Analisis Perbandingan Kompresi Data dengan Fixed-Length Code, Variable-Length Code dan Algoritma Huffman

J. Jamaluddin

Dosen Tetap D3 Manajemen Informatika FE-UMI Medan

jac.satuno@gmail.com

ABSTRAK

Dalam ilmu komputer, kompresi data adalah sebuah cara untuk memadatkan data sehingga hanya memerlukan ruang yang lebih kecil sehingga lebih efisien dalam menyimpannya atau mempersingkat waktu pertukaran data tersebut.

Dalam tulisan ini, penulis ingin membandingkan efektivitas antara tiga jenis algoritma untuk melakukan kompresi data dalam bentuk teks. Ketiga algoritma tersebut adalah Fixed Length Binary Encoding, Variable Length Binary Encoding dan Algoritma Huffman.

Keyword – Kompresi, Algoritma Huffman, Fixed-Length, Variable-Length.

Pendahuluan

Saat sekarang ini, kebutuhan akan informasi merupakan hal yang diperlukan oleh masyarakat umum. Penggunaan komputer sebagai media informasi digital merupakan salah satu bentuk pendistribusian informasi di masyarakat. Informasi yang beredar dapat berupa teks, suara, dan citra yang dikemas secara digital. Dengan semakin banyaknya informasi yang perlu disimpan secara digital, secara otomatis hal ini akan memerlukan media penyimpanan yang lebih besar lagi. Oleh karena itu diperlukan alternatif penyimpanan data yang dapat meningkatkan efisiensi dari penggunaan media penyimpanan.

Salah satu cara yang digunakan untuk mengefisiensikan media penyimpanan adalah teknik kompresi data. Dengan melakukan kompresi data, maka kita dapat memperkecil ukuran data, dengan demikian kita dapat memaksimalkan penyimpanan data

pada suatu media penyimpanan. Selain berguna pada proses penyimpanan data, kompresi data juga dapat mempercepat proses pentransmisian data pada komunikasi data di sistem jaringan dikarenakan data yang ingin ditransmisikan memiliki ukuran yang lebih kecil. Walaupun banyak kelebihan yang ditawarkan oleh teknik kompresi data ini, tetapi pada proses kompresi data diperlukan waktu untuk proses kompresi data maupun untuk mengembalikan data ke bentuk awal.

Pada penelitian kali ini, penulis mencoba untuk membandingkan efektivitas beberapa metode kompresi data diantaranya Fixed Length Binary Encoding, Variable Length Binary Encoding dan teknik kompresi data dengan Algoritma Huffman untuk jenis data berupa teks.

1. Kompresi Data

Dalam ilmu komputer, kompresi data adalah cara untuk memadatkan data sehingga hanya memerlukan ruang penyimpanan lebih

kecil sehingga lebih efisien dalam penyimpanan maupun dalam proses transfer data pada jaringan.^[1] Prinsip dasar kompresi data adalah memperkecil besar bit data untuk merepresentasi tiap-tiap karakter pada teks yang ingin dikompresi. Dalam hal ini, terdapat banyak cara yang dilakukan untuk melakukan kompresi data tersebut.

Dalam sistem klasik proses kompresi data dilakukan secara *Fixed Length Code*. Dengan teknik *Fixed Length code*, setiap karakter di representasikan dengan sebuah bit biner yang unik. Misalnya teks yang ingin kita kompresi hanya memiliki 6 karakter saja, sehingga apabila kita menggunakan *Fixed Length code*, setiap karakter akan direpresentasikan dengan 3 bit data, seperti a = 000, b = 001, ... f = 101.

Sedangkan teknik selanjutnya adalah *Variable Length code*, teknik ini dianggap lebih efisien dibandingkan dengan *Fixed Length code* karena pada teknik ini karakter yang memiliki kemunculan yang paling sering akan memiliki besar bit yang paling kecil, seperti a = 0, e = 10, c = 110, d = 1110, b = 11110, dan f = 11111. Dengan demikian maka teknik ini akan menghasilkan hasil kompresi yang lebih maksimal.

