

IMPLEMENTASI SMART ANTENNA MENGGUNAKAN ALGORITMA EIGENBEAMFORMING PADA TMS320C6713

Dominikus Madya P.¹, Heroe Wijanto², Kris Sujatmoko³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Antena pada sistem komunikasi bergerak memegang peranan yang sangat penting untuk memancarkan gelombang radio melalui udara. Namun, sampai pada saat ini antena yang digunakan masih menggunakan pola beam yang tetap. Teknologi Smart Antenna yang menggunakan algoritma adaptif tertentu merupakan suatu cara yang digunakan untuk meningkatkan performansi dari suatu sistem komunikasi bergerak. Smart Antenna yang diimplementasikan menggunakan algoritma Eigenbeamforming dan digunakan pada sistem komunikasi dengan standar IEEE 802.16e. Algoritma ini diimplementasikan pada TMS320C6713 yang digunakan untuk mendapatkan vektor pembobotan untuk setiap elemen antena susunan. Parameter yang akan diuji antara lain serta pada kondisi single user yang meliputi pengaruh level noise AWGN serta kondisi multi user yang meliputi pengaruh jumlah penginterferensi terhadap parameter SNIR pada user yang diinginkan. Hasil yang didapatkan adalah level noise AWGN yang besar akan mengakibatkan ketidakstabilan pada pola radiasi yang terbentuk mengindikasikan keakuratan estimasi kanal berkurang. Dengan bertambahnya jumlah penginterferensi akan mengakibatkan penurunan pada nilai SNIR pada user yang diinginkan. TMS320C6713 dapat digunakan sebagai prosesor pengolah sinyal pada sistem Smart Antenna. Disarankan untuk melakukan optimasi pemakaian buffer kanal komunikasi pada DSP untuk meningkatkan kecepatan transfer data dari TMS320C6713 ke PC.

Kata Kunci : beam, Smart Antenna, Eigenbeamforming, TMS320C6713.

Abstract

Antenna on mobile communication has an important role to transmit radio wave through the air interface. But, until today the antenna system that mainly used still having a fixed beam pattern. Smart Antenna Technology which used a current adaptive algorithm is a way to increase the performance of mobile communication system. Smart Antenna system that has been implemented is using Eigenbeamforming algorithm and being used in a communication system based on 802.16e standard. This algorithm has been implemented on TMS320C6713 which used to get the weighting vector for the array antenna element. The parameters that will be studied in a single user environment is the impact of gaussian noise level to the system and in a multi user environment is the impact of interferers number on desired user SNIR. The performance results are the more Gaussian noise level will effect on radiation pattern stability that indicate degradation of the channel estimation accuracy. Degradation on user SNIR will also be occur with the appearance of interferers. TMS320C6713 can be used as platform to implement Smart Antenna system. A recommendation is also given to optimize the used of channel communication buffer on DSP to increase data rate transfer from TMS320C6713 to PC.

Keywords : beam, Smart Antenna, Eigenbeamforming, TMS320C6713

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan dari sistem komunikasi bergerak seluler antara lain adanya peningkatan dalam efisiensi *bandwidth*, kemampuan dalam menghadapi kondisi *multipath fading* yang terjadi pada kanal propagasi, serta kemampuan menghadapi *co-channel interference*. *Multiple antenna* menawarkan peningkatan dari sisi kapasitas, daya tahan terhadap interferensi, dan reduksi terhadap *fading* bila konsep *diversity* digunakan pada sisi *transmitter (Base station)* dan juga sisi *receiver (user)*. [15]

Pada saat ini masih banyak perangkat *base station* menggunakan system antenna konvensional, berupa antena omnidireksional, dengan pola pancar yang dihasilkannya akan mengakibatkan banyak daya yang terbuang sia-sia karena tidak semua mengarah pada *user* yang diinginkan. Selain itu, jumlah user yang berkomunikasi pada saat yang bersamaan akan berkontribusi kepada parameter *carrier-to-interference-ratio*. Melalui penggunaan susunan antena yang adaptif (*smart antenna*), akan dapat dicapai beberapa keuntungan, antara lain: peningkatan kapasitas akibat pengarahan pola pancar yang *user-specific*, serta semakin berkurangnya *co-channel interference* akibat pengarahan *null-beam* ke arah tiap penginterferensi. Penerapan MIMO pada suatu system *smart antenna* diharapkan akan mampu untuk meningkatkan *array gain* serta memperbaiki performansi dari system komunikasi bergerak yang bersangkutan. [15]

