

## PENENTUAN POSISI MS PADA SISTEM WCDMA DENGAN MENGGUNAKAN METODE TDOA DAN ALGORITMA CHAN-HO

Triadi Pramudita<sup>1</sup>, Budi Prasetya<sup>2</sup>, Deni Saepudin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

---

### Abstrak

WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) merupakan teknologi seluler generasi ketiga (3G) yang menjadi pengembangan generasi kedua (2G). Keunggulan yang paling dirasakan adalah bandwidth yang cukup besar yaitu sebesar 5 MHz. Berbagai teknik penentuan lokasi telah dikemukakan dan dikembangkan oleh berbagai pihak untuk diterapkan pada penentuan posisi seluler. TOA, TDOA, AOA, RSS, atau teknik hybrid yang menggabungkan dua atau lebih teknik adalah beberapa teknik yang bisa diaplikasikan.

TDOA (Time Difference of Arrival) adalah salah satu teknik yang menggunakan  $\geq 3$  Base Transceiver Station (BTS) untuk menentukan estimasi lokasi dari MS, dimana satu BTS bertindak sebagai BTS referensi. Pada tugas akhir ini digunakan Algoritma Chan-Ho dapat digunakan untuk menyelesaikan persamaan parabola non linier hasil metode TDOA.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa posisi MS terhadap BTS berpengaruh terhadap keberhasilan penentuan posisi. Simulasi secara umum menunjukkan bahwa semakin dekat MS terhadap BTS referensi, harga RMS error semakin tinggi. Hal ini disebabkan jarak antara MS terhadap BTS lain pun semakin jauh dan beda waktu kedatangan sinyal pun semakin besar. Karena proses cross correlation tidak selektif untuk memilih sinyal antara sinyal asli, pantul, dan interferensi, maka hasil cross correlation dua sinyal tadi akan menghasilkan error yang besar. Sistem penentuan posisi tidak bekerja dengan baik pada kanal Rayleigh Fading, untuk itu diperlukan penambahan teknik-teknik untuk mengatasi fading. Semakin banyak user yang aktif tiap sel, nilai RMS error semakin besar. Nilai Eb/No 10 dB merupakan nilai minimum yang dapat digunakan agar sistem bekerja dengan baik dan persentase keberhasilan berada di atas 70 %. Sedangkan, akurasi mencapai 67 meter.

Kata Kunci : WCDMA, TDOA, Chan-Ho, MS

---

Telkom  
University

#### Abstract

WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) is a third-generation cellular technology (3G) that is developed of second generation (2G). The advantage that felt is large bandwidth that is equal to 5 MHz. Various techniques have been proposed and developed by people to be implemented on mobile positioning location. TOA, TDOA, AOA, RSS, or a hybrid technique that combine two or more techniques are some techniques that can be applied.

TDOA (Time Difference of Arrival) is one technique that uses a  $\geq 3$  Base Transceiver Station (BTS) to determine the estimated location of MS, which one BTS acts as a reference. In this research, used Chan-Ho algorithm that can be used to solve non-linear parabolic equation method results from TDOA.

The results of this research indicate that the position of the MS to the BTS effect on the success of the position. Simulations show that if the MS is closer to the reference BTS, the error is higher. This is due to the distance between the MS to another BTS became more far and different signal arrival time greater. Because the cross correlation process isn't selective to choose the signal between the original signal, reflection, and interference, then the results of the cross correlation of two signals was going to produce a large error. Positioning systems do not work as well in Rayleigh Fading channel, thus it required the addition of techniques to overcome fading. The more active users per cell, the greater the value of RMS error. Value of  $E_b/N_0$  10 dB is the minimum value that can be used so that the system works well and the success percentage is above 70%. Thus, the accuracy is 67 meters.

Keywords : WCDMA, TDOA, Chan-Ho, MS

---

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Permasalahan penentuan posisi MS yang akurat dalam sistem komunikasi *wireless* telah menyedot perhatian para *engineer* dari waktu ke waktu. Faktor utama yang membuat mereka tertarik adalah pelayanan pada sistem komunikasi *wireless* harus selalu meningkat khususnya dalam penentuan lokasi, karena penentuan lokasi yang *reliable* harus senantiasa dilakukan optimasi performansi pada desain jaringan *wireless* yang ada atau baru juga sebagai *service* tambahan untuk para *subscriber*.

Dahulu, penentuan posisi diaplikasikan untuk kepentingan militer, namun sekarang berubah menjadi *value added service* (VAS). Banyak teknik yang digunakan untuk penentuan lokasi, seperti GPS, Radar, Loran-C, dan lain-lain. Masing-masing teknik memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. TDOA (*Time Difference of Arrival*) adalah salah satu metode penentuan lokasi *Mobile Station*.

