

SIMULASI DAN PERBANDINGAN WAKTU PENDEKODEAN ANTARA ALGORITMA PETERSON-GORENSTEIN-ZIERLER DAN BERLEKAMP-MASSEY PADA KODE REED-SOLOMON

Disusun oleh :

Februyanto Maranda Sagala (0722010)

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha,

Jl.Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no.65, Bandung, Indonesia,

e-mail : februyanto.sagala@gmail.com

ABSTRAK

Pada sistem komunikasi, proses pengiriman data dari sumber ke tujuan dapat dikatakan baik bila data yang diterima sama dengan data yang dikirim. Pada kenyataannya selama proses pengiriman data, data yang dikirim seringkali mengalami gangguan yang dapat menyebabkan data yang diterima tidak sama dengan data yang dikirim. Pada Tugas Akhir ini dibahas metode Reed-Solomon untuk memperbaiki *error* yang mungkin terjadi pada proses pengiriman. Proses pengkodean dan pendekodean kode Reed-Solomon telah berhasil disimulasikan pada Tugas Akhir ini. Untuk mendekodekan kode Reed-Solomon digunakan dua dekoder dengan algoritma berbeda. Algoritma yang digunakan untuk dekoder adalah Berlekamp-Massey (BMA) dan Peterson-Gorenstein-Zierler (PGZ). Waktu proses pendekodean dengan kedua algoritma tersebut dibandingkan. Hasil simulasi dan analisa data diketahui bahwa kedua dekoder memiliki kemampuan yang sama dalam mengoreksi *error* dengan batas maksimal berjumlah t simbol.

Perbedaan waktu pendekodean rata-rata kedua dekoder adalah 0,115 s untuk nilai t dari 1 sampai 5 simbol. Dekoder PGZ lebih lama sekitar 10 kali, 120 kali, dan 960 kali dibanding dekoder BMA untuk nilai $t=6,7$, dan 8 berdasarkan nilai t untuk setiap nilai m (jumlah bit tiap 1 simbol). Perbedaan waktu pendekodean rata-rata untuk nilai t dari 1 sampai 7 simbol secara berturut-turut adalah 0,04 s, 0,048 s, 0,058 s, 0,054 s, 0,259s, 1,605 s, dan 14,606 s berdasarkan nilai m untuk setiap nilai t . Dekoder PGZ kurang efisien dari segi waktu proses pendekodean dibandingkan dekoder BMA untuk nilai $t > 5$ simbol.

Kata kunci: Kode Reed-Solomon, Algoritma Berlekamp-Massey, Algoritma Peterson-Gorenstein-Zierler.

**SIMULATION AND DECODING TIME COMPARISON BETWEEN
PETERSON-GORENSTEIN-ZIERLER ALGORITHM AND
BERLEKAMP-MASSEY ALGORITHM ON REED-SOLOMON CODE**

Composed by :

Febryanto Maranda Sagala (0722010)

Electrical Engineering Department, Maranatha Christian University,

Jl.Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no.65, Bandung, Indonesia,

e-mail: febryanto.sagala@gmail.com

ABSTRACT

In the communication system, the process of sending data from source to destination can be said to be good when the data is sent equal with the data received. In fact during the process of sending data, the data sent is often susceptible to interference which can cause the received data does not match with data sent. In this final project, to fix the error which may occur when data sent is used Reed-Solomon method. Process of encoding and decoding Reed-Solomon code have been successfully simulated in this final project. For decoding Reed-Solomon code was used by two decoders with different algorithms. The algorithm that used for the decoder is Berlekamp-Massey Algorithm (BMA) and Peterson-Gorenstein-Zierler Algorithm (PGZ). The duration of decoding process by two decoders are compared. In this simulation results and analysis of data was known that two decoder has the same capability in error correcting maximum up to t symbols.

