

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Televisi

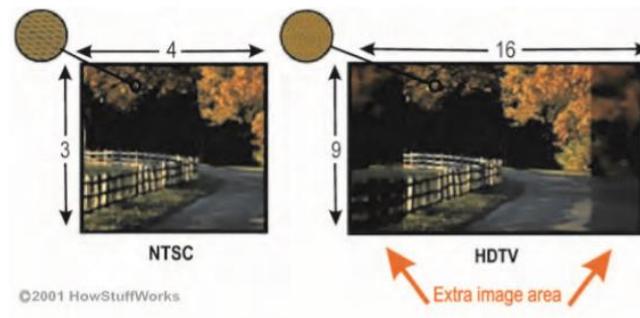
2.1.1 Televisi Analog

Televisi analog adalah jenis televisi yang menggunakan gelombang radio berbentuk tube atau tabung CRT (*Cathode Ray Tube*) yang sinyalnya dipancarkan hingga berwujud suara dan gambar dengan modulasi analog. Televisi analog mengkodekan informasi gambar dengan memvariasikan voltase atau frekuensi dari sinyal. Untuk mendapatkan siaran televisi analog digunakan alat penangkap sinyal yang disebut antena. Pada siaran televisi analog, semakin jauh letak antena dari stasiun pemancar televisi, sinyal yang diterima akan melemah dan mengakibatkan gambar yang diterima oleh pesawat televisi menjadi buruk dan berbayang.

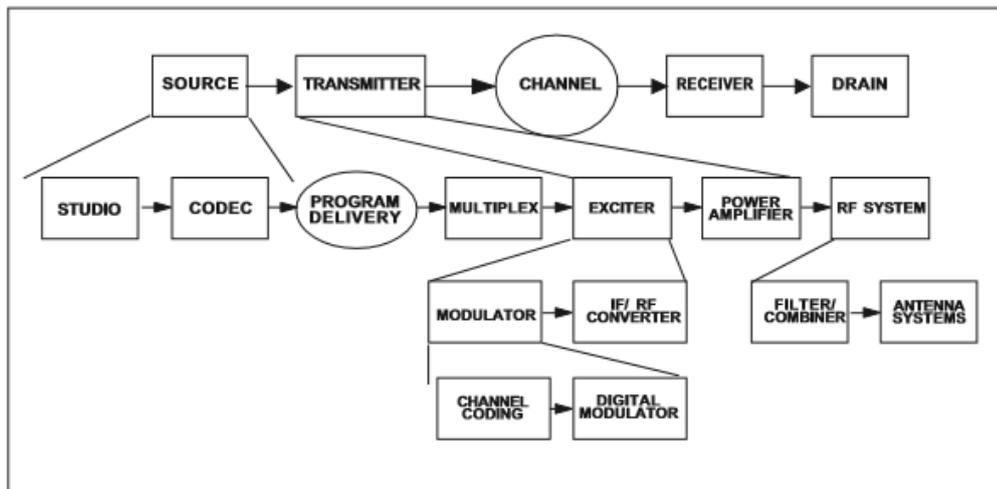
Seluruh sistem sebelum televisi digital dapat dimasukkan ke analog. Sistem yang dipergunakan dalam televisi analog ialah NTSC (*National Television System Committee*), PAL dan SECAM. Kelebihan sinyal digital dibanding analog adalah ketahanannya terhadap gangguan (*noise*) dan kemudahannya untuk diperbaiki (*recovery*) di penerima dengan kode koreksi error (*error correction code*). [3]

2.1.2 Digitalisasi Sistem Penyiaran TV Analog

Gambar 2.2 memperlihatkan contoh blok diagram fungsi pada pemancar TV digital. Perbedaannya dengan pemancar TV analog adalah pada proses pengodean sumber dan multiplexing atau pada pengodean kanal, sedangkan transmisinya tergantung standar sistem siaran TV digital yang digunakan. Komponen yang akan tetap ada pada siaran TV digital adalah RF-nya.



Gambar 2.1. Skalabilitas layar yang ditawarkan siaran TV digital.



Gambar 2.2. Blok diagram fungsi pada pemancar siaran TV digital

Pada sistem siaran TV digital, sumber (audio dan video sebagai hasil dari proses yang dilakukan di studio) dikodekan menjadi data digital sesuai standar yang digunakan untuk dijadikan program TV yang akan disiarkan. Selanjutnya apabila ada beberapa program maka program-program tersebut di-multiplex untuk bisa disiarkan melalui pemancar menggunakan kanal yang tersedia. Dengan menggunakan multiplex 1 kanal bisa digunakan bersamaan sesuai dengan jumlah program yang akan disiarkan, dan data yang keluar dari blok

multiplex ini merupakan data digital. Selanjutnya di bagian modulator data tersebut dimodulasi secara digital sehingga sinyal yang keluar dari pemancar merupakan sinyal yang termodulasi secara digital. Pada siaran TV analog, sinyal video komposit dipancarkan sebagai sinyal AM dan sinyal audionya dipancarkan sebagai sinyal FM yang keduanya merupakan sinyal termodulasi analog.

Saat ini ada kemungkinan beberapa stasiun TV analog sudah menggunakan perangkat digital dalam proses produksi di studio (sumber), misal: video kamera dan juga pemrosesannya. Karena sistem siaran masih dalam bentuk analog maka hasil pemrosesan digital di bagian studio tersebut harus diubah kembali ke dalam bentuk analog dengan menggunakan DAC (Digital-to-Analog Converter) untuk bisa disiarkan. Dengan kondisi seperti ini, stasiun siaran yang dalam proses di studionya sudah melakukan digitalisasi akan lebih mudah untuk bermigrasi, dengan menambahkan perangkat yang belum tersedia untuk dapat melakukan siaran secara digital.[2]

2.1.3 Televisi Digital



Gambar 2.3. Televisi Digital

Televisi digital adalah jenis televisi yang menggunakan modulasi digital dan sistem kompresi untuk menyiarkan sinyal gambar, suara dan data ke pesawat televisi. Proses modulasi adalah proses perubahan suatu gelombang sehingga

menjadikan suatu sinyal yang mampu membawa suatu informasi. Televisi digital merupakan alat yang digunakan untuk menangkap siaran digital. Perkembangan dari siaran analog ke digital yang mengubah informasi sinyal digital berbentuk bit data seperti komputer.[3]

Alasan pengembangan televisi digital antara lain:

1. Perubahan lingkungan eksternal

- a. Pasar TV analog yang sudah jenuh
- b. Kompetisi dengan sistem penyiaran satelit dan kabel

2. Perkembangan Teknologi

- a. Teknologi pemrosesan sinyal digital
- b. Teknologi transmisi digital
- c. Teknologi semikonduktor
- d. Teknologi peralatan yang beresolusi tinggi.

