

PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK PEMAMPATAN DATA BERDASARKAN PERHITUNGAN DISTRIBUSI PROBABILITAS KEMUNCULAN KARAKTER ORDE DUA DALAM TEKS BAHASA INDONESIA

Joi Anry Sabarlele [L2F303450], Adian FR, Yuli Christiyono
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Abstrak - Dalam dunia modern seperti saat ini, kebutuhan akan kapasitas media penyimpanan data elektronik dan media komunikasi data elektronik cukup penting. Kapasitas media penyimpanan dan komunikasi data elektronik yang kita gunakan saat ini bukanlah tidak terbatas dan cukup mahal

Untuk itu perlu adanya suatu upaya untuk dapat memanfaatkan sumber daya media penyimpanan data dan media komunikasi data elektronik secara optimal dan efisien. Salah satu upaya yang dapat dilakukan saat ini adalah dengan melakukan pemampatan data. Data yang akan disimpan atau yang akan dikirim dimampatkan terlebih dahulu, sehingga tidak banyak menghabiskan media penyimpanan dan menghemat waktu untuk melakukan pengiriman data. Metode yang digunakan dalam melakukan pemampatan data cukup banyak.

Pada tugas akhir ini, akan membahas tentang teori probabilitas, melakukan perancangan perangkat lunak untuk menghitung probabilitas kemunculan karakter orde dua dalam teks bahasa indonesia, melakukan pengkodean berdasarkan teori pengkodean Huffman, dan perancangan software kompresi data teks serta proses dekompresi (mengubah data kembali ke format asli).

Hasil dari Perancangan Perangkat Lunak ini dapat melakukan pemampatan data dengan faktor kompresi yang lebih baik apabila karakteristik probabilitas data teks yang dimampatkan mendekati karakteristik probabilitas yang digunakan pada tabel sandi. Perangkat Lunak ini menggunakan teknik lossy, karena terdapat perubahan data hasil dekompresi dengan data asli.

Kata kunci : sandi, pemampatan, penyandian, pengawasandian, pohon huffman, lossy, lossless.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia moderen saat ini kebanyakan aktivitas manusia selalu berhubungan dengan dokumentasi atau data, tidak terkecuali dunia industri dan dunia pendidikan. Data-data yang ada harus tersimpan dengan rapi dan dapat digunakan setiap saat apabila dibutuhkan. Biasanya data-data tersebut tidak hanya digunakan sendiri, tetapi juga dibutuhkan pihak lain, untuk itu perlu adanya suatu sistem penyimpanan data dan pertukaran data atau komunikasi data yang baik agar dapat menunjang aktivitas manusia. Media komunikasi data dan penyimpanan data yang saat ini sedang berkembang adalah media komunikasi data dan media penyimpanan data elektronik. Kita dapat

membaca berita, berbelanja, mengirim surat elektronik di internet, menyimpan data-data penting di dalam disket adalah salah satu contoh penggunaan media komunikasi data dan penyimpanan data elektronik yang kita gunakan saat ini. Kapasitas media komunikasi data dan penyimpanan data elektronik yang kita gunakan saat ini bukanlah tak terbatas, dan membutuhkan biaya yang cukup mahal. Untuk itu perlu adanya upaya untuk dapat memanfaatkan sumberdaya media komunikasi data dan media penyimpanan data elektronik secara optimal. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pemampatan terhadap data yang akan disimpan dan data sebelum akan dikirim, dengan demikian kita dapat menghemat penggunaan media penyimpanan data serta media komunikasi data elektronik.

1.2 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai dalam tugas akhir ini adalah untuk mengimplementasikan teori pengkodean menjadi suatu perangkat lunak pemampatan data.

1.3 Batasan Masalah

Batasan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Tipe file yang dapat dimampatkan adalah hanya file yang ber-*extension* .txt
2. Jenis karakter pada teks yang akan dimampatkan hanya berupa karakter yang ada pada papan ketik dan karakter selanjutnya yang dikenali hanya huruf kecil dan tidak dapat mengenali karakter Tab.
3. Batas maksimal panjang data yang akan dimampatkan adalah 32 Kbyte.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Teori Probabilitas

Teori probabilitas mempelajari rerata gejala massa yang terjadi secara berurutan atau bersama-sama, seperti pancaran elektron, hubungan telepon, deteksi radar, pengendalian kualitas, kegagalan sistem, permainan untung-untungan, mekanika statistik, turbulen, gangguan, laju kelahiran dan kematian serta teori antrian.

