun didalamnya berbentuk *matrix* (grid/kisi) setiap kotak *pixel* yang berbentuk disebut *picture element* dan memiliki koordinat (x,y). Sumbu x (horizontal) : kolom (*column*), *sample* sedangkan sumbu y (vertikal) : baris (*row, line*). Setiap pixel memiliki nilai (*value* atau *number*) yang menunjukkan intensitas keabuan pada pixel tersebut. Detajet keabuan dimana merepresentasikan grey level atau kode warna. Kisaran nilai

BAB II

LANDASAN TEORITIS

2.1 Pengertian Citra

Munir (seperti diacu dalam Sutarno, 2004) mengemukakan “citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (2dimensi) atau representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek” (h.15). Murni, dkk (seperti diacu dalam Sutarno, 1992) ditinjau dari sudut pandang sistematis “citra merupakan fungsi *continue* dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra (2D)” (h15).

Yushintia Pramitarni, 2011, <http://www.scribd.com> “ada 2 jenis citra yaitu : citra diam dan citra bergerak. Citra diam adalah citra tunggal yang tidak bergerak, sedangkan citra bergerak adalah rangkaian citra diam yang ditampilkan secara sekuensial” (h.5). T. Sutoyo, Edy Mulyanto, Vincent Suhartono, Oky Dwi Nurhayati Wijanarto (2009) menyatakan bahwa, “citra digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer” (h.9).

Sebuah citra yang tersusun didalamnya berbentuk *raster* (grid/kisi) setiap kotak (*tile*) yang berbentuk disebut pixel (*picture element*) dan memiliki koordinat (x,y). Sumbu x (horizontal) : kolom (*column*), sample sedangkan sumbu y (vertikal) : baris (*row, line*). Setiap pixel memiliki nilai (*value* atau *number*) yang menunjukkan intensitas keabuan pada pixel tersebut. Derajat keabuan dimana merepresentasikan grey level atau kode warna. Kisaran nilai

ditentukan oleh bit yang dipakai dan akan menunjukkan resolusi aras¹ abu-abu (*grey level resolution*). Berikut ini beberapa kedalaman warna (*bitdepth*):

1 bit - 2 warna : [0,1]

4 bit - 16 warna : [0,15]

8 bit - 256 warna : [0,255]

24 bit - 16.777.216 warna (*true color*)

Kanal Merah-Red (R): [0,255]

Kanal Hijau-Gren (G): [0,255]

Kanal Biru-Blue (B): [0,255]

2.2 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital mencakup disiplin ilmu yang mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan perbaikan kualitas gambar untuk tujuan analisis (¹T. Sutoyo, dkk, (2009).

Beberapa alasan dilakukan pengolahan citra digital adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mendapatkan citra asli dari citra yang sudah rusak karena pengaruh noise yang bercampur dengan citra asli dalam suatu proses tertentu. proses pengolahan citra bertujuan untuk mendapatkan citra yang mendekati citra asli.
- b. Untuk mendapatkan citra dengan karakteristik tertentu dan cocok secara visual yang dibutuhkan dalam proses lanjut dalam

¹ T. Sutoyo, dkk, (2009) "pengolahan citra digital merupakan disiplin ilmu yang mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan perbaikan kualitas gambar untuk tujuan analisis" (h.5).

proses lanjut dalam pemrosesan analisis citra operasi pengolahan citra dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis sebagai berikut:

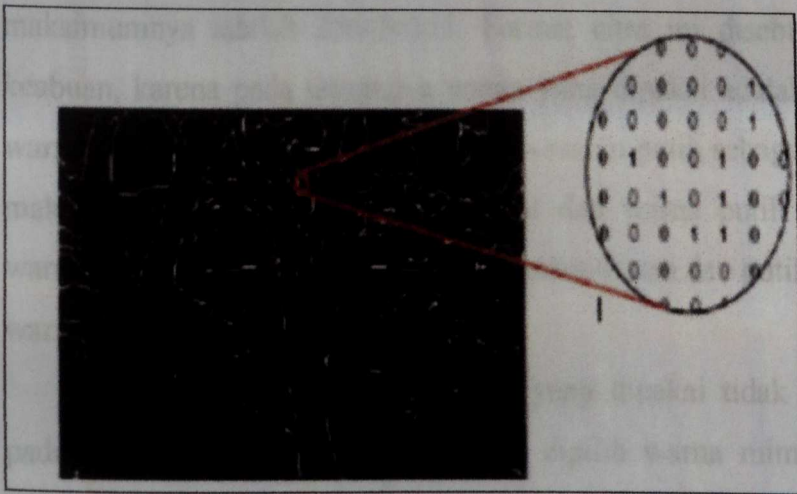
- *Image Enhancemet* (Perbaikan kualitas citra)
- *Image Restoration* (Pemugaran Citra)
- *Image Compression* (Pemampatan Citra)
- *Image Segmentation* (Segmentasi Citra)
- *Image Analysis* (Analisa Citra)
- *Image Recontruction* (Rekonstruksi Citra)

Operasi-Operasi tersebut bertujuan untuk membentuk objek dari beberapa citra hasil proyeksi. Pada citra digital, dengan type bitmap type warna pada titik-titik pixel dibentuk dari sebuah data numerik. Tinggi dan rendahnya keabuan pixel dinyatakan dalam bentuk intensitas atau derajat keabuan. Satuan lebar intensitas merupakan lebar memori (*bit*) citra yang disebut dengan format pixel.

2.2.1 Format Pixel 1 Bit (*citra Biner Monocrom*)

Citra biner diperoleh melalui proses pemisahan pixel-pixel berdasarkan derajat keabuan yang dimilikinya. Pada citra biner, setiap titik bernilai 0 dan 1, masing-masing merepresentasikan warna tertentu. Nilai 0 diberikan untuk pixel yang memiliki derajat keabuan lebih kecil dari nilai batas yang ditentukan, sementara pixel yang memiliki derajat keabuan yang lebih besar dari batas akan diubah menjadi nilai 1. Pada standard citra untuk untuk ditampilkan dilayar komputer, nilai biner ini berhubungan dengan ada tidaknya cahaya yang ditembakkan oleh electron gun yang terdapat didalam monitor

komputer. Angka 0 menyatakan tidak ada cahaya, dengan demikian warna yang direpresentasikan adalah hitam. Untuk angka 1, terdapat cahaya, sehingga warna yang direpresentasikan adalah putih. Standar tersebut disebut sebagai standar citra cahaya, sedangkan standar citra tinta/cat adalah berkebalikan, karena biner tersebut menyatakan ada tidaknya tinta. Setiap titik pada citra hanya membutuhkan 1 bit, sehingga setiap byte dapat menampung informasi 8 bit.



Gambar: 2.1. Ilustrasi Citra Biner Monokrom

Sumber : <http://www.scribd.com>

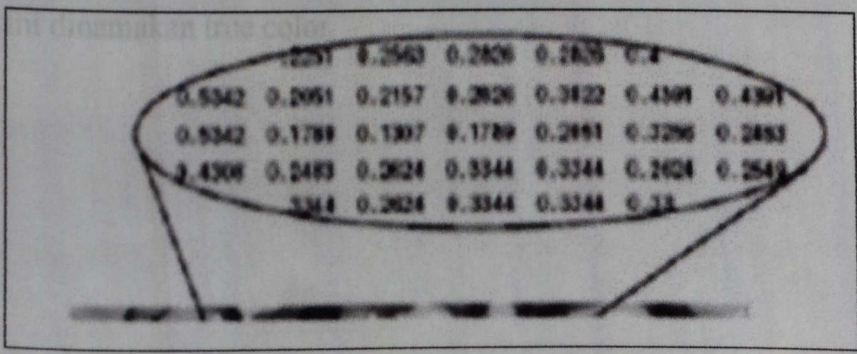
2.2.2 Format Pixel 8 Bit (Citra Gray Scale)

Citra skala keabuan memberi kemungkinan warna yang lebih banyak daripada citra biner, karena ada nilai-nilai diantara nilai minimum (biasanya=0) dan nilai maximum. Banyaknya kemungkinan nilai minimum dan nilai maximumnya bergantung pada jumlah bit yang digunakan. Mata manusia pada umumnya hanya mempunyai kemampuan untuk membedakan maksimal 40 tingkat

skala keabuan. Untuk citra tampak/visible image dipilih skala keabuan lebih dari 40.

Pada umumnya citra skala keabuan menggunakan jumlah bit 8, sesuai dengan satuan memori komputer. Contohnya untuk skala keabuan 4 bit, maka jumlah kemungkinan nilainya adalah 16, dan nilai maksimumnya adalah $2^4-1=15$. Sedangkan untuk skala keabuan 8 bit, maka jumlah kemungkinan nilainya adalah 256, dan nilai maksimumnya adalah $2^8-1=255$. Format citra ini disebut skala keabuan, karena pada umumnya warna yang dipakai adalah antara warna hitam sebagai warna minimal dan warna putih sebagai warna maksimalnya, sehingga warna minimal dan warna putih sebagai warna maksimalnya, sehingga warna diantara hitam dan putih adalah warna abu-abu.

Namun pada prakteknya, warna yang dipakai tidak terbatas pada warna abu-abu. Sebagai contoh, dipilih warna minimalnya adalah putih dan warna maksimalnya adalah merah, maka semakin besar nilainya semakin besar pula intensitas warna merahnya. Format citra ini kadang disebut sebagai citra intensitas.



Gambar: 2.2. Ilustrasi Citra Grey Scale

Sumber : <http://www.scribd.com>

2.2.3 Format Pixel 24 Bit (Citra Warna/True Color)

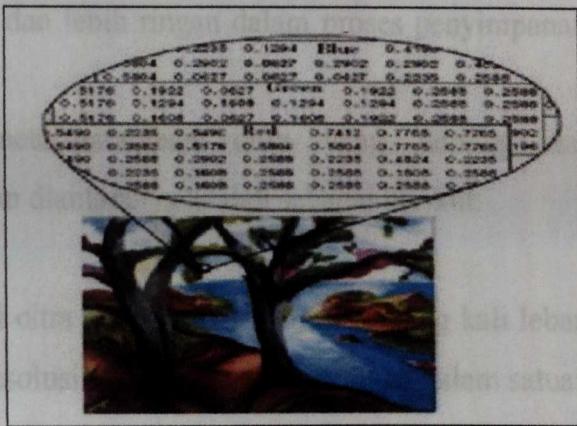
Pada citra warna, setiap titik mempunyai warna yang paling spesifik yang merupakan kombinasi dari 3 warna dasar, yaitu merah (red), hijau (green) dan biru (blue). Ada perbedaan warna dasar untuk dasar cahaya. (misalnya display dimonitor komputer) dan untuk cat (misalkan cetakan diatas kertas). Untuk cahaya, warna dasarnya adalah red, green, dan blue (RGB), sedangkan untuk cat warna dasarnya adalah sian, magenta, kuning (cyan-magenta-yellow, CMY). Keduanya saling berkomponen.

Format citra ini sering disebut sebagai citra RGB (Red-Green-Blue). Setiap warna dasar mempunyai intensitas sendiri dengan nilai maksimum 255 (8 bit), misalnya warna kuning merupakan kombinasi warna merah dan hijau sehingga nilai RGB nya adalah 255 255 0. Sedangkan warna ungu muda, nilai RGBnya adalah 150 0 150, dengan demikian setiap titik pada citra warna membutuhkan data 3 byte. Jumlah kombinasi warna yang mungkin untuk format citra ini adalah 224 atau lebih dari 16 juta warna. Dengan demikian, bisa dianggap mencakup semua warna yang ada, inilah sebabnya format ini dinamakan true color.

Bagian data yang tidak terkait atau bagian data yang berulang tersebut disebut dengan data berlebihan (*redundancy data*).

