

Sejarah Televisi

Sebelum membahas lebih jauh mengenai apa itu televisi digital, sudah menjadi hal yang lumrah jika kita terlebih dahulu akan membicarakan sejarah dari sebuah kotak ajaib bernama televisi. Mungkin sebagian dari kita akan menertawakan pembahasan mengenai sejarah televisi ini. Sebab memang "sejarah", bagi masyarakat Indonesia, tidak lagi indah didengarkan. "Sejarah" dari segala sesuatu telah dikalahkan oleh berbagai macam persoalan ekonomi yang menghimpit.

Sedikit pengetahuan sejarah televisi akan membuat kita lebih paham mengenai tujuan dari adanya televisi. Mengetahui sejarah televisi terlebih dahulu sebelum membahas televisi digital, akan membuat kita mengetahui tujuan dari siaran televisi. Sehingga kita bisa lebih cerdas dalam memilih *channel* televisi. Pengetahuan sejarah televisi menjadikan kita penonton televisi sejati, "bukan budak televisi".

I. Sejarah Televisi Dunia

A. Sebelum Perang Dunia II

Sejarah televisi dimulai sejak sebelum Perang Dunia II meletus. Tepatnya pada tahun 1926, saat **John Logie Baird** melakukan demonstrasi cara menampilkan gambar hasil rekaman pada sebuah layar. Demonstrasi televisi pertama ini dilakukan di London dan mampu menampilkan gambar wajah manusia, tetapi

Sejarah Televisi Dunia

belum berupa gambar bergerak. Baird pun terus mengembangkan penemuannya dengan berbagai model televisinya.

Satu tahun kemudian, pada tahun 1927, seorang Rusia bernama **Leon Theremin**, berhasil menayangkan gambar dengan resolusi lebih tinggi. Pada tahun yang sama, John Logie Baird berhasil menayangkan gambar dengan resolusi 30 baris. Maka Leon Theremin berhasil menayangkan gambar dengan resolusi sebesar 100 baris. Masih pada tahun yang sama, seorang ilmuwan dari Amerika bernama **Herbert E. Ives** berhasil menayangkan sekaligus mengirimkan gambar tersebut melalui kabel.



Gambar 1.1. Televisi Baird model C tahun 1928

(Sumber: <http://www.tvhistory.tv/1928-Baird-ModelC.JPG> atau <http://goo.gU9xa6lh>)

Herbert E. Ives berhasil merekam gambar bergerak, kemudian mengirimkan hasil rekamannya dari Washington D.C. untuk ditayangkan di New York. Ia juga berhasil mengirimkan gambar melalui gelombang radio dari Whippany, New Jersey untuk ditayangkan di kota yang sama yaitu New York. Tayangan ini mampu menghasilkan 18 frame gambar per menit dengan resolusi 50 baris.

Kedua contoh model televisi pertama, atau bisa juga kita sebut sebagai televisi perintis, bukan satu-satunya televisi yang coba dikembangkan oleh para teknisi dan insinyur saat itu. Ada beberapa pionir televisi lainnya yang tidak disebutkan di buku ini. Yang penting untuk diketahui adalah semua televisi

perintis yang dikembangkan hingga tahun 1930 masih menggunakan prinsip kerja **Cakram Nipkow**.

Sistem kerja Cakram Nipkow ini diperkenalkan pada tahun 1884, oleh seorang ilmuwan berkebangsaan Jerman bernama **Paul Nipkow**. Prinsip kerja cakram Nipkow ini adalah merekam sebuah objek kemudian memunculkan gambar hasil rekaman tersebut pada sebuah layar, dengan media cakram atau piringan. Pada permukaan Cakram ini diberikan lubang dengan pola spiral.

Melalui lubang ini, berkas-berkas cahaya akan dilewatkan menuju ke sebuah gambar atau objek. Kemudian dari objek, berkas cahaya akan diteruskan ke sebuah cell elektronik. Cell ini kemudian mengubah berkas-berkas cahaya tadi menjadi sinyal elektronik. Selanjutnya, sinyal elektronik ini akan dihubungkan dengan perangkat penerima sinyal yang juga mempunyai Cakram Nipkow.

Pada perangkat penerima sinyal, Cakram Nipkow memiliki arah putaran dan kecepatan putar yang sama dengan cakram pada perangkat perekam gambar. Posisinya juga sama, yaitu di depan sebuah sumber cahaya yang menembakkan berkas ke arah cakram, lalu diteruskan ke sebuah layar. Kuat dan lemahnya berkas cahaya ini ditentukan oleh sinyal elektronik dari perangkat pertama. Jika kedua cakram berputar dengan cepat maka sebuah citra gambar akan terbentuk pada layar. Pada masa Nipkow, ide cemerlang seperti ini masih sulit diwujudkan, karena keterbatasan bahan dan alat.



Gambar 1.2. Transmitter dengan cakram Nipkow buatan Baird

(Sumber: <http://www.tvhistory.tv/1926-Baird-Transmitter.JPG> atau <http://goo.gl/pwTgwe>)

Perkembangan televisi menjadi sangat pesat ketika tabung sinar katoda mulai digunakan pada perangkat ini. Penggunaan **Cathode Ray Tube (CRT)** ini dianggap lebih efektif dan efisien. Prinsip kerjanya yang menggunakan semburan elektron, hanya membutuhkan sedikit perangkat, sehingga bisa meminimalkan bentuk dari perangkat televisi.

Mulai digunakannya CRT tidak menyuntikkan penggunaan prinsip lain Cakram Nipkow. Bahkan kedua metode ini (Cakram Nipkow dan CRT) menjadi dasar pengembangan televisi selanjutnya.

Fungsi televisi secara utuh baru bisa dirasakan oleh banyak orang (meskipun belum sempurna) pada tahun 1936, saat Olimpiade Berlin berlangsung. Sama pertandingan di kota Berlin dan Leipzig bisa disaksikan secara langsung oleh penonton di beberapa negara. Setahun sebelum siaran langsung pertama ini mulai bermunculan stasiun televisi di beberapa negara.

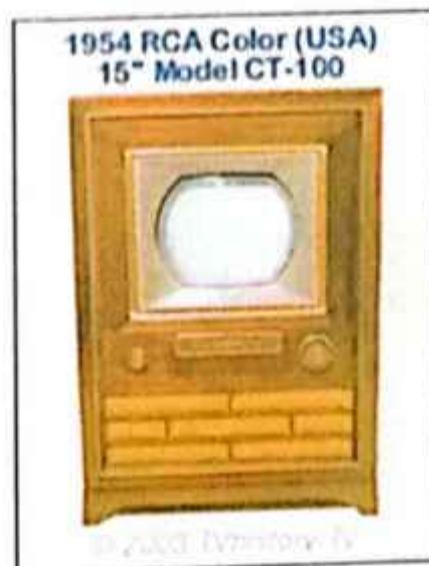
Pada bulan Maret 1935, muncul sebuah stasiun televisi di Berlin. Disusul kemudian oleh stasiun televisi yang muncul di Paris pada bulan November tahun yang sama. Kedua stasiun ini mampu menghasilkan gambar televisi dengan resolusi 180 lines dan menghasilkan 25 frames per detik. Mulai di tahun ini televisi terus mengalami perkembangan di beberapa negara dalam hal resolusi dan bentuk. Sampai akhirnya terhenti di tahun 1941, disebabkan oleh meletusnya Perang Dunia ke-2. Selama perang terjadi kabar mengenai perkembangan televisi tidak terdengar lagi.

B. Sesudah Perang Dunia II

Perang yang menyebabkan jutaan orang terbunuh ini, setelah selesai ternyata membawa banyak perubahan. Inovasi teknologi semakin maju dengan pesat. Kemajuan ini tidak bisa dilepaskan dari upaya untuk membangun kembali peradaban yang rusak akibat perang. Kemajuan teknologi ini juga merupakan imbas dari penelitian dan pengembangan berbagai macam ilmu pengetahuan semasa perang, dengan tujuan awal untuk memenangkan perang.

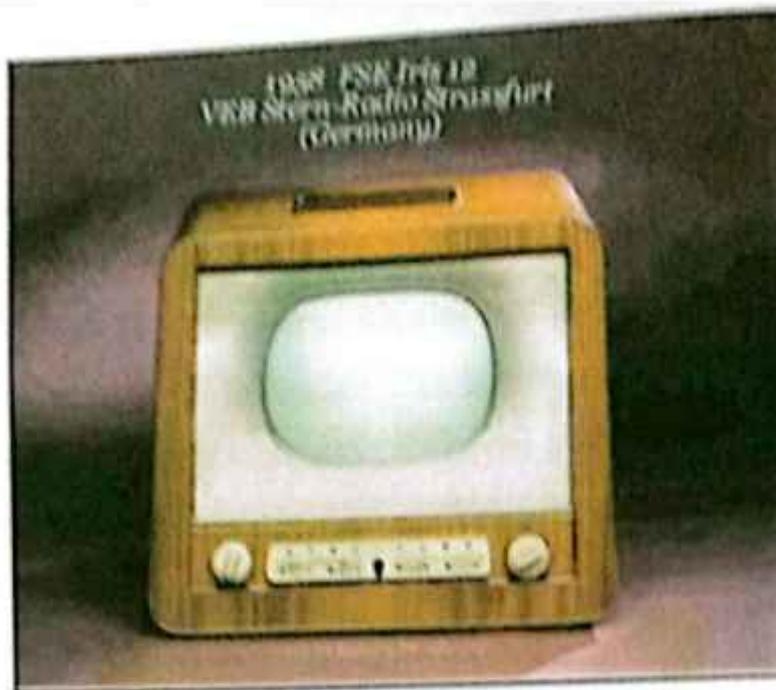
Setelah perang usai, perkembangan televisi mulai muncul kembali. Bahkan dengan kualitas gambar yang jauh meningkat. Pada tahun 1952, sebagian besar negara Eropa telah menetapkan standar resolusi televisi yang sama, yaitu 625 lines dan 50 frames per detik.

Pada tahun 1953, penonton televisi jumlahnya juga semakin bertambah. Di Amerika Serikat (AS), tercatat 23.233.000 rumah telah memiliki televisi dan bisa melihat siaran televisi. Pada tahun ini pula muncul satu set televisi berwarna di AS, dari kelompok usaha RCA Electronics. Mulai di tahun 1950-an ini televisi mulai diminati di beberapa negara dan diproduksi di banyak tempat. Seperti di Jepang, Perancis, Inggris, Republik Ceko dan negara lainnya.



Gambar 1.3. Televisi warna pertama produksi massal oleh RCA Electronics di AS
(Sumber: <http://www.tvhistory.tv/1954-RCA-CT100-color.JPG> atau <http://goo.gU/tU3zJO>)

Setelah tahun 1950-an, perkembangan televisi jauh melampaui imajinasi manusia saat itu. Tahun 1960-an perkembangan televisi memasuki masa keemasan. Jika sebelumnya, siaran televisi hanya menggunakan gelombang radio saja. Maka di tanggal 23 Juli 1962, siaran langsung pertama menggunakan sinyal satelit berhasil dilakukan. Siaran ini menghubungkan Inggris dan Amerika Serikat secara langsung. Apa yang terjadi di AS, bisa secara langsung oleh orang Inggris, dan sebaliknya, melalui satelit **Telstar**.



Gambar 1.4. Televisi buatan Jerman tahun 1958

(Sumber: <http://www.tvhistory.tv/1950-1959.htm> atau <http://goo.gl/PxJ23s>)

Sejak saat itu, televisi dianggap sarana paling tepat dan cepat untuk menyebarkan berbagai berita ke seluruh dunia. Sejak saat itu juga, dimulailah era dimana "dunia bisa dengan mudah dilipat". Sebuah era dimana seluruh dunia bisa diakses dengan mudah hanya dari satu tempat saja. Seperti yang ditulis oleh Yasraf Amir Piliang dalam bukunya "Dunia yang Dilipat: Tamasya Melampaui Batas-batas Kebudayaan". Manusia mulai dengan mudah menyebarkan budaya dan gagasannya ke seluruh dunia. Budaya dan gagasan yang tersebar ini bisa berupa kebaikan maupun keburukan.

Dimulainya era satelit tahun 1960-an, menjadikan televisi bukan hanya sarana untuk menjual hiburan saja. Televisi juga digunakan untuk menyebarkan paham politik dan propaganda.

Perangkat televisi sendiri mengalami berbagai macam pengembangan. Mulai dari perubahan bentuk hingga perubahan kualitas gambar. Sampai saat ini, televisi telah mengalami berbagai macam evolusi. Pengembangan paling baru adalah munculnya televisi plasma dengan dimensi sangat tipis dan kemunculan Televisi DVB (*Digital Video Broadcasting*) dengan kualitas gambar HD (*High Definition*), yang akan kita bahas panjang lebar di dalam buku ini.