$$P(A) = \frac{n_A}{n}$$

catatan : n harus cukup besar

Tafsiran ini tidak tepat, perkataan “dengan kepastian derajat tinggi”, “dekat”, dan “cukup besar” tidak mempunyai arti yang jelas. Meskipun demikian, kekurangtepatan di atas tidak dapat dihindari. Bila mencoba mendefinisikan perkataan “dengan kepastian tinggi” dalam bentuk probabilitas hanya akan menunda kesimpulan yang tidak dapat dihindarkan bahwa probabilitas, seperti teori fisis yang lain, berhubungan dengan teori fisis hanya dalam bentuk tak eksak (*inexact*). Meskipun demikian, teori probabilitas adalah disiplin eksak yang berkembang secara logis dari aksioma yang didefinisikan secara jelas dan berlaku bila diterapkan pada persoalan nyata.

2.2 Model Distribusi Statistik Karakter

Misalkan suatu perpustakaan memiliki banyak buku yang harus dipilih, katakanlah 100 juta buku yang sangat tebal dan tiap buku memiliki 100 juta karakter atau huruf didalamnya. Saat mulai masuk ke perpustakaan itu, mencuri dan memilih dengan cara acak lalu keluar dengan membawa buku yang dipilih, maka buku yang terpilih ini adalah sumber informasi yang dikompres. Buku yang di kompres lalu dimasukan ke disket untuk dibawa pulang ke rumah, atau dikirim langsung melalui internet ke rumah atau mungkin dalam berbagai kasus apa saja yang lain.

Secara matematis, buku yang dipilih dinyatakan :

$$X = (X_1, X_2, X_3, X_4, \dots)$$

Dimana X mewakili semua buku, X_1 mewakili karakter pertama dalam buku, X_2 mewakili karakter kedua dalam buku, dan seterusnya. Meskipun dalam kenyataannya, panjang buku terbatas, namun secara matematis panjangnya dianggap tak terbatas dengan pertimbangan bahwa buku sangat lama untuk dapat dibayangkan dan berlansung terus menerus. Lebih lanjut secara matematis akan menjadi lebih sederhana dan menarik bila panjang buku dianggap terbatas. Singkatnya, bahwa bila semua karakter dalam buku-buku yang dipilih tersebut dianggap berupa karakter *lower-case* ('a' samapi 'z') atau SPACE. Sumber alphabet A menetapkan pengaturan dari semua nilai yang mungkin dari 26 karakter :

$A = \{a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z\}$

Sekarang bagaimana teknik merancang algoritma kompresi buku yang dipilih harus ditentukan sendiri, karena tidak ada orang yang tahu buku mana yang akan dipilih selanjutnya. Akan tetapi semua tahu bahwa buku yang dipilih berasal dari perpustakaan. Dari perspektif ini, karakter dalam buku ($X_i, i = 1, 2, \dots$)

adalah variabel acak yang nilainya diambil dari alphabet A . Seluruh buku, X adalah hanya urutan tak terbatas dari beberapa variabel acak. Jadi X adalah proses acak. Beberapa cara dapat digunakan untuk mengatur model sifat statistik dari buku :

a. Zero-Order-Model

Setiap karakter secara statistik berdiri sendiri dari semua karakter yang lain dan 26 nilai mungkin sama dengan yang terdapat dalam alfabet A .

b. First-Order-Model

Dalam bahasa inggris, beberapa huruf terjadi lebih banyak pengulangan dibandingkan dengan huruf yang lain. Sebagai contoh, pada huruf 'a' dan 'e' lebih umum dibanding huruf 'q' dan 'z'. Jadi dalam model ini, karakter masih berdiri sendiri dari yang lain, tetapi distribusi probabilitas dari beberapa karakter adalah menurut *first-order statistical of english text*

c. Second-Order-Model

Dua model sebelumnya diasumsikan bebas secara statistik dari satu karakter berikutnya sebagai contoh, beberapa kali#at #i hurufnya kehil#ngan, kan tetapi masih dapat dipahami tulisan apa yang dimaksud dengan melihat konteksnya. Ini menyatakan secara tidak langsung bahwa ada beberapa ketergantungan diantara beberapa karakter. Secara alamiah, karakter yang dekat dengannya akan lebih bergantung dari pada karakter yang berada jauh dari yang lainnya. Dalam model ini, karakter sekarang yakni X_i berubah sesuai dengan karakter X_{i-1} sebelumnya. Sebagai contoh huruf 'u' jarang terjadi (probabilitas = 0,022). Akan tetapi, dengan adanya karakter sebelumnya yakni 'q', probabilitas dari 'u' dalam karakter sekarang akan lebih besar (probabilitas = 0,995).

