

BAB IV

ANALISIS DATA

Pada bab ini, penulis akan mencoba memaparkan keuntungan atau kelebihan CDMA WLL seperti yang dipaparkan pada bab III dan dibandingkan dengan sistem teknologi PHS dan DECT sebagaimana yang telah diuraikan pada bab II.

4.1. Biaya Operasional PHS, DECT, dan CDMA

Biaya operasional dan pemeliharaan, CDMA jauh lebih murah. Teknologi ini relatif lebih sederhana dibanding PHS maupun DECT, karena tidak memerlukan banyak ruang untuk selnya. Semakin banyak jumlah ruang sel, akan makin rumit pemeliharaannya, dan selanjutnya akan meningkatkan biaya operasionalnya.

Penggunaan di lebih dari 40 negara di lima benua selama lebih dari lima tahun, telah membuka mata operator bagaimana CDMA dapat diterapkan dengan mudah untuk memenuhi permintaan pasar yang spesifik.

Amerika Serikat, negara dengan 50 juta pengguna telepon seluler dan PCS (*Personal Communication Services*) ternyata lebih dari 60 persen dari operator seluler dan PCS telah memilih sistem CDMA (*Code Division Multiple*

Access). Hongkong dan Korea Selatan juga telah menawarkan pelayanan komersial bagi lebih dari 2,5 juta pelanggan.

Hingga saat ini CDMA juga telah dikembangkan dan diterima negara-negara seperti Jepang, China, Rusia, Peru, Singapura, Filipina, Kanada, India, dan Chili.

Hal lain yang menarik dari teknologi CDMA, meskipun operator sudah terlanjur mengadopsi dan mengaplikasikan teknologi wireless yang lain, semisal GSM atau AMPS, namun mereka (operator) tidak perlu membuang teknologi lama tersebut bila ingin mengadopsi CDMA. Sebab CDMA secara teknis bisa melapisi (*overlay*) teknologi lain yang terlebih dahulu diaplikasikan. Sehingga CDMA sangat ekonomis, karena investasi lama yang begitu mahal tidak terbuang percuma bila ingin mengganti dengan CDMA.

4.2. Perbandingan jangkauan PHS, DECT dan CDMA.

Kapasitas jangkauan frekuensi gelombang radio adalah variabel yang penting untuk menentukan pilihan teknologi tanpa kabel. Faktor kritis dalam menentukan jumlah jangkauan cell site yang diperlukan dalam jaringan merupakan rangkaian perencanaan untuk teknologi.

Rangkaian perencanaan digunakan untuk menentukan kekuatan signal untuk masing-masing teknologi, diekspresikan sebagai *maximum path loss*, yang berkaitan

dengan maksimum jumlah kekuatan signal yang hilang untuk menstransmisikan antara *base station* dan pelanggan telpon (*subscriber phone*). Model propagasi kemudian digunakan untuk mengkonversikan *maximum path loss* menjadi *maximum cell radius* yang dapat dicapai dengan pertimbangan lingkungan propagsi dimana signal ditransmisikan. Pada daerah urban, sebagai contoh bangunan tinggi sebagai penghalang untuk transmisi signal radio, mengurangi jarak maksimum antara *cell site* dan *subscriber unit* yang mana dapat mengurangi kualitas tinggi sinyal. Pada daerah rural dimana sedikit halangan, sinyal dapat dikirimkan lebih jauh tanpa degradasi, dan *cell site radii* dapat lebih besar.

Sebagaimana diuraikan di atas bahwa sinyal gelombang radio dalam mengirimannya ditentukan oleh rintangan yang ada, yang mana dapat menurunkan atau meningkatkan kualitas, juga ditentukan oleh teknologi yang digunakan. Seperti pada PHS maupun DECT, kedua teknologi tersebut dapat hanya dipropagasikan secara baik dengan transmisi *line-of-sight (LOS)*. Dengan kata lain transmisi gelombang radio antara antena *base station* dengan antena *subscriber unit* harus diusahakan pada garis tanpa halangan antara dua titik poin tersebut. LOS secara khusus diperlukan ketika operator menempatkan sel-sel pada radius besar jangkauan di daerah rural.

Tanpa survei yang mendetail dari propagasi radio

untuk masing-masing site, komunikasi berkualitas tinggi tidak akan dapat dipastikan. Oleh karena itu sangat direkomendasikan kondisi *line-of sight* dalam perencanaan jaringan *fixed DECT*.

Sebaliknya, CDMA memiliki keuntungan dari *multipath signal* dengan menempatkan penerima (*receivers*) pada *base station* dan mobile yang disebut "*Rake receiver*" untuk meningkatkan kualitas suara. Masing-masing *Rake receiver* *tracks signals* dan *multipath* secara mandiri dan keseluruhan dari kekuatan signal digunakan untuk demodulasi sinyal.

Tabel 4.1 dan tabel 4.2 berikut menunjukkan *maximum cell radius* dan area jangkauan yang terdapat pada teknologi PHS, DECT, dan CDMA untuk aplikasi *wireless local loop*. Pada area urban dan rural, CDMA memiliki radius lebih dari 10 kali daripada PHS dan DECT.

Meskipun, seluruh CDMA subscriber units diasumsikan antena dalam (*indoor*). Sedangkan DECT dan PHS subscriber units diasumsikan memiliki antena luar (*outdoor*). Tabel menunjukkan bahwa CDMA tetap lebih baik dibandingkan DECT maupun PHS. Penggunaan antena luar akan meningkatkan *coverage area*.

Tabel 4.1. Cell Radii PHS, DECT, dan CDMA

	PHS	DECT	CDMA
Morphology	Cell Radii (km)	Cell Radii (km)	Cell Radii (km)
Urban	0,68	0,56	3,75
Rural	3,79	3,14	33,71

Tabel 4.2 Cell Coverage Area PHS, DECT dan CDMA

	PHS	DECT	CDMA
Morphology	Coverage Area (km ²)	Coverage Area (km ²)	Coverage Area (km ²)
Urban	1,19	0,82	36,45
Rural	37,41	25,59	2952,69

4.3. Perbandingan Kecepatan Penyebaran PHS, DECT, CDMA.

Kecepatan penyebaran (*deployment speed*) merupakan faktor yang penting sebagai pertimbangan pemilihan suatu teknologi. Periode penyebaran yang lebih pendek berarti biaya modal juga rendah dan pemasukan penerimaan modal kembali juga lebih cepat. Karena itu kapasitas rendah dan jangkauan sel yang kecil pada PHS dan DECT, berarti lebih banyak dibutuhkan *cell site* dari pada penyebaran pada CDMA. Sebagai contoh, operator harus menempatkan *cell site* untuk PHS atau DECT setiap 500 atau 600 meter. Jumlah *cell site* pada jaringan secara langsung mempengaruhi kemampuan untuk memperoleh lokasi *cell site* dan penyebaran peralatan jaringan. Dengan CDMA, waktu yang dibutuhkan *site* akan berkurang, sehingga akan mengurangi biaya modal (*capital cost*), biaya pelayanan (*service*) dan pengumpulan pendapatan (*revenue*) yang lebih cepat.

4.4. Perbandingan kualitas suara

Kinerja vocoder memainkan peranan yang penting dalam kejernihan dan kualitas suara pada teknologi tanpa

kabel. PHS dan DECT menggunakan 32 kbit ADPCM vocoding dengan kecepatan pengiriman (*transfer*) secara normal 64 kbit voice.

CDMA's *vocoder algorithms* meningkatkan kejernihan suara. Aplikasi CDMA dapat menggunakan *PureVoiceTM* untuk menyempurnakan tingkat kualitas percakapan langsung untuk pelanggan tetap (*fixed*) dan bergerak (*mobile*). *PureVoice* menggunakan *QUALCOMM's QCELPTM* 13 variabel-voice coder, dan memungkinkan wireless meningkatkan *switch* antara 8 kbps dan 13 kbps voice coding menjadi memaksimalkan jumlah pengguna (*user*) sistem secara terus-menerus dan meningkatkan kejernihan suara wireless. Bell Northern Research memberlakukan *Mean Opinion Score (MOS)* tes untuk mengevaluasi kualitas suara dari berbagai teknologi. Hasil tes MOS menunjukkan bahwa *ADPCM vocoding* menghasilkan substandar kualitas suara bila dibandingkan wireline. Namun sangat kontras dengan teknologi CDMA's 13 kbit vocoding menghasilkan kualitas suara sebaik wireline. Dengan MOS nilai untuk CDMA 13 bit vocoding dan ADPCM secara jelas memperlihatkan bahwa CDMA menghasilkan kualitas suara yang terbaik (*superior voice quality*).

