

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 KERANGKA KERJA PENELITIAN

Saat implementasi siaran TV digital dimulai dan setelah selesai masa *simulcast*, yaitu masa dimana siaran TV analog dan siaran TV digital disiarkan secara bersama-sama, maka kita akan mendapatkan spektrum yang ditinggalkan oleh siaran TV analog atau yang biasa disebut dengan spektrum *digital dividend*. Di negara lain, pemanfaatan spektrum *digital dividend* sendiri sampai saat ini masih sering diperdebatkan antara stasiun TV yang menginginkan untuk menyiarkan kanal program digital yang lebih banyak atau menawarkan siaran dengan format definisi tinggi (*High Definition* atau HD) dengan operator telekomunikasi berkeinginan untuk menawarkan layanan komunikasi pita lebar yang lebih cepat dengan cakupan geografis layanan yang lebih luas. World Radio Conference 2007 sendiri telah memutuskan untuk merekomendasikan bahwa bagian atas dari pita frekuensi UHF digunakan untuk layanan komunikasi bergerak [8].

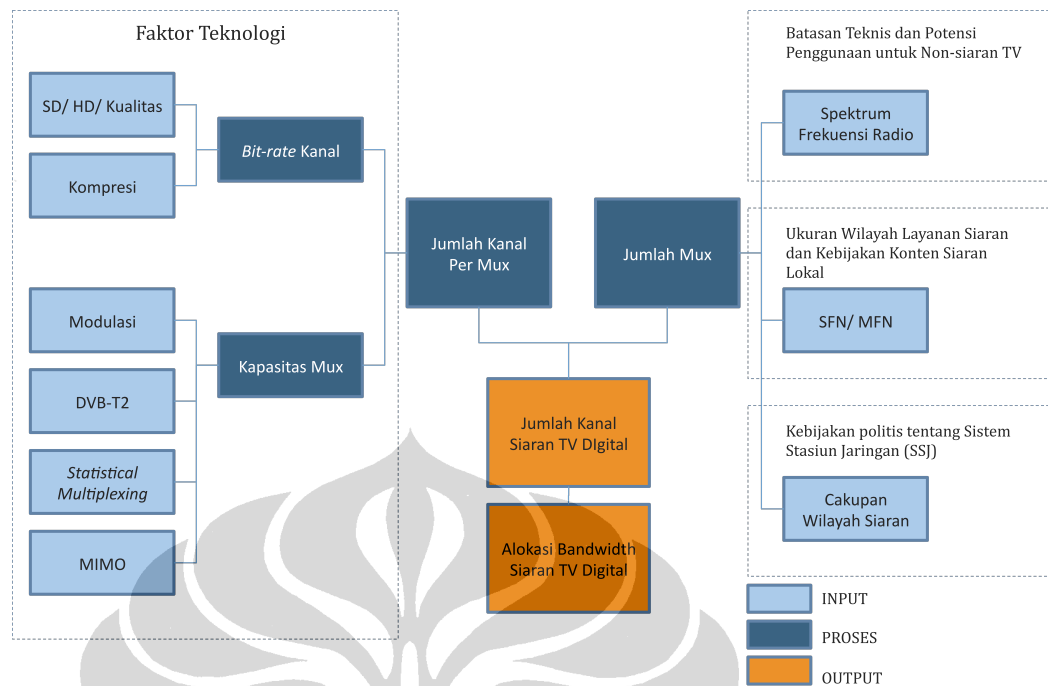
Di Indonesia sendiri, implementasi penggunaan spektrum *digital dividend* harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Jumlah stasiun TV eksisting. Pemanfaatan spektrum *digital dividend* yang ditinggalkan oleh siaran TV analog harus memperhatikan stasiun-stasiun TV eksisting yang tadinya bersiaran dengan sistem analog. Alokasi lebar pita (*bandwidth*) untuk siaran TV digital harus menampung stasiun TV analog eksisting tersebut.
2. Pemilihan teknologi siaran TV digital yang digunakan. Indonesia memiliki karakter siaran TV yang didominasi oleh siaran TV secara terestrial. Negara dengan karakteristik seperti ini memiliki beberapa pekerjaan besar dalam rangka melaksanakan migrasi ke sistem siaran TV digital, antara lain:
 - a. Alokasi spektrum frekuensi radio dilaksanakan oleh regulator.

