ANALISIS ALGORITMA MTF, MTF-1, DAN MTF-2 PADA ALGORITMA BURROWS WHEELER COMPRESSION ALGORITHM

Skripsi

oleh
SAGARA MAHARDIKA SUNARYO
71130115

©UKDW

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGIINFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2018

ANALISIS ALGORITMA MTF, MTF-1, DAN MTF-2 PADA ALGORITMA BURROWS WHEELER COMPRESSION ALGORITHM

Skripsi

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

Disusun oleh

SAGARA MAHARDIKA SUNARYO
71130115

©UKDW

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2018

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

ANALISA ALGORITMA MTF, MTF-1, DAN MTF-2, PADA ALGORITMA BURROWS-WHEELER COMPRESSION ALGORITHM

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi 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, 19 Desember 2017

METERAI TEMPEL 6000 ENAM RIBU RUPIAH

SAGARA MAHARDIKA SUNARYO
71130115

©UKDW

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi	:	ANALISA ALGORITMA MTF, MTF-1, DAN MTF-2, PADA ALGORITMA BURROWS-WHEELER COMPRESSION ALGORITHM
Nama Mahasiswa	:	SAGARA MAHARDIKA SUNARYO
N I M	:	71130115
Matakuliah	:	Skripsi (Tugas Akhir)
Kode	:	TIW276
Semester	:	Gasal
Tahun Akademik	:	2017/2018

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 19 Desember 2017

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Lukas Chrisantyo, S.Kom., M.Eng.	Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.

©UKDW

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA ALGORITMA MTF, MTF-1, DAN MTF-2, PADA ALGORITMA BURROWS-WHEELER COMPRESSION ALGORITHM

Oleh: SAGARA MAHARDIKA SUNARYO / 71130115

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 11 Desember 2017

Yogyakarta, 19 Desember 2017
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Lukas Chrisantyo, S.Kom., M.Eng.
2. Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.
3. Restyandito, S.Kom.,MSIS, Ph.D
4. Willy Sudiarto Raharjo, S.Kom.,M.Cs.

Dekan

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

Ketua Program Studi

(Gloria Virginia, Ph.D.)

©UKDW

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah melimpahkan rahmat dan kasih karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir / skripsi yang berjudul "Analisis Algoritma MTF, MTF-1, dan MTF-2 pada Algoritma Burrows Wheeler Compression Algorithm".

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

Dalam menyelesaikan program skripsi ini, penulis telah banyak mendapatkan bimbingan, saran, serta dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak **Lukas Chrisantyo, S.Kom., M.Eng.** selaku dosen pembimbing I, yang telah banyak memberikan bimbingan 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. Bapak **Antonius Rachmat C., S.Kom., M.Cs.** selaku Koordinator Skripsi.
4. Keluarga yang selalu setia mendukung, menyayangi, dan mendoakan selalu setiap saat.
5. Teman-teman seperjuangan jurusan Teknik Informatika UKDW terutama angkatan 2013, yang selalu ada untuk memberikan uluran tangan dan bersama berjuang dalam menyelesaikan tugas akhir.
6. Terakhir, penulis hendak mengucapkan terimakasih kepada setiap orang yang tidak dapat penulis cantumkan satu per satu.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, tentunya penulis masih memiliki banyak kekurangan dalam penulisan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat menghargai dan menerima jika ada berbagai masukan dari para pembaca baik berupa kritik maupun

©UKDW

saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan penulisan-penulisan Skripsi di masa yang akan datang. Akhir kata penulis ingin meminta maaf apabila terdapat kesalahan dalam penyusunan laporan maupun yang pernah penulis lakukan sewaktu pelaksanaan skripsi.

Yogyakarta, 22 September 2017

Penulis

©UKDW

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkah dan arahan-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul "Analisis Algoritma MTF, MTF-1, dan MTF-2 pada Algoritma Burrows Wheeler Compression Algorithm" dengan lancar.

Dengan selesainya tugas akhir ini, tidak lepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan masukan dan saran kepada penulis. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih.

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

Yogyakarta, 22 September 2017

Penulis

©UKDW

INTISARI

ANALISIS ALGORITMA MTF, MTF-1, DAN MTF-2 PADA ALGORITMA BURROWS WHEELER COMPRESSION ALGORITHM

Kompresi data adalah sebuah seni atau teknik dalam merepresentasikan informasi kedalam bentuk yang lebih kompleks. Salah satu teknik kompresi yang cukup sering digunakan adalah Burrows Wheeler Compression Algorithm (BWCA). Salah satu algoritma yang dipakai dalam BWCA adalah Move to Front (MTF).

