

PENENTUAN POSISI MS PADA SISTEM CDMA BERBASIS JARINGAN DENGAN METODE TDOA

Afif Sasongko Purnomo¹, Heroe Wijanto Mt ; Ahzanul Kholis St^{2, 3}

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Kata Kunci :

Abstract

Keywords :



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beberapa layanan baru dari komunikasi seluler terus bermunculan salah satunya adalah penentuan posisi. Namun bagaimanapun penentuan posisi di sistem CDMA (*Code Divison Multiple Access*) menghadapi berbagai kendala.

Pertama, jika penentuan posisi diimplementasikan pada kanal *forward*, MS (*Mobile Station*) yang akan melakukan pengukuran dan penentuan posisi, kemudian mengirimkan informasi tersebut ke MSC (*Master Switching Center*). Akurasi *sinkronisasi clock* antara BTS (*Base Transceiver Station*) dan MS sangat menentukan untuk mendapatkan penentuan posisi yang akurat. Implementasi ini akan memerlukan tambahan hardware dan atau software pada MS, yang tentunya memerlukan tambahan daya, ukuran dan harga yang lebih besar dari MS.

Kanal *reverse* CDMA juga menghadapi masalah *near-far effect*. *Near far effect* terjadi ketika MS yang lebih dekat ke BTS-nya memiliki level daya yang lebih besar dibandingkan dengan MS yang lain. Hal tersebut akan menyebabkan ter-*interferensinya* MS yang lain, penurunan kualitas sinyal dan kapasitas sistem. Konsekuensinya, diperlukan sistem power kontrol yang lebih baik untuk mengurangi jumlah interferensi. Dengan power kontrol tersebut, ketika MS mendekati BTS yang menanganinya power kontrol akan memerintahkan penurunan daya pancar MS. Tetapi dalam kondisi ini maka *Signal to Noise Ratio (S/N)* MS di BTS lain akan menurun dan mengakibatkan ketidak akuratan dalam penentuan posisi.

Akan tetapi meskipun memiliki beberapa keterbatasan dalam akurasi penentuan posisi, sistem CDMA cukup tepat untuk pengaplikasian penentuan posisi dengan teknik TDOA. Clock yang tinggi pada CDMA menghasilkan

TDOA yang lebih tepat sehingga didapatkan penentuan posisi yang lebih akurat.

Layanan penentuan posisi memiliki beberapa kegunaan antara lain, untuk panggilan darurat yang memerlukan informasi posisi pemanggil, sistem navigasi kendaraan, pengaturan lalu lintas, tracking dan berbagai pengembangan lainnya.

Salah satu solusi penentuan posisi yang paling banyak digunakan sekarang adalah *Global Positioning System* (GPS). GPS bekerja pada frekuensi L-Band (1,5 GHz) yang berbeda dengan frekuensi seluler sehingga perlu adanya design antena dan penerima yang berbeda pada *handset* telepon seluler, hal tersebut akan menambah biaya, ukuran dan berat handset. Dalam penentuan posisi penerima GPS perlu minimal tiga satelit yang memantau dalam waktu bersamaan secara *Line Of Sight* (LOS), sehingga sulit digunakan di daerah *urban* dan di dalam bangunan. Tetapi selain itu GPS lebih realistis untuk direalisasikan dalam navigasi kendaraan karena bisa dipasang secara permanen dan juga memiliki keakuratan yang baik yaitu, 10 meter untuk militer dan 100 meter untuk komersial [3].

Ada banyak teknik yang digunakan untuk menentukan posisi MS, namun secara garis besar bisa diklasifikasikan menjadi dua kategori. Sistem penentuan posisi berbasis MS dan berbasis jaringan.

Sistem penentuan posisi berbasis MS dapat memberikan akurasi yang lebih baik dibandingkan yang berbasis jaringan. Namun sistem ini memerlukan perangkat tambahan pada handset sehingga akan mengakibatkan penambahan biaya, bobot dan ukuran handset. Yang termasuk dalam kategori ini antara lain, penambahan perangkat GPS pada handset, penggunaan metoda *Time Of Arrival* (TOA) atau TDOA (*Time Difference Of Arrival*) yang melakukan pengukuran dan perhitungan di sisi MS.

