

# Analisis Interferensi Tunggal WLAN 802.11A terhadap Ultra Wideband (UWB)

Hadi Irwan<sup>1)</sup>, Dwi Astuti<sup>2)</sup>, & Emilia Roza<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik,  
Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA, Jakarta  
Jalan Limau II, Kebayoran Baru Jakarta 12130 Indonesia  
Telp: +62-21-7256659, Fax: +62-21-7256659  
Email : cahyasiwi@yahoo.com

## Abstrak

Ultra Wideband (UWB) sebagai teknologi *Wireless Personal Area Network (WPAN)* yang memiliki frekuensi 3,1-10,6 Ghz serta sensitifitas penerima rendah sehingga posisinya dapat terinterferensi oleh sistem lain pada frekuensi kerja yang sama, salah satu sistem tersebut adalah WLAN 802.11a. Untuk melindungi UWB dari interferensi yang ditimbulkan oleh perangkat WLAN 802.11a, perlu dilakukan kajian yang menganalisis pengaruh interferensi tunggal WLAN 802.11a terhadap UWB. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menganalisis interferensi tunggal WLAN 802.11a terhadap penerima Ultra Wideband (UWB) menggunakan SEAMCAT (*Spectrum Engineering Advanced Monte-Carlo Analysis Tool*). Hasil simulasi menunjukkan UWB memiliki keterbatasan dalam aplikasinya, hal ini ditunjukkan Interferensi terbesar terjadi pada kondisi WT-VR 8 meter terhadap jarak IT-VR 1 meter sebesar -85,03 dBm dilihat pada besarnya nilai C/I yaitu 14,46 dB. Sedangkan interferensi terkecil terjadi pada kondisi WT-VR 8 meter terhadap jarak IT-VR 10 meter yang ditimbulkan sebesar -103,53 dBm dilihat pada besarnya nilai C/I yaitu 32,72 dB. Semakin besar nilai C/I maka dapat dipastikan terjadinya interferensi, sedangkan nilai C/I kemungkinan interferensi yang ditimbulkan tidak ada.

**Kata kunci :** WLAN 802.11a, Ultra Wideband, Interferensi Tunggal, SEAMCAT (*Spectrum Engineering Advanced Monte-Carlo Analysis Tool*).

## 1 PENDAHULUAN

*Wireless Local Area Network IEEE 802.11a* adalah jaringan komputer nirkabel atau *wireless* yang menggunakan frekuensi radio dan *infrared* sebagai medianya. Jaringan ini dirancang untuk aplikasi dalam ataupun luar ruangan dengan kecepatan transmisi data sebesar 54 Mbps dan konsumsi power 1 W.

WLAN 802.11a bekerja pada frekuensi band 5 GHz dengan menggunakan teknik *Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)* sehingga lebih unggul dibandingkan standar WLAN 802.11b yang memakai teknik *Direct sequence Spread Spectrum (DSSS)*. Ada dua hal WLAN 802.11a dikatakan lebih unggul, pertama dapat menambahkan kecepatan maksimum perkanal dari 11 Mbps menjadi 54 Mbps dan kedua dapat meningkatkan *non-overlapping frequency*. Secara umum frekuensi band 5 GHz disebut sebagai UNII band yang memiliki 3 sub-band yakni UNII 1 (5.15-5.25 GHz), UNII 2 (5.25-5.35 GHz), dan UNII 3 (5.725-5.825 GHz) dengan bandwidth sebesar 200 MHz<sup>[1]</sup>. Dengan memiliki 3 sub-band frekuensi secara bersamaan

memungkinkan WLAN 802.11a menduduki perangkat komunikasi radio lain seperti *Ultra Wideband (UWB)* dengan band frekuensi 3.1-10.6 GHz sehingga memberikan pengaruh interferensi sangat besar pada kinerja kedua sistem. Hal ini yang melatarbelakangi peneliti untuk mengetahui seberapa besar pengaruh interferensi dengan menganalisis interferensi tunggal WLAN 802.11a terhadap *Ultra Wideband (UWB)*. Penelitian ini difokuskan pada besarnya nilai daya penerima pada *Ultra Wideband* akibat interferensi tunggal WLAN 802.11a terhadap faktor perubahan jarak.

## 2 DASAR TEORI

### 2.1 Wireless Local Area Network (WLAN)

Teknologi *Wireless Local Area Network (WLAN)* pertama kali diperkenalkan pada tahun 1999 dan dapat mendukung berbagai aplikasi seperti *email, transfer file, audio/video conferencing*, dan lain-lain. Pada tahun 1991 WLAN 802.11a distandarisasikan sebagai teknologi jaringan data yang pertama berbasis

Radio Frequency 1 Mbps dan terus mendorong perkembangan teknologi *wireless* di seluruh dunia. Prinsip dasar pada jaringan WLAN 802.11a pada dasarnya sama saja dengan jaringan yang menggunakan *ethernet card*, perbedaan yang utama adalah pada media penggunaannya melalui udara.

### 2.1.1 Standarisasi WLAN 802.11a

WLAN 802.11a menggunakan frekuensi radio, sama halnya pada radio AM/FM yaitu menggunakan media udara yang penggunaannya diatur oleh *Federal Communications Commission* (FCC). Saat ini ada beberapa standard operasional dan syarat WLAN 802.11a yang diciptakan dan dirawat oleh *Institute of Electrical Electronic Engineers (IEEE)* yaitu [3]:

- a. IEEE 802.11.
- b. IEEE 802.11b.
- c. IEEE 802.11a.
- d. IEEE 802.11g.

## 2.2 Karakteristik WLAN 802.11a

### 2.2.1 Frekuensi WLAN 802.11a

Frekuensi yang dipakai WLAN 802.11a adalah 2.4 Ghz atau 5 Ghz dengan daya emisi -20 dBm/MHz, yakni frekuensi yang tergolong pada ISM (Industrial, Scientific, dan Medical). Dalam teknologi WLAN ada dua standar frekuensi yang digunakan untuk *Indoor* dan *outdoor*. Berikut adalah tabel perbandingan spesifikasi perangkat WLAN [7]:

**Tabel 1** Perbandingan spesifikasi perangkat WLAN

	802.11a	802.11b	802.11g
Standar	September 1999	September 1999	2002
Frekuensi	5,15 -5,25 GHz 5.25-5,35 GHz dan 5.725-5.825 GHz	2,4-2,485 GHz (ISM)	2.4-2,485 GHz
Bandwidth	300 MHz	83.5 MHz	83,5 MHz
Frekuensi Non Overlapping	4 indoor (UNII 1), Indoor/ outdoor (UNII2), 4 outdoor (UNII3)	3 (indoor/ outdoor)	3 (indoor/outdoor)
Kecepatan Data Per perkanal	54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, dan 6 mbps	11, 5.5, 2, dan 1 mbps	54, 36, 33, 24, 22, 12, 11, 9, 6, 5.5, 2, dan 1 mbps

Modulasi	BPSK (6, 9 Mbps) QPSK (12, 18 Mbps) 16-QAM (24, 36 Mbps) 64-QAM (48, 54 Mbps)	DQPSK/CCK (11, 5.5 Mbps) DQPSK (2 Mbps) DBPSK (1 Mbps)	OFDM/CCK (6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54) OFDM (6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54) DQPSK/CCK (22, 33, 11, 5.5 Mbps) DQPSK (2 Mbps) DBPSK (1 Mbps)
Kompatibilitas	Wi-fi5	Wi-fi	Wi-fi pada 11 Mbps Ke bawah

### 2.2.2 Antena WLAN 802.11a

Antena PCMCIA Wifi Adapter adalah salah satu device WLAN 802.11a Wifi Adapter yang dapat digunakan pada PC atau Laptop dengan spesifikasi antenna omni-directional yang dideskripsikan sebagai pengguna. Antena omni-directional memancarkan dan menerima sinyal dari segala arah dengan daya pancar yang sama. Untuk menghasilkan cakupan area yang luas, gain antena omni-directional harus memfokuskan dayanya secara horizontal, dengan mengabaikan pola pancaran ke atas dan ke bawah.

