

## BAB 2

### TEKNOLOGI PENYIARAN TV DIGITAL

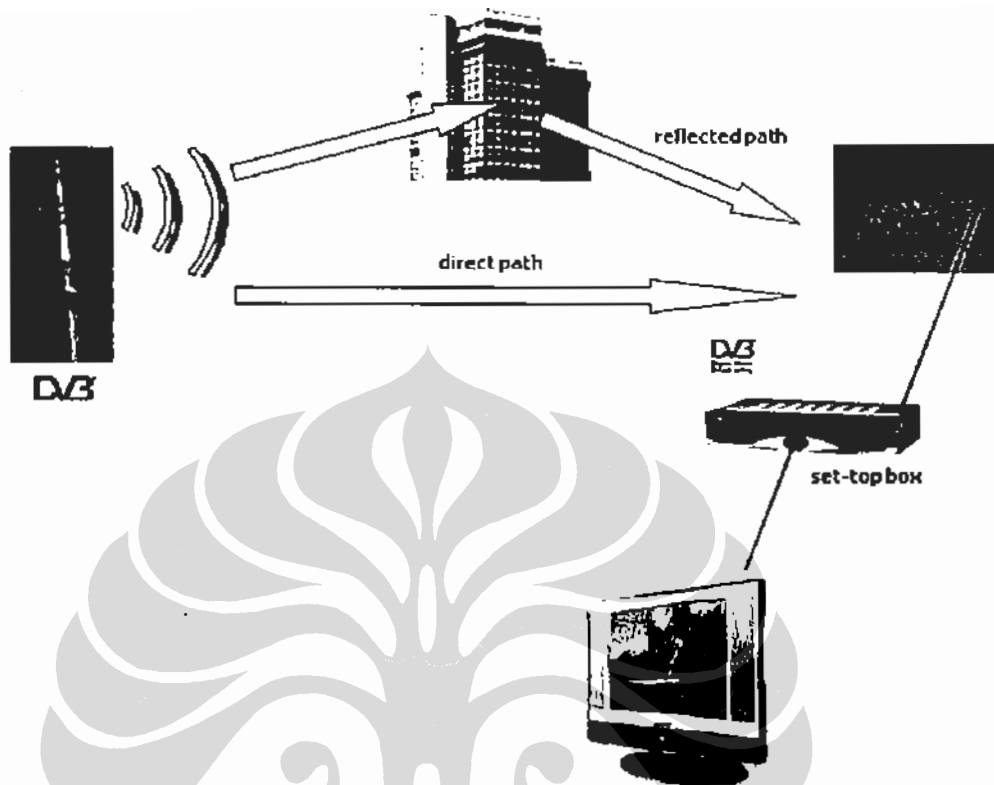
#### 2.1 UMUM

Penyiaran TV digital secara umum didefinisikan sebagai pengambilan atau penyimpanan gambar dan suara secara digital, yang pemrosesannya (*encoding-multiplexing*) termasuk proses transmisi, dilakukan secara digital dan kemudian setelah melalui proses pengiriman melalui udara, proses penerimaan (*receiving*) pada pesawat penerima, baik penerimaan tetap di rumah (*fixed reception*) maupun yang bergerak (*mobile reception*) dilakukan secara digital [7].

Implementasi teknologi penyiaran TV digital bukanlah rekayasa dan upaya yang mengharuskan pemirsa menggunakan pesawat TV baru yang digital. Upaya ini lebih terfokus pada sinyal digital yang ditransmisikan dari pemancar, sehingga masyarakat pemirsa tidak harus membeli pesawat TV digital baru, tapi pesawat TV yang ada pada pemirsa cukup ditambahi perangkat *Set-Top-Box* agar dapat menerima sinyal TV digital.

Siaran TV digital memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan dengan siaran TV analog saat ini yang masih sedang digunakan oleh stasiun-stasiun TV di Indonesia. Kelebihan sinyal digital terletak pada ketahanannya teradap derau dan kemudahannya untuk diperbaiki (*recovery*) pada bagian-bagian penerimanya dengan suatu kode koreksi kesalahan (*error correction code*). Keuntungan lainnya adalah pada konsumsi *bandwidth* yang lebih efisien serta efek interferensi yang lebih rendah dan penggunaan sistem OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) yang tangguh dalam mengatasi efek lintasan ganda (*multi-path effect*).

