



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI KINERJA CDMA S-ALOHA PADA KANAL FADING
DENGAN CAPTURE EFFECT**

RINGKASAN DISERTASI

Untuk memperoleh gelar Doktor dalam Ilmu Teknik Elektro yang dipertahankan
dihadapan Sidang Terbuka Senat Akademik Universitas Indonesia
dibawah Pimpinan Rektor Universitas Indonesia

Prof. Dr. der Soz. Gumilar Rusliwa Somantri,

Pada hari rabu, tanggal 23 Juli 2008 pukul 9.00 WIB

Hoga Saragih

8403030028



**PROGRAM PASCA SARJANA BIDANG ILMU TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
2008**

Promotor :

Prof. Dr. Ir. Eko Tjipto Rahardjo
Guru Besar Tetap
Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Ko Promotor :

Ir. Gunawan Wibisono, MSc, PhD
Staf Pengajar Tetap
Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Panitia Penguji :

**Prof. Dr. Ir. Dadang Gunawan, M.Eng.
Guru Besar Tetap
Fakultas Teknik
Universitas Indonesia**

**Dr. Ir. Muhammad Asvial
Staf Pengajar Tetap
Fakultas Teknik
Universitas Indonesia**

**Dr. Gamantyo Hendrantoro
Staf Pengajar Tetap
Fakultas Teknik
ITS**

**Prof. Dr. Ir. Bagio Budiardjo, M.Sc.
Guru Besar Tetap
Fakultas Teknik
Universitas Indonesia**

**Prof. Dr. Ir. Harry Sudibyoy.S
Guru Besar Tetap
Fakultas Teknik
Universitas Indonesia**

Daftar Isi

1.	Pendahuluan	1
2.	Tujuan Penelitian	4
3.	Metodologi Penelitian	5
4.	Batasan Masalah	5
5.	<i>Throughput</i> CDMA S-ALOHA	6
6.	Hasil Dan Analisa	10
7.	Kesimpulan	25
8.	Daftar Acuan	26
9.	Hasil Publikasi Ilmiah	30
10.	Ucapan Terima Kasih	34
11.	Riwayat hidup	38

1. Pendahuluan

Sistem komunikasi *wireless* berbasis teknologi *code division multiple acces* (CDMA) banyak dipakai karena mempunyai keunggulan dalam mengatasi *multipath fading* dan interferensi *cochannel*, memperbaiki kualitas layanan, serta dapat meningkatkan kapasitas sistem [1]-[5]. CDMA memanfaatkan kode-kode digital yang unik yang berfungsi untuk membedakan satu pengguna dengan pengguna yang lainnya. Kode-kode yang digunakan berupa deret *pseudo-noise* (PN) atau *pseudorandom* yang merupakan deretan data dengan kecepatan tinggi. Kode PN dengan satuan *chips*, merupakan sinyal yang memperlebar sinyal informasi dan digunakan untuk membedakan antara satu pengguna dengan yang lainnya.

ALOHA merupakan salah satu teknik akses jamak yang banyak dipakai pada komunikasi data. Permasalahan pada ALOHA adalah penurunan kualitas sinyal yang disebabkan oleh jumlah pengguna yang besar yang mengakibatkan meningkatnya interferensi, *fading* dan *shadowing*. ALOHA sangat sesuai untuk komunikasi dengan jumlah pengguna yang besar dengan trafik *bursty*. Protokol pengiriman pada ALOHA sangat sederhana, dimana pengguna dapat mengirimkan pakatnya kapan saja. Karena tidak ada koordinasi antar pengguna maka sering terjadi tabrakan. ALOHA banyak dipakai karena memiliki keunggulan dalam pengalokasian kanal dan penerapannya mudah serta mampu menghindari *overlap* yang berulang kali [6]-[10].

Gabungan CDMA dan ALOHA yang disebut CDMA ALOHA memiliki keunggulan antara lain penggunaan sumber daya frekuensi yang efektif untuk mencapai kapasitas sistem yang besar, pengguna dapat mengirimkan datanya tanpa ada pengaturan dengan pengguna lainnya, dan dapat untuk transmisi data dengan jumlah pengguna yang besar. Metode akses CDMA ALOHA ini menggunakan daya pengirim yang rendah dan mampu melayani jumlah pengguna yang besar dengan struktur penerima yang sederhana. Selain itu,

teknik CDMA ALOHA juga memiliki daya tahan yang sangat kuat terhadap problematika waktu kedatangan paket. CDMA ALOHA juga memberikan perbaikan kinerja *throughput*, *delay* dan stabilitas sistem dibandingkan elemen pembentuknya CDMA dan ALOHA.

Kinerja sistem CDMA ALOHA telah banyak dianalisa [6]-[10]. Sistem CDMA ALOHA pada jaringan radio paket dapat diklasifikasikan menjadi 2 kategori yaitu sistem CDMA *Slotted-ALOHA* [11], [12] dan sistem CDMA *Unslotted-ALOHA* [13]. CDMA U-ALOHA telah diteliti dengan fokus pada integrasi pengguna suara dan data dengan menggunakan *channel load sensing protocol* (CLSP) untuk kendali transmisi data [8]. CDMA S-ALOHA untuk integrasi pengguna suara dan data telah dianalisa oleh [9]. Dari [9], terlihat bahwa CDMA S-ALOHA memiliki *throughput* yang lebih baik dari S-ALOHA dan *outage probability* yang lebih baik dari CDMA. Keunggulan CDMA S-ALOHA adalah mempunyai *bandwidth* yang lebar, dapat mengakomodasi jumlah pengguna yang besar, kompleksitas sistem rendah dan fleksibilitas yang tinggi.

Analisis kinerja *bit error rate* (BER) CDMA biasa dilakukan dengan menggunakan *Gaussian approximation* (GA) [14], [15]. Pada metode GA evaluasi BER CDMA dengan mengabaikan adanya varian dari *multiple access interference* (MAI), sehingga hasil pendekatannya kurang akurat. Pada [16] telah dievaluasi kinerja BER CDMA dengan metode GA dan IGA, dan dihasilkan bahwa IGA lebih akurat daripada GA. Permasalahan pada CDMA S-ALOHA adalah penurunan kinerja *throughput* dikarenakan adanya *multipath fading*, interferensi, tabrakan dan peningkatan *transmission rate*. Pengaruh *fading* pada CDMA S-ALOHA adalah menurunkan BER CDMA yang secara langsung akan menurunkan *throughput*. Makin banyak tabrakan menyebabkan makin rendah probabilitas paket sukses yang terjadi sehingga *throughput* CDMA S-ALOHA akan menurun. *Transmission rate* yang tinggi akan mengakibatkan turunnya trafik disebabkan tingginya tabrakan dan *delay* yang terjadi. Untuk mengatasi

penurunan *throughput* dikarenakan adanya *fading* salah satu metode biasa yang digunakan adalah dengan teknik *capture*.

Pengaruh *multipath fading* mengakibatkan penurunan BER CDMA [17]-[19], sedangkan *cochannel interference* dapat mengurangi kapasitas sistem. Analisa kinerja S-ALOHA pada kanal ber-*fading* telah dilakukan oleh [20]-[22]. Demikian juga kinerja S-ALOHA pada kanal *fading* Nakagami/Nakagami dengan nilai parameter *fading* yang sama untuk *test packet* dan *interfering packets* juga telah dilakukan [23], [24]. Pada kanal ber-*fading* pengiriman paket sinyal utama maupun sinyal interferensi akan mengalami kerusakan yang disebabkan oleh *multipath fading* dan *noise*. Akibatnya penerima akan menerima paket yang tidak sempurna walaupun *collision* tidak terjadi.

Untuk mengatasi penurunan kualitas sinyal, diusulkan teknik *capture* yaitu sinyal dengan daya terbesar yang hanya diterima disisi penerima. Teknik ini biasa disebut *capture effect* [25]-[27]. Penerima dapat meng-*capture* paket dari sinyal utama yang ditransmisikan oleh pengirim pada kanal ber-*fading* jika daya dari sinyal utama paket yang nilainya melebihi daya dari total sinyal interferensi paket dalam waktu tertentu (*delay capture*). Dengan menerapkan *capture effect* diharapkan *throughput* CDMA S-ALOHA meningkat dibandingkan dengan sistem tanpa adanya *capture effect*. Oleh karena itu sangat menarik untuk menganalisa kinerja CDMA S-ALOHA pada kanal *multipath fading* dengan *capture effect*. Evaluasi kinerja CDMA S-ALOHA didekati dengan IGA untuk tingkat akurasi yang lebih baik dari GA.

Pada kondisi mikroseluler, model *fading* untuk sinyal utama dapat dimungkinkan berbeda dengan model *fading* untuk sinyal interferensi karena dianggap melalui jalur/*path* yang berbeda untuk transmisi sinyal utama dan sinyal interferensi. Kinerja S-ALOHA dengan dua model *fading* untuk sinyal utama dan sinyal interferensi telah dievaluasi oleh [28]-[32]. Yao dkk [28] telah mengevaluasi kinerja S-ALOHA dengan model Nakagami/

Nakagami dengan *fading* parameter yang sama. Sedangkan pada [29] telah evaluasi penggunaan Rayleigh/Rayleigh baik untuk sinyal utama maupun sinyal interferensi. Dari hasil studi literatur belum ditemukan evaluasi CDMA S-ALOHA dengan model *fading* berbeda untuk sinyal utama dan sinyal interferensi dengan *capture effect*. Oleh karena itu sangat menarik untuk dievaluasi kinerja CDMA S-ALOHA pada kanal Nakagami/Nakagami dengan *capture effect*. Diasumsikan bahwa parameter *fading* untuk sinyal utama berbeda dengan sinyal interferensi.