2. Algoritma Huffman

Algoritma Huffman, yang dibuat oleh seorang mahasiswa MIT bernama David Huffman pada tahun 1952, merupakan salah satu metode paling lama dan paling terkenal dalam kompresi teks^[2]. Algoritma Huffman menggunakan prinsip pengkodean yang mirip dengan kode Morse, yaitu tiap karakter (symbol) dikodekan hanya dengan rangkaian beberapa bit, dimana karakter yang

sering muncul dikodekan dengan rangkaian bit yang pendek dan karakter yang jarang muncul dikodekan dengan rangkaian bit yang lebih panjang.

Berdasarkan tipe peta kode yang digunakan untuk mengubah pesan awal (isi data yang diinputkan) menjadi sekumpulan *codeword*, algoritma Huffman termasuk kedalam kelas algoritma yang menggunakan metode symbol. Metode symbol adalah metode yang selalu menggunakan peta kode yang sama, metode ini membutuhkan dua fase (*two-pass*): fase pertama untuk menghitung probabilitas kemunculan tiap symbol dan menentukan peta kodenya, dan fase kedua untuk mengubah pesan menjadi kumpulan kode yang akan ditransmisikan.

Untuk menentukan nilai bit dari tiap-tiap karakter, kita terlebih dahulu membuat pohon biner berdasarkan sering tidaknya sebuah karakter pada teks yang ingin dikompresi. Pohon biner ini biasa disebut pohon Huffman.

Langkah-langkah pembentukan pohon Huffman adalah sebagai berikut:

1. Baca semua karakter di dalam data untuk menghitung frekuensi kemunculan setiap karakter. Setiap karakter penyusun data dinyatakan sebagai pohon bersimpul tunggal. Setiap simpul di-assign dengan frekuensi kemunculan karakter tersebut.
2. Terapkan strategi *greedy* sebagai berikut : gabungkan dua buah pohon yang mempunyai frekuensi terkecil pada sebuah akar. Akar mempunyai frekuensi yang merupakan jumlah dari frekuensi dua buah pohon penyusunnya.

- Ulangi langkah 2 sampai hanya tersisa satu buah pohon Huffman. Agar pemilihan dua pohon yang akan digabungkan berlangsung cepat, maka semua pohon yang ada selalu terurut menaik berdasarkan frekuensi.

Algoritma Huffman:

```

n ← |C|
Q ← C
for i ← 1 to n - 1
do allocate a new node z
  left[z] ← x ← EXTRACT-MIN(Q)
  right[z] ← y ← EXTRACT-MIN(Q)
  f[z] ← f[x] + f[y]
  INSERT(Q, z)
return EXTRACT-MIN(Q)

```

4. Proses Coding dan Analisis

Dalam makalah ini penulis akan mencoba untuk membandingkan ketiga teknik kompresi data tersebut dengan 2 jenis teks yang berbeda, yakni teks dengan persentase kemunculan yang tak seimbang dan teks dengan persentase kemunculan yang seimbang. Kedua teks tersebut adalah:

- MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA USU
- KUKU KAKI KAKAK KAKEKKU KAKU

Tabel frekuensi teks I:

Char	M	A	G	I	S	T	E	
Freq	2	3	1	4	2	3	2	
Char	R	Sp	K	N	F	O	U	Total
Freq	2	3	3	2	1	1	2	31

Tabel 1. Frekuensi Kemunculan Teks I

Dengan *Fixed-Length* code kita akan mendapatkan kode biner untuk teks I sebagai berikut:

Char	Kode Biner
M	0000

A	0001
G	0010
I	0011
S	0100
T	0101
E	0110
R	0111
Sp	1000
K	1001
N	1010
F	1011
O	1100
U	1101

Tabel 2. Kode Biner *Fixed-Length* code teks I

Dari tabel diatas, kita dapat merepresentasikan teks kedua kedalam bentuk biner menjadi 0000000100100011..., yang apabila diteruskan kita akan mendapatkan 124 bit biner.

