

**IMPLEMENTASI ALGORITMA LEMPEL-ZIV-WELCH DAN
BURROWS-WHEELER-TRANSFORM UNTUK
KOMPRESI CITRA**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Komputer (S.Kom.)**



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

Daniel Sukmana

12110110097

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2016**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
IMPLEMENTASI ALGORITMA LEMPEL-ZIV-WELCH DAN
BURROWS-WHEELER-TRANSFORM UNTUK KOMPRESI CITRA

Oleh

Nama : Daniel Sukmana
NIM : 12110110097
Program Studi : Teknik Informatika
Fakultas : Teknologi Informasi dan Komunikasi

Tangerang, 22 Agustus 2016

Ketua Sidang

Dosen Pengaji

Adhi Kusnadi, S.T., M.Si.

Dennis Gunawan, S.Kom., M.Sc.

Dosen Pembimbing

Ranny, S.Kom., M.Kom.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Informatika

Daniel Sukmana

Maria Irmina Prasetyowati, S.Kom., M.T.



Hak cipta dan penggunaan kembali:

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk mengubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

Copyright and reuse:

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT

Dengan ini saya:

Nama : Daniel Sukmana

NIM : 12110110097

Fakultas : Teknologi Informasi dan Komunikasi

Program Studi : Teknik Informatika

menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Implementasi Algoritma Lempel-Ziv-Welch dan Burrows-Wheeler-Transform Untuk Kompresi Citra” adalah karya ilmiah saya sendiri, bukan plagiat dari karya ilmiah yang ditulis oleh orang lain atau lembaga lain, dan semua karya ilmiah orang lain atau lembaga lain yang dirujuk dalam skripsi ini telah disebutkan sumber kutipannya serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan atau penyimpangan, baik dalam pelaksanaan skripsi maupun dalam penulisan laporan skripsi, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk mata kuliah Skripsi yang telah saya tempuh.

Tangerang, 22 Agustus 2016

Daniel Sukmana

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas segala rahmat dan kebijaksanaan yang telah dicurahkanNya kepada kita. Rasa syukur yang tiada terukur penulis ucapkan karena dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Implementasi Algoritma Lempel-Ziv-Welch dan Burrows-Wheeler-Transform Untuk Kompresi Citra” yang ditujukan kepada Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara. Tanpa penyertaanNya penulis tak akan dapat menyelesaikan karya ilmiah ini.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ninok Leksono selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara yang memberi inspirasi bagi penulis untuk terus berprestasi,
2. Maria Irmina P., S.Kom., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Multimedia Nusantara yang telah memberikan arahan dan panduan penggerjaan proyek skripsi.
3. Ranny, S.Kom., M.Kom., selaku pembimbing skripsi penulis yang telah membimbing serta menyediakan waktunya untuk memberikan arahan dan mengajarkan tata cara menulis karya ilmiah yang baik dan benar,
4. Santa Seliyana dan Yeremia Christopher, selaku sahabat-sahabat penulis yang telah memberikan dukungan dan menemani penulis selama penggerjaan proyek skripsi.
5. Simon Stürmer, selaku Chief Technology Officer (CTO) KodeFox yang telah memberikan pengertian dan kesempatan bagi penulis untuk mengerjakan skripsi.

6. Teman-teman dan rekan-rekan civitas akademika Universitas Multimedia Nusantara yang telah memberikan inspirasi untuk terus memberikan yang terbaik,
7. Keluarga tercinta: Papa, Mama, Kakak-kakak, Adik, dan saudara-saudara atas doa dan dukungan yang tak henti-hentinya bagi penulis.

Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca, terutama bagi para mahasiswa, dosen, dan pihak lain dalam ruang lingkup pendidikan dalam usaha memperoleh ilmu atau sebagai referensi dalam melaksanakan suatu penelitian. Akhir kata, penulis minta maaf apabila terdapat salah kata dalam penulisan laporan skripsi ini.