Tabel 2 merupakan karakteristik antena WLAN 802.11a yang dalam analisis interferensi tunggal WLAN 802.11a terhadap UWB sangatlah penting sebagai parameter masukan pada simulasi. Karakteristik ini memberikan nilai acuan untuk dapat menganalisis simulasi yang akan dijelaskan selanjutnya. Berikut merupakan karakteristik dari transmitter WLAN 802.11a [7].

**Tabel 2** Karakteristik Antena WLAN 802.11a

Radius cakupan	± 100 m (indoor)
C/I	26 dB (untuk 54 Mbps)
Gain	2 s/d 6 dBi
Tinggi antenna	1 meter
Direktivitas antenna	0
Bandwidth	20 MHz
Sensitivitas Receiver	-65 dBm
Power	16 dBm

## 2.3 Ultra Wideband (UWB)

Ultra Wideband merupakan teknologi yang menggunakan frekuensi operasi sangat lebar yang mampu menyalurkan data dengan cepat. Sistem UWB dirancang sebagai teknologi personal area network (PAN) yang beroperasi pada daya sangat rendah dan jarak sekitar 10 meter seperti bluetooth. UWB memiliki sinyal dengan durasi yang sangat pendek dalam bilangan nano detik dan piko detik, sehingga sinyal UWB dapat

menduduki rentang frekuensi sangat besar dan power yang rendah jika dibandingkan dengan sistem komunikasi radio lainnya.

## 2.4 Standart Ultra Wideband

Standar Ultra Wideband memiliki prinsip dasar yang sama seperti WLAN 802.11a dalam mengirim data menggunakan frekuensi radio. Namun perbedaan UWB jika dibandingkan dengan WLAN 802.11a adalah lebar rentang frekuensinya memungkinkan untuk transmisi data lebih cepat dalam pengiriman data. Pada tabel 3 dijelaskan spesifikasi perangkat Ultra Wideband terhadap WLAN 802.11a yang memiliki tingkat kecepatan yang cukup baik dalam pengiriman sesuai dengan standar masing-masing perangkat.

- a. IEEE 802.15.1
- b. IEEE 802.15.1
- c. IEEE 802.15.3
- d. IEEE 802.15.3a

## 2.5 Karakteristik Ultra Wideband (UWB)

### 2.5.1 Frekuensi UWB

Federal communications commission (FCC) mengalokasikan UWB berada pada frekuensi 3,1 sampai 10,6 GHz dengan daya emisi -41 dBm/MHz dan memiliki lebar band 500 MHz untuk aplikasi dalam ruangan. Alokasi frekuensi Ultra Wideband berdasarkan standar FCC dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Spesifikasi Ultra Wideband

	Ultra Wideband			
	802.15.1	802.15.1	802.15.3	802.15.3a
Frekuensi	2,4 GHz ISM band	2,4 GHz band, 915 MHz band, dan 868 MHz	2,4 GHz ISM band	3,1-10,6 GHz
Kecepatan	732 kbps	20-250 kbps	10-55 Mbps	110-480 Mbps
Jarak	10 meter	10 - 75 meter	30 - 50 meter	10 meter

### 2.5.2 Antena UWB

Antena UWB berada dalam satu perangkat dengan Wireless USB atau Bluetooth 2.0. Wireless USB memiliki data rate, tingkat rentang bit dan kemampuan menampung data dengan skalabilitas tinggi serta pemakaian daya

yang rendah sehingga sangat bagus di gunakan. Perangkat ini banyak digunakan untuk WPAN, Voice over IP, Home Theater, dan digital imaging.

Karakteristik antena WLAN 802.11a pada analisis interferensi tunggal WLAN 802.11a terhadap UWB yang merupakan parameter masukan pada simulasi terlihat pada tabel 2.5 [11].

Tabel 4 Karakteristik Antena Ultra Wideband

Radius cakupan	± 10 m (indoor)
C/I	15 dB (Untuk 110 Mbps)
Gain	2 s/d 6 dBi
Tinggi antenna	1 meter
Direktivitas antenna	0
Bandwidth	500 MHz
Sensitivitas Receiver	-103 dBm
Power	-3 dBm

## 2.6 Interferensi

Interferensi merupakan suatu gangguan yang sering terjadi pada sistem komunikasi. interferensi dapat disebabkan oleh fenomena alam atau buatan manusia yang tidak mungkin dihilangkan, akan tetapi dapat kita kurangi atau dikontrol besar kecilnya. Dalam komunikasi Interferensi terbagi menjadi 3 macam diantaranya sebagai berikut [8]:

1. **Interferensi Co-Channel** : merupakan interferensi yang disebabkan oleh sinyal frekuensi *carrier* sama dengan sinyal informasinya.
2. **Interferensi Adjacent Channel** : merupakan interferensi yang disebabkan oleh pengaruh dari frekuensi kanal yang berdekatan.
3. **Interferensi dari system lain** : merupakan interferensi yang disebabkan oleh sistem atau perangkat lain yang mempunyai alokasi dan frekuensi sama atau berdekatan

### 2.6.1 Interferensi Adjacent Channel

Interferensi yang disebabkan oleh pengaruh dari frekuensi kanal yang berdekatan, menimbulkan kerusakan atau kehilangan data. Secara khusus interferensi ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Interferensi *inband* adalah interferensi yang terjadi ketika titik tengah lebar pita dari sinyal interferensi berada didalam lebar pita sinyal yang diharapkan.
2. Interferensi *out of band* adalah interferensi yang terjadi ketika titik tengah lebar pita dari sinyal interferensi berada diluar lebar pita

sinyal yang diharapkan.

Dalam Interferensi *adjacent Channel*, sinyal yang diharapkan dan sinyal saluran yang berdekatan mungkin sebagian dikorelasikan dengan fading. Ketika probabilitas yang ada  $r_2 \geq \alpha r_1$ , dimana  $r_1$  pengirim dan  $r_2$  penerima merupakan dua simpul dari masing-masing sinyal yang diharapkan dan sinyal interferensi. Pada kasus ini probabilitas dapat dihasilkan dari fungsi kepadatan dengan mengasumsikan bahwa  $E[r_1^2] = E[r_2^2] = 2\sigma^2$  dan  $\alpha$  adalah tetap berikut persamaannya [8]:

$$P(r_2 \geq \alpha r_1) = \int_0^\infty dr_1 \int_{\alpha r_1}^\infty p(r_1, r_2) dr_2 = \int_0^\infty dr_1 \int_{\alpha r_1}^\infty r_1 r_2 \exp\left[-\frac{r_1^2 + r_2^2}{2\sigma^2(1-p_r)}\right] I_0\left[\frac{r_1 r_2}{\sigma^2} \cdot \frac{\sqrt{p_r}}{(1-p_r)}\right] dr_2 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1-\alpha^2}{\sqrt{(1+\alpha^2)^2 - 4p_r\alpha^2}} \quad (2.1)$$

Keterangan :

$p_r$  = koefisien korelasi antara  $r_1$  dan  $r_2$

Fungsi probabilitas kepadatan  $p_r(y)$  dari  $r = r_2/r_1$  dapat dihasilkan sebagai berikut [8]:

$$p_r(y)|y = \alpha = -\frac{d}{d\alpha} P\left(\frac{r_2}{r_1} \geq \alpha\right) \quad (2.2)$$

Dengan daya penguatan dari tingkat penapis frekuensi keluaran untuk sinyal yang diharapkan relatif untuk interferensi saluran yang berdekatan. Maka persamaan  $p_r$  rumus [8]:

$$p_r(\Delta\omega, \tau) = \frac{J_0^2(\beta V_r)}{1 + (\Delta\omega)^2 \Delta^2} \quad (2.3)$$

Dan dengan  $\Delta\omega = 0$ , ini disederhanakan dalam bentuk :

$$p_r = \frac{1}{1 + (\Delta\omega)^2 \Delta^2} \quad (2.4)$$

Keterangan:

$\Delta\omega/2\pi$  adalah perbedaan dalam frekuensi antara sinyal yang diharapkan sinyal interferensi.

