

**Error Correcting Code Menggunakan
Kode Low Density Parity Check (LDPC)
Kristy Purba (0722012)**

**Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha
Jalan Prof. Drg. Suria Sumantri 65
Bandung 40164, Indonesia
E-mail : kristypurba@gmail.com**

ABSTRAK

Kebutuhan akan adanya komunikasi yang semakin meningkat menuntut berkembangnya kemampuan teknologi pengiriman data yang dapat diandalkan. Dalam bidang telekomunikasi, data atau pesan yang dikirim sering mengalami gangguan atau *noise*. Sehingga pada sisi penerima, pesan yang didapat tidak dapat merepresentasikan pesan yang sesungguhnya hendak disampaikan.

Dalam Tugas Akhir ini, secara umum dilakukan simulasi proses *error correction* yang bertujuan untuk meningkatkan keandalan data yang diterima. Cara untuk melakukan *error correction* adalah dengan melakukan pengodean pada data. Pada Tugas Akhir ini, kode yang digunakan adalah kode *Low Density Parity Check* (LDPC) dengan algoritma *error correction* menggunakan algoritma *Sum-Product*.

Dari hasil simulasi didapatkan bahwa blok kode semakin panjang maka performansi LDPC akan semakin baik namun waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses *decoding* semakin lama, terutama pada panjang kode 1600 yang mana membutuhkan waktu yang cukup besar dibandingkan dengan panjang kode 800, 400, dan 200. Selain itu simulasi menunjukkan apabila jumlah iterasi pada proses *error correction* ditambah maka akan didapatkan performansi yang lebih baik, namun waktu proses juga bertambah. Dari hasil simulasi diperoleh bahwa jumlah iterasi yang cukup baik dari segi waktu dan performansi adalah sebanyak 10 kali.

Kata kunci : Kode *error correction*, *Low Density Parity Check*, *Sum-Product*

**Error Correcting Code Using
Low Density Parity Check (LDPC) Code
Kristy Purba (0722012)**

**Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha
Jalan Prof. Drg. Suria Sumantri 65
Bandung 40164, Indonesia
E-mail : kristypurba@gmail.com**

ABSTRACT

Demand of communication that growing higher prosecute development of data transmission technology that can be reliable. In telecommunications field, datas or messages sent frequently get interference or noise. Because of that, at the receiver, the given messages can't represent the real messages that would be delivered.

This final project, in generally is performed simulation of error correction process that aims to increase the reliability of data received. The way to perform error correction is by doing coding on data. In this final project, the code used is the Low Density Parity Check (LDPC) code with error correction algorithm using the Sum-Product algorithm.

From the simulation result using the Sum-Product algorithm showed that the longer block codes will get the better LDPC performance but the time needed to perform the decoding process is longer, especially on the code length 1600 which requires long enough time compared to the code length 800, 400, and 200. Moreover, simulation show if the number of iterations on the error correction is added it will get better performance, but the time process is increased too. From the simulation found that the number of iterations are good enough in terms of time and performance is 10 times.

Keywords : *Error correction code, Low Density Parity Check, Sum-Product*

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Perumusan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Pembatasan Masalah	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Komunikasi Digital	4
2.2 Teorema Shannon.....	5
2.3 Error Correction	5
2.4 Kode Hamming	6
2.4.1 Kode Single-Error-Detecting.....	6

2.4.2 Kode Single-Error-Correcting	7
2.5 Minimum Distance pada Kode Blok.....	9
2.6 Kode Low Density Parity Check	10
2.7 Representasi Kode LDPC	11
2.8 Proses Encoding LDPC	13
2.9 Algoritma Message-Passing.....	15
2.9.1 Message-Passing pada Binary Erasure Channel (BEC)	15
2.9.2 Algoritma Bit Flipping	20
2.9.3 Algoritma Sum-Product.....	24
2.9.3.1. Tahap Inisialisasi.....	25
2.9.3.2. Komputasi Pesan	25
2.9.3.2.1 Horizontal Step.....	25
2.9.3.2.2 Vertical Step.....	26
2.9.3.3. Soft Decision	26
2.10 Modulasi BPSK	31
 BAB III PERANCANGAN SISTEM	
3.1 Membangkitkan Matrik Parity Check.....	34
3.2 Membangun Matrik Generator.....	36
3.3 Error Correction dengan Algoritma Sum-Product	38
 BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS	
4.1 Analisis BER untuk data yang dikodekan dengan LDPC dan yang tidak dikodekan.....	40