Smart antenna sebuah antena yang mengontrol sendiri pola radiasinya ke arah kedatangan (*Direction-of-Arrival*) sinyal yang diinginkan. Teknologi *smart antenna* membutuhkan suatu algoritma pemrosesan sinyal yang memiliki kecepatan dan akurasi yang sangat tinggi. Dalam tugas akhir ini akan diimplementasikan suatu algoritma yang dikenal dengan istilah *Eigenbeamforming*. Algoritma ini akan diimplementasikan pada prosesor pengolah sinyal digital keluaran Texas Instruments dengan tipe TMS320C6713.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun berbagai rumusan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini antara lain:

1. Bagaimanakah prosedur dalam implementasi algoritma *eigenbeamforming* pada prosesor TMS320C6713?
2. Parameter apa sajakah pada algoritma *eigenbeamforming* yang harus disesuaikan dengan spesifikasi pemrograman pada TMS320C6713?
3. Bagaimanakah kinerja keseluruhan sistem hasil implementasi ditinjau dari berbagai parameter seperti: SNIR, pola radiasi susunan antena, waktu proses *real-time* pada prosesor, dan kemampuan prosesor dalam kondisi *multi user*?
4. Apakah prosesor pengolah sinyal digital TMS320C6713 dapat digunakan dalam aplikasi *smart antenna*?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini, antara lain:

1. Mengetahui prosedur dalam implementasi algoritma *Eigenbeamforming* pada prosesor TMS320C6713
2. Mengetahui parameter apa sajakah pada algoritma *eigenbeamforming* yang harus disesuaikan dengan spesifikasi pemrograman pada TMS320C6713
3. Melihat kinerja dari hasil implementasi ditinjau dari berbagai parameter seperti: SNIR, pola radiasi susunan antena, waktu proses *real-time* pada prosesor, dan kemampuan prosesor dalam memproses kondisi *multi user*.
4. Mengetahui kemampuan prosesor pengolah sinyal digital TMS320C6713 dapat digunakan dalam aplikasi *smart antenna*

Manfaat dari tugas akhir ini, antara lain:

1. Membantu meningkatkan mutu penelitian di bidang antena di jurusan Teknik Elektro, STT Telkom, khususnya pada aplikasi *smart antenna* untuk sistem komunikasi bergerak seluler.

2. Dapat meningkatkan level penelitian tentang perangkat *smart antenna* dari simulasi perangkat lunak sampai kepada simulasi perangkat keras yang melibatkan komponen RF (*Radio Frequency*).

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan dari masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini antara lain:

1. Algoritma untuk aplikasi *smart antenna* yang akan dipakai ialah algoritma *Eigenbeamforming*.
2. Perangkat keras yang digunakan antara lain: sebuah komputer (*PC host*), prosesor Texas Instruments TMS320C6713 (*target*), dan kabel USB yang menghubungkan *input* dan *output* prosesor TMS320C6713 dari dan ke PC.
3. Implementasi yang dilakukan hanya berupa simulasi model perangkat keras pengolah sinyal digital untuk aplikasi *smart antenna*, tanpa melibatkan perangkat keras pendukung lainnya, seperti susunan antena, *phase shifter* dan *power divider*.
4. Parameter kinerja pada sisi *User Equipment* akan diukur melalui simulasi.
5. Parameter kinerja yang akan diujikan, antara lain: *Signal-to-Noise* ratio (SNR), *signal-to-interference-and-noise ratio* (SNIR), pola radiasi susunan antena, dan *Array Gain* dalam lingkungan *single user* maupun dalam lingkungan *multi user*.
6. Untuk susunan antena diasumsikan menggunakan antena dipole $\lambda/2$ yang disusun secara linear sebanyak 4 elemen.
7. Tidak membahas pengaruh impedansi gandeng antena, proses penyepadanan antena, dan skema sistem pencatuan antena susunan
8. Proses akuisisi dan tracking diasumsikan berlangsung sempurna.
9. Tidak melakukan proses *feedback* informasi kembali ke *Base Station*
10. Sistem komunikasi *wireless* yang dipakai sebagai acuan simulasi *smart antenna* ini diasumsikan menggunakan standar *IEEE 802.16e*.