## 2.6.2 Interferensi Tunggal WLAN 802.11a terhadap UWB

Interferensi tunggal WLAN 802.11a terhadap UWB dapat diketahui pada gambar 2.1 dalam Interferensi yang terjadi, terlihat sinyal pengganggu berwarna merah seperti noise dari

perangkat aktif WLAN 802.11a mengganggu perangkat UWB. Berikut skema interferensi yang terjadi.



Gambar 1 Skema interferensi tunggal WLAN 802.11a terhadap UWB

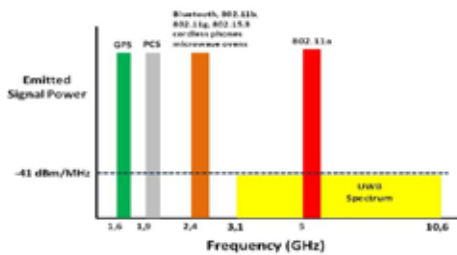
Interferensi yang terjadi diatas menyebabkan penurunan kualitas layanan UWB akibat dari perangkat WLAN 802.11a seperti :

- Penurunan kapasitas pengguna
- Penurunan daerah cakupan
- Penurunan ketersediaan jalur bandwidth
- Penurunan level power

Sementara itu untuk mengetahui bagaimana penurunan kualitas UWB terjadi terlebih dahulu harus diketahui karakteristik UWB yang akan diperlukan dalam analisis single interferensi yaitu :

- Sensitifitas penerima
- Bandwidth *victim receiver*
- Kriteria interferensi yang dapat diterima
- Karakteristik antena penerima
- Frekuensi yang di pakai.

*Federal Communication Commission* (FCC) mengalokasikan frekuensi UWB pada frekuensi 3,1-10,6 GHz dengan daya emisi -41 dBm/MHz untuk aplikasi dalam ruangan. Sedangkan WLAN 802.11a pada frekuensi UNII 2 (5,25-5,35 GHz) dan daya emisi -20 dBm/Mhz. Maka potensi interferensi terhadap kedua sistem sangat besar. Interferensi ini terjadi terutama pada komunikasi yang frekuensinya berada dalam *band* yang sama dengan frekuensi UWB. Sistem komunikasi lain yang memiliki frekuensi *in-band* dengan UWB dapat dilihat pada gambar 2. Dari gambar dapat dilihat bahwa UWB mengalami overlap dengan WLAN 802.11a.



**Gambar 2** Rentang bandwidth UWB Overlap dengan WLAN

Gambar di atas menerangkan bahwa *overlap* (tumpang tindih) frekuensi yang terjadi memberikan dampak pengaruh besar pada *noise floor* penerima, *link budget* dan kapasitas kanal. Dengan faktor perbandingan yang sama dengan perbandingan interferensi tanpa dan dengan adanya interferensi WLAN 802.11a yang disebut WLAN *noise* berikut persamaannya [15].

$$\frac{I_{WLAN} + N_{receiver}}{N_{receiver}} = \frac{I_{WLAN}}{N_{receiver}} + 1 \quad (2.5)$$

Dimana  $I_{WLAN}/N_{receiver}$  disebut rasio  $WLAN_{i/N}$  keduanya (*WLAN noise rise* dan rasio  $WLAN_{i/N}$ ) tidak dipengaruhi oleh bandwidth oleh karena itu rumus ini berlaku umum disemua bandwidth

$N_{receiver}$  dalam dBm/MHz adalah jumlah *thermal noise* ( $N_{thermal}$ ) dan faktor noise F untuk tingkat *thermal noise* = -114 dBm/MHz,  $N_{receiver}$  dapat representasikan dengan persamaan berikut [15]:

$$N_{receiver} \text{ (dBm/MHz)} = -114 + F \quad (2.6)$$

Sementara pada faktor noise itu sendiri berbeda-beda tergantung dari harga perangkatnya, semakin mahal perangkat penerima komunikasi radio, semakin rendah noise faktornya ataupun sebaliknya untuk perangkat yang lebih mahal seperti *base station* umumnya memiliki faktor noise 5dB sementara untuk terminal *portable* 9dB, sehingga [15]:

$$N_{receiver} \text{ untuk base station} = -109 \text{ dBm/MHz}$$

$$N_{receiver} \text{ untuk terminal portable} = -105 \text{ dBm/MHz}$$

Dengan menggunakan persamaan 2.6 jika diketahui nilai toleransi rasio  $WLAN_{i/N}$  maka

dapat dihitung interferensinya yang dapat ditoleransi *victim receiver*. Sementara itu power *spectral density* perangkatnya pada pengirim UWB dengan jarak r terhadap *victim receiver* dapat dihitung dengan persamaan 2.7. [15]

$$P_{WLAN} = N_{thermal} + F + (I_{WLAN}/N) - L \text{ (dalam dB)} \quad (2.7)$$

Dimana L sendiri merupakan rugi-rugi propagasi yang besarnya tergantung pada faktor jarak dan frekuensi serta faktor lain pada kondisi lingkungan propagasinya dan rumus rugi-rugunya akan dijelaskan pada bab 3 selanjutnya.

## 2.7 Kanal Radio

Kanal radio digunakan untuk menggambarkan propagasi antara pengirim dan penerima adalah dengan mendefinisikan *channel impulse response*  $h(t)$  antara sinyal yang dikirim  $s(t)$  dengan sinyal yang diterima  $r(t)$ . kanal dipresentasikan dengan jalur jamak yang memiliki gain positif ( $E_i$ ) dan delay ( $\tau_i$ ) dimana i merupakan indeks jalur. Respon impuls kanal dapat dipresentasikan sebagai berikut [1]:

$$h(t) = \sum_{i=1}^N E_i(t) \cdot \delta(t - \tau_i(t)) \quad (2.8)$$

Dimana where  $\delta(\cdot)$  merupakan fungsi dirac delta

Respon impuls kanal dideskripsikan sebagai jumlah N hamburan sinyal  $E(t)$  yang tiba di penerima dengan waktu delay yang berlainan (N umumnya ditentukan sekitar 6 sampai dengan 20). Tiap hamburan itu sendiri merupakan jumlah dari beberapa bagian gelombang, sehingga tiap ( $E_i$ ) merupakan penjumlahan dari N gelombang yang masing-masing memiliki amplitud  $a_i$ , fasa  $\phi_i$  (relative terhadap pergerakan pengguna). Hal ini dapat dirumuskan dengan persamaan 2.9 [1].

$$E_{iFF}(t) = \sum_{k=0}^{N_{wave}} a_{ik}(t) \cdot e^{j(\phi_{ik} + \frac{2\pi}{\lambda} \cdot v \cdot t \cdot \cos \alpha_{ik})}$$

$$E_i(t) = A_i(t) \cdot E_{iFF}(t) \quad (2.9)$$

Rugi-rugi transmisi dari UWB dengan jarak d dapat dijelaskan dengan rumus berikut [1]:

$$PL(d) = P_{Lo} + 10n \log_{10} \left( \frac{d}{d_0} \right) \quad (2.10)$$

Dengan  $P_{Lo}$  *intercept point*, merupakan rugi-rugi pada jarak  $d_o$  dan didefinisikan sama seperti rugi-rugi propagasi ruang bebas dengan rumus sebagai berikut <sup>[1]</sup>:

$$P_{Lo} = 20 \log \left[ \frac{4\pi f_c d_o}{c} \right] \quad (2.11)$$

Dan

$$f_c = \sqrt{f_{min} - f_{max}} \quad (2.12)$$

Dimana  $f_c$  merupakan frekuensi dengan bentuk sinyal UWB dengan  $f_{min}$  dan  $f_{max}$  bernilai -10 dB dari tepi spektrum dan  $n$  merupakan eksponen rugi-rugi.