4.2 Analisis kode LDPC dengan jumlah iterasi yang berbeda.....	41
4.3 Analisis BER untuk data yang dikodekan dengan LDPC dan dengan panjang kode yang berbeda.....	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN A: LIST PROGRAM.....	A-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Komunikasi Digital	4
Gambar 2.2 Matrik <i>Parity-Check regular</i>	10
Gambar 2.3 Matrik <i>Parity-Check Irregular</i>	10
Gambar 2.4 (a) Matriks Parity Check (b) Grafik Tanner Kode LDPC	11
Gambar 2.5 Matrik <i>Parity-Check</i> menggunakan metode Gallager	12
Gambar 2.6 Matrik <i>Parity-Check</i> menggunakan metode Mackay dan Neal ...	13
Gambar 2.7 (a) Matrik LDPC dengan $w_c = 2$, $w_r = 3$ (b) Grafik Tanner dari Matrik LDPC dengan $w_c = 2$, $w_r = 3$	16
Gambar 2.8 Node bit mengirimkan pesan M_i kepada node cek untuk dilakukan proses pengecekan.....	17
Gambar 2.9 Proses Node cek mengirimkan pesan kepada node bit yang menyebabkan node bit ke-4 dan 5 mengalami perubahan nilai	18
Gambar 2.10 Tahap iterasi kedua node cek mengirimkan pesan kepada node bit sehingga menyebabkan node bit ke-6 mengalami perubahan nilai.....	19
Gambar 2.11 Node bit mengirimkan pesan kepada node cek untuk dilakukan proses pengecekan.....	21
Gambar 2.12 (a) Node cek mengirimkan pesan kepada node bit ke-1 dan 2 sehingga akan terjadi perubahan nilai terhadap node bit yang mengalami <i>error</i> (b) Nilai node bit yang sudah terupdate	23
Gambar 2.13 Proses alir pesan dari node bit ke node cek dan dari node cek ke node bit.....	24
Gambar 2.14 Matrik <i>Parity Check</i> dan grafik Tanner LDPC	27

Gambar 2.15 Aliran pesan pada Grafik Tanner untuk mencari nilai $r_{17}(0)$	29
Gambar 2.16 Aliran pesan pada Grafik Tanner untuk mencari nilai $q_{36}(1)$	30
Gambar 3.1 Blok Diagram dari tahapan <i>Error Correction</i> menggunakan kode LDPC.....	33
Gambar 3.2 Diagram alir <i>Error Correction</i> menggunakan LDPC	34
Gambar 3.3 Diagram alir membangun matrik H	35
Gambar 3.4 <i>Short Cycle</i> pada grafik Tanner.....	36
Gambar 3.5 Diagram alir pembentukan matrik Generator.....	37
Gambar 3.6 Letak bit <i>parity</i> dan bit <i>message</i> pada <i>codeword</i>	37
Gambar 3.7 Diagram alir proses <i>error correction</i> menggunakan algoritma <i>Sum-Product</i>	38
Gambar 4.1 Kurva BER terhadap SNR antara yang terkode (dengan jumlah iterasi yang berbeda) dan yang tidak dengan data sebanyak 10^5 bit.....	40
Gambar 4.2 Hasil Pengodean (200,100) LDPC dengan jumlah iterasi yang berbeda dan data sebanyak 10^6 bit	41
Gambar 4.3 Hasil Pengodean (400,200) LDPC dengan jumlah iterasi yang berbeda dan data sebanyak 10^6 bit	42
Gambar 4.4 Hasil Pengodean (400,200) LDPC dengan jumlah iterasi yang berbeda dan data sebanyak 10^5 bit	43
Gambar 4.5 Hasil Pengodean (200,100) LDPC dengan jumlah iterasi yang berbeda dan data sebanyak 10^5 bit	44
Gambar 4.6 Pengaruh jumlah iterasi terhadap waktu proses pendekodean.....	45

Gambar 4.7 Kurva BER terhadap SNR antara LDPC yang memiliki panjang blok kode yang berbeda.....	46
Gambar 4.8 Pengaruh panjang blok data terhadap waktu pendekodean data ..	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Single-Error-Correcting</i> Kode Hamming.....	8
Tabel 2.2 Modulasi BPSK.....	32