

SIMULASI KINERJA *DIRECT SEQUENCE SPREAD SPECTRUM* CDMA (DS-SS CDMA) DENGAN KODE PENEBAR BARKER PADA KANAL AWGN

Fazlur Rahmi¹, Munawar², Raisah Hayati³

^{1,2,3} Prodi Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe
e-mail:rahmifazlur@gmail.com

Abstrak—Spread spectrum merupakan teknik pengiriman sinyal yang tahan terhadap gangguan dan mempunyai tingkat keamanan informasi yang cukup tinggi pada saat pengiriman. Salah satu teknik spread spectrum yang dikembangkan adalah direct sequence. DSSS adalah salah satu teknik sistem komunikasi spread spectrum yang menggunakan kode unik untuk menebarkan sinyal baseband yang akan dimodulasi digital bersama sinyal informasi. Kinerja sistem DS-SS CDMA terbaik pada SNR 10 dB didapat pada $n= 5,7,11$, dan 13 dengan nilai BER yang dihasilkan adalah 0,3333 yang hampir mencapai standarisasi nilai BER, sedangkan pada Kinerja sistem DS-SS CDMA terbaik pada SNR 10 dB didapat pada $n= 4,5,7,11$, dan 13 dengan nilai BER yang dihasilkan adalah 0,3333 yang hampir mencapai standarisasi nilai BER hal ini menunjukkan bahwa kinerja DS-SS CDMA dengan SNR 20 dB lebih baik daripada SNR 10 dB karena rentang kesalahan yang terjadi lebih sedikit.

Kata kunci- DSSS-CDMA, Kode Barker, Modulasi BPSK, BER

I. PENDAHULUAN

Di era modern ini, perkembangan sistem komunikasi berkembang dengan sangat cepat yaitu dapat mentransmisikan data maupun suara dengan kecepatan yang sangat tinggi serta memiliki efisiensi bandwidth yang tinggi, mengatasi masalah interferensi serta aman terhadap informasi yang akan dikirim. Spread spektrum adalah sebuah metode komunikasi di mana semua sinyal komunikasi disebar di seluruh spektrum frekuensi yang tersedia. Spread spektrum ini memiliki kenadalan yang didasarkan pada karakteristik kode-kode yang digunakan serta modulasi juga mempengaruhi tingkat keandalan suatu sistem. Pada sistem *DS-CDMA* ini untuk mencegah adanya interferensi maka digunakan kode penebar yang berfungsi untuk memisahkan pengguna secara individu ketika mereka bersamaan menduduki band RF yang sama.

Maka dari itu untuk meminimalisir terjadinya interferensi bersama antar pengguna maka diperlukan penggunaan kode penebar yang tepat dimana karakteristik dari kode penebar dapat meningkatkan kinerja sistem dengan mengurangi *multiple access interferences (MAI)* dan *biterror rate (BER)* dimana sebuah kode penebar harus memiliki nilai *auto korelasi* yang tinggi dan *cross korelasi* yang rendah.

Kode Barker adalah himpunan bagian urutan Pseudorandom (PN) yang biasa digunakan untuk sinkronisasi bingkai dalam komunikasi digital, dimana kode barker ini memiliki resolusi yang lebih baik dan juga memiliki rentang kebocoran yang kecil.

Pada penelitian ini akan dihitung nilai hasil *Bit Error Rate (BER)* pada simulasi dengan menggunakan kanal AWGN sebagai media transmisi dimana pada kanal AWGN ini terdapat gangguan noise yang sering disebut sebagai *Additive White Gaussian Noise (AWGN)*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Spread Spectrum