CDMA *vocoder* selalu mentransmisikan sekurang-kurangnya kecepatan suara 1200 bps. Bagi pemakai (*user*) hal ini berarti menghasilkan kualitas bunyi suara yang alami (*natural*).

4.5. Perbandingan Keamanan (*security*) PHS, DECT dan CDMA

Keamanan PHS dan DECT lebih meningkat apabila dibandingkan AMPS (Analog Mobile Phone System), akan tetapi teknologi CDMA beberapa langkah lebih maju lagi. Pembicaraan pada AMPS ditransmisikan melewati gelombang pembawa melalui sinyal analog. Seseorang dapat menggunakan penerima (*receiver*) radio biasa untuk memilih (*tune*) pita frekuensi khusus dimana pembicaraan ditransmisikan dan mendengarkan pembicaraan secara diam-diam pada saat itu. PHS dan DECT berdasarkan pada teknologi TDMA yang mengirimkan sinyal secara digital pada time slot yang berbeda sehingga pembicaraan TDMA lebih sulit dideteksi dari pada pembicaraan AMPS.

Suara CDMA yang juga secara digital, dimana masing-masing pembicaraan dikodekan dan diacak untuk ditransmisikan. Penerima (*receiver*) mengenali kode-kode unik untuk setiap panggilan dan mengumpulkan (*reassembles*) kembali sinyal-sinyal tersebut. Kode-kode yang dimiliki CDMA ada 4,4 trilyun kombinasi yang dikenali hanya oleh subscriber unit dan base station. Hal ini mengakibatkan sulit untuk disadap. Hal ini berarti bahwa CDMA meningkatkan kerahasiaan (*privacy*) yang sangat tinggi dan membuat pengiriman lebih kebal (*immune*) terhadap *crosstalk* bila dibandingkan DECT dan PHS.

4.6. Perbandingan Cell Site PHS, DECT dan CDMA

Kombinasi kapasitas dan kemampuan jangkauan (*coverage*) suatu teknologi atau sistem menentukan jumlah *cell site* yang diperlukan untuk mencukupi area yang diperlukan. Oleh karena itu kapasitas setiap PHS *cell site* terbatas hal ini disebabkan jumlah PHS *cell site* terbatas. DECT memiliki kapasitas yang lebih besar dari PHS, akan tetapi jangkauannya (*coverage*) kecil sehingga membuat jumlah *cell site* yang dibutuhkan lebih sedikit untuk mencukupi luas area yang sama dibandingkan PHS. CDMA memiliki jarak jangkauan dan kapasitas lebih besar sehingga dibutuhkan *cell site* yang sedikit saja. Untuk memenuhi kebutuhan area urban seluas 946 km² dan area rural seluas 13,903 km² pada tahun ke 10, jaringan PHS memerlukan 182 kali *cell site* dan DECT memerlukan 47 kali jumlah keseluruhan *cell site* dibandingkan CDMA. (lihat tabel 4.3)

Tabel 4.3. Kebutuhan *cell sites* PHS, DECT dan CDMA

	Urban	Rural	Total
Coveragey	964 (Km2)	13.903 (Km2)	14.849 (Km2)
Technology	Cell Sites		
PHS	4.405	2.155	6.560
DECT	1.160	543	1.703
CDMA	26	10	36

4.7. Hasil Pendapatan Ekonomi PHS, DECT dan CDMA

Pendapatan hasil merupakan hal yang sangat penting dalam menentukan pilihan teknologi wireless bagi operator. Pendapatan hasil ditentukan dari kombinasi pendapatan jasa pelayanan (*service revenue*), biaya pengeluaran (*capital expenses*), biaya operasional (*operating expenses*) yang menghasilkan arus modal mengalir (*cash flow*) bagi operator. Pemilihan teknologi harus selektif sebab hal ini akan berdampak bagi 3 (tiga) kunci utama cash flow yakni : pendapatan jasa pelayanan (yang tergantung dari sistem kapasitas, sistem kualitas, dan jasa pelayanan yang dapat ditingkatkan), peralatan jaringan (yang merupakan biaya modal terbesar yang dikeluarkan oleh operator), dan biaya operasional (yang secara langsung berhubungan dengan perencanaan jaringan dan keperluan pemeliharaan).

4.7.1. Pendapatan jasa pelayanan

Secara umum pendapatan jasa pelayanan telepon diasumsikan sama untuk setiap teknologi. Tetapi kenyataannya pendapatan untuk sistem CDMA WLL jauh lebih besar dibandingkan dengan sistem PHS maupun DECT bila dikaitkan dengan jasa pelayanan permulaan dan superior kualitas suara yang membuat

menarik serta memuaskan konsumen. Selain itu pendapatan yang meliputi *one-time connection* dan biaya instalasi, *access* setiap bulan, biaya pemakaian setiap menit, arus struktur tarif dan asumsi kepadatan *traffic* yang digunakan untuk menghasilkan pendapatan hubungan lokal, jarak jauh, dan internasional, juga lebih menguntungkan.

4.7.2. Pengeluaran Biaya (*Capital Expense*)

Biaya modal adalah faktor yang terpenting dimana penyelenggara pelayanan jasa harus mempertimbangkan saat memutuskan pemakaian suatu jaringan teknologi. Keuntungan secara teknik dari CDMA sebagaimana telah diuraikan di atas dimana CDMA membutuhkan sangat sedikit *cell site* apabila dibandingkan dengan PHS dan DECT, maka CDMA WLL memerlukan lebih sedikit *cell site*, yang berarti lebih mudah dan cepat untuk penyebaran (*deployment*). Lebih banyak *cell site* yang diperlukan oleh PHS dan DECT karena kapasitas yang dimiliki oleh keduanya rendah dan *cell coverage* lebih kecil. CDMA memerlukan hanya 26 *cell site* di daerah urban, sementara PHS dan DECT memerlukan 4.405 dan 1.160 *cell sites*. (Lihat tabel 4.3). Oleh karena itu sistem PHS dan DECT memerlukan lebih banyak tambahan biaya modal operator (*operator's*

capital costs). Jumlah *cell site* yang sedikit berarti lebih sedikit *cell* yang diperlukan, lebih sedikit antena, kabel, dan peralatan lainnya.

Capital cost untuk teknologi PHS, DECT, dan CDMA meliputi base station, base station controller, switches, antena, kabel antena, menara (*tower*) dan yang berkaitan dengan pekerjaan lapangan, hubungan kabel *microwave*, *cell site*, *engineering*, pengangkutan dan instalasi.