Pada sistem penyiaran TV analog, efek lintasan ganda ini akan menimbulkan gema (*echo*) yang mengakibatkan munculnya gambar ganda yang sangat mengganggu kenikmatan menonton. Gambar 2.1 menjelaskan efek lintasan ganda (*multi-path effect*) pada sinyal digital



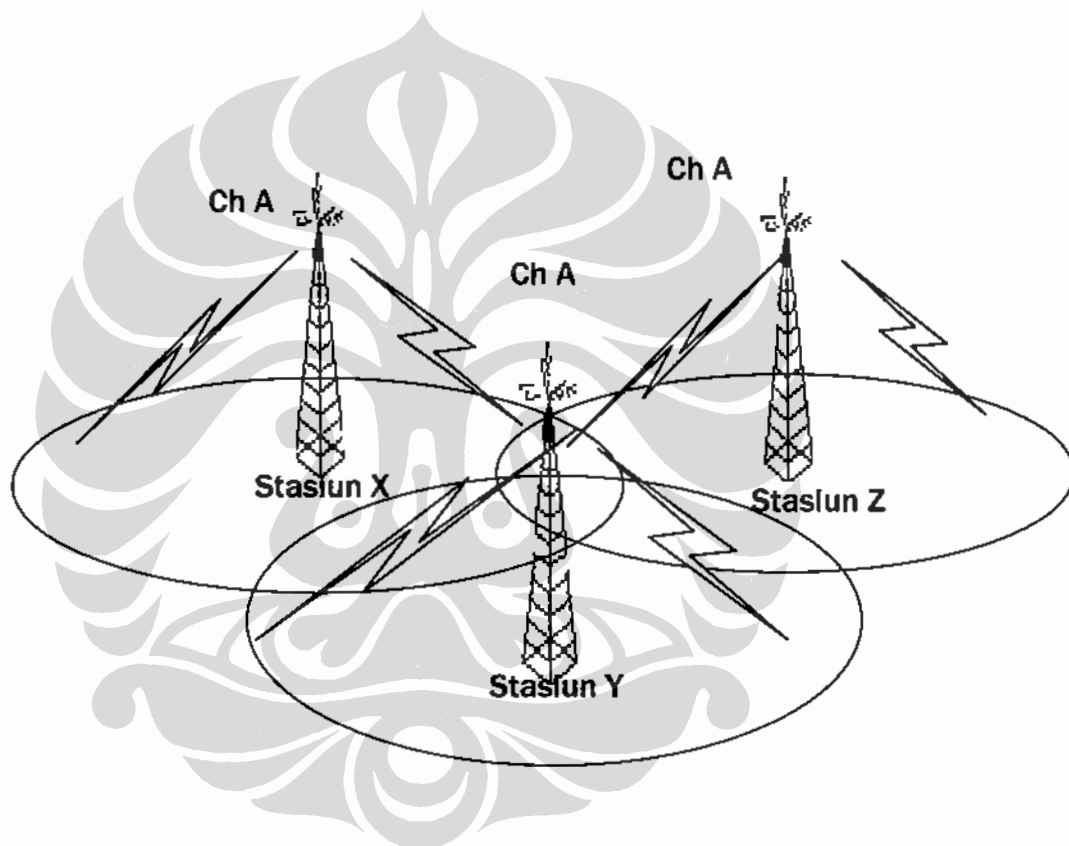
Gambar 2.1 Efek lintasan ganda (*multi-path effect*) pada sinyal digital [15]

Penyiaran TV digital bisa dioperasikan dengan daya yang rendah serta menghasilkan kualitas gambar dan warna yang jauh lebih bagus dari pada penyiaran TV analog.