Penentuan posisi berbasis jaringan bekerja dengan handset yang ada dan perubahan dilakukan disisi BTS dan MSC. Sehingga sistem ini lebih mungkin untuk diaplikasikan dari sisi ekonomi. Antara lain metoda *Angle Of Arrival* (AOA), TOA dan TDOA dengan pengukuran dan perhitungan di sisi BTS.

Metode AOA menggunakan antena array atau smart antena untuk menentukan posisi. Jika minimal terdapat dua nilai *Direction Of Arrival* (DOA) dari dua buah antena, posisi MS bisa didapat dari titik potong dari dua DOA tersebut. Untuk menentukan nilai DOA tersebut dihitung berdasarkan beda fasa atau karakteristik sinyal lainnya antar elemen-elemen antena. Akan tetapi sulit untuk mendapatkan akurasi dari metoda AOA, karena untuk mendapatkan DOA yang tepat maka MS dan BTS harus LOS.

Metoda TOA mengukur waktu yang diperlukan sinyal untuk menempuh jarak dari MS ke BTS dan kemudian diperkirakan jaraknya. Jika ada minimal tiga buah BTS yang bisa memperkirakan jarak MS ke masing-masing BTS maka posisi MS bisa ditentukan. Akan tetapi dalam kenyataannya di lapangan penentuan waktu tempuh sinyal secara tepat sangatlah sulit karena sinyal mengalami banyak pemantulan dalam *forward* maupun *reverse link*.

Teknik TDOA mengestimasi perbedaan waktu kedatangan sinyal dari sumber pada beberapa penerima. Pengukuran ini dilakukan pada saat sinkronisasi. Cross korelasi dari dua buah sinyal yang diterima dilakukan dan memberikan perbedaan waktu kedatangan sinyal pada dua buah base station.

Nilai perbedaan waktu tersebut menggambarkan sebuah hiperbola diantara dua *base station* dimana pada garis hiperbola itu kemungkinan sumber berada dengan asumsi MS dan BTS *coplanar*. Jika kita bisa mendapatkan dua buah TDOA dari tiga BTS maka perpotongan dari kedua hiperbola itu adalah estimasi lokasi MS.

TDOA bisa ditentukan dua cara, yaitu dengan mengurangi dua buah nilai TOA untuk mendapatkan TDOA atau meng-crosskorelasi-kan dua buah sinyal yang ditangkap BTS. Akan tetapi untuk mendapatkan TOA kita harus mengetahui waktu transmisi secara tepat tanpa itu kita tidak bisa mendapatkan TDOA.

Setelah TDOA kita dapatkan kemudian diubah menjadi persamaan hiperbola non-linear yang bisa diselesaikan dengan beberapa algoritma. Antara lain metoda Taylor-Series, metoda Chan, metoda Fang dan sebagainya.

Pengukuran akurasi penentuan posisi menggunakan *Mean Square Error* (MSE)

1.2 Perumusan Masalah

Masalah utama yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah penentuan posisi yang dibagi menjadi dua tahap yaitu, pertama penentuan TDOA dengan menggunakan cara cross koerlasi dan kemudian penyelesaian persamaan hiperbola non-linier dengan menggunakan algoritma Chan. Perbandingan performansi penentuan posisi dilakukan untuk level AWGN yang berbeda, panjang snap shot yang berbeda dan kanal yang berbeda. Untuk menghitung performansi dari penentuan posisi yang dihasilkan akan digunakan metoda MSE dan RMS.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian dalam tugas akhir ini dilakukan untuk menganalisis teknik *hyperbolic position location* pada sistem seluler CDMA dengan algoritma chan dan uji performansi MSE. Dengan memperhitungkan :

- Performansi sistem penentuan posisi dengan level noise (E_b/N_0) yang berbeda.
- Performansi sistem penentuan posisi dengan panjang sampel sinyal (*Snap Shot*) yang berbeda.
- Performansi sistem penentuan posisi berdasarkan jarak dan posisi MS terhadap BTS referensi.
- Performansi sistem penentuan posisi dalam kondisi kanal yang berbeda-beda..
- Performansi sistem penentuan posisi dengan jumlah pelanggan aktif tiap sel yang berbeda.