d. Third-Order-Model

Ini adalah lanjutan model sebelumnya. Disini, karakter sekarang yakni X_i bergantung pada dua karakter sebelumnya : (X_i, X_2, \dots, X_{i-3}), tetapi secara kondisional berdiri sendiri dari semua karakter sebelumnya. Dalam model ini, distribusi karakter dari X_i berubah menurut (X_{i-2}, X_{i-1}).

e. General-Model

Dalam model ini, buku X berubah-ubah secara acak dan stasioner. Sifat statistik dari model ini terlalu rumit bila diaplikasikan. Model ini hanya menarik dari titik pandang teori.

2.3 Teori Pemampatan Data

Pemampatan data dalam dunia informasi saat ini sudah merupakan salah satu kebutuhan yang cukup penting. Dengan menggunakan teknologi pemampatan data, informasi yang akan dikirimkan

melalui jalur transmisi membutuhkan waktu yang lebih pendek, dan ukuran data yang akan disimpan pada media penyimpanan data akan menjadi lebih kecil. **Pemampatan Data** dalam arti umum adalah “mengekspresikan sesuatu dengan singkat” (*expressing thing’s concisely*), dengan demikian penggunaan pemampatan data cukup luas, baik untuk data teks, data suara, maupun gambar.

Pemampatan data dapat dibagi dalam beberapa metode :

1. *Run Length Encoding*
2. *Huffman Encoding*
3. *Delta Encoding*
4. *LZW Compression*

Karena pada tugas akhir ini hanya menggunakan *Huffman Encoding*, maka yang akan dijelaskan tentang *Huffman Encoding* saja.

Huffman Encoding

Metode pemampatan data yang di kembangkan oleh D.A. Huffman adalah metode pemampatan data berdasarkan probabilitas dari masing-masing karakter dalam suatu data. Karakter-karakter dalam data akan disandikan ulang berdasarkan probabilitasnya. Karakter yang mempunyai probabilitas paling besar akan disandikan dengan kode sandi yang pendek, dan karakter dengan probabilitas paling kecil akan disandikan dengan kode yang panjang. Metode penyandian ini yang dikenal dengan nama pohon Huffman. Untuk mendapatkan sandi huffman ada beberapa langkah yang harus ditempuh yaitu :

1. Susun simbol sumber dalam urutan probabilitas menurun (yang paling besar di atas dan yang paling kecil di bawah).
2. Gabungkan 2 simbol paling bawah (paling kecil), beri label “0” dan “1” pada kedua cabang, label “1” untuk yang lebih kecil dan label “0” untuk yang lebih besar, dan jumlahkan probabilitasnya.
3. Perlakukan probabilitas hasil jumlah tadi sebagai probabilitas baru untuk simbol baru.
4. Ulangi langkah ke-2, teruskan sampai selesai (nilainya harus sama dengan satu jika dijumlahkan keseluruhannya).
5. Untuk mencari kata sandi setiap simbol, catat label “0” dan “1” pada langkah ke-2, dan ikuti cabang dari simpul terakhir kembali ke simpul awal.

Teori penyandian Huffman akan mengasilkan panjang rata-rata sandi yang lebih kecil, sehingga akan menghasilkan pemampatan data yang lebih baik. Pada tugas akhir ini digunakan teori Huffman sebagai metode penyandian.

III. PERANCANGAN

3.1 Metode Pemampatan

Metode pemampatan yang digunakan dalam perancangan ini adalah metode pemampatan data dengan teori penyandian Huffman berdasarkan probabilitas kemunculan karakter dalam teks Bahasa Indonesia orde dua.

Pengertian **orde dua** dalam perancangan ini adalah dua karakter, dengan demikian pengertian **probabilitas kemunculan karakter dalam teks Bahasa Indonesia orde dua** adalah probabilitas kemunculan dua karakter berurutan dalam teks Bahasa Indonesia, misalnya “aa”, “ab”, “ac”, sampai “az”, dan seterusnya.

3.2 Perhitungan Probabilitas

Perhitungan Probabilitas kemunculan karakter dalam teks Bahasa Indonesia orde dua dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak yang telah buat sebelumnya oleh penulis.