Dalam sistem penyiaran digital memungkinkan penggunaan *Single Frequency Network* (SFN), yang memungkinkan sebuah operator memperluas area cakupannya dengan memasang sejumlah stasiun pemancar yang tersebar pada wilayah layanan yang luas namun semuanya beroperasi pada kanal frekuensi yang sama, sehingga dapat meningkatkan cakupan pelanggannya tanpa memerlukan lebih dari satu kanal.

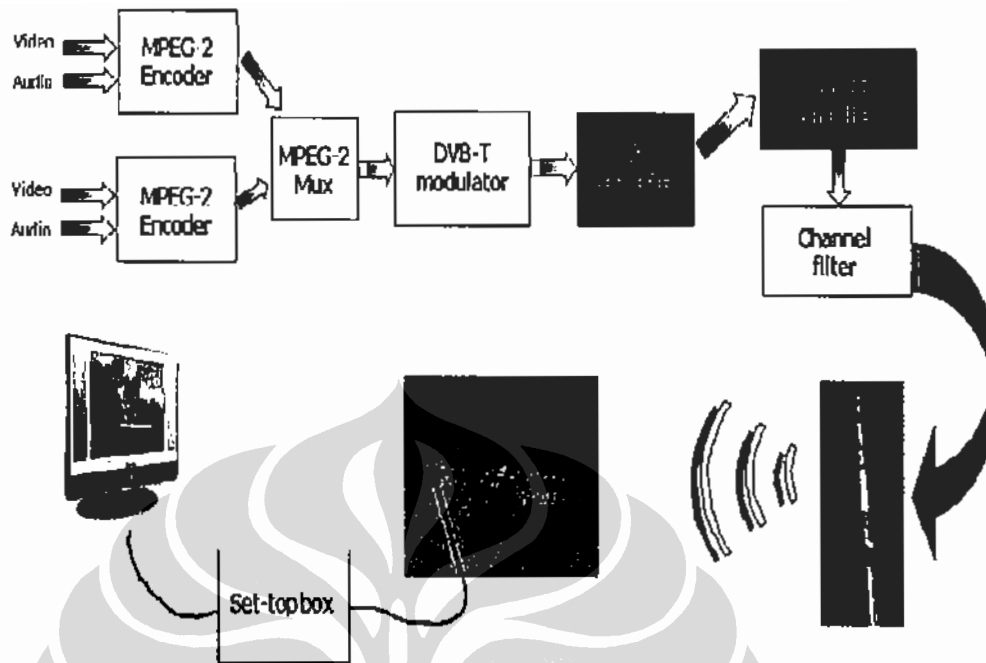
Setiap pemancar dalam suatu jaringan sistem SFN harus dilakukan sinkronisasi satu dengan yang lainnya karena distribusi data dari stasiun utama ke setiap pemancar dalam jaringan terdapat kelembaman waktu (*delay*).

Untuk melakukan sinkronisasi pada jaringan SFN diperlukan suatu acuan yang dapat digunakan yaitu GPS (*Global Positioning Satellite*). Media distribusi data dari stasiun pemancar utama ke setiap pemancar di dalam jaringan SFN dapat menggunakan kabel serat optik, gelombang mikro (*microwave*) atau satelit. Aplikasi SFN ini dapat dilihat pada Gambar 2.2 di bawah ini



