

ANALISA UNJUK KERJA KODE SMALL KASAMI PADA DIRECT SEQUENCE SPREAD SPECTRUM YANG MENERAPKAN KODE KANAL BCH PADA KONDISI KANAL FREKUENSI SELEKTIF FADING

Komang Aldi Rae G¹, Nyoman Pramaita², I Gst A. Komang Diafari Djuni H³

^{1, 2, 3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Jl Raya Kampus Unud Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali 80631

aldyraegunawan1144@gmail.com¹, pramaita@unud.ac.id², igakdiafari@unud.ac.id³

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisa unjuk kerja kode spread spektrum small Kasami pada sistem Direct Sequence Spread Specterum (DSSS) yang menerapkan dan yang tidak menerapkan kode kanal Bose Chaudhuri Hocquenghem (7,4) (BCH (7,4)) pada kondisi kanal AWGN dan frekuensi selektif fading. Simulasi penerapan kode BCH (7,4) pada DSSS-Small Kasami pada kondisi kanal AWGN dan frekuensi selektif fading dianalisis berdasarkan Bit Error Rate (BER) berbanding Energy Bit per Kerapatan Noise (EbNo). Penerapan kode BCH (7,4) pada DSSS-Small Kasami pada kondisi kanal frekuensi selektif fading dengan delay spread yang jauh lebih sempit dibandingkan dengan panjang kode Small Kasami, menghasilkan kinerja lebih baik dari DSSS-Small Kasami tanpa pengkodean kanal BCH (7,4). Pada kondisi delay spread kanal fading lebih lebar dari panjang kode Small Kasami, penerapan kode kanal BCH (7,4) memiliki kinerja yang hampir sama dengan tanpa penerapan kode kanal BCH (7,4). Hal ini disebabkan oleh komponen multipath yang bertambah (delay spread yang semakin lebar) menyebabkan semakin banyak ada nilai otokorelasi pada grafik ACF kode Small Kasami, sehingga semakin banyak sinyal interferensi yang akan menginterferensi sinyal yang diinginkan. Dalam kondisi ini, baik yang menerapkan kode kanal BCH (7,4) maupun tidak sama-sama memiliki kinerja yang menurun.

Kata Kunci: BCH, BER, DSSS, Frekuensi Selektif Fading, Otokorelasi.

ABSTRACT

This study analyzes the performance of the small Kasami spread spectrum code on the Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) system that implements and does not implement the Bose Chaudhuri Hocquenghem (7,4) (BCH (7,4)) channel code under AWGN channel and frequency selective fading conditions. Simulation of the application of the BCH (7,4) code on DSSS-Small Kasami under AWGN channel and frequency selective fading conditions is analyzed based on the Bit Error Rate (BER) versus Energy Bit per Noise Density (EbNo). The application of the BCH (7,4) code on DSSS-Small Kasami under frequency selective fading channel conditions with a delay spread that is much narrower than the length of the Small Kasami code, produces better performance than that of DSSS-Small Kasami without BCH (7,4) channel coding. However, under conditions where the delay spread of the fading channel is wider than the length of the Small Kasami code, the application of the BCH (7,4) channel code has almost the same performance as without the application of the BCH (7,4) channel code. This is caused by the increasing multipath components (widening delay spread) causing more autocorrelation values on the Small Kasami code ACF graph, so that more interference signals will interfere with the desired signal. Under this condition, both those implementing the BCH (7,4) channel code and those not have decreased performances.

Key Words: Autocorelation, BCH, BER, DSSS, Frequency Selectif Fading.

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia telekomunikasi, sistem komunikasi data yang andal berperan penting dalam mendorong pesatnya kemajuan teknologi komunikasi digital. Salah satu ciri utama dari sistem yang andal adalah kemampuannya untuk mengoreksi kesalahan atau error yang timbul akibat gangguan seperti noise dan interferensi saat data atau bit ditransmisikan melalui media penghantar.[1].

