

INTERFERENSI BLUETOOTH TERHADAP THROUGHPUT WLAN IEEE 802.11B

Alicia Sinsuw

Dosen PSTI Teknik Elektro Unsrat

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi jaringan data saat ini semakin pesat. Adanya teknologi WLAN (Wireless Local Area Network) dan WPAN (Wireless Personal Area Network) dengan produk-produk berstandar teknologi IEEE 802.11b mendominasi pasaran. IEEE 802.11b menawarkan kecepatan sampai dengan 11 Mbps dan memiliki range lebih dari 100 meter. Dengan WLAN, aplikasi-aplikasi seperti internet access, e-mail, dan file sharing sekarang dapat dilakukan di rumah atau lingkungan perkantoran dengan level baru dalam hal kebebasan dan fleksibel.

Untuk kategori WPAN didominasi oleh teknologi wireless jarak dekat yang disebut dengan Bluetooth, yang didesain untuk mengganti aplikasi kabel. Umumnya implementasi Bluetooth mendukung range sampai dengan 10 meter, dan kecepatan sampai dengan 700 Kbps untuk data dan suara. Bluetooth ideal untuk aplikasi-aplikasi seperti headset wireless, sinkronisasi PDA (Personal Digital Assistant) dengan komputer secara wireless, dan perangkat-perangkat wireless seperti printer dan keyboard.

Kedua teknologi wireless tersebut sama-sama menggunakan pita frekuensi ISM (Industrial, Scientific, Medical) 2,4 GHz. Karena penggunaan pita frekuensi yang sama ini, maka sangat potensial sekali terjadi interferensi antara

kedua teknologi tersebut.

II. IEEE 802.11b

Standar IEEE 802.11b untuk Wireless Local Area Networking (WLAN) telah menempatkan teknologi ini sebagai teknologi yang benar-benar menjanjikan dalam dunia wireless. Standar tersebut menyingkap arsitektur jaringan WLAN, termasuk spesifikasi fisik dan medium akses.

1. Arsitektur Jaringan

Standar teknologi IEEE 802.11b sangat menjanjikan dalam hal WLAN. Standar ini

menjelaskan arsitektur jaringan WLAN termasuk spesifikasi akses fisik dan medium.

WLAN adalah tipe LAN (Local Area Network) yang menggunakan gelombang radio frekuensi tinggi daripada kabel untuk komunikasi antar node. Sebuah Basic Service Set (BSS) dalam bentuknya yang paling sederhana terdiri atas dua atau lebih node wireless, atau station (STA), yang independen dan dapat saling berkomunikasi. Keadaan ini dinamakan Independent BSS (IBSS).

Dalam sebuah IBSS, STA-STA berkomunikasi secara langsung dengan yang lain dalam level peer-to-peer. Tipe jaringan ini umumnya dinamakan jaringan ad-hoc yang dapat dilihat pada gambar berikut.

Konfigurasi yang lebih umum dan jauh lebih fleksibel yakni dalam BSS tersebut terdapat Access Point (AP). Fungsi utama AP yaitu sebagai jembatan antara wireless LAN dan wired LAN. Ketika AP berada dalam BSS, STA-STA tidak berkomunikasi dalam level peer-to-peer lagi. Tetapi, semua komunikasi antara STA-STA atau antara STA dengan klien jaringan kabel harus melewati AP. AP tidak bersifat mobile.

2. Teknologi Akses Radio

Ada dua variasi PHY yang disediakan oleh IEEE 802.11b, yaitu Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) dan Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS). Namun dalam prakteknya, hanya DSSS yang memiliki keberadaan yang berarti di pasaran karena paling banyak diimplementasikan sampai sekarang ini.

Sistem DSSS dapat mendukung kecepatan data 1 Mbps, 2 Mbps, 5,5 Mbps, dan 11 Mbps sedangkan sistem FHSS hanya dapat mendukung kecepatan data 1 Mbps dan 2 Mbps.

Karya ilmiah ini mengacu pada sistem DSSS. Opsi PHY DSSS dan FHSS didesain secara khusus untuk memenuhi peraturan FCC (FCC 15.247) untuk operasi pada pita frekuensi ISM 2,4GHz. Pita frekuensi ISM 2,4GHz dalam prakteknya

sangat menarik karena menempati alokasi frekuensi seluruh dunia untuk operasi tak berlisensi.

