



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISIS INTERFERENSI AGREGAT UWB TERHADAP  
WLAN 802.11A**

**TESIS**


**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik**

**DWI ASTUTI CAHYASIWI  
0706173401**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM MAGISTER  
KEKHUSUSAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI  
DEPARTEMEN ELEKTRO  
DEPOK  
JUNI 2009**

## PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama** : Dwi Astuti Cahyasiwi  
**NPM** : 0706173401  
**Tanda Tangan** :   
**Tanggal** : 12 Juni 2009

## LEMBAR PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Dwi Astuti Cahyasiwi  
NPM : 0706173401  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Tesis : Analisis Interferensi Agregat UWB terhadap WLAN  
802.11a

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik. Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Muhamad Asvial, M.Eng



Penguji : Dr. Ir. Arman Djohan D.



Penguji : Prof. Dr. Ir. Eko Tjipto R., M.Sc



Penguji : Dr. Fitri Yuli Zulkifli, S.T., M.Sc



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 3 Juli 2009

## KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul **Analisis Interferensi Agregat UWB terhadap WLAN 802.11a**. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Jurusan Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan, dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak, mulai masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, amat sulit bagi saya untuk dapat menyelesaikan tesis ini. Untuk itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Dr Muhamad Asvial, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Ibunda Yatmirah, Arry Yanuar yang telah meluangkan waktu kerjanya, serta anak-anakku terkasih Nadia, Faza, Fakhri dan Hana yang rela mengorbankan waktu bermainnya agar penulis bisa menyelesaikan studi ini;
- (3) Rekan-rekan mahasiswa S2 Elektro Kekhususan Teknik Telekomunikasi Angkatan 2007 yang menjadi kawan seperjuangan serta motivator dalam menyelesaikan tesis ini;
- (4) Rekan-rekan di UHAMKA yang turut mendukung dari jauh.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Dan penulis menyadari bahwa tesis ini masih penuh kekurangan sehingga menerima segala macam masukan dari pembaca agar dapat menyempurnakannya. Penulis berharap tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu telekomunikasi khususnya di bidang wireless.

Depok, 12 Juni 2009

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dwi Astuti Cahyasiwi  
NPM : 0706173401  
Program Studi : Kekhususan Teknik Telekomunikasi  
Departemen : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Analisis Interferensi Agregat UWB terhadap WLAN 802.11a**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok.  
Pada tanggal : 7 Juli 2009

Yang menyatakan

  
(Dwi Astuti Cahyasiwi)

## ABSTRAK

Nama : Dwi Astuti Cahyasiwi  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul : Analisis Interferensi Agregat UWB terhadap WLAN 802.11a

Peningkatan kebutuhan transfer data nirkabel dengan bandwidth yang besar akan menjadikan Ultra Wideband (UWB) sebagai teknologi yang akan banyak digunakan. Hal ini ditunjang dengan kemampuan UWB mentransmisikan data dengan kapasitas 500 Mbps dan dengan daya yang sangat rendah (0,5 mW). Akan tetapi UWB yang memiliki pita frekuensi 3,1 – 10,6 GHz, menduduki beberapa frekuensi kerja sistem komunikasi radio lainnya, salah satunya adalah WLAN 802.11a di frekuensi 5 GHz. Hal ini menyebabkan adanya potensi interferensi antara kedua sistem tersebut, meskipun UWB memiliki power emisi yang sangat rendah (-41,3 dBm/MHz). Untuk melindungi WLAN 802.11a dari interferensi yang ditimbulkan oleh perangkat-perangkat UWB, perlu dilakukan kajian yang menganalisis pengaruh interferensi aggregate UWB.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menganalisis interferensi agregat UWB terhadap penerima WLAN 802.11a menggunakan metode Monte Carlo. Skenario yang digunakan adalah propagasi *indoor-indoor* dengan variasi kepadatan perangkat transmiter UWB serta jarak pemisah transmiter UWB dengan penerima WLAN.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa masking -41,3 dBm/MHz dari UWB memiliki keterbatasan dalam aplikasinya, hal ini ditunjukkan dengan harus adanya jarak proteksi sejauh 4 m serta jumlah transmiter yang hanya 35 buah saja dalam radius sebaran UWB 25 m. Untuk lebih menunjang koeksistensi UWB dengan WLAN maka masking -55 dBm/MHz dapat diaplikasikan dengan jarak proteksi yang hanya 0,5 m dan jumlah transmiter tidak lebih dari 105 buah per radius sebaran 25 m.

Kata Kunci : UWB, WLAN 802.11a, interferensi, agregat.