Gambar 1.5. Televisi buatan Brazil tahun 1959

(Sumber: <http://www.tvhistory.tv/1950-1959.htm> atau <http://goo.gUPxJ23s>)

C. Sejarah Televisi Indonesia

Siaran televisi pertama kali di Indonesia, justru tidak dimulai oleh TVRI, stasiun televisi pertama Indonesia yang akan mendominasi siaran TV di negeri ini selama lebih dari dua dekade. Siaran televisi pertama Republik Indonesia terjadi di tahun 1955, beberapa tahun sebelum TVRI berdiri. Siaran pertama televisi di Indonesia ini, terjadi pada acara peringatan 200 tahun kota Yogyakarta. Siaran pertama ini menggunakan pesawat televisi yang didatangkan dari Uni Soviet.

Beberapa tahun setelah siaran televisi pertama ini, Menteri Penerangan, R. Maladi, membuat surat keputusan untuk pembentukan panitia persiapan pengadaan siaran televisi di tahun 1961. Persiapan ini, waktu itu, juga menjadi bagian dari persiapan penyelenggaraan Asian Games 1962. Beberapa hari sebelum pembukaan Asian Games, dilakukan siaran percobaan pada peringatan Hari Kemerdekaan tanggal 17 Agustus 1962, di Jakarta.

Kemudian pada tanggal 24 Agustus 1962, digelar pembukaan Asian Games ke-4 di Jakarta. Saat itu tepat pukul 14.30, masyarakat di Jakarta menjadi saksi

siaran televisi pertama di Indonesia, dalam liputan pembukaan Asian Games ke-4 di Gelora Bung Karno. Hari tersebut juga ditetapkan sebagai hari lahirnya Televisi Republik Indonesia (TVRI), meskipun pada saat siaran ini berlangsung, belum terbentuk lembaga bernama TVRI. Siaran TV pertama ini dijalankan oleh Divisi Televisi dari Biro Pengelola Radio dan Televisi.

Di tanggal 20 Oktober 1963, susunan organisasi TVRI baru terbentuk dan segera beroperasi saat itu juga. Pada tahun pertama TVRI beroperasi, sebanyak 10.000 pesawat televisi telah dimiliki oleh rakyat Indonesia. Sejak saat itu, siaran televisi terus mengalami perkembangan. TVRI menjadi stasiun televisi tunggal pemilik izin siaran nasional di masa itu hingga tahun 1999.

Pada tahun 1976, perkembangan televisi di Indonesia semakin meningkat. Perkembangan ini tak lepas dari peluncuran satelit Palapa A1 di tahun itu. Dengan Sistem Komunikasi Satelit Domestik (SKSD), Satelit Palapa A1 ini membuat siaran TVRI mampu menjangkau seluruh wilayah Indonesia.

Siaran tunggal TVRI ini berakhir setelah lima stasiun televisi swasta mendapatkan izin siaran pada tahun 1999. Mereka adalah Trans TV, Metro TV, Global TV, Lativi, dan TV7. Gaung TVRI semakin lama terus tergerus oleh televisi swasta. Kekuatan finansial TV swasta yang mengandalkan iklan komersial, membuatnya semakin kuat. Banyak peralatan penyiaran terbaru, mampu dibeli oleh stasiun televisi swasta, sehingga kualitas gambar yang diterima oleh pemirsa pun lebih baik.

Jumlah penonton siaran televisi swasta yang terus meningkat, membuat rumah-rumah produksi (*Production House*, PH) berlomba membuat berbagai macam acara televisi. Saat buku ini ditulis, telah ada banyak sekali acara televisi dengan beragam jenis dan kualitasnya. **Ada acara televisi yang bagus kualitas dan efeknya terhadap moral dan kecerdasan masyarakat.** Artinya membuat masyarakat yang menonton acara tersebut, menjadi **cerdas, baik perilakunya, dan memikirkan masa depannya.**

Selain itu, ada juga **acara televisi yang buruk kualitas dan efeknya terhadap moral dan kecerdasan masyarakat.** Artinya membuat masyarakat

Keberhasilan sistem MUSE di Jepang, turut mempengaruhi dinamika televisi di Amerika Serikat. Pada tahun 1987, Konggres AS membuka kesempatan pada beberapa pengembangan, untuk berlomba menemukan sistem televisi digital yang lebih baik dari MUSE di Jepang. Kemudian pada tahun 1996, standar sistem televisi digital di AS ditetapkan. Secara garis besar, cara kerjanya tidak berbeda dengan MUSE, tetapi telah mengalami banyak penyempurnaan. Sehingga kualitasnya jauh lebih baik daripada MUSE di tahun 1980-an.

definition Television).

Prinsip kerja dari riset ini adalah untuk menayangkan gambar dengan kualitas sangat baik (*High Definition, HD*) di tayangan televisi, menggunakan sinyal analog yang digunakan oleh televisi pada umumnya. Para teknisi NHK kemudian meluncurkan sebuah sistem bernama *MUSE (Multiple sub-Nyquist Sampling Encoding)*. Jika dijelaskan secara singkat, maka MUSE ini akan berarti gambar berupa titik-titik digital yang dikompresi lalu dikirimkan melalui sinyal analog dan ditayangkan di pesawat televisi. Penemuan sistem MUSE oleh para ilmuwan Jepang ini kemudian dilanjutkan dengan ditinggalkannya sistem penyiaran televisi yang lama. Stasiun NHK langsung menggunakan sistem MUSE tersebut di era 1980-an, dalam siaran televisi. Sejak saat itulah televisi digital mulai digunakan di Jepang, dengan sebutan *Hi-Vision (High*

riset milik stasiun televisi NHK di Jepang.

Konsep mengenai televisi digital sebenarnya telah muncul sejak tahun 1980-an. Dimulai dengan permintaan masyarakat Jepang untuk meningkatkan kualitas gambar siaran televisi yang mereka terima. Tingginya permintaan ini pun segera mendapat respon dari *NHK Science & Technology Research Laboratories*, sebuah lembaga

2. Sejarah Televisi Digital

kita.

Yang merontok acara tersebut, menjadi bodoh, berperilaku buruk dan hanya memikirkan kesenangan sesaat. Yang harus kita lakukan adalah memilih dengan hati-hati acara televisi mana saja yang baik untuk diri dan keluarga

Televisi digital terus mengalami berbagai macam peningkatan dari sisi kualitas, dari tahun ke tahun. Pada akhirnya beberapa negara telah secara resmi mematikan sistem televisi analog dan beralih ke sistem televisi digital. Amerika Serikat mengaktifkan sistem televisi digital secara penuh di tahun 2009. Disusul kemudian oleh Jepang dan Kanada di tahun 2011. Diperkirakan negara pengguna televisi digital akan terus meningkat jumlahnya.

Di Indonesia, siaran televisi digital telah dimulai sejak tahun 2008. Sejak tahun ini, diadakan **soft launching** siaran televisi digital di studio TVRI. Siaran uji coba ini hanya menjangkau wilayah Jabodetabek. Setelah uji coba pertama ini, lalu muncul berbagai macam uji coba berikutnya. Rangkaian uji coba ini menjadi lengkap setelah dikeluarkannya Peraturan Menkominfo Nomor 39. Peraturan ini menjadi dasar atau ditetapkannya perencanaan **switch off** (mematikan) siaran TV analog secara nasional di tahun 2018, untuk digantikan dengan siaran televisi digital.

BAB II

Transisi Analog ke Digital

Jika berbicara tentang transisi dari analog ke digital, maka kita akan mulai membahas mengenai perbedaan antara televisi analog dan televisi digital. Letak perbedaan kedua jenis hasil kebudayaan modern ini, ada pada proses pengiriman gambar dari stasiun televisi menuju ke perangkat televisi.

Televisi analog menggunakan frekuensi analog untuk mengirimkan gambar, sementara televisi digital menggunakan sinyal digital. Kedua jenis sinyal ini memiliki perbedaan yang signifikan dalam hal kualitas. Sinyal digital semakin diakui memiliki efisiensi yang lebih tinggi. Kita awali pembahasan transisi teknologi ini dengan mengenal cara kerja televisi analog terlebih dahulu.

I. Mengetahui Televisi Analog

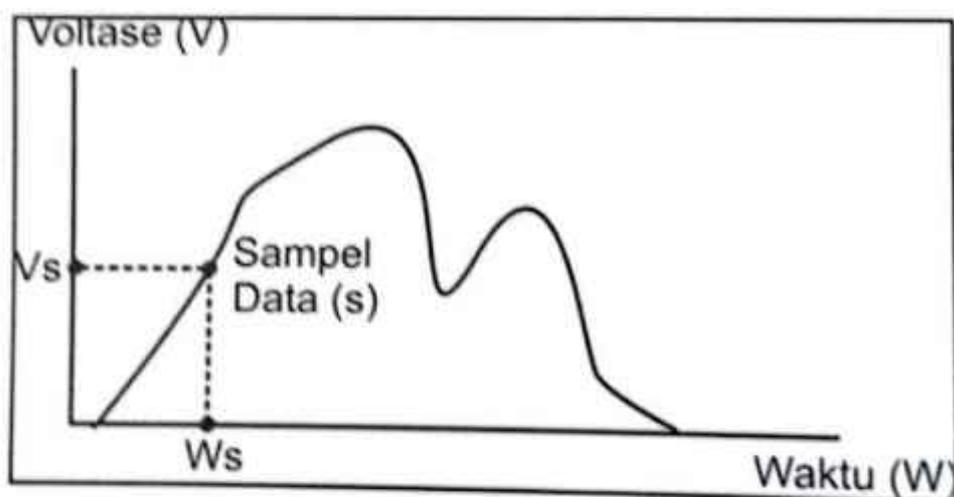
Prinsip dasar mengenai cara kerja televisi telah dibahas di bab I sebelumnya. Kini kita akan langsung menuju pada cara kerja pengiriman gambar pada televisi analog. Secara garis besar, pengertian televisi analog adalah televisi yang proses pengiriman gambarnya menggunakan sinyal analog. Maka untuk memahami mengenai cara kerja televisi analog, pertama kali yang harus kita pelajari ialah sinyal analog itu sendiri.

A. Sinyal Analog

Sebelum lahirnya era digital, semua perangkat elektronik buatan manusia menggunakan sinyal analog dalam operasinya. Oleh karena itu, ada baiknya bila kita sedikit membahas mengenai sinyal analog, sebagai langkah awal untuk menuju ke pembahasan sinyal digital dan televisi digital selanjutnya.

Sinyal analog memiliki beberapa definisi atau pengertian, salah satunya adalah sinyal yang sangat tergantung pada tinggi rendahnya frekuensi dan terus berfluktuasi searah dengan Bergeraknya waktu. Jika frekuensi terganggu oleh suatu hal, seperti cuaca, maka kekuatan sinyal juga akan menurun.

Ketika dihubungkan dengan aktivitas gelombang televisi, maka saat frekuensi gelombang siaran televisi sedang menurun karena gangguan cuaca, maka kualitas sinyal televisi pun menurun. Masalah sinyal ini akan berpengaruh pada kualitas gambar yang diterima. Untuk memperjelas pembahasan ini, kita lihat kurva di bawah ini.



Gambar 2.1. Diagram sinyal analog

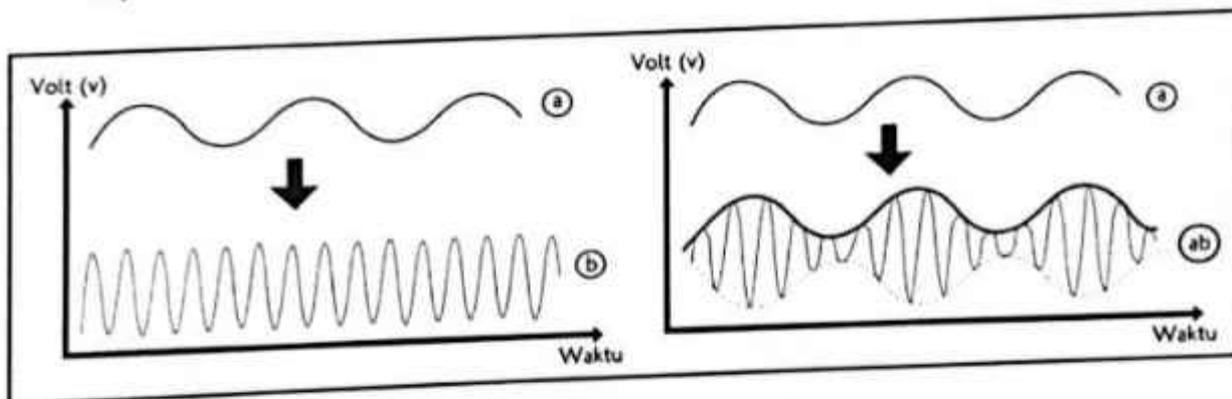
Dengan kata lain, sinyal analog adalah sinyal yang terus mengalami fluktuasi searah dengan waktu yang terus bergerak. Atau bisa disebut dengan sinyal **sinusoidal** (memiliki getaran naik dan turun secara terus-menerus). Sifat ini bisa dilihat di Gambar 2.1, di mana kekuatan signal dalam dunia elektronik diartikan sebagai voltase atau tegangan dengan satuan **Volt (v)**. Voltase pada gambar

tersebut terus berfluktuasi searah dengan **Waktu**. Sinyal ini bisa membawa suara (audio), gambar bergerak (video) (selanjutnya disebut dengan **sinyal data analog**).