Penentuan posisi berbasis jaringan pada WCDMA, TDOA memanfaatkan salah satu pancaran sinyal untuk komunikasi MS dari BTS yang dikenal dengan sinyal pilot. Proses singkatnya adalah antara BTS dengan MS melakukan proses akuisisi sehingga didapatkan jarak antara BTS dengan MS. Jarak inilah yang nantinya akan digunakan untuk penentuan posisi MS. Penentuan posisi berbasis jaringan tidak membutuhkan tambahan perangkat pada MS, namun ada modifikasi pada BTS. Pada implementasinya, ada penambahan salah satu perangkat yang dinamakan LMU (*Location Measuring Unit*) atau LCS (*Location Service Center*).

Standar penentuan *position location* ini telah dikemukakan oleh *United States Federal Communications Commissions* (FCC) pada sel dengan radius 5 km, yaitu simpangan *error* penentuan posisi harus dibawah 125 meter atau persentase keberhasilan minimal 67% untuk standarisasi E911 *Public Security Service System* <sup>[1]</sup>. Sedangkan standar UTRAN LCS, untuk *emergency call* yaitu dari 50 meter sampai 150 meter <sup>[2]</sup>.

Pada penelitian sebelumnya yang menerapkan metode TDOA pada sistem GSM diperoleh akurasi penentuan posisi berkisar antara 100 meter sampai 300 meter. Simpangan *error* ini sangatlah besar. Setelah metode TDOA ini diterapkan pada sistem WCDMA, akurasi penentuan posisi rata-rata sebesar 67 meter. Ini menunjukkan bahwa penerapan pada sistem WCDMA cukup tepat untuk diaplikasikan.

## 1.2 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari tugas akhir ini adalah:

- Performansi penentuan posisi berdasarkan level Eb/No yang berbeda-beda
- Performansi penentuan posisi berdasarkan jarak dan posisi MS terhadap BTS referensi.
- Performansi penentuan posisi dengan jumlah *user* aktif tiap sel yang berbeda.

## 1.3 Perumusan Masalah

Permasalahan utama yang akan dibahas adalah penentuan posisi MS dalam dua tahap yaitu penentuan TDOA dengan menggunakan *cross correlation* dan penyelesaian persamaan hiperbola non-linier dengan menggunakan Algoritma Chan-Ho.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari tugas akhir ini adalah:

- Teknologi seluler yang digunakan adalah WCDMA.
- *Power control* dianggap ideal.
- Model kanal adalah AWGN dan Rayleigh.
- Pada saat penentuan posisi, *user* berada dalam keadaan diam.
- Sinkronisasi antar BTS sempurna.
- Posisi *user* terpantau oleh tiga BTS.
- Tidak membahas proses dari BTS ke MSC dan sebaliknya.
- Penentuan posisi dilakukan secara dua dimensi (2D) dalam koordinat kartesian (x,y).
- Simulasi menggunakan *software* MATLAB R2009b.

## 1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

### 1. Studi Literatur

Melakukan studi literatur dengan memahami konsep dan teori pendukung yang berkaitan dengan tugas akhir ini. Proses pembelajaran melalui pustaka-pustaka yang berkaitan dengan penelitian, baik berupa buku dan jurnal ilmiah.

### 2. Perancangan Model dan Simulasi

---

**Penentuan Posisi MS pada Sistem WCDMA dengan Menggunakan Metode TDOA dan Algoritma Chan-Ho**

Perancangan model dan simulasi untuk mendapatkan data-data yang akan dianalisis. Pada tugas akhir ini, perancangan model dan simulasi. Simulasi dilakukan dengan menggunakan *software* Matlab R2009b dan Microsoft Excel 2007 untuk membantu perhitungan.

3. Analisis Hasil Simulasi

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap parameter-parameter kinerja sistem.

4. Penarikan Kesimpulan

Mengambil kesimpulan dari hasil penelitian serta memberikan saran untuk proses selanjutnya.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini terdiri dari lima bab:

**BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini terdiri dari latar belakang, tujuan, metodologi, batasan masalah, dan sistematika tugas akhir.

**BAB II : LANDASAN TEORI**

Bab ini berisi dasar teori yang menunjang tugas akhir ini. Di dalamnya meliputi penjelasan singkat tentang WCDMA, TDOA, dan Algoritma Chan.

**BAB III : PEMODELAN SIMULASI**

Bab ini akan dibahas pemodelan dari sistem seluler meliputi WCDMA, *Uplink*, pemilihan posisi MS, dan pemodelan lainnya.

**BAB IV : ANALISIS**

Hasil simulasi dari penentuan posisi dengan menggunakan TDOA yang dijelaskan pada BAB III akan dipaparkan pada bab ini, disertai analisisnya.

**BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil simulasi dalam tugas akhir ini dan saran terhadap kelemahan tugas akhir ini yang dapat dimanfaatkan pada tugas akhir selanjutnya.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian tugas akhir ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Performansi penentuan posisi dipengaruhi oleh level Eb/No. Semakin besar Eb/No, maka RMS *Error* akan semakin kecil. Level Eb/No minimal 10 dB merupakan nilai yang cukup ideal agar sistem ini bekerja dengan baik tentunya dengan *error* yang kecil yang memenuhi standar FCC yaitu persentase keberhasilan di atas 67 %. Akurasi sistem ini mencapai 67 meter.
2. Semakin dekat jarak R1 dari MS ke BTS #1 (Referensi), maka *error* akan semakin besar, hal ini dikarenakan jarak R2 dari MS ke BTS #2 dan jarak R3 dari MS ke BTS #3 menjadi semakin jauh sehingga akan mengakibatkan *delay* yang semakin besar yang diterima masing-masing BTS.
3. Untuk posisi MS yang terdistribusi pada pertengahan segitiga batas pengukuran, memiliki performansi yang lebih baik dibandingkan dengan posisi MS yang terdistribusi pada tepi segitiga batas pengukuran karena pengukuran pada tepi segitiga semakin dekat dengan BTS #2, namun semakin jauh dengan BTS #3. Sedangkan pada pengukuran di pertengahan segitiga, semakin mendekati ke BTS #2 dan BTS #3 serta dapat dilayani oleh ketiga BTS tersebut.
4. Semakin banyak user yang aktif setiap sel, maka akan semakin banyak sinyal yang menginterferensi satu dengan yang lainnya. Ini akan mengakibatkan MAI. Bertambahnya sinyal penginterferensi mengakibatkan melemahnya performansi penentuan posisi. Seperti diketahui, interferensi merupakan keadaan yang tidak diinginkan pada sistem komunikasi karena akan mengacaukan sinyal informasi atau sinyal aslinya. Metoda GCC tidak selektif terhadap sinyal untuk di-

*cross correlation*-kan, sehingga sinyal penginterferensi juga ikut dimasukkan dalam proses *cross correlation*.

## 5.2 Saran

Dari penelitian ini didapatkan saran sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya dicoba dilakukan implementasi.
2. Banyak sekali metode yang lain yang dapat digunakan untuk metode penentuan posisi yaitu metode *Hybrid* yang menggabungkan dari beberapa metode, seperti menggabungkan TDOA dengan AOA, RSS, TOA, Tringulation, atau yang lainnya.
3. Pada GCC, coba menggunakan respon *filter* yang berbeda seperti *Roth Impulse Transform*, *Smoothed Coherence Transform*, atau yg lainnya
4. Menggunakan teknik-teknik untuk mengatasi *fading* atau menggunakan perbaikan kode seperti *channel coding*, *coding gain*, atau yang lainnnya.
5. Algoritma untuk metode penentuan posisi pun banyak seperti Taylor *Series*, *Spherical Interpolation*, *Spherical Intersection*, Fang, DAC, dan yang lainnya.
6. Teknik ini pun bisa diterapkan pada *indoor*.
7. Dapat dikembangkan dengan jumlah BTS >3 atau konfigurasinya diubah-ubah.
8. Metode *Improve Chan-Ho* juga bisa diterapkan dengan menambah jumlah BTS referensi yang menangani MS.
9. Bisa ditambahkan analisis yang lain, seperti perbandingan RMSE di berbagai kanal, pengaruh *power control*, dan keadaan MS sedang bergerak dengan kecepatan tertentu.

## Daftar Pustaka

- [1] Fatima S. Al Harbi and Hermann J. Helgert, An Improved Chan-Ho Location Algorithm for TDOA Subscriber Position Estimation, International Journal of Computer Science and Network Security, September 2010
- [2] Rudolf Tanner and Jason Woodard, WCDMA Requirements and Practical Design, WILEY, 2004
- [3] Febrian Wijoseno, Tinjauan Aplikasi Teknologi Seluler WCDMA sebagai Radar Pasif, ITB, 2009
- [4] Ujang Agus Tatan, Performansi Penentuan Posisi Mobile Station pada Sistem CDMA dengan metode TDOA dan Algoritma Taylor Series, IT Telkom, 2008
- [5] Hui Liu, Houshang Darabi, Pat Banerjee, and Jiang Liu, Survey of Wireless Indoor Positioning Techniques and Systems, IEEE, November 2007
- [6] Muhammad Aatique, Evaluation of TDOA Techniques for Position Location in CDMA Systems, September 1997
- [7] George A. Mizusawa, Performance of Hyperbolic Position Location Techniques for Code Division Multiple Access, Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, August 1996
- [8] Y. T. Chan and K. C. Ho, A Simple and Eddicient Estimator for Hyperbolic Location, IEE Transactions on Signal Processing, August 1994
- [9] Ilham Amir Bantacut, Perencanaan Deteksi Posisi dengan Memanfaatkan Jaringan GSM dengan Menggunakan Metode TDOA, STT Telkom, 2006
- [10] Uke Kurniawan Usman, Sistem Komunikasi Seluler CDMA 2000-1x, Penerbit Informatika Bandung, Juli 2009