## ABSTRACT

Name : Dwi Astuti Cahyasiwi  
Study Program : Electrical Engineering  
Title : Analysis of aggregate interference of UWB in  
WLAN 802.11a performance

The growing demand of wireless data transferred at higher bandwidth and low power consumption will turn UWB as a technology that will be mostly used. UWB has the capability for transferring data at 500 Mbps with 0.5 mW power consumption. UWB's frequency which lays in 3.1 – 10.6 GHz overlaps with those existing such as WLAN 802.11a in frequency 5 GHz, so this condition will cause the interference between UWB devices and the WLAN 802.11a receiver though UWB has low power emission (-41.3 dBm/MHz). The study of UWB and WLAN 802.11a coexistence is needed to protect the existing services from UWB interference.

The proposed research will analyze the WLAN 802.11a performance in the presence of the aggregate interference of UWB using Monte Carlo simulation. The indoor-indoor propagation will be used with the variation of UWB transmitters density and protection distance.

The simulation result shows that -41.3 dBm/MHz masking, limits the coexistence between UWB and WLAN 802.11a with 4 m protection distance and only 35 UWB active transmitters in the 25 m radius. To accommodate coexistence between the two systems, -55 dBm/MHz masking will be appropriate to be applied for 0.5 m protection distance and 105 UWB active transmitters in the 25 m radius.

Key words: ultra wideband, WLAN 802.11a, interference, aggregate.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Metodologi	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
<b>BAB 2 ULTRA WIDEBAND DAN WLAN 802.11A</b>	
2.1 Ultra Wideband	5
2.1.1 Aplikasi UWB	6
2.1.2 Karakteristik Sinyal UWB	8
2.1.3 Multiband OFDM UWB	12
2.2 WLAN 802.11a	13
2.3 Interferensi UWB terhadap WLAN 802.11a	16
2.4 Model Kanal Radio	18
2.5 Skenario Interferensi Antara UWB dan WLAN 802.11a	19
2.5.1 Interferensi Pengirim tunggal UWB (Single Interferer)	19
2.5.2 Interferensi Aggregate Transmitter UWB	21
2.5.2.a. Metode Fantasma Statistical	22
2.5.2.b. Metode Monte Carlo	22
2.5.2.c Metode Penjumlahan	23
<b>BAB 3 PEMODELAN SIMULASI</b>	
3.1 Menghitung dRSS	26
3.2 Menghitung iRSS	29
3.3 Menghitung probabilitas interferensi	31
3.4 Skema Geographis dan Masking UWB yang diajukan	33
3.4.1 Menggunakan masking UWB yang telah ditetapkan	33
3.4.2 Mencari besar masking UWB yang baru	34
3.5 Pengaruh interferensi aggregate UWB terhadap performansi WLAN 802.11a	35
3.6 Data yang akan dicari	35



<b>BAB 4 PERANCANGAN DAN ANALISIS HASIL SIMULASI</b>	
<b>4.1 Parameter Masukan</b>	<b>37</b>
<b>4.2. Desain Simulasi</b>	<b>38</b>
4.2.1 Rancangan dengan masking -41,3 dBm/MHz	38
4.2.1.a. <i>Kepadatan Perangkat UWB</i>	38
4.2.1.b. <i>Jarak antara Transmitter WLAN                     dengan receiver WLAN</i>	40
4.2.2 Pembatasan masking UWB	40
<b>4.3. Pengolahan Data Hasil Simulasi</b>	<b>41</b>
4.3.1. dRSS, iRSS dan Probabilitas Interferensi	41
4.3.2. Performansi WLAN 802.11a	44
4.3.3 Mitigasi dengan Pengurangan Masking UWB	49
4.3.4 Skema Geografis	51
<b>BAB V KESIMPULAN</b>	<b>54</b>
<b>DAFTAR ACUAN</b>	<b>55</b>
<b>LAMPIRAN 1</b>	<b>57</b>
<b>LAMPIRAN 2</b>	<b>59</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	PSD beberapa sistem komunikasi wireless	10
Tabel 2.2	Batasan radiasi FCC untuk aplikasi indoor dan outdoor	11
Tabel 2.3	Batasan Radiasi UWB berdasarkan standar ETSI	12
Tabel 2.4	Batasan radiasi UWB untuk aplikasi indoor dan outdoor yang ditetapkan ITU	12
Tabel 2.5	Perbandingan beberapa standar WLAN	15
Tabel 4.1	Parameter masukan sistem terinterferensi	37
Tabel 4.2	Parameter masukan interferer (UWB)	37
Tabel 4.3	Kepadatan transmiter UWB aktif berdasarkan radius sebarannya	39
Tabel 4.4	Besar daya diterima penerima WLAN 802.11a (dRSS) Berdasarkan jarak antara transmiter dan receivernya	41
Tabel 4.5	Besarnya daya interferensi (iRSS) terhadap kepadatan dan Jarak proteksi UWB terhadap WLAN 802.11a	42
Tabel 4.6	SIR WLAN 802.11q terhadap kepadatan transmiter UWB dengan VR-WT 10 m	45
Tabel 4.7	SIR WLAN 802.11a terhadap kepadatan transmiter UWB dengan VR-WT 12,5 m	46
Tabel 4.8	C/I WLAN 802.11a terhadap kepadatan transmiter UWB dengan VR-WT 10 m	47
Tabel 4.9	C/I WLAN 802.11a terhadap kepadatan transmiter UWB dengan VR-WT 12,5 m	47
Tabel 4.10	Perbedaan masking UWB terhadap probabilitas interferensi dan C/I WLAN dengan jarak proteksi 0,5 m dan radius sebaran UWB 25 m.	50