Sinyal berisi informasi tersebut bisa dikirimkan kepada orang atau instansi lain yang berada di tempat jauh. Untuk melakukannya, kita harus menumpangkan sinyal data analog ini pada sebuah **sinyal frekuensi tinggi** lainnya. Karena fungsinya sebagai pembawa atau pengirim sinyal data, maka sinyal frekuensi tinggi ini sering disebut sebagai **sinyal pembawa (carrier)**. Proses pengiriman sinyal data analog dengan menumpangkannya pada sinyal *carrier*, dalam dunia elektronika disebut dengan **Modulasi**.

B. Modulasi AM dan FM

Ada dua cara untuk melakukan modulasi sinyal data analog. **Pertama**, dengan memanfaatkan amplitudo sinyal *carrier* (pembawa). Cara ini diberi nama **Amplitudo Modulation (AM)**.



Gambar 2.2. Modulasi AM

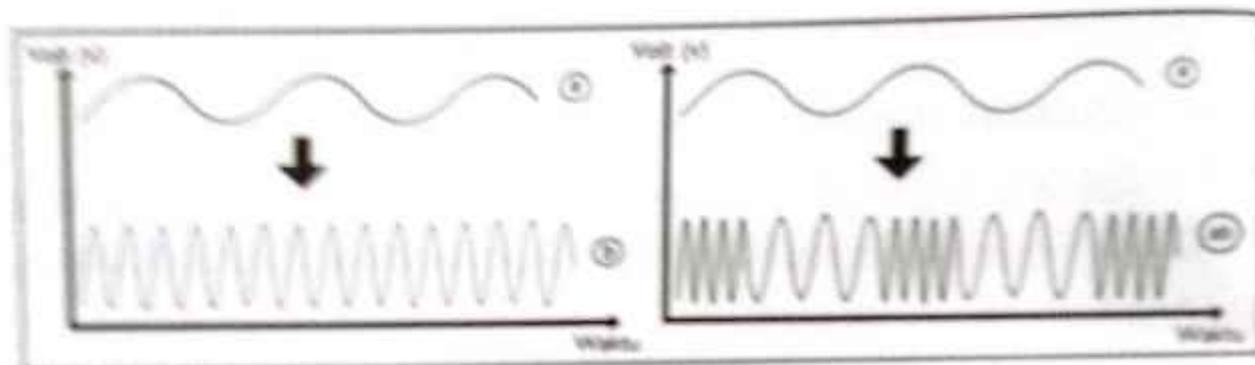
Keterangan Gambar 2.2:

- ☑ Sinyal a = sinyal analog yang akan dikirimkan dengan modulasi.
- ☑ Sinyal b = Sinyal pembawa.
- ☑ Sinyal ab = Sinyal hasil modulasi AM.
- ☑ Amplitudo = Simpangan terjauh atau jauhnya gerak naik turun yang bisa dicapai oleh sebuah gelombang sinusoidal.

Di saat amplitudo sinyal analog yang dimodulasi mengalami penurunan, maka amplitudo sinyal carrier juga mengalami penurunan. Begitu juga sebaliknya.

Salah satu kelemahan yang paling banyak dirasakan dari modulasi AM, ialah mudah mengalami gangguan transmisi. Petir menjadi gangguan yang paling sering terjadi. Sambaran petir membuat amplitudo sinyal carrier dan sinyal analog yang dibawanya menjadi terganggu.

Metode modulasi kedua, dengan menumpangkan sinyal analog pada frekuensi sinyal carrier. Cara kedua ini disebut juga dengan *Frequency Modulation (FM)*.



Gambar 2.3. Modulasi FM

Keterangan Gambar 2.3:

- Ⓐ Sinyal a = sinyal data analog yang akan dikirimkan dengan modulasi.
- Ⓑ Sinyal b = Sinyal pembawa.
- Ⓒ Sinyal ab = Sinyal hasil modulasi AM.
- Ⓓ Frekuensi = Banyaknya gelombang yang dapat ditempuh dalam satu detik.
- Ⓔ Di saat amplitudo sinyal analog yang dimodulasi mengalami penurunan, maka frekuensi sinyal carrier juga mengalami penurunan. Begitu juga sebaliknya.

Pada perkembangan selanjutnya, gelombang FM ini paling sering digunakan dalam berbagai macam transmisi sinyal. Gangguan-gangguan alami seperti petir hanya akan mengganggu amplitudo gelombang. Tetapi tidak terlalu berpengaruh pada frekuensi gelombang. Oleh karena itu, sinyal data analog yang dibawa AM

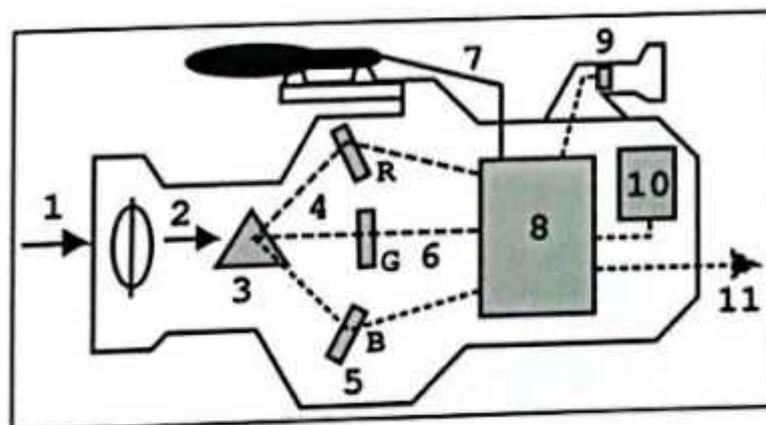
dimodulasi dengan gelombang FM bisa tetap dinikmati oleh penerima, meskipun cuaca sedang buruk.

C. Cara Kerja Televisi Analog

Televisi analog menjadi pembahasan selanjutnya setelah kita mengenal sinyal analog dan modulasinya secara sederhana. Cara kerja televisi analog yang akan dibahas di subbab ini, juga tidak akan panjang lebar. Kita akan membahas mengenai prinsip kerja televisi analog saja. Membahas televisi analog tidak berbeda dengan sinyal analog. Sebab sinyal analog digunakan untuk mengirimkan gambar dan suara televisi analog.

Kerja televisi analog dimulai dari sebuah kamera. Alat ini bertugas merekam gambar dan suara dari sebuah objek yang akan ditayangkan atau disebarkan dari stasiun televisi. Pada awal kemunculannya, kamera yang digunakan masih bersifat analog. Artinya, gambar dan suara direkam dengan cara analog.

Secara garis besar, kamera analog bekerja dengan merekam sebuah objek, kemudian mengubah cahaya yang terekam menjadi sinyal elektronik. Sinyal elektronik inilah yang akan membuat kamera tersebut disebut dengan kamera analog. Kamera analog akan menghasilkan sinyal analog untuk mengirimkan gambar dan suara yang direkamnya.



Gambar 2.4. Cara kerja kamera analog

Keterangan Gambar 2.4:

- ☑ Nomor 1 = Lensa kamera, tempat pertama kali berkas cahaya pembentuk gambar masuk ke dalam kamera.

- ☑ Nomor 2 = Berkas Cahaya yang telah mengalami pembesaran atau pengecilan ukuran oleh lensa.
- ☑ Nomor 3 = Prisma digunakan untuk memisahkan komponen warna pembentuk gambar. Berkas cahaya dari lensa akan dipisahkan menjadi tiga warna dasar, yaitu **Red** (Merah), **Green** (Hijau), dan **Blue** (Biru), selanjutnya disebut dengan **RGB**.
- ☑ Nomor 4 = Berkas cahaya yang telah terpisah menjadi tiga warna dasar RGB.
- ☑ Nomor 5 = **CCD (Charge Coupled Device)**, sebuah chips yang akan mengubah berkas cahaya menjadi sinyal elektronik. Tiap berkas memiliki tegangan (voltase) berbeda. Terdapat 3 buah CCD untuk masing-masing warna dasar RGB, seperti tampak pada gambar.
- ☑ Nomor 6 = Sinyal elektronik yang dihasilkan oleh tiga buah CCD, yaitu 3 buah sinyal untuk masing-masing warna RGB.
- ☑ Nomor 7 = Mikrofon, untuk merekam suara dan mengubahnya menjadi sinyal elektronik.
- ☑ Nomor 8 = Pemroses Sinyal, bagian ini bertugas untuk memproses sinyal gambar dari CCD dan sinyal suara dari mikrofon. Pada kamera analog standar, pemrosesan sinyal akan terbagi menjadi 3 (tiga).
- ☑ Nomor 9, 10, dan 11 = Tiga buah sinyal yang dihasilkan dari pemroses sinyal. Satu sinyal akan dialirkan ke lubang pengamat atau view finder (nomor 9). Sinyal nomor 10 akan dialirkan ke media penyimpan (video tape, hardisk, dan lain-lain). Sinyal nomor 11 adalah sinyal gambar dan suara yang ditransmisikan ke seluruh pesawat televisi.
- ☑ Output atau kabel nomor 11, berisi sinyal suara dan gambar yang akan ditransmisikan. Sinyal gambar akan dimodulasi dengan sinyal AM dan sinyal suara akan dimodulasi dengan sinyal FM.

Sinyal analog nomor 11 (Gambar 2.4), membuat kita bisa menyaksikan berbagai macam tayangan tingkah polah manusia di televisi. Sebab sinyal analog akan dipancarkan ke semua pesawat televisi yang berada di setiap rumah. Sinyal dari pemancar televisi kemudian diterima oleh antena penerima dan diteruskan menuju ke televisi.

Di dalam pesawat televisi, sinyal tersebut akan diteruskan ke Amplifier, untuk memisahkan sinyal gambar dan suara, dengan gelombang pemodulasinya. Kemudian sinyal gambar dan suara akan diteruskan ke pemroses sinyal.

Keterangan Gambar 2.3:

- ☑ **Nomor 1** = Sinyal analog yang ditransmisikan, diterima oleh antena. Kemudian dari antena penerima, akan diteruskan ke sebuah komponen bernama *Tuner*.
- ☑ **Nomor 2** = Di dalam *Tuner*, sinyal televisi analog yang berasal dari beberapa *channel* televisi, akan dipisahkan satu sama lain dan dimunculkan sesuai dengan permintaan penonton televisi saat mengganti *channel* TV.
- ☑ **Nomor 3** = Setelah penonton memilih *channel* TV, maka sinyal dari *channel* televisi pilihan tersebut, selanjutnya akan dialirkan menuju amplifier (nomor 4).
- ☑ **Nomor 4** = *Intermediate Frequency (I-F) Amplifier*, sebuah alat yang bertugas untuk menguatkan sinyal yang keluar dari Tuner.
- ☑ **Nomor 5** = Setelah itu sinyal analog televisi akan dialirkan menuju ke sebuah alat bernama Video Detector untuk dipisahkan antara sinyal suara dengan sinyal gambar.
- ☑ **Nomor 6** = Di dalam *Video Detector*, sinyal gambar akan dialirkan menuju ke electron gun, sementara sinyal suara akan dialirkan menuju speaker.
- ☑ **Nomor 7** = Sinyal gambar dialirkan menuju ke electron gun.
- ☑ **Nomor 8** = Electron gun menembakkan berkas elektron menuju ke layar televisi.

- ☑ **Nomor 9** = Sinyal suara dialirkan menuju ke speaker untuk diubah menjadi suara yang kita dengar bersama dengan gambar di layar televisi.
- ☑ **Nomor 10** = Sinyal gambar diubah menjadi gambar di layar televisi berlapis fosfor berwarna RGB (untuk televisi berwarna).

Penjelasan singkat mengenai cara kerja televisi analog ini cukup memberikan gambaran kepada kita, bagaimana proses penayangan gambar pada televisi analog. Mulai dari gambar direkam dengan kamera analog, hingga sinyal gambar ditransmisikan ke pesawat televisi di banyak tempat.

Kelemahan penyiaran televisi analog terletak pada kestabilan pengiriman sinyal gambar dan suara. Seperti telah dibahas pada subbab tentang sinyal analog sebelumnya. Sinyal analog mudah terganggu oleh cuaca, maka demikian juga dengan siaran televisi analog. Gambar dan suara televisi analog seringkali terganggu jika di luar rumah cuaca sedang buruk, atau jika letak rumah jauh dari jangkauan pemancar stasiun TV.