Tangerang, 22 Agustus 2016

Daniel Sukmana

IMPLEMENTASI ALGORITMA LEMPEL-ZIV-WELCH DAN BURROWS-WHEELER-TRANSFORM UNTUK KOMPRESI CITRA

ABSTRAK

Seiring perkembangan teknologi, jumlah data terus bertambah, sedangkan media penyimpanan terbatas. Salah satu penyumbang data terbesar adalah bidang medis dengan citra digital medis. Sebagai solusi untuk mengatasi hal ini, dapat digunakan kompresi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak dari algoritma Burrows-Wheeler-Transform (BWT) terhadap algoritma Lempel-Ziv-Welch (LZW) dalam melakukan kompresi pada citra digital. Kedua algoritma tersebut bersifat *lossless* sehingga data yang dikompresi dapat dikembalikan seperti semula. Hasil uji coba menunjukkan bahwa algoritma BWT + LZW lebih cocok untuk kompresi citra digital BMP dan TIFF dibandingkan dengan format citra lainnya yang diujikan. Pada citra BMP, rata-rata rasio kompresi yang diperoleh menurun dari 0.78903 menjadi 0.74515, sedangkan pada citra TIFF, rata-rata rasio kompresi yang diperoleh menurun dari 0.84637 menjadi 0.81513. Citra dengan format lain mengalami peningkatan rata-rata rasio kompresi ketika dikompresi menggunakan algoritma ini. Waktu kompresi yang diperoleh meningkat drastis bergantung pada ukuran citra yang dikompresi. Waktu dekompresi tidak mengalami perubahan yang signifikan dan bergantung pada ukuran file yang didekompresi.

Kata Kunci: kompresi, Lempel-Ziv-Welch, Burrows-Wheeler-Transform, *lossless*

IMPLEMENTING LEMPEL-ZIV-WELCH ALGORITHM AND BURROWS-WHEELER-TRANSFORM FOR IMAGE COMPRESSION

ABSTRACT

As technology evolves, data quantity increases, while storage is limited. One of highest data contributor is the healthcare segment with medical images. To solve this problem, compression can be used. This research aims to learn the effects of Burrows-Wheeler-Transform (BWT) towards Lempel-Ziv-Welch (LZW) algorithm on compressing an image. Both algorithms are lossless so the compressed data can be restored to its original form. Test results show that implementing BWT towards LZW is more suitable to compress BMP and TIFF images rather than the other tested image formats. On BMP images, the average compression ratio decreased from 0.78903 to 0.74515, while on TIFF images, the average compression ratio decreased from 0.84637 to 0.81513. Other image formats experience an increase on the average compression ratio using this implementation. Compression time increased drastically depending on the image size. Decompression time doesn't experience a significant change and depends on the compressed file size.

Keywords: compression, Lempel-Ziv-Welch, Burrows-Wheeler-Transform, lossless

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR RUMUS	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan Laporan Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Pixel	6
2.2 Citra Digital	6
2.3 Kompresi Data	7
2.4 Algoritma Lempel-Ziv-Welch	8
2.5 Algoritma Burrows-Wheeler-Transform	12
BAB III METODE DAN PERANCANGAN SISTEM.....	16
3.1 Metode Penelitian	16
3.2 Alat yang Diperlukan.....	17
3.3 Fitur Aplikasi	18
3.3.1 Kompresi.....	18
3.3.2 Dekompresi	20
3.4 Rancangan Implementasi Algoritma.....	22
3.4.1 Diagram Alir Kompresi	22
3.4.2 Diagram Alir Dekompresi.....	23
3.4.3 Rancangan Implementasi Algoritma Burrows-Wheeler-Transform	23
3.4.4 Rancangan Implementasi Algoritma Lempel-Ziv-Welch.....	25
3.5 Sketsa Tampilan Aplikasi	30
3.6 Rancangan Skenario Pengujian.....	33
BAB IV IMPLEMENTASI DAN UJI COBA.....	34
4.1 Implementasi.....	34
4.1.1 Implementasi Antarmuka	34
A. Tab Kompresi.....	34
B. Tab Dekompresi	36
C. Menu About	37
4.1.2 Implementasi Sistem	38
A. Burrows-Wheeler-Transform.....	38
B. Lempel-Ziv-Welch.....	40
4.1.3 Simulasi Algoritma Implementasi	45

4.2 Pengujian dan Analisis.....	50
4.2.1 Sampel Data.....	50
4.2.2 Uji Coba Penggunaan Algoritma LZW dan BWT + LZW.....	53
A. BMP	53
B. GIF	59
C. JPG	64
D. PNG	68
E. TIFF	73
4.2.3 Perbandingan Rata-rata LZW dan BWT + LZW.....	79
4.2.4 Perbandingan Rasio Kompresi BWT + LZW dan 7zip	82
4.2.5 Analisis Akhir	83
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	86
5.1 Simpulan	86
5.2 Saran	87
DAFTAR PUSTAKA	89