A. Frekuensi Televisi Digital

Pada awal pengoperasian sistem digital, dilakukan siaran TV secara bersama dengan siaran analog sebagai masa transisi. Ujicoba sistem tersebut dilakukan sampai mendapatkan hasil penerapan siaran TV digital yang paling ekonomis, sesuai dengan kebutuhan dari negara yang mengoperasikan.

Secara teknis, pita spektrum frekuensi radio yang digunakan untuk televisi analog dapat digunakan untuk penyiaran televisi digital. Perbandingan lebar pita frekuensi yang digunakan televisi analog dan televisi digital adalah 1 : 6. Artinya bila pada teknologi analog memerlukan pita selebar 8 MHz untuk satu kanal transmisi, maka pada teknologi digital dengan lebar pita frekuensi yang sama dengan teknik multiplex, dapat memancarkan sebanyak 6 hingga 8 kanal transmisi sekaligus dengan program yang berbeda.

Selain ditunjang teknologi penerima yang mampu beradaptasi dengan lingkungan yang berubah, TV digital ditunjang oleh produksi peralatan audio

visual (video camera, dll) yang menggunakan format digital dan sejumlah pemancar yang membentuk jaringan berfrekuensi sama sehingga daerah cakupan dapat diperluas.

Penyiaran televisi digital juga menggunakan frekuensi radio VHF / UHF, namun kontennya berupa digital. Teknologi digital efisien dalam pemanfaatan spektrum. Satu penyelenggara televisi digital memanfaatkan spektrum dalam jumlah yang cukup besar. Artinya, tidak hanya 1 (satu) kanal pembawa melainkan lebih. Penyelenggara berfungsi sebagai operator penyelenggara jaringan, yang mentransmisikan secara teresterial program dari stasiun televisi lain menjadi satu paket layanan sebagaimana penyelenggaraan televisi kabel berlangganan yang ada saat ini.[3]

B. Sistem Pemancar Televisi Digital

Terdapat tiga standar sistem pemancar televisi digital di dunia yaitu televisi digital (DTV) di Amerika, penyiaran video digital terestrial (DVB-T) di Eropa, dan layanan penyiaran digital terestrial (ISDB-T) di Jepang. Namun, sistem penyiaran televisi di Indonesia menggunakan standar yang lebih berkembang yaitu menggunakan standar penyiaran DVB-T2 (*Digital Video Broadcasting- Terrestrial Second Generation*). Semua standar sistem pemancar sistem digital berbasiskan sistem pengkodean OFDM dengan kode suara MPEG-2 untuk ISDB-T dan DTV, MPEG-1 untuk DVB-T.[3]

C. Transisi Televisi Analog ke Televisi Digital

Transisi dari pesawat televisi analog menjadi pesawat televisi digital membutuhkan penggantian perangkat pemancar televisi dan penerima siaran televisi. Agar dapat menerima penyiaran digital, diperlukan pesawat TV digital. Namun, jika ingin tetap menggunakan pesawat televisi analog, penyiaran digital

dapat ditangkap dengan alat tambahan yang disebut kotak konverter (Set Top Box). Ketika menggunakan pesawat televisi analog, sinyal penyiaran digital akan dirubah oleh kotak konverter menjadi sinyal analog. Dengan demikian pengguna pesawat televisi analog tetap dapat menikmati siaran televisi digital. Pengguna televisi analog tetap dapat menggunakan siaran analog dan secara perlahan-lahan beralih ke teknologi siaran digital tanpa terputus layanan siaran yang digunakan selama ini.

Proses transisi yang berjalan secara perlahan dapat meminimalkan risiko kerugian terutama yang dihadapi oleh operator televisi dan masyarakat. Risiko tersebut antara lain berupa informasi mengenai program siaran dan perangkat tambahan yang harus dipasang tersebut. Sebelum masyarakat mampu mengganti televisi analognya menjadi televisi digital, masyarakat menerima siaran analog dari pemancar televisi yang menyiarkan siaran televisi digital.

Bagi operator televisi, risiko kerugian berasal dari biaya membangun infrastruktur televisi digital terrestrial yang relatif jauh lebih mahal dibandingkan dengan membangun infrastruktur televisi analog. Operator televisi dapat memanfaatkan infrastruktur penyiaran yang telah dibangunnya selama ini seperti studio, bangunan, sumber daya manusia, dan lain sebagainya apabila operator televisi dapat menerapkan pola kerja dengan calon penyelenggara TV digital. Penerapan pola kerja dengan calon penyelenggara digital pada akhirnya menyebabkan operator televisi tidak dihadapkan pada risiko yang berlebihan. Di kemudian hari, penyelenggara penyiaran televisi digital dapat dibedakan ke dalam dua posisi yaitu menjadi penyedia jaringan, serta penyedia isi.