3. Spread Spectrum

Spread spectrum digunakan pada IEEE 802.11b untuk menginterferensi karena sistem lain yang beroperasi pada pita frekuensi spread spectrum bekerja dengan menyebar/spreading sinyal yang bandwidthnya lebih lebar pada saat transmisi.

4. Media Akses

Protokol dasar medium akses dari standar 802.11b adalah Distributed Coordination Function (DCF) yang menggunakan algoritma Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance (CSMA/CA). Cara kerjanya adalah, STA harus “mendengarkan” apakah ada STA yang menggunakan kanal untuk mengirim paket. Jika kanal sedang idle, maka STA dapat mengirim paket. Tapi jika kanal sedang sibuk, maka STA harus menunggu dengan prosedur random back-off., yakni waktu dimana STA harus menunggu sampai diperbolehkan mengirim paketnya.

Penerimaan paket pada DCF mewajibkan adanya acknowledgement. Setiap pesan yang dikirim menggunakan mekanisme Stop-and-Wait Automatic Repeat Request (ARQ). Pengirim menunggu adanya ACK dari penerima yang menandakan bahwa paket telah diterima oleh penerima. Tetapi jika tidak diterima adanya ACK, maka akan terjadi retransmisi paket.

III. BLUETOOTH

Bluetooth adalah sebuah teknologi komunikasi wireless (tanpa kabel) yang beroperasi dalam pita frekuensi 2,4 GHz unlicensed ISM (Industrial, Scientific and Medical) dengan menggunakan sebuah frequency hopping tranceiver yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan suara dengan jarak jangkauan layanan yang terbatas (sekitar 10 meter, dapat ditingkatkan sampai 100 meter).

Bluetooth sendiri dapat berupa card yang bentuk dan fungsinya hampir sama dengan card yang digunakan untuk wireless local area network (WLAN) dimana menggunakan frekuensi radio standar IEEE

802.11, hanya saja pada Bluetooth mempunyai jangkauan jarak layanan yang lebih pendek dan kemampuan transfer data yang lebih rendah.

IV. INTERFERENSI BLUETOOTH PADA THROUGHPUT WLAN IEEE 802.11B

Transmisi IEEE 802.11b terpengaruh lebih banyak dari Bluetooth, jika dibandingkan dengan Bluetooth terpengaruh dari 802.11b karena sejumlah alasan.

Bluetooth adalah sistem frekuensi hop yang cepat, yaitu 1.600 hop/s. Hal ini melawan interferensi dengan cara mudah menghindarinya, melompat ke frekuensi yang lain.

Area operasi IEEE 802.11b jauh lebih luas daripada area operasi Bluetooth, akibatnya kekuatan sinyal transmisi 802.11b melemah di bawah daya transmitter Bluetooth dan menjadi sangat rentan terhadap interferensi. Overhead dan ukuran paket Bluetooth lebih kecil, yang berarti bahwa sangat sedikit data yang akan hilang dalam hal tabrakan dan transmisi ulang dari paket Bluetooth pada frekuensi yang berbeda akan terjadi sangat cepat, sementara itu akan memakan waktu lebih lama untuk retransmisi paket 802.11b.

1. Interferensi

Perhatian utama adalah pada probabilitas paket error. Probabilitas tabrakan/kolisi antara paket 802.11b dengan paket dari piconet Bluetooth dan pada layer PHY disebut P_e .

• Jarak antar BT 1 meter .

Dari skenario pengukuran di atas, didapatkan data sebagai berikut :

1. Data rate 1 Mbps.

Jarak (meter)	Prob.	Paket Error	Waktu Transmisi (ms)	Throughput (Mbps)
10	0.34	6.82	0.3771	
20	0.38	7.64	0.3146	
30	0.41	8.35	0.2726	
40	0.42	9.12	0.2444	
50	0.46	10.59	0.1939	
60	0.57	14.16	0.1115	
70	0.64	17.27	0.0824	
80	0.73	22.45	0.0471	
90	0.81	28.23	0.0259	
100	0.86	32.67	0.0161	