Gambar 2.2 Penggunaan SFN pada sistem penyiaran TV digital

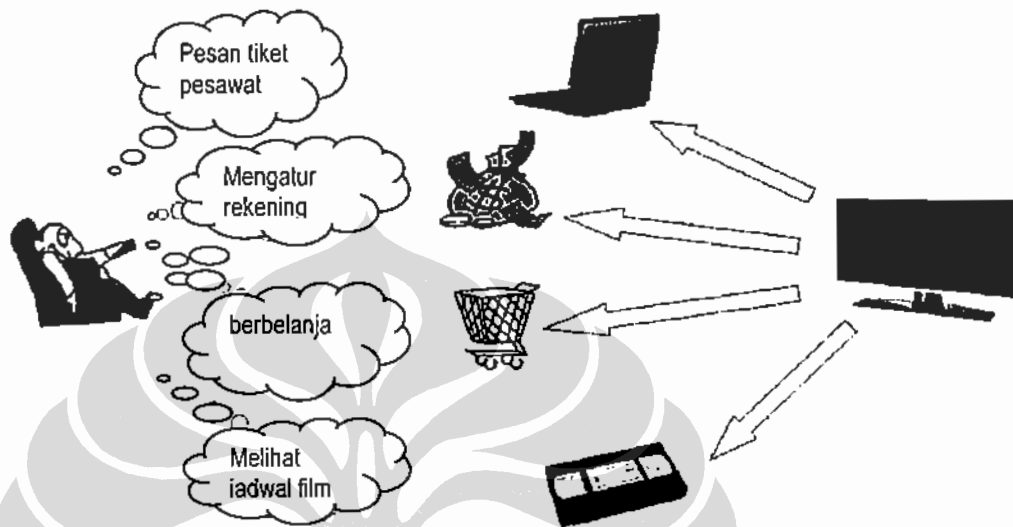
Untuk menerima sinyal TV digital dibutuhkan pesawat penerima TV digital atau menggunakan *Set-Top-Box* yang dapat mengubah sinyal digital menjadi sinyal analog. Konfigurasi pemancar TV digital dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Konfigurasi Pemancar TV Digital [15]

Siaran TV digital menjanjikan dapat memberikan banyak manfaat bagi pemirsanya dibandingkan dengan siaran TV analog. Manfaat tersebut meliputi kualitas gambar yang lebih baik, program siaran yang lebih banyak dan bervariasi serta penerimaan yang lebih jelas walaupun pada saat bergerak (*mobile*). Selain itu TV digital memberikan fleksibilitas aplikasi-aplikasi yang bisa bersifat interaktif dibanding TV analog, sehingga dengan semakin cepatnya perkembangan TV digital di suatu wilayah, akan sangat membantu mempercepat kebutuhan interaksi antara suatu perusahaan (*enterprise*) dengan penggunanya baik yang bersifat komersial seperti pengiklanan interaktif (*interactive advertisement*), berita jarak jauh (*tele-news*), perbankan jarak jauh (*tele-banking*), belanja jarak jauh (*tele shopping*), maupun non komersial seperti pendidikan jarak jauh (*tele-education*), informasi trafik jarak jauh (*tele-traffic*) sehingga siaran TV

akan menjadi media yang sangat strategis mendistribusikan layannnya. Layanan interaktif TV digital ini dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Layanan Interaktif TV digital

## 2.2. SISTEM KOMPRESI VIDEO DAN AUDIO DIGITAL

Kompresi adalah suatu konversi data ke suatu format yang membutuhkan bit yang lebih sedikit. Kompresi dilakukan supaya data dapat disimpan atau ditransmisikan secara lebih efisien. Ukuran data dalam bentuk telah terkompresi (*Compress*, C) relatif terhadap ukuran aslinya (*Original*, O) dikenai dengan rasio kompresi ( $R=C/O$ ). Jika kebalikan proses, yaitu dekompresi, menghasilkan bentuk replika dari data aslinya. Untuk kompresi gambar, keakuratan dari pendekatan ini umumnya menurun dengan meningkatnya rasio kompresi.

Seiring dengan kecenderungan teknologi siaran TV yang akan mengarah ke siaran TV digital dengan berbagai keunggulannya, kalangan industri perlu membuat suatu standar kompresi yang dapat dijadikan acuan untuk membuat

format siaran digital dengan kualitas andal. Selain itu, standar yang dibuat tersebut harus dapat saling beroperasi satu sama lain.