Komunikasi mendatang harus dapat mengakomodasi pengguna dengan menggunakan data *rate* yang tinggi. Pada CDMA S-ALOHA dengan meningkatnya data *rate* mengakibatkan *throughput* turun yang disebabkan meningkatnya tabrakan dan *delay* yang terjadi. Untuk mengatasi masalah ini pada CDMA S-ALOHA, maka diusulkan *Adaptive* CDMA S-ALOHA [33]-[36]. Selain itu, *Adaptive* CDMA S-ALOHA [34] adalah metode yang cukup efektif untuk mengintegrasikan layanan *non real time* (seperti *internet application*) dan *real time* (seperti suara) pada skenario *multisel*.

Adaptive CDMA S-ALOHA adalah teknik yang mengizinkan pengguna untuk mengirim data dengan menggunakan tingkat kecepatan transmisi yang berbeda-beda sesuai dengan kondisi trafik yang ada ketika *traffic* kanal dalam keadaan saturasi. Dengan cara ini, *throughput* akan meningkat dan waktu tunda pengiriman berkurang [33]-[36]. Evaluasi pada [33] hanya pada kanal *noise*, dimana pada sistem *wireless* pengaruh *fading* sangat besar. Oleh karena itu sangat menarik untuk mengevaluasi kinerja *Adaptive* CDMA S-ALOHA pada kanal ber-*fading* serta pengaruh penggunaan *delay capture* dalam meningkatkan kinerja *throughput* sistem.

2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja CDMA S-ALOHA pada kanal *fading* dengan *capture effect*. Evaluasi kinerja *throughput*

dilakukan dengan pendekatan IGA untuk menghasilkan kinerja yang lebih akurat. Kinerja *throughput* yang dianalisa dilakukan secara matematis. Oleh karena itu kontribusi dari penelitian ini adalah penurunan persamaan matematis *throughput* CDMA S-ALOHA pada kanal *fading* dengan *capture effect*.

3. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisa matematis dengan tahapan sebagai berikut:

- studi literatur, mempelajari seluruh literatur yang terkait dengan tema penelitian.
- perancangan model sistem yang diteliti.
- analisa matematis dari model sistem yang diperoleh.
- perhitungan matematis kinerja *throughput* CDMA S-ALOHA, evaluasi dan analisa terhadap kinerja *throughput* CDMA S-ALOHA.
- pembuatan laporan penelitian.

4. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi dengan menganalisis *throughput* pada sistem CDMA S-ALOHA pada kanal *noise* dan *multipath fading*. Metoda perhitungan matematis *throughput* CDMA S-ALOHA dilakukan dengan pendekatan IGA. Penggunaan *capture effect* dibatasi hanya pada *delay capture*. Pengembangan teknik CDMA S-ALOHA dibatasi pada *Adaptive* CDMA S-ALOHA. Analisis sistem terdiri atas 3 model, yaitu:

- a. Analisis *throughput* CDMA S-ALOHA pada kanal *multipath fading* dengan *capture effect*.
- b. Analisis *throughput* CDMA S-ALOHA pada kanal *fading* Nakagami/Nakagami dengan *capture effect*. Nakagami/Nakagami menyatakan

bahwa model *fading* untuk sinyal utama adalah Nakagami *fading* dan sinyal interferensi adalah Nakagami *fading*. Pada penelitian ini dimodelkan *fading* untuk sinyal utama dan interferensi mempunyai *depth fading* yang berubah.

- c. Analisis *Adaptive* CDMA S-ALOHA pada kanal *multipath fading* dengan *capture effect*.

5. *Throughput* CDMA S-ALOHA

Pada bagian ini akan diuraikan persamaan matematis *throughput* CDMA S-ALOHA yang dianalisa.

A. *Throughput* CDMA S-ALOHA Pada Kanal *Multipath Fading* Dengan *Capture Effect*

Throughput sistem didefinisikan sebagai paket data yang sukses tiba di penerima. *Throughput* CDMA S-ALOHA dengan pendekatan IGA untuk integrasi pengguna suara dan data dengan *capture effect* diberikan oleh:

$$S_d^s(G_d, G_v) = \sum_{k_d=0}^{\alpha} \left[\left(\sum_{k_d=1}^{\infty} k_d \cdot P_d(k_d, G_d) \cdot Q_d^s(k_d, k_v) \right) \right] P_v(k_v, G_v) \cdot C_k \quad (1)$$

dengan

$$P_d(k_d, G_d) = \frac{(G_d)^{k_d}}{k_d!} \exp(-G_d) \quad (2)$$

$$P_v(k_v, G_v) = \frac{(\rho G_v)^{k_v} / k_v!}{\sum_{m=0}^{\alpha} (\rho G_v)^m / m!} \quad (3)$$

$$Q_d^s(k_d, k_v) = (1 - BER(k_d, k_v))^{k_v} \quad (4)$$

$$\begin{aligned}
 BER(k_d, k_v) &= \frac{2}{3} Q \left[\left(\frac{(k_d + \rho k_v)}{3N} + \frac{N_0}{2E_b} \right)^{-0.5} \right] \\
 &+ \frac{1}{6} Q \left[\left(\frac{(k_d + \rho k_v)(N/3) + \sqrt{3}\sigma}{N^2} + \frac{N_0}{2E_b} \right)^{-0.5} \right] \\
 &+ \frac{1}{6} Q \left[\left(\frac{(k_d + \rho k_v)(N/3) - \sqrt{3}\sigma}{N^2} + \frac{N_0}{2E_b} \right)^{-0.5} \right]
 \end{aligned}$$

$$\sigma^2 = (k_d + \rho k_v) \left\{ N^2 \frac{23}{360} + N \left(\frac{1}{20} + \frac{(k_d + \rho k_v)}{36} \right) - \frac{1}{20} - \frac{(k_d + \rho k_v)}{36} \right\} \quad (6)$$

$$C_k = \begin{cases} 0 \Rightarrow & k = 0 \\ 1 \Rightarrow & k = 1 \\ (1-Q)^k \Rightarrow & k \geq 2 \end{cases} \quad (7)$$

Untuk throughput CDMA S-ALOHA untuk integrasi pengguna suara dan data pada kanal *multipath fading* dengan *capture effect* diberikan oleh:

$$S'_d(G_d, G_v) = \sum_{k_d=0}^{\infty} \left[\left(\sum_{k_v=1}^{\infty} k_d \cdot P_d(k_d, G_d) \cdot \left(1 - Q \sqrt{2(SNR(k_d, k_v))} \right)^{L_p} \right) \right] P_v(k_v, G_v) \cdot C_k \quad (8)$$

dengan

$$SNR(k_d, k_v) = \frac{\beta^2}{\frac{N_0}{2E_b} + \left(\frac{k_d + \rho k_v}{3N} \right) (c^2 + 2\sigma_1^2) + \left(\frac{k_d + \rho k_v}{3N} \right) (L_p - 1) (2\sigma_1^2)} \quad (9)$$

Dimana *offered load* data G_d , *offered load* suara G_v , $N_0/2$ adalah *two side spectral density* of AWGN, β adalah *path gain*, Jika $c = 0$ maka β menjadi distribusi Rayleigh, L_p adalah jumlah *path* yang berbeda,

$E_b = PT_b$ adalah energi per *bit*, c adalah konstanta yang menghadirkan komponen *nonfaded*. Dengan Q adalah rasio *delay capture* yang merupakan perbandingan antara waktu *capture* dengan perbedaan waktu kedatangan paket maksimum, $Q = 0$ menyatakan *capture effect* sempurna dan tanpa *capture effect* bila $Q = 1$.

B. *Throughput* CDMA S-ALOHA Pada Kanal *Fading* Nakagami/ Nakagami Dengan *Capture Effect*

Throughput S adalah beban trafik G dikalikan probabilitas sebuah transmisi paket adalah sukses. *Throughput* CDMA S-ALOHA pada kanal *fading* Nakagami/Nakagami dengan menggunakan *delay capture effect* diberikan oleh:

$$S = G \left(\sum_{k=1}^{\infty} P_k(k) \right) \cdot (1 - BER)^{L_b} \cdot C_k \quad (10)$$

dengan

$$P_k(k) = \frac{G^k e^{-G}}{k!} \quad (11)$$

Dimana BER diberikan oleh:

$$BER = \frac{1}{2} \left(\frac{m_x}{q} \right)^{m_x} m_y^{m_y L} \left(H + \frac{m_x}{q} \right)^{-m_x - m_y L} \left(1 - \frac{\left(\frac{m_x}{q} \right) - m_y}{\left(H + \frac{m_x}{q} \right)} \right)^{-m_y L} \quad (12)$$

q adalah Ω_x / Ω_y , Ω_x adalah daya komponen sinyal *self interference*, Ω_y adalah daya komponen sinyal MAI, K adalah jumlah pengguna aktif secara simultan. Distribusi Nakagami dapat digunakan sebagai distribusi Rayleigh bila $m = 1$.

