

Simulasi Perbandingan Kinerja *Forward Error Correction (FEC)* pada Sistem *Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)* menggunakan *Hamming Code* dan *Reed-Solomon Code*

Lita Lidyawati, Lucia Jambola dan Nelly
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional
Jl. PKH. Mustapha No. 23, Bandung 40124

lita.sunoko@gmail.com , shafihazidrahman@gmail.com , nelly.misdjan@gmail.com

ABSTRAK

Sistem digital telah banyak digunakan saat ini baik untuk sistem komunikasi maupun media penyimpanan. Dalam proses pemindahan data sering terjadi error yang menyebabkan data awal berbeda dengan data akhir yang diterima penerima. Untuk mengatasi hal ini diperlukan metode pengkodean yang dapat mendeteksi dan melakukan koreksi pada data yang mengalami error. Metode pengkodean ini disebut forward error correction (FEC). Pada tulisan ini penulis melakukan perancangan sistem komunikasi direct sequence spread spectrum (DSSS) pada simulink dengan dua bentuk pemodelan, yaitu sistem komunikasi DSSS dengan hamming code, dan sistem komunikasi DSSS dengan reed-solomon code. Kedua model ini di jalankan pada matlab r2011a dengan menggunakan simulink. Sinyal hasil keluarannya menunjukkan bahwa pada Eb/No 1dB sampai 20dB sistem komunikasi DSSS dengan FEC hamming code menunjukkan nilai BER yang lebih baik yaitu dari 0.4306 hingga 0.3923, sedangkan pada Eb/No yang lebih dari 20dB sistem komunikasi DSSS dengan reed-solomon code menunjukkan nilai BER yang lebih baik yaitu antara 0.654 hingga 0 bit error.

Kata kunci: *FEC, hamming code, reed-solomon code, BER.*

1. PENDAHULUAN

Teknologi *spread spectrum* yang banyak digunakan saat adalah *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS). DSSS dipilih karena mudah dalam mengacak data yang akan disebar dan mempunyai unjuk kerja yang baik terhadap gangguan noise. Dalam DSSS, proses *spreading* hanya menggunakan sebuah generator noise yang periodik yang disebut *Pseudo Noise Generator*. Kode yang digunakan pada *spread spectrum* memiliki sifat acak tetapi periodik sehingga disebut sinyal acak semu (*pseudorandom*). Kode tersebut bersifat sebagai noise tapi deterministik sehingga disebut juga *noise semu* (*pseudonoise*). Pembangkit sinyal kode ini disebut *Pseudo Random Generator* (PRG). PRG inilah yang akan melebarkan dan sekaligus mengacak sinyal data yang akan dikirimkan. Dalam skema ini, masing-masing bit pada sinyal yang asli ditampilkan oleh bit-bit *multiple* pada sinyal yang ditransmisikan yang disebut kode tipis (*chipping*). Jumlah *chip* dalam kode tersebut akan menentukan seberapa besar penyebaran (*spreading*) terjadi, dan jumlah *chip* per bit akan menentukan *data rate*. [1]

Seiring dengan meningkatnya jumlah pengguna teknologi *spread spectrum*, sering terjadi *error* pada data yang dikirimkan. Ketepatan dalam mengontrol data yang dikirimkan adalah faktor yang sangat penting untuk menghindari terjadinya *error* pada data yang dikirimkan. Hal ini menuntut adanya teknologi pendukung yang handal dalam mengatasi *error*, sehingga sisi penerima bisa mengenali kode penebar yang digunakan pengirim sekaligus menterjemahkan sinyal acak yang datang menjadi sinyal data dalam bentuk aslinya.