Berikut dijelaskan beberapa standar industri untuk kompresi audio dan video digital:

1. **MPEG** (*Moving Picture Expert Group*) merupakan salah satu kelompok kerja ISO/IEC, yang dibentuk pada tahun 1988 untuk mengembangkan standar format audio dan video digital.
2. **JPEG** (*Joint Photographic Expert Group*), merupakan salah satu kelompok kerja ISO/IEC yang menekankan pada pembentukan standar untuk pengodean gambar *tone* kontinu.
3. **DV** (*Digital Video*), merupakan format digital resolusi tinggi yang digunakan pada kamera video dan *camcorder*. Standar ini menggunakan DCT untuk mengompres data piksel dan merupakan bentuk kompresi lossy.
4. **Kompresi DivX**, merupakan suatu perangkat lunak yang menggunakan standar MPEG-4 untuk mengompres video digital, sehingga dapat diunduh (download) melalui koneksi modem DSL/kabel dalam waktu yang singkat tanpa mengurangi kualitas gambar visual

Selain standar-standar kompresi yang disebutkan di atas masih ada beberapa standar kompresi lainnya. Dari standar kompresi yang disebutkan di atas, yang paling umum digunakan pada sistem penyiaran TV digital adalah standar MPEG

### 2.3. MODULASI DIGITAL

Pada sistem penyiaran TV digital digunakan teknik modulasi digital QPSK, QAM dan OFDM yang akan dijelaskan lebih lanjut.

#### 2.3.1. *Quadrature Phase Shift Keying* (QPSK)

Jenis modulasi ini paling banyak digunakan pada aplikasi-aplikasi termasuk layanan seluler CDMA (*Code Division Multiple Access*), WLL (*Wireless Local Loop*), Iridium (suatu sistem satelit voice/data) dan DVB-S

(*Digital Video Broadcasting-Satellite*). Quadrature berarti bahwa sinyal bergeser antara kondisi fasa yang dipisahkan sebesar 90 derajat. Sinyal bergeser dengan kenaikan sebesar 90 derajat dari 45 ke 135, -45, atau -235 derajat.

### **2.3.2. Quadrature Amplitude Modulation (QAM)**

Jenis modulasi QAM digunakan pada aplikasi-aplikasi, seperti radio digital gelombang mikro, DVB-C (*Digital Video Broadcasting-Cable*) dan modem. Modulasi QAM mempunyai efisiensi frekuensi yang lebih tinggi dari modulasi QPSK. Untuk 64-QAM efisiensi lebar pita sekitar 6 *bit/detik/Hz* sementara untuk QPSK sekitar 2 *bit/detik/Hz*.

### **2.3.3. Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)**

OFDM merupakan teknik modulasi multi-carrier yang digunakan oleh beberapa standar nirkabel masa depan, seperti TV digital, *wireless LAN*, *Metropolitan Area Network*, dan seluler. Dengan OFDM, data yang telah dimodulasi ditransmisikan secara paralel melalui *sub-carrier-subcarrier*.

Salah satu kekurangan dari OFDM adalah pada rasio daya *peak-to-average*, walau modulasi yang sederhana seperti QPSK dilakukan pada subcarrier. Hal ini disebabkan karena daya sinyal yang ditransmisikan merupakan penjumlahan daya dari banyak *subcarrier* sehingga berdampak pada biaya dari penguat daya (*power amplifier*).

## **2.4. STANDAR PENYIARAN TV DIGITAL**

Pada era penyiaran televisi analog, secara garis besar penyiaran televisi di negara-negara di dunia terbagi ke dalam tiga standar, yaitu NTSC (dari A.S.), PAL (dari sebagian besar Eropa) dan SECAM (dari Prancis). Indonesia pada saat mengintroduksi penyiaran televisi memilih standar PAL. Teknologi penyiaran senantiasa berkembang dan dunia penyiaran telah memanfaatkan kemajuan dalam teknologi digital dan teknologi komputer.

Sekarang telah tampil standar penyiaran digital yang pengembangannya bermula di beberapa negara industri besar atau kelompok negara maju, yaitu standar DVB (Eropa), ATSC (Amerika Serikat), dan ISDB (Jepang). Melalui promosi yang dilakukan oleh setiap kelompok pengembangannya, berbagai negara sudah mulai mengadopsi salah satu standar tersebut dan mengimplementasikannya sebagai standar nasional. Sementara itu, timbul standar lain, antara lain standar DMB-T yang berasal dari Cina dan standar T-DMB dari Korea Selatan, yang telah mengembangkan standar versinya sendiri. Status penerapan TV digital di sejumlah negara maju di dunia antara lain terlihat pada Tabel. 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Status Penerapan TV Digital di Sejumlah Negara di Dunia  
[dari berbagai sumber]