Tujuan dari pada pemampatan data tidak lain adalah mengurangi data berlebihan tersebut sehingga ukuran data menjadi

⁴ Donna Pata, (2010) "proses pemampatan merupakan proses mereduksi ukuran data untuk menghasilkan representasi digital yang pada saat ini dapat dianggap sangat penting dalam mewakili informasi yang terdistribusi pada data terdistribusi" (h. 261)



Gambar: 2.3. Ilustrasi Citra True Color

Sumber : <http://www.scribd.com>

2.3 Pemampatan Citra (Image Compression)

Proses pemampatan dapat mereduksi ukuran suatu data untuk menghasilkan representasi digital yang padat atau mampat (*compact*) namun tetap dapat mewakili kuantitas informasi yang terdudung pada data tersebut (² Darma Putra, (2010).

Data dan informasi adalah dua hal yang berbeda, pada data terkandung suatu informasi. Namun tidak semua bagian data terkait dengan informasi tersebut atau pada suatu data terdapat bagian-bagian data yang berulang untuk mewakili informasi yang sama. Bagian data yang tidak terkait atau bagaian data yang berulang tersebut disebut dengan data berlebihan (*redudancy data*).

Tujuan daripada pemampatan data tiada lain adalah mengurangi data berlebihan tersebut sehingga ukuran data menjadi

² Darma Putra, (2010) "proses pemampatan merupakan proses mereduksi ukuran suatu data untuk menghasilkan representasi digital yang padat atau mampat (*compact*) namun tetap dapat mewakili kuantitas informasi yang terdudung pada data tersebut" (h.261).

lebih kecil dan lebih ringan dalam proses penyimpanan dan proses transmisi.

Parameter-parameter citra yang penting dalam proses pemampatan diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Resolusi

Resolusi citra menyatakan ukuran panjang kali lebar dari sebuah citra. Resolusi citra biasanya dinyatakan dalam satuan pixel. Pixel semakin tinggi resolusi sebuah citra, semakin baik kualitas citra tersebut. Namun, tingginya resolusi menyebabkan semakin banyaknya jumlah bit yang diperlukan untuk menyimpan dan mentransmisikan data citra tersebut.

b. Kedalaman Bit

Kedalaman bit menyatakan jumlah bit yang diperlukan untuk merepresentasikan tiap pixel citra pada sebuah frame. Kedalaman bit biasanya dinyatakan dalam satuan bit/pixel. Semakin banyak jumlah bit yang digunakan untuk merepresentasikan sebuah citra, maka semakin baik kualitas citra tersebut.

c. Konsep Redudansi

Redudansi merupakan suatu keadaan dimana representasi suatu elemen data tidak bernilai signifikan dalam merepresentasikan keseluruhan data. Keadaan ini menyebabkan data keseluruhan dapat direpresentasikan secara lebih kompak dengan cara menghilangkan representasi dari sebuah elemen data yang redudan. Redudansi yang terdapat pada citra statik adalah redudansi spasial. Metode pemampatan citra berdasarkan redudansi spasial diantaranya adalah sebagai berikut:

- **Subsampling**
Subsampling merupakan metode pemampatan dengan mengurangi jumlah pixel yang diperlukan untuk merepresentasikan suatu citra. *Subsampling* dapat dilakukan dengan dua cara. Cara pertama adalah mengambil pixel-pixel tertentu dari citra misal pixel-pixel pada baris dan kelompok saja. Cara kedua adalah dengan mengambil rata-rata dari kelompok pixel dan menggunakan nilai tersebut sebagai ganti nilai kolom dengan pengurangan resolusi.
- **Pengurangan kedalaman bit**
 Metode ini dilakukan dengan mengurangi jumlah bit yang digunakan untuk merepresentasikan suatu pixel. Misalnya dengan mengurangi kedalaman bit dari 16 bit/pixel menjadi 8 bit/pixel. Metode ini mengurangi kualitas citra.
- **Transformation Coding**
Transformation coding merupakan transformasi data dari domain ruang ke domain frekuensi.

Berikut ini adalah contoh format citra baik yang untuk lossless maupun lossy:

Tabel 2.1 Macam-Macam Format Citra

Ekstensi	Nama	Keterangan
BMP	<i>Windows Bitmap</i>	Biasanya digunakan oleh aplikasi dan sistem operasi Microsoft Windows.

<p>GIF</p>	<p><i>Graphics Interchange Gif</i></p>	<p>biasanya digunakan diwebsite. Format Gif mendukung citra bergerak. Namun format Gif hanya mendukung 255 warna tiap frame. Format gif juga mendukung citra transparan. Format gif merupakan pemampatan tipe lossy.</p>
<p>JPG/JPEG</p>	<p><i>Joint Photographic Expert Group</i></p>	<p>JPEG biasanya digunakan untuk foto diwebsite. JPEG menggunakan pemampatan tipe lossy. Kualitas JPEG 2000 bisa bervariasi tergantung setting pemampatan yang digunakan. Pemampatan JPEG berbasis DCT</p>

		(Discrete Cosine Transform).
JP2/JPG2/J2K	<i>Joint Photographic Expert Group 2000</i>	Merupakan pengembangan dari JPEG yang berbasis transformasi wavelet. Format ini mendukung pemampatan tipe lossless dan lossy. Namun, support JPEG 2000 dalam berbagai aplikasi masih kurang, disebabkan kebutuhan hardware yang tangguh dan paten.
PBM	<i>Portable Bitmap Format</i>	Merupakan format citra hitam putih yang sederhana. PBM memerlukan 1 bit tiap pixel. Tidak seperti format citra lainnya, format PBM merupakan plain text yang bisa diolah dengan menggunakan

		pengolah text. Format PBM merupakan bagian dari PNM (<i>Portable Pixmap File Format</i>).
PGM	<i>Portable Graymap Format</i>	Merupakan format citra abu-abu yang sederhana. Format PGM memerlukan 8 bit tiap pixel. PGM merupakan citra mentah dengan pemampatan tipe lossless. Format PGM merupakan bagian dari PNM (<i>Portable Pixmap File Format</i>).
PPM	<i>Portable Pixmap Format</i>	Merupakan format citra berwarna yang sederhana. PPM memerlukan 24 bit tiap pixel. PPM merupakan citra mentah dengan pemampatan tipe lossless. Format PPM

2.3.1 Teknik Pemampatan Citra		merupakan bagian dari PNM (<i>portable Pixmap File Format</i>).
PNG	<i>Portable Network Graphics</i>	PNG adalah format citra dengan kedalaman bit berkisar antara 1 sampai dengan 32. PNG didesain dengan menggantikan format citra GIF untuk diimplementasikan di website. Algoritma pemampatan PNG tidak memerlukan hak paten karena sudah menjadi public domain sejak tahun 2003.
tiff	<i>Tagged Image File Format</i>	Merupakan format citra yang sudah digunakan sejak dulu. Mendukung pemampatan tipe lossless dan losy.
cit	<i>Compresion image transformation</i>	Merupakan format citra transformasi.

2.3.1 Teknik Pemampatan Citra

Metode pemampatan data atau pemampatan data dapat dikelompokkan dalam dua kelompok besar, yaitu:

a. Lossy Compression

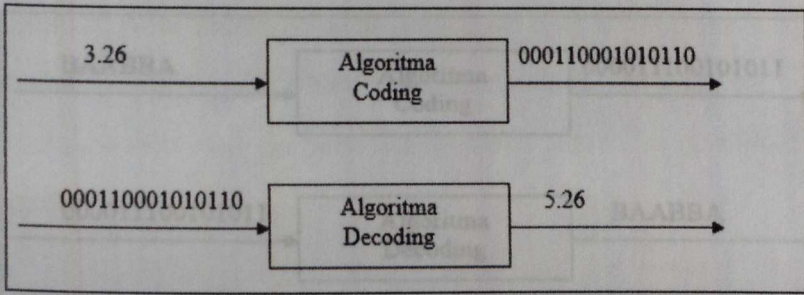
T. Sutoyo, Edy Mulyanto, Vincent Suhartono, Oky Dwi Nurhayati Wijanarto, (2009) menyatakan bahwa "*Lossy compression* merupakan pemampatan citra dimana hasil depemampatan dari citra yang terpemampatan tidak sama dengan citra aslinya karena ada informasi yang hilang, tetapi masih bisa ditolerir oleh persepsi mata" (h.166). Metode ini menghasilkan ratio pemampatan yang lebih tinggi daripada metode lossless.

Ada dua skema dasar lossy pemampatan:

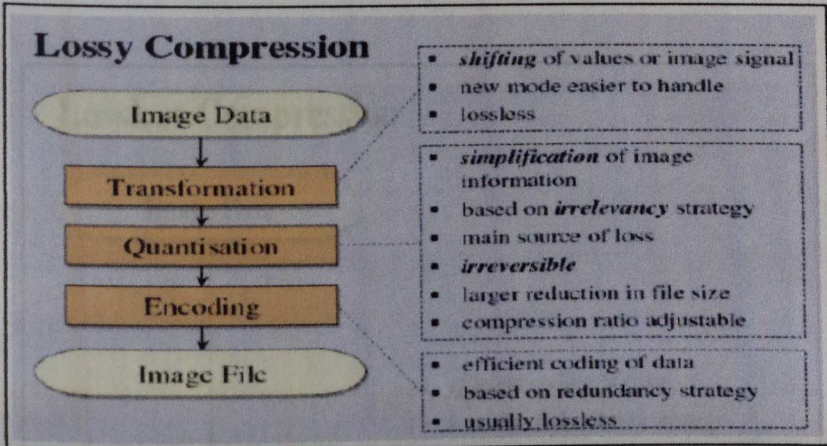
- Lossy transform codec, sampel suara atau gambar yang diambil, di potong kesegmen kecil, diubah menjadi ruang basis yang baru, dan kuantisasi. hasil nilai kuantisasi menjadi entropy coded.
- Lossy predictive codec, sebelum dan/atau sesudahnya data di-decode digunakan untuk memprediksi sampel suara dan frame picture saat ini. kesalahan antara data prediksi dan data yang nyata, bersama-sama dengan informasi lain digunakan untuk mereproduksi prediksi, dan kemudian dikuantisasi dan kode.

Dalam beberapa sistem kedua teknik digabungkan, dengan mengubah codec yang digunakan untuk mengpemampatan kesalahan sinyal yang dihasilkan dari tahapan prediksi.

Berikut ini adalah gambar ilustrasi dari pemampatan lossy:



Gambar: 2.4 Ilustrasi pemampatan lossy



Gambar: 2.5 Model Pemampatan Data dengan teknik Lossy

Sumber : Departmen Ilmu Komputer IPB

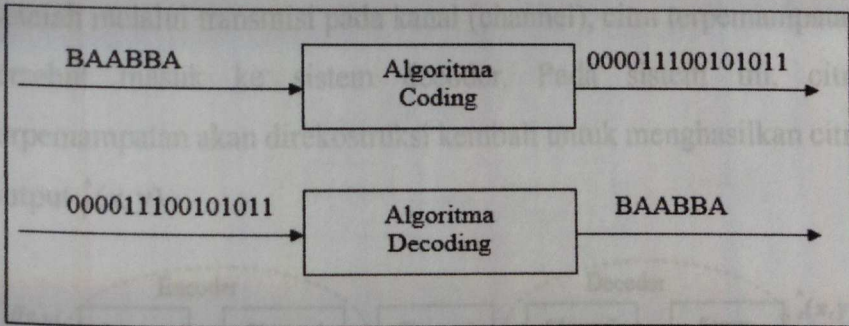
b. Lossless Compression

Lossless Compression teknik pemampatan citra dimana hasil depemampatan dari citra yang terpemampatkan sama dengan citra aslinya, tidak ada informasi yang hilang (³ T. Sutoyo, dkk (2009).