Dalam komunikasi digital terdapat dua metode *error-control* yaitu, *Backward Error Control* (BEC) dan *Forward Error Control* (FEC). Metode FEC mampu mendeteksi dan mengoreksi *error* pada data yang ditransmisikan dengan menggunakan teknik *coding*. *Coding* yang sering digunakan adalah *Hamming code* dan *Reed-Solomon code*. [2]

Pada Penelitian ini kedua kode FEC tersebut akan disimulasikan pada sistem komunikasi DSSS dengan menggunakan simulink. Pemodelan sistemnya dibangkitkan dengan menggunakan *software* MATLAB yaitu *simulink*. Untuk membuat *source encoder*, *channel encoder*, *modulator*, *demodulator*, *channel decoder*, dan *source decoder* pada DSSS dapat dilakukan menggunakan blok-blok yang tersedia dalam *library simulink*.

Pada modulasi BPSK data biner diwakili sinyal dengan fasa berbeda yaitu pada 0° dan 180° .

$$s_1(t) = A \cos \omega_c t \quad 0 < t < T, \quad \text{for } 1 \quad (1)$$

$$s_1(t) = -A \cos \omega_c t \quad 0 < t < T, \quad \text{for } 0 \quad (2)$$

Persamaan 1 dan Persamaan 2 disebut sinyal antipodal. Kedua sinyal tersebut memiliki energi dan frekuensi yang sama.

Model kanal (channel) noise yang paling umum digunakan dalam komunikasi digital adalah kanal AWGN. Proses transfer informasi pada kanal AWGN adalah berbentuk gelombang elektromagnetik, di mana sumber mengeluarkan sinyal $s(t)$ yang pada saat ditransmisikan terkena noise $n(t)$, dan diterima sebagai $r(t)$ pada penerima.

Forward error correction (FEC) merupakan salah satu metode dalam meningkatkan reliabilitas data dalam telekomunikasi data yang mampu mendeteksi dan mengoreksi kesalahan bit-bit selama transmisi. Koreksi terhadap *error* dilakukan dengan menggunakan teknik *coding* sebelum data dikirimkan dan sebelum data diterima. Teknik *coding* yang sering digunakan adalah *hamming* dan *reed-solomon*.

Ide dasar pengkodean *Hamming* adalah menggunakan metode *parity-checking*, yaitu menambahkan satu *bit parity* pada blok data. *Bit parity* ini berfungsi untuk mendeteksi *bit* yang salah, sekaligus menentukan lokasi kesalahan *bit* tersebut. [3]

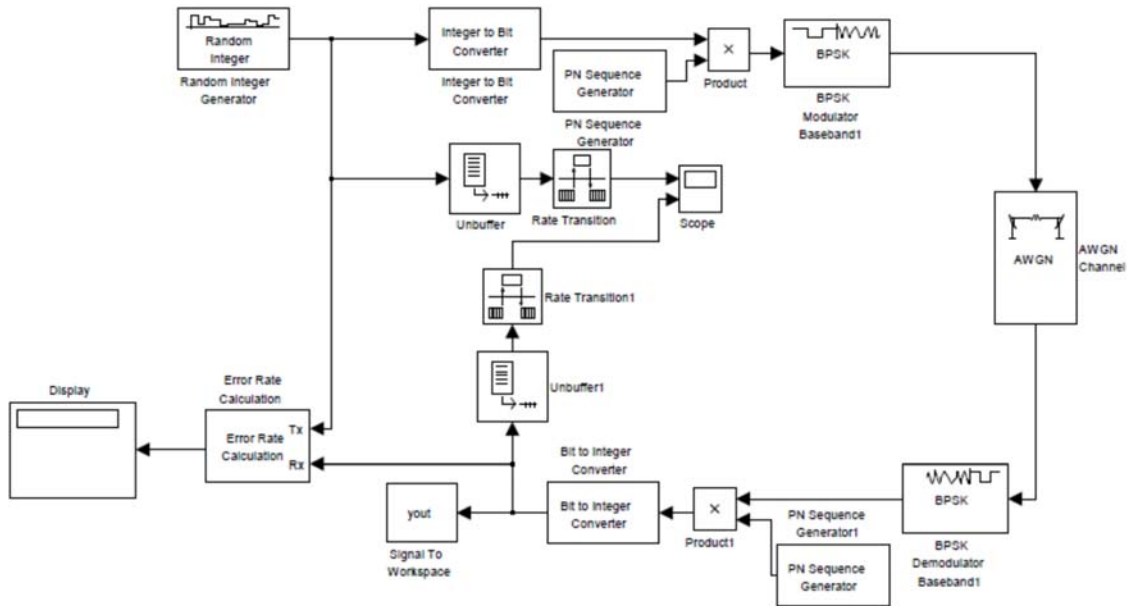
Kode *Reed-Solomon* bekerja dengan menambahkan bit parity kedalam data yang akan dikirimkan. Secara garis besar, prosedur kerja dari kode *Reed-Solomon* ini dapat dirincikan sebagai berikut: [4]

