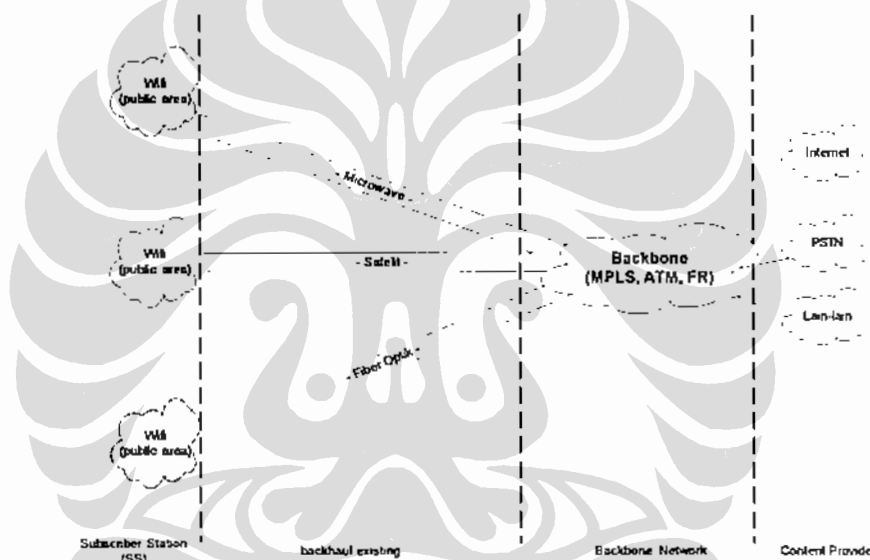


BAB IV

ANALISA DAN PERHITUNGAN

4.1 KONDISI SAAT INI

Sampai akhir tahun 2007, jumlah hotspot yang ada di Jakarta (terdaftar di IIX) adalah 313 buah. Dengan jaringan akses dapat berupa fiber optik, satelit ataupun *microwave* (gambar 4.1), jaringan *hotspot* tersebut telah melayani ribuan pengguna. Data yang diperoleh dari tahun 2002 sampai 2007 (tabel 4.1) akan digunakan sebagai acuan untuk membuat asumsi pertumbuhan jumlah *hotspot* 5 tahun ke depan (tabel 4.5) dengan menggunakan metode regresi linear [27].



Gambar 4.1 Konfigurasi jaringan *hotspot* saat ini

Untuk trafik *peak* rata-rata tiap *hotspot* di masing-masing daerah, data yang diperoleh adalah rata-rata dari report CBN, indonet, asianet, IndosatNet, Trikomsel, SpeedNet, Patrakom, BizNet dan Telkomsel terpapar pada tabel 4.4.

Tabel 4.1 Trend Perkembangan *hotspot*

2002	14
2003	83
2004	146
2005	212
2006	267
2007	313

sumber : IDC : implementasi hotspot di negara-negara asia-pasifik (Indonesia)

Tabel 4.2 Rata-rata *peak traffic* per *hotspot*

Area	Peak Traffic per hotspot
Jakarta Pusat	4.12 Mbps
Jakarta Utara	3.41 Mbps
Jakarta Selatan	3.22 Mbps
Jakarta Barat	2.86 Mbps
Jakarta Timur	3.04 Mbps

Berdasarkan data yang diperoleh dari IDC, didapat alokasi jumlah hotspot per regional untuk tahun 2007.

Tabel 4.3 Jumlah *hotspot* per daerah layanan tahun 2007

Area	# of hotspot
Jakarta Pusat	112
Jakarta Utara	31
Jakarta Selatan	108
Jakarta Barat	51
Jakarta Timur	11

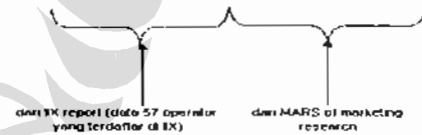
Dari data-data diatas dan ditambah dengan data dari *MARS Marketing Research* mengenai jenis *backhaul* yang digunakan saat ini dan harga sewa masing-masing, maka dapat digabung dalam tabel *summary* data jaringan *hotspot* sebagai berikut:

Tabel 4.4 *Summary* data jaringan hotspot saat ini

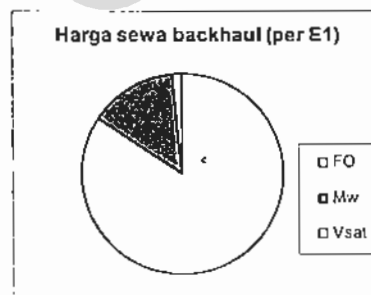
End of 2007	# of operator hotspot		# of hotspot	Traffic peak (Mbps)	# of backhaul (per 2Mbps or E1)			Harga sewa backhaul per bulan (X 000000)			Total
	terdaftar di sdel	tidak terdaftar di sdel			FO	Microwave	VsAT	FO	Microwave	VsAT	
Jakarta Pusat	26	21	112	461.44	248	20	1	10.446	14.756	64.337	5.133.170
Jakarta Utara	0	0	31	105.71	58	0	2	10.446	14.756	64.337	1.316.967
Jakarta Selatan	23	19	108	347.76	171	39	3	10.446	14.756	64.337	3.322.700
Jakarta Barat	10	9	51	145.06	02	14	2	10.446	14.756	64.337	1.047.799
Jakarta Timur	0	2	11	33.44	10	2	1	10.446	14.756	64.337	425.070
	01	57	313	1094.21							12.646.100