No	Negara	Standar Teknologi	Mulai Implementasi TV Digital	Rencana Waktu Penghentian ( <i>Cut-Off</i> ) TV Analog
1	Inggris	DVB-T	1998	1 Januari 2013
2	Jerman	DVB-T	2002	2010
3	Belanda	DVB-T	2003	Desember 2006
4	Italia	DVB-T	2003	2011-2012
5	Perancis	DVB-T	2005	2011
6	Spanyol	DVB-T	2000	April 2010
7	Rusia	DVB-T	2002	2015 atau lebih lama lagi
8	Jepang	ISDB-T	2003	24 Juli 2011
9	Korea Selatan	ATSC/ T-DMB	2001	2010
10	Taiwan	DVB-T	2004	2010
11	Amerika Serikat	ATSC	1998	17 Februari 2009
12	Canada	ATSC	2003	Rencana 2007
13	Singapura	DVB-T	2004	Belum ditentukan
13	Malaysia	DVB-T	2006	Belum ditentukan
14	China	DMB-T	2006	2015



Untuk penyiaran yang ditujukan kepada penerima bergerak (*mobile*), terdapat variasi pilihan karena di samping menggunakan standar DVB-T, DVB-H sebagai anggota keluarga standar DVB, juga menggunakan solusi T-DMB. Bahkan, dalam mengamati perkembangan teknologi telekomunikasi pita lebar nirkabel (*wireless broadband*) sudah atau akan timbul solusi Seluler 3G, Wi-Max dan sebagainya yang memungkinkan penerimaan sinyal audio-visual berkecepatan tinggi, selain menggunakan terminal seluler untuk komunikasi pribadi (telepon, data, kamera, dsb.).

Untuk penyiaran DTH melalui satelit, diperkirakan masih dapat terjadi perkembangan dan terobosan teknologi di samping meneruskan DVB-S yang sudah sangat luas penggunaannya.

#### **2.4.1. Standar ATSC (*Advanced Television Systems Committee*)**

ATSC merupakan standar yang dibuat dan pertama kali digunakan di Amerika Serikat untuk sistem televisi digital. Standar TV digital ATSC diberlakukan sejak 16 Desember 1995 dengan dirilisnya dokumen A/53 tentang Standar Televisi Digital oleh ATSC.

Secara spesifik, ATSC menyusun standar-standar televisi untuk media komunikasi yang berbeda terutama pada televisi digital, sistem interaktif, dan komunikasi multimedia pita lebar. ATSC juga mengembangkan strategi implementasi televisi digital dan menyelenggarakan seminar terkait dengan standar ATSC.

Standar ATSC kemudian diadopsi oleh beberapa negara, diantaranya Kanada, Korea Selatan, Taiwan, dan Argentina. Hal ini terutama terjadi sejak organisasi ATSC berubah dari suatu organisasi nasional menjadi internasional pada 1996. ATSC sendiri tetap bekerja sampai saat ini untuk mengembangkan standar-standar suplemen untuk TV digital dan ikut terjun meninjau masalah-masalah implementasi.

Standar ATSC mendefinisikan suatu sistem yang didesain untuk transmisi video dan audio kualitas tinggi serta data melalui suatu kanal frekuensi radio selebar 6 MHz. Sistem tersebut mampu mengantarkan sekitar 19 Mbps *throughput* melalui kanal siaran terestrial yang hanya selebar 6 MHz, dan sekitar 38 Mbps melalui kanal TV kabel selebar 6 MHz. Artinya, untuk mengkompresi video yang beresolusi sampai 5 kali lebih tinggi dari TV konvensional (standar NTSC) diperlukan reduksi bit *rate* sampai 50 kali atau lebih. Untuk tujuan tersebut, sistem ini telah dirancang agar mampu memanfaatkan kapasitas kanal secara efisien dengan menerapkan teknologi kompresi video dan audio yang kompleks, sambil tetap menjaga tingkat kualitas.