C. *Throughput Adaptive CDMA S-ALOHA Pada Kanal Multipath Fading Dengan Capture Effect*

Throughput S(G) didefinisikan sebagai jumlah rata-rata transmisi paket yang sukses. Diasumsikan bahwa jumlah *user* tidak terbatas dan *G* adalah intensitas trafik atau trafik total yang ditawarkan pada kanal, yang didefinisikan sebagai jumlah percobaan transmisi paket per waktu, meliputi paket baru dan transmisi ulang paket lama. Untuk menghitung *S(G)* sebagai fungsi dari *G*, dibuat model trafik asumsi standar dengan probabilitas *k* paket dikirim selama waktu paket tertentu dengan rata-rata *G* paket per waktu paket. *Throughput Adaptive CDMA S-ALOHA* pada kanal *multipath fading* dengan *capture effect* diberikan oleh:

$$S(G) = G \left(\sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{G^k e^{-G}}{k!} \right) (S_{v,2v,4v}) \right) C_k \quad (13)$$

dengan

$$S_{v,2v,4v} = \sum_{k=0}^K \sum_{h=0}^k \sum_{i=\max(0, h-k_1, -k_2)}^{\min(k_1, h)} \sum_{j=\max(0, h-i-k_3)}^{\min(k_2, h-i)} \left[\begin{array}{l} [Bi + 2Bj + 4B(h-i-j)] \\ \times \left(\binom{k_1}{i} [P_{c(1v)}]^i [1 - [P_{c(1v)}]]^{k_1-i} \right) \\ \times \left(\binom{k_2}{j} [P_{c(2v)}]^j [1 - [P_{c(2v)}]]^{k_2-j} \right) \\ \times \left(\binom{k_3}{h-i-j} [P_{c(4v)}]^{h-i-j} [1 - [P_{c(4v)}]]^{k_3-h+i+j} \right) \\ \times (P\{K^{(T)} = k\}) \end{array} \right] \quad (14)$$

Dimana *h* adalah pengguna paket sukses, *i* adalah pengguna dalam *B mode* pada awal *time slot* (*w*), *j* adalah pengguna dalam *B mode* pada awal *time slot* (*w+1*).

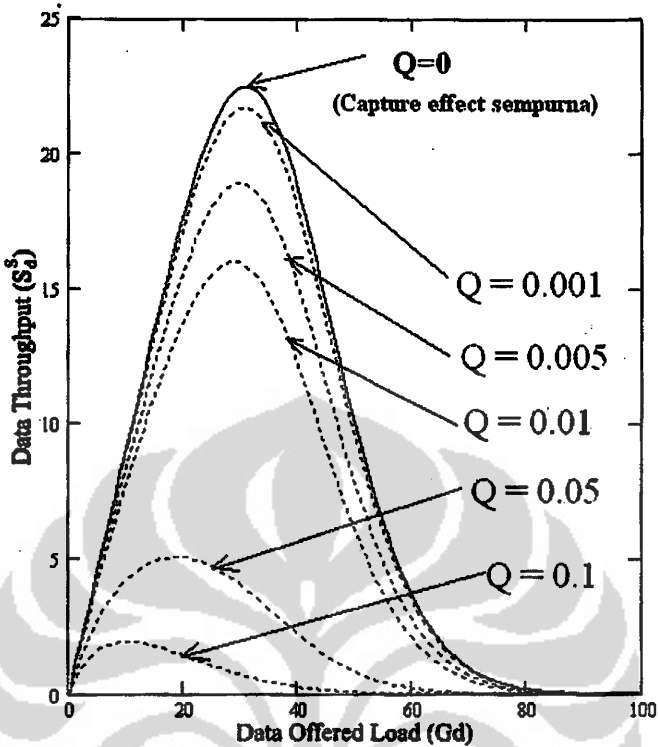
6. Hasil dan Analisa

A. *Throughput* CDMA S-ALOHA Pada Kanal *Ber-fading* Dengan *Capture Effect*

Tabel 1. menunjukkan nilai parameter yang digunakan dalam perhitungan kinerja *throughput* CDMA S-ALOHA dengan *capture effect*.

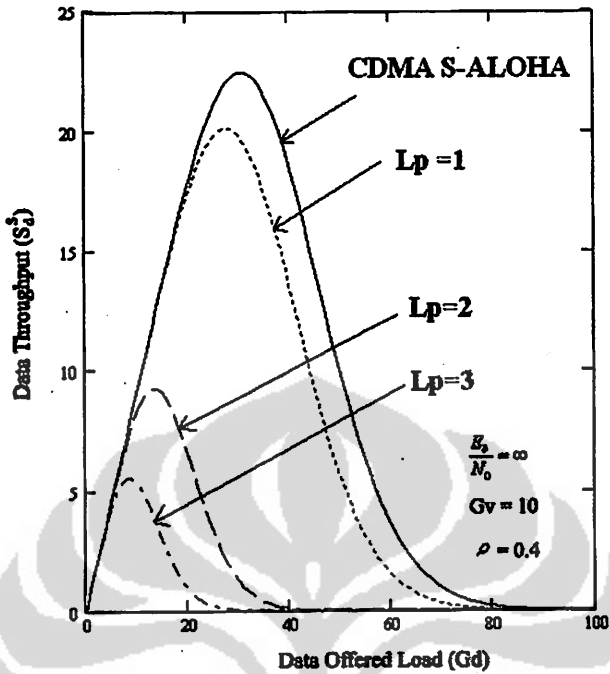
TABEL 1. Nilai Parameter CDMA S-ALOHA

Parameter	Nilai
<i>Processing gain</i>	$N = 64 - 512$
<i>Data packet legth</i>	$L_d = 500$
<i>Voice activity factor</i>	$\rho = 1$
<i>Offered load data</i>	$G_d = 100$
<i>Offered load voice</i>	$G_v = 100$
Jumlah <i>path</i> yang berbeda	$L_p = 1 - 3$
Pengguna <i>voice</i>	$K_v = 100$
Pengguna <i>data</i>	$K_d = 80$
Rasio <i>delay capture</i>	$Q = 0 - 0.1$



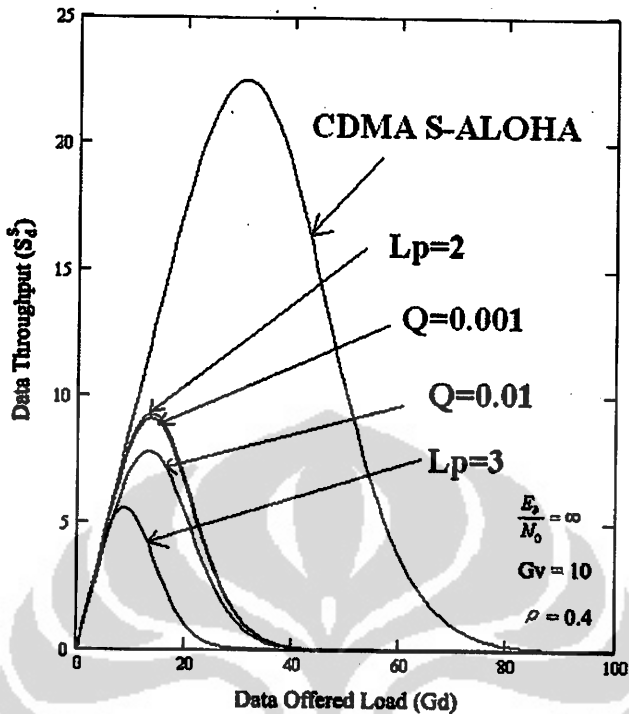
Gambar 1. *Throughput* CDMA S-ALOHA dengan *Capture Effect*

Gambar 1 menunjukkan *throughput* CDMA S-ALOHA dengan *Capture Effect*. Gambar 1 diperoleh dari persamaan (8). Dari Gambar 1 terlihat bahwa penurunan nilai Q dari 0,1 menuju 0, menyebabkan kenaikan *throughput*, pada nilai $Q = 0$ disebut *capture effect* sempurna. Terlihat bahwa *throughput* sistem akan semakin baik dengan meurunnya nilai Q dan hasil terbaik tercapai *capture effect* sempurna. Makin kecil nilai Q sistem mampu mengcapture sinyal dengan lebih baik sehingga hasil *throughput* juga semakin baik.



Gambar 2. Throughput CDMA S-ALOHA pada kanal multipath fading dengan Capture Effect $Q = 0,001$, dengan variasi L_p .

Gambar 2 menunjukkan throughput CDMA S-ALOHA pada kanal multipath fading dengan capture effect $q = 0.001$, dengan variasi L_p . Gambar 2 diperoleh dari persamaan (8). Terlihat dari Gambar 2, semakin besar L_p menyebabkan throughput menurun, hal tersebut karena pengaruh fading akan bertambah jika jumlah L_p meningkat.



Gambar 3. *Throughput* CDMA S-ALOHA pada kanal multipath fading dengan *capture effect*.

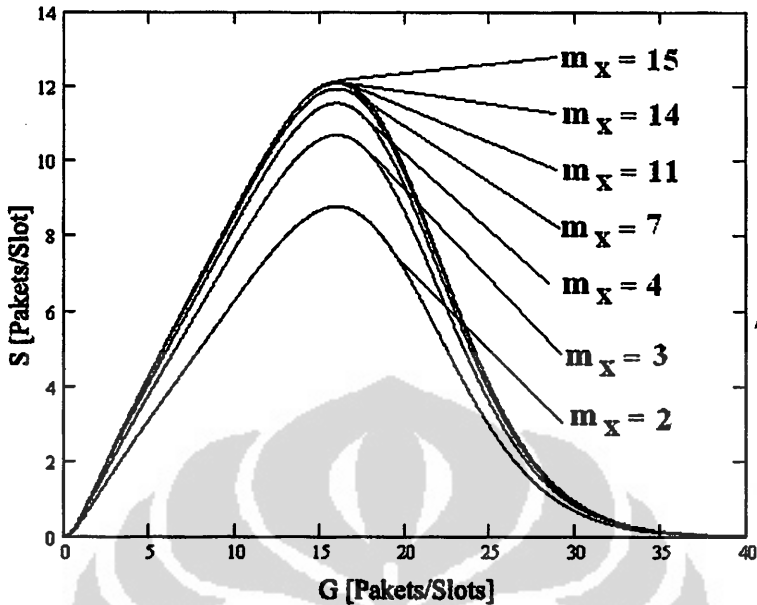
Gambar 3 menunjukkan *throughput* CDMA S-ALOHA pada kanal *multipath fading* dengan *capture effect* pada kanal *fading*. Gambar 3 diperoleh dari persamaan (8). Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai L_p yang semakin besar dapat menyebabkan *throughput* menurun, hal tersebut terjadi karena interferensi akan bertambah jika jumlah L_p meningkat. Tetapi dengan menempatkan *capture* bahwa menyebabkan *throughput* sistem meningkat. Hal ini menunjukkan suatu paket dapat diterima dengan baik pada saat terdapat paket-paket yang lain pada *slot* yang sama.