Perhitungan probabilitas yang dilakukan adalah perhitungan probabilitas untuk 2 tiap dua karakter yang berurutan, misalnya “aa”, “ab”, “ac” samapi “az” dan seterusnya di dalam teks.

3.3 Penentuan Kode Penyandian

Penentuan kode penyandian dibuat berdasarkan probabilitas yang telah dihitung sebelumnya, sesuai dengan teori pengkodean Huffman yang dikenal dengan istilah **Pohon Huffman**.

Bedasarkan perhitungan probabilitas dilakukan terhadap semua pasangan karakter yang mengandung karakter “a” seperti “aa”, “ab”, “ac”, dan seterusnya.

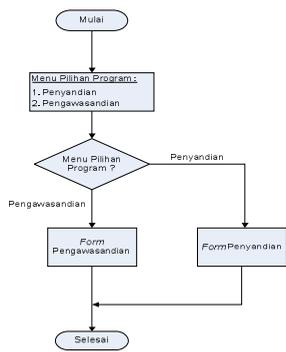
3.4 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat Lunak terdiri dari 3 (*Form*) bagian utama, yaitu :

1. MenuUtama

Form MenuUtama merupakan *Form* yang pertama kali tampil apabila program dijalankan. *Form* MenuUtama menampilkan nama program dan menu pilihan program yang terdiri dari penyandian dan pengawasandian.

Berikut adalah diagram alir dari *Form* MenuUtama :



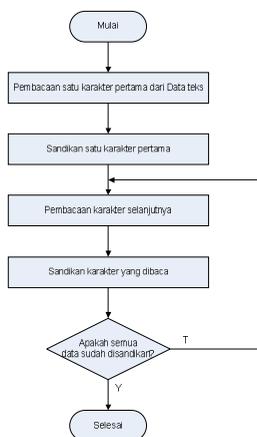
Pada saat program dijalankan, *form* yang pertama kali tampil adalah *form* MenuUtama. Pada *form* MenuUtama disediakan dua pilihan program yang akan dijalankan yaitu Penyandian dan Pengawasandian. Untuk dapat menjalankan salah satu dari ke-dua program tersebut, maka kita harus melakukan pemilihan pada **menu pilihan program**, setelah itu tekan tombol **Lanjut>>>**. Jika pada **menu pilihan program** yang dipilih adalah program penyandian, maka *form* selanjutnya yang akan tampil adalah *form* Penyandian. Sebaliknya Jika pada **menu pilihan program** yang dipilih adalah program pengawasandian, maka *form* selanjutnya yang akan tampil adalah *form* Pengawasandian.

2. Program Penyandian

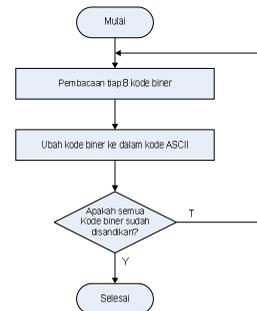
Form Penyandian adalah *Form* yang akan tampil apabila Menu Pilihan Program pada *form* MenuUtama yang dipilih adalah program Penyandian. *Form* Penyandian merupakan *form* yang terdiri dari panel-panel pengoperasian program yang digunakan untuk pemampatan data (*compress*).

Berikut adalah diagram alir dari *Form* Penyandian

Penyandian I



Penyandian II

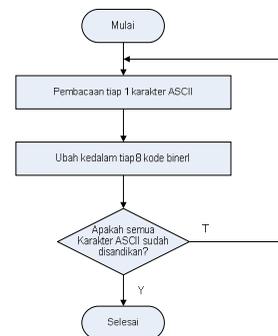


3. Program Pengawasandian

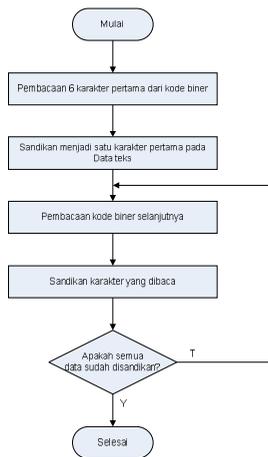
Form Pengawasandian adalah *Form* yang akan tampil apabila Menu Pilihan Program pada *form* MenuUtama yang dipilih adalah program Pengawasandian. *Form* Penyandian merupakan *form* yang terdiri dari panel-panel pengoperasian program yang digunakan untuk mengembalikan data seperti data semula (*Decompress*).