The decoding time differences of the two decoders for t from 1 to 5 symbols in the average is 0.115 second. PGZ decoder longer about 10 times, 120 times and 960 times compared to the value decoder BMA for $t= 6,7,$ and 8 based on the value of t for each value of m . The decoding time difference in the average for value of t from 1 to 7 symbols in a row is 0.04 s, 0.048 s, 0.058 s, 0.054 s, 0.259 s, 1.605 s and 14.606 s based on the value of m for each value of t . PGZ decoder is less efficient in terms of processing time compared to decoding use BMA decoder for the value of $t > 5$ symbols.

Keywords : Reed-Solomon Code, Berlekamp-Massey Algorithm, Peterson-Gorenstein-Zierler Algorithm.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Pendahuluan	4
2.2 Klasifikasi Kode Reed-Solomon.....	5
2.3 Aritmatika Galois <i>Field</i> - GF(2)	6
2.3.1 Operasi Penjumlahan dan Pengurangan.....	6
2.3.2 Operasi Perkalian dan Pembagian.....	7
2.3.3 Polinomial Galois <i>Field</i>	7
2.3.4 Polinomial Primitif.....	8
2.4 Proses Pengkodean Kode Reed-Solomon	11
2.4.1 Pembentukan Polinomial Generator	11
2.4.2 Pembentukan Kode RS	11

2.5	Proses Pendekodean Kode Reed-Solomon	13
2.5.1	Menghitung Nilai Sindrom	14
2.5.2	Menghitung Polinomial Lokasi <i>Error</i>	15
2.5.3	Metode Pencarian Chien	17
2.5.4	Menghitung <i>Error Magnitude</i>	19
BAB III SIMULASI PENGKODEAN DAN PENDEKODEAN.....		20
3.1	Enkoder Kode Reed-Solomon.....	20
3.2	Dekoder Kode Reed-Solomon	24
3.2.1	Menghitung Sindrom	26
3.2.2	Mencari <i>Error Locator Polynomial</i> (Algoritma Berlekamp-Massey)..	27
3.2.3	Mencari <i>Error Locator Polynomial</i> (Algoritma PGZ).....	29
3.2.4	Menghitung Akar <i>Error Locator Polynomial</i> (<i>Chien Search</i>).....	33
3.2.5	Mencari Lokasi <i>Error</i>	34
3.2.6	Menghitung <i>Error Magnitude</i> Pada Dekoder BMA	35
3.2.7	Menghitung <i>Error Magnitude</i> Pada dekoder PGZ.....	36
3.2.8	Perbaikan <i>Error</i>	37
BAB IV DATA PENGAMATAN DAN PERBANDINGAN		38
4.1	Data Pengamatan Dekoder BMA	39
4.1.1	Analisa Data Pada Dekoder BMA	41
4.2	Data Pengamatan Pada Dekoder PGZ.....	46
4.2.1	Analisa Data Pada Dekoder PGZ.....	48
4.3	Perbandingan Dekoder BMA dengan PGZ.....	53
4.3.1	Perbandingan Berdasarkan Nilai t	53
4.3.2	Perbandingan Berdasarkan Nilai m	55
4.3.3	Perbandingan Berdasarkan Nilai k dan Jumlah <i>Error</i>	57
4.3.4	Analisa Perbandingan Dekoder PGZ dan BMA	61