Berikut adalah proses perhitungannya :

$$L = \text{Data/Data rate}$$

$$= 4000 \text{ bit} / 1 \cdot 10 \text{ bps}$$

$$= 4000 \mu\text{s.}$$

$$H = 625 \mu\text{s.}$$

$$L/H = 4000/625$$

$$= 7, \text{ dengan } P = L/H - L/H = 7 - 6,4 = 0,6.$$

$$L/H + 1 = 4000/625 + 1$$

$$= 8, \text{ dengan } P = 1 - L/H + L/H$$

$$= 1 - 7 + 6,4 = 0,4.$$

lalu, dihitung probabilitas paket 802.11b terkena tabrakan Bluetooth dengan formula pada persamaan (4.11) : $L/H (L/H+1)$

$$- P\{\text{Collision}\} = 1 - (2/3) (L/H - L/H) - (2/3) (1 - L/H + L/H)$$

$$7 \cdot 8 \cdot 0,6 - (2/3) \cdot 0,4 = 1 - (2/3) = 0,9493.$$

$$\mu = 100\%.$$

lalu, berikut adalah untuk kasus 10 meter :

$$- N = t / \text{hop BT} = 6,82\text{ms}/625\mu\text{s} = 11.$$

dihitung probabilitas paket 802.11b yang bagus dengan persamaan (4.12) :

$$P\{\text{GP}\} = (1 - ((1 - P\{\text{Collision}\}) \cdot (1 - 1/3)))^{11}$$

$$= (1 - ((1 - 0,9493) \cdot (1 - 1/3)))^{11}$$

$$= 0,9662$$

$$= 0,685.$$

akhirnya dapat ditemukan probabilitas paket error untuk 10 meter yaitu :

$$\text{Prob. Paket Error} = 1 - P\{\text{GP}\}$$

$$= 1 - 0,685$$

$$= 0,315.$$

lalu, dapat dihitung throughput data rate 1 Mbps untuk 10 meter dengan menggunakan persamaan (4.4) :

$$\text{Throughput (10meter)} = (1 - \text{Prob.Paket Error}) \cdot \text{Data}/t$$

$$= (1 - 0,315) \cdot 4000 \text{ bit}/6,82\text{ms} = 0,4018 \text{ Mbps.}$$

2. Data rate 2 Mbps.

Jarak (meter) Prob. Paket Error Waktu Transmisi (ms) Throughput (Mbps)

$$10 \ 0.49 \ 2.55 \ 0.7901$$

$$20 \ 0.55 \ 3.15 \ 0.5614$$

$$30 \ 0.61 \ 4.06 \ 0.3742$$

$$40 \ 0.66 \ 4.86 \ 0.2698$$

$$50 \ 0.69 \ 5.42 \ 0.2188$$

$$60 \ 0.77 \ 6.26 \ 0.1369$$

$$70 \ 0.85 \ 8.62 \ 0.0686$$

$$80 \ 0.9 \ 10.15 \ 0.0384$$

$$90 \ 0.95 \ 12.72 \ 0.0147$$

$$100 \ 0.98 \ 14.61 \ 0.0054$$

Berikut adalah proses perhitungannya :

$$L = \text{Data/Data rate} = 4000 \text{ bit} / 2 \cdot 10 \text{ bps} = 2000 \mu\text{s. } H = 625 \mu\text{s.}$$

$$L/H = 2000/625 = 4, \text{ dengan } P = L/H - L/H = 4 - 3,2 = 0,8.$$

$$L/H + 1 = 2000/625 + 1 = 5, \text{ dengan } P = 1 - L/H + L/H = 1 - 4 + 3,2 = 0,2.$$

$$- P\{\text{Collision}\} = 1 - (2/3) (L/H - L/H) - (2/3) (1 - L/H + L/H) = 1 - (2/3) \cdot 0,8 - (2/3) \cdot 0,2$$

$$= 1 - (2/3)$$

$$= 0,8157.$$

$$\mu = 100\%.$$

Seanjutnya adalah untuk jarak 10 meter :

$$N = t / \text{hop BT} = 2,55\text{ms}/625\mu\text{s} = 5.$$

dihitung probabilitas paket 802.11b yang bagus dengan persamaan (4.12) :

$$P\{\text{GP}\} = (1 - ((1 - P\{\text{Collision}\}) \cdot (1 - 1/3)))^5$$

$$= (1 - ((1 - 0,8157) \cdot (1 - 1/3)))^5$$

$$= 0,8771 = 0,519.$$

akhirnya dapat ditemukan probabilitas paket error untuk 10 meter yaitu :

$$\text{Prob. Paket Error} = 1 - P\{\text{GP}\}$$

$$= 1 - 0,519$$

$$= 0,481.$$

lalu, dapat dihitung throughput data rate 2 Mbps untuk 10 meter dengan menggunakan persamaan (4.4) :

$$\text{Throughput (10meter)} = (1 - \text{Prob.Paket Error}) \cdot \text{Data}/t$$