Sehingga dengan teknik *Fixed-Length* code, kita akan mendapatkan rasio kompresi terhadap data awal sebesar:

$$\text{Rasio Kompresi} = \frac{248 - 124}{248} \times 100\% = 50\%$$

Dengan menggunakan *Variable-Length* code, kita harus terlebih dahulu melakukan Stable Sorting terhadap tabel frekuensi data pertama sehingga didapatkan tabel baru yang telah disorting sebagai berikut:

Char	I	A	T	Sp	K	M	S	
Freq	4	3	3	3	3	2	2	
Char	E	R	N	U	G	F	O	Total
Freq	2	2	2	2	1	1	1	31

Tabel 3. Frekuensi Kemunculan yang Telah Disortir pada Teks I

Selanjutnya kita membangun pohon biner untuk tabel tersebut:

Dari pohon biner VLC tersebut kita dapat menghasilkan tabel kode biner untuk setiap karakter sebagai berikut:

Char	Kode Biner
I	0
A	10
T	110
Sp	1110
K	11110
M	111110
S	1111110
E	11111110
R	111111110
N	1111111110
U	11111111110
G	111111111110
F	1111111111110
O	1111111111111

Tabel 4. Kode Biner *Variable-Length* code untuk teks I

Sehingga dari tabel diatas kita dapat merepresentasikan teks I kedalam bentuk bit biner menjadi 111110101111111110..., dan apabila diteruskan akan menghasilkan bit biner sebesar:

Char	Bit	Frekuensi	Jumlah bit
I	1	4	4
A	2	3	6

T	3	3	9
Sp	4	3	12
K	5	3	15
M	6	2	12
S	7	2	14
E	8	2	16
R	9	2	18
N	10	2	20
U	11	2	22
G	12	1	12
F	13	1	13
O	13	1	13
Total			186

Tabel 5. Jumlah bit untuk VLC pada teks II

Sehingga dengan teknik *Variable-Length* code, kita akan mendapatkan rasio kompresi terhadap data awal sebesar:

$$Rasio\ Kompresi = \frac{248 - 186}{248} \times 100\% = 25\%$$

Dengan Tabel 3, kita juga dapat melakukan kompresi data dengan *algoritma Huffman*, sama halnya dengan *Variable Length* code, dengan *algoritma Huffman* kita juga menggunakan tabel frekuensi data yang sudah disorting. Dengan langkah-langkah pada *algoritma Huffman*, kita akan mendapatkan pohon biner (biasa disebut pohon *Huffman*) sebagai berikut:

Gambar 2. Pohon Huffman untuk teks I

Dari pohon Huffman diatas, kita bisa merepresentasikan tiap-tiap karakter pada teks dengan kode-kode biner berikut:

Char	Kode	Bit	Freq	Bit*Freq
I	110	3	4	12
A	001	3	3	9
T	1110	4	3	12
Sp	1111	4	3	12
K	010	3	3	9
M	1010	4	2	8
S	1011	4	2	8
E	1000	4	2	8
R	1001	4	2	8
N	0110	4	2	8
U	0111	4	2	8
G	00010	5	1	5
F	00011	5	1	5
O	00000	5	1	5
Total				116 bit

Tabel 6. Kode Biner *algorithm* Huffman

Dengan kode biner yang didapatkan dari pohon Huffman, kita bisa merepresentasikan teks pertama dalam bentuk biner menjadi

1010001000101101011..., dan apabila diterukan kita akan mendapatkan panjang data sebesar 116 bits.

$$Rasio\ Kompresi = \frac{248 - 116}{248} \times 100\% = 53\%$$

Hal yang sama akan kita lakukan untuk membandingkan ketiga jenis teknik pengkodean dengan teks kedua. Tabel frekuensi teks kedua:

Char	K	U	Sp	A	I	E	Total
Freq	13	4	4	5	1	1	28

Dengan tabel frekuensi yang telah kita dapatkan, kita dapat melakukan kompresi data terhadap teks kedua terlebih dahulu menggunakan teknik *Fixed-Length* code. Prosesnya kita akan merepresentasikan tiap karakter menjadi kode biner yang unik, sehingga kita dapatkan tabel untuk kode biner dengan *Fixed Length* code sebagai berikut:

Char	Kode Biner
K	000

U	001
Sp	010
A	011
I	100
E	101

Tabel 7. Kode Biner *Fixed-Length* code

Sehingga teks kedua jika direpresentasikan kedalam bentuk biner menjadi 0000010000010..., yang apabila diteruskan kita akan mendapatkan 84 bit biner.