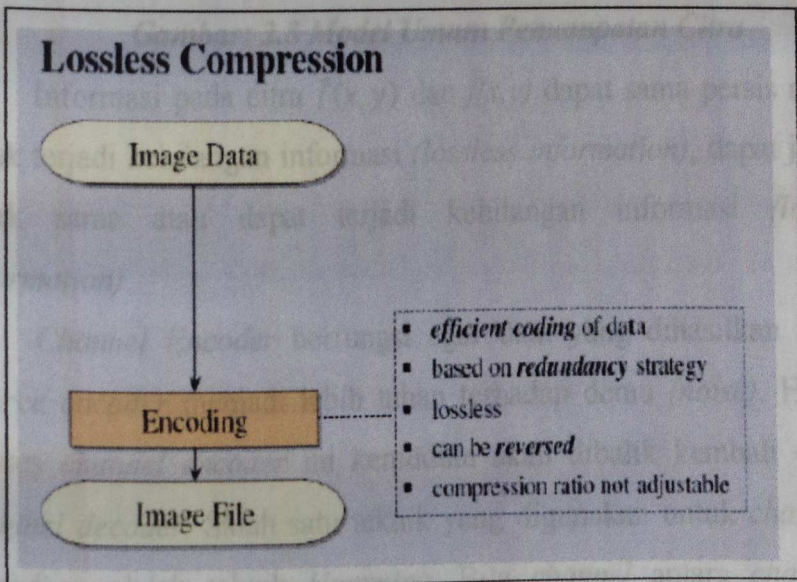
Berikut ini adalah gambar ilustrasi dari pemampatan lossless:

Model umum pemampatan citra terdiri atas dua bagian besar yaitu encoder dan decoder. Encoder berfungsi membuat representasi gambar hasil dari data dengan input $f(x, y)$. Dengan kata lain encoder

³ T. Sutoyo, dkk (2009) "Lossless Compression adalah pemampatan citra dimana hasil depemampatan dari citra yang terpemampatkan sama dengan citra aslinya, tidak ada informasi yang hilang.



Gambar: 2.6 Ilustrasi pemampatan lossless



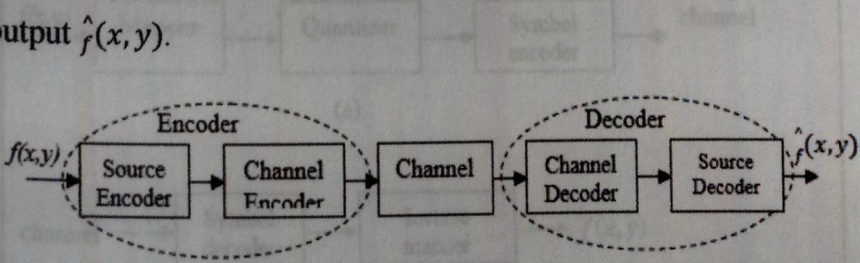
Gambar: 2.7 Metode Pemampatan Data dengan metode Lossless

Sumber : Departmen Ilmu Komputer IPB

2.3.2 Model Pemampatan Citra

Model umum pemampatan citra terdiri atas dua bagian besar yaitu encoder dan decoder. Encoder berfungsi membuat representasi simbol-simbol (kode) dari citra input $f(x,y)$. Dengan kata lain encoder berfungsi membuat citra pemampatan (citra terkode) dari citra input.

Setelah melalui transmisi pada kanal (channel), citra terpemampatan tersebut masuk ke sistem decoder. Pada sistem ini, citra terpemampatan akan direkonstruksi kembali untuk menghasilkan citra output $\hat{f}(x, y)$.



Gambar: 2.8 Model Umum Pemampatan Citra

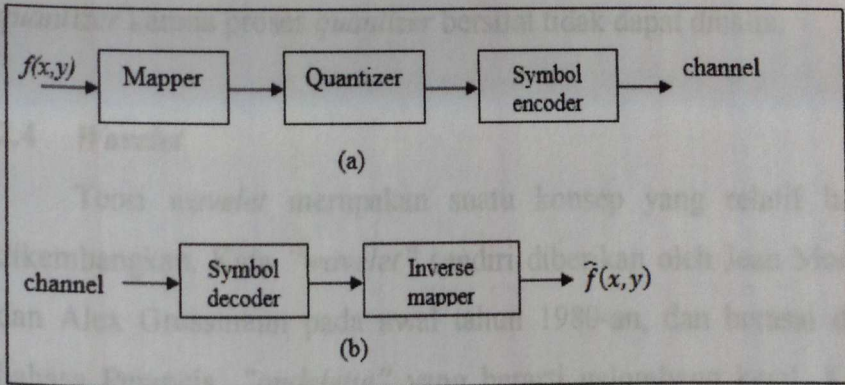
Informasi pada citra $\hat{f}(x, y)$ dan $f(x, y)$ dapat sama persis atau tidak terjadi kehilangan informasi (*lossless information*), dapat juga tidak sama atau dapat terjadi kehilangan informasi (*lossy information*).

Channel Encoder berfungsi agar data yang dihasilkan dari *source encoder* menjadi lebih tahan terhadap derau (*noise*). Hasil proses *channel encoder* ini kemudian akan dibalik kembali oleh *channel decoder*. Salah satu teknik yang digunakan untuk *channel encoding* adalah teknik *Hamming*. Bila *channel* antara *channel encoder* dan *channel decoder* terbebas derau maka kedua jenis *channel* tersebut dapat dihilangkan.

Source encoder berguna untuk mengurangi berbagai data berlebihan yang muncul pada citra. Sistem ini terdiri atas tiga proses, yaitu *mapper*, *quantizer*, dan *symbol encoder*.

Mapper berfungsi untuk mengubah citra input kedalam suatu format untuk menghilangkan *interpixel redundancy*. Operasi ini dapat mengurangi atau dapat juga tidak ukuran citra asli dan biasanya

bersifat *reversible* (dapat dibalik) artinya informasi pada citra hasil rekonstruksi sama persis dengan citra asli.



Gambar: 2.9 Source encoder dan source decoder

Quantizer berfungsi mengurangi data berlebihan *psychovisual*. Operasi dilakukan dengan melakukan proses kuantisasi terhadap hasil dari tahap sebelumnya. Hasil dari proses kuantisasi pada umumnya bersifat *irreversible* (tidak dapat dibalik) artinya informasi pada citra hasil tidak sama dengan informasi pada citra asli karena terdapat informasi yang hilang. Bila ingin tidak terjadi informasi yang hilang pada citra hasil maka tahap (blok) *quantizer* harus dihilangkan.

Symbol encoder berfungsi membuat kode untuk merepresentasikan keluaran dari *quantizer* dan memetakan setiap keluaran tersebut kedalam kode. Panjang kode dapat bersifat (*fixed length code*) dapat juga bervariasi (*variable length code*). Kode yang dihasilkan dari tahap ini dapat menghilangkan data berlebihan coding (*coding redundancy*) dan biasanya bersifat *reversible*.

Source decoder merupakan proses kebalikan dari *source encoder*. Pada *source decoder* tidak terdapat proses (tahap) *invers quantizer* karena proses *quantizer* bersifat tidak dapat dibalik.

2.4 Wavelet

Teori *wavelet* merupakan suatu konsep yang relatif baru dikembangkan. Kata "*wavelet*" sendiri diberikan oleh Jean Morlet dan Alex Grossmann pada awal tahun 1980-an, dan berasal dari bahasa Perancis, "*ondelette*" yang berarti gelombang kecil. Kata "*onde*" yang berarti gelombang kemudian diterjemahkan ke bahasa Inggris menjadi "*wave*", lalu digabungkan dengan kata aslinya sehingga terbentuklah kata baru "*wavelet*".

Daubechies (seperti diacu dalam Sutarno, 1995) mengemukakan "*Wavelet* (pemampatan berbasis gelombang singkat) merupakan alat analisis yang biasa digunakan untuk menyajikan data atau fungsi atau operator kedalam komponen-komponen frekuensi yang berlainan, dan kemudian mengkaji setiap komponen dengan suatu resolusi yang sesuai dengan skalanya" (h.16).

Menurut Sydney (seperti diacu dalam Sutarno, 1998) "*Wavelet* merupakan gelombang mini (*small wave*) yang mempunyai kemampuan mengelompokkan energi citra dan terkonsentrasi pada sekelompok kecil koefisien, sedangkan kelompok koefisien lainnya hanya mengandung sedikit energi yang dapat dihilangkan tanpa mengurangi nilai informasinya" (h.16). *Wavelet* merupakan keluarga fungsi yang dihasilkan oleh *wavelet* basis $\psi(x)$ disebut *mother wavelet*. Dua operasi utama yang mendasari *wavelet* adalah:

- 1). Penggeseran, misalnya $\psi(x-1)$, $\psi(x-2)$, $\psi(x-b)$, dan
- 2). Penyekalaan, misalnya $\psi(2x)$, $\psi(4x)$ dan $\psi(2jx)$.

Kombinasi kedua operasi inilah menghasilkan keluarga *wavelet*. Secara umum, keluarga *wavelet* sering dinyatakan dengan formula:

$$\psi_{a,b}(x) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \psi\left(\frac{x-b}{a}\right)$$

dengan :

$$a, b \in R; a \neq 0 \quad (R = \text{bilangan nyata})$$

- a adalah parameter penyekalaan (dilatasi)
 - b adalah parameter penggeseran posisi (translasi) pada sumbu x,
- dan
- $\sqrt{|a|}$ adalah normalisasi energi yang sama dengan energi induk.

Wavelet induk diskalakan dan digeser melalui pemisahan menurut frekuensi menjadi sejumlah sub-sub bagian. Untuk mendapatkan sinyal kembali dilakukan proses rekonstruksi *wavelet*. Beberapa contoh keluarga *wavelet* adalah *Haar*, *Daubechies*, *Symlets*, *Coiflets*, *BiorSplines*, *ReverseBior*, *Meyer*, *DMeyer*, *Gaussian*, *Mexican_hat*, *Morlet*, *Complex Gaussian*, *Shannon*, *Frequency B-Spline*, *Complex Morlet*, *Riyad*, dan lain sebagainya.

Zhang dkk., (seperti diacu dalam Sutarno, 2004) menyatakan “proses transformasi *wavelet* dapat dilakukan dengan konvolusi atau dengan proses perataan dan pengurangan secara berulang. Proses ini banyak digunakan pada proses dekomposisi, deteksi, pengenalan

(*recognition*), pengambilan kembali citra (*image retrieval*), dan lainnya yang masih dalam penelitian” (h.16).

Salah satu alasan mengapa transformasi *wavelet* menjadi begitu penting dalam berbagai bidang adalah karena sifat-sifat berikut:

- a. Waktu kompleksitasnya bersifat linear. Transformasi *wavelet* dapat dilakukan dengan sempurna dengan waktu yang bersifat linear.
- b. Koefisien-koefisien *wavelet* yang terpilih bersifat jarang. Secara praktis, koefisien-koefisien *wavelet* kebanyakan bernilai kecil atau nol. Kondisi ini sangat memberikan keuntungan terutama dalam bidang pemampatan atau pemampatan data.
- c. *Wavelet* dapat beradaptasi pada berbagai jenis fungsi, seperti fungsi tidak kontinyu, dan fungsi yang didefinisikan pada domain yang dibatasi.

Berdasarkan jenis sinyal yang diprosesnya, transformasi *wavelet* dapat dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu *Continuous Wavelet Transform (CWT)* dan *Wavelet (DWT)*.