$$= (1 - 0,481) \cdot 4000 \text{ bit}/2,55\text{ms}$$

$$= 0,8142 \text{ Mbps.}$$

3. Data rate 5,5 Mbps.

Jarak (meter) Prob. Paket Error Waktu Transmisi (ms) Throughput (Mbps)

$$10 \ 0.64 \ 1.26 \ 1.1329$$

$$20 \ 0.65 \ 1.31 \ 1.0587$$

$$30 \ 0.66 \ 1.42 \ 0.9477$$

$$40 \ 0.67 \ 1.58 \ 0.8254$$

$$50 \ 0.82 \ 3.07 \ 0.2245$$

$$60 \ 0.92 \ 4.31 \ 0.0722$$

$$70 \ 0.97 \ 5.12 \ 0.0214$$

$$80 \ 0.97 \ 6.16 \ 0.0185$$

$$90 \ 0.99 \ 8.84 \ 0.0044$$

$$100 \ 0.99 \ 10.12 \ 0.0039$$

Berikut adalah proses perhitungannya :

$$L = \text{Data/Data rate} = 4000 \text{ bit} / 5,5 \cdot 10 \text{ bps} = 728 \mu\text{s. } H = 625 \mu\text{s.}$$

$$L/H = 728/625 = 2, \text{ dengan } P = L/H - L/H = 2 - 1,1648 = 0,8352.$$

• .Jarak antar BT 5 meter

1. Data Rate 2 Mbps.

Jarak (meter)	Prob.	Paket Error (ms)	Waktu Transmisi Throughput (Mbps)
10	0.42	2.42	0.9376
20	0.5	2.62	0.7423
30	0.51	2.83	0.6715
40	0.52	3.06	0.6064
50	0.55	3.29	0.5261
60	0.56	3.43	0.4921
70	0.62	3.68	0.3921
80	0.63	3.91	0.3575
90	0.64	4.06	0.3336
100	0.65	4.27	0.3068

Berikut adalah proses perhitungannya :

$L = \text{Data}/\text{Data rate} = 4000 \text{ bit} / 2 \cdot 10 \text{ bps} = 2000 \mu\text{s}$. $H = 625 \mu\text{s}$.

$L/H = 2000/625 = 4$, dengan $P = L/H - L/H = 4 - 3,2 = 0,8$.

$L/H + 1 = 2000/625 + 1 = 5$, dengan $P = 1 - L/H + L/H = 1 - 4 + 3,2 = 0,2$.

lalu, dihitung probabilitas paket 802.11b terkena tabrakan Bluetooth deng

formula pada persamaan (4.11) : $L/H (L/H+1)$

$P\{\text{Collision}\} = 1 - (2/3) (L/H - L/H) - (2/3) (1 - L/H + L/H) = 1 - (2/3) = 0,8157$.

$\mu = 100\%$.

lalu, berikut adalah untuk kasus 10 meter :

$N = t / \text{hop BT} = 5,11 \text{ms} / 625 \mu\text{s} = 5$. T

dihitung probabilitas paket 802.11b yang bagus dengan persamaan (4.12) :

$P\{\text{GP}\} = (1 - ((1 - P\{\text{Collision}\}) \cdot (1 - 1/3)))^5 = (1 - ((1 - 0,8157) \cdot (1 - 1/3)))^4$

$= 0,8771$

$= 0,591$.

akhirnya dapat ditemukan probabilitas paket error untuk 10 meter yaitu :

Prob. Paket Error = $1 - P\{\text{GP}\}$

$= 1 - 0,591$

$= 0,409$.

lalu, dapat dihitung throughput data rate 2 Mbps untuk 10 meter deng

menggunakan persamaan (4.4) :

Throughput (10meter) = $(1 - \text{Prob.Paket Error}) \cdot \text{Data}/t$ T

$= (1 - 0,409) \cdot 4000 \text{ bit} / 2,42 \text{ms}$

$= 0,9769 \text{ Mbps}$.

2. Data Rate 11 Mbps

Jarak (meter)	Prob.	Paket Error (ms)	Waktu Transmisi Throughput (Mbps)
10	0.59	0.79	2.0659
20	0.6	0.86	1.8505
30	0.61	0.97	1.5982

40	0.62	1.09	1.3845
50	0.63	1.18	1.2442
60	0.74	1.26	0.8154
70	0.75	1.35	0.7307
80	0.76	1.45	0.6521
90	0.77	1.57	0.5759
100	0.78	1.63	0.5299

Berikut adalah proses perhitungannya :

- $L = \text{Data}/\text{Data rate} = 4000 \text{ bit} / 11 \cdot 10 \text{ bps} = 364 \mu\text{s}$. $H = 625 \mu\text{s}$.

