

SIMULASI UNJUK KERJA SISTEM KOMUNIKASI SATELIT BERBASIS CDMA UNTUK TRANSMISI SINYAL ECG (*ELECTROCARDIOGRAM*) PADA SISTEM TELEMEDIKA

Indra Irawan Isa¹, Arfianto Fahmi², Achmad Rizal³

Jurusan Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Telkom

Jl. Telekomunikasi no 1, Dayeuh Kolot, Bandung 40257, telp/fax: 022-7565933

indrapunya@yahoo.com¹, arf@stttelkom.ac.id², arz@stttelkom.ac.id³

Abstraks

Teknologi wireless saat ini menjadi alternatif utama dalam berkomunikasi, yang memungkinkan terjadinya hubungan dari dua tempat yang berjauhan. Di bidang kedokteran, teknologi ini mulai diterapkan dalam hal telemedika. Telemedika dapat diartikan sebagai tindakan medis jarak jauh. Salah satu contoh aplikasinya adalah monitoring sinyal ECG (electrocardiogram) atau sinyal detak jantung manusia. Sistem komunikasi satelit merupakan contoh teknologi wireless yang bisa diterapkan pada telemedika.

Penelitian ini menganalisis kehandalan dari sistem komunikasi satelit GEO (Geostationery Earth Orbit) berbasis CDMA, dimana user yang dianalisis adalah Rumah Sakit. Penelitian ini membahas performansi sistem untuk beberapa penggunaan kanal, yaitu kanal shadowed (Rayleigh) dan unshadowed (Rician). Penggunaan Turbo Code diharapkan dapat meningkatkan performansi sistem untuk mencapai target BER simulasi 10^{-5} .

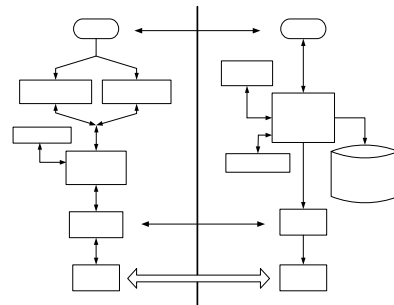
Penggunaan Turbo Code untuk kondisi kanal unshadowed dapat meningkatkan performansi sistem sebesar 20 dB ($K=10$ dB) dan 2 dB ($K=14$ dB dan 15 dB) untuk mencapai target BER, sedangkan untuk kondisi kanal shadowed performansi sistem naik hingga 41 dB untuk mencapai target BER. Untuk beberapa kondisi, kesalahan bit yang diterima dapat menyebabkan diagnosa yang salah oleh dokter

Kata kunci: Telemedika, sinyal ECG, satelit CDMA, kanal transmisi,

1. Introduction

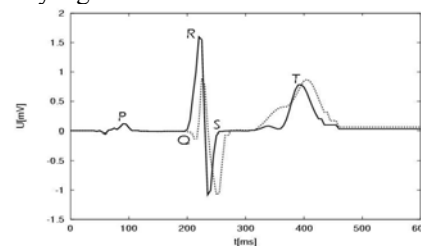
Teknologi *wireless* dewasa ini mejadi pilihan utama dalam berkomunikasi baik itu suara maupun dalam pengiriman data. Di bidang kedokteran saat ini, teknologi *wireless* sudah mulai digunakan dalam pengembangan

aplikasi sistem Telemedika. Telemedika dapat diartikan sebagai aplikasi teknologi telekomunikasi, komputer dan informasi untuk mentransmisikan informasi medis dalam menunjang pelaksanaan prosedur medis[15]. Data medis pasien ditransmisikan melalui medium udara, sehingga dapat dimonitor langsung oleh dokter tanpa harus berada di samping pasien tersebut. Contohnya adalah penanganan pasien penderita penyakit jantung oleh dokter spesialis dengan cara memonitor sinyal jantung yang disebut sinyal *ECG* (*electrocardiogram*) secara langsung dari tempat yang berbeda.