- Nota
- Hotspot yang berintegrasi ke sdel = 35% dari total hotspot di Jakarta
 - Rata-rata traffic peak per hotspot:
 - a. Jakarta Pusat = 4.12
 - b. Jakarta Utara = 3.41
 - c. Jakarta Selatan = 3.22
 - d. Jakarta Barat = 2.86
 - e. Jakarta Timur = 3.04

Referensi data report
 GDN, indonet, planet,
 indosatNET, Transnet,
 SindoNet, Paltrakom, Duznet,
 Axiata, Telkomsel

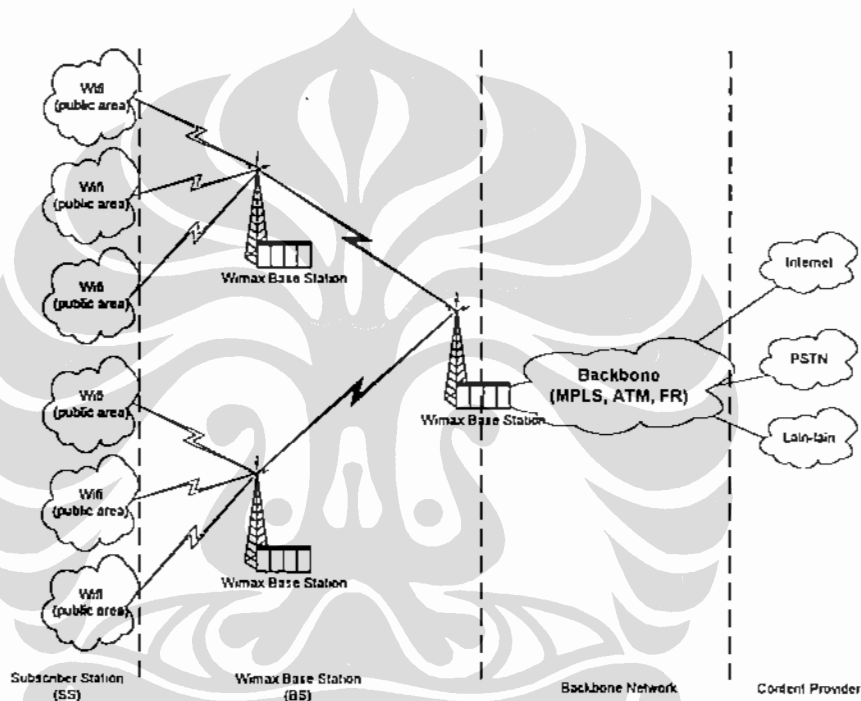


Dari gambar 4.2 dibawah terlihat bahwa sekitar 84% layanan saat ini ditangani oleh fiber optik. Maka nilai sewa yang digunakan dalam penelitian ini adalah nilai sewa *backhaul* per bulan per E1 untuk jaringan fiber optik.



Gambar 4.2 *Pie chart* perbandingan jumlah backhaul menggunakan FO, Satelit dan *Microwave*.

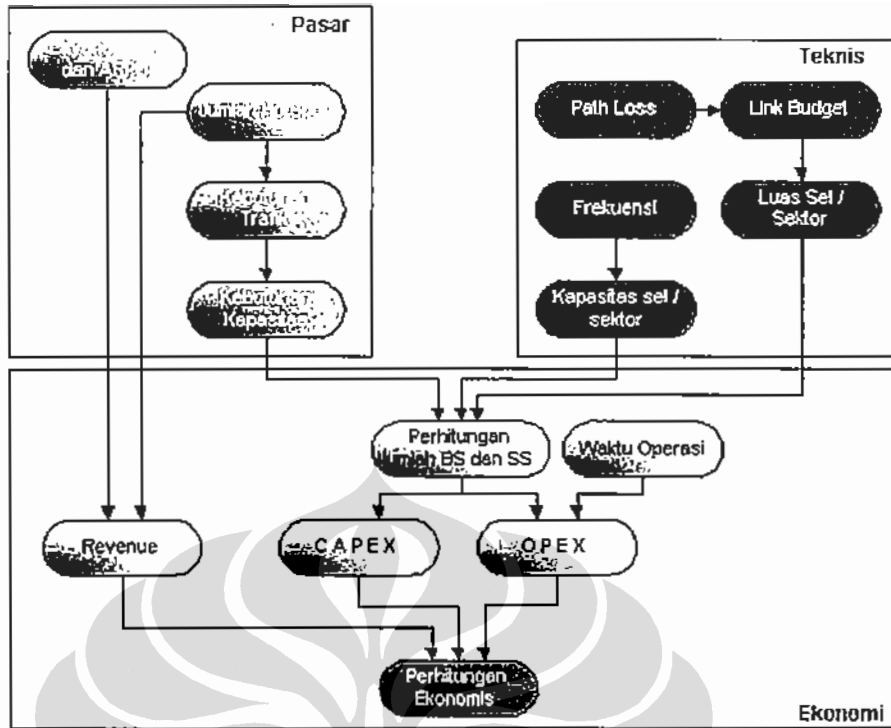
Sementara BS (*Base Station*) terdiri dari antena dan perangkat RF (*Radio Frequency*) yang merupakan *outdoor unit*, menara tempat pemasangan antena (*tower*), perangkat *indoor unit* yang terdiri dari perangkat *baseband modem* dan NMS (*Network Management System*). Jaringan *backbone* berfungsi menghubungkan ke pusat layanan yang dituju pelanggan (*Internet*, kantor pusat, *server content provider*, dan sebagainya). Jaringan backbone ini dapat berupa layanan bandwidth (ATM, MPLS, *Frame Relay*) dan layanan sewa *point-to-point* (FO atau *Radio Link* kapasitas besar).



