

**PERBANDINGAN KOMPRESI DATA TEKS ANTARA
METODE BURROWS-WHEELER TRANSFORM DAN
LEMPERL-ZIV 78**

Skripsi



oleh
GRISELDA REGINA CHANDRA
22104882

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2015

**PERBANDINGAN KOMPRESI DATA TEKS ANTARA
METODE BURROWS-WHEELER TRANSFORM DAN
LEMPERL-ZIV 78**

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer

Disusun oleh

GRISELDA REGINA CHANDRA
22104882

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2015

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

PERBANDINGAN KOMPRESI DATA TEKS ANTARA METODE BURROWS-WHEELER TRANSFORM DAN LEMPEL-ZIV 78

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 18 Desember 2014



Grisel

GRISELDA REGINA CHANDRA
22104882

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PERBANDINGAN KOMPRESI DATA TEKS
ANTARA METODE BURROWS-WHEELER
TRANSFORM DAN LEMPEL-ZIV 78

Nama Mahasiswa : GRISELDA REGINA CHANDRA
N I M : 22104882
Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)
Kode : TIW276
Semester : Gasal
Tahun Akademik : 2014/2015

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 18 Desember 2014

Dosen Pembimbing I



Lukas Chrisantyo, M.Eng.

Dosen Pembimbing II



Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.

HALAMAN PENGESAHAN

PERBANDINGAN KOMPRESI DATA TEKS ANTARA METODE BURROWS-WHEELER TRANSFORM DAN LEMPEL-ZIV 78

Oleh: GRISELDA REGINA CHANDRA / 22104882

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 13 Januari 2015


Yogyakarta, 14 Januari 2015
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Lukas Chrisantyo, M.Eng.
2. Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.
3. Antonius Rachmat C., S.Kom., M.Cs.
4. Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T.

DUK WACANA


Dekan
(Budi Susanto, S.Kom., M.T.)


Ketua Program Studi
(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan YME karena atas berkat dan rahmat-Nya yang besar sehingga Skripsi yang berjudul “Perbandingan Kompresi Data Teks Antara Merode Burrows-Wheeler Transform dan LZ78“ ini dapat terselesaikan.

Penulis menyusun Skripsi ini dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk mencapai gelar sarjana (S1) pada Program Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya Skripsi ini tak lepas dari campur tangan berbagai pihak. Untuk itulah penulis ingin menyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Bapak Lukas Chrisantyo A.A., S.Kom., M.Eng selaku dosen pembimbing I, yang telah banyak memberikan bimbingan nya selama penyusunan dan penulisan Skripsi ini.
2. Bapak Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs selaku dosen pembimbing II yang juga telah banyak memberikan masukan dan arahan selama pembuatan Skripsi.
3. Kepada keluarga terkasih, mama Christiana Lilis, yang sangat saya cintai dan hormati yang tak henti-hentinya memberikan dukungan, doa, nasehat, dan motivasi hingga penulis tetap kuat dan bersemangat dalam menyelesaikan studi, juga teruntuk adik tersayang, Hiroshi Junio Chandra, penulis haturkan banyak terima kasih atas segala doa dan dukungan, canda dan tawa dalam menyelesaikan Skripsi ini.
4. Tak lupa penulis berterima kasih kepada Andree Caesario Wijaya, terima kasih atas setiap doa, dukungan dan selalu memotivasi dan membangkitkan semangat sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
5. Kepada teman-teman jurusan Teknik Informatika 2010, yang senantiasa ada untuk memberikan dukungan, dan sama-sama berjuang untuk

menyelesaikan Skripsi, serta mengusahakan segala macam bantuan terkait penyelesaian Skripsi ini.