Gambar 1. Sistem telemedika [4]

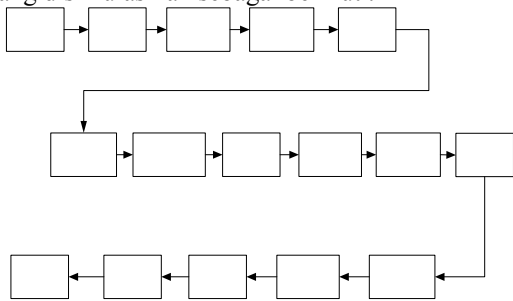
Sinyal *ECG* mempunyai karakteristik dimana amplituda yang rendah ($10\mu\text{V}$ - 10mV) dan frekuensinya yang rendah ($0,05$ - 100 Hz)^[17] sehingga dalam mentransmisikannya diperlukan kehandalan teknologi *wireless* yang digunakan dalam menjamin keakuratan data pasien yang diterima.



Gambar 2. Sinyal ECG[17]

2. Perancangan Simulasi

Dari beberapa jurnal dan artikel telah dilakukan beberapa penelitian tentang telemedika. Beberapa media digunakan sebagai media transmisi [2][4][10][13]. Untuk penelitian ini disimulasikan transmisi sinyal ECG melalui satelit Geostasioner CDMA. Data ECG digunakan database ECG MIT-BIH [16]. Adapun model sistem yang disimulasikan sebagai berikut :



Gambar 3. Model sistem

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam perancangan simulasi adalah sebagai berikut :

1. Teknik CDMA yang digunakan adalah teknik *Direct Sequence Spread Spectrum* [11]
2. Sinkronisasi dianggap sempurna
3. Tidak memperhitungkan efek *Doppler*.
4. Kanal baseband yang digunakan adalah *Rayleigh* dan *Rician*.
5. Antena yang digunakan *user omnidirectional*.
6. Pemodelan satelit yang digunakan adalah satelit regeneratif [5].
7. Target *BER* 10^{-5} .
8. Daya yang dipancarkan diasumsikan mencapai target *BER*.
9. Simulasi *single user*.

Untuk *spreader code* digunakan kode walsh dengan panjang 32 bit yang dibangkitkan dengan fungsi hadamard. Sedangkan kanal yang digunakan adalah kanal *unshadowed* dan *shadowed* dengan menggunakan model kanal ini untuk melihat kondisi *LOS* dan pengaruhnya terhadap performansi sistem, dengan demikian diharapkan dapat diketahui kehandalan pada kondisi terburuk.

Parameter dari simulasi yang dilakukan dirangkum pada tabel 1.

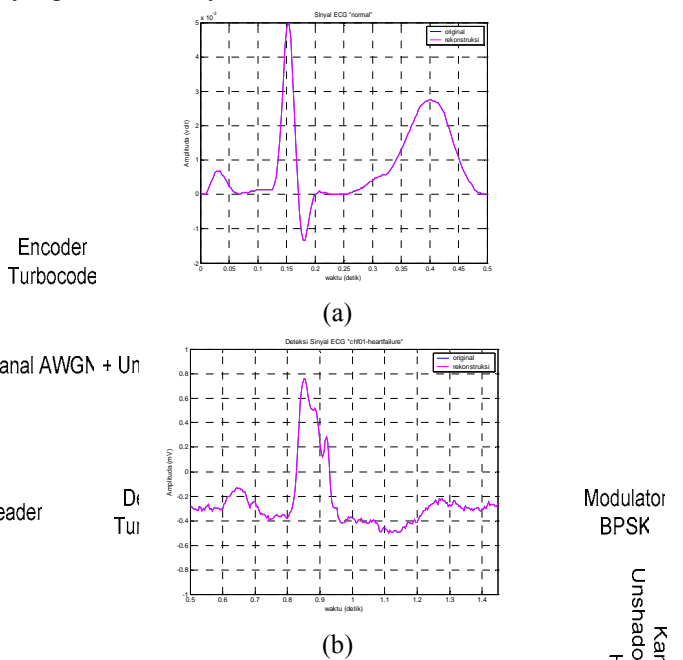
Tabel 1. Parameter simulasi

| Parameter | Keterangan |
|---------------------------|------------|
| Jumlah bit kuantisasi | 8 bit |
| Jumlah bit pengiriman | 1280 bit |
| Looping | 1000 kali |
| Code rate encoder | 1/2 |
| Memori encoder (tail bit) | 2 |