1.5 Metode Penelitian

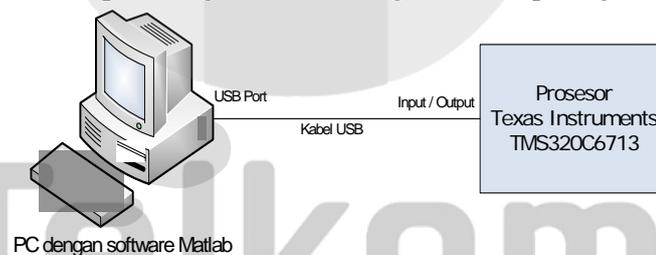
Metode penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini dapat dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

1. Studi Pustaka

Studi pustaka ini dilakukan untuk mengetahui keseluruhan parameter yang dibutuhkan dalam tahap perancangan dan pembuatan model simulasi. Studi ini juga ditujukan untuk mengetahui segala kemungkinan yang bisa dilakukan dalam peningkatan kinerja sistem yang akan diimplementasikan. Studi ini dilakukan dengan mencari buku-buku referensi yang terkait, men-download informasi yang ada di Internet, berdiskusi dengan dosen pembimbing, serta berdiskusi dengan pihak-pihak yang berpengalaman dalam implementasi sistem *smart antenna*.

2. Perancangan Spesifikasi dan Pemodelan

Dalam tahap ini, akan dicoba untuk membangun suatu spesifikasi teknis ideal seperti yang ada di lapangan, dengan menggunakan berbagai parameter yang diketahui dari studi pustaka. Setelah itu, spesifikasi tersebut akan dikonversi menjadi sebuah model simulasi sesuai dengan perangkat yang tersedia dan sesuai dengan batasan masalah dalam tugas akhir ini. Pemodelan untuk implementasi pada Tugas Akhir ini digambarkan pada gambar berikut :



Gambar 1.1: Model Implementasi

3. Implementasi

Adapun berbagai perencanaan langkah-langkah yang akan ditempuh dalam implementasi, antara lain:

- a. Melakukan analisis terhadap algoritma *eigenbeamforming* untuk mengetahui berbagai parameter-parameter masukan dan keluaran.

- b. Menyesuaikan parameter-parameter algoritma tersebut dengan spesifikasi perangkat keras pengolah sinyal digital Texas Instruments TMS320C6713.
- d. Mengimplementasikan algoritma *eigenbeamforming* yang telah mengalami penyesuaian tersebut ke dalam prosesor TMS320C6713 dengan melakukan *link* dengan Matlab via Simulink.
- e. Troubleshooting masalah yang terjadi dalam proses implementasi.

4. Pengujian Hasil Implementasi

Hasil implementasi kemudian akan diuji sesuai dengan model yang telah dirancang sebelumnya. Berbagai parameter yang akan diuji beserta metode pengujiannya, meliputi:

- a. *Signal-to-Noise Ratio (SNR)*
- b. *Signal-to-Interference and Noise Ratio (SNIR)*
- c. Pola Radiasi Susunan Antena
- d. Array Gain

5. Analisa Hasil Implementasi

Hasil dari implementasi serta parameter-parameter pengujian yang telah didapatkan kemudian dianalisa untuk melihat kelayakan implementasi dari algoritma *Eigenbeamforming* serta performansinya secara simulasi pada sistem komunikasi *wireless* yang dipakai sebagai standar.