Salah satu teknik dalam transmisi data adalah Spread Spectrum. Metode ini memanfaatkan bandwidth yang jauh lebih luas dibandingkan teknik konvensional. Dengan penggunaan bandwidth yang besar, kerapatan daya spektral (Power Spectral Density) menjadi lebih rendah, sehingga sinyal informasi tampak menyerupai noise di dalam kanal transmisi. Salah satu bentuk Spread Spectrum adalah Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS), yang menggunakan kode urutan (sequence) di mana jumlah chip dalam kode tersebut menentukan seberapa luas penyebaran sinyal terjadi. Namun, dalam proses pengirimannya, DSSS tidak memiliki kemampuan untuk mendeteksi maupun memperbaiki kesalahan data (error) yang timbul selama transmisi. Gangguan seperti noise dan interferensi dapat menyebabkan terjadinya error, sehingga data yang diterima tidak sama dengan data yang dikirim. Agar sistem DSSS mampu menjaga keutuhan informasi yang dikirim hingga sampai ke penerima tanpa kesalahan, diperlukan penerapan teknik pengkodean kanal yang mampu mendeteksi dan mengoreksi kesalahan bit selama transmisi berlangsung [2].

Salah satu metode pengkodean yang digunakan dalam sistem komunikasi adalah kode siklis. Teknik ini memiliki kemampuan untuk mendeteksi sekaligus mengoreksi kesalahan pada data yang diterima. Salah satu bentuk dari kode siklis adalah Bose–Chaudhuri–Hocquenghem (BCH), yang dikembangkan menggunakan polinomial dalam bidang hingga (finite field). Dengan memanfaatkan deretan bit tambahan atau

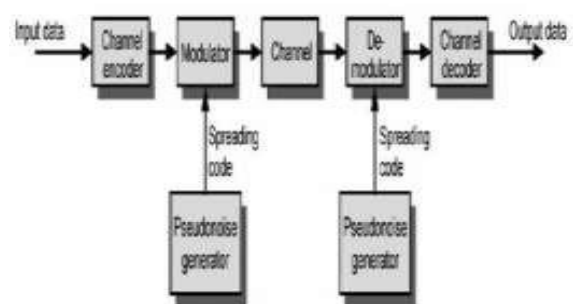
checkbit yang dihitung secara matematis, BCH memungkinkan sistem untuk menemukan dan memperbaiki kesalahan yang mungkin terjadi selama proses transmisi data

Penelitian ini mensimulasikan penerapan kode BCH (7,4) pada sistem DSSS yang menggunakan kode penebar Small Kasami dalam kondisi kanal selektif fading. Pemilihan parameter BCH (7,4) didasarkan pada kesederhanaan proses matematisnya, di mana 4 bit data pesan dapat dideteksi dan dikoreksi dari kesalahan selama proses transmisi. Modulasi yang digunakan dalam simulasi ini adalah BPSK, karena modulasi ini mempermudah proses konversi bit. Pengujian dilakukan dengan membandingkan kinerja transmisi data pada sistem DSSS tanpa pengkodean BCH dan sistem DSSS yang dilengkapi dengan kode BCH (7,4).

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Direct Sequence Spread Spectrum

Gambar 1 menunjukkan diagram blok dari sistem DSSS. Input dari sistem ini berupa data biner dan kode pseudo-noise (PN). Pada bagian pemancar (transmitter), proses spreading dilakukan dengan cara mengalikan data biner dengan deretan PN sequence yang terpisah dari sinyal baseband biner.

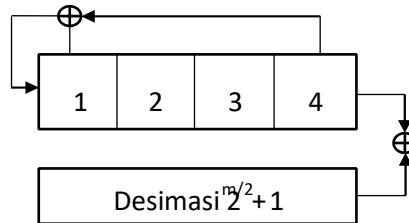


Gambar 1. Blok Diagram DSSS

2.2 Small Kasami Code

Tahun 1966 ditemukan Kode Kasami oleh Tadao Kasami. Terdapat 2 jenis deret Kode Kasami yaitu Small set Kasami dan Large set Kasami. Untuk menentukan deret dari Small set Kasami yaitu menggunakan

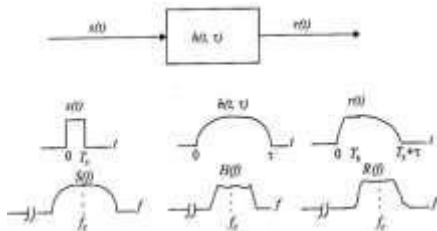
$\text{mod}(m,4)=0$, sedangkan untuk menentukan deret dari Large set Kasami dapat menggunakan $\text{mod}(m,4)=2$, dan untuk nilai dari (m) shift register memiliki nilai genap [3]



Gambar 2. Pembangkit Kode Small Kasami

2.3 Frekuensi Selektif Fading

Karakteristik kanal ini ditunjukkan oleh responsnya yang sebanding dengan bandwidth, di mana bandwidth kanal lebih kecil dibandingkan dengan bandwidth sinyal yang ditransmisikan. Kanal Frekuensi selektif fading lebih sulit untuk dimodelkan dibandingkan dengan kanal flat fading, karena setiap jalur multipath dari sinyal harus dimodelkan secara terpisah. Selain itu, kanal ini tetap dianggap sebagai sistem filter linier dalam proses pemodelannya.