Perpindahan dari sinyal analog ke sinyal digital sudah dilakukan di sejumlah negara maju beberapa tahun yang lalu. Di Jerman, proyek penggunaan sinyal digital dimulai sejak tahun 2003 di Berlin dan tahun 2005 di Muenchen. Sementara Perancis dan Inggris telah menghentikan secara total siaran televisi analog mereka. Di Amerika Serikat, melalui Undang-Undang Pengurangan Defisit tahun 2005 yang telah disetujui oleh Kongres, setiap stasiun televisi lokal

yang berdaya penuh diminta untuk mematikan saluran analog mereka pada tanggal 17 Februari 2009 dan meneruskan siaran dalam bentuk digital secara eksklusif. Sementara Jepang akan memulai siaran televisi digital secara massal pada tahun 2011.[3]

D. Perkembangan Televisi Digital di Indonesia

Migrasi dari sistem penyiaran analog ke digital menjadi tuntutan teknologi secara internasional. Aplikasi teknologi digital pada sistem penyiaran televisi mulai dikembangkan di pertengahan tahun 1990-an. Uji coba penyiaran televisi digital dilakukan pada tahun 2000 dengan pengoperasian sistem digital dilakukan bersamaan dengan siaran analog sebagai masa transisi.

Stasiun-stasiun televisi swasta memanfaatkan teknologi digital pada sistem penyiaran terutama pada sistem perangkat studio untuk memproduksi, mengedit, merekam, dan menyimpan program. Sementara itu penyelenggara televisi digital memanfaatkan spektrum dalam jumlah besar, dimana menggunakan lebih dari satu kanal transmisi. Penyelenggara berperan sebagai operator jaringan dengan mentransmisikan program stasiun televisi lain secara terestrial menjadi satu paket layanan. Pengiriman sinyal gambar, suara, dan data oleh penyelenggara televisi digital memakai sistem transmisi digital dengan satelit atau yang biasa disebut sebagai siaran TV berlangganan.

TVRI telah melakukan peluncuran siaran televisi digital pertama kali di Indonesia pada 13 Agustus 2008. Pelaksanaan dalam skala yang lebih luas dan melibatkan televisi swasta dapat dilakukan di bulan Maret 2009 dan dipancarkan dari salah satu menara pemancar televisi di Joglo, Jakarta Barat. Sistem penyiaran digital di Indonesia mengadopsi sistem penyiaran video digital standar internasional (DVB) yang dikompresi memakai MPEG-2 dan dipancarkan secara terestrial (DVB-T) pada kanal UHF (di Jakarta di kanal 40, 42, 44 dan 46 UHF) serta berkonsep gratis untuk mengudara. Penerimaan sinyal digital mengharuskan pengguna di rumah untuk menambah kotak konverter hingga

pada nantinya berlangsung produksi massal TV digital yang bisa menangkap siaran DVB-T tanpa perlu tambahan kotak konverter.[3]

E. Karakteristik Sistem Penyiaran Televisi Digital

Karakteristik Sistem Penyiaran TV Digital yang ada di Indonesia dibagi berdasarkan kualitas penyiaran, manfaat dan keunggulan TV Digital tersebut. TV Digital dalam perkembangannya memiliki karakteristik yang berbeda di tiap wilayah (area) penyiaran. Oleh karena itu, karakteristik sistem penyiaran TV Digital akan sama apabila berada di radius yang sama.[3]

F. Kualitas Penyiaran Televisi Digital

Kualitas gambar dan warna yang dihasilkan jauh lebih bagus daripada televisi analog. Desain dan implementasi sistem siaran TV digital terutama ditujukan pada peningkatan kualitas gambar. Terdapat dua aspek yang berbeda dan memerlukan kompromi dalam hal ini. Pada satu sisi, teknologi TV digital memungkinkan pengiriman gambar dengan akurasi dan resolusi sangat tinggi, tetapi pada sisi lain memerlukan tersedianya kanal dengan laju sangat tinggi, mencapai belasan Mbps. Di sisi lain, sistem TV digital juga diharapkan mampu menghasilkan penerimaan gambar yang jernih, stabil, dan tanpa efek bayangan atau gambar ganda, walaupun pesawat penerima berada dalam keadaan bergerak dengan kecepatan tinggi.[3]

G. Manfaat Penyiaran Televisi Digital

1. TV Digital digunakan untuk siaran interaktif. Masyarakat dapat membandingkan keunggulan kualitas siaran digital dengan siaran analog serta dapat berinteraksi dengan TV Digital.
2. Teknologi siaran digital menawarkan integrasi dengan layanan interaktif dimana TV Digital memiliki layanan komunikasi dua arah layaknya internet.

3. Siaran televisi digital terestrial dapat diterima oleh sistem penerimaan televisi tidak bergerak maupun sistem penerimaan televisi bergerak. Kebutuhan daya pancar televisi digital yang lebih kecil menyebabkan siaran dapat diterima dengan baik meski alat penerima siaran bergerak dalam kecepatan tinggi seperti di dalam mobil dan kereta.
4. TV Digital memungkinkan penyiaran saluran dan layanan yang lebih banyak daripada televisi analog. Penyelenggara siaran dapat menyiarkan program mereka secara digital dan memberi kesempatan terhadap peluang bisnis pertelevisian dengan konten yang lebih kreatif, menarik, dan bervariasi.[3]

H. Keunggulan Frekuensi Televisi Digital

Siaran menggunakan sistem digital memiliki ketahanan terhadap gangguan dan mudah untuk diperbaiki kode digitalnya melalui kode koreksi error. Akibatnya adalah kualitas gambar dan suara yang jauh lebih akurat dan beresolusi tinggi dibandingkan siaran televisi analog. Selain itu siaran televisi digital dapat menggunakan daya yang rendah.

Transmisi pada TV Digital menggunakan lebar pita yang lebih efisien sehingga saluran dapat dipadatkan. Sistem penyiaran TV Digital menggunakan OFDM yang bersifat kuat dalam lalu lintas yang padat. Transisi dari teknologi analog menuju teknologi digital memiliki konsekuensi berupa tersedianya saluran siaran televisi yang lebih banyak. Siaran berteknologi digital yang tidak memungkinkan adanya keterbatasan frekuensi menghasilkan saluran-saluran televisi baru. Penyelenggara televisi digital berperan sebagai operator penyelenggara jaringan televisi digital sementara program siaran disediakan oleh operator lain. Bentuk penyelenggaraan sistem penyiaran televisi digital mengalami perubahan dari segi pemanfaatan kanal ataupun teknologi jasa pelayanannya. Terjadi efisiensi penggunaan kanal frekuensi berupa pemakaian satu kanal frekuensi untuk 4 hingga 6 program.