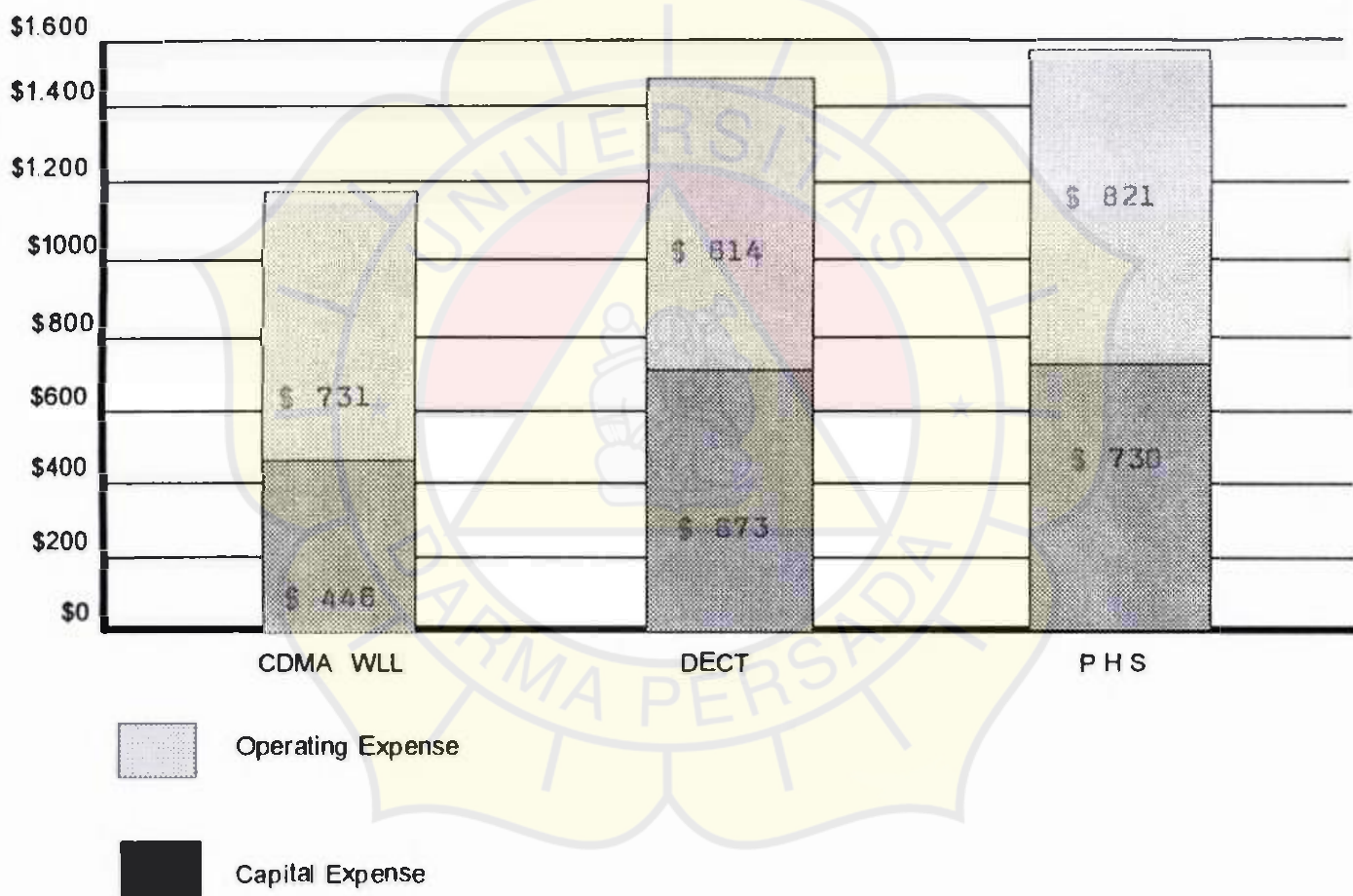
4.7.3. Biaya Operasional

Setelah jaringan telekomunikasi dipasang, berarti biaya pemeliharaan (*maintenance*) dibutuhkan untuk tetap berlangsung. Jaringan CDMA WLL sedikit lebih murah untuk pengoperasian dan pemeliharaan dibandingkan jaringan PHS atau DECT, hal ini disebabkan karena jaringan PHS dan DECT memerlukan lebih banyak *cell site*. Jumlah semakin besar *cell site* dan hubungan *backhaul* (*backhaul link*) memerlukan biaya pemeliharaan semakin besar dan akibatnya meningkatkan biaya operasional. Ditambah lagi sistem menggunakan *line of sight* (LOS), harus ditambah subsistem-subsistem yang memerlukan juga pemeliharaan. Selain pula kerusakan yang disebabkan oleh fenomena alam seperti angin ribut, banjir, gempa bumi, yang dapat menyebabkan

kerusakan parah pada *cell station box*, mengurangi kapasitas kemampuan, serta meningkatkan biaya pemeliharaan jaringan PHS dan DECT.

4.8. Biaya Jangka Pemakaian (*Life-Cycle Cost*)

Life-cycle cost didefinisikan sebagai biaya modal pada tahun ke 10 ditambah komulasi operasional per subscriber dalam tahun ke sepuluh pertama. CDMA WLL memiliki *life-cycle cost* terendah. *Life-Cycle cost* untuk CDMA WLL sebesar \$310 per subscriber lebih rendah dari DECT dan \$ 374 per subscriber lebih rendah dari PHS. Tingginya *life-cycle cost* untuk PHS disebabkan karena biaya operasional yang tinggi yang digunakan untuk membiayai sejumlah *cell site*. (Lihat Tabel 4.4).



Tabel. 4.4. Life Cycle Cost PHS, DECT dan CDMA

4.9. Tinjauan Dari Segi Geografis

Apabila kita lihat keadaan peta geografis negara Indonesia saat ini yang merupakan negara terdiri lebih dari 17.000 kepulauan besar dan kecil yang terbentang dari Sabang sampai Merauke seluas 1,9 juta km persegi. Tantangan geografis yang dihadapi Indonesia adalah merupakan negara kepulauan serta pegunungan dan kontur tanah yang tidak merata dimana hal ini merupakan hal yang tidak mudah untuk pendistribusian jaringan telepon yang merata di tanah air dengan menggunakan jaringan kabel disamping itu biayanya sangat mahal. Sulitnya keadaan kontur wilayah Indonesia, merupakan suatu hal yang tepat apabila menggunakan pilihan dengan wireless. Terutama untuk daerah yang terisolasi (*remote island*) sangat tepat apabila digunakan *wireless*.

Pertimbangan lainnya adalah makin meningkatnya migrasi dari daerah (*rural area*) ke kota (*urban area*) untuk mencari kesempatan kerja. Dimana area urban akan sangat cepat pertumbuhannya akan kebutuhan telekomunikasi. Sebagai contoh jumlah penduduk di daerah urban meningkat 22,4% pada tahun 1980 menjadi 30,9% pada tahun 1990, dengan penambahan jumlah penduduk setiap tahun 5,4 % per tahun dibandingkan dengan pertumbuhan penduduk di area pedesaan (*rural*). {*Economist Intelligence Unit, Country Profiles, October, 1996*}.

Oleh sebab itu tingginya permintaan akan telekomunikasi baik untuk bisnis maupun rumah tangga (resident) pada daerah urban, Operator akan mencari alternatif teknologi yang dapat memenuhi kapasitas kebutuhan telekomunikasi dengan meningkatnya jumlah permintaan.

Selain itu kita lihat jumlah yang menunggu (*waiting list*) akan permintaan jasa pelayanan sambungan telepon di Indonesia masih cukup tinggi. Oleh karena itu pemilihan suatu teknologi wireless yang dapat memenuhi penyebaran jaringan serta sambungan baru ke pelanggandengan cepat dan dalam waktu yang singkat sangatlah penting.

4.10. Analisis Hasil Perbandingan

Dari perbandingan nampak bahwa teknologi CDMA lebih banyak memiliki kelebihan apabila dibandingkan dengan PHS dan DECT dimana CDMA memiliki kualitas yang lebih baik dari kedua teknologi lainnya, tidak dapat disadap karena memiliki kekebalan terhadap hal tersebut, juga kebal terhadap *jammer*, *interferensi*, *multipath* serta memiliki kemampuan *multiple access*, biaya investasi dan operasional yang lebih rendah karena CDMA menggunakan *cell site* yang lebih sedikit, memiliki kapasitas yang jauh lebih besar (pada setiap 0,069 *Erlang per subscriber* dan 8,11 *Erlang* dapat mendukung pelanggan sebanyak 25.374 dengan 6 sektor/sel dan 4229 dengan antenna Omni,

sedangkan PHS dan DECT masing-masing 117 pelanggan dan 680 pelanggan), selainnya itu CDMA juga memiliki daya jangkauan radius lebih dari 10 kali daripada PHS dan DECT. Kelebihan lainnya dari CDMA adalah teknologi ini dapat melapis teknologi sebelumnya.



DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. Cooper, G.R, ed.2, 1988. Modern Communication and Spread Spectrum. McGraw Hill, Singapore.
2. Gagliardi R.M., ed 2, 1992. Satellite Communications. Van Nostrand Reinhold.
3. Ha, Tri T., ed.2, 1990. Digital Satellite Communications McGraw Hill.
4. Haykin, Simon., ed.2.1988. Digital Communication, John Wiley & son, USA.
5. Lee, William C.Y., ed.2.1995. Mobile Cellular Telecommunication analog and Digital System. McGraw Hill International.
6. Simon, Marvin, dkk, Vol 1-3, 1985. Spread Spectrum Communications. Computer Science Press, USA.
7. Sklaar, B., 1988. Digital Communications. Prentice Hall. USA.
8. Torrieri D.J., 1992. Principles of Secure Communications System. Artech House.
9. Torrieri D.J., IEEE, Edt. K.L.Kosbar, Vol.10, No.4, May 1992. Spread Spectrum: Performance of Direct Sequence Systemwith Long Pseudonoise Sequences.
10. Viterbi, Andrew J. 1995. CDMA Principles of Spread Spectrum Communications, Adison-Wesley. USA.
11. Economic Report, 1997 : Fixsed Wireless Networks, How Technology Choice Impacts Success in SouthEast Asia. Qualcomm Incorporated : 6455 Lusk San Diego.
12. Hendrowijono, Moch S. 1998. Tahun Kelabu bagi Telepon Seluler. Kompas. Jakarta.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

N a m a : ***Dra. Sri Lastami***

Tempat/tgl lahir : Jakarta, 31 Desember 1965

Jenis Kelamin : Perempuan

Status : Menikah

Nama Suami : Drs Ahmad Dahlan

Nama Anak : Muhammad RezMary, 1989 Jakarta

3. Jurnalistik, di Universitas Nasional, Jakarta 1987

4. Management di Yayasan Prasetya Mulya Jakarta 1988

5. Bahasa Perancis di CCF (Centre Cultural France) 1991 -1995

6. Bahasa Jepang Di LPK Universitas Dar

Pengalaman Kerja : 1. PT. Kresna Duta Agroindo 1989 -1991

2. Direktorat Paten, Direktorat Jenderal Hak Cipta, Patent dan Merek 1991- sekarang

Training : 1. Tahun 1992 Training Course on Intellectual Property for Developing Countries in Asia and Pasific, Colombo, Sri Lanka.