Spread spectrum adalah sebuah metode komunikasi dimana semua sinyal komunikasi disebar di seluruh spektrum frekuensi yang tersedia. Pada awalnya dikembangkan untuk kepentingan militer dan intelejen, Karena kebutuhan akan sistem komunikasi yang dapat mengatasi masalah interferensi, dapat menjamin kerahasiaan informasi yang dikirim dan dapat beroperasi pada tingkat *signal to noise ratio (S/N)* yang rendah atau tahan terhadap derau yang besar. Kode yang digunakan spread spectrum memiliki sifat random (acak) tetapi berulang secara periodal sehingga dinamakan acak semu (*Pseudorandom*) atau sering juga disebut noise semu (*Pseudonoise*). [1]

B. Pengaruh Modulasi Pada Spread Spectrum

Modulasi *spread spectrum* adalah salah satu metode keamanan pada proses transmisi data. Keunggulan teknik modulasi *spread spectrum* adalah dapat menolak interferensi pada gelombang transmisi dan dapat mereduksi densitas energi gelombang transmisi dan dapat digunakan pada modulasi digital berbasis FSK, ASK dan PSK.

Terdapat teknik modulasi yang dapat digunakan untuk menghasilkan *spread spectrum* diantaranya adalah Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS). Pada *direct-sequence spread spectrum*, suatu deretan kode PN dibangkitkan dimodulator. Deretan ini digunakan dalam hubungan dengan modulasi PSK (*Phase Shift Keying*) untuk menggeser fase sinyal PSK secara *pseudorandom* pada laju chip yang merupakan integer dari laju simbol informasi.

C. Modulasi BPSK

Pada BPSK, fasa dari frekuensi pembawa diubah-ubah antara dua nilai yang menyatakan keadaan biner 1 dan 0, dalam hal ini fasa dari frekuensi pembawa yang satu dengan yang lain berbeda sebesar π radian atau 180° , sehingga dalam hal ini pensinyalan pada BPSK kadang-kadang disebut juga dengan PRK (Phasa Reversal Keying).

Berikut rumus umum yang digunakan pada modulasi BPSK adalah :

$$S(t) = A \cos(\omega_c t + \theta_c) \quad (1)$$

Dimana :

- A = amplitudo sinyal
- ω_c = frekuensi pembawa
- θ_c = sudut fasa pembawa

Sinyal ini dipergunakan untuk menyampaikan digit biner 0 dan 1 secara berurutan.

D. Sistem Direct Sequence Spread Spectrum

(DS-CDMA)

Direct Sequence Code Division Multiple Acces (DS-CDMA) merupakan teknik CDMA berbasis *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS) sebagai salah satu pendekatan modulasi spread spectrum untuk pengiriman data digital kecepatan tinggi melalui radio.

CDMA menggunakan metode spread spectrum sebagai teknik *multiple access*. Sistem ini dapat digunakan secara bersama-sama oleh pengguna yang dapat mengirimkan sinyal pada waktu yang sama, masing-masing dialokasikan dengan menggunakan seluruh lebar pita frekuensi transmisi yang sama, menggunakan kode digital yang unik (pn-code sendiri), dan saling ortogonal sehingga beberapa sinyal dapat berada dalam domain waktu dan frekuensi secara bersama, yang membedakannya adalah penggunaan kode-kode yang unik untuk masing-masing sinyal (Etemad, 2004). Teknologi ini berbeda dengan teknologi akses konvensional yang menggunakan pembagian lebar pita frekuensi yang tersedia ke kanal narrow atau ke dalam time slot [2].

D. Kode Barker

Kode Barker adalah kode pendek yang menawarkan sifat korelasi yang bagus. *Kode Barker* merupakan himpunan bagian dari urutan *PN*, biasanya digunakan untuk sinkronisasi bingkai dalam sistem komunikasi digital. Kode Barker memiliki panjang paling banyak 13 dan memiliki *sidelob* korelasi rendah. Kode Barker biasa digunakan dalam sistem komunikasi spread spectrum, Kode-kode ini sangat cocok untuk sistem *Direct Sequence-Spread Spectrum* (DS-SS) karena mereka memiliki beberapa keunggulan dibandingkan kode *pseudo-Noise* (PN) lainnya. Diantaranya yaitu untuk memperluas spektrum dalam sinyal narrowband dalam sistem DS-SS. Disetiap bit yang ditransmisikan urutan chip