2. Mengenal Sinyal Digital

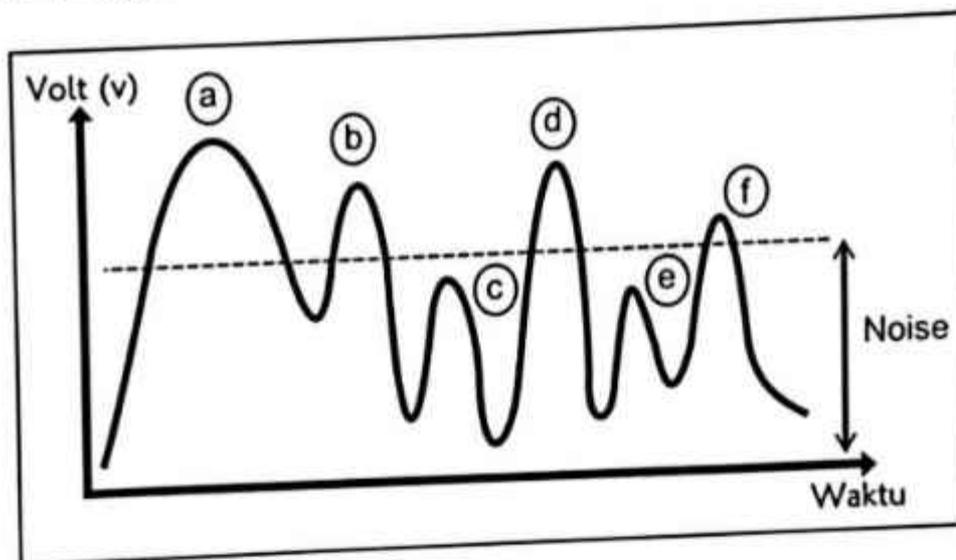
Cara kerja televisi digital sebenarnya tidak banyak perbedaannya dengan televisi analog. Letak perbedaan keduanya, hanya pada jenis sinyal yang digunakan saja. Televisi digital menggunakan sinyal digital yang ditransmisikan, sementara televisi analog menggunakan sinyal analog. Maka pada perkenalan kita dengan televisi digital kali ini, akan diawali dengan membahas apa itu sinyal digital. Sebab, tanpa memahami sinyal digital dan cara kerjanya, kita akan mengalami sedikit kesulitan saat mempelajari konsep televisi digital.

A. Sinyal Digital

Berbeda dengan sinyal analog yang selalu berubah dari waktu ke waktu. Sinyal digital tidak mengalami perubahan dari waktu ke waktu, sebab hanya memiliki dua kemungkinan, ada (bernilai 1) dan tidak (bernilai 0). Nilai 1 menandakan adanya sinyal elektrik yang ditransmisikan. Sementara nilai 0 berarti tidak ada sinyal yang ditransmisikan.

Jika pada sinyal analog, nilai v (voltase) selalu berubah di setiap detiknya. Maka sinyal digital memiliki nilai v sebesar 1 atau 0 pada setiap detik. Sehingga sinyal digital lebih tahan terhadap gangguan atau noise. Perlu diingat, bahwa setiap kali ada pengiriman atau transmisi sinyal, selalu ada noise yang terjadi. Banyak hal menjadi penyebab munculnya noise, salah satunya, jarak antar transmisi berlainan yang terlalu dekat.

Di dunia saat ini, ada banyak sekali transmisi sinyal yang terjadi tiap harinya. Mulai dari transmisi sinyal televisi, radio, hingga sinyal *broadband* internet. Bisa saja dalam satu wilayah terdapat ratusan transmisi berbagai macam sinyal yang saling berdesakan. Sehingga, saat ini, noise tidak bisa dihindari lagi dalam proses transmisi sinyal.



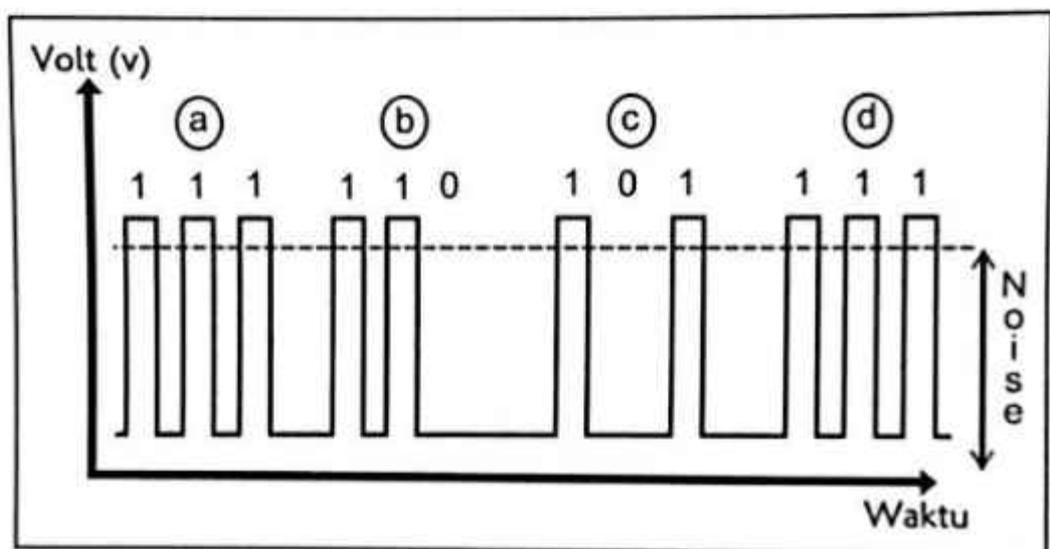
Gambar 2.6. Sinyal analog dengan noise

Gambar di atas menunjukkan bagaimana sinyal analog mengalami noise ketika ditransmisikan. Noise tidak mengganggu seluruh sinyal yang ditransmisikan. Sebab noise yang terjadi hanya berada pada tingkat atau level tertentu saja. Dari Gambar 2.6, bisa kita lihat beberapa titik sinyal berada di bawah tingkat noise (titik c dan e). Sinyal yang berada di bawah tingkat noise, tidak bisa diterima dengan baik oleh antenna penerima.

Pengaruh noise ini bisa kita rasakan saat kita melihat televisi dengan gambar sangat jernih. Kemudian tiba-tiba gambar mengalami buram selama beberapa

saat. Atau gambar dan suara yang muncul tidak bersamaan di televisi. Jika menemui fenomena seperti ini, pada umumnya, solusi yang kita lakukan adalah mengubah posisi antena dan melakukan *scanning* ulang *channel*. Tindakan ini memang bisa membantu untuk noise ringan. Tetapi jika noise disebabkan oleh cuaca dan gangguan berat lainnya, kita hanya bisa menunggu perbaikan dari stasiun televisi.

Berbeda dengan sinyal analog yang mudah terkena gangguan, sinyal digital lebih kebal dari noise yang terjadi. Penyebabnya, sinyal digital hanya memiliki dua kemungkinan, ada atau tidak ada sinyal. Nilai 1 berarti ada dan nilai 0 berarti tidak ada sinyal (sistem bilangan biner).



Gambar 2.7. Sinyal Digital

Gambar 2.7 di atas menunjukkan bagaimana sinyal digital bekerja. Sinyal digital yang ditransmisikan tidak terganggu oleh noise, karena semua puncak gelombang (nilai 1) berada di atas ambang batas noise. Sedangkan nilai 0 diwakili oleh tidak adanya tegangan.

Bila dilihat dari kedua ilustrasi tadi, telah tampak dengan jelas perbedaan antara sinyal analog dan sinyal digital. Seperti telah disebutkan dalam pembahasan sinyal analog sebelumnya, analog berarti adanya perubahan kekuatan voltase pada setiap detiknya. Maka tidak demikian dengan sinyal digital. Digital memiliki

arti susunan angka-angka. Seperti telah disebutkan di paragraf sebelumnya, sinyal digital adalah sebuah sinyal yang tersusun dari 2 angka atau digit. Angka-angka ini mewakili dua keadaan, yaitu ada sinyal (bernilai 1) dan tidak ada sinyal (bernilai 0).

Sebenarnya sinyal digital bukan pesaing dari sinyal analog, tetapi merupakan penyempurnaan. Oleh karena itu, kita tidak perlu menganggap sistem analog buruk dan tidak mau lagi mempelajari cara kerjanya. Sistem digital memang sedang naik daun sekarang, namun tidak tertutup kemungkinan, pada keadaan darurat kita kembali memerlukan sistem analog.

Pada Gambar 2.7, angka 111, 110, 101, dan 111 merupakan nilai dari sinyal digital yang ditransmisikan. Angka-angka inilah yang disebut dengan bilangan biner. Bilangan biner ini mewakili nilai voltase yang dihasilkan oleh kamera atau alat perekam lainnya. Misalnya saja angka 111 mewakili nilai 7 Volt, atau bisa saja angka 110 mewakili nilai 6 Volt dan seterusnya.

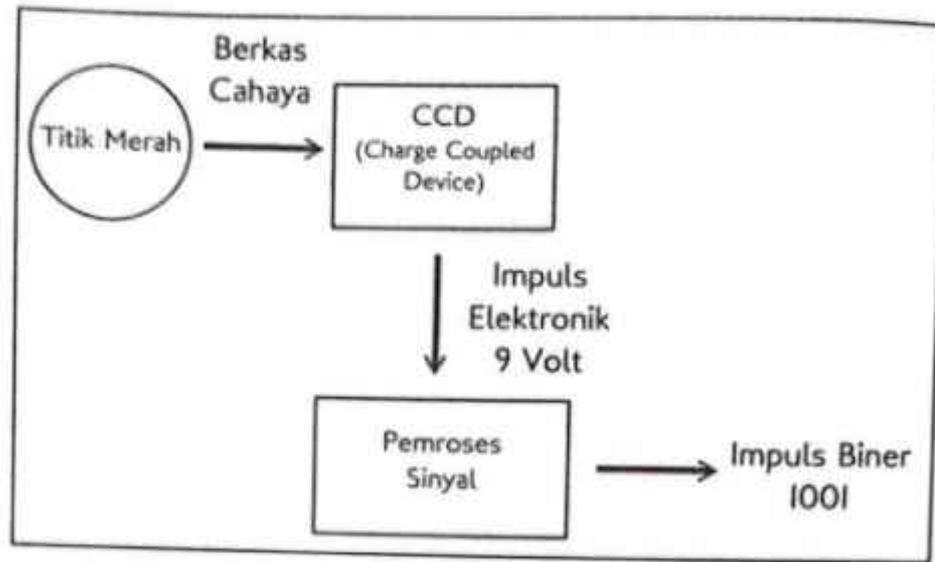
Mungkin kita bertanya-tanya bagaimana bisa nilai 6 volt diubah menjadi 110. Angka 110 ini diperoleh dari hasil konversi bilangan desimal 6 menjadi bilangan biner 110. Mengenai proses konversi bilangan desimal ke bilangan biner ini, akan kita bahas di subbab berikutnya.

B. Bilangan Biner

Kini kita akan mulai membahas mengenai bilangan biner, yang menjadi ruh atau inti dari cara kerja sistem digital. Bilangan biner digunakan untuk memuat nilai impuls listrik yang dihasilkan dari proses perekaman gambar dan suara. Seperti telah dijelaskan pada pembahasan mengenai cara kerja televisi analog, gambar dan suara yang direkam akan diubah menjadi sinyal atau impuls elektronik menggunakan sebuah alat bernama CCD (*Charge Coupled Device*).

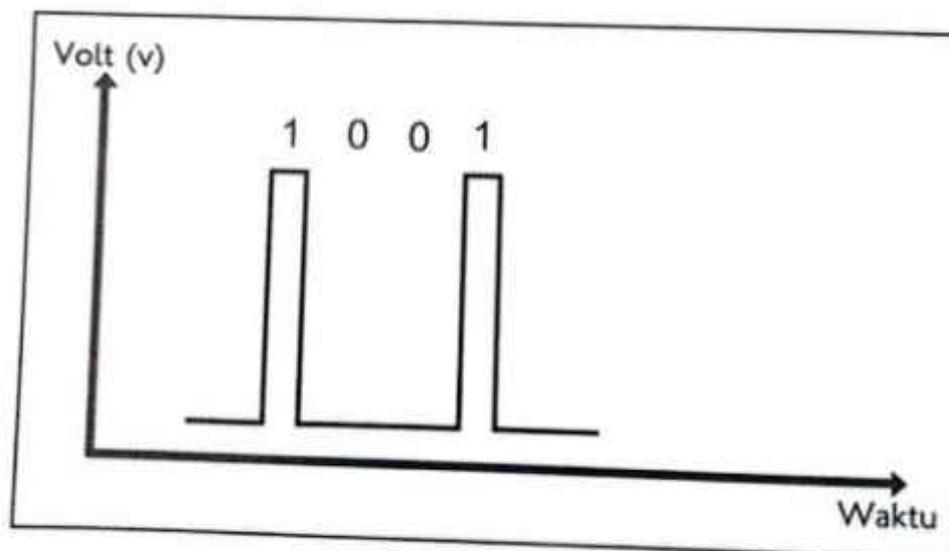
Setiap sinyal elektronik memiliki nilai tertentu untuk setiap titik gambar dan suara. Misalnya saja, sebuah titik berwarna merah terekam kamera. Lalu diproses oleh CCD, sehingga memiliki sinyal elektronik dengan nilai 9 Volt. Maka sinyal

elektronik 9 Volt ini akan diubah menjadi bilangan biner oleh pemroses sinyal menjadi bernilai 1001. Agar lebih jelas, kita perhatikan ilustrasi berikut ini.