2. Tahun 1995 The Course on the Industrial Property System, South Korea.

Kursus : 1. Komputer (Basic, WS, Dbase 3 plus, Pascal) Lembaga Komputer Indonesia Amerika (LPKIA), Jakarta 1985

2. Akuntansi di Saint Mary, 1989 Jakarta
3. Jurnalistik, di Universitas Nasional, Jakarta 1987
4. Management di Yayasan Prasetya Mulya Jakarta 1988
5. Bahasa Perancis di CCF (Centre Cultural France) 1991 -1995
6. Bahasa Jepang Di LPK Universitas Darma Persada, Jakarta 1995-1996
7. Microsoft, 1996 Lembaga Ilmu Pengetahuan Teknologi & Informasi (LIPTI)

Organisasi

- : 1. Ketua Kohati HMI Cabang Jakarta 1988.
2. ISAFIS (Indonesian Student Association for International Studies) tahun 1996.
3. Presidium BMOIWI (Badan Musyawarah Organisasi Islam wanita Indonesia) tahun 1994-1996.
4. KAHMI (Korp Alumni HMI)

Blocked-Calls-Clearance
(Erlang B) (Continued)

N	A. Erlangs												
	B												
	1.0%	1.2%	1.6%	2%	3%	5%	7%	10%	16%	20%	30%	40%	50%
202	181.7	183.2	186.2	188.1	192.8	200.6	207.2	216.8	231.8	247.9	285.4	334.2	402.0
204	183.6	185.2	187.2	190.1	194.8	202.7	209.4	218.7	234.1	250.4	288.2	337.5	406.0
206	185.6	187.1	189.2	192.1	196.9	204.7	211.8	221.0	236.8	252.9	291.1	340.9	410.0
208	187.6	189.1	191.1	194.1	199.0	206.8	213.6	223.2	238.8	255.4	293.9	344.2	414.0
210	189.4	191.0	193.1	196.1	201.0	208.9	216.8	225.4	241.2	257.9	296.6	347.5	418.0
212	191.4	193.0	195.1	198.1	203.0	211.0	217.9	227.6	243.5	260.4	299.6	350.9	422.0
214	193.3	194.9	197.0	200.0	205.0	213.0	220.0	229.8	245.9	262.9	302.6	354.2	426.0
216	194.2	196.9	199.0	202.0	207.0	215.1	222.2	232.0	248.2	265.4	305.3	357.5	430.0
218	197.2	198.8	201.0	204.0	209.1	217.2	224.3	234.2	250.6	267.9	308.2	360.9	434.0
220	199.1	200.8	202.9	206.0	211.1	219.3	226.4	236.4	252.9	270.4	311.1	364.2	438.0
222	201.1	202.7	204.9	208.0	213.1	221.4	228.6	238.6	255.3	272.9	313.9	367.5	442.0
224	203.0	204.7	206.8	210.0	215.1	223.4	230.7	240.9	257.6	275.4	316.8	370.9	446.0
226	204.9	206.6	208.8	212.0	217.1	225.5	232.8	243.1	260.0	277.8	319.6	374.2	450.0
228	206.9	208.6	210.8	213.9	219.2	227.6	235.0	245.3	262.3	280.3	322.6	377.5	454.0
230	208.9	210.6	212.8	215.9	221.2	229.7	237.1	247.6	264.7	282.8	325.3	380.9	458.0
232	210.8	212.5	214.7	217.9	223.2	231.8	239.2	249.7	267.0	285.3	328.2	384.2	462.0
234	212.7	214.4	216.7	219.9	225.2	233.8	241.4	251.9	269.4	287.8	331.1	387.5	466.0
236	214.7	216.4	218.7	221.9	227.2	235.9	243.8	254.1	271.7	290.3	333.9	390.9	470.0
238	216.7	218.3	220.6	223.8	229.3	238.0	245.8	256.3	274.1	292.8	336.8	394.2	474.0
240	218.6	220.3	222.6	225.8	231.3	240.1	247.8	258.6	276.4	295.3	339.6	397.5	478.0
242	220.6	222.3	224.6	227.9	233.3	242.2	249.9	260.8	278.8	297.8	342.5	400.9	482.0
244	222.6	224.2	226.6	229.9	235.3	244.3	252.0	263.0	281.1	300.3	345.3	404.2	486.0
246	224.4	226.2	228.6	231.8	237.4	246.3	254.2	265.2	283.4	302.8	348.2	407.5	490.0
248	226.3	228.1	230.6	233.8	239.4	248.4	256.3	267.4	285.8	305.3	351.0	410.9	494.0
250	228.3	230.1	232.6	235.8	241.4	250.6	258.4	269.6	288.1	307.8	353.9	414.2	498.0
	.976	.982	.988	.993	1.014	1.042	1.070	1.108	1.176	1.250	1.428	1.666	2.000
300	277.1	279.2	281.9	285.7	292.1	302.6	311.9	325.0	346.9	370.3	425.3	497.5	698.0
	.982	.986	.990	1.000	1.016	1.044	1.070	1.108	1.174	1.248	1.428	1.663	2.000
350	326.2	328.4	331.4	335.1	342.9	354.8	365.4	380.4	405.6	432.7	496.7	580.9	698.0
	.982	.988	.994	1.004	1.020	1.046	1.070	1.108	1.176	1.250	1.430	1.666	2.000
400	376.3	377.8	381.1	385.9	393.9	407.1	418.9	435.8	464.4	495.2	568.2	654.2	798.0
	.985	.990	.996	1.004	1.018	1.046	1.072	1.110	1.176	1.260	1.428	1.666	2.000
450	421.1	423.3	430.1	436.1	444.8	469.4	472.6	491.3	523.2	557.7	639.6	747.8	898.0
	.988	.994	.999	1.006	1.022	1.048	1.070	1.108	1.176	1.250	1.428	1.666	2.000
500	474.6	477.0	480.8	486.4	495.5	511.8	526.0	546.7	582.0	620.2	711.0	830.9	998.0
	.991	.994	1.000	1.008	1.022	1.047	1.073	1.110	1.176	1.249	1.429	1.666	2.000
600	673.1	676.4	680.8	687.2	698.1	716.6	733.3	757.7	699.6	745.1	853.9	997.8	1358
	.993	.997	1.002	1.010	1.024	1.049	1.073	1.110	1.176	1.250	1.428	1.663	2.000
700	672.4	676.1	681.0	688.2	700.5	721.4	740.8	768.7	817.2	870.1	996.7	1164.	1358
	.994	.998	1.004	1.011	1.025	1.050	1.073	1.110	1.176	1.250	1.433	1.67	2.00
800	771.8	776.9	781.4	789.3	803.0	826.4	847.9	879.7	934.8	995.1	1140.	1331.	1558
	.997	1.000	1.004	1.013	1.025	1.050	1.074	1.111	1.177	1.249	1.42	1.67	2.00
900	871.6	876.9	881.8	890.6	905.3	931.4	955.3	990.8	1052.	1120.	1252.	1495.	1792
	.997	1.001	1.006	1.013	1.025	1.046	1.077	1.112	1.18	1.25	1.43	1.66	2.00
1000	971.2	976.0	9824	991.9	1008.	1036.	1063.	1102.	1170.	1245	1425	1664.	1978
	.999	1.000	1.006	1.011	1.02	1.05	1.07	1.11	1.18	1.25	1.43	1.67	2.00
1100	1071.	1076.	1083.	1093.	1111.	1141.	1170.	1213.	1288	1370	1568	1831	2193

SOURCE: After Lee, Ref. 1, pp. 258-263

Blocked-Calls-Cleared
(Erlang B) (Continued)