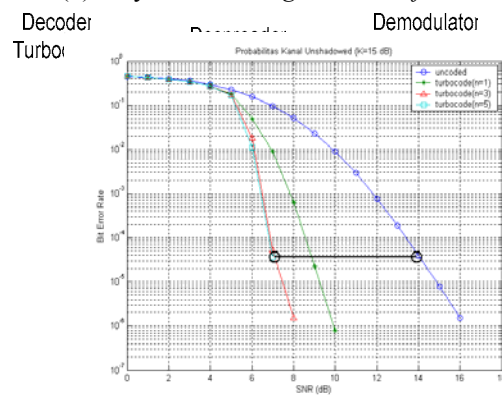
| | |
|----------------------------|-----------------------|
| Iterasi decoder Turbo Code | 1, 3, 5 kali [6] |
| Panjang kode Walsh | 32 bit |
| Chips rate | 2.048 Mcps |
| Modulasi | BPSK |
| Tegangan threshold | 0 volt |
| Kanal | Unshadowed / Shadowed |
| Faktor K (Rician) | 10, 14, 15 dB |
| Target BER | 10^{-5} |

3. Hasil dan Diskusi

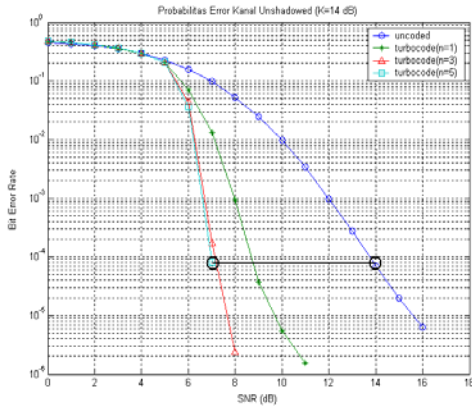
Pemodelan dilakukan pada level baseband, dengan menggunakan 2 sinyal ECG dari database MIT-BIH yang mewakili sinyal ECG normal dan abnormal.



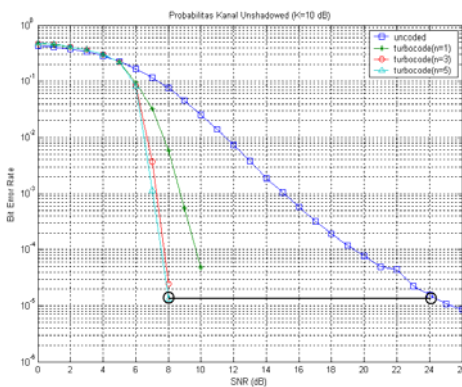
Gambar 4. (a) Sinyal ECG "normal"
(b) Sinyal ECG "congesive-heartfailure"



Gambar 5. BER Kanal Unshadowed (K=15 dB)

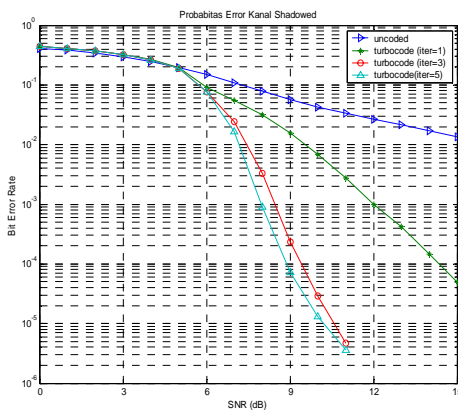


Gambar 6. BER Kanal Unshadowed (K=14 dB)



Gambar 7. Kanal Unshadowed (K=10 dB)

Pada kanal *unshadowed* disimulasikan untuk 3 kondisi geografis, yaitu rural (K=15 dB), suburban (K=14) dan urban (K=10) [11] dengan kondisi tanpa pengkodean dan pengkodean dengan iterasi 1,3,dan 5. Dari gambar 5,6 dan 7 terlihat penggunaan pengkodean dengan iterasi 5 meningkatkan performansi cukup signifikan. Demikian pula untuk kanal *Shadowed*.