Sehingga dengan teknik *Fixed-Length* code, kita akan mendapatkan rasio kompresi terhadap data awal sebesar:

$$\text{Rasio Kompresi} = \frac{224 - 84}{224} \times 100\% = 62.5\%$$

Dengan menggunakan *Variable-Length* code, kita terlebih dahulu melakukan Stable Sorting terhadap tabel frekuensi untuk teks kedua sehingga didapatkan tabel baru yang telah disorting sebagai berikut:

Char	K	A	U	Sp	I	E
Freq	13	5	4	4	1	1

Selanjutnya kita membangun pohon biner untuk tabel tersebut:

Gambar 3. Pohon biner VLC untuk teks II

Dari pohon biner diatas, kita bisa merepresentasikan setiap karakter berdasarkan kode-kode biner berikut:

Char	Kode Biner
K	0
A	10
U	110
Sp	1110
I	11110
E	11111

Tabel 8. Kode Biner *Variable-Length* code

Sehingga apabila teks direpresentasikan kedalam bentuk biner menjadi 0110011011100..., yang apabila diteruskan kita akan mendapatkan panjang data sebesar 61 bit.

Sehingga dengan teknik *Variable-Length* code, kita akan mendapatkan rasio kompresi terhadap data awal sebesar:

$$\text{Rasio Kompresi} = \frac{224 - 61}{224} \times 100\% = 72\%$$

Yang terakhir kita akan melakukan kompresi data dengan *algoritma Huffman*, sama halnya dengan *Variable Length* code, dengan *algoritma Huffman* kita juga menggunakan tabel frekuensi data yang sudah disorting. Dengan langkah-langkah pada *algoritma Huffman*, kita akan mendapatkan pohon biner (biasa disebut pohon *Huffman*) sebagai berikut:

Gambar 4. Pohon Huffman untuk teks II

Dari pohon Huffman diatas, kita bisa merepresentasikan tiap-tiap karakter pada teks dengan kode-kode biner berikut:

Char	Kode Biner
K	0
A	101
U	110
Sp	111
I	1000
E	1001

Tabel 1. Kode Biner *algoritma Huffman*

Dengan kode biner yang didapatkan dari pohon Huffman, kita bisa merepresentasikan teks pertama dalam bentuk biner menjadi 011001101110101..., dan apabila diterukan kita akan mendapatkan panjang data sebesar 60 bits.

Sehingga dengan *algoritma Huffman*, kita akan mendapatkan rasio kompresi terhadap data awal sebesar:

$$\text{Rasio Kompresi} = \frac{224 - 60}{224} \times 100\% = 73\%$$

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis terhadap ketiga teknik kompresi data yaitu *Fixed-Length* code, *Variable-Length* code dan *Algoritma Huffman* didapat beberapa kesimpulan yaitu:

1. Dari ketiga teknik tersebut, proses kompresi data menggunakan *Algoritma Huffman* memiliki rasio kompresi yang paling tinggi, tetapi memiliki kompleksitas di dalam penyusunan pohon Huffman.
2. *Algoritma Huffman* menggunakan prinsip Algoritma Greedy dalam menyusun pohon Huffman.
3. Diantara teknik *Fixed-Length* code dan *Variable-Length* code memiliki

rasio kompresi yang berbeda, tergantung dari jenis dan besarnya teks yang akan dikompresi. *Fixed-Length* lebih efektif untuk teks I, sedangkan *Variable-Length* lebih efektif untuk teks kedua.

6. Daftar Pustaka

- [1] Blelloch, G.E., 2001, *Introduction to Data Compression*. Computer Science Department, Carnegie Mellon University.
- [2] Cormen, T.H, Charles E.L., Ronald L.R., and Clifford S. 2001. *Introduction to Algorithms*. Second Edition. London: McGraw-Hill Book Company.
- [3] Haryanto, R.I., 2009. *Kompresi Data dengan Algoritma Huffman dan Perbandingannya dengan Algoritma LZW dan DMC*, Makalah IF2091 Strategi Algoritmik.
- [3] Schindler, M., *Practical Huffman Coding*.
<http://www.compressconsult.com/huffman/> Diakses 25 Januari 2012.
- [4] Silalahi, B.P., Julio A., Danny D.S. *Perbandingan Algoritma Huffman Statik dengan Algoritma Huffman Adaptif pada Kompresi Teks*. Jurnal Penelitian.
- [5] Wikimedia, *Huffman Coding*.
http://en.wikipedia.org/wiki/Huffman_coding. Diakses 27 Januari 2011.