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan hasil *compression ratio* dari tiap-tiap algoritma yang dibandingkan, sehingga dapat diambil kesimpulan algoritma mana yang membuat BWCA menghasilkan *compression ratio* yang lebih besar pada data Alkitab dengan 3 bahasa yang berbeda, dan beberapa data yang berasal dari Calgary Corpus.

Hasil penelitian yang didapatkan adalah MTF-1 merupakan algoritma GST yang mampu memberikan *compression ratio* yang lebih tinggi dibandingkan oleh MTF dan MTF-2 untuk data Alkitab berbahasa Inggris, Indonesia, Jawa dikarenakan jumlah total tiap bit pada proses Huffman lebih sedikit dibandingkan 2 proses lainnya.

Pada data Calgary Corpus (bib, book, paper3) memiliki ukuran yang lebih kecil ketika melalui proses MTF-1 dibandingkan MTF dan MTF-2, sedangkan sisa data Calgary Corpus yang lain (news, paper1, paper2, paper4, paper5, paper6, progc, progl, progp) memiliki ukuran yang lebih kecil ketika melalui proses MTF-1 dibandingkan dengan MTF dan MTF-2 dikarenakan jumlah total tiap bit pada proses Huffman lebih sedikit dibandingkan 2 proses lainnya..

.

Kata kunci : Move to Front (MTF), Move to Front-1 (MTF-1), Move to Front-2 (MTF-2), Burrows Wheeler Compression Algorithm (BWCA), Kompresi Data

©UKDW

DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMAKASIH vi
KATA PENGANTAR viii
INTISARI ix
DAFTAR ISI x
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xiv
DAFTAR LAMPIRAN xv
BAB 1 16
1.1 Latar Belakang 16
1.2 Rumusan Masalah 17
1.3 Batasan Masalah 17
1.4 Tujuan Penelitian 18
1.5 Manfaat Penelitian 18
BAB 2 19
2.1. Tinjauan Pustaka 19
2.2. Landasan Teori 20
2.2.1 Burrows Wheeler Transform 20
2.2.2 Move to Front 22
2.2.3 Move to Front 1 23
2.2.4 Move to Front 2 24
2.2.5 Run Length Encoding 0 25
2.2.6 Huffman Encoding 28
2.2.7 Huffman Decoding 31
2.2.8 Run Length Decoding 0 32
2.2.9 Inverse Move to Front 34
2.2.10 Inverse Move to Front 1 35
2.2.11 Inverse Move to Front 2 36
2.2.12 Inverse Burrow Wheeler Transform 37

©UKDW

BAB 3 39
PERANCANGAN SISTEM 39
3.1 Deskripsi Umum 39
3.1.1 Deskripsi Sistem 39
3.1.2 Kebutuhan Sistem 39
3.2 Rancangan Fungsionalitas 41
3.2.1 Proses Kompresi 41
3.2.2 Proses Dekompresi 43
3.2.3 Rancangan Antarmuka 45
3.3 Metode Pengujian 46
BAB 4 47
IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM 47
4.1 Implementasi Sistem 47
4.1.1 Proses Kompresi Sistem pada Aplikasi 47
4.1.2 Proses Dekompresi Sistem pada Aplikasi 50
4.1.3 Proses Pengecekan Data Asli dengan Data Hasil Dekompresi 52
4.2 Pengujian Sistem 52
4.2.1 Analisis dan Pengujian Sistem pada Proses GST 53
4.2.2 Analisis dan Pengujian Sistem pada Proses RLE-0 55
4.2.3 Analisis dan Pengujian Sistem pada Proses Huffman 61
4.2.4 Analisis Sistem secara Keseluruhan 70
BAB 5 74
KESIMPULAN DAN SARAN 74
5.1 Kesimpulan 74
5.2 Saran 74
DAFTAR PUSTAKA 75
LAMPIRAN 76
Source Code Program 76