B. Throughput CDMA S-ALOHA Pada Kanal Fading Nakagami/ Nakagami Dengan Capture Effect

Tabel 2 menunjukkan nilai parameter yang digunakan dalam perhitungan kinerja throughput CDMA S-ALOHA pada kanal fading Nakagami/ Nakagami dengan capture effect.

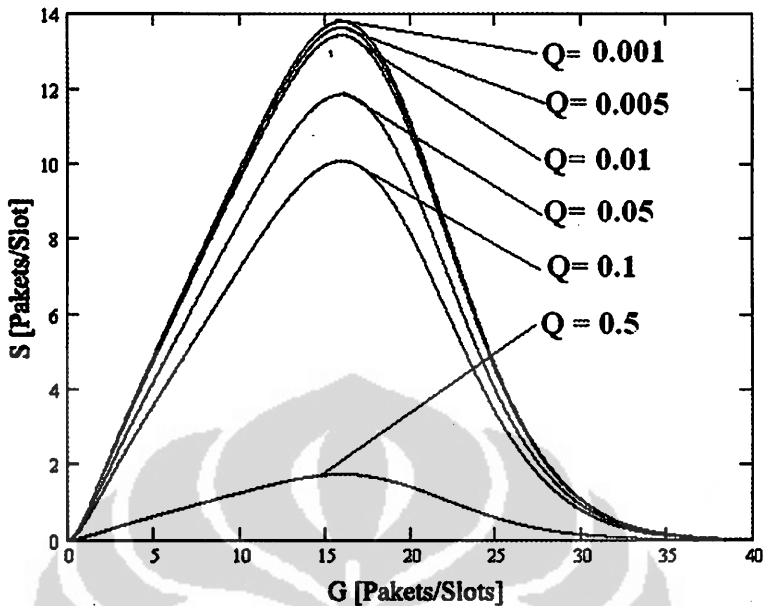
TABEL 2. Nilai Parameter CDMA S-ALOHA Pada Kanal Fading Nakagami/Nakagami

Parameter	Nilai
Jumlah pengguna	$K = 20$
Processing gain	$N = 15,31,63$
Daya rata-rata sinyal utama	$\Omega_x = 5$
Daya rata-rata sinyal MAI	$\Omega_y = 5$
Parameter fading Nakagami dari daya sinyal utama	$m_x = 3$
Parameter fading Nakagami dari daya sinyal interferensi	$m_y = 3$
Panjang paket	$L_b = 500$
Offered load	$G = 0 - 40$



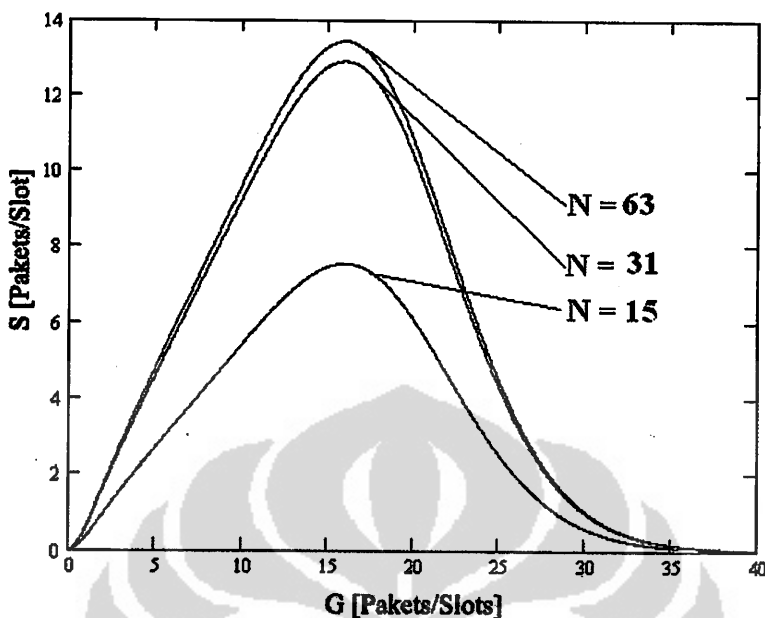
Gambar 4. *Throughput* CDMA S-ALOHA pada kanal *fading* Nakagami/Nakagami dengan *capture effect* $Q=0.01$ dengan variasi nilai m_x dan nilai parameter $m_y = 3$.

Gambar 4 menunjukkan *throughput* CDMA S-ALOHA pada kanal *fading* Nakagami/Nakagami dengan *capture effect* $Q = 0.01$ dengan variasi nilai m_x pada nilai parameter $m_y = 3$. Gambar 4 diperoleh dari persamaan (10). Gambar 4 menunjukkan bahwa kenaikan nilai m_x mengakibatkan *throughput* S-ALOHA semakin naik, hal ini terjadi karena meningkatnya nilai parameter m_x berarti peningkatan daya sinyal utama menjadi lebih tinggi dari daya sinyal interferensi.



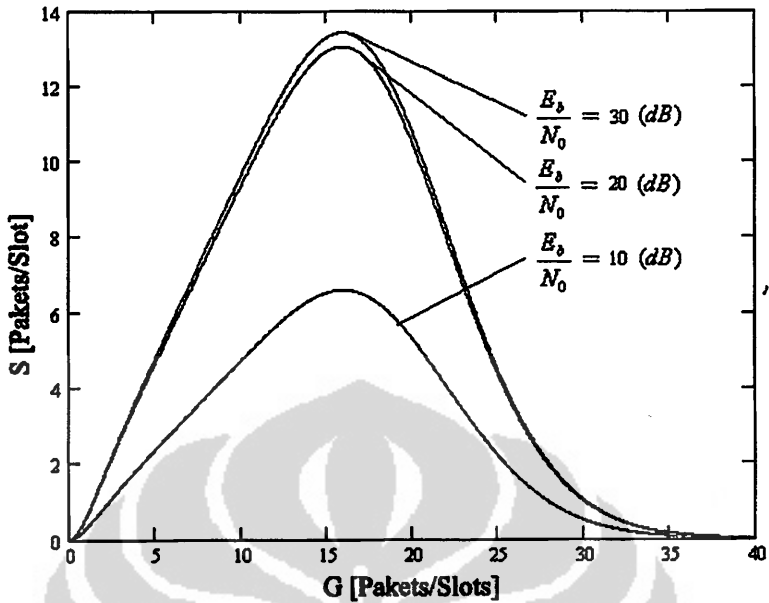
Gambar 5. *Throughput* CDMA S-ALOHA dengan *capture effect* pada kanal *fading* Nakagami/Nakagami ($m_x = 3, m_y = 3$) dengan variasi nilai Q .

Gambar 5 menunjukkan *throughput* CDMA S-ALOHA dengan *capture effect* pada kanal *fading* Nakagami/Nakagami ($m_x = 3, m_y = 3$) dengan variasi nilai Q . Gambar 5 diperoleh dari persamaan (10). Gambar 5 menunjukkan bahwa penurunan nilai Q menuju 0, menyebabkan kenaikan *throughput*, akibat adanya pengaruh *capture effect*. Hal ini juga memungkinkan suatu paket dapat diterima dengan baik pada saat terdapat paket-paket yang lain pada *slot* yang sama.



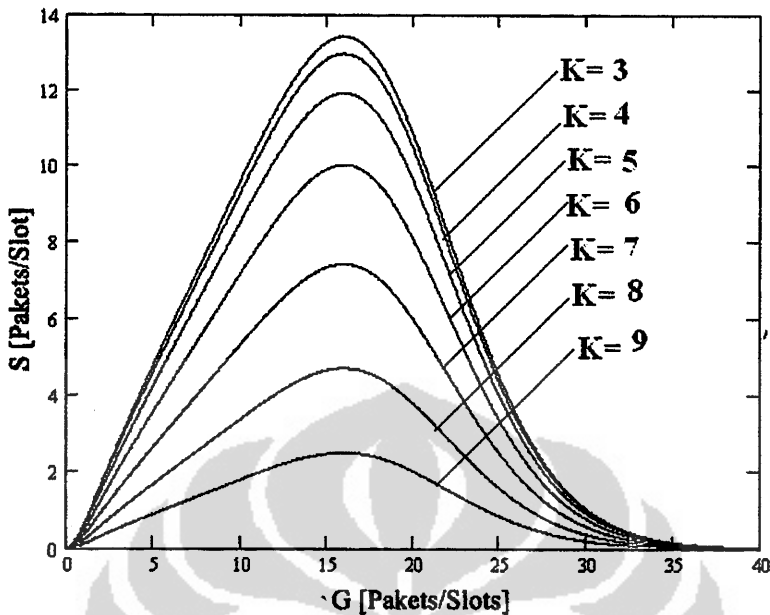
Gambar 6. *Throughput* CDMA S-ALOHA dengan *capture effect* pada kanal *fading* Nakagami/Nakagami ($m_x = 3$, $m_y = 3$) dengan variasi nilai N .

Gambar 6 menunjukkan *throughput* CDMA S-ALOHA dengan *capture effect* pada kanal *fading* Nakagami/Nakagami ($m_x = 3$, $m_y = 3$) dengan variasi nilai N . Gambar 6 diperoleh dari persamaan (10). Dari Gambar 6 menunjukkan *throughput* CDMA S-ALOHA yang diperoleh dengan variasi *processing gain*. Berdasarkan Gambar 6 *throughput* sistem akan mengalami peningkatan dengan bertambahnya *processing gain* yang digunakan. Hal tersebut dikarenakan dengan bertambahnya *processing gain*, jumlah kode yang dipakai untuk setiap pengguna semakin banyak sehingga akan memperkecil terjadinya kesalahan dalam pengiriman paket informasi. Jika probabilitas sukses semakin meningkat, maka *throughput* yang dihasilkan juga akan semakin besar.