N	A, Erlangs												
	B												
	1.0%	1.2%	1.5%	2%	3%	5%	7%	10%	15%	20%	30%	40%	50%
51	38.8	39.4	40.1	41.2	42.9	46.8	47.7	50.0	55.2	59.7	69.9	82.7	100.1
52	39.7	40.3	41.0	42.1	43.9	48.8	48.8	51.7	58.3	61.0	71.3	84.3	102.1
53	40.6	41.2	42.0	43.1	44.8	49.5	49.8	52.8	57.6	62.2	72.7	86.0	104.1
54	41.6	42.1	42.9	44.0	45.8	49.5	50.8	53.9	58.7	63.5	74.2	87.6	106.1
55	42.4	43.0	43.8	44.9	46.7	49.5	51.9	55.0	59.8	64.7	75.6	89.3	108.1
56	43.3	43.9	44.7	45.9	47.7	50.6	52.9	56.1	61.0	65.8	77.0	91.0	110.1
57	44.2	44.8	45.7	46.8	48.7	51.6	53.9	57.1	62.1	67.2	78.4	92.6	112.1
58	45.1	45.8	46.8	47.8	49.6	52.6	55.0	58.2	63.3	68.4	79.8	94.3	114.1
59	46.0	46.7	47.6	48.7	50.6	53.6	56.0	59.3	64.5	69.7	81.3	96.0	116.1
60	46.9	47.6	48.4	49.6	51.6	54.6	57.1	60.4	65.6	70.2	82.7	97.6	118.1
61	47.9	48.6	49.4	50.6	52.6	55.6	58.1	61.6	66.8	72.1	84.1	99.3	120.1
62	48.8	49.4	50.3	51.6	53.6	56.6	59.1	62.6	68.0	73.4	85.6	101.0	122.1
63	49.7	50.4	51.2	52.5	54.6	57.6	60.2	63.7	69.1	74.8	87.0	102.6	124.1
64	50.6	51.3	52.2	53.4	55.4	58.6	61.2	64.8	70.3	75.9	88.4	104.3	126.1
65	51.6	52.2	53.1	54.4	56.4	59.6	62.3	65.8	71.4	77.1	89.8	106.0	128.1
66	52.4	53.1	54.0	55.3	57.4	60.6	63.2	66.9	72.6	78.3	91.3	107.6	130.1
67	53.4	54.1	55.0	56.3	58.4	61.6	64.4	68.0	73.8	79.6	92.7	109.3	132.1
68	54.3	55.0	55.9	57.2	59.3	62.6	65.4	69.1	74.9	80.8	94.1	111.0	134.1
69	55.2	55.9	56.8	58.2	60.3	63.7	66.4	70.2	76.1	82.1	95.6	112.6	136.1
70	56.1	56.8	57.6	59.1	61.3	64.7	67.5	71.3	77.3	83.3	96.9	114.3	138.1
71	57.0	57.8	58.7	60.1	62.3	65.7	68.6	72.4	78.4	84.4	98.4	116.0	140.1
72	58.0	58.7	59.7	61.0	63.3	66.7	69.8	73.6	79.6	85.6	99.3	117.6	142.1
73	58.9	59.6	60.6	62.0	64.2	67.7	70.6	74.6	80.8	87.0	101.2	119.3	144.1
74	59.8	60.6	61.6	62.9	65.2	68.7	71.7	75.6	81.9	88.3	102.7	120.9	146.1
75	60.7	61.6	62.6	63.9	66.2	69.7	72.7	76.7	83.1	89.6	104.1	122.6	148.0
76	61.7	62.4	63.4	64.9	67.2	70.8	73.8	77.8	84.2	90.8	106.6	124.3	150.0
77	62.6	63.4	64.4	65.8	68.1	71.8	74.8	78.9	85.4	92.0	106.9	125.9	152.0
78	63.6	64.3	65.3	66.8	69.1	72.8	75.9	80.0	86.6	93.3	108.4	127.6	154.0
79	64.4	65.2	66.3	67.7	70.1	73.8	76.9	81.1	87.7	94.6	109.8	129.3	156.0
80	65.4	66.2	67.2	68.7	71.1	74.8	78.0	82.2	88.9	95.7	111.2	130.9	158.0
81	66.3	67.1	68.2	69.6	72.1	76.8	79.0	83.3	90.1	97.0	112.6	132.6	160.0
82	67.2	68.0	69.1	70.6	73.0	76.9	80.1	84.4	91.2	98.2	114.1	134.3	162.0
83	68.2	69.0	70.1	71.6	74.0	77.9	81.1	85.6	92.4	99.4	115.6	135.9	164.0
84	69.1	69.9	71.0	72.6	75.0	78.9	82.2	86.6	93.6	100.7	116.9	137.6	166.0
85	70.0	70.9	71.9	73.6	76.0	79.9	83.2	87.7	94.7	102.0	118.3	139.3	168.0
86	70.9	71.8	72.9	74.6	77.0	80.9	84.3	88.8	95.9	103.2	119.8	140.9	170.0
87	71.9	72.7	73.8	75.4	78.0	82.0	85.3	89.9	97.1	104.8	121.3	142.6	172.0
88	72.8	73.7	74.8	76.4	79.9	83.0	86.4	91.0	98.2	105.7	122.6	144.3	174.0
89	73.7	74.6	75.7	77.3	79.9	84.0	87.4	92.1	99.4	106.9	124.0	145.9	176.0
90	74.7	75.6	76.7	78.3	80.9	85.0	88.5	93.1	100.6	108.2	125.6	147.6	178.0
91	75.6	76.6	77.6	79.3	81.9	86.0	89.6	94.2	101.7	109.4	126.9	149.3	180.0
92	76.5	77.4	78.4	80.2	82.9	87.1	90.6	95.3	102.9	110.7	128.3	150.9	182.0
93	77.4	78.4	79.4	81.2	83.9	88.1	91.6	96.4	104.1	111.9	129.7	152.6	184.0
94	78.4	79.3	80.3	82.2	84.9	89.1	92.7	97.6	105.3	113.2	131.2	154.3	186.0
95	79.4	80.3	81.3	83.1	85.8	90.1	93.7	98.6	106.4	114.4	132.6	155.9	188.0
96	80.3	81.2	82.2	84.1	86.8	91.1	94.8	99.7	107.6	115.7	134.0	157.6	190.0
97	81.2	82.2	83.1	85.1	87.8	92.1	95.8	100.8	108.8	116.9	135.6	159.3	192.0
98	82.1	83.1	84.0	86.0	88.8	93.2	96.9	101.8	109.9	118.2	136.9	160.9	194.0
99	83.1	84.1	85.0	87.0	89.8	94.2	97.9	103.0	111.1	119.4	138.3	162.6	196.0
100	84.1	85.0	85.9	88.0	90.8	95.2	99.0	104.1	112.3	120.6	139.7	164.3	198.0

Blocked-Calls-Cleared
(Erlang B) (Continued)