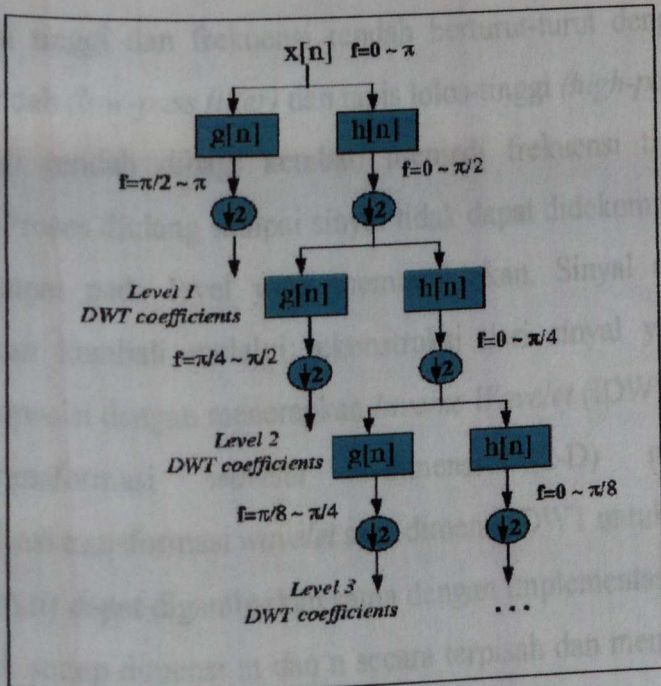
2.4.1 Metode *Wavelet*

Sesuai dengan namanya, *wavelet* bekerja mentransformasikan sinyal yang telah berbentuk diskrit. Dibandingkan dengan *continuous wavelet transform (CWT)*, *wavelet* dianggap relatif lebih mudah dalam hal pengimplementasiannya.

Mallat dan Stephane, (seperti diacu dalam Sutarno,1999) menyatakan bahwa “Prinsip dasar dari *wavelet* adalah bagaimana cara mendapatkan representasi waktu dan skala dari sebuah sinyal

menggunakan teknik pemfilteran digital dan operasi sub-sampling atau downsampling. Sinyal pertama-tama dilewatkan pada rangkaian *high-pass filter* dan *low-pass filter*, kemudian setengah dari masing-masing keluaran diambil sebagai sampel melalui operasi downsampling. (h.20)

Proses ini disebut sebagai proses dekomposisi satu tingkat. Keluaran dari *low-pass filter* digunakan sebagai masukan di proses dekomposisi tingkat berikutnya. Proses ini diulang sampai tingkat proses dekomposisi yang diinginkan. Gabungan dari keluaran-keluaran *high-pass filter* dan satu keluaran *low-pass filter* yang terakhir disebut sebagai koefisien *wavelet*, yang berisi informasi sinyal hasil transformasi yang telah terpemampatan. Penjelasan tersebut dapat diwakili oleh 2 diagram berikut :



Gambar: 2.10 Proses Dekomposisi Wavelet

piramid. Langkah-langkah transformasi wavelet 1-D dapat

Transformasi *wavelet* juga mempunyai penerapan yang luas pada aplikasi pengolahan isyarat dan pengolahan citra. Ada berbagai jenis transformasi *wavelet*, diantaranya adalah transformasi *Wavelet* (DWT) 1-dimensi (1-D), dan transformasi wavelet 2-dimensi (2-D).

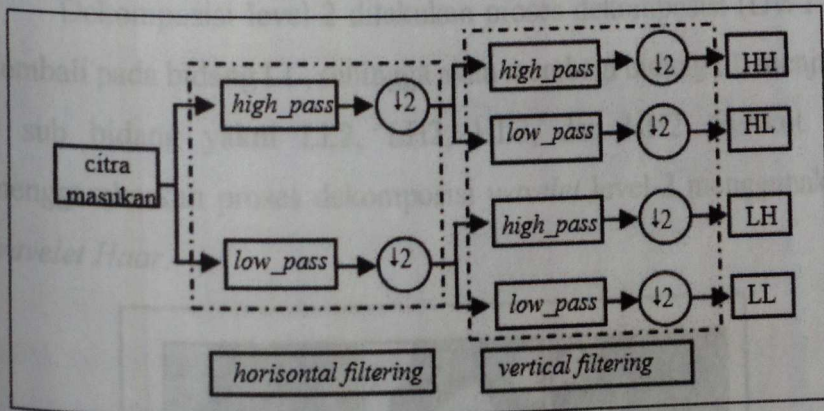
Transformasi *wavelet* juga mempunyai penerapan yang luas pada aplikasi pengolahan isyarat dan pengolahan citra. Ada berbagai jenis transformasi *wavelet*, diantaranya adalah transformasi *Wavelet* (DWT) 1-dimensi (1-D), dan transformasi wavelet 2-dimensi (2-D).

2.4.2 Transformasi *Wavelet* 1-dimensi (1-D) dan Transformasi *Wavelet* 2-dimensi (2-D).

Transformasi *wavelet* 1-D membagi sinyal menjadi dua bagian, frekuensi tinggi dan frekuensi rendah berturut-turut dengan tapis lolos-rendah (*low-pass filter*) dan tapis lolos-tinggi (*high-pass filter*). Frekuensi rendah dibagi kembali menjadi frekuensi tinggi dan rendah. Proses diulang sampai sinyal tidak dapat didekomposisi lagi atau sampai pada level yang memungkinkan. Sinyal asli dapat dipulihkan kembali melalui rekonstruksi dari sinyal yang telah didekomposisi dengan menerapkan *Inverse Wavelet* (IDWT).

Transformasi *wavelet* 2-dimensi (2-D) merupakan generalisasi transformasi *wavelet* satu-dimensi. DWT untuk 2-D pada citra $x(m,n)$ dapat digambarkan sama dengan implementasi DWT 1-D, untuk setiap dimensi m dan n secara terpisah dan membagi citra ke dalam sub-sub bidang frekuensi, sehingga menghasilkan struktur

piramid. Langkah-langkah transformasi wavelet 1-D dapat diilustrasikan sebagai berikut:



Gambar: 2.11 Ilustrasi Transformasi wavelet 1-dimensi (1-D)

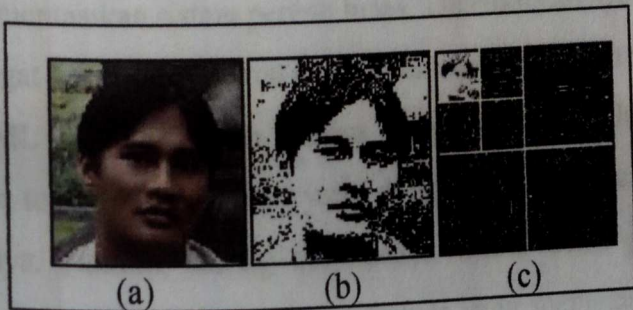
Sumber: Jurnal Generic Vol.5 No.2 (Juli 2010)

Pada gambar di atas langkah pertama citra $x(m,n)$ ditapis pada arah horisontal. Dengan tapis lolos-rendah yang merupakan fungsi penyekalan (*scaling function*) dan tapis lolos-tinggi yang merupakan fungsi wavelet (*wavelet function*). Hasil penapisan selanjutnya dicuplik turun pada dimensi m dengan faktor 2. Hasil kedua proses ini adalah suatu citra lolos-rendah dan suatu citra lolos-tinggi.

Proses selanjutnya masing-masing citra ditapis dan dicuplik turun dengan faktor 2 sepanjang dimensi n . Kedua proses akhir ini akan membagi citra ke dalam sejumlah sub-sub bidang yang dinotasikan dengan LL, HL, LH, HH. Bidang LL merupakan perkiraan kasar atau koefisien aproksimasi dari citra asli, bidang HL dan LH merekam perubahan pada citra sepanjang arah horisontal dan

vertikal secara berurutan dan bidang HH menunjukkan komponen frekuensi tinggi pada citra. HL, LH, HH disebut juga koefisien detail.

Dekomposisi level-2 dilakukan proses dekomposisi (DWT-1) kembali pada bidang LL, sehingga akan membagi bidang LL menjadi 4 sub bidang yakni LL2, LH2, HL2, dan HH2. Berikut ini menggambarkan proses dekomposisi *wavelet* level-2 menggunakan *wavelet Haar*.



Gambar: 2.12 Dekomposisi *wavelet* level-2 (DWT-2)

Sumber: Jurnal Generic Vol.5 No.2 (Juli 2010)

(a) citra original (RGB) ukuran piksel 128 x 128; (b) citra setelah diubah menjadi citra hitam putih (128 x 128); (c) citra hasil dekomposisi (kiri atas) ukuran piksel 16 x 16.

Ilustrasi di atas menunjukkan bahwa semakin tinggi level dekomposisi, ukuran piksel citra hasil dekomposisinya semakin kecil atau setengah dari ukuran citra level sebelumnya, sehingga citra semakin kehilangan cirinya. Transformasi *wavelet* dapat dilakukan sampai level takhingga, namun dalam penerapannya proses transformasi *wavelet* dilakukan sampai jumlah data koefisien detail adalah satu. Hal ini korelasi dengan kandungan informasi minimum

sinyal hasil transformasi yang memungkinkan proses pengembalian sinyal asli atau biasa disebut entropy.

2.5 UML (*Unified Modeling Language*)

Unified Modeling Language (UML) adalah bahasa standar untuk menulis rancangan peranti lunak. UML dapat digunakan untuk memvisualisasikan, membuat spesifikasi, membangun, dan mendokumentasikan sistem peranti lunak. Dikehidupan nyata saat ini UML sangat berguna terutama dalam membangun sebuah sistem, di mana UML ini merupakan bahasa yang dapat menghubungkan pemikiran terutama rancangan yang diinginkan oleh *client* dengan desainernya. Namun, seiring berjalannya waktu UML juga terus dikembangkan oleh para desainer-desainer yang menguasai bidang ini dan beberapa desainer memiliki pemikiran yang berbeda dalam menerapkan UML.

2.6 Visual Basic 2008 Professional

Visual Basic adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang sudah sangat terkenal, dimulai dengan BASIC yang terdapat pada komputer “angkatan tua”, seperti AT286. Pada saat itu, bahasa BASIC merupakan sebuah bahasa yang sangat diandalkan dalam pembuatan beberapa aplikasi penting. BASIC digemari karena susunan program ke baris lainnya. Versi BASIC lainnya adalah BASICA, Qbasic, Turbo Basic, dan lain-lain. Bahasa BASIC banyak terdapat dimasa penggunaan sistem operasi DOS.

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN

3.1 Metode Wavelet Pada Pemampatan Citra Digital

Pada bagian pembahasan ini dijelaskan secara umum bagaimana cara kerja dari algoritma wavelet dalam melakukan pemampatan citra digital. Wavelet Transform digunakan dalam pemampatan citra dengan melakukan pengelompokan nilai derajat keabuan yang sama. Agar file citra yang terkompres dapat dilihat kembali. Dengan dibangunnya aplikasi ini, ukuran file citra dapat lebih kecil sehingga dapat meminimalkan besarnya kapasitas penyimpanan.

Dekomposisi perataan (*averages*) dan pengurangan (*differences*) memegang peranan penting untuk memahami transformasi Wavelet. Untuk memahami dekomposisi perataan dan pengurangan pada transformasi wavelet dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini.

37	35	28	28	58	18	21	15
----	----	----	----	----	----	----	----

Gambar: 3.1. Citra sebelum ditransformasi

Peraatan dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata 2 pasang data dengan 2 rumus:

$$p = \frac{x + y}{2}$$

Sedangkan pengurangan dilakukan dengan rumus:

$$p = \frac{x - y}{2}$$

Hasil proses perataan untuk citra di atas adalah:

$\frac{37 \ 35}{36}$	$\frac{28 \ 28}{28}$	$\frac{58 \ 18}{38}$	$\frac{21 \ 15}{18}$
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Sedangkan hasil proses pengurangannya adalah:

$\frac{37 \ 35}{1}$	$\frac{28 \ 28}{0}$	$\frac{58 \ 18}{20}$	$\frac{21 \ 15}{3}$
---------------------	---------------------	----------------------	---------------------

Pada Gambar 3.2 ditunjukkan hasil proses dekomposisi perataan dan pengurangan terhadap citra pada Gambar 3.1.