#### 2.4.2. Standar DVB (*Digital Video Broadcasting*)

DVB merupakan standar TV digital yang dibuat dan dikembangkan pertama kali oleh negara-negara di Eropa. Upaya pengembangan DVB sebagai standar global untuk penyiaran televisi digital berawal dari pembentukan DVB Project pada 11 September 1993 yang sebelumnya bernama *European Launching Group* (ELG). DVB Project beranggotakan sekitar 250 - 300 institusi yang berasal dari 30-an negara dan terdiri dari operator TV (*broadcaster*), manufaktur, penyelenggara jaringan (*network operator*), badan regulasi dan institusi akademik. DVB Project tidak menjalankan fungsi sebagai regulator melainkan bekerja berdasarkan aspek bisnis dan komersial.

Dalam perkembangan selanjutnya proyek itu telah berhasil mengembangkan serangkaian spesifikasi DVB yang tidak terbatas pada *video broadcasting* namun juga telah merambah hingga ke aplikasi dan layanan multimedia yaitu DVB-S2, DVB-S (generasi kedua dan pertama dari sistem digital satelit), DVB-C (sistem kabel digital), DVB-T (Sistem penyiaran digital terestrial), DVB-H (sistem penyiaran digital dengan penerima *handheld*), DVB-DATA (*the Cyclical Data Delivery System*), DVB-SI (Sistem pelayanan informasi); dan DVB-MHP (*middleware* untuk TV interaktif).

Standar penyiaran TV digital DVB dikembangkan berdasarkan latar belakang pentingnya sistem penyiaran yang bersifat terbuka (*open system*) yang

ditunjang oleh kemampuan *interoperability*, fleksibilitas dan aspek komersial. Sebagai suatu sistem terbuka, maka standar DVB dapat dimanfaatkan oleh para vendor untuk mengembangkan berbagai layanan inovatif dan jasa nilai tambah yang saling kompatibel dengan perangkat DVB dari vendor lain.

#### **2.4.3. Standar ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial)**

ISDB-T adalah sistem penyiaran TV digital yang dikembangkan oleh Jepang pada 1998, dan telah diimplementasikan di kota-kota besar di Jepang sejak tahun 1999. Sistem ini digunakan sebagai layanan aplikasi multimedia dengan fitur-fitur yang lebih dari sekadar TV digital biasa /seperti HDTV, TV bergerak, tapi juga multilayanan lainnya seperti data-teks, suara, program-program komputer yang semuanya saling terintegrasi.

ISDB-T memiliki energi daya yang rendah dengan terminal yang harganya murah. Ia dikembangkan pula untuk sistem transmisi terestrial satelit dan kabel. ISDB-T mengadopsi MPEG2 sebagai format videonya baik untuk HDTV dan SDTV, serta MPEG4 untuk *mobile-TV*. ISDB-T telah diakui oleh ITU dan dipromosikan oleh DiBEG (*Digital Broadcasting Experts Group*).

ISDB-T mempunyai karakteristik kemampuan sebagai berikut [15]:

- Menyediakan berbagai layanan seperti HDTV, multikanal (SDTV), layanan data dan lain-lain.
- Memiliki kualitas transmisi yang memenuhi untuk layanan penerima portable-TV dan mobile-TV.
- Menjamin fleksibilitas penggunaan kapasitas transmisi.
- Memenuhi pencapaian efektif pemanfaatan frekuensi dengan menerapkan teknologi *single frequency network (SFN)*.

#### **2.4.4 Standar DMB-T (Digital Multimedia Broadcast-Terrestrial)**

Sistem DMB-T muncul sebagai reaksi pihak pemerintah, industri, dan akademisi China terhadap isu implementasi TV digital di negara mereka. Di

satu sisi mereka sadar bahwa penerapan teknologi TV digital di negara mereka tak terhindarkan, namun di sisi lain, mereka berupaya melindungi industri manufaktur lokal dengan menciptakan standar baru. Dengan demikian industri luar tidak memiliki keunggulan dalam keamanan produksi seperti yang pernah terjadi ketika China mengadopsi GSM untuk sistem seluler mereka.