1. Proses *Encoding*, yaitu proses pembentukan *code word* yang akan dikirimkan atau ditransmisikan, proses pembentukan *code word* menggunakan metode kode siklis yaitu:
 - a. Mengalikan sumber informasi $\mu(x)$ dengan X^{n-k}
 - b. Mencari digit parity check, yaitu nilai sisa $b(x)$ dengan membagi $X^{n-k}\mu(x)$ dengan generator polinomial $g(x)$.
 - c. *Codeword* yang dihasilkan merupakan hasil penjumlahan dari $b(x)$ dan $X^{n-k}\mu(x)$.
2. Proses *dekoding*, yaitu proses pendeteksi *error* dan pengoreksian *error* apabila ditemukan *error*:

- a. Membentuk *syndrome n-k* simbol,
Jika $syndrome = 0$, maka *codeword* yang diterima valid tidak terjadi *error*, jika $syndrome \neq 0$, maka terjadi *error*.
- b. Jika terjadi *error*, maka masuk kedalam proses koreksi kesalahan dengan Algoritma Euclidean untuk menentukan *error locator polynomial* dan *error magnitude*.
- c. Algoritma *Chien Search*, digunakan untuk menentukan posisi *error*.
- d. Algoritma *Forney's* digunakan untuk menentukan besaran *error*, dan memperbaiki *bit error*.