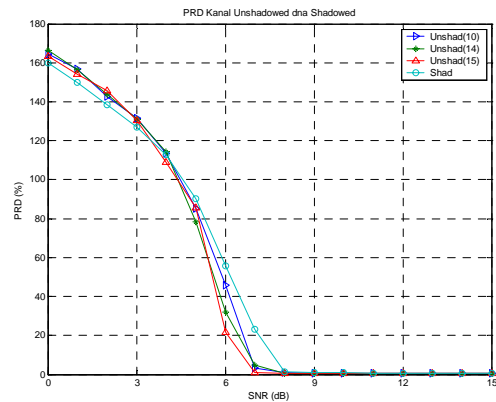
Gambar 8. Kanal Shadowed

Pengujian obyektif terhadap sinyal rekonstruksi dilakukan dengan menggunakan parameter *percentage root mean square difference* (PRD). PRD dirumuskan sebagai berikut [14].

$$PRD = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (x(n) - x'(n))^2}{\sum_{n=1}^N x^2(n)}} \times 100 \tag{1}$$

dimana $x(n)$ adalah sinyal asli, $x'(n)$ adalah sinyal hasil rekonstruksi, dan $\bar{x}(n)$ adalah rata-rata dari $x(n)$. Hasil yang didapat pada gambar 9. hasil terbaik ditunjukkan untuk kanal *unshadowed* untuk daerah rural.

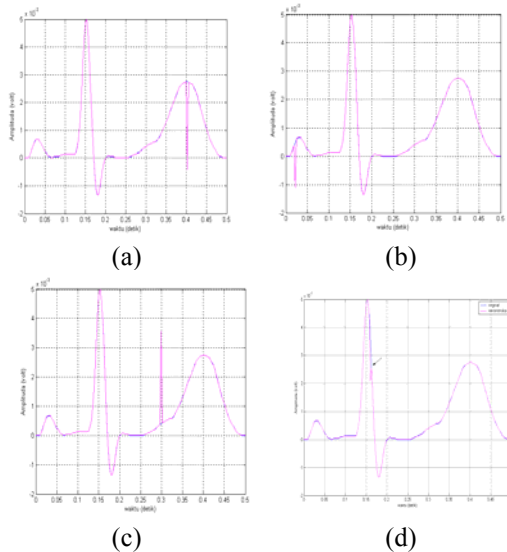
Hasil ini untuk menunjukkan kesamaan antara sinyal yang dikirim dengan sinyal yang diterima. Dari grafik yang ada didapat bahwa PRD mendekati 0% atau sinyal rekonstruksi dan sinyal kirim sama, apabila SNR pada nilai sekitar 8 dB.



Gambar 9. Grafik PRD (%)

Selain dilakukan pengujian sinyal rekonstruksi secara obyektif, pengujian secara subyektif dilakukan dengan melibatkan dokter. Diambil contoh sinyal hasil rekonstruksi yang menyatakan ECG normal dengan kesalahan 1 bit. Kesalahan yang terjadi menyebabkan terjadinya perubahan bentuk sinyal ECG yang direkonstruksi.

Hasil pengujian secara subyektif menunjukkan perubahan informasi secara klinis pada kondisi terjadi kesalahan 1 bit. Pada sinyal normal dikenali terjadi suatu penyakit tertentu seperti pada gambar 10. Tetapi hal ini tidak terlalu menjadi masalah karena kesalahan hanya akan terjadi apabila kondisi kanal sangat buruk dan daya pancar sangat rendah.