1.4 Pembatasan Masalah

Permasalahan dalam tugas akhir ini akan dibatasi pada masalah-masalah sebagai berikut :

- Sistem CDMA yang digunakan disesuaikan dengan standar IS-95 : $f=900\text{MHz}$, $BW=1,2288\text{ MHz}$, Makrosel $R=5\text{ Km}$, *Processing Gain*=128, dengan durasi chip $T_c = 813,8\text{ ns}$ [6].
- Power kontrol dianggap ideal dan telah tercapai.
- Model kanal adalah AWGN, dengan path loss model Hata dan fading Rayleigh
- Pada waktu penentuan posisi user dalam keadaan tidak bergerak
- Posisi *user* selalu terpantau oleh tiga BTS
- Penentuan posisi dilakukan secara dua dimensi

1.5 Metodologi Penelitian

Dalam tugas akhir ini digunakan metode pembahasan *descriptive analytic* dan *comperative analytic*. Tugas akhir ini dilakukan sesuai dengan suatu teori yang ada dan pengambilan data untuk validasi diperoleh dari simulasi. Data tersebut kemudian dianalisis dan dibandingkan atau didekati dengan teori.

1.6 Sistematika Penulisan

Bab I : Pendahuluan

Pada bab ini akan dibahas gambaran umum tentang sistem penentuan posisi MS pada sistem seluler CDMA dengan metoda TDOA yang akan dibahas dalam tugas akhir ini. Dan akan sedikit dibahas beberapa teknik penentuan posisi pada sistem seluler yang telah dikembangkan dengan

Telkom
University

kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Pengenalan beberapa teknik uji performansi yang biasa digunakan dalam sistem penentuan posisi

Bab II : Penentuan Posisi dengan Metoda TDOA

Pada bab ini akan dibahas sistem penentuan posisi menggunakan teknik TDOA dan penggunaan algoritma Chan untuk menghitung persamaan hiperbola. Dibahas pula teknik uji performansi yang digunakan dalam tugas akhir ini.

Bab III : Model Simulasi

Pada bab ini akan dibahas pemodelan dari sistem seluler yang digunakan meliputi, path loss, fading, noise, ukuran sel dan pemodelan lainnya.

Bab IV : Analisis

Pada bab ini akan dianalisa unjuk kerja dari sistem penentuan posisi dengan metoda TDOA melalui data hasil simulasi untuk beberapa kondisi dan dengan beberapa teknik uji performansi.

Bab V : Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan dan saran.

Telkom
University

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- Metoda penentuan posisi hiperbola disebut juga metoda TDOA melakukan perhitungan penentuan posisi dalam dua tahap. Tahap pertama menentukan perbedaan sinyal kedatangan (TDOA) sinyal antara dua penerima dengan menggunakan GCC dan tahap kedua menggunakan algoritma Chan untuk mencari solusi dari persamaan hiperbola hasil dari penentuan TDOA.
- Dari percobaan terlihat bahwa performansi penentuan posisi membaik seiring dengan bertambahnya level Eb/No dalam sistem seluler, Eb/No minimum agar standar minimum FCC untuk persentase keberhasilan penentuan posisi sebesar 67 % terpenuhi adalah 9 dB.
- Bertambah panjangnya sinyal snap shot juga meningkatkan performansi penentuan posisi karena hal itu akan memberikan hasil yang lebih akurat dalam penentuan peak dari cross korelasi. Panjang sinyal snapshot minimum agar standar FCC terpenuhi adalah 10 bit (1280 chip). Jadi dalam kondisi terburuk dimana aktifitas pembicaraan dari panggilan pelanggan yang hendak diketahui posisinya sangat rendah, menyebabkan hanya 1 power group kontrol (12 bit = 1536) yang bisa ditangkap oleh BTS sistem penentuan posisi ini bisa dikatakan dapat bekerja dengan baik.
- Berdasarkan hasil simulasi semakin dekat user dengan BTS referensi maka performansi penentuan posisi semakin menurun, tetapi masih bisa memenuhi standar FCC. Akan tetapi penentuan posisi berbasis jaringan memiliki beberapa kekurangan antara lain, cakupan sistem seluler terbagi atas sel-sel yang relatif dekat jaraknya sehingga *handset* dari MS memiliki daya pancar cukup kecil yang hanya bisa ditangkap oleh satu atau dua BTS saja dengan kualitas sinyal yang telah mengalami distorsi karena *multipath interference*, fading dan efek yang lain. Semua hal tersebut akan mengurangi tingkat akurasi dari penentuan

posisi. Mekanisme power control dalam system CDMA dapat berpengaruh buruk terhadap penentuan posisi ketika MS semakin mendekati home sel.