- b. Pemilihan teknologi siaran TV digital yang mempertimbangkan faktor biaya.
 - c. Memastikan bahwa basis pemirsa siaran TV analog pindah ke siaran TV digital.
3. Pembatasan cakupan wilayah siaran. Cakupan wilayah siaran TV digital harus memperhatikan regulasi pemerintah tentang rencana induk (*master plan*) frekuensi radio yang ditetapkan dengan Keputusan Menteri Perhubungan Nomor: KM. 76 Tahun 2003 tentang Rencana Induk (*Master Plan*) Frekuensi Radio Penyelenggaraan Telekomunikasi Khusus untuk Keperluan Televisi Siaran Analog pada Pita *Ultra High Frequency* (UHF) dan ketentuan tentang Sistem Stasiun Jaringan (SSJ) yang tercantum dalam Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2002 tentang Penyiaran.
 4. Kebijakan penggunaan *Single Frequency Network* (SFN) atau *Multi Frequency Network* (MFN).

Untuk menentukan total besar lebar pita (*bandwidth*) yang dibutuhkan untuk industri siaran TV digital terestrial diperlukan terlebih dahulu jumlah kanal siaran TV digital terestrial yang akan disalurkan dimana dipengaruhi oleh jumlah kanal per multipleks dan jumlah multipleks yang dapat diselenggarakan. Jumlah kanal yang bisa disalurkan dalam tiap multipleks dipengaruhi oleh faktor-faktor teknis yang digunakan, terutama dipengaruhi oleh besar *bit-rate* kanal. Sementara jumlah multipleks yang dapat diselenggarakan tergantung pada spektrum frekuensi radio yang tersedia, cakupan wilayah siaran, dan kebijakan penggunaan *Single Frequency Network* (SFN) atau *Multi Frequency Network* (MFN).

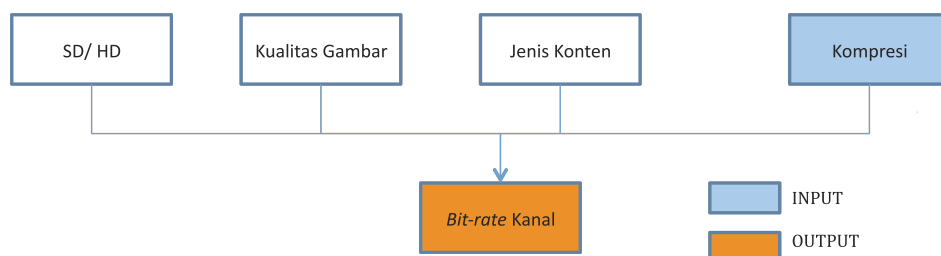
Sehingga secara umum untuk menentukan total besar lebar pita (*bandwidth*) yang dibutuhkan untuk siaran TV digital bisa ditentukan dari jumlah kanal yang bisa disalurkan dalam tiap multipleks dan jumlah multipleks dalam suatu wilayah. Kerangka dasar penentuan total besar lebar pita (*bandwidth*) siaran TV digital terestrial seperti terlihat pada Gambar 4.2 di bawah ini.



Gambar 4.1 Kerangka Kerja Analisa Alokasi Lebar Pita (*Bandwidth*) Siaran TV Digital

4.1.1 Evaluasi *Bit-rate* Kanal

Data yang dibutuhkan untuk menentukan *bit-rate* kanal yang digunakan pada setiap kanal siaran TV tergantung dari: jenis konten, standar atau format siaran TV yang digunakan (*Standard Definition/ SD*) atau *High Definition/ HD*) dan kualitas gambar dari siaran TV. Gambar 4.3 berikut ini menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi *bit-rate* kanal.