Gambar 10. (a) *Iskemia* (b) *Hipertropi atrium*
(c) *Infark miokard* (d) *Bundle Branch Block*

4. Kesimpulan

Penggunaan kanal *unshadowed* dan kanal *shadowed* akan sangat berpengaruh terhadap performansi sistem. Jika dibandingkan dengan kanal *AWGN*, kanal *unshadowed* menurunkan performansi sistem sebesar 20 dB ($K=10$ dB), 2 dB ($K=14$ dB dan $K=15$ dB), sedangkan untuk kanal *shadowed* sebesar 38 dB. Penggunaan *Turbo Code* 5 iterasi untuk *channel coding* dapat meningkatkan performansi sistem sebesar 16 dB ($K=10$ dB), 7 dB ($K=14$ dB dan $K=15$ dB) untuk kanal *unshadowed*. Sedangkan untuk kanal *shadowed* dapat meningkatkan performansi sistem sebesar 41 dB.

Untuk sinyal *ECG* hasil rekonstruksi jika terdapat 1 bit *error*, pada beberapa kondisi menyebabkan diagnosa kelainan jantung oleh dokter. Jika dilihat dari segi performansi sistem, satelit berbasis CDMA dapat dianggap layak untuk mentransmisikan sinyal *ECG*.

References

- [1] A. Ramesh, "Performance Analysis of Turbo Code on Fading Channel with Diversity Combining",
- [2] B. Woodward, R. S. H. Istepanian, C. I. Richards, "Design of a Telemedicine System Using a Mobile Telephone", *IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION TECHNOLOGY IN BIOMEDICINE*, VOL. 5, NO. 1, MARCH 2001 page 13-15
- [3] Dorothy, Okello Kabagaju, "Resource Management in CDMA-based Satellite Networks", Department of Electrical & Computer Engineering McGill University Montreal, Canada, April 2004.
- [4] E. Kyriacou, S. Pavlopoulos, A. Berler, M. Neophytou, A. Bourka, A. Georgoulas, A. Anagnostaki, D. Karayiannis, C. Schizas, C. Pattichis, A. Andreou and D. Koutsouris, "Multi-Purpose Healthcare Telemedicine Systems With Mobile Communication Link Support", *BioMedical Engineering Online*, Maret 2003.
- [5] Evaluation Report by the European Space Agency IMT-2000 Satellite RTT Evaluation Committee", September, 2003.
- [6] Iwut, Iwan, "Teknik Pengkodean (Error Control Coding)", Diktat Kuliah, Sekolah Tinggi Teknologi Telkom.
- [7] I. Sason, S. Shamai, "On Improved Bounds On Coded Communications Over Interleaved Fading Channels, With Applications To Turbo Codes", Dept. of Elect. Eng., Technion - Israel Inst. of Technology, Haifa 32000, Israel.
- [8] M. Ibnkahla, Quazi Mehbubar Rahman, A. Iyanda Sulyman, Hisham Abdulhussein Al-Asady, Jun Yuan, And Ahmed Safwat, "High-Speed Satellite Mobil Communications: Technologies And Challenges", IEEE.
- [9] Nahgian, Siamäk, "Mobile Satellite CDMA System", Licentiate Course On Signal Processing In Communications, Fall - 97, Dec 1997.
- [10] Robert S. H. Istepanian and Arthur A. Petrosian, "Optimal Zonal Wavelet-Based ECG Data Compression for a Mobile Telecardiology System", *IEEE Transactions On Information Technology In Biomedicine*, Vol. 4, No. 3, September, 2000
- [11] Samuel, C. Yang, "CDMA RF System Engineering", Artech House Boston London, 1998
- [12] Suh, Seong-Youp "A Propagation Simulator For Land Mobile Satellite Communications", Thesis Submitted Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, 1998.
- [13] Sven O. Aase, Ranveig Nygaard, John H. Husoy, and Dag Haugland, "Optimized Time And Frequency Domain Methods for ECG Signal Compression", Department of Electrical and Computer Engineering.
- [14] Seow San Lim, Yoke Kum Pang, and Hock Soon Tan, "Telemedicine VSAT Applications: Temasek Polytechnic Experience" International telehealth symposium, Bangkok 2001
- [15] www.biomed.ee.itb.ac.id/telemedika/m_tentang_telemedika.php
- [16] www.physionet.org
- [17] Zainal, Hazniel, "Mulawal EKG : Keterampilan Mentafsir Elektrokardiogram", Grafidian Jaya, 1979