36	28	38	18	1	0	20	3
----	----	----	----	---	---	----	---

Gambar: 3.2. Hasil proses transformasi perataan dan pengurangan dari Gambar 3.1

Pada hasil di atas, hasil perataan diletakkan di bagian depan kemudian diikuti dengan hasil proses pengurangan.

Untuk citra 2 dimensi, dekomposisi perataan dan pengurangan sama dengan proses pada citra 1 dimensi di atas. Hanya saja proses dekomposisi dilakukan dalam 2 tahap, yaitu tahap pertama proses dekomposisi dilakukan pada seluruh baris, kemudian

tahap kedua, pada citra hasil tahap pertama dilakukan proses dekomposisi dalam arah kolom. Perhatikan contoh pada citra berikut ini:

10	10	20	20
10	10	20	20
50	50	30	30
50	50	30	30

(a)

10	20	0	0
10	20	0	0
50	30	0	0
50	30	0	0

(b)

10	50	0	0
20	30	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

(c)

Hasil dekomposisi perataan dan pengurangan pada citra 2D, (a) Citra asli (b) Hasil dekomposisi dalam arah baris (c) Hasil dekomposisi dalam arah kolom (citra hasil dekomposisi)

Gambar (b) diperoleh dari:

Baris 1 :

$$[(10+10)/2 \ (20+20)/2 \ (10-10)/2 \ (20-20)/2] = [10 \ 20 \ 0 \ 0]$$

Baris 2 :

$$[(10+10)/2 \ (20+20)/2 \ (10-10)/2 \ (20-20)/2] = [10 \ 20 \ 0 \ 0]$$

Baris 3 :

$$[(50+50)/2 \ (30+30)/2 \ (50-50)/2 \ (30-30)/2] = [50 \ 30 \ 0 \ 0]$$

Baris 4 :

$$[(50+50)/2 \ (30+30)/2 \ (50-50)/2 \ (30-30)/2] = [50 \ 30 \ 0 \ 0]$$

Gambar (c) diperoleh dari proses perataan dan pengurangan dari

Gambar (b).

Kolom 1 :

$$[(10+10)/2 \ (50+50)/2 \ (10-10)/2 \ (50-50)/2] = [10 \ 50 \ 0 \ 0]$$

Kolom 2 :

$$[(20+20)/2 \ (30+30)/2 \ (20-20)/2 \ (30-30)/2] = [20 \ 30 \ 0 \ 0]$$

Kolom 3 :

$$[(0+0)/2 \ (0+0)/2 \ (0-0)/2 \ (0-0)/2] = [0 \ 0 \ 0 \ 0]$$

Kolom 4 :

$$[(0+0)/2 \ (0+0)/2 \ (0-0)/2 \ (0-0)/2] = [0 \ 0 \ 0 \ 0]$$

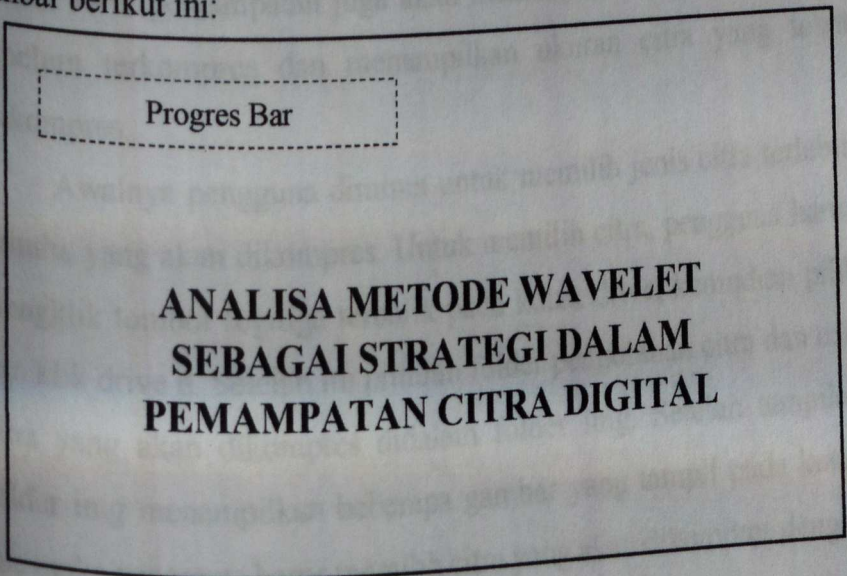
Hasil proses dekomposisi. Proses dekomposisi di atas dilakukan dalam 1 level. Gambar 3.1 diperoleh dengan cara yang sama dengan proses pada Gambar (a), (b), (c).

3.2 Perancangan Antar Muka

Dalam implementasi program, dibuat rancangan antar muka yang terdiri dari beberapa form, pembagian ke dalam beberapa form ini dimaksudkan untuk mempermudah para pengguna dalam pengoperasiannya, sehingga pengguna tidak mengalami kesulitan ataupun kerancuan dalam proses pemampatan citra. Dalam program pemampatan terdiri dari splash screen dan form pemampatan.

3.2.1 Antar Muka Form Pembuka

Form pembuka merupakan form yang menampilkan judul dan nama program pemampatan. Form ini tampil pada saat sebelum form utama ditampilkan disaat program pemampatan dijalankan oleh pengguna. Form ini hanya tampil dalam beberapa detik saja dan setelah itu form ini tidak ditampilkan lagi dan langsung menampilkan form menu utama. Bentuk rancangan dari form ini dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar: 3.3. Perancangan Antar Muka Form Pembuka

3.2.2 Antar Muka Form Pemampatan

Form pemampatan merupakan form yang digunakan untuk melakukan pemampatan. Form ini bertujuan untuk melakukan proses pemampatan citra. Proses yang dibutuhkan antara lain citra dalam format bmp yang akan dikompres kedalam bentuk citra dalam format cit. Adapun didalam form pemampatan terdapat menu progressbar yang digunakan sebagai tampilan jalannya proses pemampatan citra. Kemudian terdapat tombol drive yang berguna sebagai pencarian lokasi data dan 2 kotak file untuk menampilkan jenis citra dan hasil citra yang terpemampatan. Pada form pemampatan terdapat 3 tombol yaitu: tombol 1 untuk pemampatan citra, tombol 2 untuk simpan citra dan tombol tiga untuk depemampatan citra dan tombol 4 adalah untuk keluar dari program. Pada Form pemampatan terdapat juga 2 kotak picture yang akan menampilkan citra asli atau citra yang belum terpemampatan dan menampilkan citra hasil yang sudah dikompres. Dalam form pemampatan juga akan menampilkan ukuran asli citra sebelum terkompres dan menampilkan ukuran citra yang telah terkompres.

Awalnya pengguna diminta untuk memilih jenis citra terlebih dahulu, yang akan dikompres. Untuk memilih citra, pengguna harus mengklik tombol segitiga terbalik pada kotak drive, kemudian pilih dan klik drive d. Setelah itu pilihlah folder pengolahan citra dan cari citra yang akan dikompres didalam folder img. Setelah tampilan folder img menampilkan beberapa gambar yang tampil pada kotak file maka pengguna harus memilih citra yang akan dikompres dengan mengklik salah satu citra. Setelah citra dipilih maka citra yang akan

dikompres akan tampil pada kotak picture sebagai citra yang belum terkompres dan pada citra tersebut akan tampil keterangan ukuran citra asli. Kemudian pengguna dapat melakukan proses pemampatan dengan mengklik tombol pemampatan citra. Setelah pengguna melakukan proses pemampatan maka pada kotak picture ke 2 akan ditampilkan citra yang sudah terpemampatan dan pengguna dapat langsung melakukan proses penyimpanan citra dengan cara mengklik tombol simpan. Setelah proses penyimpanan berhasil maka pengguna diharapkan dapat memilih kotak drive ke 2 dan mencari folder pengolahan citra, kemudian pada folder bin akan tampil hasil citra terkompres yang sudah tersimpan. Setelah itu pengguna dapat memilih citra yang sudah tersimpan dengan cara mengklik citra hingga akan tampil keterangan ukuran citra yang telah terkompres pada kotak picture ke 2. Contoh :

- Nama citra : Gambar1.bmp
- Ukuran citra : 305 kb

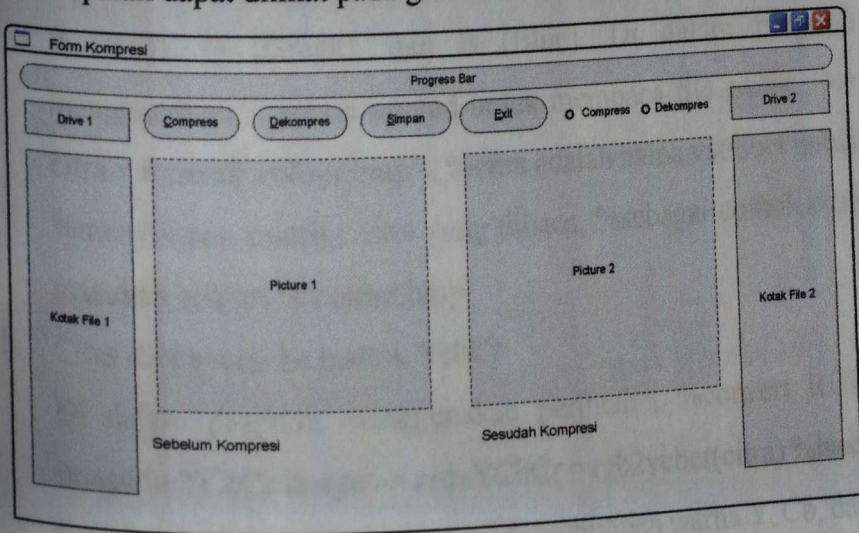
Setelah dilakukan proses pemampatan maka ukuran citra tersebut akan menjadi:

- Nama citra : Picture_001.cit
- Ukuran citra : 18 kb

Adapun rasio ukuran citra asli yang belum dimampatkan dengan citra hasil yang sudah termampatkan adalah :

$$\text{Total ukuran citra Asli} \times \text{Total ukuran citra pemampatan} / 100$$

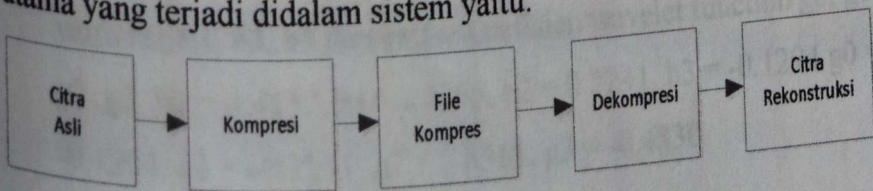
Jika dihitung contoh rasio citra diatas maka akan didapat hasil rasio citra dengan penghitungan $305 \text{ kb} \times 18 \text{ kb} / 100 = 54,9$. Berdasarkan penghitungan rasio tersebut maka dihasilkan 55% lebih citra asli yang telah terkompres. Bentuk rancangan dari form pemampatan dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar: 3.4. Perancangan Antar Muka Form Pemampatan

3.3 Algoritma Program

Algoritma program merupakan urutan langkah proses yang dilakukan suatu program. Proses yang terjadi pada program ini adalah dengan melakukan transformasi wavelet. Adapun pada program pemampatan citra ini secara umum dapat dilakukan dengan 5 proses utama yang terjadi didalam sistem yaitu:



Gambar: 3.5. Bagan Umum Sistem

Adapun Langkah - langkah pemampatan adalah sebagai berikut:

a. Citra masukan adalah citra RGB dengan format *.bmp

Gambar 3.4 mengilustrasikan aliran proses pemampatan di dalam sistem. Langkah pertama adalah citra dengan format *.bmp (*uncompressed image*) sebagai citra masukan yang akan diproses. Citra ini adalah citra RGB dengan 3 komponen warna R (Red), G (Green), dan B (Blue). Di dalam program menggunakan function imread untuk membaca file grafik : >> `citra = imread('colour.bmp');` %citra adalah nama variabel untuk %menyimpan matriks citra yang dibaca, %sebagai contoh citra masukan adalah %'colour.bmp'.