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN A.....	A.1-A.32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram blok kode Reed-Solomon.....	4
Gambar 2.2	Diagram Kode Reed-Solomon (n,k).....	5
Gambar 2.3	Tahap-tahap pada dekoder Reed Solomon.....	13
Gambar 3.1	Diagram alir proses pembentukan kode RS.....	21
Gambar 3.2	<i>Subroutine</i> pembentukan Galois field $GF(2^m)$	21
Gambar 3.3	Diagram alir <i>subroutine</i> pembentukan polinomial generator	22
Gambar 3.4	Diagram alir pembentukan kode RS	23
Gambar 3.5	Diagram alir pendekodean dengan algoritma BMA	24
Gambar 3.6	Diagram alir pendekodean dengan algoritma PGZ.....	25
Gambar 3.7	Diagram alir proses menghitung sindrom.....	26
Gambar 3.8	Diagram alir <i>subroutine</i> mencari <i>error locator polynomial</i> (BMA)	27
Gambar 3.9	Diagram alir <i>subroutine</i> mencari <i>error locator polynomial</i> -BMA (lanjutan).....	28
Gambar 3.10	Diagram alir <i>subroutine</i> <i>error locator polynomial</i> (PGZ).....	29
Gambar 3.11	Diagram alir <i>subroutine</i> jika $t = 1$	30
Gambar 3.12	Diagram alir <i>subroutine</i> jika $t = 2$	30
Gambar 3.13	Diagram alir <i>subroutine</i> jika $t = 3$	31
Gambar 3.14	Diagram alir <i>subroutine</i> jika $t = 4$	32
Gambar 3.15	Diagram alir <i>subroutine</i> mencari akar <i>error locator polynomial</i>	33
Gambar 3.16	Diagram alir <i>subroutine</i> mencari lokasi <i>error</i>	34
Gambar 3.17	Diagram alir <i>subroutine</i> menghitung <i>error magnitude</i> (BMA)	35
Gambar 3.18	Diagram alir <i>subroutine</i> menghitung <i>error magnitude</i> (PGZ).....	36
Gambar 3.19	Diagram alir <i>subroutine</i> perbaikan <i>error</i>	37
Gambar 4.1	Tampilan program simulasi pada MATLAB.....	38
Gambar 4.2	Tampilan program menghitung waktu proses pendekodean.....	41
Gambar 4.3	Grafik waktu pendekodean rata-rata pada dekoder BMA ($m= 4$) ..	45
Gambar 4.4	Grafik waktu pendekodean rata-rata pada dekoder BMA ($m= 5$) ..	45
Gambar 4.5	Grafik waktu pendekodean rata-rata pada dekoder BMA ($m= 6$) ..	46
Gambar 4.6	Grafik waktu pendekodean rata-rata pada dekoder PGZ ($m= 4$)....	52

Gambar 4.7	Grafik waktu pendekodean rata-rata pada dekoder PGZ ($m=5$)....	52
Gambar 4.8	Grafik waktu pendekodean rata-rata pada dekoder PGZ ($m=6$)....	53
Gambar 4.9	Grafik perbandingan untuk nilai $m=4$	54
Gambar 4.10	Grafik perbandingan untuk nilai $m=5$	54
Gambar 4.11	Grafik perbandingan untuk nilai $m=6$	54
Gambar 4.12	Grafik perbandingan untuk nilai $t=1$	55
Gambar 4.13	Grafik perbandingan untuk nilai $t=2$	55
Gambar 4.14	Grafik perbandingan untuk nilai $t=3$	56
Gambar 4.15	Grafik perbandingan untuk nilai $t=4$	56
Gambar 4.16	Grafik perbandingan untuk nilai $t=5$	56
Gambar 4.17	Grafik perbandingan untuk nilai $t=6$	57
Gambar 4.18	Grafik perbandingan untuk nilai $t=7$	57
Gambar 4.19	Grafik perbandingan kedua dekoder untuk nilai $m=4$	58
Gambar 4.20	Grafik perbandingan kedua dekoder untuk nilai $m=5$	59
Gambar 4.21	Grafik perbandingan kedua dekoder untuk nilai $m=6$	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Polinomial primitif pada $GF(2^m)$	9
Tabel 2.2	Pembentukan <i>Galois field</i> (16)	10
Tabel 4.1	Waktu proses pendekodean rata-rata berdasarkan nilai m dan t	42
Tabel 4.2	Waktu pendekodean rata-rata pada dekoder BMA ($m=4$ dan $m=5$)	43
Tabel 4.3	Waktu proses pendekodean pada dekoder BMA ($m=6$).....	44
Tabel 4.4	Waktu proses pendekodean rata-rata berdasarkan nilai m dan t	49
Tabel 4.5	Waktu pendekodean rata-rata pada dekoder PGZ ($m=4$ dan $m=5$).....	50
Tabel 4.6	Waktu proses pendekodean rata-rata pada dekoder PGZ ($m=6$).....	51