©UKDW

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel perubahan BWT menjadi MTF..…….....…..…..…...…….....20
Tabel 2.2. Tabel perubahan BWT menjadi MTF-1 dan MTf-2……...22
Tabel 2.3. Tabel perubahan RLE-0 Code…….……..…..……22
Tabel 2.4. Tabel frekuensi Huffman untuk MTF……..……..25
Tabel 2.5. Tabel frekuensi Huffman untuk MTF-1 ….…….…….26
Tabel 2.6. Tabel frekuensi Huffman untuk MTF-2 …….....…….…….27
Tabel 2.7. Tabel perubahan Reverse RLE menjadi MTF……32
Tabel 2.8. Tabel perubahan Reverse RLE menjadi MTF-1 dan MTF-2 ……34
Tabel 4.1. Tabel hasil uji untuk algoritma BWCA dengan MTF……..……..50
Tabel 4.2. Tabel hasil uji untuk algoritma BWCA dengan MTF-1…….51
Tabel 4.3. Tabel hasil uji untuk algoritma BWCA dengan MTF-2……..…...52
Tabel 4.4. Tabel hasil RLE-0 dengan menggunakan MTF……...……53-54
Tabel 4.5. Tabel hasil RLE-0 dengan menggunakan MTF-1 ……54-55
Tabel 4.6. Tabel hasil RLE-0 dengan menggunakan MTF-2 ……55-56
Tabel 4.7. Hasil uji data bible Inggris pada Huffman …….…..….....…...…56
Tabel 4.8. Hasil uji data bible Indonesia pada Huffman …….……...57
Tabel 4.9. Hasil uji data bible Jawa pada Huffman ……...…..…….…57
Tabel 4.10. Hasil uji data bib pada Huffman …….....….....….....…....…….57
Tabel 4.11. Hasil uji data book pada Huffman ……..……...….....…….57
Tabel 4.12. Hasil uji data news pada Huffman …….....……..58
Tabel 4.13. Hasil uji data paper1 pada Huffman …….....…..……...…..……58
Tabel 4.14. Hasil uji data paper2 pada Huffman ...….....….....….…….58
Tabel 4.15. Hasil uji data paper3 pada Huffman ……...…...…....….....…..58
Tabel 4.16. Hasil uji data paper4 pada Huffman ……59
Tabel 4.17. Hasil uji data paper5 pada Huffman …….....59
Tabel 4.18. Hasil uji data paper6 pada Huffman ……59
Tabel 4.19. Hasil uji data progc pada Huffman ……..59

©UKDW

Tabel 4.20. Hasil uji data progl pada Huffman …….60
Tabel 4.21. Hasil uji data progp pada Huffman…….60

©UKDW

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pembentukan node dasar Huffman pada MTF……...25
Gambar 2.2. Pembentukan tree Huffman pada MTF…..……26
Gambar 2.3. Pembentukan tree Huffman pada MTF-1……..…….27
Gambar 2.4. Pembentukan node dasar Huffman pada MTF-2 ……...28
Gambar 2.5. Pembentukan tree Huffman pada MTF …….....28
Gambar 2.6. Langkah pengerjaan Inverse BWT……..……...35
Gambar 3.1. Proses kompresi pada sistem…….…….38
Gambar 3.2. Proses dekompresi pada sistem…….…….40
Gambar 3.3. Rancangan Antarmuka program…...…….……...…....42
Gambar 4.1. Langkah Kompresi 1……...44
Gambar 4.2. Langkah Kompresi 2…….....45
Gambar 4.3. Langkah Kompresi 3……...……...45
Gambar 4.4. Langkah Kompresi 4…….…….…….46
Gambar 4.5. Langkah Kompresi Akhir…….…….…….46
Gambar 4.6. Langkah Dekompresi 1…...…….……..….....47
Gambar 4.7. Langkah Dekompresi 2…….....47
Gambar 4.8. Langkah Dekompresi 3……..…….....48
Gambar 4.9. Langkah Dekompresi Akhir…….……...48
Gambar 4.10. Pengujian menggunakan Meld 1…….……..49
Gambar 4.11. Pengujian menggunakan Meld 2……..……..….....49
Gambar 4.12. Pengujian menggunakan Meld 2……..……..….....49
Gambar 4.13. Pengujian menggunakan Meld 2……..……..….....49
Gambar 4.14. Pengujian menggunakan Meld 2……..……..….....49
Gambar 4.15. Pengujian menggunakan Meld 2……..……..….....49
Gambar 4.16. Pengujian menggunakan Meld 2……..……..….....49
Gambar 4.17. Pengujian menggunakan Meld 2……..……..….....49
Gambar 4.18. Pengujian menggunakan Meld 2……..……..….....49

©UKDW

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN : Source Code Program

©UKDW

INTISARI

ANALISIS ALGORITMA MTF, MTF-1, DAN MTF-2 PADA ALGORITMA BURROWS WHEELER COMPRESSION ALGORITHM

Kompresi data adalah sebuah seni atau teknik dalam merepresentasikan informasi kedalam bentuk yang lebih kompleks. Salah satu teknik kompresi yang cukup sering digunakan adalah Burrows Wheeler Compression Algorithm (BWCA). Salah satu algoritma yang dipakai dalam BWCA adalah Move to Front (MTF).