Gambar 7. *Throughput* CDMA S-ALOHA dengan *capture effect* pada kanal *fading* Nakagami/Nakagami ($m_x = 3, m_y = 3$) dengan variasi nilai E_b / N_0 .

Gambar 7 menunjukkan *throughput* CDMA S-ALOHA dengan *capture effect* pada kanal *fading* Nakagami/Nakagami ($m_x = 3, m_y = 3$) dengan variasi nilai E_b / N_0 . Gambar 7 diperoleh dari persamaan (10). Gambar 7 menunjukkan bahwa peningkatan $\frac{E_b}{N_0}$ menyebabkan *throughput* naik, dengan semakin besar $\frac{E_b}{N_0}$ menyebabkan probabilitas sukses paket semakin besar, karena energi *bit* yang besar akan mengeliminasi *noise* yang ada pada sistem.



Gambar 8. *Throughput* CDMA S-ALOHA dengan *capture effect* pada kanal *fading* Nakagami/Nakagami ($m_x = 3$, $m_y = 3$) dengan variasi jumlah pengguna K .

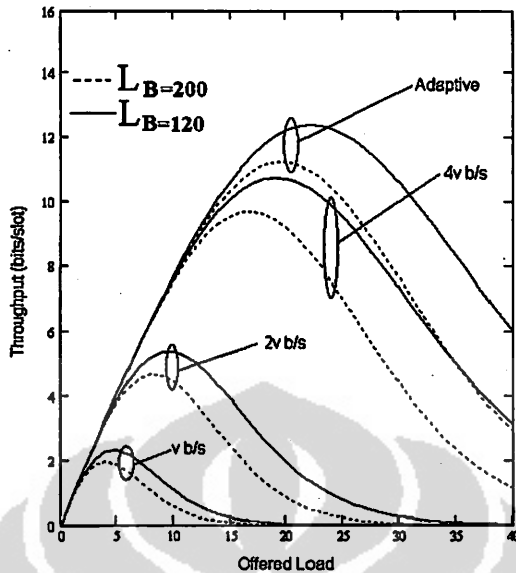
Gambar 8 menunjukkan *throughput* CDMA S-ALOHA dengan *capture effect* pada kanal *fading* Nakagami/Nakagami ($m_x = 3$, $m_y = 3$) dengan variasi pengguna K . Gambar 8 diperoleh dari persamaan (10). Gambar 8 menunjukkan bahwa *throughput* CDMA S-ALOHA meningkat dengan berkurangnya jumlah pengguna. Penurunan *throughput* terjadi disebabkan jumlah pengguna yang semakin besar mengakibatkan interferensi antar pengguna semakin tinggi.

C. *Throughput Adaptive CDMA S-ALOHA Pada Kanal Multipath Fading Dengan Capture Effect*

Tabel 3 menunjukkan nilai parameter yang digunakan dalam perhitungan kinerja *throughput Adaptive CDMA S-ALOHA* pada kanal *multipath fading* dengan *capture effect*.

TABEL 3. Nilai Parameter Adaptive CDMA S-ALOHA

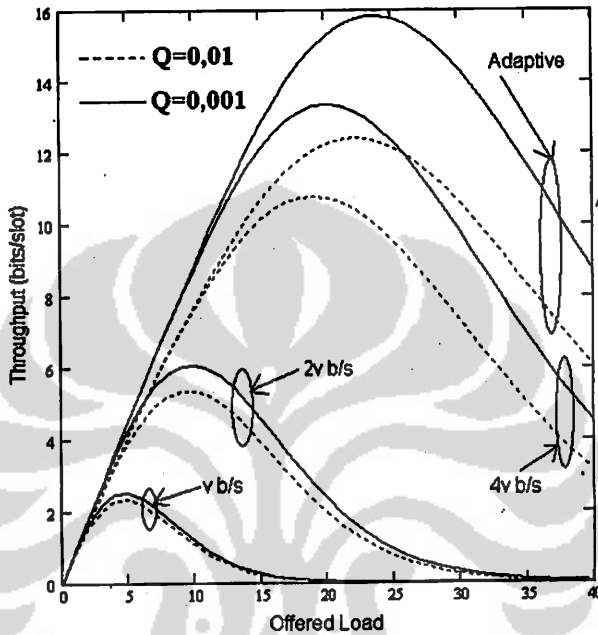
Parameter	Nilai
<i>Processing gain</i>	$N = 32, 64, 128$
<i>Data packet length</i>	$L_b = 120, 200$
<i>Offered load</i>	$G = 0-40$
Jumlah <i>path</i> yang berbeda	$L_p = 1-3$
Pengguna	$K = 100$
Daya komponen <i>scattered</i>	$\sigma = 5$
Konstanta yang menghadirkan komponen <i>nonfaded</i>	$c = 2$
<i>Path gain</i>	$\beta = 7$
Rasio <i>delay capture</i>	$Q = 0-0.001$
<i>Number of bit in a BPSK v rate packet</i>	$B = 200$
Jumlah simultan pengguna dengan kecepatan 1 bit/s	$K_v = 1$
Jumlah simultan pengguna dengan kecepatan 2 bit/s	$K_{2v} = 2$
Jumlah simultan pengguna dengan kecepatan 4 bit/s	$K_{4v} = 4$



Gambar 9. *Throughput* CDMA S-ALOHA dan *Adaptive* CDMA S-ALOHA dengan *capture effect* $Q=0.01$, $L_p = 1$ dan variasi L_B .

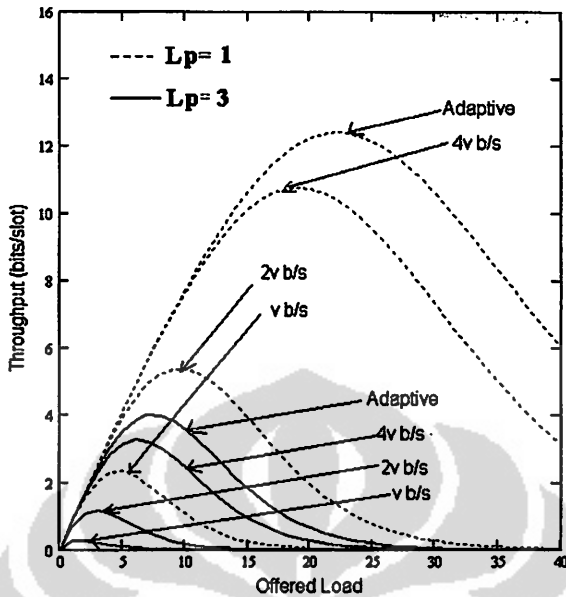
Gambar 9 menunjukkan *throughput* CDMA S-ALOHA dan *Adaptive* CDMA S-ALOHA dengan *capture effect* $Q = 0.01$, $L_p = 1$ dan variasi L_B [20], [21]. Gambar 9 diperoleh dari persamaan (13). Gambar 9 menunjukkan bahwa dengan menggunakan kecepatan transmisi yang dinamis dengan *capture effect*, *throughput* sistem lebih besar dibandingkan menggunakan kecepatan transmisi yang sama. Hal ini disebabkan oleh nilai kecepatan transmisi yang semakin besar menyebabkan *throughput* semakin besar sesuai dengan nilai kecepatan transmisi dan keadaan trafik. Pada Gambar 9 terlihat kecepatan v terjadi *offered load* dengan *throughput* terendah, kemudian pindah dengan mengirim data dengan kecepatan $2v$ terjadi *offered load* lagi dengan *throughput* sedang, kemudian meningkat menjadi kecepatan $4v$ terjadi *offered load* yang tinggi dan selanjutnya

dengan kecepatan *adaptive* diperoleh *offered load* tertinggi. Gambar 9 juga menunjukkan bertambahnya panjang *bit* (L_B) mengakibatkan *throughput* sistem akan semakin kecil. Hal ini dikarenakan semakin banyak *bit* yang ditransmisikan maka interferensi sistem akan semakin bertambah.



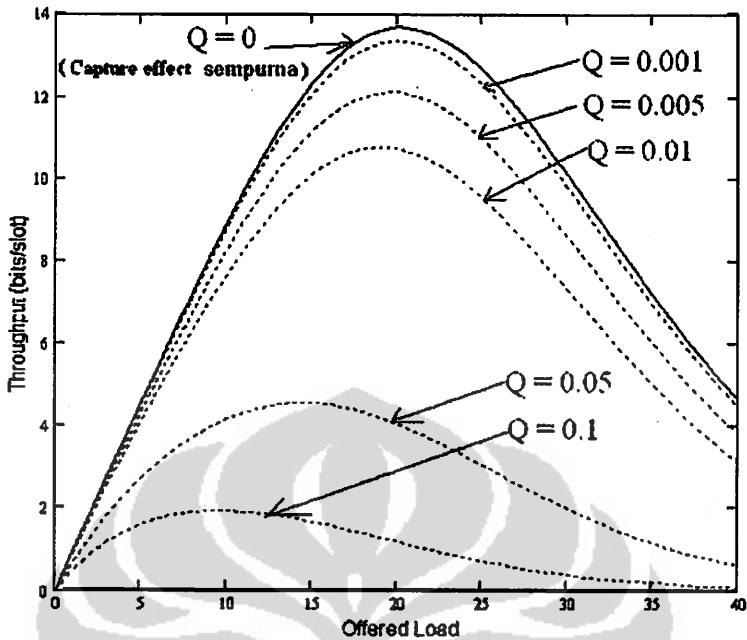
Gambar 10. *Throughput* CDMA S-ALOHA dan *adaptive* CDMA S-ALOHA dengan *capture effect* pada $L_B = 120$, $L_p = 1$ dan variasi *capture ratio* (Q).