1.6 Hipotesis

Hipotesis yang dari penelitian ini adalah :

- Prosesor TMS320C6713 mampu untuk dijadikan perangkat implementasi algoritma *Eigenbeamforming* pada aplikasi *smart antenna* dalam sistem komunikasi bergerak yang berbasis *IEEE 802.16e*.
- Performansi dari algoritma *Eigenbeamforming* yang diperoleh dari hasil implementasi pada TMS320C6713 akan relatif tidak berbeda dengan hasil yang didapat dari simulasi.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang diterapkan pada tugas akhir ini dapat diuraikan dalam beberapa bagian, seperti berikut ini:

BAB I Pendahuluan

Bab ini akan berisi latar belakang permasalahan, batasan dan rumusan masalah, tujuan dan manfaat, serta metodologi penelitian dan sistematika penulisan tugas akhir ini.

BAB II Dasar Teori

Berbagai teori mengenai konsep dasar antenna, antena susunan, algoritma *Eigenbeamforming*, MIMO, OFDM serta sistem prosesor pengolah sinyal digital TMS320C6713.

BAB III Model dan Implementasi Sistem

Pada bab ini akan diuraikan seluruh proses yang dilakukan dalam pembuatan model simulasi serta perancangan sistem untuk mengimplementasikan algoritma *Eigenbeamforming* ke dalam prosesor TMS320C6713.

BAB IV Analisa Kinerja Sistem

Hasil dari proses implementasi akan diuraikan di bab ini, lengkap dengan data-data hasil simulasi. Data-data tersebut dianalisis sesuai dengan berbagai parameter uji kinerja sistem yang telah disebutkan dalam bagian rumusan masalah.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Berbagai kesimpulan dari keseluruhan jawaban atas rumusan masalah akan diuraikan secara ringkas pada bab ini. Berbagai saran untuk penelitian di masa yang akan datang juga diuraikan dalam bab ini.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian pada Tugas Akhir ini antara lain :

1. Dalam melakukan proses implementasi pada TMS320C6713 perlu dilakukan tahapan yang berupa pembuatan model keseluruhan sistem pada Simulink. Kemudian pada tahap selanjutnya melakukan partisi pada model secara keseluruhan menjadi dua model yang independent yaitu model *host* dan model *target*. Pada kedua model inilah lalu dilakukan modifikasi dengan penambahan blok kanal komunikasi RTDX antara Simulink dengan TMS320C6713
2. Dalam pengimplementasian perlu diperhatikan sinkronisasi waktu sampling antar blok pada model target yang akan diimplementasikan melihat kompleksitas dari sistem penerima.
3. Pemilihan nilai *forgetting factor* berpengaruh pada kestabilan maupun kecepatan perubahan pola radiasi. Nilai *forgetting factor* yang optimum untuk makrosel dan mikrosel adalah 0.9.
4. Pada kondisi single user, besaran noise AWGN berpengaruh terhadap akurasi dari estimasi kanal pada UE. Semakin besar nilai noise AWGN maka akan terjadi penurunan kinerja pada nilai rataan SNR pada UE sebesar 48 dB bila level noise memiliki perbandingan -20 dB lebih kuat dari level sinyal serta kestabilan dari pola radiasi yang dihasilkan secara langsung mengakibatkan peningkatan Array Gain sebesar 4 dB. Hal ini terjadi relatif sama pada model makrosel dan mikrosel.
5. Pada kondisi *multi user*, algoritma *Eigenbeamforming* masih dapat mengatasi kondisi kanal propagasi sehingga vektor pembobotan yang diperoleh dapat menghasilkan pola radiasi spesifik untuk *user* yang bersangkutan. Penambahan jumlah interferensi secara ekstrem dari 1 menjadi 4 dapat menurunkan nilai SNIR sebesar ± 0.4 dB pada tiap kecepatan di kedua model sel. Penambahan jumlah interferensi secara linear dari 1 ke 4 menyebabkan penurunan SNIR yang relatif linear pula pada makrosel, sedangkan

pada mikrosel terjadi fluktuasi dimana pada peningkatan penginterferensi dari 2 ke 3 malah mengakibatkan peningkatan SNIR sebesar 0.04 dB.