tertanam yang disebut kode noise, masing-masing bagian dapat direpresentasikan sebagai urutan durasi pulsa persegi panjang dalam n kali lebih kecil dari durasi bit informasi. Kode Barker memiliki urutan autokorelasi maksimum yang memiliki *sidelob* yang tidak lebih besar dari 1. Dimana fungsi *auto* korelasi $|r(T)| \leq 1$ untuk $T \neq 0$. Berikut ini Ada tujuh urutan Barker yang diketahui digunakan. Kode Barker terkenal untuk berbagai properti unik yaitu memproduksi lobus utama yang lebih tinggi dari *sidelob* dengan faktor panjang kode [3][4][5].

E. Kanal AWGN

Kanal AWGN merupakan kanal yang sering menjadi model dasar pada sistem komunikasi digital. Kanal *Additive White Gaussian Noise* atau yang sering disebut AWGN merupakan gangguan yang bersifat *Additive, White dan Gaussian*. Sifat *additive* artinya *noise* yang dijumlahkan dengan sinyal, sifat *white* artinya tidak tergantung dari frekuensi operasi sistem dan memiliki rapat daya yang konstan, dan sifat *Gaussian* artinya besaran tegangan *noise* memiliki rapat peluang terdistribusi *White Gaussian Noise* pada proses AWGN bersifat *power spectral density* (PSD) yang memiliki *spectrum* rapat daya *noise* dianggap memiliki harga yang sama untuk setiap frekuensi yang ditransmisikan.

F. Bit Error Rate (BER)

Bit Error Rate atau yang sering disebut dengan BER merupakan salah satu parameter yang akan diukur pada pembahasan kali ini. Bit Error Rate (BER) yaitu suatu rumusan kesalahan laju bit (bit error) yang terjadi selama penransmisian data antara terminal pengirim dengan terminal penerima. Kesalahan yang terjadi selama proses penransmisian data antara data masukan dan data keluaran dengan cara membandingkan antara data masukan total yang dikirim dengan jumlah data keluaran yang rusak.

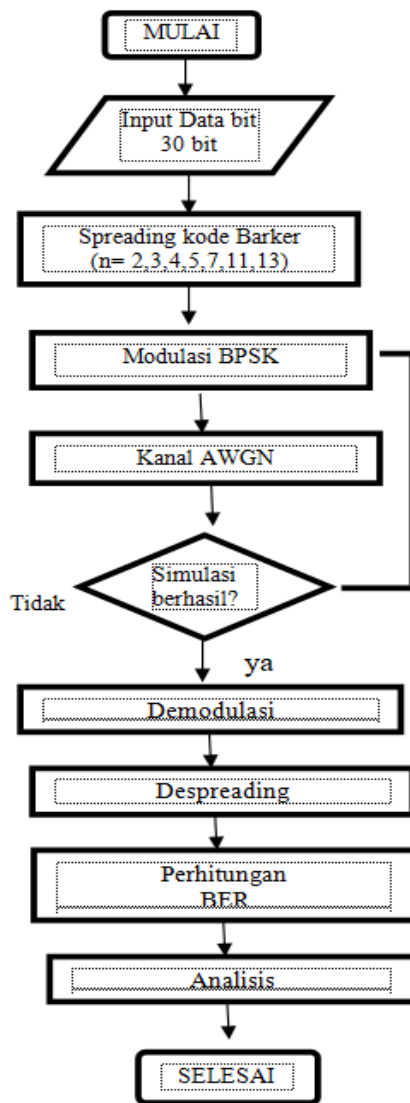
III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Teknik Pengumpulan Data

Metode penelitian yang dilakukan dalam proses penelitian ini adalah dengan melakukan pengamatan terhadap teori yang mendukung dalam melaksanakan penelitian dan mencari data-data yang diperlukan.