Gambar 3. Karakteristik Frekuensi selektif fading

2.4 Kode BCH

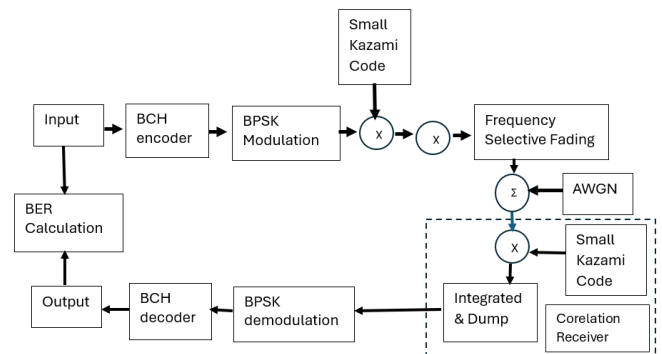
Bose, Chaudhuri, and Hocquenghem (BCH) code adalah sebuah metode *error correction* yang dibangun pada bidang *finite* (terbatas). Kode ini merupakan generalisasi dari *Hamming code* untuk *multiple error correction*. Kode BCH diperkenalkan pertama kali oleh A. Hocquenghem pada tahun 1959 dan secara terpisah pada tahun 1960 oleh R. C. Bose dan Ray-Chaudhuri [4]. Kode BCH dapat diimplementasikan dengan $m \geq 3$ dan $t = (n-k)/m$ dan memiliki property kode sebagai berikut.

- Panjang Kode : $n = 2^m - 1$

- Bit Pesan : k
- Jumlah *error* maksimal : t
- *Chekkbit* $c = m \times t$ dengan $n - k \leq m \times t$

3. METODOLOGI PENELITIAN

Blok diagram pemodelan sistem komunikasi digital penerapan kode BCH (7,4) pada DSSS dengan kanal flat fading ditunjukkan pada Gambar 4



Gambar 4. Diagram Alir Simulasi

Simulasi ini dimulai dari sinyal informasi yang diolah dalam bentuk simbol, yang terdiri atas rangkaian bit. Pada sistem ini, bit input dihasilkan secara acak menggunakan Bernoulli Binary Generator yang tersedia di dalam Simulink MATLAB 2022. Data diasumsikan berbentuk biner, yaitu 0 dan 1, dengan variasi nilai E_b/N_0 yang digunakan berkisar antara 0 dB hingga 10 dB. Bit-bit yang telah dihasilkan kemudian dikodekan menggunakan skema pengkodean BCH dengan parameter panjang kode $n=7$, jumlah bit pesan $k=4$, dan kemampuan koreksi error maksimal sesuai dengan karakteristik kode adalah $t = (7-4)/3 = 1$ bit error oleh kode BCH (7,4).

Setelah bit-bit data dikodekan menggunakan BCH (7,4), data hasil pengkodean selanjutnya dimodulasi menggunakan teknik Binary Phase Shift Keying (BPSK). Sinyal hasil modulasi kemudian diproses melalui teknik spread spectrum, di mana dilakukan operasi XOR antara sinyal termodulasi dan kode Small Kasami yang dibangkitkan secara acak.

Sinyal hasil modulasi dikirimkan melalui kanal frekuensi selektif fading yang juga dipengaruhi oleh Additive White Gaussian Noise (AWGN). Sinyal yang diterima kemudian diekualisasi menggunakan correlation receiver, dan dilakukan proses despreading dengan meng-XOR kembali sinyal tersebut menggunakan kode yang sama dengan yang digunakan saat proses spreading, untuk merekonstruksi kembali sinyal asli yang dikirimkan oleh pemancar.