Gambar 4.2 Konfigurasi jaringan Wimax

4.3 BAGAN ANALISA

Bagan analisa perhitungan ekonomi yang digunakan pada tesis ini digambarkan seperti gambar berikut:



Gambar 4.3 Bagan analisa Tekno Ekonomi

Pada gambar diatas dikelompokkan berdasarkan blok Pasar, blok Teknis dan blok Ekonomi. Masing-masing blok akan dibahas berikut dengan batasan-batasan dan asumsi perhitungan yang akan dibahas dalam tesis ini.

4.4 ASPEK TEKNIS

4.4.1 Spektrum Frekuensi dan *Bandwidth* Kanal

Pita frekuensi yang ditinjau pada tesis ini adalah 2.3 GHz dengan lebar spektrum diasumsikan 90 MHz pada frekuensi 2300 MHz – 2390 MHz. dan bandwidth kanal yang digunakan adalah 7.5 MHz.

4.4.2 Radius Jangkau dan Propagasi

Perhitungan redaman karena propagasi (*Path Loss*) dengan kondisi LOS pada sistem nirkabel adalah sebagai berikut:

$$L_{br}(\text{dalam dB}) = 20 \log (4 \pi d / \lambda) \dots\dots\dots(4.1)$$

Atau

$$L_{br} = 92.44 + 20 \log f + 20 \log d \dots\dots\dots(4.2)$$

Dengan λ adalah panjang gelombang (meter; m), d adalah jarak antara pemancar dan penerima (kilometer: km) dan f adalah frekuensi kerja (GHz).

Untuk penggunaan praktis, beberapa model pendekatan telah dibuat berdasarkan pengukuran empiris pada kondisi alam dan lingkungan. Dalam tesis ini pendekatan perhitungan mengacu pada standar IEEE, yaitu *IEEE 802.16a-03/01* yang dikenal sebagai "*Channel Model for Fixed Wireless Applications*". Dengan d_0 adalah jarak referensi pengukuran, rumus *Path Loss* adalah sebagai berikut [23]:

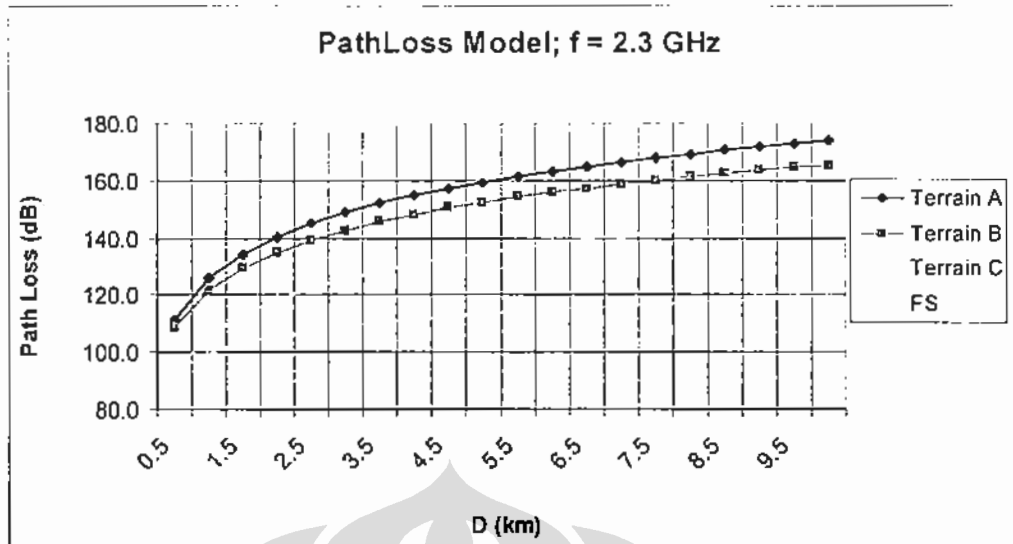
$$PL = A + 10 \gamma \log_{10} (d/d_0) + s + \Delta PL_f + \Delta PL_h, \text{ untuk } d > d_0 \quad \dots\dots\dots(4.3)$$

Dimana $A = 20 \log_{10}(4 \pi d_0 / \lambda)$, λ = panjang gelombang (m), γ adalah *path loss exponent* yang memiliki rumusan $\gamma = (a - b h_b + c / h_b)$. Dengan h_b menyatakan tinggi antena *base station* (antara 10 dan 80 m), $d_0 = 100$ m merupakan jarak referensi pengukuran, dan a, b, c , menyatakan konstanta yang tergantung pada kategori permukaan dengan kategori sebagai berikut [23]:

Model Parameter	Permukaan tipe A	Permukaan tipe B	Permukaan tipe C
A	4.6	4	3.6
B	0.0075	0.0065	0.005
C	12.6	17.1	20

Sedangkan s adalah faktor efek *shadowing* berkisar antara 8,6 s.d. 10,2 dB tergantung pada tipe permukaan [23].