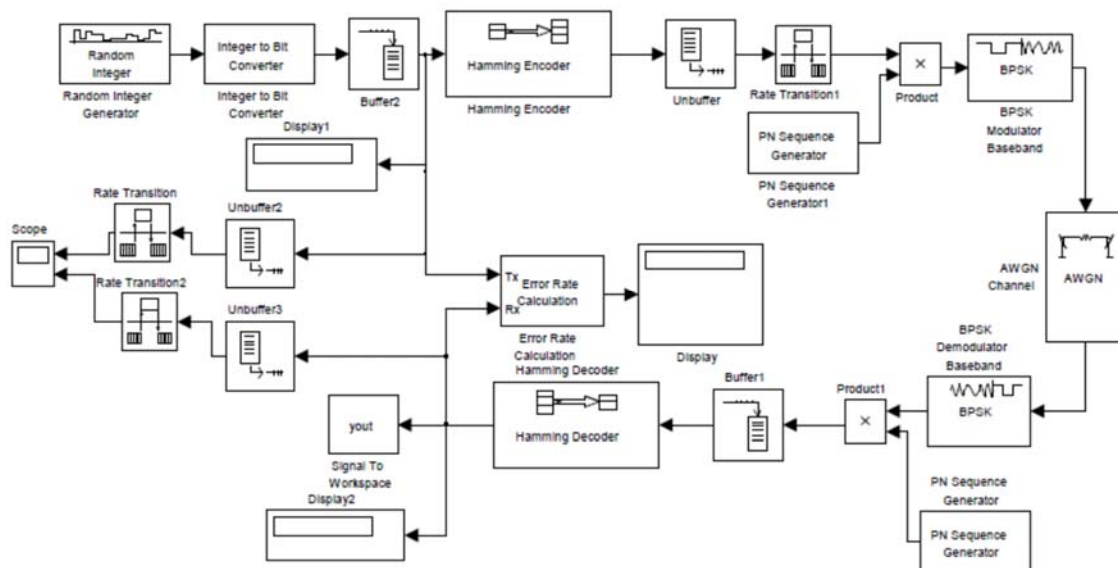
3. METODOLOGI

Pada penelitian ini akan dibuat FEC pada sistem DSSS dengan menggunakan dua kode yang berbeda yaitu *hamming code* dan *reed-solomon code*. Pertama adalah melakukan pembuatan simulasi masing-masing kode FEC pada sistem DSSS dengan format simulink pada matlab. Kemudian melakukan pembuatan simulasi yang menggabungkan kedua kode pada sistem DSSS dengan format simulink pada matlab. Hasil simulasi akan dianalisis kinerja BER (*bit error rate*) dan kehandalan setiap kode FEC yang digunakan.

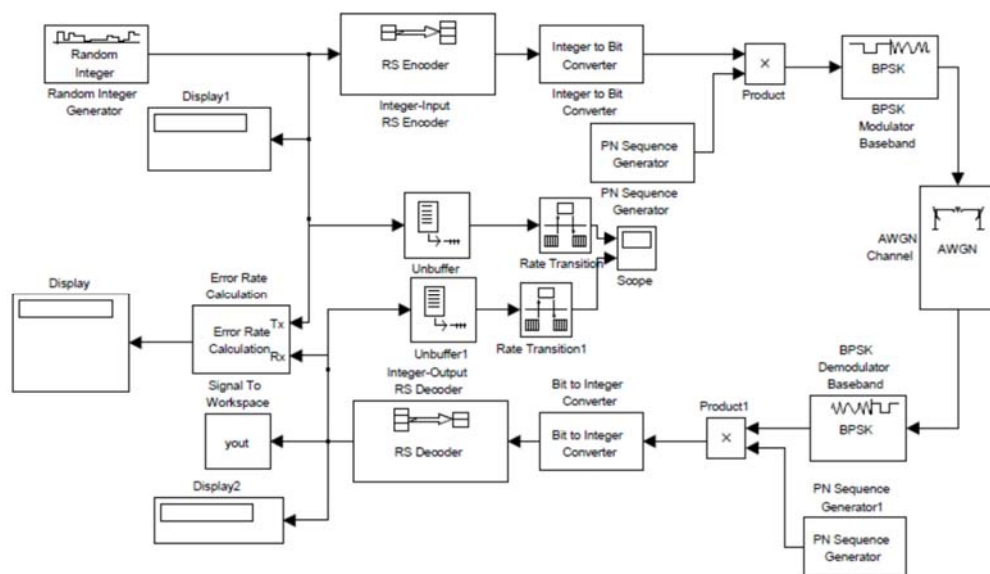


Gambar 1. Sistem komunikasi DSSS yang dirancang pada simulink

Simulasi Perbandingan Kinerja *Forward Error Correction (FEC)* pada Sistem *Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)* menggunakan *Hamming code* dan *Reed-Solomon code*



Gambar 2. Sistem komunikasi DSSS dengan *hamming code* yang dirancang pada simulink