Gambar 2.8. Contoh perubahan dari berkas cahaya sebuah objek (titik merah) menjadi impuls biner, di dalam kamera

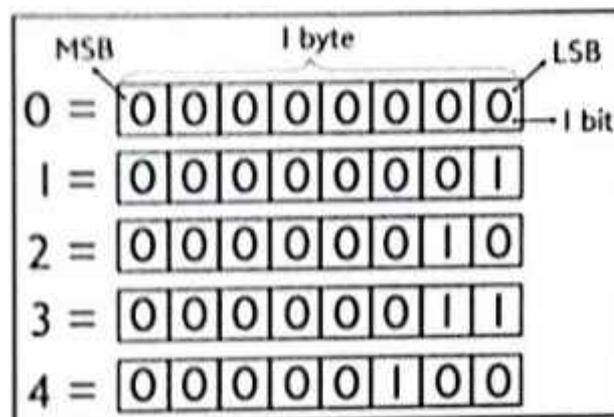
Impuls biner bernilai 1001, ini selanjutnya akan disebut dengan sinyal digit dari sebuah titik berwarna merah yang terekam kamera. Bila digambarkan dalam sebuah diagram, sinyal digital dari sebuah titik merah ini, menjadi seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 2.9. Sinyal digital sebuah titik merah, bernilai 1001

Suatu yang kita bahas tadi, hanya dari sebuah objek berupa titik merah. Pada kenyataannya, sebuah kamera akan merekam banyak benda dengan berbagai macam warna dan bentuk. Tentu saja akan ada ratusan bahkan ribuan impuls biner yang dihasilkan dari sebuah proses pengambilan gambar.

Bilangan biner memiliki satuan bernama **bit** (*binary digit*). Sekumpulan bit akan membentuk sebuah satuan bernama **byte**. Nilai 1 byte = 8 bit. Satuan byte ini terkenal sebagai ukuran file komputer. Jika digambarkan, hubungan byte dan bit akan tampak seperti ilustrasi berikut ini.



Gambar 2.10. Hubungan byte dengan bit

Peralihan dari sistem analog ke sistem digital, beberapa diantaranya tampak dalam kehidupan sehari-hari dan bisa kita rasakan sendiri. Sebagian dari kita mungkin masih sempat merasakan pencarian frekuensi radio dengan cara memutar panel **tuning**. Aktivitas semacam ini termasuk dalam cara kerja analog, dibandingkan dengan radio zaman sekarang.

Radio kini, tidak lagi berdiri sendiri, tetapi sudah menjadi satu dengan perangkat lain, seperti handphone dan lain-lain. Proses pencarian siaran radio juga semakin mudah, dengan diubahnya model putaran tuning, menjadi model tombol tekan. Perubahan menjadi radio dengan tombol tekan inilah yang disebut dengan sistem digital. Ketika kita menekan tombol tekan pada radio digital, maka tombol tersebut mengirimkan impuls biner kepada tuner. Contoh perubahan lainnya, juga ada di pesawat telepon, yang dulu panel nomor masih harus diputar, kini telah berubah menjadi panel tekan.

C. Konversi Bilangan Biner

Membahas bilangan biner, rasanya belum lengkap jika tidak belajar mengenai konversi bilangan biner. Arti konversi sendiri, tentunya sudah banyak kita ketahui. Konversi bilangan biner tak berbeda dengan konversi pada satuan lainnya, seperti satuan panjang dan masa.

Konversi bilangan biner bisa dilakukan dari bilangan lain menjadi biner dan sebaliknya. Konversi yang paling sering dilakukan adalah dari bilangan desimal ke bilangan biner. Bilangan desimal ini telah kita gunakan setiap hari sebagai sarana perhitungan. Desimal berarti kumpulan angka berbasis 10. Berikut ini gambaran mengenai basis 10.

$10^0 = 1$, disebut satuan
 $10^1 = 10$, disebut puluhan
 $10^2 = 100$, disebut ratusan
 $10^3 = 1000$, disebut ribuan

Angka 1 sampai 9 dalam sistem desimal disebut dengan satuan, kemudian angka 10 sampai dengan 99 disebut dengan puluhan, dan seterusnya. Kelompok-kelompok basis 10 ini menjadi patokan dalam penulisan dan pengurutan angka. Misalnya, ada bilangan desimal 532, angka 5 disebut dengan ratusan, angka 3 disebut dengan puluhan, dan angka 2 disebut dengan satuan. Kita tentu sangat mengenal sistem bilangan berbasis sepuluh ini.

Sementara bilangan biner, seperti telah sering disebutkan dalam bab 2 ini, merupakan bilangan berbasis 2 dan terdiri dari angka 1 dan 0. Berikut ini gambaran mengenai angka basis 2.

$2^0 = 1$, disebut satuan
 $2^1 = 2$, disebut duaan
 $2^2 = 4$, disebut empatan
 $2^3 = 8$, disebut delapanan

Jika ada bilangan biner 101, maka angka 1 paling kanan disebut satuan, angka 0 di tengah disebut dengan duaan, dan angka 1 paling kiri disebut dengan empatan. Basis 2 pangkat 0 atau yang disebut dengan satuan selalu berada di

paling kanan. Kemudian urutan pangkat dan penghitungannya bergerak ke arah kiri. Penghitungan pangkat ini akan menjadi dasar bagi proses konversi yang akan kita bahas.

Pada subbab sebelumnya, mengenai bilangan biner, telah disinggung sedikit gambaran proses konversi dari bilangan desimal ke bilangan biner. Tetapi belum sempat disinggung mengenai penghitungan konversi. Sekarang kita akan membahas proses penghitungannya. Kita mulai dari proses konversi bilangan desimal ke bilangan biner.

- ☑ Contoh, sebuah bilangan desimal bernilai "865" akan dikonversi ke bilangan biner.

Rumus yang digunakan untuk proses konversi ini cukup sederhana. Yaitu membagi bilangan desimal tadi dengan angka 2 sampai habis. setiap ada sisa pembagian ditulis dengan 1, dan jika tidak ada sisa ditulis 0 secara berurutan. Agar lebih jelas, kita simak ilustrasi berikut ini.

Bilangan desimal = 865

Proses konversi:

- $865 / 2 = 432$, hasil bagi masih tersisa nilai 1, maka kita tulis 1.
- $432 / 2 = 216$, hasil bagi tidak ada sisa, maka kita tulis 0.
- $216 / 2 = 108$, hasil bagi tidak ada sisa, maka kita tulis 0.
- $108 / 2 = 54$, hasil bagi tidak ada sisa, maka kita tulis 0.
- $54 / 2 = 27$, hasil bagi tidak ada sisa, maka kita tulis 0.
- $27 / 2 = 13$, hasil bagi masih tersisa nilai 1, maka kita tulis 1.
- $13 / 2 = 6$, hasil bagi masih tersisa nilai 1, maka kita tulis 1.
- $6 / 2 = 3$, hasil bagi tidak ada sisa, maka kita tulis 0.
- $3 / 2 = 1$, hasil bagi masih tersisa nilai 1, maka kita tulis 1.
- $1 / 2 = 0$, hasil bagi masih tersisa nilai 1, maka kita tulis 1.

Nilai biner yang diperoleh = 1101100001

Bit paling kiri disebut MSB (Most Significant Bit), sedangkan bit paling kanan disebut LSB (Least Significant Bit)

Nilai biner diperoleh dari penulisan seluruh sisa pembagian, urut dimulai dari sisa pembagian terakhir. Jadi nilai biner untuk bilangan desimal 865 adalah 1101100001.

2. Contoh konversi dari bilangan biner 1101100001 ke bilangan desimal.

Rumus yang digunakan dalam konversi dari biner ke desimal juga sederhana yaitu, kita kalikan setiap bilangan biner dengan angka 2 yang dipangkatkan urut dari biner tersebut kanan dari angka 0 dari pangkat 0. Lalu hasil perkalian semua bilangan biner dikumpulkan. Namun lebih jelas kita perhatikan ilustrasi berikut ini.

Rumus yang digunakan:

$$(2^0 \times \text{bilangan biner 0}) + (2^1 \times \text{bilangan biner 1}) + (2^2 \times \text{bilangan biner } n) + \dots$$

+ dan seterusnya (urut dari angka biner paling kanan)

Bilangan biner yang akan dikonversi = 1101100001

Proses konversi:

- $1 \times 2^0 = 1$
- $0 \times 2^1 = 0$
- $0 \times 2^2 = 0$
- $0 \times 2^3 = 0$
- $0 \times 2^4 = 0$
- $1 \times 2^5 = 32$
- $1 \times 2^6 = 64$
- $0 \times 2^7 = 0$
- $1 \times 2^8 = 256$
- $1 \times 2^9 = 512$

Nilai desimal yang diperoleh = $512 + 256 + 0 + 64 + 32 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 = 865$

Nilai desimal dari nilai biner 1101100001 = 865

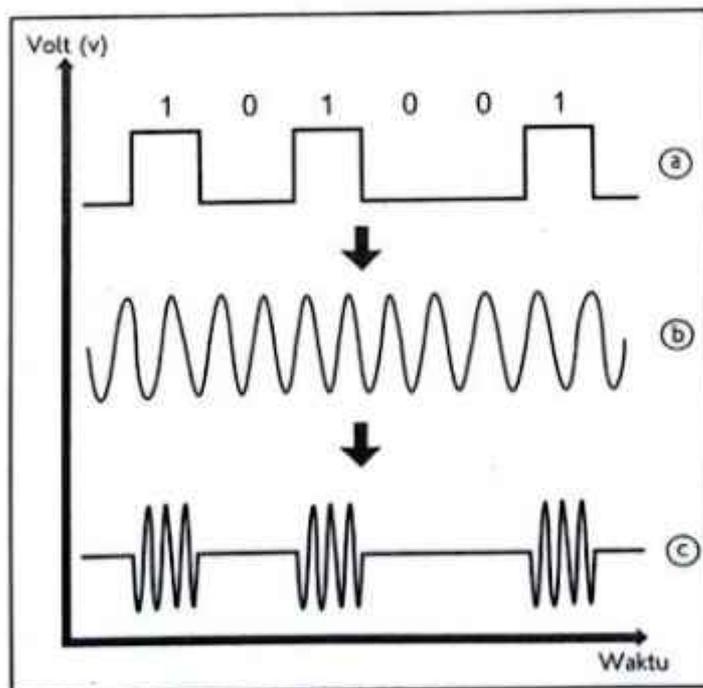
Ilustrasi di atas menggambarkan, bahwa bilangan desimal diperoleh dari penjumlahan hasil perkalian dengan 2^0 sampai 2^9 pada tiap bilangan biner. Bilangan desimal yang diperoleh dari biner 1101100001 adalah 865. Pembahasan mengenai metode konversi ini akan membantu kita memahami konversi sinyal analog ke sinyal digital di bab-bab berikutnya. Kini kita akan membahas mengenai modulasi pada sinyal digital.

3. Modulasi Sinyal Digital

Sama seperti sinyal analog, sinyal digital juga harus dimodulasi supaya bisa ditransmisikan. Ada tiga cara modulasi yang bisa dilakukan untuk sinyal digital. Proses modulasi sinyal digital memiliki beberapa perbedaan, bila dibandingkan dengan modulasi sinyal analog. Modulasi sinyal digital dikenal dengan istilah **Shift Keying**. Istilah ini berasal dari sebutan kunci kode morse dalam pengiriman telegraf. Modulasi digital memiliki beberapa variasi yang populer digunakan yaitu, *Amplitudo Shift Keying*, *Frekuensi Shift Keying*, *Binary Phase Shift Keying*. Pada subbab ini kita akan membahas variasi modulasi digital ini satu demi satu.

A. Amplitudo Shift Keying

Modulasi ini hampir sama dengan modulasi AM yang telah kita bahas pada subbab sebelumnya. Perbedaannya hanya pada bentuk dari sinyal hasil modulasi. Karena sinyal digital hanya terdiri dari logika ada (bernilai 1) dan tidak ada (bernilai 0). Saat sinyal data bernilai 0, maka sinyal pembawa (*carrier*) juga bernilai 0. Jika sinyal data bernilai 1, maka sinyal pembawa juga ikut berfluktuasi. Agar lebih jelas kita simak ilustrasi berikut.