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh Kasus Kompresi LZW	11
Tabel 2.1 Contoh Kasus Kompresi LZW (Lanjutan).....	12
Tabel 2.2 Contoh Kasus Dekompresi LZW.....	12
Tabel 4.1 Array Indices Terurut.....	45
Tabel 4.2 Array Output Encoded.....	45
Tabel 4.3 Simulasi Proses Kompresi LZW.....	46
Tabel 4.4 Mengubah String Compressed Menjadi Byte Array.....	46
Tabel 4.5 Simulasi Proses Dekompresi LZW.....	47
Tabel 4.6 Array Buckets Untuk Pengurutan Data	48
Tabel 4.7 Array Buckets Untuk Fungsi Korespondensi Satu-satu	48
Tabel 4.7 Array Buckets Untuk Fungsi Korespondensi Satu-satu (Lanjutan).....	49
Tabel 4.8 Array Buckets Akhir.....	49
Tabel 4.9 Penyusunan Fungsi Korespondensi Satu-satu	49
Tabel 4.10 Penyusunan Output.....	50
Tabel 4.11 Rata-rata Rasio Kompresi LZW dan BWT + LZW Per Format.....	79
Tabel 4.12 Rata-rata Waktu Kompresi dan Dekompresi Per Format	80
Tabel 4.13 Rata-rata Rasio Kompresi BWT + LZW dan 7Zip Per Format.....	82



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pixel Dalam Citra Digital.....	6
Gambar 2.2 Flowchart Algoritma Kompresi LZW.....	9
Gambar 2.3 Flowchart Algoritma Dekompresi LZW.....	10
Gambar 2.4 Contoh Kasus Transformasi BWT	13
Gambar 2.5 Contoh Kasus Transformasi Balik BWT	14
Gambar 2.5 Contoh Kasus Transformasi Balik BWT (Lanjutan)	15
Gambar 3.1 Tahapan Kompresi Aplikasi.....	18
Gambar 3.2 Tahapan Dekompresi Aplikasi.....	20
Gambar 3.3 Diagram Alir Kompresi	23
Gambar 3.4 Diagram Alir Dekompresi.....	23
Gambar 3.5 Diagram Alir Transformasi BWT	23
Gambar 3.6 Diagram Alir Transformasi Balik BWT	25
Gambar 3.7 Diagram Alir Kompresi LZW	26
Gambar 3.8 Diagram Alir Binary String To Byte Array	26
Gambar 3.9 Diagram Alir Dekompresi LZW	28
Gambar 3.10 Diagram Alir Byte Array To Binary String	29
Gambar 3.11 Sketsa Tampilan Utama	31
Gambar 3.12 Sketsa Tampilan Menu File	32
Gambar 3.13 Sketsa Tampilan About	32
Gambar 4.1 Tampilan Tab Kompresi	35
Gambar 4.2 Tampilan Peringatan Memilih File Untuk Dikompresi	35
Gambar 4.3 Tampilan Peringatan Memilih Metode Kompresi	36
Gambar 4.4 Tampilan Tab Dekompresi.....	36
Gambar 4.5 Tampilan Peringatan Memilih File Untuk Didekompresi.....	37
Gambar 4.6 Tampilan About	37
Gambar 4.7 Potongan Kode Transformasi Burrows-Wheeler	39
Gambar 4.8 Potongan Kode Transformasi Balik Burrows-Wheeler	40
Gambar 4.9 Potongan Kode Kompresi Lempel-Ziv-Welch	42
Gambar 4.10 Potongan Kode Dekompresi Lempel-Ziv-Welch	44
Gambar 4.11 Citra Digital Untuk Simulasi Implementasi.....	45
Gambar 4.12 Sampel Citra Digital Ericko.....	51
Gambar 4.13 Sampel Citra Digital Tambahan.....	52
Gambar 4.14 Grafik Rasio Kompresi Citra BMP	54
Gambar 4.15 Grafik Persentase Perubahan Rasio Kompresi Algoritma LZW Tanpa dan Dengan Algoritma BWT Pada Kompresi Citra BMP	55
Gambar 4.16 Grafik Waktu Kompresi Citra BMP 256 x 256 Pixel	56
Gambar 4.17 Grafik Waktu Kompresi Citra BMP 512 x 512 Pixel	57
Gambar 4.18 Grafik Waktu Dekompresi Citra BMP 256 x 256 Pixel	58
Gambar 4.19 Grafik Waktu Dekompresi Citra BMP 512 x 512 Pixel	58
Gambar 4.20 Grafik Rasio Kompresi Citra GIF	59
Gambar 4.21 Grafik Persentase Perubahan Rasio Kompresi Algoritma LZW Tanpa dan Dengan Algoritma BWT Pada Kompresi Citra GIF	60
Gambar 4.22 Grafik Waktu Kompresi Citra GIF 256 x 256 Pixel	61
Gambar 4.23 Grafik Waktu Kompresi Citra GIF 512 x 512 Pixel	62
Gambar 4.24 Grafik Waktu Dekompresi Citra GIF 256 x 256 Pixel	63
Gambar 4.25 Grafik Waktu Dekompresi Citra GIF 512 x 512 Pixel	63