Berikut adalah diagram alir dari *Form* Pengawasandian :

Pengawasandian I



Pengawasandian II



IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengukuran Lama Eksekusi

a. Lama eksekusi penyandian I

Waktu yang dibutuhkan untuk mengeksekusi perintah penyandian I adalah 1 detik dengan panjang data adalah 1690 byte. Dengan demikian dapat dihitung panjang rata-rata data yang dapat dieksekusi dalam waktu 1 detik adalah :

$$r = \frac{1690}{1} = 1690 \text{ byte}$$

b. Lama eksekusi penyandian II

Waktu yang dibutuhkan untuk mengeksekusi perintah penyandian II adalah 0 detik (kurang dari 1 detik sehingga diasumsikan = 0.5 detik) dengan panjang data adalah 5657 bit. Dengan demikian dapat dihitung panjang rata-rata data yang dapat dieksekusi dalam waktu 1 detik adalah:

$$r = \frac{5657}{0.5} = 11314 \text{ bit}$$

c. Lama eksekusi pengawasandian I

Waktu yang dibutuhkan untuk mengeksekusi perintah pengawasandian I adalah 5 detik dengan panjang data adalah 732 byte. Dengan demikian dapat dihitung panjang rata-rata data yang dapat dieksekusi dalam waktu 1 detik adalah :

$$r = \frac{732}{5} = 146.4 \text{ byte}$$

d. Lama eksekusi pengawasandian II

Waktu yang dibutuhkan untuk mengeksekusi perintah pengawasandian II adalah 3 detik dengan panjang data adalah 5657 bit. Dengan demikian dapat dihitung panjang rata-rata data yang dapat dieksekusi dalam waktu 1 detik adalah :

$$r = \frac{5657}{3} = 1885.66 \text{ bit}$$

4.2 Faktor Kompresi

Dari hasil pemampatan dari beberapa file data didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel Hasil pemampatan dari beberapa file data

No	Nama File	Kapasitas		Faktor kompresi
		Sebelum	Sesudah	
1	Sample 1	5,18 KB	2,40 KB	54,910 %
2	Sample 2	2,50 KB	1,17 KB	55,365 %
3	Sample 3	3,84 KB	1,82 KB	55,089 %
4	Sample 4	3,95 KB	1,81 KB	56,427 %
5	Sample 5	2,84 KB	1,24 KB	57,216 %

Dari Tabel di atas dapat dijelaskan bahwa, ukuran kapasitas file tidak berpengaruh pada faktor kompresi, tetapi yang berpengaruh pada faktor kompresi adalah karakteristik data teks dalam file. Apabila probabilitas kemunculan karakter orde dua dalam data teks pada file mendekati angka-angka probabilitas yang digunakan dalam tabel pemampatan, maka faktor kompresi akan menjadi lebih besar, tetapi apabila probabilitas kemunculan karakter orde dua dalam data teks pada file jauh dari angka-angka probabilitas yang digunakan dalam tabel pemampatan, maka faktor kompresi akan menjadi lebih kecil.

4.3 Perbandingan Hasil Pemampatan dengan Perangkat Lunak Pemampatan Lain

Dari hasil pemampatan dari beberapa file data dengan perangkat lunak hasil perancangan dan dengan perangkat lunak pemampatan lain dalam hal ini adalah WinRAR, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel Perbandingan Hasil Pemampatan

No	Nama File	Ukuran Sebelum	Ukuran Sesudah		Selisih (KB)
			TA	WinRAR	
1	Sample 1	5,18 KB	2,40 KB	2,15 KB	W(0,25)
2	Sample 2	2,50 KB	1,17 KB	1,10 KB	W(0,07)
3	Sample 3	3,84 KB	1,82 KB	1,64 KB	W(0,18)
4	Sample 4	3,95 KB	1,81 KB	1,70 KB	W(0,09)
5	Sample 5	2,84 KB	1,24 KB	1,34 KB	TA(0,1)