Dengan frekuensi operasi 2.3 GHz dan tinggi antena 30 m dan antena penerima 10 m yang digunakan dalam tesis ini, maka dengan pendekatan diatas didapat hasil perhitungan path loss seperti gambar berikut:



Gambar 4.4 *Path loss model* pada frekuensi 2.3 GHz

Model ini digunakan untuk menghitung cakupan sektor *base station* yang digunakan sebagai perencanaan awal dalam memperkirakan jumlah *base station* yang dibutuhkan pada suatu area dengan luas tertentu.

4.4.3 *Link Budget*

Besar daya sinyal yang diterima oleh *subscriber station* (SS) sering disebut dengan *receive signal level* (RSL) dihitung dengan rumus [16]:

$$RSL \text{ (dBW atau dBm)} = P_t + G_t + G_r - 92.44 - 20 \log f - 20 \log d \dots\dots\dots(4.4)$$

Tabel dibawah menunjukkan contoh perhitungan sederhana:

Tabel 4.5 Perhitungan *Link Budget* untuk perangkat *Outdoor*

Parameter	Nilai
Transmit power	24 dBm
Transmitter antenna gain	16 dBi
Receiver antenna gain	18 dBi
System Gain	152 dB
Fade Margin	6 dB
Link Budget	146 dB

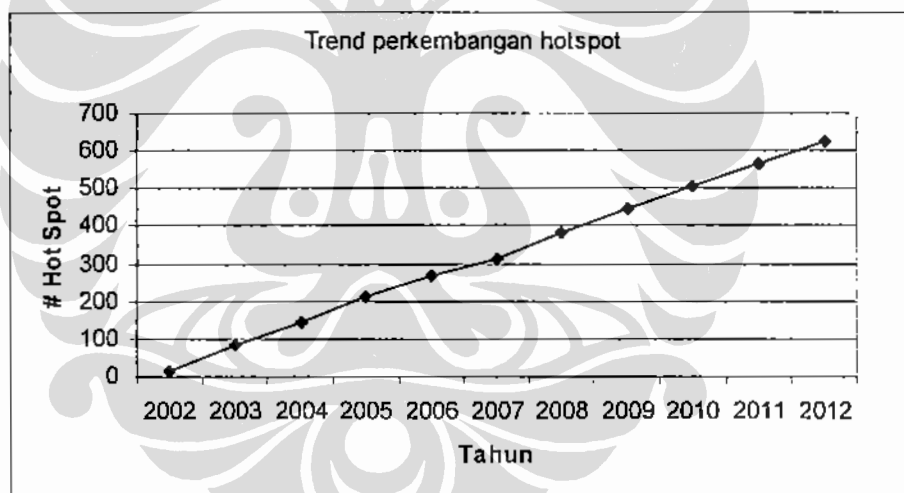
4.5 ASPEK PASAR

Sebagai faktor utama dalam untuk menganalisa peluang implementasi Wimax sebagai *backhaul hotspot*, pangsa pasar didapat dari pasar yang sudah ada saat ini (bagian 4.1). Dimana dari jumlah hotspot di masing-masing daerah (pusat, timur, barat, utara dan selatan) dan *peak traffic*-nya akan dapat dihitung jumlah sektor dan *base station* yang dibutuhkan di tiap daerah pelayanan.

Tabel berikut adalah asumsi perkembangan hotspot 5 tahun ke depan berdasarkan data pada tabel 4.1 dengan menggunakan metode regresi.

Tabel 4.6 Asumsi trend perkembangan *hotspot* 5 tahun ke depan

2008	384	Asumsi berdasarkan trend 2002-2007
2009	445	
2010	505	
2011	565	
2012	626	



Gambar 4.5 Trend dan asumsi perkembangan hotspot di Jakarta

Untuk keperluan perhitungan pada tesis ini, dilakukan pendekatan harga rata-rata per jaringan berdasarkan hasil survei dari *MARS Marketing Research*.

Harga sewa <i>backhaul</i> (per 2Mbps atau E1) per bulan (X 000000)		
FO	Microwave	VSAT
18.446	14.756	64.337

sumber : MARS of marketing research

Acuan target ARPU pada analisa tesis ini diambil dari harga sewa media akses yang paling banyak digunakan oleh operator (FO) dengan 4 kombinasi harga yaitu: 75% harga sewa FO, 60% harga sewa FO, 50% harga sewa FO dan 40% harga sewa FO.