Gambar 4.2 Faktor yang Mempengaruhi *Bit-rate* Kanal

a) Jenis Konten

Jenis konten adalah faktor pertama yang harus dipertimbangkan dalam rangka menyalurkan konten siaran TV digital. Konten yang berupa siaran kata, misalnya siaran berita atau *talkshow* membutuhkan *bit-rate* yang lebih kecil dari pada siaran yang berupa siaran olah raga.

b) Format Siaran (*Standard Definition/ SD* atau *High Definition/ HD*)

Siaran TV digital dengan definisi tinggi (*High Definition/ HD*) membutuhkan data yang lebih besar dalam penyalurannya sehingga akan membutuhkan *bit-rate* yang lebih besar. Dalam format HD sendiri ada beberapa ukuran standar kualitas yang digunakan yang masing-masing ukuran kualitas tersebut akan mempengaruhi *bit-rate* kanal. Begitu juga dengan definisi standar (*Standard Definition/ SD*) membutuhkan data yang lebih kecil dalam penyalurannya dibandingkan dengan format HD.

c) Kualitas Gambar

Format apapun yang digunakan, apakah SD atau HD, stasiun TV mempunyai pilihan untuk memodifikasi level kualitas gambar yang disalurkan kepada pemirsa dengan menurunkan *bit-rate* kanal yang digunakan.

d) Kompresi

Standar kompresi yang umumnya digunakan adalah MPEG2 (*Motion Pictures Experts Group 2*) dan MPEG4 (*Motion Pictures Experts Group 4*) Part 10 atau MPEG4 AVC (Standar ITU-T H.264 atau ISO/IEC 14496-10). Secara umum, MPEG4 AVC memiliki keunggulan dalam aspek teknis jika dibandingkan dengan MPEG2. MPEG4 AVC mampu memberikan kualitas video yang sama baiknya dengan standar MPEG2 tetapi dengan *bit-rate* yang lebih rendah, yaitu antara 30 - 50% lebih rendah dari *bit-rate* yang digunakan dalam MPEG2. Ini berarti bahwa untuk kapasitas multipleks dan aplikasi yang sama, MPEG4 AVC mampu memberikan kapasitas kanal per multipleks 30 – 50% lebih besar daripada jika menggunakan MPEG2.

4.1.2 Evaluasi Kapasitas Multipleks

Kemampuan multipleks menyalurkan kanal siaran TV tergantung pada *throughput* multipleks (dalam Mbps) dan persentase dari *throughput* tersebut yang digunakan untuk layanan non-siaran TV, seperti untuk pengoperasian multipleks atau radio dan layanan data.

a) *Throughput* Multipleks

Kemampuan atau kapasitas multipleks dalam menyalurkan kanal siaran TV dibatasi oleh *throughput* total multipleks yang dipengaruhi oleh faktor-faktor teknis sebagai berikut:

- Modulasi; standar modulasi yang banyak digunakan secara luas adalah 16QAM dan 64QAM. Dengan *transmitter* yang sama, 16QAM memiliki *throughput* yang lebih kecil tetapi cakupan wilayahnya lebih luas serta memiliki kehandalan sinyal yang lebih baik.
- *Forward Error Correction* (FEC) dan *Guard Band*; dengan standar modulasi yang digunakan, operator multipleks dapat meningkatkan kehandalan sinyal dengan meningkatkan *Forward Error Correction* (FEC) dan *Guard Band* yang digunakan.

Tabel 4.1 *Troughput* Kapasitas Multipleks Standar Modulasi OFDM [8]

16QAM		Guard Band			
		1/4	1/8	1/16	1/32
FEC	1/2	9.95	11.05	11.71	12.06
	2/3	13.27	14.75	15.61	16.09
	3/4	14.93	16.59	17.56	18.10
	5/5	16.59	18.43	19.52	20.11
	7/6	17.42	19.35	20.49	21.11

64QAM		Guard Band			
		1/4	1/8	1/16	1/32
FEC	1/2	14.93	16.59	17.56	18.10
	2/3	19.91	22.12	23.42	24.13
	3/4	22.39	24.88	26.35	27.14
	5/5	24.88	27.65	29.27	30.16
	7/6	26.13	29.03	30.74	31.67

Pemilihan parameter modulasi yang akan mempengaruhi *troughput* kapasitas multipleksi melihat dari kombinasi parameter teknis sesuai dengan rekomendasi ITU-R BT.1125 untuk keperluan perencanaan jaringan siaran TV digital terrestrial dengan standar DVB-T.

b) Prosentase *Throughput* Multipleks untuk Layanan Non-siaran TV

Kapasitas yang dimiliki oleh multipleks dapat digunakan untuk menyalurkan layanan non-siaran TV. Pertimbangan yang digunakan untuk melakukan pengelolaan kanal dalam multipleks adalah dengan melihat aspek jumlah kanal dengan kualitas layanan.