Gambar 10 menunjukkan *throughput* CDMA S-ALOHA dengan *capture effect* dan *adaptive* CDMA S-ALOHA dengan *capture effect* pada $L_B = 120$, $L_p = 1$ dan variasi Q . Gambar 10 diperoleh dari persamaan (13). Gambar 10 menunjukkan bahwa dengan bertambahnya *capture ratio* maka *throughput* semakin kecil, karena bertambahnya *capture ratio* yang terjadi akibat berkurangnya nilai probabilitas paket sukses, yang dapat mengakibatkan *throughput* semakin kecil.



Gambar 11. *Throughput* CDMA S-ALOHA dan *adaptive* CDMA S-ALOHA pada kanal *multipath fading* dengan *capture effect*, dengan variasi nilai L_p , $Q=0.01$, $L_B = 120$.

Gambar 11 menunjukkan *throughput* CDMA S-ALOHA dan *adaptive* CDMA S-ALOHA pada kanal *multipath fading* dengan *capture effect* pada $Q=0.01$, $L_B = 120$ dengan variasi L_p . Gambar 11 diperoleh dari persamaan (13). Gambar 11 menunjukkan bahwa semakin besar L_p menyebabkan *throughput* menurun. Hal ini terjadi karena interferensi akan bertambah jika jumlah L_p meningkat.



Gambar 12. *Throughput adaptive* CDMA S-ALOHA dengan *capture effect*.

Gambar 12 menunjukkan *throughput adaptive* CDMA S-ALOHA dengan *capture effect*. Gambar 12 diperoleh dari persamaan (13). Gambar 12 menunjukkan bahwa penurunan nilai Q dari 0,1 menuju 0, menyebabkan kenaikan *throughput*, pada nilai $Q = 0$ disebut *capture effect* sempurna. Untuk mengatasi menurunnya *throughput* efektif karena menurunnya jumlah *bit* yang terdapat pada paket yang dikirimkan, maka *capture effect* digunakan untuk mengatasi masalah ini.

7. Kesimpulan

Studi kinerja CDMA S-ALOHA dengan *capture effect* dapat diperoleh kesimpulan:

1. Analisa kinerja *throughput* CDMA S-ALOHA pada kanal ber-*fading* dengan *capture effect* dengan pendekatan IGA telah dilakukan. Dari hasil diperoleh bahwa *throughput* semakin naik dengan *capture effect* mendekati sempurna. Kinerja *throughput* akan turun dengan meningkatnya *multipath fading*.
2. Pada analisis *throughput* CDMA S-ALOHA pada kanal Nakagami/ Nakagami dengan *capture effect* diperoleh bahwa *throughput* meningkat dengan bertambahnya nilai parameter *fading* Nakagami untuk sinyal utama (m_x), *processing gain*, *energi bit per noise*. *Throughput* CDMA S-ALOHA akan menurun dengan bertambahnya jumlah pengguna dan nilai *capture ratio*.
3. Pada analisis *throughput Adaptive* CDMA S-ALOHA pada kanal *multipath fading* dengan *capture effect* diperoleh peningkatan *throughput* ketika *length of bit* (L_b) kecil. Nilai *throughput* akan turun dengan meningkatnya jumlah L_p . Penggunaan *capture effect* yang mendekati sempurna meningkatkan *throughput* sistem.

8. Daftar Acuan

- [1] R. K. Morrow, Jr. And J. S. Lehnert, "Packet Throughput in Slotted ALOHA DS/SSMA Radio Systems with Random Signature Sequences," *IEEE Trans. Commun.*, Vol. 10, No. 7, pp.1223-30, July 1992.
- [2] D. Makrakis and K. M. S. Murthy, Spread Slotted ALOHA Techniques for Mobile and Personal Satellite Communication Systems," *IEEE J. Sel. Areas Commun.*, Vol 10, No.6, pp.985-1002, Aug. 1992.
- [3] M. S. Chen, R. Boorstyn, and A. Kershenbaum, "Throughput Analysis of Multiple Hop Packet Radio Networks Using a Code Division Multiple Access (CDMA) Protocol," in *Proc. 22nd Ann. Allerton Conf.*, 1894, pp. 20-29.
- [4] A. H. Abdelmonem and T. N. Saadawi, "Performance Analysis of Spread Spectrum Packet Radio Network with Channel Load Sensing," *IEEE J. Sel. Areas Commun.*, Vol.7, No.1, pp.161-166, Jan. 1989.
- [5] K. Toshimitsu, T. Yamazato, M. Katayama, A. Ogawa, "A Novel Spread Slotted Aloha System with Channel Load Sensing Protocol," *IEEE J. Sel. Areas Commun.*, Vol.12, No.4 pp. 665-672, May 1994.
- [6] A. Ogawa, T. Yamazato, M. Katayama, and A. Jamalipour, "Introduction to CDMAALOHA," *IEEE GLOBECOM'98*, TU13, Nov. 1998.
- [7] T. Yamazato, T. Sato, H. Okada, K. Nishida, M. Katayama, A. Ogawa, "Performance analysis of CDMAALOHA," *ISCOM '95*, pp.434-441, Dec. 1995.
- [8] T. Sato, A. Sandouk, T. Yamazato, M. Katayama and Akira OGAWA, "Effects of transmission control in an integrated voice and data CDMA systems," *IEICE Trans. Fundamentals*, vol.E80-A, no.12, pp.2509-2516, Dec. 1997.
- [9] Abbas SANDOUK, Takaya YAMAZATO, Masaaki KATAYAMA, Akira OGAWA, "QOS and capacity comparison of CDMAALOHA

protokol in multimedia networks,” *IEICE Trans Commun.*, vol., E84 B. NO. 6, pp. 1588-1595.

- [10] Tseng, Shu-Ming, ”A high-throughput multicarrier DS-CDMA/ ALOHA network”, *IEICE Trans. Commun.*, Vol.E86-B, No.4 April 2003.
- [11] Saito, Masato dan Hiradu Okada, ”Throughput improvement of CDMA slotted ALOHA systems”, *IEICE Trans Commun.*, Vol.E80-B N0.1 January 1997.
- [12] M. S. Do, Y. J. Park, J. Y. Lee, ” The Effect of spreading gain control on a CDMA slotted ALOHA system,” *IEEE Trans, Computer Commun.*, Vol, 26, pp 996-1006, July 20, 2002.
- [13] T. Sato, H. Okada, T. Yamazato, M. Katayama, and Akira OGAWA, ”Throughput analysis of DS/SSMA unslotted ALOHA with fixed packet length,” *IEEE J. Sel. Areas Commun.*, vol.14, no.4, pp.750-756, May 1996.
- [14] J. M. Holtzman, ”On calculating DS/SSMA error probabilities,” *IEEE 2nd International Symposium on Spread Spectrum Techniques and Applications*, Jepang, Nopember – Desember 1992.
- [15] M. O. Sunay dan P. J. McLane, ”Calculating error probabilities for DS CDMA systems: when not to use the gaussian approximation,” *IEEE Globecom 96*, vol. 3, hal. 1744–1749, Nopember 1996.
- [16] J. M. Holtzman, ”A simple, accurate method to calculate spread-spectrum multiple-access error probabilities,” *IEEE Trans. Comm.*, vol. 40, no. 3, hal. 461–464, Maret 1992.
- [17] J. Cheng dan N. C. Beaulieu, ”Accurate DS-CDMA bit-error probability calculation in rayleigh fading,” *IEEE Trans. Wire. Comm.*, vol. 1, no. 1, hal. 3–15, Januari 2002.
- [18] C. Lee dan Y. Jeon, ”BER analysis of asynchronous DS-CDMA over a rician fading channel,” *IEICE Trans. Fund.*, vol. E81–A, no. 7, hal. 1479–1482, Juli 1998.

- [19] F. Sasamori dan F. Takahata, "Theoretical and approximate derivation of bit error rate in DS-CDMA systems under rician fading environment," *IEICE Trans. Fund.*, vol. E82-A, no. 12, hal. 2660-2668, Desember 1999.
- [20] A. Sheikh, Y-D Yao dan X. WU, "The ALOHA System in Shadowed Mobile Radio Channel with Slow or Fast Fading", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol.39, No.4, November 1990, pp.289-286.
- [21] J. A. Roberts dan T. J Healy, "Packet Radio Performance over slow Rayleigh Fading Channel", *IEEE Transaction on Vehicular Technology*, Vol. COM-28, No.2, 1980, pp.279-286.
- [22] J. C. Anbark dan W. Van Blitterswijk, "Capacity of Slotted ALOHA in Rayleigh Fading Channel", *IEEE Journal on Selected Areas in Communication*, Vol. SAC-5, No.2, Febuari 1987, pp.261-265.
- [23] Sand A. Al-Semari dan Mohsen Guizani, "Channel Throughput of Slotted ALOHA in Nakagami Fading Environment", *IEEE Transaction on Communications*, 1997.
- [24] C. Trabelsi and A. Yongacoglu, "Bit error rate performance for asynchronous DS-CDMA over multipath fading channels," *IEE Proc. Comm.*, Vol.142, No5, pp 307-314, Oktober 1995.
- [25].K. Cheun and S. Kim," Joint delay-power capture in spread-spectrum packet radio networks," *IEEE Trans, Commun.*, Vol.46, No. 4, pp 450-453, April 1998.
- [26].M. S. Do, Y. J. Park, J. Y. Lee," Capture with delay and power randomization in spread-spectrum CDMA slotted ALOHA system," *IEEE VTC 2000*, pp 2152-2158, 2000.
- [27] M. Kavehrad dan P. J. McLane, "Performance of low-complexity channel coding and diversity for spread spectrum in indoor, wireless communication," *AT&T Tech. Journal*, vol. 64, no. 8, hal. 1927-1965, Oktober 1985.