Harga sewa <i>backhaul</i> (per 2Mbps atau E1) per bulan (x 000000)			
Harga sewa 75%	Harga sewa 60%	Harga sewa 50%	Harga sewa 40%
15.849,5	11.079,6	9.2330	7.386,4

4.6 ASPEK EKONOMI

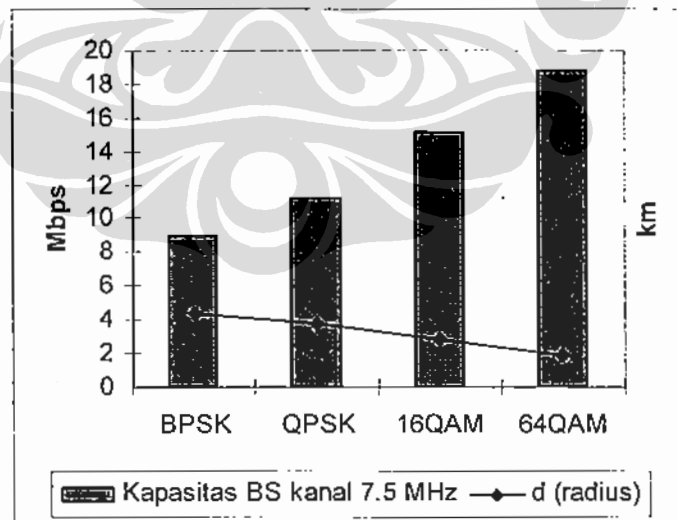
Perhitungan aspek ekonomi yang dilakukan adalah perhitungan kelayakan investasi yang meliputi perhitungan NVP, PBP dan BEP.

4.6.1 Perhitungan Jumlah Base Station

Penghitung jumlah base station didasarkan pada kapasitas yang dapat disediakan oleh BS dan kebutuhan *bandwidth*.

4.6.1.1 Kapasitas Base Station

Gambar 4.4 memperlihatkan perbandingan kapasitas sektor BS untuk kategori urban. Terlihat bahwa semakin kecil radius sektor maka kapasitas BS akan semakin besar.



Gambar 4.6 Kapasitas dan densitas BS

4.6.1.2 Kebutuhan Bandwidth dan Jaringan

Dari tabel 4.1 sampai diatas, dengan menggunakan metode regresi linear, dapat diperoleh asumsi trend perkembangan jumlah *hotspot* per regional dan asumsi trend perkembangan peak traffic 5 tahun kedepan sebagai berikut:

Tabel 4.7 Asumsi trend perkembangan *hotspot* per regional

	Tahun I	Tahun II	Tahun III	Tahun IV	Tahun V
Jakarta Pusat	137	159	181	202	224
Jakarta Utara	38	44	50	56	62
Jakarta Selatan	132	154	174	195	216
Jakarta Barat	63	73	82	92	102
Jakarta Timur	13	16	18	20	22

Tabel 4.8 Asumsi trend perkembangan kebutuhan *bandwidth* (Mbps) per regional

	Tahun I	Tahun II	Tahun III	Tahun IV	Tahun V
Jakarta Pusat	566.11	656.04	744.50	832.95	922.88
Jakarta Utara	129.69	150.29	170.55	190.82	211.42
Jakarta Selatan	426.64	494.42	561.08	627.75	695.52
Jakarta Barat	178.95	207.37	235.33	263.29	291.72
Jakarta Timur	41.03	47.54	53.95	60.36	66.88

Perkembangan hotspot dan kebutuhan *bandwidth* adalah faktor penting dalam menentukan tingkat kelayakan bisnis dan tingkat harga yang ditargetkan.

4.6.1.3 Jumlah Sektor dan Base Station

Jumlah sektor dan BS dihitung berdasarkan kebutuhan *bandwidth* dari tiap regional berdasarkan teknik modulasi yang digunakan dapat dilihat pada dibawah.

Tabel 4.9 Kebutuhan jumlah sektor

Area	Tahun I				Tahun II				Tahun III			
	BPSK	QPSK	16QAM	64QAM	BPSK	QPSK	16QAM	64QAM	BPSK	QPSK	16QAM	64QAM
JakPus	65	52	38	31	15	12	9	7	13	10	8	6
JakTim	5	4	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1
JakBar	21	17	13	10	5	4	3	3	4	4	3	2
JakUl	15	12	9	8	4	3	2	2	3	3	2	2
JakSel	49	39	29	24	11	9	7	6	10	8	6	5

Tahun IV				Tahun V			
BPSK	QPSK	16QAM	64QAM	BPSK	QPSK	16QAM	64QAM
13	10	8	6	13	10	8	6
1	1	1	1	1	1	1	1
4	4	3	2	4	4	3	2
4	3	2	2	3	3	2	2
10	8	6	5	10	8	6	5

Tabel 4.10 Kebutuhan jumlah BS

Area	Tahun I				Tahun II				Tahun III			
	BPSK	QPSK	16QAM	64QAM	BPSK	QPSK	16QAM	64QAM	BPSK	QPSK	16QAM	64QAM
JakPus	17	13	10	8	4	3	3	2	4	3	2	2
JakTim	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
JakBar	5	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1
JakUt	4	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1
JakSel	13	10	8	6	3	3	2	2	3	2	2	2

Tahun IV				Tahun V			
BPSK	QPSK	16QAM	64QAM	BPSK	QPSK	16QAM	64QAM
4	3	2	2	4	3	2	2
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
3	2	2	2	3	2	2	2

4.6.2 Asumsi Perhitungan

Tabel berikut berisi asumsi perhitungan yang digunakan dalam tesis ini. Nilai asumsi didapat dari literatur dan data referensi dari PT. Telkomsel.