- Performansi sistem juga dipengaruhi oleh posisi geometris MS terhadap ketiga BTS dan adanya fading dalam kanal. Adanya selective fading akan menyebabkan ISI dan adanya flat fading menyebabkan *error bursts* (*gain variation*), hal tersebut menyebabkan estimasi TDOA dari cross korelasi tidak lagi akurat. Dari hasil simulasi bisa dikatakan bahwa sistem penentuan posisi tidak bisa langsung diaplikasikan begitu saja dalam kanal fading untuk itu diperlukan perangkat tambahan untuk mengatasi fading.
- Semakin banyak user aktif tiap sel akan semakin menambah sinyal interferensi. Jumlah sinyal interferensi juga berpengaruh terhadap performansi penentuan posisi, semakin besar interferensi, performansi akan semakin menurun. Tetapi dari hasil simulasi bisa disimpulkan meskipun dalam keadaan kanal maksimum yaitu sebesar 30 kanal (IS-95) sistem penentuan posisi masih bisa memenuhi standar FCC.

5.2 Saran

- Diusulkan agar user yang hendak diketahui posisinya diinstruksikan oleh MSC untuk meningkatkan daya pancar dengan tujuan mengatasi path loss, interferensi dan mekanisme power control agar kualitas sinyalnya mencukupi untuk mencapai tingkat akurasi yang optimal.
- Karena sistem CDMA hanya membedakan user dengan kode yang berbeda maka dimungkinkan terjadinya interferensi antar user cukup tinggi, sehingga diperlukan adanya interferensi cancellation terutama untuk BTS #2 dan BTS #3 agar kualitas sinyal MS yang hendak di snap shot lebih bagus.
- Selain itu untuk memperbaiki proses penentuan TDOA disarankan menggunakan filter lain yang sesuai dengan ketelitian dan stabilitas yang dibutuhkan di dalam

GCC, seperti *Roth Impulse Response*, *Smoothed Coherence Transform*, dan sebagainya.

- Metoda TDOA juga bisa diperbaiki dengan metoda hybrid yaitu gabungan antara metoda TDOA dan AOA (*Angle Of Arrival*).
- Usulan yang lain yaitu ditambahkan teknik-teknik untuk mengatasi fading, seperti memberikan fading margin dalam sistem, menerapkan berbagai teknik diversitas, menambahkan *Decision Feedback Equalizer*, *Rake Diversity* dan teknik-teknik yang lain.


Telkom
University

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bogi Witjaksono, Ir., MT dan Nachwan Mufti Adriansyah, ST, Diklat Kuliah Transmisi Komunikasi Bergerak, Laboratorium Siskomber STT Telkom, 2001
- [2] Carl W. Kain, Location-Based Wireless Services: Finding People Everywhere,
- [3]. George A.Mizusawa, Performance of Hyperbolic Position Location Techniques for Code Division Multiple Access, Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, August 1996
- [4] James M. Zagami and Steen A. Parl, Julian J. Busgang, Karen Devereaux Melillo, Providing Universal Location Services Using a Wireless E911 Location Network, IEEE Communication Magazine, April 1998
- [5] Jean-Louis Lavroff, Location Services or How to Enhance Personal Safety an Stimulate Lucrative Business Opportunities, European Commission-General Information Society
- [6] Muhammad Aatique, Evaluation of TDOA Techniques for Position Location in CDMA Systems, Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, September 1997
- [7] T.S.Rappaport, Wireless Communications : Principles and Practice, Prentice Hall Inc, Upper Saddle River, New York, 1996
- [8] Toni Parlagutan, Tugas Akhir Simulator Fading Rayleigh, 111910173 Teknik Elektro STTTelkom
- [9] W.C.Y.Lee, Mobile Communications Engineering, Mc Graw Hill Publications, New York, 1985
- [10] W.C.Y.Lee, Mobile Communications Design Fundamentals, Wiley series in Telecommunications, Second Edition, 1993
- [11] Y.T.Chan and K.C.Ho, A Simple and Efficient Estimator for Hyperbolic Location, IEEE Transactions on Signal Processing Vol 42, no.8 pp1905-1915 August 1994