Selain dengan cara manipulasi *Forward Error Correction* (FEC) dan *Guard Band* yang digunakan, kapasitas multipleks dapat ditingkatkan dengan cara menggunakan teknologi siaran TV digital yang lebih maju, misalnya dengan menerapkan standar DVB-T2, MIMO (*Multiple Input Multiple Output*), atau *statistical multiplexing*. Dalam penelitian ini, penggunaan teknologi-teknologi ini tidak dibahas.

4.1.3 Evaluasi Jumlah Kanal per Multipleks

Jumlah kanal per multipleks dapat ditentukan dengan menganalisa hasil evaluasi *bit-rate* kanal dan evaluasi kapasitas multipleks. Jumlah kanal per multipleks akan mempengaruhi alokasi lebar pita (*bandwidth*) untuk kebutuhan siaran TV digital terrestrial.

4.1.4 Evaluasi Jumlah Multipleks

Setiap multipleks menyalurkan konten siaran TV melalui 1 (satu) kanal frekuensi radio dengan lebar pita 8 MHz. GE-06 *Conference* mengalokasikan 392 MHz dari spektrum frekuensi radio untuk keperluan penyiaran di pita frekuensi UHF, *band* IV dan V, rentang frekuensi radio antara 470-862 MHz. Secara ideal, ini berarti bahwa terdapat 49 multipleks yang tersedia untuk siaran TV digital. Tetapi secara praktis hal tersebut tidak akan terpenuhi karena hal-hal sebagai berikut:

a) Pola Jaringan Frekuensi Radio

Pertimbangan pemanfaatan *Single Frequency Network* (SFN) atau *Multi Frequency Network* (MFN), termasuk pertimbangan teknis untuk menghindari interferensi di dalam suatu wilayah cakupan siaran atau antar wilayah cakupan siaran.

b) Wilayah Cakupan Siaran

Wilayah cakupan siaran untuk suatu multipleks mempengaruhi jumlah frekuensi radio yang dibutuhkan untuk tiap multipleks. Cakupan siaran yang lebih luas memerlukan *overlap* yang lebih besar antara frekuensi radio yang berdekatan (*adjacent frequencies*) untuk memastikan bahwa ujung dari cakupan siaran dapat menerima siaran dengan baik. Tetapi, agar tidak terjadi interferensi antar kanal yang berdekatan (*adjacent channel interference*) dibutuhkan lebih banyak jumlah kanal frekuensi radio yang berbeda. Sebagai tambahan, dibutuhkan juga sejumlah stasiun relai untuk mengatasi wilayah-wilayah *blank spot* yang dapat menggunakan metode SFN.

c) Penggunaan bersama (*sharing*) Spektrum Frekuensi Radio dengan Layanan Non-Siaran

Spektrum frekuensi radio yang tersedia dapat digunakan untuk aplikasi teknologi informasi dan komunikasi selain layanan non-siaran dengan mempertimbangkan batasan-batasan teknis pemanfaatannya.

Untuk menentukan jumlah multipleks siaran TV digital terestrial perlu untuk dilakukan analisa terhadap bisnis layanan siaran TV digital terestrial dan layanan *mobile broadband* yang akan digunakan untuk menghitung optimasi jumlah penyelenggara siaran TV digital terestrial terhadap penerapan atau pemanfaatan layanan lain pada pita frekuensi UHF.