Tabel 4.11 Asumsi Perhitungan

Asumsi Perhitungan	1 USD	9250	IDR
Penurunan Harga Perangkat per tahun	5	%	
Depresiasi	3	tahun	
Amortisasi	5	tahun	
Biaya perawatan	5	% (BS equipment/thn)	
	7	% (CPE equipment/thn)	

4.6.2.1 Asumsi Perhitungan CAPEX dan OPEX

Asumsi CAPEX yang digunakan dalam perhitungan adalah:

Tabel 4.12 Asumsi Perhitungan Capex

CAPEX		
BASE STATION (BS)	Harga/unit (USD)	Total (Rp)
Fixed per BS		
Prcimplementasi (SITAC, Survey & Design, Coverage Accuisation, Mobilisation)	5,945.95	55,000,000.00
Perangkat Wimax (paket)	39,388.27	364,341,497.50
Instalasi + material	9,500.00	87,875,000.00
NMS (per 100 BS)	750.00	6,937,500.00
Sarana penunjang		111,000,000.00

(tower, battery, shelter, power supply, rectifier, survey)	12,000	
Total Investasi Tetap per BS		625,153,997.50
Variable cost per sector		
Packet per sector	6,100.00	56,425,000.00
Investasi variable cost per sektor		56,425,000.00
SUBSCRIBER STATION (SS)		
Harga rata-rata paket		
Outdoor	550.00	5,087,500.00
		5,087,500.00
Upfront fee	# kanal	
	1.00	1,000,000,000.00
	4.00	4,000,000,000.00

Dan untuk perhitungan Opex dilakukan beberapa pendekatan seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.13 Asumsi perhitungan Opex

Jenis Biaya	Unit	Total (Rp)
Per Base Station		
Sewa lahan	Per tahun	40,000,000
Sewa backbone 4Mbps (2 E1)	Per bulan	36,892,000
Per Sektor (BHP per kanal)		
Zone-1		
HDLP (Harga Dasar Lebar Pita)	KHz	11,772
HDDP (Harga Dasar Daya Pancar)	dBm	109,481
ib (indeks pita spektrum)	0,41	
ip (indeks daya pancar)	0,91	
BHP per kanal per tahun; 2.3GHz; 30dBm		19,593,866

Perhitungan BHP mengikuti peraturan pemerintah no.28 tahun 2005 mengenai tarif atas PNBPN. Harga sewa *backbone* merupakan paket kepada *provider* jaringan dan perancangan *backbone* menggunakan *shared link* masing-masing dengan kecepatan 2Mbps, dengan sistem cadangan diperhitungkan 10% dari total *backbone* yang disewa.

Perhitungan lengkap total capex dan opex dapat dilihat pada lampiran. Tabel dibawah memperlihatkan hasil perhitungan total nilai investasi dan operasional selama 5 tahun untuk seluruh Jakarta.

Tabel 4.14 Total Investasi 5 tahun

Modulasi	CAPEX	OPEX
BPSK	149,141,780,755.50	576,362,537,278.16
QPSK	119,771,596,165.50	476,761,749,955.71
16QAM	97,250,274,909.00	366,019,988,120.20
64QAM	83,907,871,642.50	303,078,256,228.38

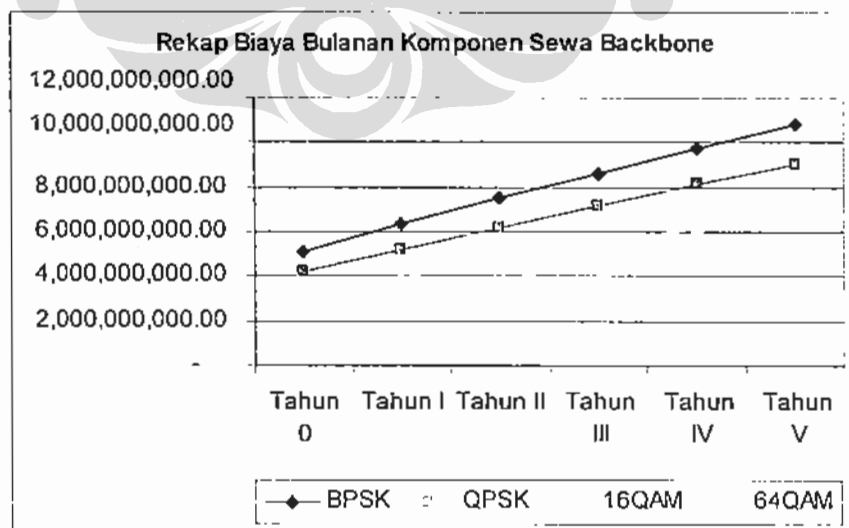
4.6.3 Perhitungan NPV dan IRR

Perhitungan lengkap NPV dan IRR dapat dilihat pada lampiran. Dari asumsi yang telah dijelaskan sebelumnya, pendapatan diperoleh dari kumulatif jaringan per tahun dengan nilai ARPU yang ditentukan diawal.