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan hasil *compression ratio* dari tiap-tiap algoritma yang dibandingkan, sehingga dapat diambil kesimpulan algoritma mana yang membuat BWCA menghasilkan *compression ratio* yang lebih besar pada data Alkitab dengan 3 bahasa yang berbeda, dan beberapa data yang berasal dari Calgary Corpus.

Hasil penelitian yang didapatkan adalah MTF-1 merupakan algoritma GST yang mampu memberikan *compression ratio* yang lebih tinggi dibandingkan oleh MTF dan MTF-2 untuk data Alkitab berbahasa Inggris, Indonesia, Jawa dikarenakan jumlah total tiap bit pada proses Huffman lebih sedikit dibandingkan 2 proses lainnya.

Pada data Calgary Corpus (bib, book, paper3) memiliki ukuran yang lebih kecil ketika melalui proses MTF-1 dibandingkan MTF dan MTF-2, sedangkan sisa data Calgary Corpus yang lain (news, paper1, paper2, paper4, paper5, paper6, progc, progl, progp) memiliki ukuran yang lebih kecil ketika melalui proses MTF-1 dibandingkan dengan MTF dan MTF-2 dikarenakan jumlah total tiap bit pada proses Huffman lebih sedikit dibandingkan 2 proses lainnya..

.

Kata kunci : Move to Front (MTF), Move to Front-1 (MTF-1), Move to Front-2 (MTF-2), Burrows Wheeler Compression Algorithm (BWCA), Kompresi Data

©UKDW

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kompresi data adalah sebuah seni atau teknik dalam merepresentasikan informasi kedalam bentuk yang lebih kompleks. Sayood (2006) Kompresi data mampu menciptakan bentuk yang lebih kompleks dengan mengidentifikasi dan menggunakan struktur yang ada didalam data. Data disini memiliki banyak jenis, yaitu teks, *file*, bentuk-bentuk angka dari sampel *audio*/suara dan *image*/citra. Kenapa kompresi data masih ada sampai saat ini? Karena kompresi data masih memegang peranan vital didalam pertukaran informasi melalui internet, penyimpanan sistem informasi digital, penggunaan sistem *embedded*, dan pengiriman *file* teks.

Algoritma block sorting yang paling sering dipakai saat ini yaitu Burrows-Wheeler Compression Algorithm (BWCA), karena BWCA sendiri relatif mudah dibuat, dan yang paling penting algoritma ini tidak dilindungi oleh hak cipta, yang berarti algoritma ini boleh digunakan / dimodifikasi oleh siapapun. Didalam BWCA terdapat 4 tahap yaitu, pertama Burrows-Wheeler Transform (BWT), kedua Global Structure Transformation (GST), ketiga Run Length Encoding (RLE), dan yang terakhir Entropy Coding (EC). Didalam jurnal Baruah (2014), beliau meneliti tentang perbandingan algoritma BWCA dengan algoritma BWCA yang dimodifikasi langkahnya. Beliau menambahkan 1 tahap lagi didalam BWCA yaitu RLE diantara BWT dan GST. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut adalah algoritma BWCA yang original masih memiliki rata-rata *compression ratio* yang lebih baik dibandingkan dengan algoritma yang BWCA yang beliau modifikasi.

Oleh sebab itu peneliti akan mencoba untuk mengubah tahap ke-2 BWCA yaitu GST untuk menganalisis algoritma manakah yang dapat memberikan *compression*

©UKDW

ratio lebih baik, apakah algoritma *original* Move To Front (MTF) atau MTF-1atau MTF-2.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah-masalah yang akan dibahas didalam penelitian ini :

1. Algoritma manakah diantara MTF, MTF-1, dan MTF-2 yang membuat BWCA menghasilkan *compression ratio* yang lebih baik pada Alkitab dengan 3 bahasa yang diuji, yaitu Bahasa Indonesia, Inggris, dan Jawa.
2. Algoritma manakah diantara MTF, MTF-1, dan MTF-2 yang membuat BWCA menghasilkan *compression ratio* yang lebih baik pada beberapa data yang berasal dari Calgary Corpus, yaitu bib, book, news, paper1, paper2, paper3, paper4, paper5, paper6, progc, progl, progp.