- [28] M. Abdel Hafez dan F. Alagoz, "A Generalized Performance Study of DS-CDMA Uplink/Downlink Receivers in Nakagami Wideband Fading Channel," *IEICE Trans. Commun.*, vol.E88-B, no.1, hal.333-344, Januari 2005.
- [29] K. W. Sowerby dan A. G. Williamson, "Outage Probability Calculations for A Mobile Radio System Having Multiple Rayleigh Interferes," *Electron. Lett.*, vol.23, hal. 600-601, 1987.
- [30] Y. D. Yao dan A. U. H. Sheik, "Outage Probability Analysis for Microcell Mobile Radio Systems with Cochannel Interferers in Rician/ Rayleigh Fading Environment," *Electron. Lett.*, vol.26, hal.864-866, Juni 1990.
- [31] Y. D. Yao dan A. U. H. Sheik, "Investigations into Cochannel Interference in Microcellular Mobile Radio Systems," *IEEE Trans. on Vehicular Technology.*, vol.41, no.2, Mei 1992.
- [32] Damar Wijaya dan Gunawan Wibisono, "Analisa BER CDMA dengan Dua Model Path Gain Kanal Fading Nakagami," *Proc. The 6th Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (SITIA 2005)*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, 2 May 2005.
- [33] Sallent, Oriol & Agusti, Ramon, "A proposal for an adaptive S-ALOHA system for a Mobile Environment," *IEEE, Trans on Vehicular Technology*, Vol 47,no.3,pp 977-985, august 1998.
- [34] Sallent, Oriol & Agusti, Ramon, "Adaptive S-ALOHA CDMA as alternative way of integrating services in mobile environment," *IEEE. Trans. On Veh Technol.* Vol 49, No 3, May 3, 2000.
- [35] _____, "Adaptive scheme for packet data in a DS-CDMA environment," in *Proc, IEEE 47th Veh. Technol. Con., VTC '97*, pp. 1019-1023, 1997
- [36] Sallent, Oriol & Agusti, Ramon, "A mobile controlled algorithm for improving the throughput in a S-ALOHA DS-CDMA system," *PIMRC, Taiwan*, oct 15, 1996.

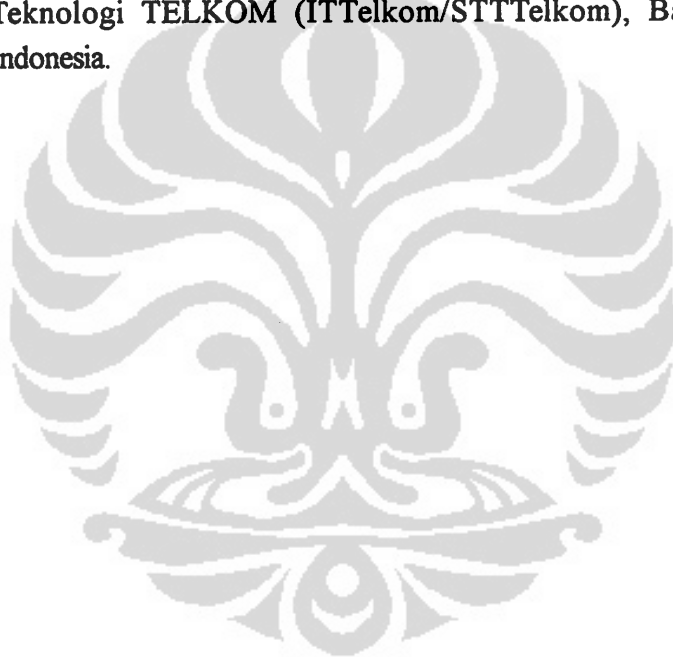
9. Hasil Publikasi Ilmiah

- 2004 Hoga Saragih dan Gunawan Wibisono, "Analisa Ketidakseimbangan Kapasitas Antara Kanal Uplink dan Kanal Downlink pada Pelapisan N-CDMA dan W-CDMA Menggunakan Kontrol Daya Berbasis SIR" Proceeding Electric, Control, Communication & Information Seminar 2004, Unibraw Malang, Mei 2004, pp. C-07.1 - C.07.5, 2004.
- 2005 Hoga Saragih dan Gunawan Wibisono, "QOS CDMA ALOHA Dengan Improved Gaussian Approximation dalam Jaringan Multimedia", 6 th Seminar on Intelligent, Technology and Its Applications (SITIA 2005) ITS, 2 May 2005, Surabaya, Indonesia, Hal. 391-394.
- 2005 Hoga Saragih dan Gunawan Wibisono "Analysis Throughput Slotted ALOHA DS-CDMA in Nakagami/Nakagami Fading Channel with Capture Effect", International Conference On information and Communication technology (ICCT-UMB 2005), Universitas Mercubuana, 9-10 Juni 2005, Jakarta, 2005, Hal 257-266.
- 2005 Hoga Saragih dan Gunawan Wibisono, "Analysis Throughput Adaptive S-ALOHA CDMA in Multipath Fading Channels With Capture Effect", International Conference on Instrumentation, Communication and Information Technology (ICICI) 2005 Proc., August 3-5 2005, ITB, Bandung, Indonesia, 2005, Hal 265-269.
- 2006 Hoga Saragih, Gunawan Wibisono dan Eko Tjipto Rahardjo, "Analisa Kinerja Multicell Multi-code Multicarrier CDMA dengan Dual Medium Menggunakan Power Control Error, ECCIS 2006, Malang, Universitas Brawijaya, Malang, 17-18 Mei 2006, Hal C-53-C59.

- 2006 Hoga Saragih, Gunawan Wibisono dan Eko Tjipto Rahardjo, "Analysis of Throughput S-ALOHA CDMA with Differential MRC at Two Fading Models", RPCES 2006, Universiti Teknologi Malaysia, Skundai, Johor Bahru, 26-27 July 2006, Hal 275-280.
- 2006 Hoga Saragih, Gunawan Wibisono dan Eko Tjipto Rahardjo, "Analisa Capture Effect Dalam Sistem Throughput Adaptive Slotted ALOHA CDMA pada kanal Multipath Fading", **JURNAL TEKNOLOGI**, Edisi No.3 tahun XX, September 2006, Hal 177-185.
- 2006 Hoga Saragih, Gunawan Wibisono dan Eko Tjipto Rahardjo, "Analisa Throughput S-ALOHA CDMA Dengan Differensial MRC Pada Dua Model Fading", **JURNAL TEKNOLOGI**, Edisi No. 4 tahun XX, Desember 2006, Hal 252-259.
- 2007 Hoga Saragih, "Analisa Outage Probability dan Throughput CDMA ALOHA dengan IGA", **JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI EMAS**, Vo1 7, No. 2, Mei 2007, Hal 90-100.
- 2007 Hoga Saragih, Gunawan Wibisono dan Eko Tjipto Rahardjo, "Analysis Throughput Multi-code Multicarrier CDMA S-ALOHA With Dual Medium", International Conference on Electrical Engineering and Informatics 2007, (ICEEI 2007) Proc., June 17-19, 2007, H-50, Bandung, ITB, Indonesia, Hal 1025-1030.
- 2007 Hoga Saragih, Gunawan Wibisono dan Eko Tjipto Rahardjo, "Analysis Throughput Multicell Multi-code Multicarrier CDMA S-ALOHA Menggunakan Power Control Error" National Conference 2007, Design and Aplication of Technology 2007, Proc., July 19, 2007, TE-001, Catholic University Widya Mandala Surabaya, Indonesia, Hal 8-18.

- 2007 Hoga Saragih, Gunawan Wibisono dan Eko Tjipto Rahardjo, "Analisis Throughput MC-MC-CDMA S-ALOHA Dengan Delay Capture", Seminar Nasional Komputer dan Telekomunikasi Dalam Rangka Lustrum Ke-3 Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Taruma Nagara, 22 Agustus 2007, Jakarta, Indonesia, Hal 17-24.
- 2007 Hoga Saragih, Gunawan Wibisono dan Eko Tjipto Rahardjo, "Analisis Throughput MC-MC-CDMA S-ALOHA Dengan Capture Effect Menggunakan PCE", National Conference On Perspective Technology (NCPT 2007), 24-25 Agustus 2007, Universitas Maranatha, Bandung, Indonesia , Hal 77-84.
- 2007 Hoga Saragih, "Analisis Bit Error Rate (BER) pada Multicell Multicode Multicarrier CDMA Dengan Dual Medium Menggunakan Power Control Error," **JURNAL TEKNOLOGI**, Vol. 1. Edisi Nomor 2, September 2007, ISSN : 1693-0266, Hal 97-105.
- 2008 Hoga Saragih, Gunawan Wibisono dan Eko Tjipto Rahardjo, "CDMA ALOHA Based For Cellular Multimedia System, The Asia Pasific Conference on Art, Science, Engineering & Technology (ASPAC on ASET 2008), Solo, 19-22 May 2008, Hal E12- E19.
- 2008 Hoga Saragih, Gunawan Wibisono dan Eko Tjipto Rahardjo, "Perancangan Layanan Sistem Selular Pada Adaptive CDMA S-ALOHA dengan IGA, National Conference 2008, Design and Aplication of Technology 2008, July 17, 2008, Catholic University Widya Mandala Surabaya, Indonesia.
- 2008 Hoga Saragih, Gunawan Wibisono dan Eko Tjipto Rahardjo, "Perancangan Layanan Sistem Multimedia Selular Dengan CDMA S-ALOHA, Seminar Nasional Teknologi Industri 2008 (SNTI 08), 23 Juli 2008, Universitas Trisakti.