Sistem yang diajukan oleh Tsinghua University mengambil nama DMB-T (Digital Multimedia Broadcast-Terrestrial) yang telah dipatenkan di China. Seperti halnya DVB-T dan ISDB-T, sistem ini juga berbasis OFDM.

#### 2.4.5 Standar T-DMB (*Terrestrial-Digital Multimedia Broadcasting*)

Teknologi penyiaran TV digital T-DMB mulai diluncurkan pada 1 Desember 2005 di Korea Selatan (Korsel). Hanya dalam waktu 6 bulan sejak peluncurannya, teknologi penyiaran ini telah berhasil menggaet sekitar 1 juta pelanggan. Kepopuleran T-DMB yang sedemikian pesat di Korsel tersebut berkat dukungan kuat dari industri manufakturnya yang memproduksi perangkat seperti telepon bergerak, navigator GPS, laptop, kamera digital, pemutar MP3 dan *set-top box* berbasis modul USB.

Teknologi sistem penyiaran TV digital standar T-DMB ini mengadopsi sistem *Eureka-147 DAB (Digital Audio Broadcasting)*, yang merupakan standar penyiaran audio digital di Eropa. Pengembangan T-DMB di Korsel semula bertujuan untuk mendigitalisasi siaran radio dan televisi, agar bisa memberikan pelayanan *mobile* multimedia dan data. Oleh karena itu, supaya dapat diimplementasikan pada perangkat komunikasi bergerak diperlukan berbagai modifikasi dan penambahan teknologi.

Sudah banyak aplikasi yang memanfaatkan sistem T-DMB seperti informasi lalu lintas, penyiaran bencana, *conditional* access dan kombinasi teknologi untuk penyiaran dan jaringan nirkabel. Pengembangan teknologi ini masih terus berlanjut.

## BAB 3

### PENERAPAN SISTEM PENYIARAN DIGITAL DI BEBERAPA NEGARA

Sebagian besar negara-negara di dunia saat ini telah mulai melaksanakan migrasi dari sistem penyiaran analog ke sistem penyiaran digital. Perkembangan sistem penyiaran TV digital di Amerika, Jepang dan Eropa sudah dimulai beberapa tahun lalu. Bahkan di Amerika telah memberikan mandat akan menghentikan siaran TV analognya secara total (*cut-off*) di tahun 2009, begitu pula Jepang di tahun 2011, dan negara-negara Eropa dan kawasan Asia juga akan mengikuti migrasi total dari sistem analog ke sistem digital. Di Malaysia pembangunan TV digital juga dirintis sejak 1998, dan mulai dilakukan uji coba pada tahun 2006.

Ada beberapa kesamaan alasan yang mendasari penerapan sistem penyiaran digital, antara lain: efisiensi daya pemancar dan efisiensi dalam penggunaan pita frekuensi (*bandwidth*), peningkatan kualitas gambar dan suara, sinyal TV digital dapat ditangkap dalam keadaan TV bergerak (*mobile*), peluang terbuka untuk konvergensi dengan aplikasi lain (telepon selular dan komputer), layanan multimedia, *TV interaktif*, dan *TV on demand*. [7]

#### 3.1. PENERAPAN TV DIGITAL DI NEGARA-NEGARA MAJU

##### 3.1.1. Penerapan TV Digital di Inggris

Inggris memperkenalkan siaran TV digital terestrial dengan standar DVB-T sejak tahun 1996, ketika pemerintah secara resmi mengumumkan pemberian lisensi untuk *multiplex*. Pada November 1998 sebuah stasiun TV mengudara dengan sistem tersebut yang diyakini merupakan siaran digital komersial pertama di dunia.

Di akhir September 2006 populasi pemirsa DVB-T telah mencapai 73%, dan tahun 2007 sudah berada dalam tahap persiapan *swich off* TV analog secara bertahap dari satu wilayah ke wilayah lainnya. Namun pemerintah Inggris mensyaratkan paling tidak dua kriteria untuk dapat dilakukan penghentian