$L/H = 364/625 = 1$, dengan $P = L/H - L/H = 1 - 0,5824 = 0,4176$. $L/H + 1 = 364/625 + 1 = 2$, dengan $P = 1 - L/H + L/H = 1 - 1 + 0,5824 = 0,5824$.

lalu, dihitung probabilitas paket 802.11b terkena tabrakan Bluetooth denga

formula pada persamaan (4.11) : $L/H (L/H+1)$

$P\{\text{Collision}\} = 1 - (2/3) (L/H - L/H) - (2/3) (1 - L/H + L/H) = 1 - (2/3) = 0,4628$.

$\mu = 100\%$.

lalu, berikut adalah untuk kasus 10 meter :

$N = t / \text{hop BT} = 0,82 \text{ms} / 625 \mu\text{s} = 2$. T

dihitung probabilitas paket 802.11b yang bagus dengan persamaan (4.12) : N

$P\{\text{GP}\} = (1 - ((1 - P\{\text{Collision}\}) \cdot (1 - 1/3)))^2 = (1 - ((1 - 0,4628) \cdot (1 - 1/3)))^2$

$= 0,6418$

$= 0,412$.

akhirnya dapat ditemukan probabilitas paket error untuk 10 meter yaitu :

Prob. Paket Error = $1 - P\{\text{GP}\}$

$= 1 - 0,412$

$= 0,588$.

lalu, dapat dihitung throughput data rate 11 Mbps untuk 10 meter denga

menggunakan persamaan (4.4) :

Throughput (10meter) = $(1 - \text{Prob.Paket Error}) \cdot \text{Data}/t$ T

$= (1 - 0,588) \cdot 4000 \text{ bit} / 0,79 \text{ms}$

$= 2,0861 \text{ Mbps}$.

PENUTUP

1. Kesimpulan

Dari hasil yang didapatkan, ternyata interferensi Bluetooth sangat berpengaruh terhadap kinerja IEEE 802.11b yang dinyatakan dengan throughput. Throughput IEEE 802.11b semakin menurun seiring dengan peningkatan jarak antara transmitter dan receiver. Jarak antar

device Bluetooth pun mempengaruhi throughput IEEE 802.11b. Semakin dekat jarak antar device Bluetooth maka semakin besar pula penurunan throughput IEEE 802.11b.

Efisiensi tiap data rate memberikan hasil yang berbeda-beda. Data rate 11 Mbps memberikan throughput terbaik untuk 36 meter pertama, kemudian data rate 5,5 Mbps memberikan throughput terbaik untuk 14 meter berikutnya, kemudian data rate 2 Mbps menjadi lebih efisien pada 18 meter berikutnya, dan akhirnya pada 70 sampai 100 meter data rate 1 Mbps memberikan throughput terbaik.

Analisa yang dikembangkan ini sangat umum dan dapat digunakan untuk menganalisa adanya interferensi antara sistem wireless yang lain. Dengan memvariasikan teknik modulasi, skema pengkodean kanal seperti shadowing dan multipath fading dapat diaplikasikan pada sistem ini.

2. Saran

Hasil yang didapatkan pada analisa ini memperlihatkan perlunya digunakan analisa dengan pemodelan kanal yang lebih spesifik,

misalnya Rayleigh. Juga, fragmentasi paket untuk setiap data rate harus digunakan untuk mencapai optimisasi throughput.

Sebagai tambahan, juga disarankan perlunya algoritma untuk mengontrol interferensi antara kedua sistem. Sebagai contoh, medium sense dan skema akses kanal ditambahkan pada standar IEEE 802.11b untuk mendeteksi keberadaan Bluetooth dan mengatur akses kanal untuk kedua sistem, sehingga dapat mencegah interferensi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Forouzan, Behrouz., *DATA COMMUNICATIONS and NETWORKING*, mcGraw Hill, Singapore, 2004
2. Glisic. Savo., *ADVANCED WIRELESS COMMUNICATIONS*, 4 Technologies, John Wiley & Sons Ltd, England, 2004
3. Olexa, Ron., *IMPLEMENTING 802.11, 802.16, AND 802.20 WIRELESS NETWORKS.*, Planning, Troubleshooting and Operations, Communications Engineering Series, Elsevier Inc., 2005.