- 2008 Hoga Saragih, Gunawan Wibisono dan Eko Tjipto Rahardjo, "The Development of Slotted ALOHA CDMA for Nakagami Fading Channel, The 4th International Conference on Information & Communication Technology and Systems (ICTS) 2008, 5 Agustus 2008, ITS, Surabaya, Indonesia.
- 2008 Hoga Saragih, Gunawan Wibisono dan Eko Tjipto Rahardjo, "Throughput Analysis of S-ALOHA CDMA on Multipath Fading Channel due to Capture effects , International Conference on Telecommunications (ICTel 2008), 19-21 Agustus 2008, Institut Teknologi TELKOM (ITTelkom/STTTelkom), Bandung, Indonesia.



10. Ucapan Terima Kasih

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat **Bapa di Surga di dalam Kristus Yesus** atas segala rahmat dan **KaruniaNYA** yang melimpah kepada kami sekeluarga sehingga memungkinkan saya dapat menyelesaikan disertasi ini. Oleh karena kasih dan anugerah**NYA** saya dimampukan untuk menempuh ujian Promosi. Untuk itu pertama-tama saya persembahkan semuanya ini hanya untuk kemuliaan Tuhan Yesus Kristus.

Perkenankanlah saya dengan rendah hati dan setulus tulusnya untuk menyampaikan ucapan terima kasih dan memberikan penghargaan setinggi-tingginya kepada :

1. **Rektor Universitas Indonesia Prof. Dr. der Soz. Gumilar Rusliwa Somantri.**
2. **Direktur Program Pascasarjana Universitas Indonesia.**
3. **Dekan Fakultas Teknik Universitas Indonesia Prof. Dr. Ir. Bambang Sugiarto, M.Eng.**
4. **Prof. Dr. Ir. Eko Tjipto Rahardjo** selaku promotor yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan arahan, nasehat, kebijaksanaan dan hikmat dan mendukung penuh penelitian ini, dan juga memberi saran serta petunjuk yang sangat penting sekali dalam setiap pimpinan dan peneguhan terutama dalam penyelesaian Disertasi ini.
5. **Ko Promotor Ir. Gunawan Wibisono, MSc, PhD** selaku ko promotor yang telah membuka jalan dan memberi kesempatan mengikuti program studi Doktor membimbing, mengoreksi, memberi saran dan semangat pada penelitian ini, dan juga selalu membantu penulis dalam segala hal sebagai sahabat berdiskusi tentang ide dan topik apa yang akan dikerjakan selama penelitian hingga penyelesaian disertasi, dan menyemangati dalam penulisan makalah untuk seminar dan jurnal sampai penyusunan disertasi ini.

6. Prof. Dr. Ir. Dadang Gunawan, M.Eng, Dr. Ir. Muhammad Asvial, Dr. Gamantyo Hendrantoro, Prof. Dr. Ir. Bagio Budiardjo, M.Sc, Prof. Dr. Ir. Harry Sudibyo sebagai penguji dalam proses disertasi ini.
7. Ketua Departemen Teknik Elektro Universitas Indonesia Dr. Ir. Muhammad Asvial terima kasih atas masukan dan saran yang diberikan untuk disertasi ini.
8. Staf Pengajar Departemen beserta Karyawan Teknik Elektro Universitas Indonesia.
9. Dr. Ridwan Gunawan atas kuliah Matematika dan juga sharing dan saran-sarannya yang membangun dan menguatkan.
10. Ibu Yuli, MT, Ibu Dr. Anak Agung Puteri Ratna yang telah memberikan contoh penulisan.
11. Dr. Engkos Kosasih, Dr. Yohan, Pak Sholeh MT, Pak Arief MT, Pak Iskandar MT seebagai teman dekat kuliah S-3.
12. Pimpinan dan Staf Pengajar beserta Karyawan Program Doktor Program Pascasarjana Bidang Ilmu Teknik, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
13. Pimpinan dan Staf Pengajar beserta Karyawan Universitas Tujuh belas Agustus Jakarta.
14. Pimpinan dan Staf Pengajar beserta Karyawan Departemen Teknik Elektro Universitas Tujuh belas Agustus Jakarta.
15. Pimpinan dan Staf Pengajar beserta Karyawan Departemen Teknik Elektro Universitas Kristen Krida Wacana.
16. Pimpinan dan Staf Pengajar beserta Karyawan Universitas Pelita Harapan.
17. Dr. Collin Beaton, Connie Rasilim dan Semua Staf Pengajar beserta Karyawan Teacher College (TC) UPH.
18. Mahasiswa Teacher College (TC) dan Alumni Teacher College (TC) UPH.
19. MYC.

20. Pimpinan dan Staf Pengajar beserta Karyawan Departemen Teknik Elektro Universitas Pelita Harapan.
21. Pimpinan dan Staff dan Karyawan Department of ART Universitas Pelita Harapan.
22. Mahasiswa dan Alumni Teknik Elektro Universitas Indonesia.
23. Mahasiswa dan Alumni Teknik Elektro Universitas Tujuh Belas Agustus Jakarta.
24. Mahasiswa dan Alumni Teknik Elektro Universitas Kristen Krida Wacana.
25. Bapa Drs. Horaman Saragih adalah Ayahanda tercinta dan Mama Pinta Uli Sitorus adalah Ibunda tercinta yang selalu memberikan didikan, perhatian dan dukungan serta memberi semangat dan saran. Kami mengucapkan terima kasih untuk dana kuliah S-3 yang telah dibiayai dan didanai oleh orang tua kami yang sangat baik. Penulis mengucapkan terima kasih karena orang tua yang mau memberikan warisan pada anak cucunya yaitu warisan pendidikan pada kami sekeluarga. Ucapan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang memberi kebijaksanaan yang melimpah pada orangtua kami sehingga didikan orangtua kami bagaikan harta warisan yang tidak pernah habis yang ditanamkan dan diturunkan turun temurun sampai kepada anak cucunya, yaitu warisan pendidikan. Oleh karena itu kepandaian, hikmat dan kebijaksanaan melingkupi dan menaungi kami sekeluarga. Sehingga kami menjadi keluarga yang takut akan Tuhan, karena takut akan Tuhan adalah awal dari pengetahuan. Oleh karena itu sepanjang tahun-tahun umur hidup kami sekeluarga selalu menghormati Bapa dan Mama. Tanpa kasih sayang Bapa Mama saya tidak mungkin bisa saya menjadi seorang Doktor. Terima kasih ya Papa, terima kasih ya Mama buat doa-doanya.
26. Siska Buniaty Sihotang, S.Sos istri yang termanis, terbaik, tersayang, tercinta yang selalu menolong dan mendampingi penulis dengan setia dan yang selalu memberi inspirasi dengan penuh kasih sayang.

27. Abang Hohen Saragih, SH dan kakak Tiur Sinaga, Amd.
28. Abang Kapten Laut, Ir. Hondor Saragih dan dr. Hetty Helen Sianipar.
29. Adik Hendra Saragih, SE dan Raja Raya Saragih, Spsi.
30. Semua keponakanku Fanny Saragih, Willy Saragih, Onty Anabel Saragih, Faday Saragih, Ariel Kristo Mario Silaen, Cicilia Ebigael Silaen.
31. Mertua penulis H. Sihotang dan H br Matondang yang selalu memberikan semangat dan perhatian dengan penuh kasih dan sayang.
32. Abang Befin, Kakak Fretty, Lae Bowmen dan Lae Sahat, dan Adikku Yuli.
33. Pimpinan, Staf, Pendeta dan jemaat Gereja Kristen Protestan Simalungun (GKPS).
34. Penatua, Pimpinan Jemaat, Staf Full Time, Karyawan, dan Jemaat Gereja ABBALOVE ministry.
35. Jemaat Gereja ABBALOVE English Service ampm.
36. Pimpinan dan teman-teman Pelayanan Seni Peran, PESRAN Entertainment Project.
37. Keluarga Besar SARAGIH.
38. Keluarga Besar SITORUS.
39. Opung di Pematang Siantar, Pematang Panei.
40. Tulang dan Natulang.
41. Bapa Tua dan Inang Tua.
42. Mangkela dan Namboru.
43. Bapa Anggi dan Inang Anggi.
44. Semua keluarga dan famili dari Bapa dan Mama.

11. Riwayat Hidup

Nama : Hoga Saragih
Tempat/Tgl. Lahir : Bandung, 15 Agustus 1976
Jenis Kelamin : Pria
Pekerjaan : Dosen
Alamat : Jl. Bentengan No.1
Rt 01/05 Kel.Sunter Jaya 14350
Email : hogasaragih@gmail.com
Status : Menikah
Nama Istri : Siska Buniaty Sihotang



Pendidikan :

1. SDN 17 Pagi, Jakarta (1988)
2. SMPN 79, Jakarta (1991)
3. SMAN 5, Jakarta (1994)
4. Sarjana Elektro Telekomunikasi, Universitas Kristen Krida Wacana (1998)
5. Magister Teknik Telekomunikasi, Universitas Indonesia (2001)
6. Jenjang S3 Bidang Ilmu Teknik Telekomunikasi FT-UI (2003-2008)

Pengalaman Kerja:

1. Teknisi Elektronika di Toko Mitra Elektronik Service
2. Manager EDP-IT di Perusahaan Metanoia Publishing Bookstore
3. Dosen Universitas Kristen Krida Wacana
4. Dosen Universitas Krisna Dwipayana
5. Dosen Universitas 17 Agustus Jakarta
6. Dosen Universitas Pelita Harapan

Keanggotaan :

1. **Anggota Himpunan Fisika Indonesia (HFI)**
2. **Anggota MASDALI**
3. **Anggota MASTEL (MASYARAKAT TELEKOMUNIKASI)**