6. Pada skema MIMO 4x4 jumlah kombinasi bobot yang dapat mencakup pergerakan *user* pada sudut azimuth sebanyak 4 buah kombinasi. Tiap kombinasi bobot itu akan dipilih berdasarkan kriteria daya terima maksimum pada algoritma.
7. Prosesor TMS320C6713 dapat digunakan sebagai dalam aplikasi Smart Antenna dengan memperhatikan beberapa penyesuain pada waktu sampling pada model algoritma.

5.2 Saran

Berbagai saran yang dapat digunakan sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan lebih dari satu DSP board agar tidak memberatkan proses pada PC pada simulasi multi user
2. Melakukan sinkronisasi waktu sampling antar blok yang diimplementasikan pada TMS320C6713 dengan menambahkan blok buffer pada masing-masing blok.
3. Pada penelitian selanjutnya dapat diikuti dengan pengiriman data, sehingga dapat digunakan skema lengkap sistem pengirim dan penerima.
4. Mencoba mengimplementasikan metode *open loop Eigenbeamforming* dan dibandingkan kinerjanya dengan metode *closed loop Eigenbeamforming*.
5. Melakukan optimasi pada kode C yang telah di-generate oleh Simulink pada *software Code Composer Studio* agar kecepatan komputasi dapat ditingkatkan

Telkom
University

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 3GPP. 2001. *Tx Diversity Solutions for Multiple Antennas*. 3G TR25.869 Release 5, V0.2.0. Nov. 2001
- [2] Andrews, Jeffrey G. 2007. *Fundamentals of WiMAX : understanding broadband wireless networking*. New Jersey : Pearson Education
- [3] Burr, Allister dkk. 2004. *Selected MIMO Techniques and Their Performance*. Sebuah Paper yang dikeluarkan oleh Information Society Technologies
- [4] Cheung, Bing-Leung Patrick. 2002. *Simulation of Adaptive Array Algorithms for OFDM and Adaptive Vector OFDM Systems*. Sebuah Tesis . Virginia Polytechnic Institute and State University
- [5] Godara, Lal Chand. 2004. *Smart Antennas*. Florida : CRC Press
- [6] IEEE Std 802.16e. 2005. *Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems*. Sebuah standar yang dikeluarkan oleh LAN/MAN Standard Committee. USA
- [7] Kiko D.A, Vincentius. 2006. *Studi kinerja Algoritma Eigenbeamforming Untuk Implementasi Aplikasi Smart Antenna Menggunakan Prosesor TMS320VC33*. Sebuah Tugas Akhir. Jurusan Teknik Elektro, STT Telkom, Bandung
- [8] Krauss, John D dan Ronald J. Marhefka. 2002. *Antennas For All Applications*. Edisi ketiga. New York : McGraw-Hill
- [9] Litva, John dan Titus Kwok-Yeung Lo. 1996. *Digital Beamforming in Wireless Communications*. Boston : Artech House
- [10] Naguib, Ayman. 2007. *IEEE 802.20 Channel Models Document*. Sebuah draft untuk proyek 802.20
- [11] Proakis, John G. 2001. *Digital Communications*. Edisi keempat. New York : McGraw-Hill
- [12] Proakis, John G. dan Dimitri G. Manolakis. 1996. *Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications*. Edisi ketiga. New Jersey : Prentice Hall
- [13] Rappaport, Theodore S. 2002. *Wireless Communication: Principles and Practices*. Edisi kedua. New Jersey : Prentice Hall
- [14] Siemens. 2000. "Channel Model for Tx Diversity Simulations Using Correlated Antennas". 3GPP TDOC R1-00-1067

- [15] Siemens. 2000. "Time Variant Simulation Parameters for Tx Diversity Using Correlated Antenna". 3GPP TDOC R1-00-1358
- [16] Texas Instruments. 2003. *TMS320C6713DSK Technical Reference*. Stafford : Spectrum Digital
- [17] Tsoulos, George. 2006. *MIMO System Technology for Wireless Communications*. Florida : CRC Press
- [18] Wimax Forum. 2006. *Mobile WiMAX – Part I: A Technical Overview and Performance Evaluation*. Sebuah paper yang dipublikasikan pada Agustus 2006