1. Pembelajaran mengenai DS *Spread spectrum* dan Kode Barker.
2. Merancang list program untuk mensimulasikan DS *Spread spectrum* dengan menggunakan kode barker .
3. Menentukan parameter sinyal input yang akan disimulasikan.
 - a. Menggunakan informasi biner (30 bit informasi secara acak)
 - b. Menggunakan kode barker dengan panjang sequence $n = 2,3,4,5,7,11,13$.

- c. Menentukan Noise AWGN dengan SNR 10 db dan 20 dB
 - d. Menentukan frekuensi carrier dengan metode $(t) = A \cos (2\pi f t)$
4. Menganalisis Error bit pada masing-masing panjang n kode barker yang digunakan melalui perhitungan BER.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Setelah merancang simulasi untuk kinerja DS-SS CDMA dengan kode penyebar barker pada kanal AWGN sesuai dengan teori dan fungsinya serta menentukan parameter dari objek penelitian yang akan digunakan. Sehingga dapat dilakukan uji penelitian dan selanjutnya didapatkan data yang akan dijadikan hasil dari penelitian. Untuk mengukur kinerja DS-SS CDMA dengan kode barker yang akan diuji dilakukan perhitungan terhadap nilai BER (Bit Error Rate) untuk menghitung laju kesalahan data dari kinerja kode yang digunakan dalam proses penelitian.

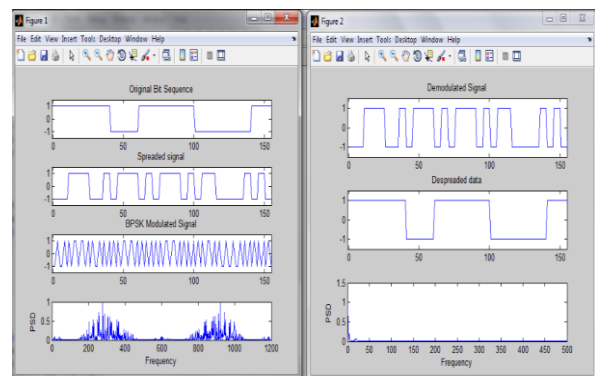
B. Metode Analisis

Adapun Metode simulasi dilakukan dengan menggunakan software MATLAB. Dimana data yang akan diinputkan sebanyak 30 bit data acak yang di spreading dengan menggunakan kode barker dengan panjang $n= 2,3,4,5,7,11,13$ pengujian yang akan kita lakukan yaitu terhadap kinerja DS Spread Spectrum CDMA dengan kode Barker pada kanal bernoise. Pengujian dilakukan sebanyak dua kali percobaan untuk percobaan pertama yang akan dilakukan adalah mensimulasikan unjuk kinerja DS Spread Spectrum CDMA tanpa menggunakan kanal bernoise dimana pengujian pertama ini bertujuan untuk mengetahui apakah data masukan sama dengan data keluaran. Selanjutnya dilakukan pengujian kedua dimana pada pengujian kedua ini mensimulasikan unjuk kinerja DS Spread Spectrum CDMA dengan menggunakan kanal bernoise dengan SNR 10 dB dan 20 dB yang bertujuan untuk mengetahui laju kesalahan data yang terjadi antara data masukan dengan data keluaran. Metode analisis yang dilakukan adalah menggunakan metode kuantitatif yaitu metode analisis yang mengelompokkan data-data bit yang diperoleh ke dalam kinerja sistem *Direct Sequence Spread Spectrum* dengan kode penyebar barker berdasarkan variable, mentabulasi dan grafik data dengan melihat Energi Bit Per Noise (E_b/N_0) sehingga dapat diketahui berapa bit yang error pada sistem *Direct Sequence Spread Spectrum* dimana kode penyebar yang digunakan adalah kode barker dan juga gangguan noise yang disebabkan oleh kanal AWGN.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Simulasi (DS-SS CDMA) Tanpa Menggunakan Kanal AWGN

Berdasarkan rancangan simulasi untuk kinerja DS-SS CDMA tanpa kanal AWGN seperti yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka hasil simulasi diperlihatkan pada gambar 4.1 pada gambar ini bit sinyal informasi terdiri dari 30 bit dengan deretan bit sebagai berikut : 110110011111010011110111110101.