6. Kepada keluarga besar yang senantiasa memotivasi serta selalu mendoakan kelancaran studi hingga Skripsi ini terselesaikan, dan semua keluarga yang tak bisa disebutkan satu per satu dari Om, Tante, dan sepupu.
7. Kepada sahabat-sahabat Program Studi Teknik Informatika 2010, Priska Liadi, Eunike Margaretha, Yessy Purnama, Evanny Christianisa, Wenny Wijaya, Setyawati, terima kasih atas segala canda, tawa dan tangisan haru serta bahagia yang telah dibagi dan turut dirasa. Terimakasih atas rasa kekeluargaan yang selalu ada selama masa studi.
8. Kepada teman-teman kos Echo, Rita, Rere, Vany, Vetris, yang juga selalu memberikan semangat saat pengerjaan Skripsi.
9. Kepada keluarga Body Voice, yang selalu mendoakan dan menguatkan.
10. Terakhir, penulis hendak menyapa setiap nama yang tidak dapat penulis cantumkan satu per satu, terima kasih atas doa yang senantiasa mengalir tanpa sepengetahuan penulis. Terima kasih sebanyak-banyaknya kepada orang-orang yang turut bersuka cita atas keberhasilan penulis menyelesaikan Skripsi ini. Penulis hanya bisa berdoa, semoga Tuhan membalas kebaikan-kebaikan mereka dengan setimpal.

Sebagai manusia biasa, tentunya penulis masih memiliki banyak kekurangan pengetahuan dan pengalaman pada topik yang diangkat dalam Skripsi ini, begitu pula dalam penulisannya yang masih banyak terdapat kekurangan.

Oleh karena itu, penulis akan sangat senang jika menerima berbagai masukan dari para pembaca baik berupa kritik maupun saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan penulisan-penulisan Skripsi di masa yang akan datang. Penulis memohon maaf bila ada kesalahan dalam penulisan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur Penulis Panjatkan ke Hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat tantangan dan hambatan. Akan tetapi dengan bantuan dari berbagai pihak tantangan itu bisa teratasi. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini. Semoga bantuannya tersebut mendapat balasan yang setimpal dari Tuhan Yang Maha Esa.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan baik dari bentuk penyusunan maupun materinya. Oleh karena itu segala kritikan dan saran yang membangun akan penulis terima dengan baik. Akhir kata semoga laporan kerja praktek ini dapat memberikan manfaat kepada kita sekalian.

Yogyakarta, Desember 2014

Penulis

INTISARI

Kompresi data merupakan salah satu cara untuk mengatasi keterbatasan melalui media penyimpanan data. Penelitian ini dilakukan dengan melihat rasio kompresi, waktu kompresi dan dekompresi terhadap data teks. Setelah itu akan dibandingkan metode- metode tersebut sehingga akan diketahui mana yang lebih efektif dan efisien dilihat berdasarkan rasio dan waktu kompresinya.

Dalam pengerjaannya, metode LZ78 dilakukan dengan dua tipe data, yaitu *list* dan *dictionary*. Metode LZ78 merupakan metode kompresi data yang menggunakan kamus yang dibentuk setiap ada satu input karakter baru. Output dari algoritma LZ78 adalah berupa serangkaian token. Sedangkan didalam metode Burrows-Wheeler Transform terdapat tiga langkah, yaitu metode Burrows-Wheeler/Block-Sorting yang merupakan pemutaran input, selanjutnya dikodekan dengan algoritma Move-To-Front, yang dengan algoritma ini simbol yang paling sering muncul dapat dikodekan lebih kecil daripada simbol yang lebih jarang muncul, dan terakhir dikompres dengan sebuah kompresor Shannon-Fano. Pada penelitian ini untuk Arithmetic Coding akan diganti dengan algoritma Shannon-Fano.

Hasil yang didapat dari penelitian ini yaitu metode Burrows-Wheeler Transform lebih unggul dibandingkan dengan metode LZ78 dilihat dari segi rasio kompresinya. Sedangkan metode yang paling cepat dalam melakukan kompresi dilihat dari segi waktu yaitu metode LZ78 dengan tipe data *dictionary*, kemudian disusul LZ78 dengan tipe data *list*, dan terakhir metode Burrows-Wheeler Transform.

Kata Kunci : Kompresi Data, Burrows-Wheeler Transform, LZ78

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
UCAPAN TERIMAKASIH	vi
KATA PENGANTAR	viii
INTISARI.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Metode	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 Algoritma Burrows-Wheeler Transform	7
2.2.1.1 Block Sorting/Burrows-Wheeler Transform	8
2.2.1.2 Move To Front	13
2.2.1.3 Shannon-Fano	14
2.2.2 Algoritma LZ78	18
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....	20
3.1 Spesifikasi Sistem	20
3.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras	20