4.1.5 Analisa Layanan Siaran TV Digital Terrestrial

Analisa layanan siaran TV digital terestrial menggunakan data-data sebagai berikut:

a. Data belanja iklan TV

Data belanja iklan TV yang diperoleh akan digunakan sebagai data untuk melakukan peramalan pendapatan layanan siaran TV digital terrestrial sampai dengan tahun 2018, yaitu pada saat dilaksakannya *Analog Switch-Off* (ASO) dimana seluruh siaran TV analog seluruhnya dihentikan. Hal ini didasarkan pada Pasal 24 ayat (8) Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika No. 39/PER/M.KOMINFO/10/2009 tentang Kerangka Dasar Penyelenggaraan Penyiaran Televisi Digital Terrestrial Penerimaan Tetap Tidak Berbayar (*Free-to-Air*) yang menyebutkan bahwa kegiatan penyiaran secara *simulcast* diselenggarakan selambat-lambatnya sampai akhir tahun 2017 [16]. Perhitungan peramalan belanja iklan TV dilakukan dengan menggunakan model regresi polinomial orde-2. Model regresi polinomial orde-2 digunakan karena nilai koefisien determinasi (R^2) dari regresi tersebut paling mendekati nilai 1. Koefisien determinasi menunjukkan kemampuan variabel bebas dalam menjelaskan variansi variabel terikatnya. Koefisien determinasi memiliki rentang nilai antara 0 sampai dengan 1. Semakin tinggi nilai koefisien determinasi maka semakin tinggi kemampuan variabel bebas dalam menjelaskan variansi variabel terikatnya [11].

Persamaan dari sebuah regresi polinomial orde-2 adalah sebagai berikut:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \varepsilon \quad (4.1)$$

Solusi sederhana untuk menyelesaikan sebuah persamaan regresi adalah dengan menggunakan matriks sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 \\ 1 & x_2 & x_2^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \end{bmatrix} \quad (4.2)$$

b. Data kebutuhan biaya investasi

Dalam penelitian ini, data kebutuhan investasi yang digunakan dibatasi pada biaya investasi untuk sistem perangkat pemancarnya saja.

c. Data kebutuhan biaya operasional

Kebutuhan biaya operasional yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada biaya listrik dan/ atau pemeliharaan serta Biaya Hak Penggunaan (BHP) frekuensi radio.

4.1.6 Analisa Layanan *Mobile Broadband*

Analisa layanan *mobile broadband* menggunakan data-data sebagai berikut:

a. Untuk menghitung jumlah pendapatan dari layanan *mobile broadband* perlu untuk mengetahui jumlah pelanggan yang menggunakan layanan tersebut. Jumlah perhitungan pelanggan *mobile broadband* akan dicari dengan menggunakan jumlah pelanggan 3G dengan asumsi jumlah pelanggan sebesar 3G adalah sebesar 3,8 % dari jumlah pelanggan *mobile* [6]. Data jumlah pelanggan 3G ini kemudian akan digunakan sebagai data dalam perhitungan peramalan jumlah pelanggan layanan *mobile broadband* sampai dengan tahun 2018. Perhitungan peramalan jumlah pelanggan layanan *mobile broadband* dilakukan dengan menggunakan model regresi polinomial orde-2. Sama dengan perhitungan peralaman pada nilai belanja iklan layanan siaran TV digital terrestrial, model regresi polinomial orde-2 digunakan karena nilai koefisien deterministik (R^2) dari regresi tersebut memiliki nilai paling mendekati nilai 1 untuk data yang diberikan. Potensi pendapatan dari layanan *mobile broadband* akan dicari menggunakan data tarif layanan 3G yang saat ini disediakan oleh beberapa operator.

b. Data kebutuhan biaya investasi

Sama halnya dengan analisa potensi ekonomi untuk layanan siaran TV digital terrestrial, kebutuhan biaya investasi untuk layanan *mobile broadband* hanya dibatasi pada kebutuhan biaya investasi untuk sistem perangkat *base station*.

c. Data kebutuhan biaya operasional

Kebutuhan biaya operasional yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada biaya listrik dan/ atau pemeliharaan serta Biaya Hak Penggunaan (BHP) frekuensi radio.

4.1.7 Optimasi Layanan Siaran TV Digital Terrestrial dan *Mobile Broadband* pada Pita Frekuensi *Ultra High Frequency* (UHF)

Untuk menghitung nilai optimasi layanan siaran TV digital terrestrial dan *mobile broadband* pada pita frekuensi *Ultra High Frequency* (UHF) digunakan metode program linier. Program linier adalah suatu metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi dari suatu keadaan riil yang dapat dibuat model matematikanya. Program linier memiliki kemampuan untuk masalah maksimalisasi melalui tahap-tahap sebagai berikut [14]:

1. Memahami masalah.
2. Menyusun model matematika dari masalah konkret.
3. Menyelesaikan masalah.
4. Menginterpretasikan jawaban model matematika dari masalah tersebut.