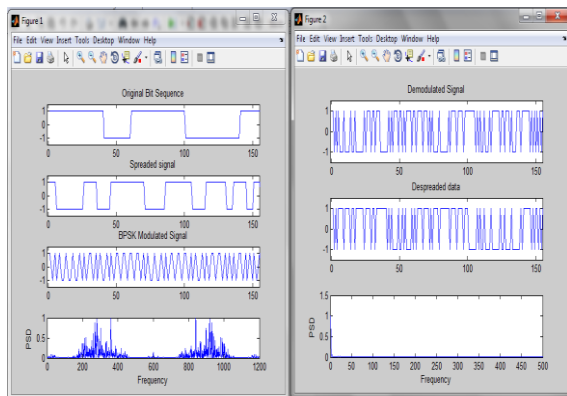


Gambar 2. Tampilan hasil simulasi DS-SS CDMA tanpa kanal AWGN

Hasil dari simulasi dari 2 bagian yaitu dari sisi *transmitter* (Tx) dan dari sisi *receiver* (Rx) adapun dari sisi transmitter dimana pada bagian tersebut terjadi proses pengiriman sinyal informasi yaitu 30 bit data yang dikirim. Setelah sinyal informasi sebanyak 30 bit data dikirim maka terjadilah proses spreading dengan menggunakan kode penobar Barker dimana dalam proses spreading ini bit informasi akan dikalikan dngan sinyal dari kode barker dengan panjang $n=2$ (+1 dan -1). Setelah proses spreading terjadi selanjutnya sinyal akan dimodulasikan, pada proses pemodulasian ini modulasi yang digunakan adalah modulasi BPSK .

Dan dari sisi *reciver* ini terjadi proses demodulasi dan despreading data kembali. Pada data hasil simulasi diatas dimana tanpa mennggunakan kanal AWGN sebagai media transmisisnya menunjukkan bahwa data masukan TX dari sisi pengirim sama dengan data masukan RX dari sisi penerima .