Sinyal yang dihasilkan dari proses correlation receiver selanjutnya akan mengalami demodulasi menggunakan teknik BPSK untuk memperoleh kembali bit-bit data asli yang dikirimkan oleh pemancar. Setelah proses demodulasi, data tersebut kemudian diproses oleh decoder BCH untuk mendeteksi dan mengoreksi kesalahan melalui mekanisme decoding BCH dengan parameter (7,4)

Hasil dari proses decoding akan dianalisis dengan membandingkan tingkat kesalahan terhadap sinyal awal menggunakan perhitungan Bit Error Rate (BER). Dalam simulasi ini, nilai BER dari sistem komunikasi digital DSSS yang menerapkan kode BCH (7,4) akan dibandingkan dengan sistem DSSS tanpa pengkodean BCH.

Simulasi penerapan kode BCH (7,4) pada DSSS dilakukan dengan parameter sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1

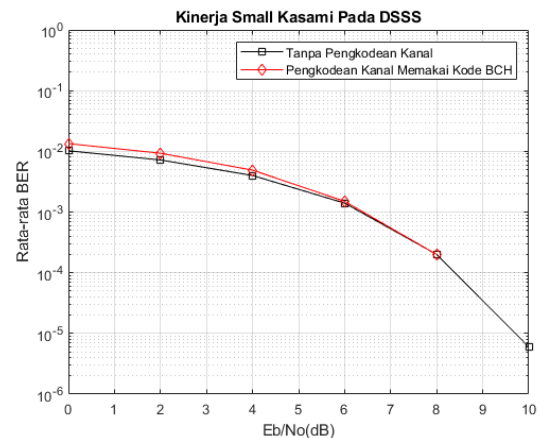
Tabel 1 Parameter Simulasi

Parameter	Nilai
BCH (n,k,t)	(7,4,1)
Jumlah bit	1×10^6 bit
Modulasi	BPSK
Jumlah user	satu user
Jenis Noise	AWGN
Kanal Fading	Frekuensi Selektif fading
Jumlah Multipath	8 dan 16
Nilai Eb/No	0 s.d 10 dB
Panjang Kode Small Kasami	4

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Kode Spread Spektrum Small Kasami Pada DSSS Dibawah Kondisi Kanal AWGN dan Fading yang memiliki 8 Komponen Multipath

Grafik perbandingan unjuk kerja kode spread spektrum Small Kasami pada DSSS antara yang memakai dan tidak memakai kode kanal BCH pada kanal AWGN dan fading frekuensi selektif dengan komponen multipath sebanyak 8 komponen, ditunjukkan dalam Gambar 5.

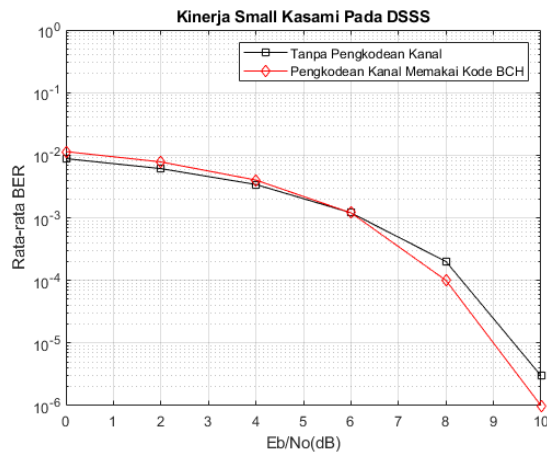


Gambar 5. Grafik perbandingan pada DSSS antara yang memakai dan tidak memakai kode kanal BCH

Sistem komunikasi DSSS yang mengimplementasikan kode spread spektrum Small Kasami antara yang memakai dan tidak memakai kode BCH memiliki unjuk kerja yang sama, kecuali untuk Eb/No dengan nilai lebih dari 8 dB sistem komunikasi DSSS yang mengimplementasikan kode spread spektrum Small Kasami yang memakai kode BCH memiliki unjuk kerja yang lebih baik. Hal ini disebabkan, pada nilai-nilai Eb/No tersebut, sistem komunikasi DSSS-Small Kasami yang memakai kode BCH menyebabkan bit-bit paritas tidak mengalami kesalahan, sehingga kode BCH dapat mengoreksi semua kesalahan yang terjadi pada bit-bit informasi akibat adanya fading dan noise.