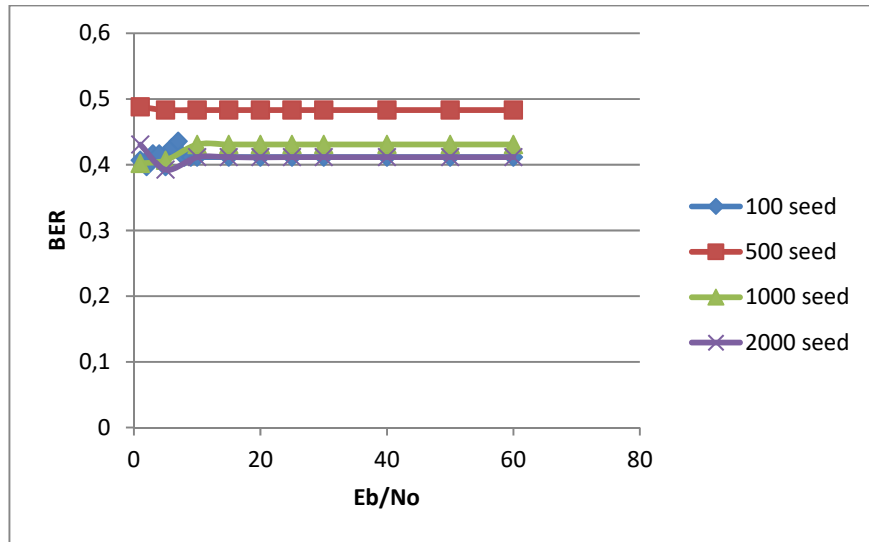


Gambar 3. Sistem komunikasi DSSS dengan *reed-solomon code* yang dirancang pada simulink

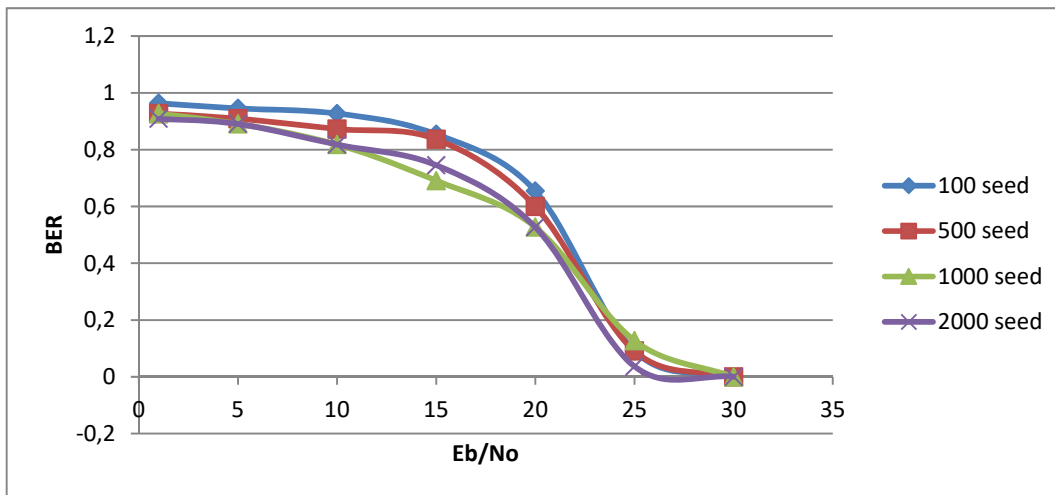
4. Hasil

Setiap kode FEC (*forward error correction*) yang digunakan pada sistem komunikasi memiliki karakteristik bentuk sinyal keluaran yang berbeda.

Pengujian pada simulink dilakukan dengan memberikan sinyal informasi berupa bit data secara acak dengan jumlah bit data informasi yang bervariasi yaitu 100 bit, 500 bit, dan 1000 bit dan memberikan nilai E_b/N_0 yang bervariasi pula yaitu dari 1 dB hingga 50 dB. Akan tetapi sinyal keluaran *line out* DSK yang diambil hanya sinyal pada rentang waktu tertentu, hal tersebut dilakukan untuk memudahkan dalam melakukan pengamatan.