3.1.2 Spesifikasi Perangkat Lunak	20
3.2 Alat Dan Bahan	21
3.3 Desain Antar Muka	21
3.3.1 Desain Antar Muka Tampilan Utama	21
3.3.2 Desain Antar Muka Keterangan Kompresi dan Dekompresi	22
3.4 Rancangan Alur Kerja Sistem	23
3.4.1 Flowchart Alur Kerja Kompresi Data	24
3.4.2 Flowchart Metode Kompresi BWT	25
3.4.3 Flowchart Burrows-Wheeler Transform	25
3.4.4 Flowchart Proses Move To Front	27
3.4.5 Flowchart Shannon-Fano.....	28
3.4.6 Flowchart Metode Kompresi LZ78	30
3.5 Rancangan Pengujian Sistem	31
3.5.1 Data Pengujian	31
3.5.2 Perhitungan Waktu dan Rasio	33
3.5.3 Tipe Data Kamus	33
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....	36
4.1 Implementasi Sistem	36
4.1.1 Antar Muka Sistem	36
4.1.2 Format Masukan	42
4.1.3 Format Keluaran	42
4.1.4 Perhitungan Rasio	42
4.2 Analisis Sistem	42
4.2.1 Objek Uji Coba Sistem	43
4.2.2 Analisis Kompresi	44
4.2.3 Analisis Perbandingan Kompresi Satu dengan Satu File	47
4.2.4 Analisis Pengaruh Tipe Data	48
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	

LAMPIRAN-LAMPIRAN

©UKDW

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Pembalikan Transformasi Berdasarkan Pengurutan.....	12
Tabel 2.2	Proses Move-To-Front <i>Coding</i>	13
Tabel 2.3	Proses Move-To-Front <i>Decoding</i>	14
Tabel 2.4	Kode ASCII dari Inputan	16
Tabel 2.5	Shannon-Fano <i>Coding</i>	17
Tabel 2.6	LZ78 <i>Coding</i>	19
Tabel 3.1	Data Yang diuji	31
Tabel 4.1	Keterangan File Uji Coba	43
Tabel 4.2	Perbandingan Hasil Kompresi	44
Tabel 4.3	Perbandingan Hasil Rasio Kompresi	45
Tabel 4.4	Perbandingan Kompresi Satu Folder dengan Satu File.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Permutasi Karakter Dalam Matriks	9
Gambar 2.2	Pengurutan Baris dalam Matriks	9
Gambar 2.3	Pasangan L dan I Dalam Matriks	10
Gambar 2.4	Pembentukan <i>String</i> Asli <i>S</i>	11
Gambar 2.5	Shannon-Fano <i>Coding</i>	16
Gambar 3.1	Form Program Kompresi/Dekompresi Data	23
Gambar 3.2	Form Keterangan Kompresi	24
Gambar 3.3	Form Keterangan Dekompresi	25
Gambar 3.4	Flowchart Alur Program Kompresi Data	26
Gambar 3.5	Flowchart Metode Kompresi BWT	27
Gambar 3.6	Flowchart Burrows-Wheeler Transform	28
Gambar 3.7	Flowchart Proses Move To Front	29
Gambar 3.8	Flowchart Shannon-Fano	30
Gambar 3.9	Flowchart Metode Kompresi LZ78	32
Gambar 4.1	Form Tampilan Utama	36
Gambar 4.2	Form Pilihan Metode Kompresi/Dekompresi	37
Gambar 4.3	Browse Folder Input	38
Gambar 4.4	Browse Folder Output	38
Gambar 4.5	Lokasi Direktori Folder Kompresi/Dekompresi.....	39
Gambar 4.6	Message Box untuk memilih Metode.....	39
Gambar 4.7	Message Box Kompresi Berhasil	40
Gambar 4.8	Message Box Dekompresi Berhasil	40
Gambar 4.9	Form Keterangan Kompresi	41
Gambar 4.10	Form Keterangan Dekompresi	41

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A – LISTING PROGRAM

LAMPIRAN B – HASIL DATA PENGUJIAN

©UKDW

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan komputer dalam kegiatan sehari-hari secara tidak langsung membuat kebutuhan akan penyimpanan data semakin meningkat. Data tersebut dapat berupa *file* teks, gambar, suara, maupun video. *File* teks merupakan salah satu jenis *file* yang banyak digunakan untuk menyampaikan informasi. Semakin besar ukuran *file*, semakin besar pula tempat penyimpanan yang dibutuhkan, dan akan semakin lama juga waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data tersebut.