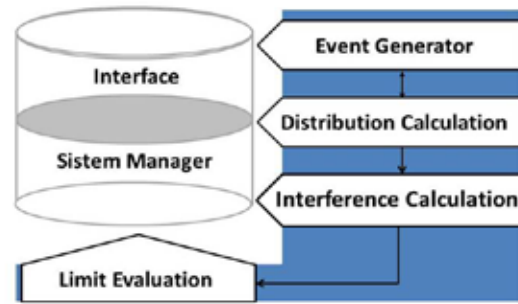
### 3 PEMODELAN SIMULASI

Analisis interferensi tunggal WLAN 802.11a terhadap UWB dilakukan dengan menetapkan skenario propagasi seperti propagasi indoor, propagasi outdoor atau propagasi indoor-outdoor. Pada kasus ini peneliti memilih propagasi indoor dengan jarak cakupan kurang lebih 10 meter untuk memudahkan dalam analisis.

Simulasi ini menggunakan **SEAMCAT** (*Spectrum Engineering Advanced Monte-Carlo Analysis Tool*), yaitu model simulasi statistik yang menggunakan metode analisis yang disebut *Monte Carlo*. Metode *Monte Carlo* adalah suatu metodologi statistik untuk proses secara acak dengan mengambil nilai dari fungsi probabilitas. Istilah “*Monte Carlo*” diciptakan pada 1940-an oleh fisikawan pada proyek senjata nuklir di *Los Alamos National Laboratory* <sup>[15]</sup>. Metode ini digunakan untuk memecahkan masalah nilai statistik terhadap gangguan potensial antara sistem komunikasi radio yang berbeda. *Software* ini cocok digunakan untuk propagasi jenis apa saja. Arsitektur SEAMCAT terdiri dari 4 tahapan proses yaitu

1. Event generation engine
2. Distribution evaluation engine
3. Interference calculation engine
4. Limits evaluation engine

Gambar 3 merupakan blok diagram metode *monte carlo* yang akan digunakan, disana terlihat skema pendistribusian proses simulasi SEAMCAT.<sup>[2][1]</sup>



Gambar 3 Skema Simulasi SEAMCAT

#### 3.1 Parameter SEAMCAT

SEAMCAT mempunyai dua parameter yang penting dalam simulasi, yaitu :

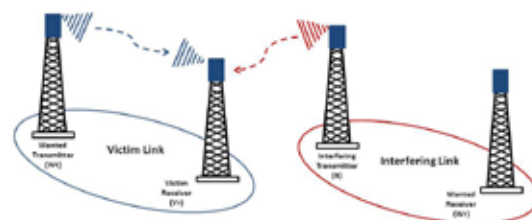
##### a. Victim Link

Merupakan area kerja aktif antara sisi pengirim (*wanted transmitter*) dengan sisi penerima (*victim receiver*). *Victim link* ini seperti ruang atau area yang digunakan untuk simulasi.

##### b. Interfering Link

Merupakan area kerja aktif interfering antara sisi pengirim interfering (*interfering transmitter*) dengan sisi penerima (*wanted receiver*). *Interfering link* ini sama seperti *victim link* berupa ruang atau area yang digunakan untuk simulasi.

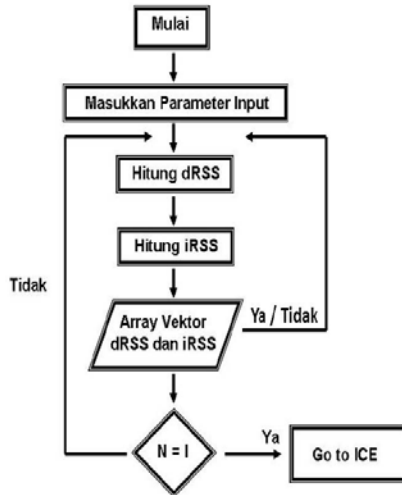
Gambar 4 di bawah ini merupakan parameter SEAMCAT *interfering link* dan *victim link* yang menentukan skema simulasinya untuk proses pencarian data.



Gambar 4 Skema Parameter SEAMCAT

Setelah skema simulasi parameter SEAMCAT ditentukan, masukkan parameter input yang sudah didapat kemudian dilakukan perhitungan dan hasilnya dalam bentuk *array* pada *event generator engine* (EGE). *Output* EGE ini dijadikan sebagai *input* bagi DEE, dimana data *array* dari EGE ini akan diproses dengan tujuan untuk mengetahui apakah data-data tersebut dapat menghasilkan data statistik

yang stabil atau tidak. Dari EGE ini akan dihasilkan distribusi data, jika *output* data dan jumlah iterasi yang dilakukan pada EGE (I) telah memenuhi jumlah data yang telah ditetapkan (N) dan hasilnya merupakan *vector* yang inputannya akan digunakan untuk menghitung probabilitas interferensi pada *Interferensi Calculation Engine* (ICE). Gambar 5 merupakan alur proses SEAMCAT untuk perhitungan <sup>[1][2]</sup>.



Gambar 5 Alur Simulasi Perhitungan

### 3.1.1 dRSS (*desired Received Signal Strength*)

*Desired Received Signal Strength* (dRSS) ialah sinyal yang diterima dari hasil propagasi *victim link* yang berbentuk *array* dalam sistem SEAMCAT. Untuk menghitung dRSS, jarak, sensitivitas dan karakteristik dari transmitter digunakan untuk variabel yang akan diubah pada efek interferensinya. Rumus persamaan yang digunakan untuk menghitung dRSS adalah sebagai berikut <sup>[1][2]</sup>:

$$dRSS = f_{vr} (P_{wt}^{supplied}, G_{wt \rightarrow vr}, Pl_{wt \rightarrow vr}, G_{wt \rightarrow vr}) \quad (3.1)$$

Atau

$$dRSS = P_{wt}^{supplied} + G_{wt \rightarrow vr}(f_{vr}) - Pl_{wt \rightarrow vr}(f_{vr}) + G_{wt \rightarrow vr}(f_{vr}) \quad (3.2)$$

Keterangan :

$f_{vr}$  = Frekuensi yang diterima *divictim receiver*

$G_{wt \rightarrow vr}$  = Gain antenna *wanted transmitter* dalam arah *victim receiver*

$P_{wt}^{supplied}$  = Distribusi tingkat daya maksimal yang diberikan pada antenna penerima yang diinginkan

$Pl_{wt \rightarrow vr}$  = Rugi-rugi jalur antara transmitter yang diinginkan dengan *victim receiver*

Dari persamaan di atas rugi-rugi jalur propagasi terdiri dari satu kondisi yaitu rugi-rugi jalur propagasi antara *interfering transmitter* (perangkat WLAN 802.11a) dengan *victim receivernya* (penerima UWB). Rugi-rugi jalur tergantung dari parameter input yang digunakan dan kondisi lingkungan, untuk itu simulasi ini menggunakan propagasi *indoor*.

Jika rugi-rugi propagasinya adalah *indoor* maka  $R_{Lo}$  pada persamaan 2.11 akan berubah menjadi  $L_{indoor-indoor}$  pada persamaan dibawah ini <sup>[2][1]</sup>.

$$L_{indoor} = -27,6 + 20 \log(1000d) + 20 \log(f) + f_{tr} \left( \frac{1000d}{d_{room}} \right) L_{wi} + K_f \left[ \frac{K_f + 2}{K_f + 1} - b \right] L_f \quad (3.3)$$

Dimana :

$$K_f = f_{ix} \left( \frac{h_2 - h_1}{h_{floor}} \right) \quad (3.4)$$

Keterangan :

$L_{wi}$  = Rugi-rugi dinding bagian dalam (dB)

$L_f$  = Rugi-rugi antar ruang yang berbeda (dB)

$b$  = Parameter empiris

$d$  = Jarak antara *wanted transmitter* dengan *victim receiver* (Km)

$d_{room}$  = Ukuran ruangan (m)

$h_{floor}$  = Tinggi tiap lantai (m)

$h_1$  = Tinggi antenna *transmitter*

$h_2$  = Tinggi antenna *receiver*

Persamaan tersebut di atas akan digunakan untuk mencari dRSS yang jalur rugi-rugi propagasi antara *wanted transmitter* (IEEE 802.11a *point to point*) dengan *victim receivernya* (UWB *receiver*).