B. Hasil Simulasi (DS-SS CDMA) Menggunakan Kanal AWGN

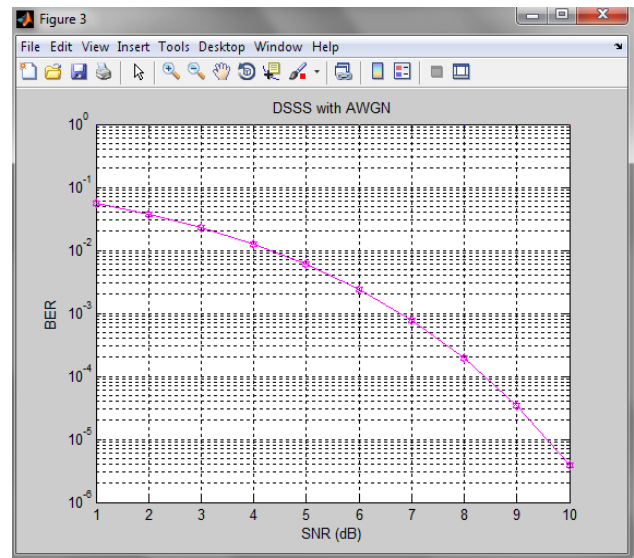


Gambar 3. Tampilan hasil simulasi DS-SS CDMA menggunakan kanal AWGN

Hasil dari simulasi di atas terdiri dari 2 bagian yaitu dari sisi *transmitter* (Tx) dan dari sisi *receiver* (Rx) adapun dari sisi transmitter dimana pada bagian tersebut terjadi proses pengiriman sinyal informasi yaitu 30 bit data yang dikirim. Setelah sinyal informasi sebanyak 30 bit data dikirim maka terjadilah proses spreading dengan menggunakan kode penobar Barker dimana dalam proses spreading ini bit informasi akan dikalikan dngan sinyal dari kode barker dengan panjang $n=2$ (+1 dan -1). Setelah proses spreading terjadi selanjutnya sinyal akan dimodulasikan, pada proses pemodulasian ini modulasi yang digunakan adalah modulasi BPSK.Selanjutnya sinyal informasi akan ditransmisikan melalui kanal AWGN (Additive White Gaussian Noise) pada proses ini dilakukan penambahan Noise.

Dan dari sisi *reciver* ini terjadi proses demodulasi dan despreading data kembali. Pada sisi receiver ini yang sebelumnya telah di transmisikan melalui kanal AWGN menghasilkan sinyal demodulasi yang telah terjadi penambahan noise dimana pada sinyal hasil demodulasi ini mengakibatkan terjadi kerusakan pada sinyal informasi yang telah diterima sehingga bentuk dari sinyal informasi menjadi tidak beraturan.

C. Grafik nilai BER dengan SNR=10 dB dengan n=2,3,4,5,7,11 dan 13.



Gambar 4. Grafik nilai BER dengan SNR=10 dB

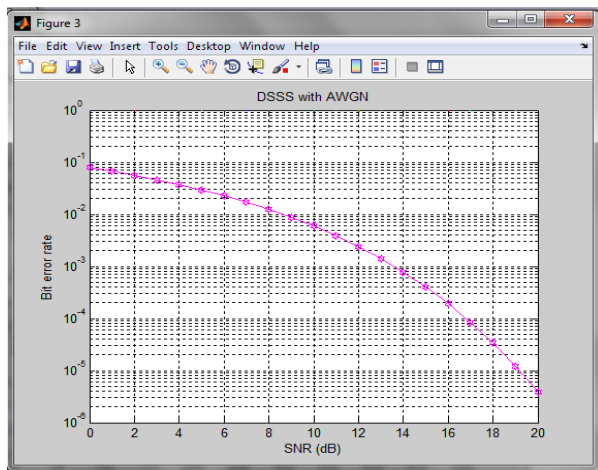
Dan dari hasil simulasi nilai BER berdasarkan tampilan grafik BER diatas maka dapat diambil kesimpulan bahwa nilai BER untuk kode yang cocok digunakan adalah $n=5,7,11,$ dan 13 dimana nilai BER yang dihasilkan adalah $0,3333$ hal ini disebabkan karena nilai BER dengan n tersebut hampir mencapai standarisasi nilai BER yaitu 10^{-3} atau 0.003 sedangkan pada $n= 2,3,$ dan 4 nilai BER yang dihasilkan tidak memenuhi standarisasi BER dimana nilai BER yang didapatkan adalah 1 dengan kesalahan transmisi data yang terjadi baik dari sisi pengirim dan dari sisi penerima (dari 30 bit yang ditransmisikan) semua mengalami kerusakan. Kenaikan nilai BER sebenarnya sangat berpengaruh terhadap berapa nilai noise yang dihasilkan dan pada kinerja DSSS-CDMA dengan menggunakan kode barker dengan nilai SNR 10 dB ini masih banyak terdapat bit yang rusak namun demikian masih dapat digunakan pada sistem DSSS dikarenakan pada $n= 5,7,11$ dan 13 nilai BER yang didapat hampir mencapai standarisasi BER.