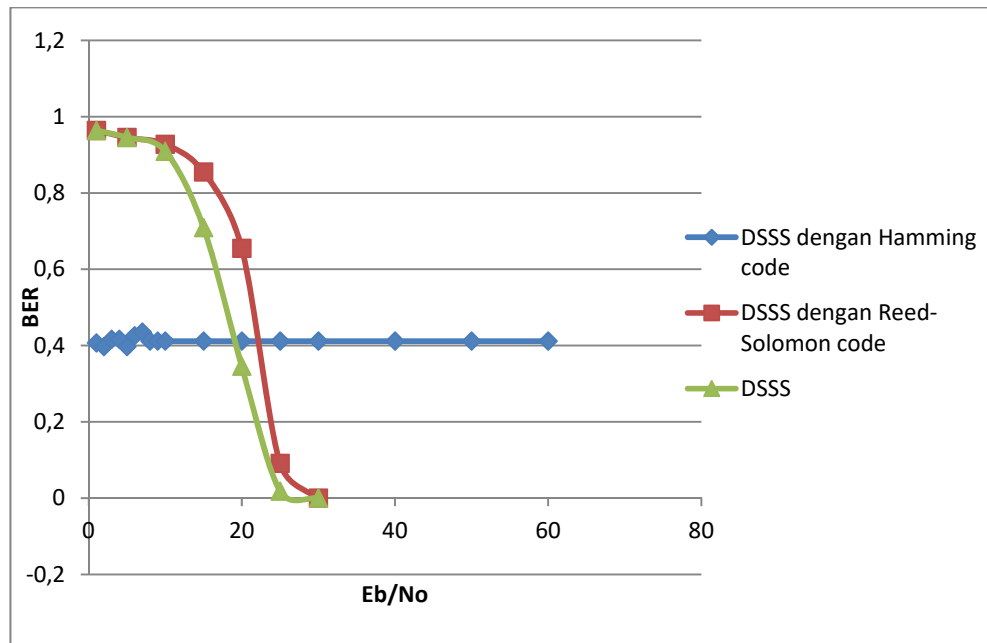


Gambar 4. Grafik BER hasil simulasi sistem komunikasi DSSS dengan *hamming code*



Gambar 5. BER hasil simulasi sistem komunikasi DSSS dengan *reed-solom code*

Simulasi Perbandingan Kinerja *Forward Error Correction* (FEC) pada Sistem *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS) menggunakan *Hamming code* dan *Reed-Solomon code*



Gambar 23. BER hasil simulasi sistem komunikasi DSSS, DSSS dengan *hamming code*, dan DSSS dengan *reed-solomon code*

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisis kinerja sistem komunikasi yang telah dilakukan, maka didapat beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Pada sistem komunikasi yang menggunakan *hamming code*, mampu mendeteksi error dengan baik pada jumlah seed yang tinggi yaitu 2000 seed, dan E_b/N_0 yang rendah yaitu sebesar 1 hingga 20 dB dengan kinerja BER dari 0.4306 hingga 0.3923.
2. Pada sistem komunikasi yang menggunakan *reed-solomon code*, mampu mendeteksi dan mengoreksi *error* pada nilai E_b/N_0 yang mulai ≥ 20 dB dengan nilai BER yang mencapai 0. Ini berarti reed-solomon mampu mengoreksi seluruh *error* yang ada pada sinyal informasi yang dikirimkan.
3. Pada sistem komunikasi yang menggunakan *reed-solomon code* menunjukkan kinerja yang lebih baik bila berada pada $E_b/N_0 \geq 20$ dB. Sedangkan *hamming code* menunjukkan kinerja yang lebih baik bila $E_b/N_0 \leq 20$ dB.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lita Lidyawati. 2005. *Analisis Kinerja Spektral Tersebar Direct Sequence*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- [2] Stephen B Wicker. 1995. *Error Control Systems for Digital Communication and Storage*. London: Prentice-Hall International (UK)
- [3] Hotman Hilmy Fajrian. 2010. *Simulasi Error Correction dengan penggabungan Teknik Reed-Solomon code (15,5) dan BCH code (15,5) menggunakan DSK TMS320C6713 berbasis Simulink*. Depok: Universitas Indonesia
- [4] Anggi Kusuma Dewi Wisma, Suwadi, Titiek Suryani 2014. *Implementasi Encoder dan decoder Hamming pada DSK TMS320C6416T*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)