### 3.1.2 iRSS (*Interference Received Signal Strength*)

*Interference Received Signal Strength* (iRSS) merupakan sinyal interferensi yang diterima *victim receiver* dari transmitter penginterferensi. Untuk menghitung iRSS digunakan rumus persamaan dibawah ini <sup>[1][2]</sup>:

$$emission_{IT}(f_{it} - f_{vr}) = unwanted_{rel} + P_{it}^{output} \quad (3.5)$$

Dimana jumlah interferensi sinyal (*unwanted*) diperoleh dari rumus <sup>[2]</sup>:

$$unwanted_{rel} = 10 \log \left\{ \frac{10}{\ln 10} \sum_{i=0}^{N-1} \frac{(P_{i+1}^{linier} - P_i^{linier})(\Delta f_{i+1} - \Delta f_i)}{P_{i+1}^{abc} - P_i^{abc}} \right\} \quad (3.6)$$

Keterangan :

$P_{i+1}^{linier}$  = Daya linier yang dihasilkan Transmitter pengganggu ke i+1

$P_i^{linier}$  = Daya linier yang dihasilkan Transmitter pengganggu ke i

$P_{it}^{Output}$  = Power transmitter antena pengganggu

$P_{i+1}^{dbc}$  = Emisi mask yang dinormalisasi (dBc/MHz)

$\Delta f_{i+1}$  = Selisih frekuensi *victim receiver* dengan *interfering transmitter* ditambah  $\frac{1}{2}$  kali bandwidth *victim receiver*

$\Delta f_i$  = Selisih frekuensi *victim receiver* dengan *interfering transmitter* dikurang  $\frac{1}{2}$  kali bandwidth *victim receiver*

Jika terdapat penguatan pada antenna IEEE 802.11a maka akan mempengaruhi daya pada penerima UWB dan penguatan tersebut dapat dicari dengan persamaan berikut [2][1]:

$$g_{WT \rightarrow VR}^{max} = f(g_{WT}^{max}, pattern_{WT}) = g_{WT}^{max} pattern_{WT}(\theta_{it \rightarrow vr} + \pi - \varphi_{it \rightarrow vr}, f_{it}) \quad (3.7)$$

Rugi-rugi jalurnya dapat dihitung dengan persamaan sebelumnya untuk rugi-rugi jalur pada dRSS. Sementara propagasi yang digunakan adalah propagasi antara perangkat WLAN 802.11a dengan perangkat UWB

$$Pl_{it \rightarrow vr} = f_{propag}(f_{it}, h_{vr}, h_{it}, d_{it \rightarrow vr}, env) \quad (3.8)$$

Keterangan :

$h_{vr}$  = Tinggi antena *victim receiver*

$h_{wt}$  = Tinggi antena transmitter pengganggu

$d_{it \rightarrow vr}$  = Jarak antar *victim receiver* dan transmitter pengganggu

Dari hasil percobaan simulasi  $d_{it \rightarrow vr}$  dapat dihitung dengan rumus [2][1]:

$$d_{it \rightarrow vr} = R_{sim u} \sqrt{T(U(0,1))} \quad (3.9)$$

Sedangkan nilai  $R_{sim u}$  dapat dihitung dengan rumus :

$$R_{sim u} = \sqrt{\frac{n^{active}}{\pi dens_{it}^{active}}} \quad (3.10)$$

Keterangan :

$R_{sim u}$  = Radius daerah penginterferensi

$n^{active}$  = Pengganggu aktif

$dens_{it}^{active}$  =  $dens_{it}^{active} P_{it}^{tx} \cdot activity (time)$

$dens_{it}$  = Transmitter yang aktif

$P_{it}$  = Probabilitas transmisi interferer

Activity = Parameter waktu yang digunakan

untuk menghitung aktifitas

Jika ada proteksi jarak minimal,  $d_{it \rightarrow vr} \geq d_0$  antara *victim receiver* dan transmitter pengganggu, maka  $R_{sim u}$  menjadi :

$$R_{sim u} = \sqrt{\frac{n^{active}}{\pi dens_{it}^{active}}} + d_0^2 \quad (3.11)$$

### 3.2 Pengaruh WLAN 802.11a Terhadap Performansi UWB

Untuk melihat pengaruh interferensi tunggal WLAN 802.11a terhadap UWB maka akan dikumpulkan data mengenai hubungan antara jarak daerah dan WLAN 802.11a terhadap *Signal To Interference Noise Ratio* (SIR) dan nilai *carrier to interference* (C/I) UWB. Dengan persamaan berikut kita dapat menghitung besarnya SIR [2][1]:

$$SIR_{UWB} = P_{R,UWB} - 10 \times \log_{10}(10^{I_{802,11a}} + 10^{N_{0,UWB}}) \quad (3.12)$$

Keterangan :

$SIR_{UWB}$  = Signal to interference noise ratio (dBm)

$P_{UWB}$  = Daya yang diterima penerima UWB (dRSS)

$I_{802,11a}$  = Daya interferensi dari *transmitter* WLAN 802.11a (iRSS) yang diterima UWB

$N_{0,UWB}$  = Noise yang diterima UWB

$N_{0,UWB}$  dapat diperoleh melalui persamaan berikut :

$$\bar{N}_{0,UWB} = AWGN PSD(N_0) + Nf_{UWB} + 10 \times \log_{10} BW_{UWB} \quad (3.13)$$

Keterangan :

$Nf_{UWB}$  = Noise figure pada UWB

$BW_{UWB}$  = Bandwidth UWB

Untuk mencari nilai C/I dapat digunakan menggunakan rumus sebagai berikut [2][1]:

$$\frac{C}{I} (dB) = 10 \times \log_{10} \left( \frac{10^{dRSS/10}}{iRSS_{composite}/10} \right) \quad (3.14)$$

## 4 ANALISIS DAN HASIL SIMULASI

### 4.1 Nilai Masukan

Sebelum simulasi dilakukan, terlebih dahulu kita menentukan nilai masukan yang



akan dijadikan parameter, berikut adalah tabel parameter nilai masukan *victim link* dan *interfering link* :

**Tabel 5** Nilai Masukan Victim Link <sup>[1]</sup>

WANTED TRANSMITTER (WT)	
Frekuensi	5,25 GHz
Power	-3 dBm
Tinggi Antena	1 meter
VICTIM RECEIVER (VR)	
C/I <sup>[1]</sup>	15 dBm (untuk 110 Mbps)
Bandwidth	500 MHz
Sensitivitas Receiver	-103 dBm
Tinggi Antena	1 meter

**Tabel 6** Nilai Masukan Interfering Link <sup>[1]</sup>

INTERFERING TRANSMITTER (IT)	
Frekuensi	5,25 GHz
Power <sup>[1/standard IEEE 802.11a]</sup>	16 dBm
Tinggi Antena	2 meter
WANTED RECEIVER (WR)	
C/I <sup>[1]</sup>	26 dB (untuk 54 Mbps)
Bandwidth Victim Receiver	20 MHz
Sensitivitas Receiver	-65 dBm
Tinggi Antena	1 meter

## 4.2 Desain Simulasi

Setelah nilai masukan ditetapkan maka dibuat simulasi yang sesuai pada gambar 3.3. Rancangan simulasi ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh jarak dan sensitivitas WLAN 802.11a terhadap *Ultra Wideband* dengan *masking* yang telah ditetapkan, maka faktor yang akan diubah adalah jarak simulasinya.