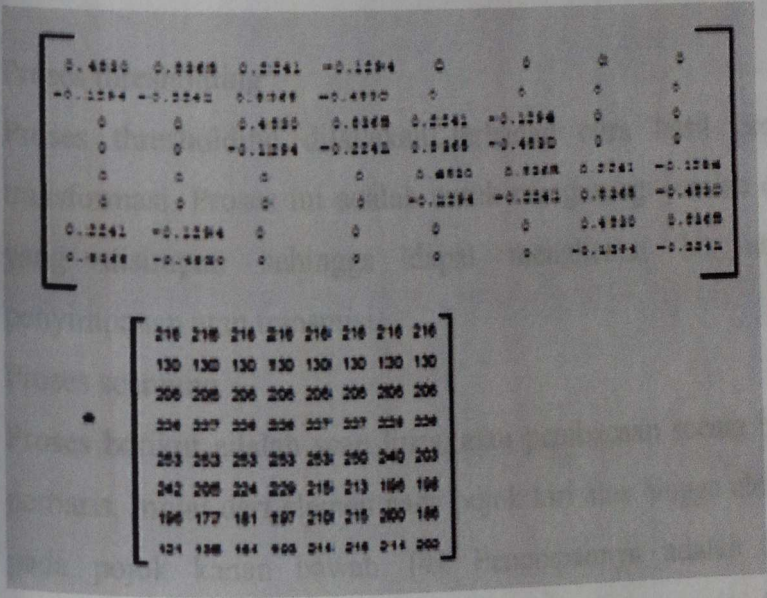
b. Citra dikonversi ke bentuk YcbCr

Di dalam program menggunakan perintah : %convert RGB image to YCbCr image >> `citraYCbCr = rgb2ycbcr(citra)` %hasil konversi berupa matriks dengan 3 %komponen warna Y, Cb, dan Cr.

c. Proses transformasi wavelet

Pada proses transformasi wavelet, dilakukan operasi perkalian matriks koefisien Daubechies D4 dengan matriks citra gray (komponen Y). Karakteristik dari Daubechies D4 wavelet transform yaitu memiliki empat nilai koefisien scaling function yaitu h_0, h_1, h_2, h_3 dan empat koefisien wavelet function g_0, g_1, g_2, g_3 . $h_0 = 0.4830, h_1 = 0.8365, h_2 = 0.2241, h_3 = -0.1294$ $g_0 = -0.1294, g_1 = -0.2241, g_2 = 0.8365, g_3 = -0.4830$.

Gambar 3.7 Matriks Keluaran Proses Transformasi

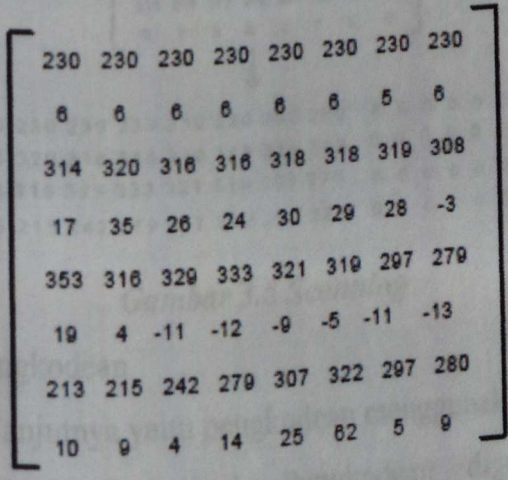


Gambar: 3.6. Perkalian Matriks Wavelet dengan Matriks Citra

Di dalam program digunakan perintah :

>> hasil = matriks * Y %matriks adalah nama variabel yang %menyimpan matriks transformasi wavelet %dan Y adalah citra grayscale hasil %konversi dari RGB.

Matriks keluarannya :



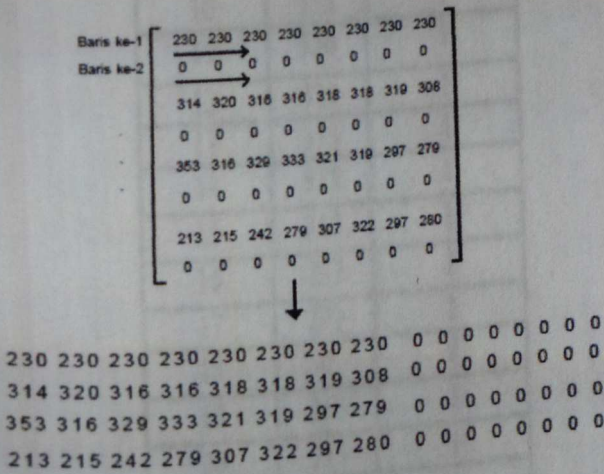
Gambar: 3.7. Matriks Keluaran Proses Transformasi

d. Proses thresholding

Proses thresholding dilakukan terhadap citra hasil proses transformasi. Proses ini adalah untuk mengurangi jumlah data yang disimpan sehingga dapat menghemat bit untuk penyimpanan atau transmisi.

e. Proses scanning

Proses berikut adalah scan lines, atau pembacaan secara baris perbaris, mulai dari elemen pada pojok kiri atas hingga elemen pada pojok kanan bawah. [4]. Penerapannya adalah hasil thresholding dibaca perbaris mulai baris 1, 2, ... sampai baris terakhir, lalu ditulis sebagai vektor ukuran $1 * (m*n)$ atau matriks satu baris.



Gambar 3.8 Scanning

f. Proses pengkodean

Proses selanjutnya yaitu pengkodean menggunakan prinsip RLE (Run Length Encoding). Pengkodean digunakan untuk merepresentasikan data dalam representasi yang lain sehingga

kuantitas data dengan representasi yang baru ini lebih sedikit apabila dibandingkan dengan kuantitas data aslinya. Sebaliknya proses decoding adalah mengembalikan data hasil encoding ke representasi yang semula.

Tabel 3.1 Pengkodean 1

Simbol	Nilai	Frekuensi
1	230	8
2	0	8
3	314	1
4	320	1
5	316	2
6	318	2
7	319	1
8	308	1
9	0	8
10	353	1
11	316	1
12	329	1
13	333	1
14	321	1
15	319	1
16	297	1
17	279	1
18	0	8
19	213	1
20	215	1
21	242	1
22	279	1
23	307	1
24	322	1
25	297	1

Nilai = [230 0 314 320 316 318 319 308 0 353 316 329 333 321
 319 297 279 0 213 215 242 279 307 322 297 280 0] size = 1 x
 27 Frekuensi = [8 8 1 1 2 2 1 1 8 1 1 1 1 1 1 1 8 1 1 1 1 1 1
 1 8] size = 1 x 27 Jika data citra berukuran 8 x 8 dengan 8 bit per
 piksel tersimpan sebanyak 64 byte, dikompres menjadi (1 x 27)
 + (1 x 27) = 54 byte, penyusutannya tidak terlalu signifikan. Pada
 tabel terlihat bahwa nilai dengan frekuensi 1 kali, jumlahnya
 lebih banyak daripada nilai yang berulang lebih dari 1 kali. Jika
 variabel nilai dan frekuensi disimpan maka pemampatan kurang
 efektif, karena jumlah data yang disimpan masih relatif banyak.
 Untuk itu dibuat bentuk yang lebih ringkas dari kode tersebut,
 yaitu menyimpan simbol nilai yang berulang lebih dari 1 kali dan
 frekuensinya.

Tabel 3.2 Pengkodean 2

Simbol	Frekuensi
1	8
2	8
5	2
6	2
9	8
18	8
27	8

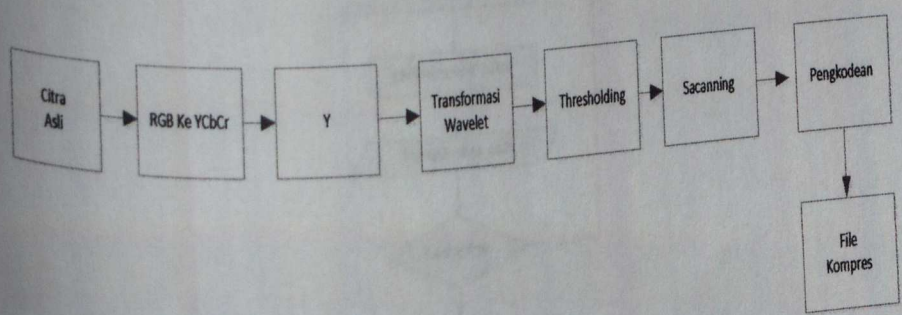
- cek simbol dengan frekuensi lebih dari 1. - tulis simbol dan
 frekuensinya. Kode = [1 8 2 8 5 2 6 2 9 8 18 8 27 8] size = 1 x
 14 Nilai = [230 0 314 320 316 318 319 308 0 353 316 329 333
 321 319 297 279 0 213 215 242 279 307 322 297 280 0] size =

1 x 27 Jadi untuk data citra ukuran 8 x 8 adalah 64 byte, setelah dikompres kemudian disimpan menjadi $(1 \times 14) + (1 \times 27) = 41$ byte. Data yang disimpan sebagai file kompres adalah elemen yang terdapat pada variabel kode dan nilai. Bentuk ini lebih sedikit membutuhkan ruang penyimpanan, karena jumlah data yang disimpan sudah berkurang. Pada citra RGB data yang ditulis ke file adalah; kode, nilai, tinggi dan lebar gambar, komponen Cb dan Cr. Informasi ini diperlukan untuk proses depemampatan, sehingga dari file kompres tersebut dapat menghasilkan citra rekonstruksi yang baru.

g. File disimpan sebagai file kompres.

Setelah proses pengkodean selesai maka citra tersebut telah terkompres dan menjadi citra hasil yang telah terpemampatan.

Proses pemampatan dilakukan dengan mentransformasikan citra masukan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat diagram pemampatannya sebagai berikut:



Gambar 3.9 Algoritma Program Pemampatan Citra

3.4 Flowchart Program

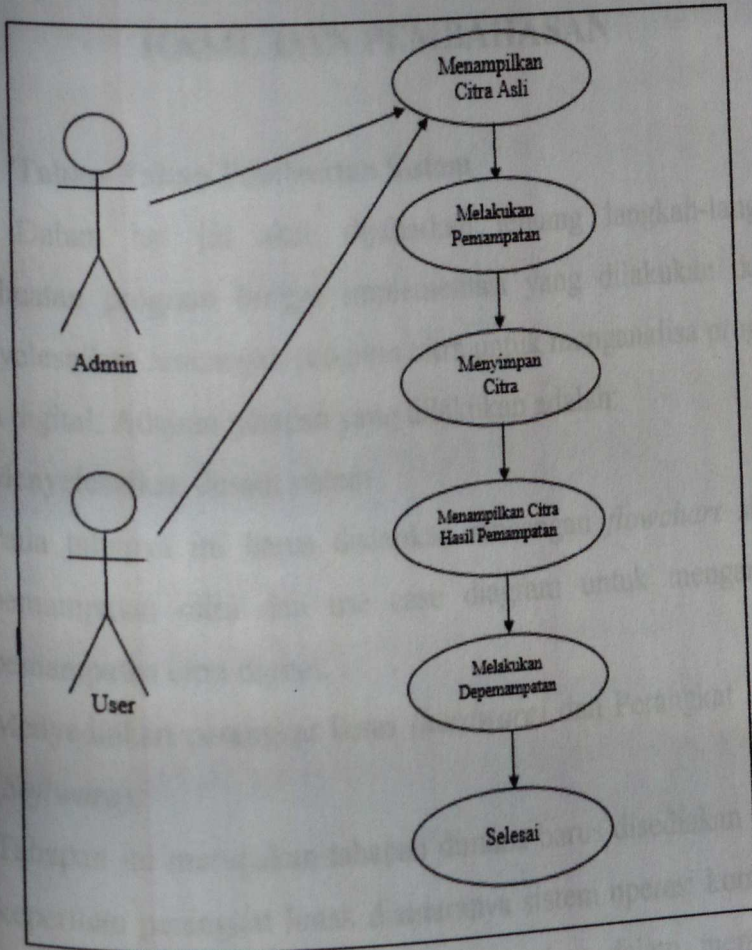
Flowchart program merupakan keterangan yang lebih rinci tentang bagaimana sebenarnya prosedur yang dilakukan oleh suatu program. Flowchart ini menggambarkan urutan logika dari suatu prosedur pemecahan masalah. Adapun flowchart pada program ini adalah flowchart program pemampatan citra.