A, erlangs													
N	B												
	1.0%	1.2%	1.5%	2%	3%	4%	7%	10%	15%	20%	30%	40%	50%
102	83.8	84.9	86.1	87.9	91.8	97.3	101.1	106.3	114.6	123.1	142.6	167.6	202.0
104	87.6	88.8	90.1	91.9	94.6	99.3	103.2	108.6	116.9	126.0	146.4	170.9	204.0
106	89.7	90.7	92.0	93.8	96.7	101.4	106.3	110.7	119.3	128.1	148.3	174.2	210.0
108	91.6	92.6	93.9	95.7	98.7	103.4	107.4	112.9	121.6	130.6	151.1	177.8	216.0
110	93.6	94.6	95.8	97.7	100.7	105.6	109.6	116.1	124.0	133.1	154.0	180.9	218.0
112	95.4	96.4	97.7	99.6	102.7	107.6	111.7	117.3	126.3	135.6	156.9	184.2	222.0
114	97.3	98.3	99.7	101.6	104.7	109.6	113.8	119.5	128.6	138.1	159.7	187.6	226.0
116	99.2	100.2	101.6	103.6	106.7	111.7	115.9	121.7	131.0	140.6	162.6	190.9	230.0
118	101.1	102.1	103.6	105.6	108.7	113.7	118.0	123.9	133.3	143.1	165.4	194.2	234.0
120	103.0	104.0	105.4	107.4	110.7	115.6	120.1	126.1	135.7	145.6	168.3	197.6	238.0
122	104.9	105.9	107.4	109.4	112.6	117.6	122.2	128.3	138.0	148.1	171.1	200.9	242.0
124	106.8	107.8	109.3	111.3	114.6	119.6	124.4	130.6	140.3	150.6	174.0	204.2	246.0
126	108.7	109.8	111.2	113.2	116.6	121.9	126.6	132.7	142.7	153.0	176.8	207.6	250.0
128	110.6	111.7	113.2	115.2	118.6	124.0	128.6	134.9	145.0	155.8	179.7	210.9	254.0
130	112.6	113.6	115.1	117.2	120.6	126.1	130.7	137.1	147.4	158.0	182.6	214.2	258.0
132	114.4	115.6	117.0	119.1	122.6	128.1	132.8	139.3	149.7	160.6	185.4	217.6	262.0
134	116.3	117.4	118.9	121.1	124.6	130.2	134.9	141.6	152.0	163.0	188.3	220.9	266.0
136	118.2	119.4	120.9	123.1	126.6	132.3	137.1	143.7	154.4	165.6	191.1	224.2	270.0
138	120.1	121.3	122.8	125.0	128.6	134.3	139.2	146.9	157.7	168.0	194.0	227.6	274.0
140	122.0	123.2	124.6	127.0	130.6	136.4	141.3	148.1	159.1	170.6	196.8	230.9	278.0
142	123.8	125.1	126.7	128.9	132.6	138.6	143.4	150.3	161.4	173.0	199.7	234.1	282.0
144	125.6	127.0	128.6	130.9	134.6	140.6	145.6	152.6	163.8	175.8	202.6	237.6	286.0
146	127.7	129.0	130.6	132.9	136.6	142.6	147.7	154.7	166.1	178.6	205.4	240.9	290.0
148	129.7	130.9	132.6	134.8	138.6	144.6	149.8	156.9	168.6	180.6	208.2	244.2	294.0
150	131.6	132.8	134.6	136.8	140.6	146.7	151.9	159.1	170.8	183.0	211.1	247.6	298.0
152	133.6	134.8	136.4	138.6	142.6	148.8	154.0	161.3	173.1	185.6	214.0	250.9	302.0
154	135.4	136.7	138.4	140.7	144.6	150.8	156.2	163.6	175.8	188.0	216.8	254.2	306.0
156	137.3	138.6	140.3	142.7	146.6	152.9	158.3	165.7	177.8	190.8	219.7	257.6	310.0
158	139.2	140.5	142.3	144.7	148.6	155.0	160.4	167.9	180.2	193.0	222.6	260.9	314.0
160	141.2	142.6	144.2	146.6	150.6	157.0	162.6	170.3	182.6	195.3	225.4	264.2	318.0
162	143.1	144.4	146.1	148.6	152.7	159.1	164.7	172.4	184.9	198.0	228.2	267.6	322.0
164	145.0	146.3	148.1	150.6	154.7	161.2	166.8	174.6	187.2	200.4	231.1	270.9	326.0
166	146.9	148.3	150.0	152.6	156.7	163.3	168.9	176.8	189.6	202.9	233.9	274.2	330.0
168	148.9	150.2	152.0	154.6	158.7	165.3	171.0	179.0	191.9	205.4	236.8	277.6	334.0
170	150.6	152.1	153.9	156.5	160.7	167.4	173.2	181.2	194.2	207.9	239.7	280.9	338.0
172	152.7	154.1	155.9	158.6	162.7	169.6	175.3	183.4	196.6	210.4	242.6	284.2	342.0
174	154.8	156.0	157.8	160.4	164.7	171.5	177.4	185.6	198.9	212.9	245.4	287.6	346.0
176	156.6	158.0	159.8	162.4	166.7	173.6	179.6	187.8	201.3	215.4	248.2	290.9	350.0
178	158.6	159.9	161.8	164.4	168.7	175.7	181.7	190.0	203.6	217.9	251.1	294.2	354.0
180	160.4	161.8	163.7	166.4	170.7	177.8	183.8	192.2	206.0	220.4	253.9	297.6	358.0
182	162.3	163.8	165.7	168.3	172.8	179.8	185.9	194.4	208.3	222.9	256.8	300.9	362.0
184	164.3	165.7	167.6	170.3	174.8	181.9	188.1	196.6	210.7	225.4	259.6	304.2	366.0
186	166.2	167.7	169.6	172.3	176.8	184.0	190.2	198.9	213.0	227.9	262.5	307.6	370.0
188	168.1	169.6	171.5	174.3	178.8	186.1	192.3	201.1	215.4	230.4	265.4	310.9	374.0
190	170.1	171.5	173.5	176.3	180.8	188.1	194.5	203.3	217.7	232.9	268.2	314.2	378.0
192	172.0	173.5	175.4	178.2	182.8	190.2	196.6	205.5	220.1	235.4	271.1	317.6	382.0
194	173.9	175.4	177.4	180.2	184.8	192.3	198.7	207.7	222.4	237.9	273.9	320.9	386.0
196	175.9	177.4	179.4	182.2	186.9	194.4	200.8	209.9	224.8	240.4	276.8	324.2	390.0
198	177.8	179.3	181.3	184.2	188.9	196.4	203.0	212.1	227.1	242.9	279.6	327.6	394.0
200	179.7	181.3	183.3	186.2	190.9	198.5	205.1	214.3	229.4	245.4	282.5	330.9	398.0

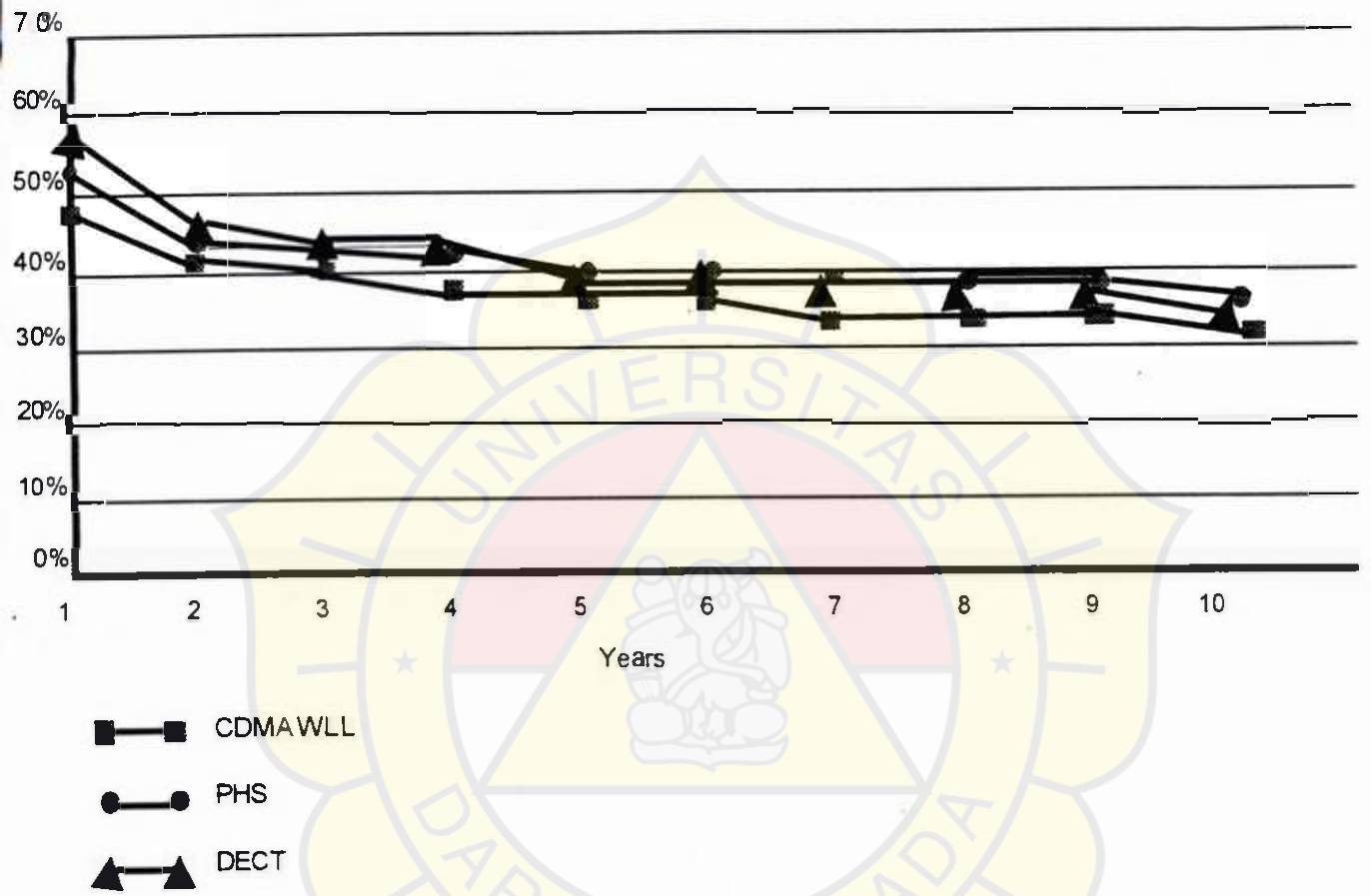
Blocked-Calls-Cleared
(Erlang B) (Continued)