Secara umum, optimasi memiliki 3 (tiga) karakteristik, yaitu: keputusan (*decisions*), kendala (*constraints*), dan tujuan (*objectives*).

Bentuk umum dari model optimasi dengan program linier adalah sebagai berikut:

Fungsi Tujuan

$$\text{Maksimasi } c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (4.3)$$

Fungsi Kendala

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \quad (4.4)$$

UNIVERSITAS INDONESIA

$$a_{k1}x_1 + a_{k2}x_2 + \dots + a_{kn}x_n \geq b_k \quad (4.5)$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_k \quad (4.6)$$

Sehingga model optimasi dengan program linier untuk masalah optimasi layanan siaran TV digital terrestrial dan *mobile broadband* pada pita frekuensi Ultra High Frequency (UHF) adalah sebagai berikut:

Fungsi Tujuan (dari fungsi 4.3)

$$\text{Maksimasi } c_1x_1 + c_2x_2 \quad (4.3a)$$

Fungsi Kendala (dari fungsi 4.4)

$$a_1x_1 + a_2x_2 \leq b \quad (4.4a)$$

$$d_1x_1 + d_2x_2 \leq e \quad (4.4b)$$

$$f_1x_1 + f_2x_2 \leq g \quad (4.4c)$$

keterangan:

- x_1 = jumlah penyelenggara layanan siaran TV digital terrestrial
- x_2 = jumlah penyelenggara layanan *mobile broadband*
- c_1 = nilai pendapatan layanan TV digital terrestrial
- c_2 = nilai pendapatan layanan *mobile broadband*
- a_1 = kebutuhan biaya investasi layanan siaran TV digital terrestrial
- a_2 = kebutuhan biaya investasi layanan *mobile broadband*
- b = batas atas kebutuhan biaya investasi
- d_1 = kebutuhan biaya operasional layanan siaran TV digital terrestrial
- d_2 = kebutuhan biaya operasional layanan *mobile broadband*
- e = batas atas kebutuhan biaya operasional
- f_1 = kebutuhan lebar pita (*bandwidth*) per kanal untuk layanan siaran TV digital terrestrial
- f_2 = kebutuhan lebar pita (*bandwidth*) per kanal untuk layanan *mobile broadband*
- g = total lebar pita (*bandwidth*) di pita frekuensi Ultra High Frequency (UHF) yang dianalisa

Penyelesaian terhadap model optimasi ini akan menghasilkan jumlah penyelenggara layanan siaran TV digital terestrial dan jumlah penyelenggara layanan *mobile broadband*. Untuk menentukan alokasi spektrum frekuensi radio untuk kebutuhan siaran TV digital terestrial, maka perlu ditentukan terlebih dahulu kapasitas kanal per multipleks. Kapasitas kanal per multipleks ditentukan dari hasil evaluasi jumlah kanal per multipleks sebagaimana dimaksud pada poin nomor 4.1.3 di atas.

Dari hasil evaluasi tersebut, akan didapatkan jumlah multipleks. Setelah diperoleh jumlah multipleks, maka bisa diketahui jumlah alokasi spektrum frekuensi radio untuk kebutuhan siaran TV digital terestrial setelah dilakukan perencanaan alokasi kanal frekuensi radio.

4.2 INSTRUMEN PENGUMPULAN, PENGOLAHAN, DAN ANALISA DATA

Untuk pengumpulan data yang diperlukan dalam penelitian ini, perangkat dan sumber yang digunakan antara lain :

1. Data yang dikeluarkan atau diterbitkan oleh Pemerintah atau industri.
2. Laporan yang diterbitkan oleh lembaga-lembaga riset, seperti Spectrum Value Partner, AGB Nielsen, dan lain-lain.
3. Fungsi statistik pada Microsoft Excel for Mac 2008 untuk melakukan pengolahan proyeksi dengan model regresi.
4. Perangkat lunak MacOSXLinPro version 1.0.4 (1.0.5) untuk menyelesaikan masalah model optimasi program linier.