Siaran televisi digital terrestrial dapat diterima oleh sistem penerimaan televisi analog dan sistem penerimaan televisi bergerak. TV Digital memiliki fungsi interaktif dimana pengguna dapat menggunakannya seperti internet. Sistem siaran televisi digital DVB mempunyai kemampuan untuk memanfaatkan jalur kembali antara IRD dan operator melalui modul Sistem Manajemen Subscriber. Jalur tersebut memerlukan modem, jaringan telepon atau jalur kembali televisi kabel, maupun satelit untuk mengirimkan sinyal balik kepada pengguna seperti pada aplikasi penghitungan suara melalui televisi. Ada beberapa spesifikasi yang telah dikembangkan, antara lain melalui jaringan telepon tetap (PSTN) dan jaringan berlayanan digital terintegrasi (ISDN). Selain itu juga dikembangkan solusi komprehensif untuk interaksi melalui jaringan CATV, HFC, sistem terrestrial, SMATV, LDMS, VSAT, DECT, dan GSM.[3]

2.1.4 Sistem DVB-T2



Gambar 2.4. Logo DVB-T2[4]

DVB-T2 adalah singkatan dari *Digital Video Broadcasting- Terrestrial Second Generation* merupakan ekstensi dari standar televisi DVB-T, yang dikeluarkan oleh konsorsium DVB dan dirancang untuk transmisi siaran terrestrial digital. DVB telah distandarisasi oleh ETSI. Sistem ini mentransmisikan audio terkompresi digital, video, dan data lain dalam “pipa lapisan fisik” menggunakan modulasi OFDM dengan pengkodean saluran bersambung dan penyisipan. Bit rate yang ditawarkan lebih tinggi, sehubungan dengan pendahulunya DVB-T membuat sistem ini cocok untuk membawa sinyal HDTV pada saluran televisi *terrestrial*, meskipun banyak lembaga penyiaran masih menggunakan standar DVB-T biasa untuk tujuan ini.

Sistem penyiaran televisi digital DVB-T2 merupakan salah satu sistem komunikasi nirkabel yang menggunakan udara (*free-to-air*) sebagai kanal transmisi, sehingga terdapat obyek-obyek yang berada di antara antena pemancar dan penerima. Sinyal yang dikirim mengalami pantulan, difraksi dan pudaran oleh obyek-obyek tersebut. Idealnya, kanal komunikasi memiliki beberapa sifat yaitu lebar pita yang tidak terbatas serta tanggapan frekuensi yang rata. Pada kenyataannya, kanal komunikasi yang menggunakan media udara memiliki karakteristik pudaran frekuensi, yaitu terdapat sinyal yang terlemahkan pada frekuensi tertentu sebagai akibat dari kanal lintasan jamak.[5] Hal ini tentu saja akan memperburuk kualitas sinyal yang sampai dipenerima. Berikut spesifikasi varian DVB-T2 di Indonesia, yaitu :

Tabel 2.1 Spesifikasi varian DVB-T2 di Indonesia [6]

Parameter	Nilai
Bandwidth	8 MHz
Modulasi	64-QAM
Tingkat Kode	2/3
Mode Pembawa	8K
Interval Penghalang	1/8
Waktu tunda	112 ms
Jarak	33.6 km
Saluran	25-42

Saat ini, sistem penyiaran televisi digital di Indonesia menggunakan standar penyiaran DVB-T2 (*Digital Video Broadcasting- Terrestrial Second Generation*), yang mana pada awalnya Indonesia juga sempat memberlakukan standar penyiaran DVB-T sejak tahun 2007 hingga tahun 2012. Migrasi dari DVB-T ke DVB-T2 dilakukan oleh Pemerintah Indonesia dengan harapan mempercepat penyelesaian proses transisi siaran televisi analog ke siaran televisi digital. Dengan DVB-T2, diharapkan para pengguna dapat menikmati

siaran televisi digital dengan kualitas gambar yang tajam, bening, dan suara yang lebih jernih serta mempunyai kemampuan untuk memutar film dengan kualitas HD 1080p. Selain itu, DVB-T2 dapat juga berfungsi sebagai digital media *playback* yang memberikan terobosan baru dengan berbagai macam dukungan format file seperti mendengarkan musik dan menonton film.

2.2 Software Defined Radio (SDR)

Software Defined Radio adalah suatu konsep sistem komunikasi radio yang komponen berupa *hardware* diatur oleh *software* komputer. SDR mampu menerjemahkan sinyal yang ditangkap oleh perangkat keras yang berupa *transmitter / receiver* yang nantinya akan diterjemahkan kedalam komputer sebagai proses dekoding sinyal itu sendiri.[7]

Fitur yang ditawarkan oleh SDR antara lain mampu melakukan modifikasi atau mengganti program yang ada sehingga dapat mengubah fungsinya secara total, dapat mengaplikasikan berbagai layanan berupa suara, teks, data, atau jenis layanan lainnya, juga dapat beroperasi menggunakan beragam standar yang ada. Tujuan ideal dari SDR yaitu kemampuan untuk berkomunikasi dengan menggunakan frekuensi, *bandwidth*, teknik modulasi, serta tingkat data sesuai yang diinginkan oleh pengguna dengan hanya menjalankan *software* tanpa perlu mengubah *hardware*-nya sama sekali. Fungsi dan konfigurasi dari perangkat radio dapat dimodifikasi sesuai keinginan pengguna dengan mengaplikasikan SDR. *Software* dapat dengan mudah diubah dalam sistem radio dengan *hardware* yang sama dapat digunakan untuk berbagai standar transmisi radio yang beragam. Fleksibilitas ini memungkinkan penggunaan perangkat radio dengan lebih efisien, yaitu mengurangi jumlah *hardware* yang dibutuhkan serta menambah fungsionalitas dari perangkat radio.