3.4.1 Flowchart Program Pemampatan dan Depemampatan Citra



Gambar 3.10 Flowchart Program Pemampatan dan Depemampatan

3.4.2 Use Case Diagram Pemampatan dan Depemampatan Citra



Gambar 3.11 Use Case Diagram Pemampatan dan Depemampatan Citra

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tahap-Tahap Pembuatan Sistem

Dalam hal ini akan dijabarkan tentang langkah-langkah pembuatan program hingga implementasi yang dilakukan dalam menyelesaikan rancangan program citra untuk menganalisa program citra digital. Adapun tahapan yang dilakukan adalah:

a. Menyelesaikan desain sistem

Pada tahapan ini harus disiapkan rancangan *flowchart* sistem pemampatan citra dan use case diagram untuk menganalisa pemampatan citra digital.

b. Menyediakan perangkat keras (*hardware*) dan Perangkat Lunak (*Software*).

Tahapan ini merupakan tahapan dimana harus disediakan segala keperluan perangkat lunak diantaranya sistem operasi komputer, dan bahasa pemrograman yang digunakan dalam merancang sistem pemampatan citra digital agar dapat dioperasikan dengan baik dan program dapat terselesaikan semaksimal mungkin.

c. Menuliskan listing program ke komputer.

Pada saat perangkat komputer yang dibutuhkan telah tersedia, maka tahapan selanjutnya adalah menyalin dan mengetikkan instruksi-instruksi (*listing*) rancangan sistem kekomputer sesuai dengan bahasa pemrograman yang digunakan.

d. **Menguji Sistem**

Tahapan ini merupakan suatu langkah yang ditujukan untuk mengevaluasi apakah sistem yang telah dibuat sesuai dengan prosedur-prosedur yang telah ditetapkan.

e. **Perawatan sistem.**

Walaupun sistem yang diterapkan sudah berjalan dengan baik, perawatan terhadap sistem merupakan suatu hal yang tidak kalah pentingnya terhadap sistem, karena sistem tidak akan selamanya dapat berjalan dengan baik.

4.2 **Kebutuhan Sistem**

Untuk mengoperasikan program pemampatan citra digital ini diperlukan adanya kebutuhan spesifikasi terhadap sistem yaitu pendukung aspek teknis proses penerapan rancangan program. Adapun fasilitas pendukung ini terdiri dari 3 spesifikasi yaitu:

a. **Perangkat Keras (*Hardware*)**

1. Processor minimum Pentium IV
2. HDD minimum 80 GB
3. Memory 1 GB
4. Monitor
5. Keyboard
6. Mouse

b. **Perangkat Lunak (*Software*)**

1. Sistem Operasi minimal Windows XP
2. Visual Studio 2008

3. Anti Virus sebagai antisipasi atau pencegah kerusakan sistem

c. Perangkat Manusia (*Brainware*)

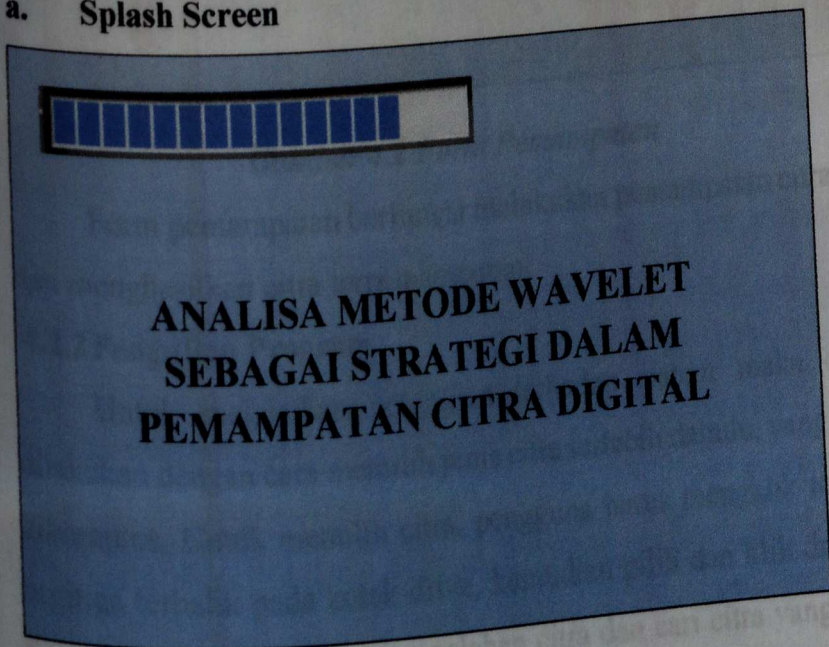
1. Mampu mengoperasikan komputer

2. Telah diberi pelatihan tentang pengoperasian sistem pemampatan citra.

4.2.1 Tampilan Program

Adapun tampilan program yang telah dibuat untuk mengimplementasikan program pemampatan citra digital dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

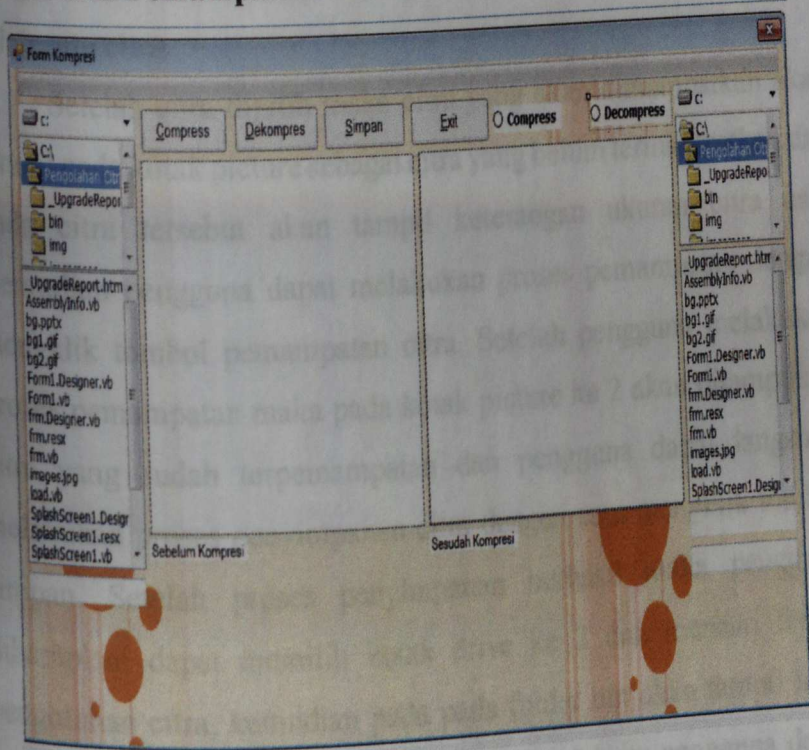
a. **Splash Screen**



Gambar 4.1 Splash Screen

Merupakan menu yang terdapat pada program dan digunakan sebagai perantara untuk memasuki form pemampatan.

a. Form Pemampatan



Gambar 4.2 Form Pemampatan

Form pemampatan berfungsi melakukan pemampatan citra asli dan menghasilkan citra terpemampatan.

4.2.2 Pengujian Program

Untuk melakukan pengujian terhadap sistem maka dapat dilakukan dengan cara memilih jenis citra terlebih dahulu, yang akan dikompres. Untuk memilih citra, pengguna harus mengklik tombol segitiga terbalik pada kotak drive, kemudian pilih dan klik drive d. Setelah itu pilihlah folder pengolahan citra dan cari citra yang akan dikompres didalam folder img. Setelah tampilan folder img menampilkan beberapa gambar yang tampil pada kotak file maka

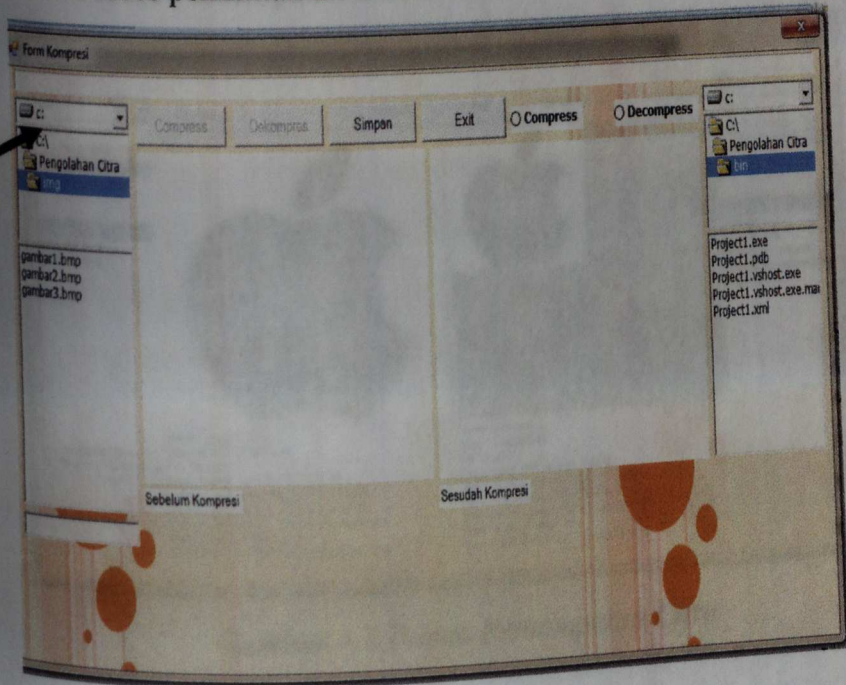
pengguna harus memilih citra yang akan dikompres dengan mengklik salah satu citra.

Setelah citra dipilih maka citra yang akan dimampatkan akan tampil pada kotak picture sebagai citra yang belum termampatkan dan pada citra tersebut akan tampil keterangan ukuran citra asli. Kemudian pengguna dapat melakukan proses pemampatan dengan mengklik tombol pemampatan citra. Setelah pengguna melakukan proses pemampatan maka pada kotak picture ke 2 akan ditampilkan citra yang sudah terpemampatan dan pengguna dapat langsung melakukan proses penyimpanan citra dengan cara mengklik tombol simpan. Setelah proses penyimpanan berhasil maka pengguna diharapkan dapat memilih kotak drive ke 2 dan mencari folder pengolahan citra, kemudian pada folder bin akan tampil hasil citra terkompres yang sudah tersimpan. Setelah itu pengguna dapat memilih citra yang sudah tersimpan dengan cara mengklik citra hingga akan tampil keterangan ukuran citra yang telah terkompres pada kotak picture ke 2.

Untuk melakukan proses depemampatan citra dapat dilakukan dengan menampilkan citra terkompres pada kotak picture. Setelah kemudian pengguna dapat mengklik tombol dekompres setelah itu citra hasil depemampatan dapat ditampilkan dengan membuka file citra pada folder imgproses.