N	A, erlangs															
	B															
	1.0%	1.2%	1.4%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	10%	15%	20%	30%	40%	50%
202	181.7	183.2	184.2	186.1	192.0	200.8	207.2	216.8	231.8	247.9	266.4	284.2	304.2	324.2	344.2	402.0
204	183.8	184.2	187.2	190.1	194.9	202.7	209.4	218.7	234.1	250.4	268.2	287.5	307.5	327.5	347.5	406.0
208	186.8	187.1	189.2	192.1	196.9	204.7	211.8	221.0	236.8	252.9	271.1	290.1	309.1	329.1	349.1	410.0
208	187.8	188.1	191.1	194.1	199.0	206.8	213.6	223.2	238.8	255.4	273.9	293.9	313.9	333.9	353.9	414.0
210	189.4	191.0	193.1	196.1	201.0	208.9	215.8	226.4	241.2	257.9	276.8	296.8	316.8	336.8	356.8	418.0
212	191.4	193.0	195.1	198.1	203.0	211.0	217.9	227.6	242.8	260.4	279.6	299.6	319.6	339.6	359.6	422.0
214	193.2	194.9	197.0	200.0	205.0	213.0	220.0	229.8	245.0	262.9	282.9	302.9	322.9	342.9	362.9	426.0
216	195.2	196.9	199.0	202.0	207.0	215.1	222.2	232.0	247.2	265.4	285.4	305.4	325.4	345.4	365.4	430.0
218	197.2	198.8	201.0	204.0	209.1	217.2	224.3	234.2	249.4	267.9	287.9	307.9	327.9	347.9	367.9	434.0
220	199.1	200.8	202.9	206.0	211.1	219.2	226.4	236.4	251.9	270.4	290.4	310.4	330.4	350.4	370.4	438.0
222	201.1	202.7	204.9	208.0	213.1	221.4	228.6	238.6	253.3	272.9	292.9	312.9	332.9	352.9	372.9	442.0
224	203.0	204.7	206.8	210.0	215.1	223.4	230.7	240.9	255.6	275.4	295.4	315.4	335.4	355.4	375.4	446.0
226	204.9	206.6	208.8	212.0	217.1	225.4	232.8	243.1	257.8	277.8	297.8	317.8	337.8	357.8	377.8	450.0
228	206.9	208.6	210.8	214.0	219.1	227.4	234.8	245.1	260.0	280.0	299.9	319.9	339.9	359.9	379.9	454.0
230	208.8	210.6	212.8	216.0	221.1	229.4	236.8	247.1	262.0	282.0	301.9	321.9	341.9	361.9	381.9	458.0
232	210.8	212.6	214.7	217.9	223.1	231.4	238.8	249.1	264.0	284.0	303.9	323.9	343.9	363.9	383.9	462.0
234	212.7	214.4	216.7	219.9	225.1	233.4	240.8	251.1	266.0	286.0	305.9	325.9	345.9	365.9	385.9	466.0
236	214.7	216.4	218.7	221.9	227.1	235.4	242.8	253.1	268.0	288.0	307.9	327.9	347.9	367.9	387.9	470.0
238	216.6	218.4	220.7	223.9	229.1	237.4	244.8	255.1	270.0	290.0	309.9	329.9	349.9	369.9	389.9	474.0
240	218.6	220.3	222.6	225.9	231.1	239.4	246.8	257.1	272.0	292.0	311.9	331.9	351.9	371.9	391.9	478.0
242	220.6	222.3	224.6	227.9	233.1	241.4	248.8	259.1	274.0	294.0	313.9	333.9	353.9	373.9	393.9	482.0
244	222.6	224.3	226.6	229.9	235.1	243.4	250.8	261.1	276.0	296.0	315.9	335.9	355.9	375.9	395.9	486.0
246	224.6	226.3	228.6	231.9	237.1	245.4	252.8	263.1	278.0	298.0	317.9	337.9	357.9	377.9	397.9	490.0
248	226.6	228.3	230.6	233.9	239.1	247.4	254.8	265.1	280.0	300.0	319.9	339.9	359.9	379.9	399.9	494.0
250	228.6	230.3	232.6	235.9	241.1	249.4	256.8	267.1	282.0	302.0	321.9	341.9	361.9	381.9	401.9	498.0
300	.976	.982	.986	.998	1.014	1.042	1.070	1.108	1.176	1.250	1.428	1.666	2.000			
400	.977.1	.979.2	.981.9	.985.7	.992.1	1.02.6	1.05.9	1.09.8	1.15.0	1.22.3	1.42.3	1.66.6	2.00.0			
500	.977.1	.979.2	.981.9	.985.7	.992.1	1.02.6	1.05.9	1.09.8	1.15.0	1.22.3	1.42.3	1.66.6	2.00.0			
600	.977.1	.979.2	.981.9	.985.7	.992.1	1.02.6	1.05.9	1.09.8	1.15.0	1.22.3	1.42.3	1.66.6	2.00.0			
700	.977.1	.979.2	.981.9	.985.7	.992.1	1.02.6	1.05.9	1.09.8	1.15.0	1.22.3	1.42.3	1.66.6	2.00.0			
800	.977.1	.979.2	.981.9	.985.7	.992.1	1.02.6	1.05.9	1.09.8	1.15.0	1.22.3	1.42.3	1.66.6	2.00.0			
900	.977.1	.979.2	.981.9	.985.7	.992.1	1.02.6	1.05.9	1.09.8	1.15.0	1.22.3	1.42.3	1.66.6	2.00.0			
1000	.977.1	.979.2	.981.9	.985.7	.992.1	1.02.6	1.05.9	1.09.8	1.15.0	1.22.3	1.42.3	1.66.6	2.00.0			
100	10.71	10.76	10.83	10.93	11.11	11.41	11.70	12.13	12.88	13.70	15.68	18.31	21.93			

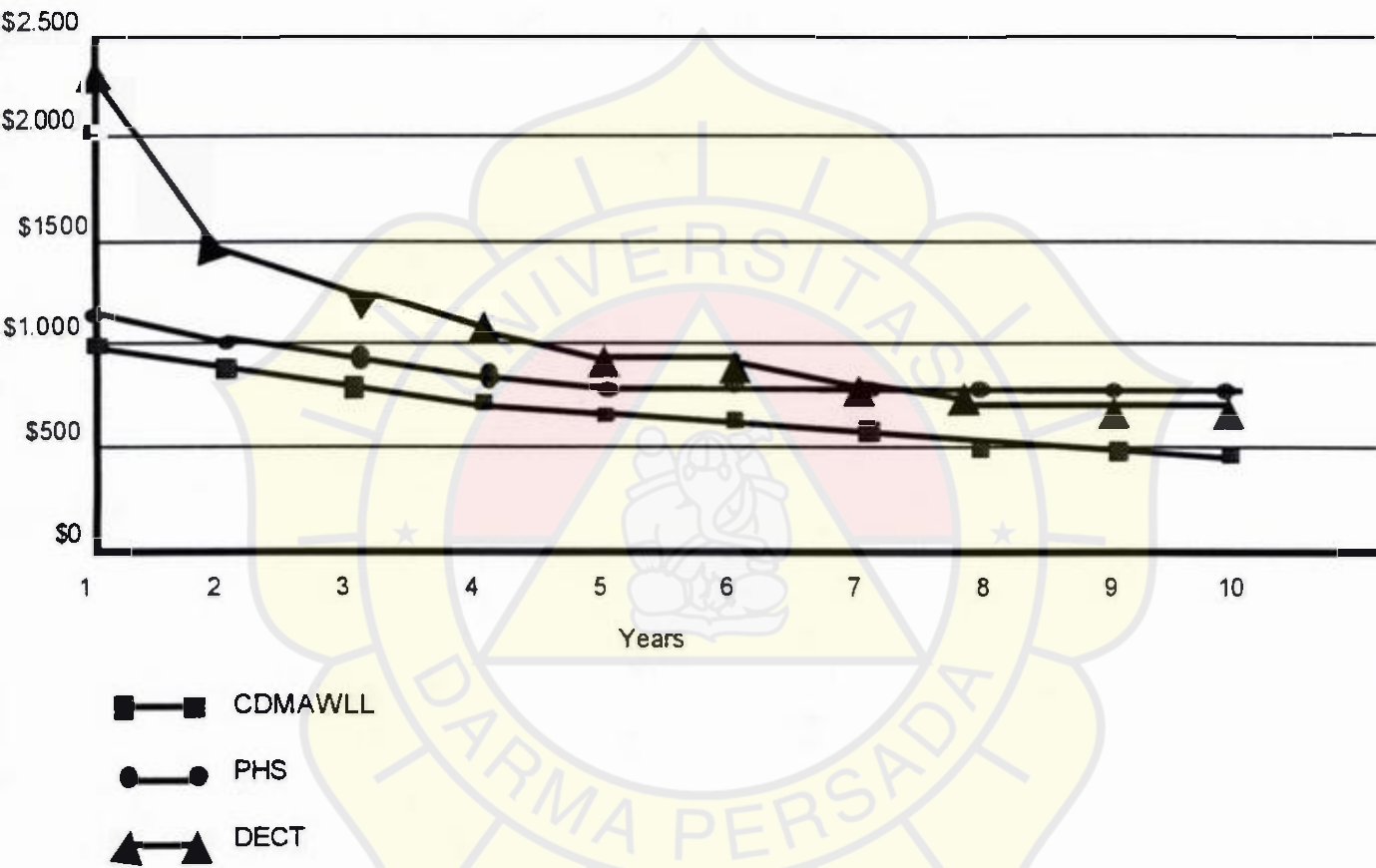
SOURCE: Mac Lee, Ref. 6, pp. 258-265.