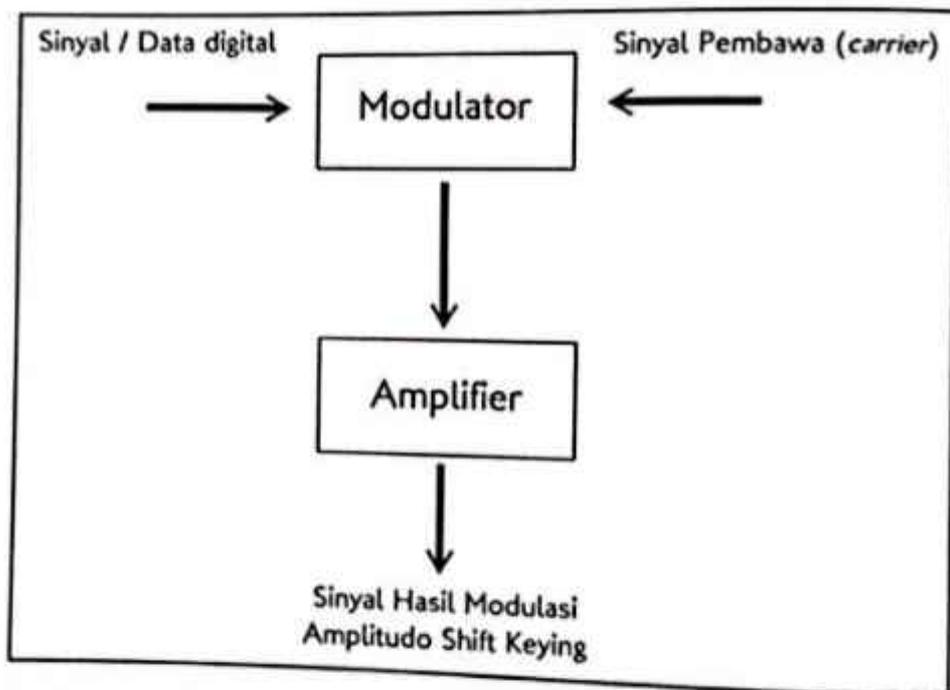


Gambar 2.II. Modulasi amplitudo shift keying

Keterangan Gambar 2.11:

- Sinyal digital yang akan ditransmisikan.
- Sinyal pembawa (*carrier*).
- Sinyal digital yang telah dimodulasi. Saat data digital bernilai 1 maka sinyal pembawa akan mengikuti berfluktuasi. Saat data digital bernilai 0, sinyal pembawa diam (tidak berfluktuasi).

Modulasi menggunakan sistem *amplitudo shift keying*, memiliki beberapa keuntungan. Antara lain, proses modulasi dan demodulasi mudah dilakukan dan hemat biaya. Selain itu, *bandwidth* yang dibutuhkan lebih kecil bila dibandingkan dengan metode *shift keying* yang lain. Oleh karena itu, *amplitudo shift keying* lebih sering digunakan untuk transmisi melalui kabel fiber optik. Secara sederhana proses modulasi ini bisa digambarkan sebagai berikut.



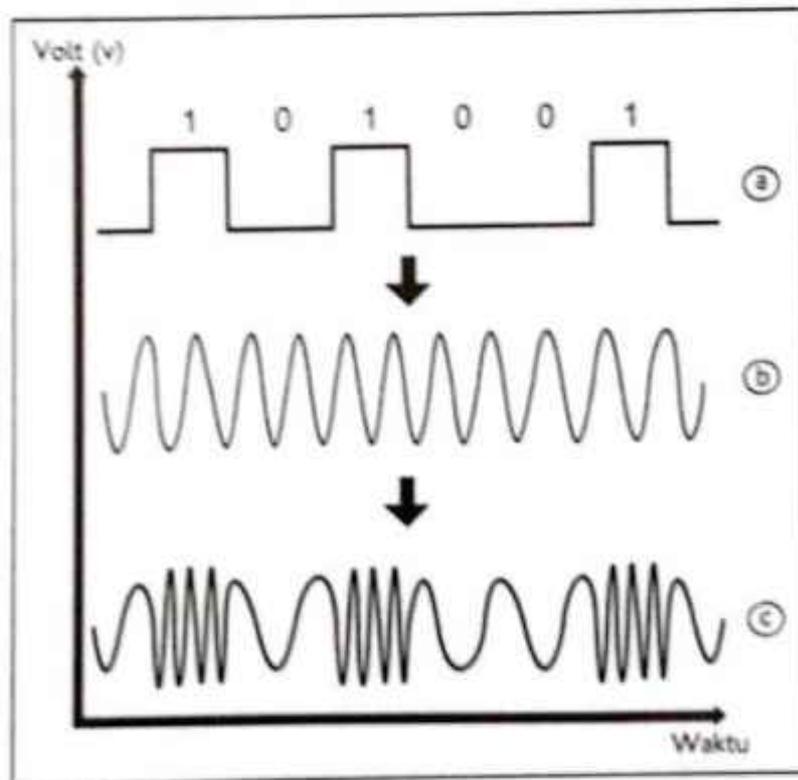
Gambar 2.12. Skema sederhana proses modulasi amplitudo shift keying

Sementara itu, ada beberapa kekurangan yang juga dimiliki oleh metode *amplitudo shift keying*. Antara lain, sensitif terhadap keadaan cuaca, sama seperti modulasi AM, juga rawan terhadap gangguan (*noise*). Sehingga *amplitudo shift keying* hanya cocok digunakan untuk transmisi menggunakan kabel fiber optik. Transmisi melalui udara, hanya bisa dilakukan untuk transmisi jarak dekat.

B. Frequency Shift Key

Teknik modulasi sinyal digital selanjutnya yang kita bahas ini, hampir sama dengan modulasi FM. Sebab frekuensi sinyal pembawa (*carrier*) akan mengikuti sinyal data yang dimodulasi. Kelebihan yang dimiliki oleh *frequency shift key* juga hampir sama dengan kelebihan modulasi FM. Antara lain, lebih tahan terhadap noise, baik yang disebabkan oleh perubahan tegangan listrik maupun noise dari gelombang lain, dan cuaca.

Jarak yang mampu ditempuh bisa lebih jauh dan mudah terdeteksi oleh penerima (*receiver*). Proses modulasi dan demodulasi dari *frequency shift key* juga mudah dilakukan dan efisien. Keamanan transmisi data digital melalui udara lebih aman jika menggunakan metode ini.



Gambar 2.13. Frequency shift keying

Keterangan Gambar 2.12:

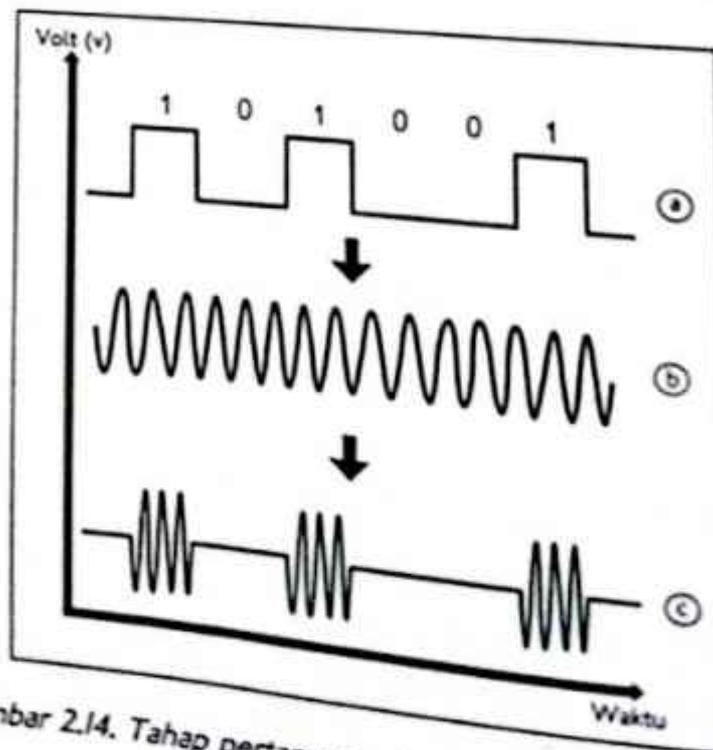
- Sinyal digital yang akan ditransmisikan.
- Sinyal pembawa (*carrier*).

c. Sinyal digital yang telah dimodulasi. Saat data digital bernilai 1 maka sinyal pembawa akan mengikuti berfluktuasi. Saat data digital bernilai 0, sinyal pembawa berfluktuasi dengan frekuensi rendah.

Metode **frequency shift keying**, juga memiliki beberapa kekurangan. Diantaranya, **bandwidth** yang dibutuhkan jauh lebih besar. Pada umumnya, penggunaan hanya pada pengiriman data berkecepatan rendah dengan **bit rate** sekitar 1000 bit/detik.

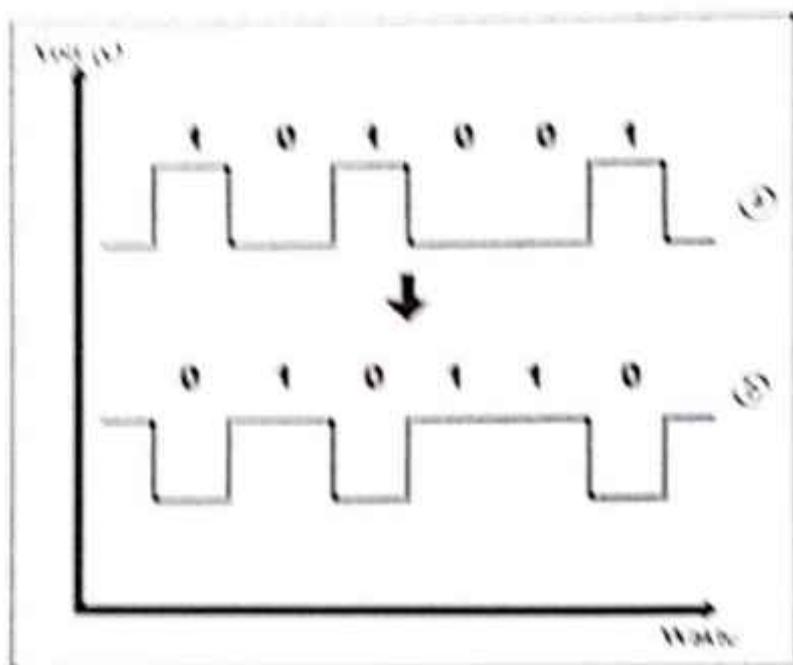
Pada Gambar 2.12, tampak modulasi berlangsung hanya satu tahap saja. Secara teori memang demikian, tetapi dalam prakteknya, untuk melakukan modulasi ini, dibutuhkan 2 tahap modulasi untuk menjalankan metode **frequency shift keying**. Uniknya, 2 metode modulasi yang digunakan ini, tetap menggunakan **amplitude shift keying**, kemudian digabungkan menjadi satu, kemudian disebut dengan **frequency shift keying**. Berikut ini tahapan proses modulasi.

- 1) Sinyal atau data digital dialirkan ke dalam **modulator pertama**, bersamaan dengan **sinyal pembawa pertama**. Lalu sinyal hasil modulasi **amplitude shift keying pertama** ini akan dialirkan menuju amplifier. Jika digambarkan dalam sebuah diagram, maka proses modulasi tampak seperti gambar berikut ini.



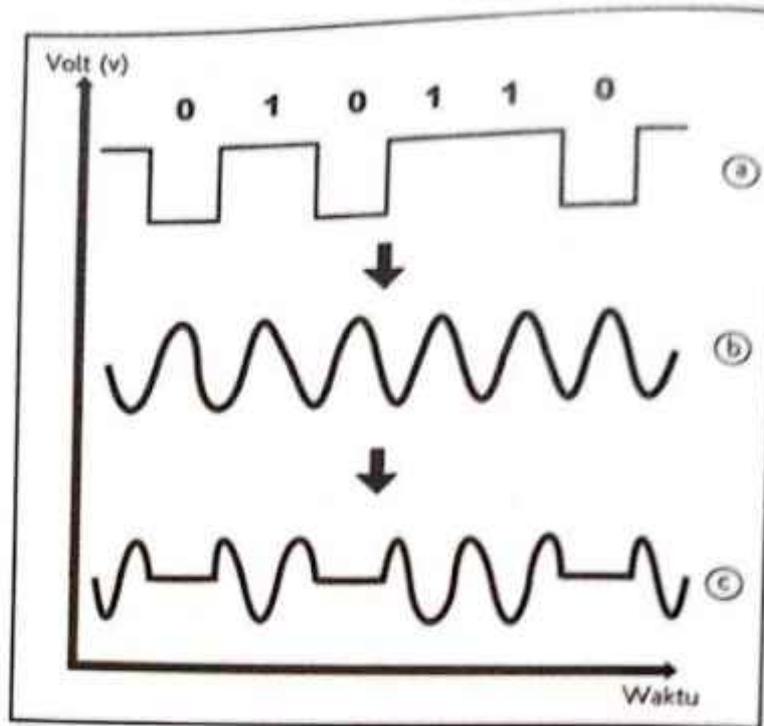
Gambar 2.14. Tahap pertama modulasi frequency shift keying

- 2) Setelah itu, sinyal digital yang sudah ada tersebut akan diangkut ke stasiun pemancar (Modulator) yang memiliki kemampuan untuk mengkonversi sinyal digital menjadi sinyal analog, untuk dapat ditransmisikan ke stasiun penerima yang memiliki kemampuan untuk mengkonversi kembali sinyal analog menjadi sinyal digital yang akan diproses dan ditayangkan kembali ke layar.