Adapun contoh dari proses pengujian pemampatan citra dan depemampatan dapat dilihat gambar berikut.

a. Proses pemilihan drive citra asli

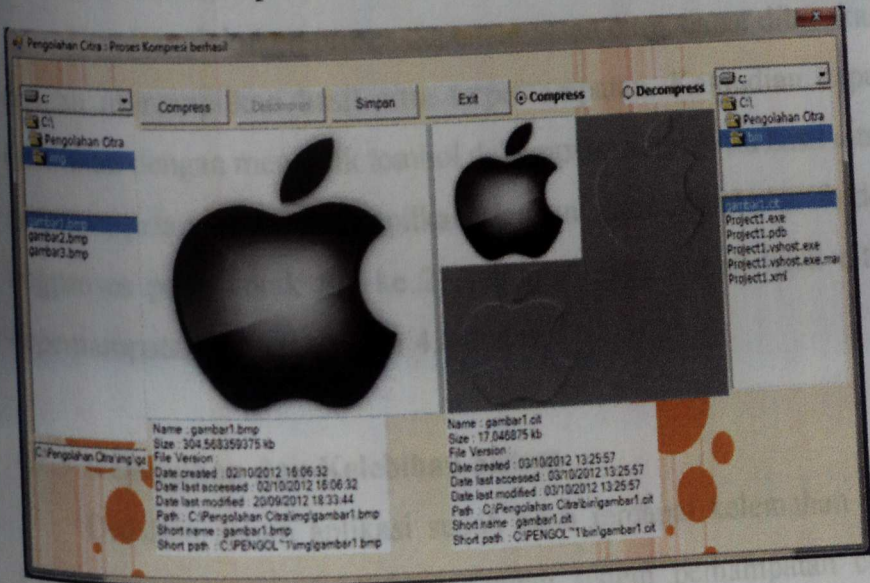


Gambar 4.3 Proses pemilihan drive

Untuk menampilkan citra yang akan dipemampatan dapat dilakukan dengan memilih drive penyimpanan yang terdapat pada lokasi drive d. Kemudian cari folder pengolahan citra kemudian cari lagi lokasi citra asli pada folder img.

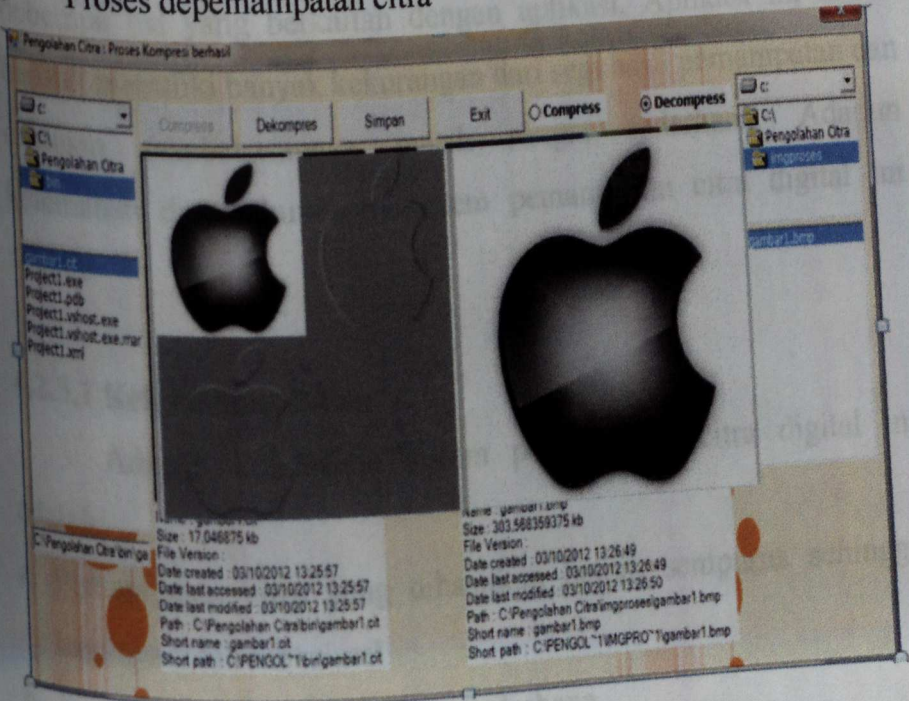
Pada proses ini dilakukan pemilihan citra yang akan dipemampatan dengan cara mengklik salah satu citra yang terdapat pada kotak file.

b. Proses Pemampatan Citra



Gambar 4.4 Proses Pemampatan Citra

c. Proses depemampatan citra



Gambar 4.5 Proses depemampatan citra

4.2.2 Kelebihan Sistem

Untuk melakukan proses depemampatan citra, dapat dilakukan dengan menampilkan hasil citra terpemampatan. Kemudian dapat dilakukan dengan mengklik tombol dekompres. Setelah itu hasil citra depemampatan dapat ditampilkan dengan cara membuka folder imgproses pada kotak file ke 2. Sehingga akan tampil hasil citra depemampatan seperti gambar 4.8 diatas.

4.2.3 Kelemahan dan Kelebihan Sistem

Didalam setiap aplikasi sudah pasti terdapat kelemahan dan kelebihan sistem, sama halnya dengan sistem pemampatan citra digital dengan menggunakan algoritma wavelet. Dari hasil pemampatan citra digital yang telah dibuat ini, dapat dikemukakan beberapa hal yang berkaitan dengan aplikasi. Aplikasi ini masih banyak memiliki banyak kekurangan dari segi hasil pemampatan dan cakupan pembahasannya masih sangat sederhana. Adapun kelemahan dan kekurangan sistem pemampatan citra digital ini adalah:

4.2.3.1 Kelemahan Sistem

Adapun kelemahan sistem pemampatan citra digital ini adalah:

- a. Pemampatan citra yang dihasilkan belum sempurna sehingga hasilnya tidak maksimal.
- b. Sistem ini cakupannya sangat sederhana.

4.2.3.2 Kelebihan Sistem

Adapun kelebihan sistem pemampatan citra digital ini adalah:

- a. Memberikan pengetahuan kepada masyarakat bahwa citra dengan kapasitas besar dapat dimampatkan ukurannya menjadi lebih kecil.
- b. Aplikasi ini dibuat sesederhana mungkin untuk memudahkan pengguna dalam proses pemampatan citra.

- a. Dengan menggunakan transformasi wavelet untuk pemampatan citra maka citra yang dihasilkan terbukti mempunyai perbandingan yang cukup signifikan antara citra asli dan citra hasil.
- b. Sistem yang dirancang untuk mengimplementasikan program pemampatan citra digital dapat dilakukan dengan melakukan transformasi wavelet.
- c. Hasil pemampatan citra dalam bentuk grayscale dan dapat dipemampatan kembali ke citra asli.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan untuk pengembangan sistem lebih lanjut adalah sebagai berikut:

- a. Agar metode wavelet dapat dimanfaatkan untuk pemampatan citra implementasi sistem yang lain.
- b. Kepada pembaca agar dapat mengembangkan kembali sistem yang dibuat agar menjadi lebih baik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil implementasi dan hasil pengujian yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Dengan menggunakan transformasi wavelet untuk pemampatan citra maka citra yang dihasilkan terbukti mengalami perbandingan yang cukup signifikan antara citra asli dan citra hasil.
- b. Sistem yang dirancang untuk mengimplementasikan program pemampatan citra digital dapat dilakukan dengan melakukan transformasi wavelet.
- c. Hasil pemampatan citra dalam bentuk *greyscale* dan dapat didepemampatan kembali ke citra asli.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan untuk pengembangan sistem lebih lanjut adalah sebagai berikut:

- a. Agar metode wavelet dapat dimanfaatkan untuk pengembangan implementasi sistem yang lain.
- b. Kepada pembaca agar dapat mengembangkan kembali sistem yang dibuat agar menjadi lebih baik.

- c. Untuk menyempurnakan program pemampatan citra ini diharapkan kepada pembaca untuk mengembangkan cakupan pembahasannya menjadi lebih baik.

Kom, Edy Mulyanto, S.Si., M. Kom, Vincent Suhartono, S.Si., M.Kom, Oky Dwi Nurbayati, M. Wjantarto, M.Kom., 2016, *Teori Pengolahan Citra Digital*, Edisi I, Semarang, Penerbit Andi

Darna Putra, 2009, *Pengolahan Citra Digital*, Edisi 1, Mengwi, Penerbit Andi Yogyakarta

Irwanto, Djou. S. Kom, MM 2005, *Perancangan Object Oriented Software dengan UML*, Yogyakarta, Penerbit Andi

Hartono, Jogyanto, MBA., Ph.D., 1999, *Pengantar KOMPUTER Dasar Ilmu Komputer, Perancangan, Sistem Informasi dan Intelektual Buatan*, Edisi IV, Yogyakarta, Penerbit Andi

_____, 2006, *Sharcourse Visual Basic 2005*, Yogyakarta, Penerbit Andi

Kurniadi, adi, 2005, *Aplikasi Pemrograman Database dengan Visual Basic 2008 dan Crystal Report*, Ed. 1, Andi dan MADCOM, Yogyakarta

Abdusy Syarif, ST, MT, *Praktik Pengembangan Sistem Aplikasi UML*, Sistem Multimedia

Eutarno, *Jurnal Genre* Vol 5 No. 2 Juli 2010, *Analisa Perbandingan Transformasi Warna Pada pemrosesan Citra Wajah*, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sebelas

Yeni Herdiyani, *Jurnal TEKOM*, Departemen Ilmu Komputer, Iain

<http://ulk.styano.widyadarmasurabaya.ac.id>
Computer Science Dept
(<http://www.waph.ac.id>)
Image Compression
Agricultural University

DAFTAR PUSTAKA

- T. Sutoyo, S.Si., M.Kom, Edy Mulyanto, S.Si., M. Kom, Vincent Suhartono, S.Si., M.Kom, Oky Dwi Nurhayati, MT Wijanarto, M.Kom., 2009, *Teori Pengolahan Citra Digital*; Edisi I, Semarang, Penerbit Andi.
- Darma Putra, 2009, *Pengolahan Citra Digital*; Edisi I, Mengwitani, Penerbit Andi Yogyakarta.
- Irwanto, Djon, S. Kom, MM 2005, *Perancangan Object Oriented Software dengan UML*, Yogyakarta, Penerbit Andi.
- Hartono, Jogiyanto, MBA., Ph.D., 1999, *Pengenalan KOMPUTER Dasar Ilmu Komputer, Pemrograman, Sistem Informasi dan Intelegensi Buatan*; Edisi IV, Yogyakarta, Penerbit Andi.
- _____, 2006, *Shortcourse Visual Basic 2008*, Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Kurniadi, adi, 2005, *Aplikasi Pemrograman Database dengan Visual Basic 2008 dan Crystal Report*, Ed.1, ANDI dan MADCOM, Yogyakarta.
- Abdusy Syarif, ST.,MT, *Pusat Pengembangan Bahan Ajar-UMB*, Sistem Multimedia.
- Sutarno, Jurnal Generic Vol.5 No. 2 (Juli 2010), *Analisis Perbandingan Transformasi Wavelet Pada pengenalan Citra Wajah*. Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
- Yeni Herdiyani, *Jurnal TIKOM*, Departmen Ilmu Komputer IPB.
- <http://zulkaryanto.wordpress.com>,
Computer Science-Bogor
(<http://www.ipb.ac.id>).
- Image Compression*
Agricultural University

Idhawati Hestinationsih, *Jurnal Pengolahan Citra*, Dosen
Pengampu jurusan Teknik Informatika Bandung.

Krisnawati, Makalah, STMIK AMIKOM Yogyakarta.

Rismon H Sianipar, Sri Muliani WJ, *Kompresi Citra Digital
Berbasis Wavelet*, Jurusan Teknik Informatika, Fakultas
Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra
<http://puslit.petra.ac.id/journals/informatics>.

<http://www.scribd.com>