SDR memberikan keuntungan bagi berbagai pihak. Penelitian mengenai teknologi radio membutuhkan banyak biaya maupun waktu, yang keduanya dapat

di hemat dengan menggunakan SDR. Bahkan SDR, memungkinkan peneliti untuk mengubah dan menganalisa parameter dalam sistem.

2.3 USB dongle Realtek RTL2832P



Gambar 2.5. USB dongle Realtek RTL2832P [8]

USB dongle Realtek RTL2832P merupakan salah satu chipset yang mampu mengimplementasikan salah satu tujuan laporan akhir ini, yaitu sebagai alat yang mampu langsung menerima transmisi DVB-T2 ke *personal computer* (PC) menggunakan perangkat lunak TVR Player sebagai media untuk menonton maupun merekam siaran televisi. Berbagai fungsi lain dari dongle ini ialah sebagai penerima satelit cuaca, APRS Gateway, Radar Penerbangan Komersial (ADS-B), Radio Scanner dan banyak lagi. Berikut spesifikasi teknis dari USB dongle Realtek RTL2832P, yaitu :

Tabel 2.2. Spesifikasi Teknis Realtek RTL2832P [9]

Chipset	Realtek RTL2823P
Tunner	Rafael Micro R828D
Range Frekuensi	24 – 1700 MHz

Bandwidth	6/7/8 MHz
Impedansi Input	75 Ohm
Interface	USB 2.0 Standard
<i>Broadcast</i> Format	DVB-T/T2/C+ FM+ DAB
OS Kompatibel	Windows XP, Windows 7, Windows 8, Windows 10, LINUX, MacOS, Android Smartphone

2.4 TVR Player

TVR Player atau dikenal sebagai aplikasi DTV adalah yang dikembangkan oleh Astrometa. TVR Player merupakan software yang telah dibundling dalam pembelian USB dongle Relatek RTL2832P. Dengan TVR Player, pancaran sinyal digital yang telah diterima oleh USB dongle mampu di terjemahkan ke dalam bentuk siaran televisi digital, radio FM digital, dan siaran audio digital (*digital audio broadcast*).[9]



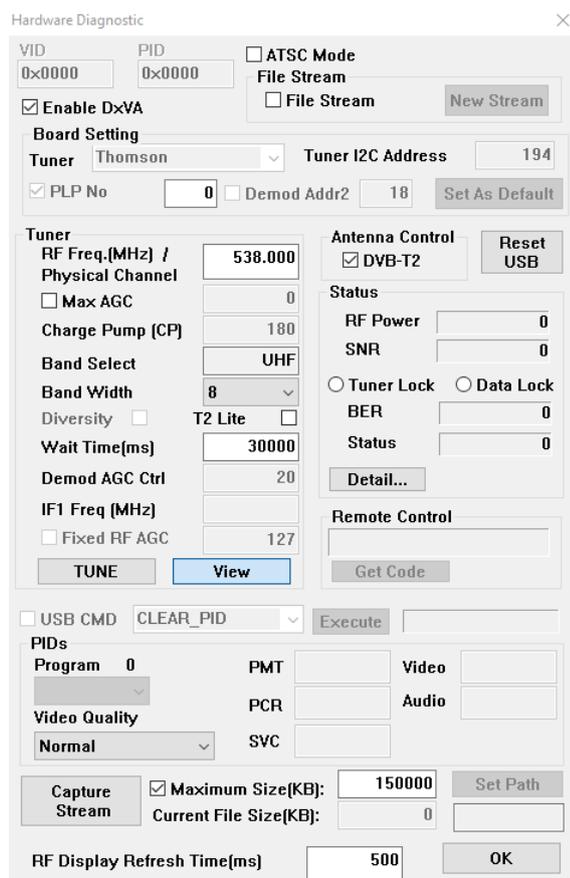
Gambar 2.6. Tampilan awal TVR Player

Penggunaan TVRPlayer kali ini, hanya berfokus pada pengimplementasian siaran televisi digital dengan berbagai konfigurasi yang telah di atur terhadap perangkat kerasnya yaitu USB dongle RTL2832P maupun

terhadap *software* ini sendiri, misalnya melakukan pemindaian untuk mendapatkan *channel* yang tersedia. *Software* ini juga mampu men-*capture* dan merekam hasil siaran yang diinginkan dengan batas memori penyimpanan 256 MB.

Diagnosa Perangkat Keras dengan TVR Player

TVR Player mampu menjelaskan informasi mengenai channel yang diperoleh dan kinerja status dari perangkat keras yang bekerja. Pengguna dapat memasukkan frekuensi dalam frekuensi RF dan dapat melihat semua informasi dengan menekan tombol TUNE. Diagnosa perangkat keras dapat ditampilkan dengan menekan tombol CTRL+ ALT+ SHIFT+ D.[9]



Gambar 2.7. Tampilan Diagnosa Perangkat Keras

Keterangan :

1. DxVA, digunakan untuk aktif/ non-aktif terhadap akselerasi video.
2. Tuner Box
 - a. RF Frequency (MHz)

RF Frequency menunjukkan frekuensi saluran saat itu, namun frekuensi lain juga dapat diatur sesuai yang kita butuhkan dengan cara menginput besaran frekuensi.