Dari Tabel diatas terlihat bahwa untuk file sample 1, sample 2, sample 3 dan sample 4, hasil pemampatan dengan WinRAR menghasilkan ukuran file yang lebih kecil, meskipun selisihnya cukup kecil. Sedangkan untuk file sample 5, hasil pemampatan dengan perangkat lunak hasil perancangan menghasilkan ukuran file yang lebih kecil dengan selisih 0,1 KB. Dari tabel 4.2 diatas dapat juga dijelaskan bahwa, ukuran kapasitas file tidak berpengaruh pada faktor kompresi, tetapi yang berpengaruh pada faktor kompresi adalah karakteristik data teks dalam file.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis perangkat lunak pemampatan data berdasarkan perhitungan probabilitas kemunculan karakter dalam teks bahasa Indonesia orde dua, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemampatan data dapat menghasilkan faktor kompresi yang lebih baik apabila, karakteristik probabilitas data teks yang di mampatkan mendekati karakteristik probabilitas dari total sampel yang digunakan untuk menghitung sandi Huffman, yang nantinya digunakan pada tabel sandi pada perancangan perangkat lunak pemampatan data.
2. Terdapat perbedaan pada data hasil pengawasandian dengan data asli yaitu, huruf kapital (*upper case*) pada data asli, berubah menjadi huruf kecil (*lower case*) pada data hasil pengawasandian. Dengan demikian dapat kita simpulkan bahwa ada informasi yang hilang dari data asli, sehingga perangkat lunak pemampatan data ini termasuk pemampatan data dengan teknik *lossy*.
3. Waktu eksekusi penyandian II (0.5 detik) lebih pendek dari pada waktu eksekusi penyandian I (1 detik). Hal ini terjadi karena pada proses penyandian I terjadi perulangan penambahan karakter biner pada teks 2 yang semakin lama-semakin panjang sehingga proses penyandian I menjadi lebih lama, berbeda dengan pada proses penyandian II yang hanya melakukan pencuplikan tiap 8 bit dan menyandikan kedalam kode ASCII.
4. waktu eksekusi Pengawasandian II (3 detik) lebih pendek dari pada waktu eksekusi pengawasandian I (5 detik). Hal ini terjadi karena pada proses pengawasandian I terjadi perulangan penambahan karakter biner pada teks 2 yang semakin lama-semakin panjang sehingga proses pengawasandian I menjadi lebih lama, berbeda dengan pada proses pengawasandian II yang hanya melakukan

pencuplikan tiap 1 bit dan mencocokkan dengan tabel sandi dan melakukan pengawasandian terhadap data.

5.2 Saran

Untuk kepentingan pengembangan dari Tugas Akhir ini, maka dapat diberikan saran sebagai berikut :

1. Pada sistem pemampatan data ini hanya mengenal huruf kecil (*lower case*), sehingga terjadi kehilangan informasi pada data sumber berupa perubahan huruf besar (*upper case*) menjadi huruf kecil (*lower case*) pada data hasil pengawasandian. Untuk itu sistem pemampatan data ini dapat dikembangkan sehingga tidak hanya mengenal huruf kecil (*lower case*) tetapi juga mengenal huruf besar (*upper case*), sehingga tidak ada data yang hilang saat kita melakukan pemampatan data.
2. Sistem pemampatan data ini dapat dikembangkan untuk distribusi probabilitas kemunculan karakter orde tiga atau lebih untuk mendapatkan faktor kompresi yang jauh lebih baik.

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Annabel Z. Dodd, *The Essential Guide to Telecommunications*, Andi Yogyakarta, Yogyakarta, 2002.
2. Associate Profesor, *Information Theory, Coding and Cryptography, International Edition, Department of Electrical Engineering, Indian Insitute Technology*, Delhi, 2003
3. Budiono, DR., Koster Wayan, DR, Ir, *Teori dan Aplikasi Statistika dan Probabilitas*, PT. Remaja Rosdakarya, Bandung, Januari 2001.
4. Dewobroto. Wiryanto, *Aplikasi Sains dan Teknik dengan Visual Basic 6.0*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 2001.
5. Pardosi. Mico, *Buku Panduan Microsoft Visual Basic 6.0*, CV. Dua Selaras, Surabaya, Juni 2003.
6. Shannon, *Source Modeling* <http://www.data-compression.com>, 15 Oktober 2004
7. Kenneth H. Rosen, *Discrete Mathematics and its Applications* <http://www.ePanorama.net>, 15 Oktober 2004



Joi Anry Sabarlele [L2F303450]
Lahir di Latdalam, 19 Januari 1982
Mahasiswa Teknik Elektro Ekstensi
2003, Bidang Konsentrasi Elektronika
dan Telekomunikasi,
Universitas Diponegoro.
Email : mc_anry@yahoo.com

Semarang, April 2005

Menyetujui :

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Adian FR ST, MT.

NIP. 132 205 680

Yuli Christiyono ST, MT.

NIP. 132 163 660