Gambar 4.26 Grafik Rasio Kompresi Citra JPG.....	64
Gambar 4.27 Grafik Persentase Perubahan Rasio Kompresi Algoritma LZW Tanpa dan Dengan Algoritma BWT Pada Kompresi Citra JPG	65
Gambar 4.28 Grafik Waktu Kompresi Citra JPG 256 x 256 Pixel.....	66
Gambar 4.29 Grafik Waktu Kompresi Citra JPG 512 x 512 Pixel.....	67
Gambar 4.30 Grafik Waktu Dekompresi Citra JPG 256 x 256 Pixel	68
Gambar 4.31 Grafik Waktu Dekompresi Citra JPG 512 x 512 Pixel	68
Gambar 4.32 Grafik Rasio Kompresi Citra PNG	69
Gambar 4.33 Grafik Persentase Perubahan Rasio Kompresi Algoritma LZW Tanpa dan Dengan Algoritma BWT Pada Kompresi Citra PNG	70
Gambar 4.34 Grafik Waktu Kompresi Citra PNG 256 x 256 Pixel.....	71
Gambar 4.35 Grafik Waktu Kompresi Citra PNG 512 x 512 Pixel.....	72
Gambar 4.36 Grafik Waktu Dekompresi citra PNG 256 x 256 Pixel.....	73
Gambar 4.37 Grafik Waktu Dekompresi Citra PNG 512 x 512 Pixel.....	73
Gambar 4.38 Grafik Rasio Kompresi Citra TIFF	74
Gambar 4.39 Grafik Persentase Perubahan Rasio Kompresi Algoritma LZW Setelah Penambahan Algoritma BWT Pada Kompresi Citra TIFF.75	75
Gambar 4.40 Grafik Waktu Kompresi Citra TIFF 256 x 256 Pixel	77
Gambar 4.41 Grafik Waktu Kompresi Citra TIFF 512 x 512 Pixel	77
Gambar 4.42 Grafik Waktu Dekompresi Citra TIFF 256 x 256 Pixel.....	78
Gambar 4.43 Grafik Waktu Dekompresi Citra TIFF 512 x 512 Pixel.....	79
Gambar 4.44 Grafik Perbandingan Rasio Kompresi Rata-rata Berdasarkan Format Citra	80
Gambar 4.45 Grafik Perbandingan Waktu Kompresi Rata-rata Berdasarkan Format Citra	81
Gambar 4.46 Grafik Perbandingan Waktu Dekompresi Rata-rata Berdasarkan Format Citra	82
Gambar 4.47 Grafik Perbandingan Rasio Kompresi Rata-rata BWT + LZW dan 7zip Berdasarkan Format Citra.....	83



DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Matriks Citra Digital.....	7
Rumus 2.2 Rasio Kompresi	8



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN KAMUS KOMPRESI LZW	91
LAMPIRAN FILE-FILE CITRA DIGITAL	93
LAMPIRAN HASIL UJI COBA TERHADAP CITRA BMP	95
LAMPIRAN HASIL UJI COBA TERHADAP CITRA GIF	96
LAMPIRAN HASIL UJI COBA TERHADAP CITRA JPG	97
LAMPIRAN HASIL UJI COBA TERHADAP CITRA PNG.....	98
LAMPIRAN HASIL UJI COBA TERHADAP CITRA TIFF	99
LAMPIRAN PENGATURAN KOMPRESI 7ZIP	100
LAMPIRAN HASIL KOMPRESI 7ZIP.....	101