Kompresi data menjadi sangat penting karena dapat memperkecil kebutuhan penyimpanan data, mempercepat pengiriman data, serta memperkecil kebutuhan *bandwidth*. Tujuan dari kompresi data adalah untuk merepresentasikan suatu data digital dengan sesedikit mungkin bit, tetapi tetap mempertahankan kebutuhan minimum untuk membentuk kembali data aslinya. Oleh karena itu, mulailah dikembangkan algoritma-algoritma kompresi yang bertujuan untuk memampatkan data.

Berbagai algoritma telah dikembangkan untuk keperluan kompresi data. Misalnya untuk kompresi teks, terdapat algoritma Huffman, LZ77, LZ78, LZW, Burrows-Wheeler Transform dan lain-lain. Penelitian ini akan mengulas tentang algoritma Burrows-Wheeler Transform, LZ78 dengan tipe data *dictionary* dan LZ78 dengan tipe data *list*. Kedua metode ini merupakan tipe kompresi *lossless* yaitu metode kompresi yang memungkinkan saat pengembalian data atau saat proses dekompresi file, tidak ada data yang hilang atau data hasil dekompresi dapat dikembalikan seperti data aslinya. Penulis ingin membandingkan metode tersebut karena kedua metode tersebut belum pernah dilakukan penelitian sebelumnya. Di dalam algoritma Burrows-Wheeler Transform terdapat tiga langkah, yaitu algoritma Burrows-Wheeler transform, selanjutnya dikodekan dengan algoritma Move-To-Front dan dikompres dengan sebuah kompresor

Arithmetic Coding. Pada penelitian ini untuk Arithmetic Coding akan diganti dengan algoritma Shannon Fano.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang ada dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana perbandingan kompresi data teks antara metode BWT dan LZ78 jika diukur berdasarkan rasio kompresinya?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam sistem ini adalah sebagai berikut :

1. Data merupakan teks (.txt), tidak mengandung gambar atau lainnya, dengan format ASCII 8 bit.
2. Metode kompresi yang dibandingkan adalah BWT dan LZ78 dalam mengkompresi data teks diukur berdasarkan rasio kompresi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil algoritma mana yang lebih efektif antara metode Burrows-Wheeler Transform dan LZ78 dalam mengkompresi data teks diukur berdasarkan rasio kompresinya.

1.5 Metode

Metode dari penelitian ini adalah :

1. Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori tentang kompresi data dan metode BWT serta LZ78 dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, artikel, dan situs-situs internet.

2. Perancangan sistem

Perancangan ini berisi struktur dan konsep alur program kompresi dan dekompresi untuk implementasi metode BWT dan LZ78.

3. Implementasi sistem

Implementasi sistem menggunakan bahasa pemrograman vb.net sesuai dengan rancangan sistem.

4. Pengujian sistem

Pengujian dilakukan untuk melihat berapa perbandingan rasio dan waktu antara metode BWT dan LZ78 dalam mengkompresi data teks.

5. Analisis dan penarikan kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian, tahap selanjutnya adalah menganalisis keefektifan program untuk melakukan kompresi pada teks serta dilakukan penarikan kesimpulan

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini dibagi ke dalam 5 bab, yaitu Bab 1 tentang Pendahuluan, Bab 2 tentang Tinjauan Pustaka, Bab 3 tentang Analisis dan Perancangan Sistem, Bab 4 tentang Implementasi dan Analisis Sistem, Bab 5 tentang Kesimpulan dan Saran.

Bab 1 berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan dari tugas akhir ini. Latar belakang masalah berisi uraian tentang latar belakang permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir. Perumusan masalah memuat penjelasan mengenai alasan-alasan mengapa masalah yang dikemukakan dalam tugas akhir dianggap penting. Batasan masalah memuat parameter-parameter yang menjadi pembatas dalam riset yang dilakukan. Tujuan penelitian menjelaskan hal-hal yang ingin dicapai dari penulisan tugas akhir. Metode disini adalah suatu teknik yang digunakan untuk memecahkan suatu masalah secara ilmiah. Sistematika penulisan berisi struktur dan keseluruhan penulisan tugas akhir secara sistematis.