### 4.2.1 Proteksi Jarak

Nilai Jarak WLAN 802.11a disebut sebagai *wanted transmitter* (WT) dan *Ultra Wideband* disebut sebagai *Victim Receiver* (VR) sangat menentukan besarnya daya yang diterima. Jarak ini ditetapkan dengan mempertimbangkan bahwa sinyal yang diterima penerima UWB tidak lebih kecil dari sensitivitas receivernya. Pada simulasi ini ditetapkan jarak yaitu  $\pm 1$  sampai 10 meter karena dengan jarak tersebut masih dapat diperoleh dRSS yang lebih besar sensitivitas penerima UWB yang besarnya -103 dBm<sup>[4]</sup> untuk kecepatan transfer data 110 Mbps, dengan kata lain kriteria proteksi C/I nya tidak kurang dari 15 dB (Tabel 5). Besarnya nilai dRSS atau daya yang diterima *Ultra Wideband* dapat dilihat pada tabel 7.

Berdasarkan nilai masukan yang telah ditetapkan pada tabel 4.1 dan 4.2, maka dilakukan simulasi yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh interferensi berdasarkan jarak dari perangkat WLAN 802.11a. Pada *masking* -20 dBm/MHz<sup>[5]</sup> sangat bergantung dari interferensi yang dihasilkan dari simulasi, jika probabilitasnya mencapai nilai rendah maka diusahakan menambah proteksi jaraknya. Hasil simulasi dapat dilihat pada sub bab 4.3.1.

### 4.2.2 Masking

Dalam rancangan ini *masking* yang ditetapkan sebesar -20 dBm/MHz dengan pertimbangan jarak dalam aplikasi *indoor* akan ada penerima UWB seperti *Bluetooth* atau *Wireless USB*. Penyesuaian besaran *masking* -20 dBm/MHz sesuai dengan kondisi yang sebenarnya untuk mengurangi interferensi. Pada kondisi ini aplikasi UWB dengan WLAN 802.11a sesungguhnya membutuhkan jarak koeksistensi yang dekat sekitar 1 sampai 10 meter pada daerah cakupan *Ultra Wideband*, namun diupayakan dengan jarak tersebut tak terjadi interferensi pada penerima *Ultra Wideband*. Untuk itu pada simulasi ini akan ditetapkan jarak minimal 1 sampai 10 meter dan hasil simulasinya dapat diuraikan pada tabel 7 dan 8.

## 4.3 Analisis Hasil Simulasi

### 4.3.1 Nilai dRSS dan iRSS

Dari hasil simulasi didapat nilai besaran yaitu dRSS dan iRSS dapat dilihat pada tabel 4.3 dan 4.4. Sementara hubungan antara jarak dengan nilai dRSS dan iRSS dapat dilihat pada gambar 6 dan 7.

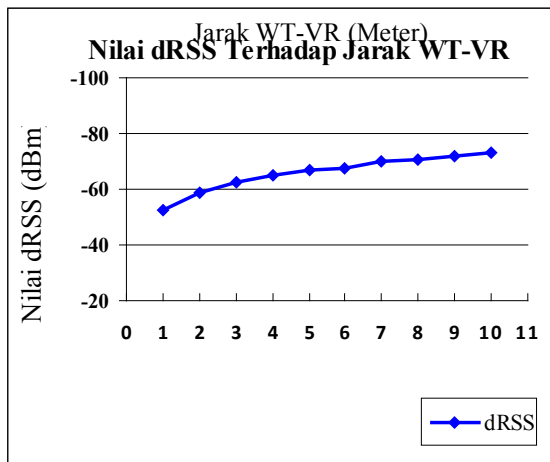
**Tabel 7** Nilai dRSS Terhadap Jarak WT-VR.

Jarak WT-VR (Meter)	dRSS (dBm)
1	-52,76
2	-58,84
3	-62,35
4	-64,94
5	-66,82
6	-67,73
7	-69,84
8	-70,87
9	-71,96
10	-72,88

Pada tabel 7 besarnya sinyal dRSS dilihat dari jarak antara *wanted transmitter* (*point to point/UWB*) dengan *victim receiver* (penerima UWB). Pada jarak WT-VR 1 meter mempunyai

nilai sebesar -52,76 dBm, sedangkan pada jarak maksimum WT-VR 10 meter dRSS yang dihasilkan oleh penerima UWB sebesar -72,88 dBm. Penurunan nilai dRSS ini dipengaruhi oleh faktor jarak, terlihat juga pada tabel bahwa jauh dan dekatnya jarak tersebut mempengaruhi tinggi rendahnya daya sinyal dRSS perangkat UWB tersebut.

Sementara itu hubungan antar faktor jarak dengan dRSS dapat dilihat pada gambar 4.1. Pada Grafik bahwa dRSS memiliki tingkat kenaikan cukup tinggi, semakin dekat jarak WT-VR nya maka nilai dRSS yang diperoleh besar begitu juga sebaliknya semakin jauh jarak WT-VR nya nilai dRSS yang dihasilkan kecil.



Gambar 6 Grafik dRSS Terhadap Jarak WT-VR.

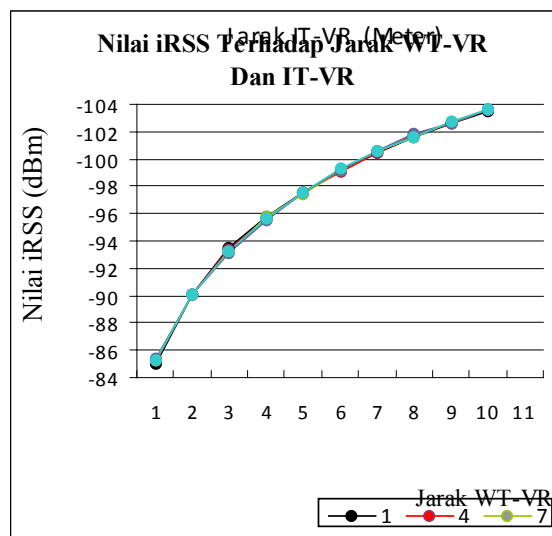
Kemudian besarnya nilai interferensi (iRSS) dari perangkat WLAN 802.11a terhadap Ultra Wideband dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8 Nilai iRSS Terhadap Jarak WT-VR Dan Jarak IT-VR.

Jarak IT-VR (Meter)	iRSS dengan Jarak WT-VR (dBm)				
	1 Meter	4 Meter	7 Meter	8 Meter	9 Meter
1	-85,03	-85,21	-85,26	-85,33	-85,23
2	-90,05	-90,02	-90,08	-90,09	-90,03
3	-93,51	-93,41	-93,17	-93,15	-93,23
4	-95,73	-95,67	-95,73	-95,57	-95,69
5	-97,51	-97,59	-97,48	-97,6	-97,51
6	-99,24	-99,12	-99,19	-99,2	-99,26
7	-100,46	-100,45	-100,58	-100,52	-100,58
8	-101,59	-101,66	-101,54	-101,81	-101,62
9	-102,59	-102,61	-102,77	-102,66	-102,68
10	-103,53	-103,57	-103,66	-103,59	-103,6

Dari tabel 8 besarnya sinyal interferensi (iRSS) bervariasi terhadap faktor jarak terjadap WT-VR, namun dalam hal ini peneliti mengambil beberapa jarak yaitu 1, 4, 7, 8 dan 9 meter, jarak tersebut diambil dari selisih angka guna untuk mengetahui nilai iRSS terhadap jarak WT-VR berubah atau tidak. Pada tabel terlihat bahwa pada kondisi WT-VR 1 meter dengan jarak IT-VR 1 meter sebesar -85,03, -85,21, -85,26, -85,33 dan -85,23 dBm. Sedangkan pada kondisi WT-VR 1 meter dengan jarak IT-VR 10 meter, nilai iRSS yang dihasilkan sebesar -103,53, -103,57, -103,66, -103,59 dan -103,59 dBm. Hal ini juga terlihat pada kondisi WT-VR 4, 7, 8 dan 9 meter iRSS yang dihasilkan pada jarak IT-VR 1 dan 10 meter tidak jauh berbeda hanya sedikit mengalami perubahan terlihat dari besarnya nilai dibelakang koma, akan tetapi tidak mempengaruhi dampak dari nilai iRSSnya. Hal ini sangat menarik meskipun pada kondisi jarak WT-VR berbeda, nilai iRSS yang dihasilkan stabil.