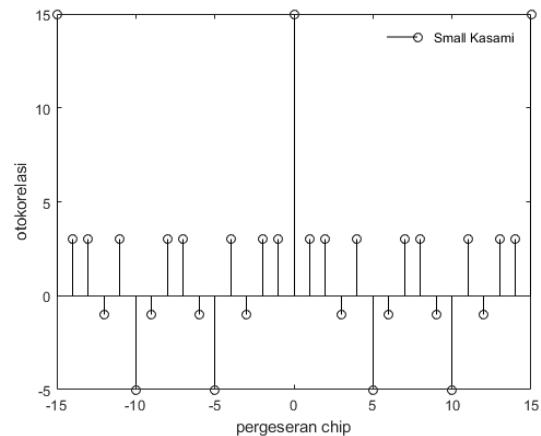
4.2 Implementasi Kode Spread Spektrum Small Kasami Pada DSSS Dibawah Kondisi Kanal AWGN dan Fading yang memiliki 16 Komponen Multipath

Gambar 6 menunjukkan grafik perbandingan unjuk kerja kode spread spektrum Small Kasami pada DSSS antara yang memakai dan tidak memakai kode kanal BCH pada kanal AWGN dan fading frekuensi selektif dengan komponen multipath sebanyak 16 komponen



Gambar 6. Grafik perbandingan pada DSSS antara yang memakai dan tidak memakai kode kanal BCH

Penambahan komponen multipath menyebabkan terjadinya penurunan unjuk kerja DSSS-Small Kasami baik yang memakai kode kanal BCH maupun yang tidak. Hal ini disebabkan semakin banyak jumlah komponen multipath maka akan semakin banyak terjadi pergeseran chip-chip dalam kode spread spektrum Small Kasami. Jika hal ini terjadi maka semakin banyak ada nilai otokorelasi pada grafik ACF seperti dalam Gambar 7



Gambar 7. nilai otokorelasi pada grafik ACF

Nilai-nilai otokorelasi yang terdapat pada grafik ACF selain pergeseran chip sebanyak nol, mewakili nilai level sinyal interferensi. Jadi semakin banyak komponen multipath, semakin banyak ada nilai otokorelasi dalam grafik ACF dan pada akhirnya semakin banyak sinyal interferensi yang akan menginterferensi sinyal yang diinginkan, sehingga unjuk kerja sistem komunikasi DSSS menurun baik memakai kode kanal BCH maupun tidak.

Namun, dengan pemakaian kode kanal BCH (7,4), unjuk kerja DSSS-Small Kasami tetap memiliki unjuk kerja lebih baik walaupun tidak signifikan ketika Eb/No memiliki nilai 8 – 10 dB. Hal ini disebabkan kemampuan koreksi kesalahan kode kanal BCH dengan formasi (7,4) dibawah kondisi kanal fading yang memiliki komponen multipath yang lebih banyak (delay spread yang lebih lebar) dibandingkan dengan panjang kode Small Kasami.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Simulasi BER kode spread spektrum Small Kasami pada DSSS yang memakai kode kanal BCH (7,4) dibawah kondisi kanal frekuensi selektif fading dan AWGN memiliki kinerja lebih baik dibandingkan tanpa penerapan kode kanal BCH(7,4)
2. Penambahan komponen multipath menyebabkan terjadinya penurunan unjuk kerja DSSS-Small Kasami baik

yang memakai kode kanal BCH maupun yang tidak.

3. Semakin banyak komponen multipath, semakin banyak jumlah nilai otokorelasi pada ACF yang dimiliki oleh kode spread spektrum Small Kasami, sehingga semakin banyak sinyal interferensi yang akan menginterferensi sinyal yang diinginkan

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Sutarto, Suwadi, T. Suryani, "Implementasi Encoder dan Decoder BCH menggunakan DSK TMS320C6416T". Sepuluh Nopember Institut of Technology Surabaya"
- [2] P. Mozhiarasi, C. Gayathri, V. Deepan., 2015. "An Enhanced (31,11,5) Binary BCH Encoder and Decoder for Data Transmission". International Journal of Engineering Research and General Science Volume 3, Issue 2, Part 2, March-April, 2015 ISSN 2091-273
- [3] J. Meel. 1999. "Spread Spectrum". De Nayer Instituut
- [4] Lin, Shu. Costello, Daniel Jr. Error Control Coding: Fundamentals and Applications. New Jersey: Prentice-Hall Inc. 1983
- [5] Rappaport, Theodore S. Wireless Communications Principle and Practice 2nd Edition. Upper Saddle River: Prentice Hall
- [6] Proakis, John G. 2001. "4th Edition Digital Communications". McGraw-Hill