1.3 Batasan Masalah

Mengingat akan keterbatasan waktu dan kompleksitas sistem yang akan dibuat, maka peneliti akan membatasi perumusan masalah sebagai berikut :

1. Data yang masuk kedalam sistem yang akan dibuat berupa teks.
2. Data diambil dari Alkitab dengan 3 bahasa yang berbeda, yaitu Bahasa Indonesia, Inggris, Jawa, beberapa data yang berasal dari *Calgary Corpus*, yaitu bib, book, news, paper1, paper2, paper3, paper4, paper5, paper6, progc, progl, dan progp.
3. Analisis statistik didasarkan pada *Compression Ratio* yang dihasilkan untuk setiap masalah.
4. Metode kompresi yang dibandingkan adalah MTF, MTF-1, dan MTF-2, pada tahap kedua dari algoritma BWCA.

©UKDW

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil *compression ratio* dari tiap-tiap algoritma yang dibandingkan, sehingga dapat diambil kesimpulan algoritma mana yang membuat BWCA menghasilkan *compression ratio* yang lebih besar pada Alkitab dengan 3 bahasa yang berbeda, dan beberapa data dari Calgary Corpus, yaitu bib, book, news, paper1, paper2, paper3, paper4, paper5, paper6, progc, progl, progp.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat-manfaat yang diperoleh dari penelitian ini, yaitu :

1. Hasil dari penelitian ini bisa digunakan sebagai data pembanding yang berguna untuk membandingkan algoritma yang diteliti dengan algoritma-algoritma GST yang lain.
2. Dapat menentukan algoritma manakah yang dapat membuat BWCA lebih baik secara *compression ratio* dalam hal kompresi teks.

©UKDW

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis sistem yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. MTF-1 merupakan algoritma GST yang mampu memberikan *compression ratio* yang lebih tinggi dibandingkan oleh MTF dan MTF-2 untuk data Alkitab berbahasa Inggris, Indonesia, Jawa dikarenakan jumlah total tiap bit pada proses Huffman lebih sedikit dibandingkan 2 proses lainnya.
2. Pada data Calgary Corpus (bib, paper1, paper5, paper6, progc, progl) memiliki ukuran yang lebih kecil ketika melalui proses MTF dibandingkan MTF-1 dan MTF-2, sedangkan sisa data Calgary Corpus yang lain (book, news, paper2, paper3, paper4, progp) memiliki ukuran yang lebih kecil ketika melalui proses MTF-1 dibandingkan dengan MTF dan MTF-2 dikarenakan jumlah total tiap bit pada proses Huffman lebih sedikit dibandingkan 2 proses lainnya.
3. Hasil akhir BWCA tidak dipengaruhi oleh karakteristik corpus/data.

5.2 Saran

Saran untuk perbaikan dan perkembangan sistem adalah kompleksitas algoritma yang dipakai untuk mendapatkan proses BWT adalah O (n log n^2), untuk mendapatkan proses kompresi yang lebih cepat sebaiknya memakai algoirtma yang memiliki kompleksitas O (n log n).

©UKDW

DAFTAR PUSTAKA

K. Sayood, *Introduction To Data Comoression*, 3rd ed. San Fransisco: Elsevier, 2006.

R. R. Baruah, V. Deka, and M. P. Bhuyan, "Enhancing Dictionary Based Preprocessing for Better Text Compression," *Int. J. Comput. Trends Technol.*, vol. 9, no. 1, pp. 4–9, 2014.

J. Abel, "Improvements to the Burrows-Wheeler Compression Algorithm: After BWT Stages," *Eng. Sci.*, no. February, 2003.

B. Chapin, "Higher Compression from the Burrows-Wheeler Transform with New Algorithms for the List Update Problem.," p. 110, 2001.

P. Fenwick, "Burrows Wheeler Compression : Principles and Reflections Introduction to Lossless Data Compression Introduction to Burrows-Wheeler Compression," 2007.

A. Sarje and S. Aluru, "Parallel Algorithms for," *Computing*, pp. 59–83, 2013.

B. Langmead, "Introduction to the Burrows-Wheeler Transform and FM Index," *JHU's*, pp. 1–12, 2013.

S. Deorowicz, *Universal lossless data compression algorithms*. Czech: Silesian University of Technology Faculty of Automatic Control, Electronics and Computer Science Institute of Computer Science, 2003.

D. Schiller, "The Burrows Wheeler Algorithm," RWTH Aachen University, 2012.

D. Salomon, *Data Compression The Complete Reference FourthEdition*, vol. 53, no. 9. 2007.

©UKDW