Hubungan antara jarak WT-VR terhadap IT-VR dengan nilai iRSS dapat dilihat pada gambar 7. Dari gambar dijelaskan bahwa kurva grafik yang ditimbulkan oleh WLAN 802.11a memberikan dampak pengaruh yang tinggi, terlihat pada grafik kurva sinyal iRSS mengalami penurunan yang signifikan dari jarak 1-10 Meter. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin jauh jarak antara IT-VRnya interferensi yang ditimbulkan semakin kecil dan sebaliknya jika dekat interferensi yang ditimbulkan besar



Gambar 7 Grafik iRSS Terhadap Jarak WT-VR dan Jarak IT-VR

Pada grafik di atas terbukti bahwa faktor jarak dapat mempengaruhi bertambah dan berkurangnya sinyal iRSS yang diakibatkan oleh interferensi WLAN 802.11a

### 4.3.2 Nilai Kualitas Kinerja Ultra Wideband

Pengaruh interferensi WLAN 802.11a terhadap kualitas kinerja Ultra Wideband ditunjukkan pada pengaruh jarak antara transmitter 802.11a dengan receiver UWB terhadap *carrier to interference ratio* (C/I) serta *signal to interference noise ratio* (SIR).

#### 4.3.2.1 Signal To Interference Noise Ratio (SIR)

Besarnya *signal to interference noise ratio* (SIR) nilai pada perangkat Ultra Wideband dapat diketahui menggunakan persamaan 3.13, akan tetapi sebelum mencari nilai SIR tersebut terlebih dahulu kita mencari besarnya noise yang diterima UWB dengan menggunakan persamaan 3.14, besarnya noise yang diterima UWB dapat dihitung sebagai berikut:

$$N_{0, \text{dBm}} = -174 \text{ [dB]} + 7 \text{ dBm [13]} + 10 \times \log_{10} 5000000000 = -80 \text{ dBm}$$

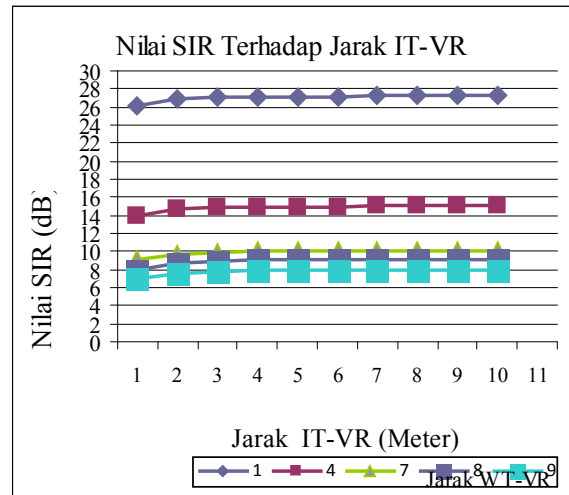
Dari besaran noise pada UWB maka dapat dihitung besarnya SIR dari tiap jarak radius yang berbeda, hasilnya dapat kita lihat pada tabel 9.

**Tabel 9** Nilai SIR Terhadap Jarak WT-VR dan Jarak IT-VR

Jarak IT-VR (m)	SIR Terhadap Jarak WT-VR (dB)				
	1 m	4 m	7 m	8 m	9 m
1	26,05	13,91	9,02	8,01	6,90
2	26,83	14,64	9,75	8,72	7,62
3	27,05	14,86	9,95	8,92	7,83
4	27,12	14,98	10,04	9,01	7,92
5	27,16	14,98	10,08	9,05	7,96
6	27,18	15,00	10,10	9,07	7,98
7	27,20	15,02	10,12	9,09	8,00
8	27,20	15,03	10,12	9,10	8,01
9	27,21	15,03	10,13	9,10	8,01
10	27,22	15,04	10,14	9,11	8,02

Pada Tabel 9 dapat kita lihat bahwa SIR diperoleh pada kondisi VR-WT 1, 4, 7, 8 dan 9 meter dengan jarak minimum IT-VR 1 meter sebesar 26,05, 13,91, 9,02, 8,01 dan 6,90 dB, sedangkan SIR pada jarak maksimum IT-VR 10 meter sebesar 27,22, 15,04, 10,14, 9,11 dan 8,02 dB. Hal ini disebabkan karena pada jarak IT-VR 1 meter memiliki iRSS besar dan pada jarak IT-VR 10 meter iRSS kecil.

Pada Gambar 8 Grafik Nilai SIR terlihat bahwa perbandingan kurva dengan jarak WT-VR yang lebih dekat 1 meter memiliki nilai SIR keseluruhan lebih tinggi dibandingkan dengan kurva pada jarak WT-VR 4, 7, 8 dan 9 meter, hal ini disebabkan karena SIR terhadap jarak WT-VR, jika semakin dekat jaraknya SIR yang diperoleh besar dan jika semakin jauh jaraknya SIR yang diperoleh kecil. Sedangkan grafik kurva perbandingan SIR terhadap jarak IT-VR dimana pada jarak 1 meter lebih besar dibandingkan dengan jarak 10 meter, hasil ini juga sama pada kondisi WT-VR 4, 7, 8, dan 9 meter. Itu membuktikan bahwa semakin dekat jarak IT-VR maka SIR yang diperoleh besar begitu juga sebaliknya semakin jauh jarak IT-VR nya SIR yang didapat kecil.



**Gambar 8** Grafik Nilai SIR Terhadap Jarak IT-VR

#### 4.3.2.2 Carrier to Interference Ratio (C/I)

Besarnya nilai *carrier to interference ratio* (C/I) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.15 seperti contoh perhitungan besarnya C/I dibawah ini :

$$\frac{C}{I} \text{ (dB)} = 10 \times \log_{10} \left( \frac{10^{-3,270}}{10^{-8,503}} \right) = 32,27 \text{ dB}$$

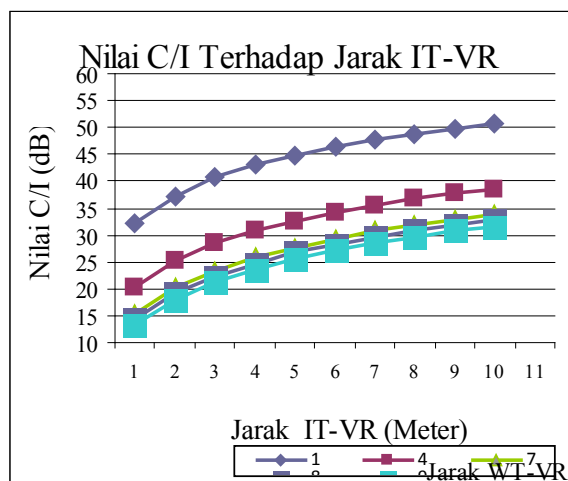
Hasil perhitungan C/I dapat dilihat pada pada tabel 10, sementara grafiknya dapat dilihat pada grafik 4.5. Pada Tabel 10 dapat kita lihat bahwa C/I diperoleh pada kondisi VR-WT 1, 4, 7, 8 dan 9 meter terhadap jarak minimum IT-VR 1 meter sebesar 32,27, 20,27, 15,42, 14,46 dan 13,27 dB, sedangkan C/I pada kondisi WT-VR yang sama terhadap jarak maksimum IT-VR 10 meter sebesar 50,77, 38,63, 33,82, 32,72 dan 31,64dB. Hal ini disebabkan karena pada jarak IT-VR 1

meter memiliki iRSS besar dan pada jarak IT-VR 10 meter iRSS kecil.