Lampiran 3

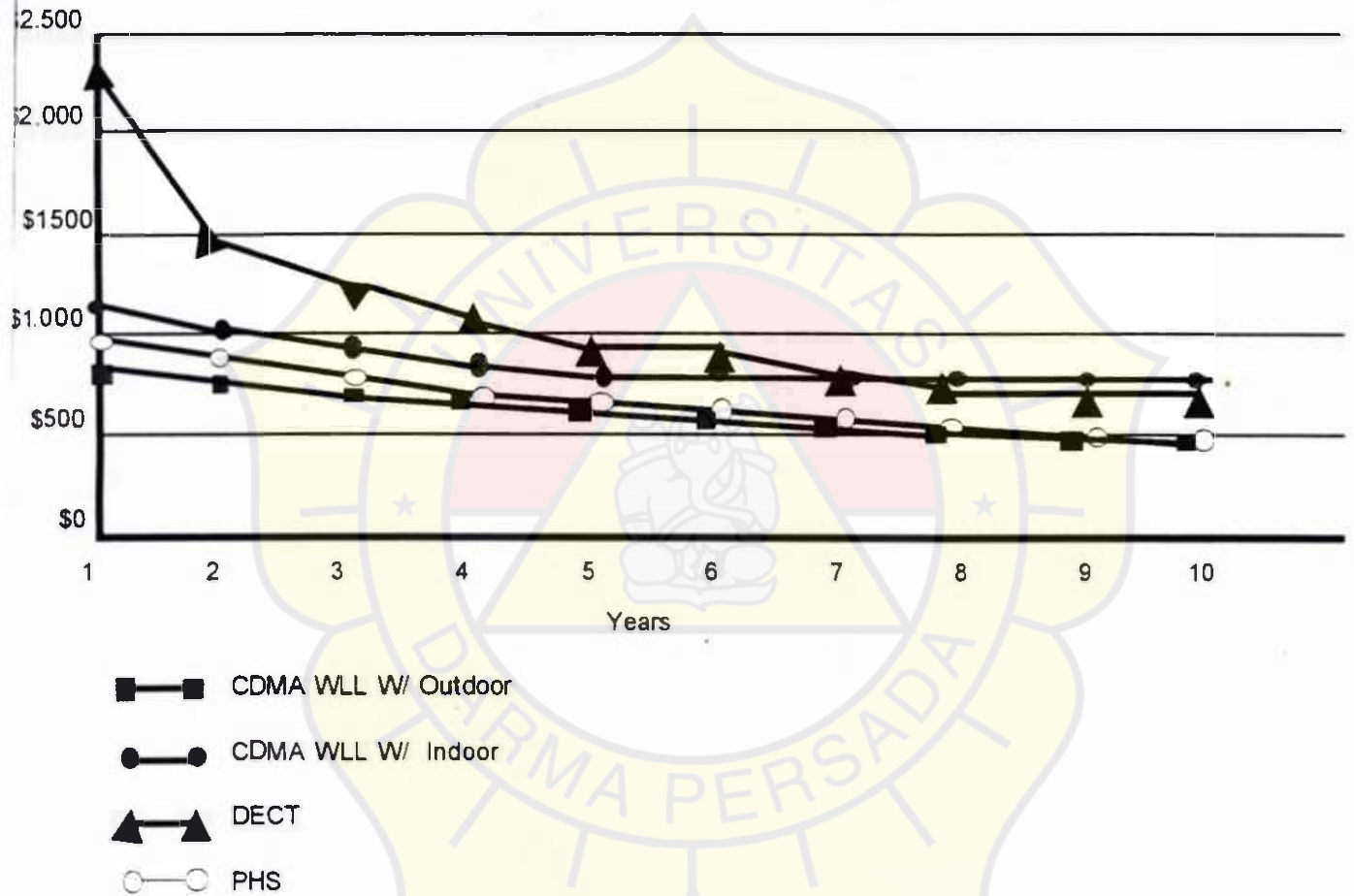
3.1



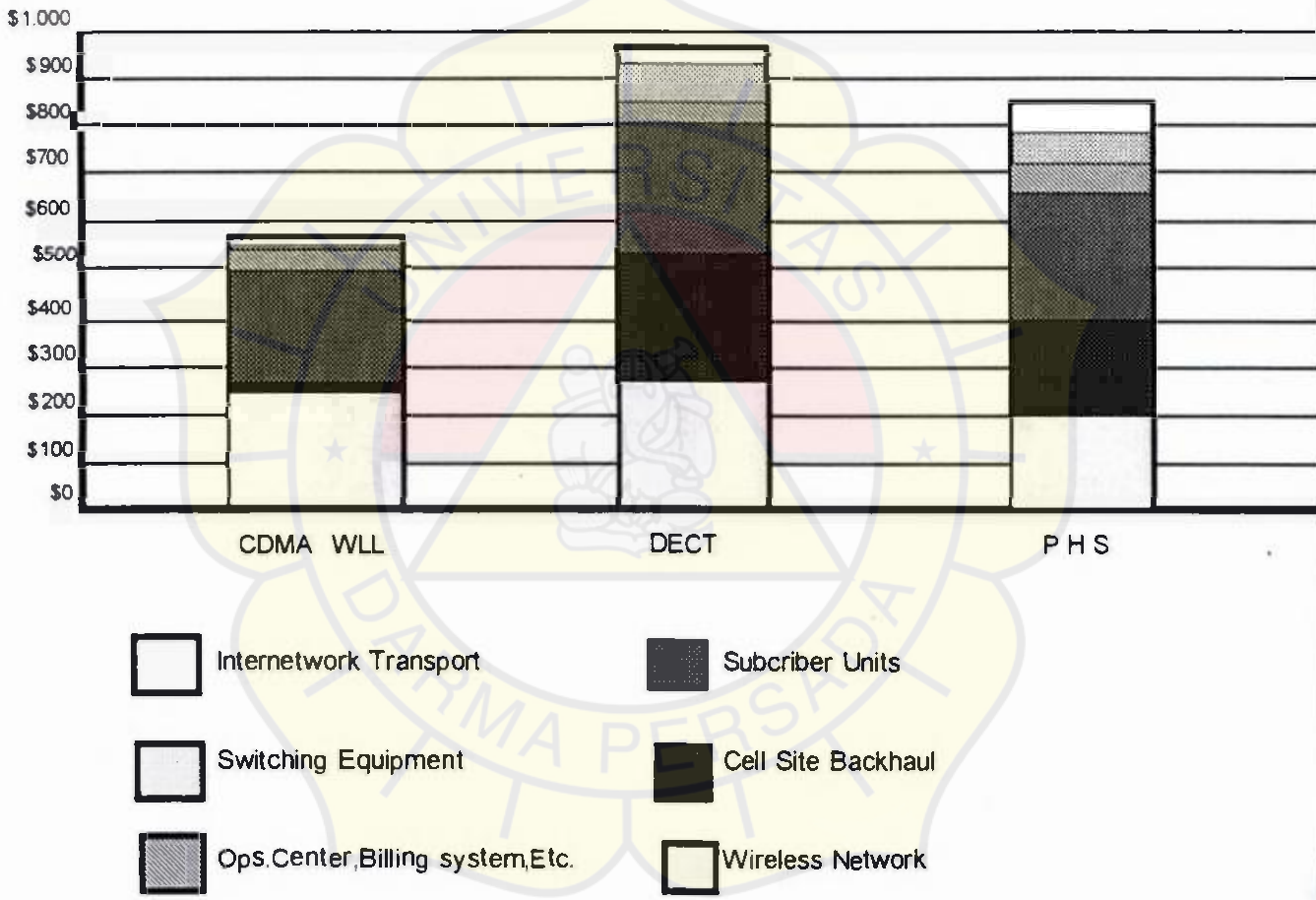
:Operating Expense Ratio



Base Capital Cost per Subscriber



3.3 Sensitivity Analysis-Subscriber Unit Antennas, Indoor vs. Outdoor Antennas



Equipment Breakdown: Year 5