Gambar 2.18 Proses pembalikan sinyal di dalam Data Inverter

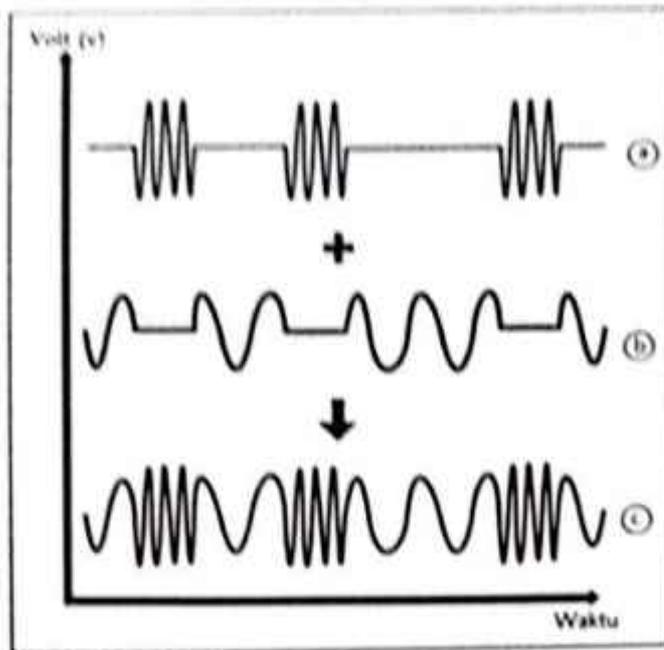
- 1) Sinyal hasil pembalikan dari Data Inverter ini, kemudian diangkut menuju ke modulator kedua.
- 2) Lalu diikuti dengan sinyal pembawa kedua diangkut ke dalam modulator kedua. Sinyal pembawa kedua ini, memiliki frekuensi lebih rendah dari sinyal pembawa pertama.
- 3) Yang dalam modulator kedua akan dihasilkan sinyal hasil modulasi amplitude shift keying kedua. Itu digabungkan dalam digitalis proses modulasi amplitude shift keying kedua ini akan tampak seperti gambar berikut ini.



Gambar 2.16. Tahap kedua modulasi frequency shift keying

Keterangan Gambar 2.16:

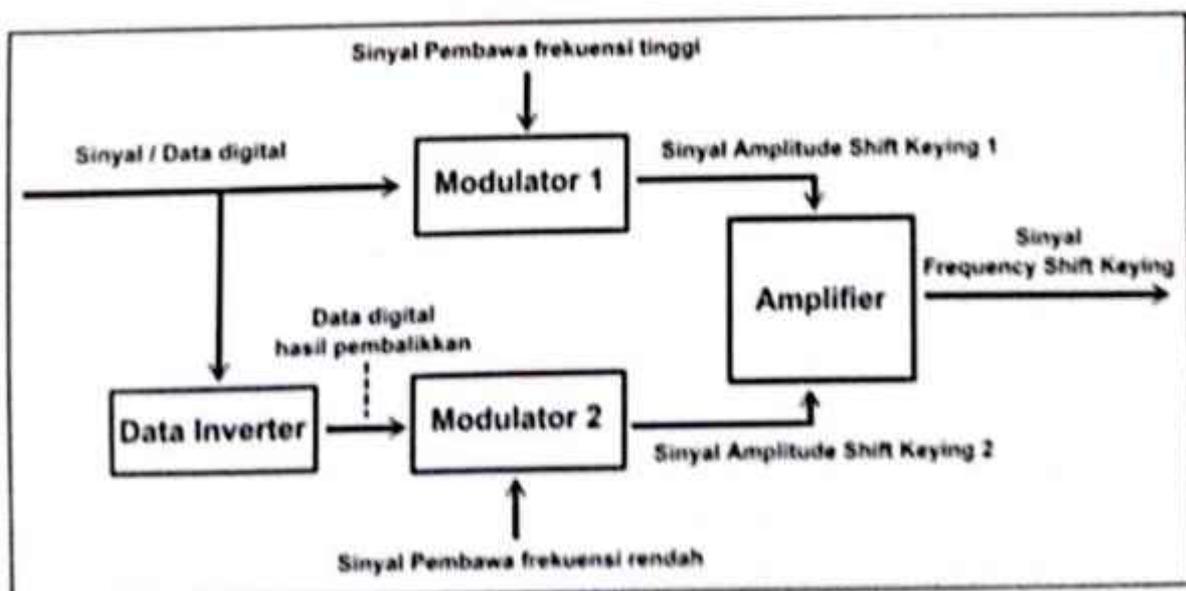
- a. Sinyal digital hasil pembalikan di Data Inverter yang akan dimodulasi.
 - b. Sinyal pembawa kedua, yang memiliki frekuensi lebih rendah dari sinyal pembawa pertama.
 - c. Sinyal digital yang telah dimodulasi. Saat data digital bernilai 1 maka sinyal pembawa akan mengikuti berfluktuasi. Saat data digital bernilai 0, sinyal pembawa akan diam. Karena sinyal pembawa kedua berfrekuensi rendah, maka sinyal hasil modulasi kedua ini juga berfrekuensi rendah.
- 6) Sinyal hasil **modulasi amplitude shift keying kedua** ini lalu dialirkan menuju ke amplifier untuk dijadikan satu dengan sinyal hasil **modulasi amplitude shift keying pertama**.
 - 7) Setelah digabungkan maka akan muncul sebuah sinyal hasil modulasi yang sering disebut dengan **frequency shift keying** (Gambar 2.17).
 - 8) Jika digambarkan dengan skema sederhana, proses modulasi dua tahap ini akan tampak seperti pada Gambar 2.18.



Gambar 2.17. Penggabungan 2 sinyal amplitude shift keying menjadi frequency shift keying

Keterangan Gambar 2.17:

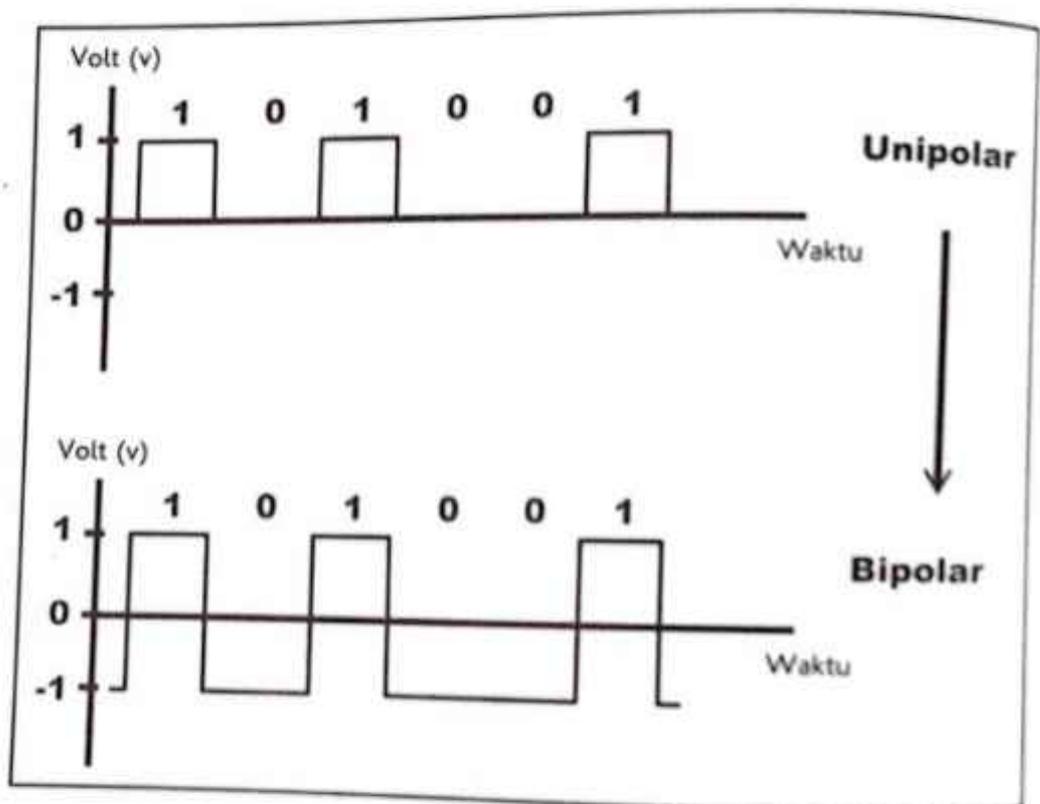
- Sinyal *amplitude shift keying* pertama.
- Sinyal *amplitude shift keying* kedua.
- Sinyal gabungan bernama *frequency shift keying*. Jika diperhatikan, bagian berfrekuensi tinggi sinyal a, mengisi bagian diam (tanpa frekuensi) dari sinyal b. Sebaliknya, bagian diam (tanpa frekuensi) dari sinyal a, diisi oleh bagian berfrekuensi rendah dari sinyal b.



Gambar 2.18. Skema sederhana proses modulasi Frequency Shift Keying

unipolar (+1 dan 0), menjadi bipolar (+1, 0, dan -1). Sebab pada praktek pengiriman sinyal bipolar lebih menghemat daya dari pada pengiriman sinyal unipolar yang rawan noise. Bentuk perubahan data digital dari unipolar ke bipolar diilustrasikan di Gambar 2.21.

Output dari unipolar bipolar converter akan dialirkan menuju ke modulator. Di saat yang sama, sinyal pembawa juga akan dialirkan menuju ke modulator. Kemudian sinyal yang telah dimodulasi pun akan keluar dari modulator. Modulasi ini akan tampak jelas, jika digambarkan dengan skema sederhana berikut (Gambar 2.22).



Gambar 2.21. Perubahan dari unipolar ke bipolar

Untuk melengkapi pembahasan tentang *Binary Phase Shift Keying* ini, akan sedikit membahas rumus untuk mencari besarnya tegangan (voltase) berdasarkan pergerakan waktu atau sering disebut juga dengan voltase sinusoidal ($V(t)$). Rumus yang digunakan sebagai berikut.

$$V(t) = A \times (\sin \omega t + \alpha)$$

atau

$$V(t) = A \times (\cos \omega t + \alpha)$$

Pada saat awal sinyal berada di titik 0° , maka rumus voltase akan berubah menjadi seperti di bawah ini.

$$V(t) = A \times (\sin \omega t + 0)$$

atau

$$V(t) = A \times (\cos \omega t + 0)$$

Sedangkan pada saat awal sinyal berada di titik 180° , maka rumus voltase akan berubah menjadi seperti di bawah ini.