**Tabel 10** Nilai C/I Terhadap Jarak WT-VR dan Jarak IT-VR.

Jarak IT-VR (Meter)	C/I Terhadap Jarak WT-VR (dB)				
	1 m	4 m	7 m	8 m	9 m
1	32,27	20,27	15,42	14,46	13,27
2	37,29	25,08	20,24	19,22	18,07
3	40,75	28,47	23,33	22,28	21,27
4	42,97	30,73	25,89	24,7	23,73
5	44,75	32,65	27,64	26,73	25,55
6	46,48	34,18	29,35	28,33	27,3
7	47,7	35,51	30,74	29,65	28,62
8	48,83	36,72	31,7	30,94	29,66
9	49,83	37,67	32,93	31,79	30,72
10	50,77	38,63	33,82	32,72	31,64

Pada Gambar 9 Grafik Nilai C/I terlihat bahwa perbandingan kurva dengan jarak WT-VR yang lebih dekat 1 meter memiliki nilai C/I keseluruhan lebih tinggi dibandingkan dengan kurva pada jarak WT-VR 4, 7, 8 dan 9 meter, hal ini disebabkan karena C/I terhadap jarak WT-VR, jika semakin dekat jaraknya C/I yang diperoleh besar dan jika semakin jauh jaraknya C/I yang diperoleh kecil. Sedangkan grafik kurva perbandingan C/I terhadap jarak IT-VR dimana pada jarak 1 meter lebih besar dibandingkan dengan jarak 10 meter, hasil ini juga sama pada kondisi WT-VR 4, 7, 8, dan 9 meter. Itu membuktikan bahwa semakin dekat jarak IT-VR maka C/I yang diperoleh besar begitu juga sebaliknya semakin jauh jarak IT-VR nya C/I yang didapat kecil.



**Gambar 9** Grafik Nilai C/I Terhadap Jarak IT-VR

Pola kurva C/I disebabkan karena hasil perhitungan keduanya dipengaruhi oleh faktor iRSS dan dRSS yang dihasilkan dari tiap kondisi sedangkan untuk pola kurva SIR masih ada faktor noise yang diterima oleh penerima UWB. Karena noise yang diterima penerima UWB dalam bandwidth receiver adalah sama untuk tiap kondisi maka faktor yang berpengaruh juga lebih kepada 2 variabel diatas saja. Akan tetapi parameter kualitas kinerja yang dapat dijadikan sebagai acuan bagi indikasi interferensi yang terjadi pada penelitian ini adalah C/I dimana jika nilai C/I simulasi lebih kecil dari pada kriteria C/I yang ditetapkan maka bisa dipastikan terjadi interferensi antara kedua sistem yang diamati, namun jika sebaliknya maka dapat disimpulkan kemungkinan interferensinya kecil.

## 5 SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan analisis *single* interferensi WLAN 802.11a terhadap Ultra Wideband, dapat diambil simpulan bahwa :

1. Perangkat WLAN 802.11a dapat mempengaruhi aktifitas kinerja Ultra Wideband pada frekuensi 5,25 GHz dengan kriteria masking WLAN 802.1a yang diterapkan sebesar -20 dBm/Mhz.
2. Interferensi terbesar terjadi pada kondisi WT-VR 8 meter terhadap jarak IT-VR 1 meter sebesar -85,03 dBm dilihat pada besarnya nilai C/I yaitu 14,46 dB dibawah kriteria C/I UWB sebesar 15 dB. Sedangkan interferensi terkecil terjadi pada kondisi WT-VR 8 meter terhadap jarak IT-VR 10 meter yang ditimbulkan sebesar -103,53 dBm dilihat pada besarnya nilai C/I yaitu 32,72 dB diatas kriteria C/I UWB sebesar 15 dB. Semakin kecil nilai C/I dari pada kriteria C/I yang ditetapkan maka bisa dipastikan terjadi interferensi antara kedua sistem yang diamati, namun jika sebaliknya maka dapat disimpulkan kemungkinan interferensinya kecil.
3. Interferensi yang terjadi dipengaruhi oleh faktor jarak, semakin dekat jarak antara perangkat WLAN 802.11a dengan Ultra Wideband maka interferensi yang ditimbulkan besar dan semakin jauh jaraknya interferensi yang ditimbulkan kecil.

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

- [1] Cahyasiwi, Dwi Astuti. *Interferensi Agregat UWB Terhadap WLAN 802.11a*, Jakarta: Tesis, Universitas Indonesia. 2008.
- [2] SEAMCAT Handbook. *European Communication Office*. Copenhagen, Denmark, Januari. 2010.
- [3] Sukaridhoto, S. *Pengenalan Wireless LAN*. Jurnal Telekomunikasi PENS-ITS, 2008.
- [4] M. Ghavami., L. B. Michael., R. Kohno. *Ultra Wideband Signal And System In Communication Engineering 2<sup>nd</sup> Edition*. John Wiley & Sons Ltd. England. 2007.
- [5] Yee, Jung., Esfahani, Hossain. P. *Wireless LAN Performance Trade Offs*. Jurnal. November. 2002.
- [6] Charter, Denny. *Konsep Dasar Wireless LAN*. Jurnal Ilmu Komputer. 2003-2007.
- [7] Sofana, Iwan. *Membangun Jaringan Komputer*. Bandung : Informatika. Maret. 2008.
- [8] \_\_\_\_\_, *Sistem Komunikasi Radio Bergerak Cellular*, Divisi Pelatihan PT. Telekomunikasi Indonesia, Jakarta. 1995.
- [9] Arief, M. Rudyanto. *Teknologi Jaringan Tanpa Kabel*. Seminar Teknologi Nasional. Yogyakarta. 2007.
- [10] \_\_\_\_\_, *Standar Wireless Lokal Area Network 802.11a*. Jurnal Teknologi Nasional. 2008-2010.
- [11] M. Ghavami., L. B. Michael., R. Kohno. *Ultra Wideband Signal And System In Communication Engineering 1<sup>st</sup> Edition*. John Wiley & Sons Ltd. England. 2004.
- [12] Abdelmajid, H. Ahmad. *Wireless LAN Power Amplifier Linearity & IEEE802.11a/b/g Spectral Mask Vs FCC Requirement*. Microwave Product Digest. September. 2005.
- [13] Ohno, Kohei. Tetsushi Ikegami. *An interference mitigation study for coexistence of DS-UWB and OFDM*, PIMRC 2007 - IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, no. 1. September 2007.
- [14] Deva K. Borah, Rittwik Jana dan Anastasios Stamoulis *Performance evaluation of IEEE 802.11a wireless LANs in the presence of ultrawideband interference*, WCNC 2003 - IEEE Wireless Communications and Networking Conference, no. 1. Marer 2003.
- [15] \_\_\_\_\_, *Monte Carlo Simulation Methodology for the use in sharing and compatibility studies between different radio services or system*. ERC report 68, 2002.
- [16] \_\_\_\_\_, *High-Speed Wireless LAN Options 802.11a and 802.11g*. WLAN Association, <http://www.wlana.org/pdf/highspeed.pdf>, akses terakhir Juli 2011.
- [17] \_\_\_\_\_, *Wireless USB : The First High-speed Personal Wireless Interconnect*. [http://www.intel.com/technology/comms/uwb/download/wireless\\_pb.pdf](http://www.intel.com/technology/comms/uwb/download/wireless_pb.pdf), Intel White paper 2005. Akses Juni 2011.
- [18] Oppermann. Ian, Matti Hämäläinen., dan Jari Iinatti. *UWB Theory and Applications*. John Wiley & Sons, 2004.