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Aplikasi UWB pada perangkat di rumah	6
Gambar 2.2	Perbandingan fungsi jarak terhadap kapasitas transmisi UWB dan IEEE 802.11a	8
Gambar 2.3	Sinyal UWB dalam domain waktu dan frekuensi	9
Gambar 2.4	Perbedaan batasan masking UWB untuk standar FCC dan ECC	11
Gambar 2.5	Multiband OFDM	13
Gambar 2.6	Rentang bandwidth UWB dibandingkan dengan sistem komunikasi lainnya.	17
Gambar 2.7	Skema interferensi tunggal UWB dan WLAN 802.11a	20
Gambar 2.8	Skema aggregate interference UWB terhadap WLAN 802.11a	22
Gambar 2.9	Skema interferensi aggregate UWB pada metode Penjumlahan	24
Gambar 3.1	Skema Simulasi SEAMCAT	25
Gambar 3.2	Alur simulasi untuk menghitung iRSS dan dRSS	26
Gambar 3.3	Skema hubungan iRSS dan dRSS pada interferensi WLAN dan UWB	27
Gambar 3.4	Skema Propagasi indoor-indoor antara WLAN transmitter (wt) dengan WLAN receiver (vt) dan antara WLAN receiver dengan UWB interfering transmitter(it)	29
Gambar 3.5	Diagram Alir untuk menghitung probabilitas Interferensi	32
Gambar 3.6	Skema Geographis yang akan diajukan dengan masking -41,3 dBm/MHz	34
Gambar 3.7	Skenario jarak minimal transmitter UWB dengan WLAN receiver	34
Gambar 4.1	Grafik Probabilitas Interferensi pada transmiter WLAN 802.11a Dengan jarak 10 m dari transmiter WLAN 802.11a	43
Gambar 4.2	Grafik Probabilitas Interferensi pada transmiter WLAN 802.11a Dengan jarak 12,5 m dari transmiter WLAN 802.11a	44
Gambar 4.3	Grafik SIR WLAN 802.11a terhadap kepadatan dan jarak proteksi transmiter UWB pada VR-WT 10 m	45
Gambar 4.4	Grafik SIR WLAN 802.11a terhadap kepadatan dan jarak proteksi transmiter UWB pada VR-WT 12,5 m	46
Gambar 4.5	Grafik fungsi C/I WLAN terhadap jarak proteksi dan kepadatan perangkat UWB pada kondisi WT-VR 10 m	48
Gambar 4.6	Grafik C/I WLAN 802.11a terhadap fungsi jarak proteksi dan kepadatan transmiter UWB pada VR-WT 12,5 m	49
Gambar 4.7	Pengaruh besaran masking UWB terhadap probabilitas interferensi WLAN dengan proteksi jarak 0,5 m dan radius sebaran perangkat UWB 25 m	50
Gambar 4.8	Pengaruh besaran masking UWB terhadap C/I WLAN dengan proteksi jarak 0,5 m dan radius sebaran perangkat UWB 25 m	51
Gambar 4.9	Gambar 4.9 Skema geographis UWB dengan masking -41,3 dBm/MHz	52



## DAFTAR SINGKATAN

AF	activity factor
AWGN	adaptive white Gaussian noise
BER	bit error rate
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations
WPAN	wireless personal area network
DVB-T	Digital video broadcasting
iRSS	interference received signal strength
dRSS	desired received signal strength
DS-UWB	direct sequence ultra wideband
EIRP	effective isotropic radiated power
ECC	Electronic Communications Committee
EESS	Earth Exploration Satellite Service
FCC	Federal Communications Commission
ISM	industrial scientific medical
IT	interfering transmitter
MB-OFDM	multiband orthogonal frequency division multiplexing
MSS	Mobile Satellite Service
OFDM	orthogonal frequency division multiplexing
PSD	power spectral density
RAS	Radio Astronomy Service
SIR	signal to interference noise ratio
UNII	unlicensed national information infrastructure
UWB	ultra wideband
VR	victim receiver
WLAN	wireless local area network
WR	wanted receiver
WT	wanted transmitter
NTIA	National Telecommunications and Information Administration