- b. Band Select

Menunjukkan jenis frekuensi band yang diambil dari tabel frekuensi. Berikut daftar tabel kanal frekuensi VHF dan UHF di Indonesia, yaitu :

Tabel 2.3. Pembagian kanal frekuensi VHF dan UHF di Indonesia [10]

Channel	Band	Channel	Band	Channel	Band
VHF TV		UHF TV		UHF TV	
5	174 181	28	526 534	44	654 662
6	181 188	29	534 542	45	662 670
7	188 195	30	542 550	46	670 678
8	195 202	31	550 558	47	678 686
9	202 209	32	558 566	48	686 694
10	209 216	33	566 574	49	694 702
11	216 223	34	574 582	50	702 710
12	223 230	35	582 590	51	710 718
UHF TV		36	590 598	52	718 726
21	470 478	37	598 606	53	726 734
22	478 486	38	606 614	54	734 742
23	486 494	39	614 622	55	742 750
24	494 502	40	622 630	56	750 758
25	502 510	41	630 638	57	758 766
26	510 518	42	638 646	58	766 774
27	518 526	43	646 654	59	774 782
				60	782 790

Sumber : Direktorat Jenderal Pos dan Telekomunikasi

- c. Bandwidth

Menunjukkan pengaturan bandwidth yang digunakan, yaitu 6 MHz, 7 MHz, dan 8 MHz

3. Antenna Control

Kolom antena control digunakan untuk memeriksa penggunaan multipleks pada DVB-T2 dengan cara dicentang atau dikosongkan.

4. Status Box

a. RF Power

Menunjukkan kekuatan dari sinyal. Kekuatan sinyal yang baik biasanya memiliki nilai lebih dari 90.

b. SNR (*Signal to Noise to Ratio*)

Menggambarkan kualitas sinyal. Nilai normal pada SNR adalah sekitar 20 dB atau lebih.

c. BER (*Bit Error Rate*)

Persentase bit yang memiliki kesalahan relatif terhadap jumlah total bit yang diterima setelah *error correction*. Nilai BER 0 (nol) menunjukkan performa tayangan yang baik.

d. Status

Angka-angka dalam tanda kurung menunjukkan jumlah coba lagi setiap 0,5 detik ketika tidak ada aliran yang diterima.

2.5 Kinerja Sistem DVB-T2

2.5.1 Kualitas Sinyal pada Sistem DVB-T2

Pada sistem TV digital, indikator obyektif untuk kualitas sinyal adalah BER, MER, dan EVM. Sedangkan sebagai indikator kualitas gambar, dapat digunakan evaluasi subyektif dengan melibatkan sejumlah responden sebagai penilai.

Pengukuran BER, MER, atau EVM hanya dapat dilakukan dengan BER test set atau alat ukur untuk sistem TV digital. BER adalah ukuran proporsi bit

informasi, baik video maupun audio, yang terdeteksi oleh penerima tidak sesuai dengan nilai sebenarnya. Nilai BER dapat diukur pada tahap-tahap yang berbeda pada struktur penerima. Sebagai contoh, pada sistem DVB-T2 pengukuran BER di tahap antara pendekode Viterbi dan pendekode RS dapat dihubungkan langsung dengan kondisi penerimaan, apakah mencapai QEF (Quasi Error Free) atau tidak. Kondisi QEF ekuivalen dengan $BER < 10^{-3}$ yang diukur pada tahap sebelum Viterbi decoder, $< 2 \times 10^{-4}$ antara Viterbi dan RS decoder, atau $< 10^{-11}$ setelah RS decoder. Pada keluaran MPEG-2 decoder, hal ini setara dengan terjadinya maksimal satu error event dalam periode satu jam.

MER mencerminkan besarnya penyimpangan yang terjadi pada konstelasi sinyal, baik pada komponen in-phase maupun quadrature, sesuai dengan sistem modulasi yang digunakan. Dengan demikian, semakin besar daya derau dan distorsi pada kanal, semakin kecil nilai MER. EVM memiliki fungsi serupa dengan MER, yaitu menguantifikasi kesalahan pada konstelasi sinyal.

Kualitas penerimaan juga dapat dinilai langsung dari kualitas gambar dengan metode subyektif, di mana sejumlah responden diminta melihat dan menilai gambar video yang telah melewati sistem yang diuji. ITU-R merekomendasikan beberapa metode subyektif, di antaranya yang relevan dan praktis adalah DSCQS (double-stimulus continuous quality scale) dan SSCQE (singlestimulus continuous quality evaluation). Untuk pengukuran subyektif, konfigurasi kondisi monitor, jenis konten materi, dan kondisi lingkungan tes harus diatur menurut aturan tertentu agar memberikan hasil akurat tanpa pengaruh faktor luar. Diperlukan sedikitnya 15 responden yang dipilih dari kalangan yang awam terhadap teknologi televisi untuk mendapat hasil tanpa bias.

Pada metode DSCQS diperlukan pengamatan responden terhadap dua tampilan konten yang sama, namun salah satu adalah program asli sebagai referensi sedangkan yang lain telah melewati proses pemancaran dan penerimaan yang diuji. Responden diminta melakukan penilaian pada form yang

telah disediakan menggunakan skala kontinyu tanpa angka. Nilai berskala kontinyu ini terbagi sama besar ke dalam 5 interval nilai, sesuai dengan skema penilaian 1 – 5 pada tabel 5.4 yang digariskan. Metode SSCQE merupakan metode yang lebih praktis karena pengamatan hanya diperlukan terhadap program yang telah ditransmisikan, tanpa memerlukan program asli sebagai referensi.[2]

2.5.2 Fitur Performa Sistem DVB-T2

Fitur performa tranmisi dipengaruhi oleh jenis yang umum hadir saat tranmisi sinyal, konfigurasi sistem, jenis penerimaan dan parameter tranmisi yang digunakan. Berikut beberapa hal yang memengaruhi performa tranmisi, yaitu : [11]

1. *Impulse Noise*

Peralatan rumah tangga seperti lampu TL, *hair dryer* dan *vacum cleaner* menghasilkan *impulse noise*. *Impulse noise* biasanya terjadi pada pita VHF dan pita bawah UHF. Sistem DVB-T menggunakan kode koreksi *error Reed Solomon (204,188,8)* dan *interleaver* yang mampu memberikan imunitas terhadap *impulse noise*.