Bab 2 berisi tinjauan pustaka serta landasan teori yang digunakan sebagai dasar teori dalam tugas akhir ini.

Bab 3 berisi perancangan sistem. Perancangan sistem ini akan berisi rancangan antar muka sistem, flowchart, dan kebutuhan sistem.

Bab 4 adalah tahap yang menguraikan implementasi dan analisis sistem dalam bentuk program yang dibuat dengan membahas obyek dan prosedur utama dalam kompresi data teks dengan metode BWT dan LZ78.

Bab 5 berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan pelaksanaan tugas akhir, serta saran pengembangan sistem yang telah dibuat.

©UKDW

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang dilakukan terhadap sistem mengacu pada hasil pengamatan yang telah dilakukan pada proses uji coba kompresi dan dekompresi data teks dengan metode Burrows-Wheeler Transform dan LZ78, maka diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengujian terhadap data yang memiliki pola, kedua metode menghasilkan ukuran kompresi yang baik.
2. Data random/yang tidak mengalami pengulangan karakter, kedua metode dapat melakukan kompresi hingga selesai. Hasil yang dihasilkan oleh metode LZ78 yaitu tidak adanya penghematan ukuran data, ukuran file hasil menjadi lebih besar dari pada ukuran file asli yang membuat rasio kompresi menjadi di atas 100%.
3. Metode BWT yang menggunakan kompresor Shannon-Fano sebagai langkah terakhirnya menghasilkan rasio yang cukup baik (dibawah 100%). File dengan ukuran kurang dari 800 bytes mengalami pembengkakan jika dikompres menggunakan metode BWT.
4. Metode LZ78 memiliki kecenderungan menghasilkan rasio kompresi yang lebih baik ketika ukuran file semakin besar dibanding BWT.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, adapun saran untuk mengembangkan sistem yang telah dibuat :

1. Menentukan tipe data penyimpanan yang tepat pada *file* kompresi
2. Sistem dimodifikasi sedemikian rupa sehingga menghasilkan hasil kompresi yang lebih baik.
3. Sistem dikembangkan agar dapat mengompresi *file* lain selain teks, misalnya gambar/video.

4. Menentukan struktur data penyimpanan yang baik pada file kompresi sehingga didapat file kompresi yang sekecil mungkin.

©UKDW

DAFTAR PUSTAKA

- H. Li & R. Durbin, Fast and accurate short read alignment with Burrows-Wheeler transform, *J. Bioinformatics*, 25(14), pp.1754-1760, 2009.
- K. Sayood, *Introduction to Data Compression*, Morgan-Kauffman, 2000. ISBN 1558605584.
- Kandaga, T. Analisis Penerapan Kompresi dan Dekompresi Data dengan Menggunakan Metode Statistik dan Kamus, *Jurnal Informatika*, Vol. 2, No.2, pp.81 - 91, Desember 2006.
- Khairi, H. (2010). *Implementasi Run Length pada kompresi file text dengan menggunakan transformasi Burrows Wheeler*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Nelson, M.; J.L., Gailly. (1996). *The Data Compression Book, 2nd ed.* M&T Books, New York.
- Nelson, M. *Data Compression with the Burrows-Wheeler Transform*. Dr. Dobb's Journal. September 1996.
- Pradipta, D.A. (2013), Perbandingan kompresi data Dengan Metode LZ77 Dan LZ78. (Skripsi S1, Progam Studi Tekni Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana), dari <http://sinta.ukdw.ac.id>,
- Salomon, D, *Data Compression The Complete Reference Fourth Edition*, Springer-Verlag London Limited, 2007.
- Saputro. (2009). Implementasi dan Analisis Perbandingan Antara Pengkodean LZ78 dan Shannon Fano Pada Kompresi Data Teks. *Jurnal Informatika, Volume 5 Nomor 2*, 1-4.

Sianturi, L. (2000), Kompresi Data Menggunakan Algoritma Transformasi Burrows-Wheeler. (Skripsi S1, Progam Studi Tekni Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana), dari <http://sinta.ukdw.ac.id>.

Wijaya, H. (2005), Penggunaan Adaptive Huffman pada kompresi data dengan Burrows Wheeler Transform. (Skripsi S1, Progam Studi Tekni Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana), dari <http://sinta.ukdw.ac.id>.

© UKDW