Komponen biaya yang diperhitungkan adalah:

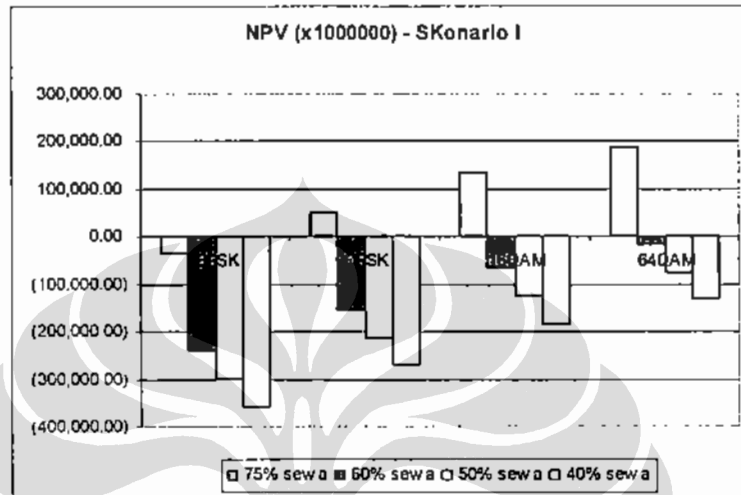
- Depresiasi seluruh perangkat (BS dan SS)
- Biaya bulanan perawatan
- Biaya pemegang lisensi (BHP)
- Biaya pengurusan awal
- Biaya sewa *backbone*

Komponen biaya yang paling dominan adalah biaya sewa backbone yang terus bertambah mengikuti pertambahan jaringan, sektor dan BS. Gambar dibawah memperlihatkan rekap biaya bulanan untuk menyewa backbone untuk masing-masing modulasi.

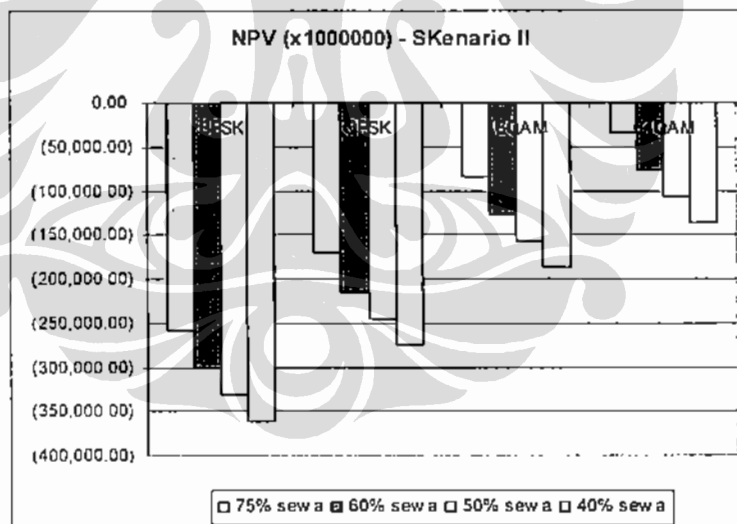


Gambar 4.7 Rekap Biaya Bulanan Komponen Sewa Backbone

Gambaran dibawah menunjukkan hasil perhitungan model simulasi dengan target sewa dan teknik modulasi yang telah disebutkan sebelumnya. Terlihat bahwa nilai NPV positif diperoleh pada modulasi QPSK, 16QAM dan 64QAM dengan skenario I dan pembebanan biaya sewa 75% lebih murah dari sewa FO eksisting.



Gambar 4.8 Gambaran NPV skenario I



Gambar 4.9 Gambaran NPV skenario II

4.7 ANALISA PERHITUNGAN

4.7.1 Aspek pasar dan Skenario

Penetrasi pasar adalah kunci dalam mendapatkan total jaringan perancangan model Wimax. Dengan tingkat kebutuhan akses *internet* secara umum yang setiap tahunnya terus meningkat. Wimax sebagai *backhaul* menjadi salah satu solusi

akses internet cepat yang akan mempercepat pertumbuhan *hotspot* yang dapat juga digunakan sebagai jaringan pengganti ataupun pelengkap. Dengan segmen pasar yang sudah ada, maka akan sangat membantu implementasi awal dalam mempercepat perolehan *revenue*.

Dari hasil perhitungan skenario I pada gambar 4.7 terlihat bahwa dengan menawarkan nilai sewa 75% lebih murah dari nilai sewa eksisting dengan menggunakan modulasi QPSK, 16QAM dan 64QAM mampu memberikan keuntungan pada proyek ini. Dengan nilai NPV dan nilai IRR berada diatas suku bunga yang digunakan 18% yang berarti masih cukup layak untuk dilaksanakan.

Modulasi	NPV	IRR	PBP
QPSK	Rp.49,38 Milyar	19%	10 bulan 16 hari
16QAM	Rp. 136,71 Milyar	58%	8 bulan 5 hari
64QAM	Rp. 187.49 Milyar	92%	6 bulan 17 hari

Sementara untuk nilai sewa 60%, 50% dan 40% lebih murah dari sewa eksisting tidak memberikan keuntungan (*cash flow* masih negatif). Kemudian pada skenario II (gambar 4.8) terlihat bahwa simulasi proyek ini tidak dapat memberikan keuntungan untuk setiap kondisi nilai sewa dan modulasi.

Perlu diperhatikan strategi jangka panjang untuk peruntukan seperti aplikasi *voice* dan *streaming* yang cukup menjanjikan saat ini. Hal lain yang perlu diperhatikan lagi adalah semua perhitungan yang dilakukan dalam tesis ini menggunakan asumsi utilisasi BS sebanyak 80%.