2. *Multipath Distortion*

COFDM dengan konfigurasi yang sesuai akan memberikan ketahanan terhadap *multipath distortion*. Namun konfigurasi yang salah justru akan mengurangi *usable data rate*. Parameter *guard interval*, skema modulasi dan *forward error correction (FEC)* bisa diatur sehingga pesawat penerima DVB-T2 bisa beroperasi pada kondisi penerimaan yang berubah-ubah. *Guard interval* yang dipakai pada OFDM bisa diatur untuk bertahan dari *long pre-echo* yang muncul pada konfigurasi *single frequency network (SFN)*. DVB-T2 juga mampu bertahan baik terhadap *wideband selective fading* yang disebabkan kenaikan pada *close-in echo* akibat bangunan atau konstruksi besar yang berada dekat antena penerima.

3. Penerimaan *Indoor* dan *Portable*

Penerimaan *indoor*, seperti antena dalam dan *portable* TV, biasanya mengalami gangguan akibat *multipath distortion* yang kuat akibat pantulan dari dinding dan dari bangunan di sekelilingnya. Bahkan pergerakan orang ataupun hewan mampu mempengaruhi sinyal yang diterima. DVB-T2 memberikan fitur perlindungan atas. Untuk standar di Indonesia yang dijadikan standar penerimaan adalah penerimaan *fixed outdoor*. Yang dimaksud penerimaan *fixed outdoor* adalah antena penerima yang berada diluar bangunan berdiri sekitar 5 meter diatas tanah.

4. Penerimaan *Mobile*

DVB-T2 awalnya dirancang untuk penerimaan *fixed* maupun *portable*, namun fleksibilitasnya memungkinkan juga untuk layanan *mobile*. Mode 2k dari DVB-T2 terbukti lebih kuat menghadapi efek Doppler sehingga bisa digunakan hingga kecepatan melebihi 500 km/jam, bergantung pada aplikasinya. Yang harus diperhatikan adalah peningkatan *ruggedness* pada sinyal menyebabkan turunnya *usable bitrate*, yang akan berdampak pada berkurangnya jumlah layanan yang dapat dibawa.

Time interleaver juga mempengaruhi performa DVB-T2. Tes lapangan menunjukkan bahwa meningkatkan daya transmisi akan berakibat kurangnya *time interleaving* yang akan menghasilkan layanan *mobile* yang lebih memuaskan.

5. *Hierarchical Modulation*

Hierarchical modulation atau disebut juga *hierarchical transmission* memungkinkan siaran dengan menggunakan beberapa skema operasi untuk aplikasi yang berbeda, masing-masing dengan parameter tertentu untuk masing- masing skema pada sinyal transmisi yang sama. *Hierarchical modulation* merupakan kompromi dari mode operasi dan tidak akan memberikan hasil penerimaan yang sama dibandingkan dengan mode tunggal untuk beberapa jenis aplikasi tertentu.

Hierarchical modulation pada DVB-T2 terdiri atas dua mode untuk pesawat penerima *fixed* dan *mobile* untuk HDTV dan SDTV. Tidak seperti standar ISDB-T, pada DVB-T2 pemakaian *hierarchical modulation* merupakan pilihan yang berarti tidak harus digunakan.

6. *Single Frequency Networks (SFN)*

DVB-T2 memakai COFDM yang cocok untuk operasi dengan konfigurasi SFN. Mode 8k pada DVB-T2 dapat digunakan untuk SFN sinkron skala besar misalnya untuk satu negara atau satu area regional, dimana *cluster* dari pesawat pengirim mendapat masukan dari sumber yang sama digunakan untuk men-*cover* seluruh area layanan. Implementasi dari SFN skala besar dilain hal memiliki kesulitan saat transisi dari sistem analog ke digital., dimana bisa terjadi interferensi dengan TV analog yang masih *existing*, sehingga diperlukan kanal khusus untuk pemindahan TV analog.

7. *Gap-fillers dan On-Frequency Repeaters*

Sistem DVB-T2 memungkinkan penggunaan *on-channel repeater* (OFR) untuk memperbaiki *coverage* dari pinggiran tiap area layanan dan penggunaan *gap-filler* untuk mengisi daerah yang tidak terjangkau pemancar utama. OFR didesain untuk menerima *off-air* signal yang ditransmisikan pemancar utama, lalu memperkuat sinyal tersebut dan kemudian meretransmisikannya pada frekuensi yang sama. Daya transmisi maksimum dari OFR dibatasi oleh jumlah isolasi yang bisa diraih antara antena penerima langsung dengan antena transmit. Keterbatasan ini bisa disiasati dengan *regenerate* sinyal DTT pada *repeater* dengan menerapkan demodulasi, *decoding* dan remodulasi pada sinyal *off-air* yang diterima.

2.5.3 Pengukuran Sistem DVB-T2

Sistem DVB-T2 secara keseluruhan dibagi ke dalam tiga komponen, yaitu pemancar, jaringan, dan penerima. Tabel menunjukkan parameter yang perlu diukur pada ketiga komponen sistem tersebut. Dari pengukuran yang

menyeluruh, dapat dideteksi lokasi permasalahan dalam suatu sistem DVB-T2 yang telah operasional.

Tabel 2.4. Pengukuran Sistem DVB-T2 [2]

Pemancar	Jaringan	Penerima
Akurasi frekuensi, verifikasi guard interval, derau fase pada LO, daya dan spektrum, END, ENF, redaman bahu, efisiensi daya, interferensi koheren, BER, MER, STE, CS, AI, QE, jitter fase, delay, sinkronisasi SFN.	Daya sinyal, interferensi koheren, BER, SNR, CNR, MER, delay sinyal.	Selektivitas, AFC capture, noise fase pada LO, daya sinyal, derau dan sensitivitas, END, BER, MER, STE, CS, AI, QE, jitter fase, CSI