Adapun tabel untuk perbandingan nilai BER dan E_b/N_0 dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 1. Nilai BER dengan SNR 10 dB

n Barker	BER	Kesalahan bit terima
2	1	30
3	1	30
4	1	30
5	0.3333	10
7	0.3333	10
11	0.3333	10
13	0.3333	10

D. Grafik nilai BER dengan SNR=20 dB dengan n=2,3,4,5,7,11 dan 13.



Gambar 5. Grafik nilai BER dengan SNR=20 dB

Hasil Dan dari hasil simulasi nilai BER berdasarkan tampilan grafik BER diatas maka dapat diambil kesimpulan bahwa Pada SNR=20 dB kinerja DSSS-CDMA dengan menggunakan kode penebar barker dengan n =2 dan 3 sangatlah buruk dikarenakan pada n tersebut standarisasi target BER yaitu 0.001 atau 10^{-3} belum tercapai namun pada n=4,5,7,11,dan 13 standarisasi BER hampir mencapi target yaitu dengan nilai BER yang dihasilkan 0,3333 dengan kesalahan bit yang error adalah 10 bit, namun pada dasarnya hasil yag diperoleh cukup maksimal.

Dari hasil simulasi diatas dengan SNR 10 dB dan 20 dB dapat dibandingkan bahwa pada SNR 20 dB kinerja sisitem DS-SS CDMA ini lebih baik dibandingkan dengan SNR 10 dB hal ini dikarenakan rentang kesalahan yang terjadi selama proses transmisi data dengan mennggunakan n yang berbeda lebih kecil, dimana pada SNR 10 dB terdapat 3 n yang nilai BER nya tidak mencapai standarisasi BER yaitu pada yaitu n=2,3, dan 4, sedangkan pada SNR 20dB hanya terdapat 2 n saja yang nilai BER nya tidak mencapai standarisasi BER yaitu pada n= 2 dan 3.

Adapun tabel untuk perbandingan nilai BER dan Eb/No dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 2. Nilai BER dengan SNR 20 dB

n Barker	BER	Kesalahan bit terima
2	1	30
3	1	30
4	0,3333	10
5	0,3333	10
7	0,3333	10
11	0,3333	10
13	0,3333	10

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisa data pada uraian bab sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada simulasi kinerja DSS-CDMA tanpa menggunakan kanal AWGN pada proses transmisi sinyal informasinya menghasilkan kinerja yang baik dimana sinyal informasi dari sisi penerima sama dengan sinyal informasi dari sisi pengirim.
2. Dalam proses pengiriman data melalui kanal AWGN mengakibatkan terjadinya kerusakan pada sinyal informasi yang diterima dimana bentuk dari sinyal informasi menjadi tidak beraturan.
3. pada SNR 10 dB, n= 2,3,dan 4 menghasilkan nilai BER yang buruk yaitu 1 sedangkan pada n=5,7,11, dan 13 nilai BER yang dihasilkan hampir mencapai standarisasi target BER yaitu 0,3333
4. pada SNR 20 dB, n= 2 dan 3 menghasilkan nilai BER yang buruk yaitu 1 sedangkan pada n=4,5,7,11, dan 13 nilai BER yang dihasilkan hampir mencapai standarisasi target BER yaitu 0,3333
5. Kinerja DS-SS CDMA dengan SNR 20 dB lebih baik daripada pada SNR 10 dB dikarenakan rentang kesalahan yang terjadi lebih sedikit.
6. Pada dasarnya performansi kinerja DSSS-CDMA tidak dipengaruhi oleh panjang kode penebar yang digunakan tetapi pada level daya noise yang masuk selama proses pentransmisian.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Sollu, T. S."Aplikasi Dan Tinjauan Teknis Direct Sequeece Spread Spectrum Code Division Multiple Acces (DS-CDMA)".283-291.(2009)

[2] Romandi, H. (2008). *Perancangan Dan Realisasi Demodulator DSSS* , 122-130.

[3] Shaik Benarjee, K. J." *Simulation and Implementation of Pulse Compression Techniques using Ad6654 for Atmospheric Radar Applications*", ISSN :2321-9653.(2017).

[4] V.Ogale, S. J." *CONTRIBUTION OF BARKER AND NESTED BARKER CODE IN CDMA TECHNOLOGY*" , ISSN : 2249-7455.(2018).

[5] Fitria. " *Analisis Proses Korelasi pada sistem CDMA*" , 15-17.(2004).