4.7.2 Aspek Ekonomi

Dalam perhitungan, harga pembangunan BS diasumsikan satu paket dengan sarana penunjang untuk menutupi apabila ada kekurangan atau kelebihan biaya pada BS lainnya yang dipasang. Tetapi apabila terjadi perbedaan biaya yang signifikan perlu diperhatikan secara khusus.

Variasi tarif yang dibebankan yang dikombinasikan dengan aplikasi modulasi yang berbeda akan memberikan nilai tambah sehingga diharapkan dapat memberikan pertimbangan yang lebih baik yang mampu mengoptimalkan strategi investasi untuk mendapatkan nilai yang optimal.

4.7.3 Aspek Perancangan dan Implementasi Jaringan

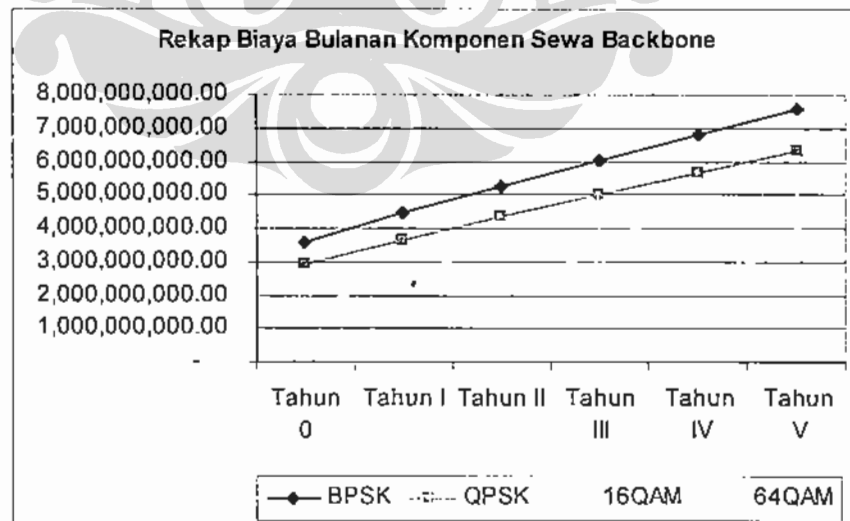
Asumsi-asumsi perhitungan yang diambil serta radius jangkauan yang diperoleh perlu pembuktian di lapangan pada kondisi real. Terutama pada asumsi sebaran merata yang digunakan pada sebaran jaringan pada setiap tipe modulasi yang digunakan. Sementara spektrum frekuensi menjadi bagian penting dalam melakukan perancangan awal. Kemungkinan penggunaan perangkat *indoor* juga menjadi salah satu bahan kajian lebih lanjut terhadap performansi jaringan dan aspek kelayakan.

4.7.4 Aspek Regulasi dan Pengaturan Frekuensi

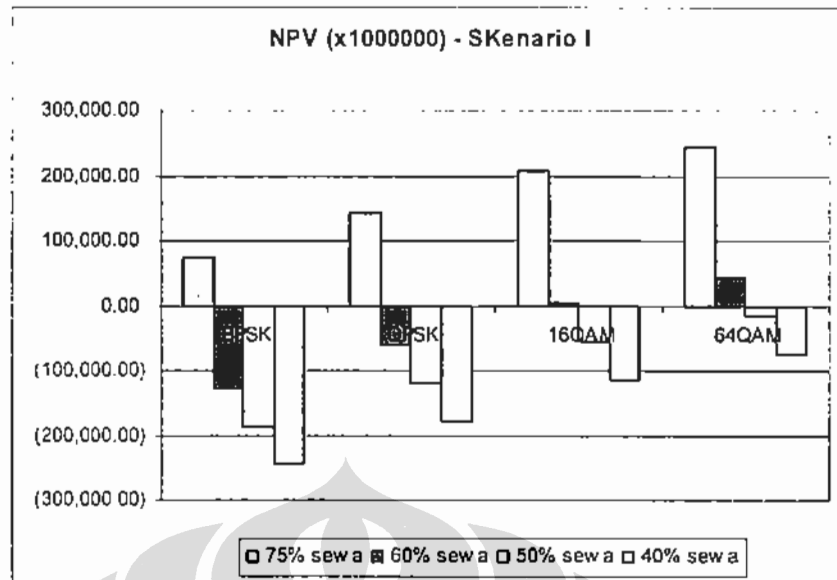
Dengan keluarnya peraturan dirjen POSTEL nomor 95 tahun 2008 mengenai persyaratan teknis alat dan perangkat telekomunikasi BWA pada frekuensi 2.3GHz, maka perancangan sistem yang dilakukan dalam tesis ini dapat dijadikan acuan dasar bagi pihak-pihak yang ingin berinvestasi pada bisnis ini.

4.7.5 Analisa Tambahan

Pada percobaan perhitungan yang dilakukan dengan asumsi mendapat *discount* kesepakatan sewa *backbone* sebesar 30%, maka didapat hasil seperti gambar dibawah. Dari gambaran tersebut dapat dilihat perubahan nilai sewa *backbone* memiliki pengaruh cukup signifikan pada tingkat kelayakan investasi bisnis ini.



Gambar 4.10 Gambaran sewa backbone dengan *discount* sewa 30%



Gambar 4.11 Gambaran NPV dengan *discount* sewa backbone 30%