Pengukuran untuk beberapa parameter penting pada sistem DVBT dijelaskan berikut ini: [2]

a. Akurasi frekuensi

Akurasi frekuensi subcarrier OFDM sangat penting untuk keberhasilan pengolahan sinyal OFDM. Oleh sebab itu akurasi frekuensi pemancar perlu selalu dimonitor dengan menghubungkan spectrum analyzer pada titik pengukuran L dan/ atau M. Pengukuran dilakukan terhadap pilot yang memiliki fase kontinyu yang terletak pada subcarrier tertentu. Untuk mode 8K, pilot terletak pada $k = 3408$, sedangkan untuk mode 2K terletak pada $k = 1140$.

b. Selektivitas

Tujuan pengukuran adalah mengenali kemampuan penerima dalam menolak interferensi di luar band (out-of-channel). Pengukuran level sinyal input

dan interferensi dilakukan pada titik N, sedangkan pengukuran BER dilakukan pada W atau X, yaitu antara pendekode Viterbi dan RS.

c. AFC capture range

Pengukuran ini bertujuan menentukan rentang frekuensi di mana penerima harus melacak dan mengunci frekuensi. Untuk keperluan tersebut, sinyal uji diberikan pada titik N, sedangkan evaluasi sinkronisasi TS dilakukan pada Z dengan mengecek nilai Sync_byte_error pada TS.

d. Daya dan Spektrum Sinyal

Pengukuran daya sinyal diperlukan untuk mengatur dan memonitor level sinyal pada pemancar dan penerima. Pengukuran dilakukan pada titik K, L, dan M pada pemancar dan pada titik N dan P pada penerima. Dalam mengukur daya sinyal yang diterima, pengukuran harus dibatasi pada bandwidth sinyal yang diinginkan. Jika digunakan spectrum analyzer atau power meter sebagai alat ukur, harus dipastikan bahwa alat ukur tersebut mengintegrasikan daya sinyal dalam bandwidth nominal sesuai dengan banyaknya subcarrier dan spasi frekuensi.

Pengukuran spektrum sinyal dimaksudkan untuk memastikan kesesuaian spektrum dengan spectrum mask yang digariskan. Pengukuran dilakukan dengan menghubungkan spectrum analyzer ke titik K dan/atau M pada pemancar. ETSI merekomendasikan penggunaan spectrum analyzer dengan resolusi bandwidth sebesar 30 kHz atau kurang.

Kerapatan daya spektral terukur didefinisikan sebagai rata-rata waktu dari daya sinyal per satuan bandwidth. Dengan demikian kerapatan daya untuk dalam bandwidth yang berbeda dapat diperoleh secara proporsional dari nilai tersebut. Untuk tujuan pengetesan filter pembatas spektrum, dapat digunakan sinyal input khusus berupa pseudo-noise.

e. Derau

Daya derau diukur pada titik N dan/atau P pada penerima dengan spectrum analyzer pada kondisi pemancar tidak bekerja. Seperti halnya daya sinyal, daya noise juga ditentukan dalam bandwidth yang ditempati sinyal OFDM.

f. Sensitivitas dan rentang dinamis penerima

Sinyal tes diberikan pada titik N, kemudian titik W atau X (sebelum tahap RS decoder) digunakan untuk memonitor BER. Dengan mengukur daya minimum dan maksimum pada N yang memberikan kondisi QEF (quasi error free, yaitu $BER < 2 \times 10^{-4}$ pada W atau X) dapat diperoleh sensitivitas penerima (daya minimum) dan rentang dinamisnya (selisih antara daya maksimum dan minimum).

g. Linieritas

Linieritas pemancar dapat dikarakterisasi dari redaman pada bagian tepian atau bahu spektrum sinyal (shoulder attenuation). Setelah spectrum analyzer dihubungkan pada titik M, dilakukan identifikasi nilai maksimum spektrum. Kemudian dibuat garis lurus yang menghubungkan titik-titik pengukuran pada 300 kHz dan 700 kHz dari tepi atas dan tepi bawah spektrum. Tambahkan garisgaris paralel terhadap kedua garis yang telah dibuat lebih dulu, sedemikian hingga nilai spektrum tertinggi dalam setiap rentang dilewati oleh garis-garis paralel tersebut. Kemudian kurangkan nilai daya pada bagian tengah garis paralel, yaitu pada 500 kHz dari tepi bawah dan atas spektrum, dari nilai maksimum. Hasilnya adalah redaman bahu pada tepi bawah dan atas. Dari kedua nilai tepi bawah dan atas, ambil yang terburuk sebagai redaman bahu keseluruhan.

h. Efisiensi daya

Efisiensi daya didefinisikan sebagai rasio daya output DVB terhadap konsumsi daya total pemancar, mulai tahap input TS sampai output RF termasuk yang dikonsumsi oleh perangkat pendukung seperti kipas angin, transformator, dan sebagainya. Daya output DVB diukur pada titik M pada pemancar, sedangkan konsumsi daya total harus dihitung dari spesifikasi subsistem yang menyusun pemancar.

i. Bit Error Rate

Bit Error Rate adalah laju kesalahan bit yang terjadi dalam sistem transmisi digital, dimana besaran ini merupakan ukuran kualitas sinyal dalam sistem komunikasi digital. BER dihitung dengan perbandingan antara jumlah bit yang diterima salah dengan jumlah total bit yang diterima. Pengukuran BER ini spesifik hanya pada sistem komunikasi digital dan diukur pada level baseband.

j. Signal to Noise Ratio

SNR merupakan perbandingan antara kekuatan sinyal dengan kekuatan derau. Nilai SNR dipakai untuk menunjukkan kualitas jalur (medium) koneksi. Makin besar nilai SNR, makin tinggi kualitas jalur (medium) koneksi. Artinya, makin besar pula kemungkinan jalur itu dipakai untuk lalu lintas komunikasi data dan sinyal dalam kecepatan. Jadi, semakin besar ataupun tinggi nilai SNR, maka semakin baik. Satuan ukuran SNR adalah dalam decibel (dB). Berikut rumus untuk mencari SNR, yaitu :

$$\text{SNR}_{(\text{dB})} = P_{\text{signal}} - P_{\text{noise}}$$

Keterangan :

P_{signal} = kekuatan sinyal

P_{noise} = kekuatan noise (derau)