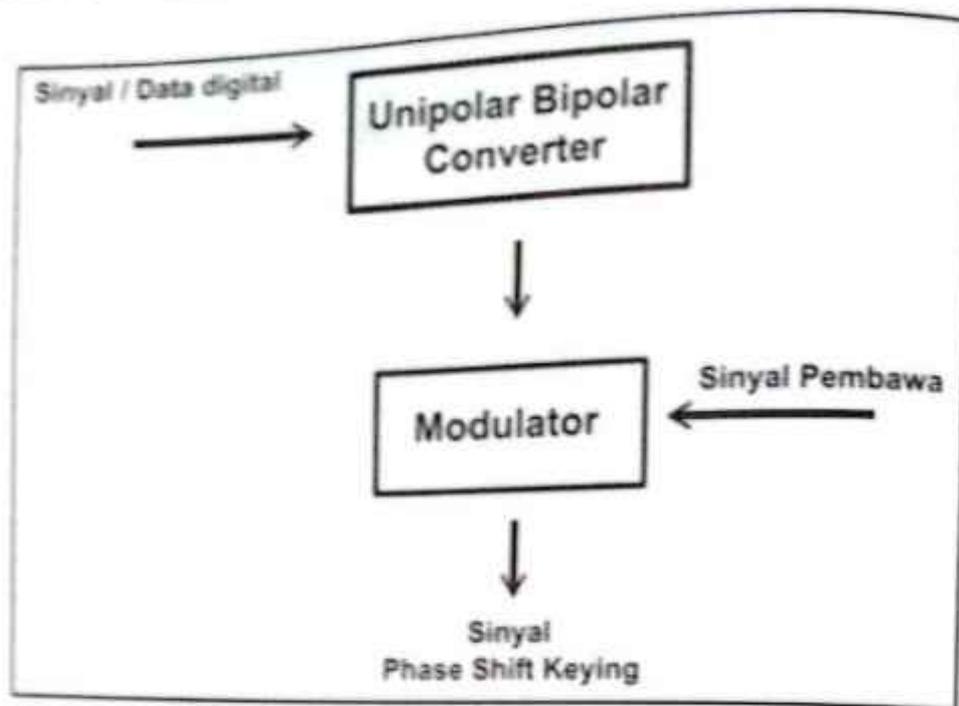
$$V(t) = A \times (\sin \omega t + 180)$$

atau

$$V(t) = A \times (\cos \omega t + 180)$$

Keterangan rumus:

- A = Amplitudo sinyal.
- ω (omega) = Frekuensi sudut yang menentukan jumlah gerak bolak-balik per satuan waktu, umumnya memiliki satuan radian/detik (rad/s).
- α (alfa) = Pergeseran sudut yang menentukan posisi awal sinyal. Posisi awal ada di $t = 0$. Posisi awal ini akan menentukan apakah sinyal akan bernilai sinus atau cosinus.
- Jika pada $t = 0$ dan amplitudo (A) di puncak gelombang, maka sinyal pembawa bernilai cosinus. Sedangkan jika $t = 0$ dan amplitudo (A) = 0, maka sinyal pembawa bernilai sinus.
- t = Rambatan waktu saat sinyal bergerak, mulai nilai 0 sampai dengan nilai tertentu.



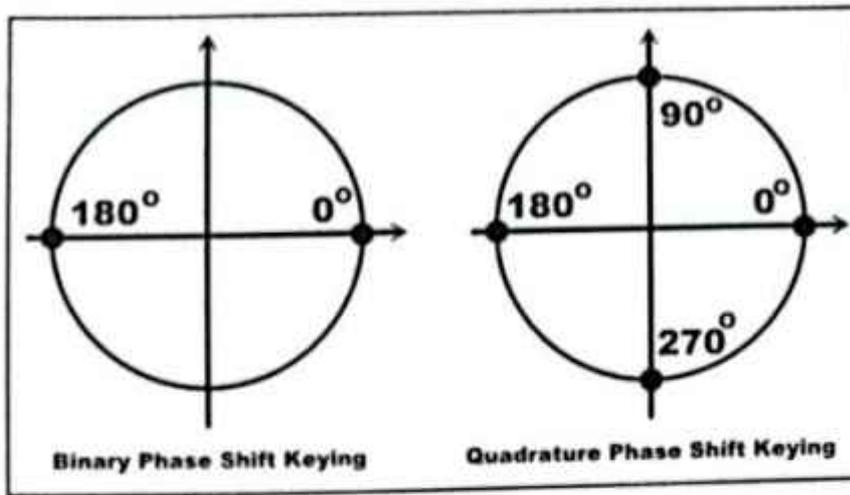
Gambar 2.22. Skema sederhana modulasi Binary Phase Shift Keying

Kelebihan dari modulasi *Binary Phase Shift Keying* antara lain, kapasitas pengiriman data lebih besar, *bandwidth* yang dibutuhkan lebih kecil, dan kemungkinan terjadi error sangat kecil.

Selain beberapa kelebihan tadi, ada juga kekurangan yang dimiliki oleh modulasi *Binary Phase Shift Keying*, antara lain, jumlah bit yang ditransmisikan hanya 1 per fase. Selain itu, perubahan amplitudo yang terlalu cepat menyebabkan terjadinya keterputusan fase. Pada output juga terdapat potensi untuk terjadinya ambiguitas.

D. *Quadrature Phase Shift Keying*

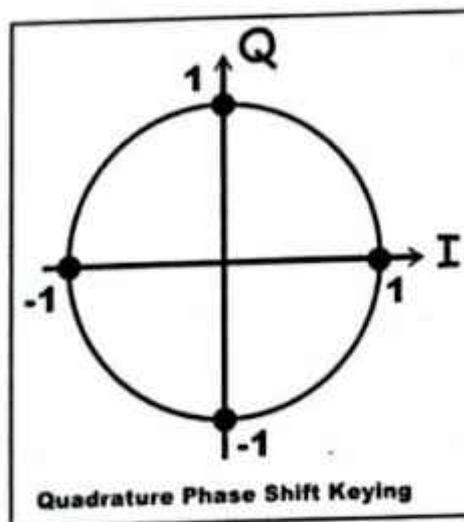
Jika pada metode *Phase Shift Keying* sebelumnya, masih terdapat banyak kekurangan. Maka sistem modulasi *Quadrature Phase Shift Keying* (QPSK) ini adalah penyempurnaannya. QPSK merupakan kelipatan dari *Phase Shift Keying*. Dari namanya saja sudah bisa diketahui bahwa *Quadrature Phase Shift Keying* merupakan *Binary Phase Shift Keying* yang dikuadratkan. Perlu untuk diketahui, bahwa bentuk dasar dari *Binary Phase Shift Keying* adalah *binary*. Jika dijabarkan dalam sebuah gambar, maka akan tampak perbedaan antara *binary* dan *quadrature*.



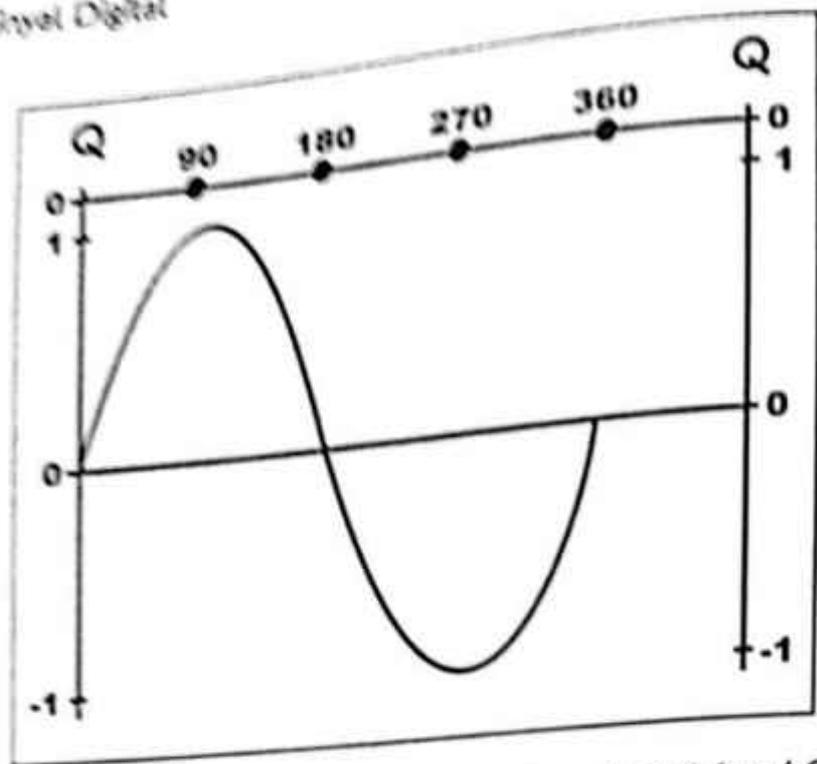
Gambar 2.23. Perbedaan binary dan Quadrature Phase Shift Keying

Terlihat dalam gambar, *Binary Phase Shift Keying* (BPSK) memiliki dua fase (titik) yang terpisah 180° satu sama lain. Sedangkan *Quadrature Phase Shift Keying* memiliki 4 fase yang terpisah 90° satu dengan lainnya. Bisa dikatakan bahwa QPSK adalah 2 BPSK yang tersusun secara orthogonal atau tegak lurus.

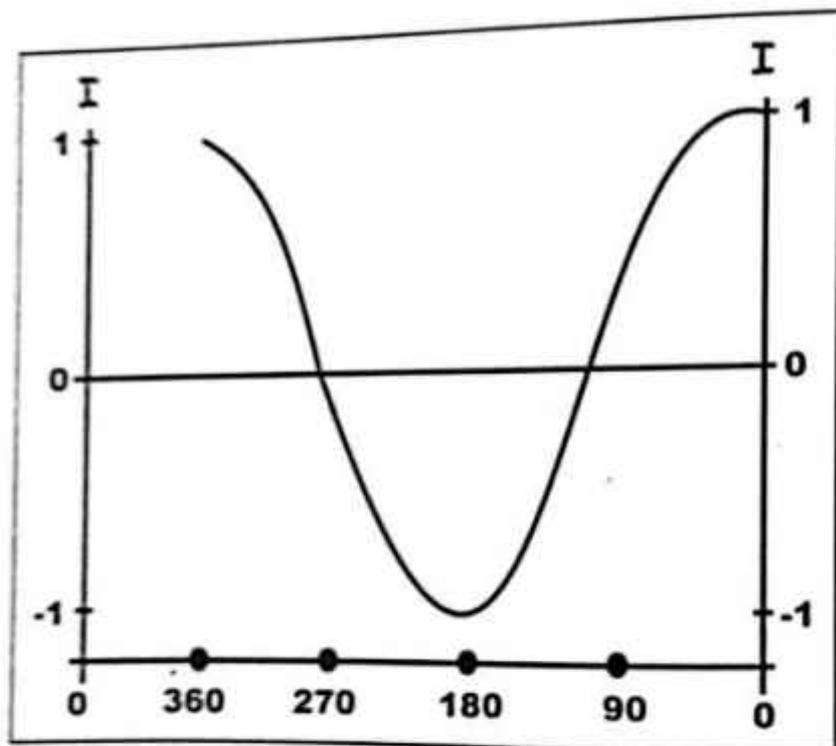
Quadrature phase shift keying memiliki 2 macam kanal, yaitu *Inphase* (I) dan *Quadrature* (Q). *Inphase* memiliki sinyal yang digambarkan sebagai kurva cosinus. Sedangkan kanal *Quadrature* memiliki sinyal yang digambarkan sebagai kurva sinus. Mengenai bentuk kurva sinus dan cosinus, bisa kita lihat kembali di Gambar 2.19. Kedua kanal ini bisa digambarkan dalam 2 dimensi, seperti yang terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2.24. Kanal quadrature (Q) dan kanal inphase (I) dalam 2 dimensi



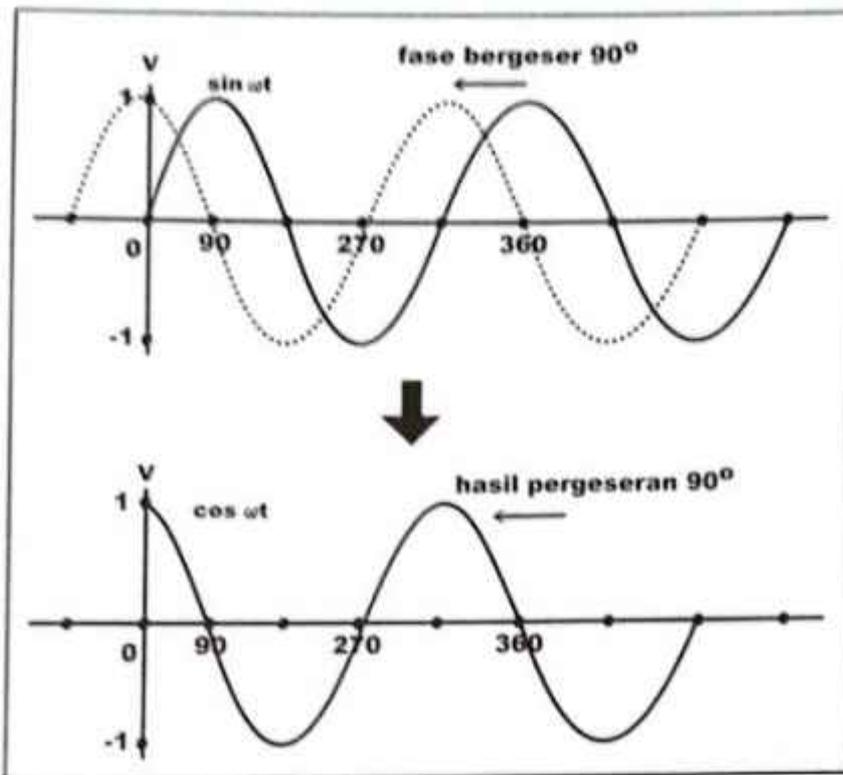
Gambar 2.28. Gelombang sinus yang dibentuk oleh kanal Q



Gambar 2.29. Gelombang cosinus dibentuk oleh kanal I

Setelah memahami proses terbentuknya gelombang sinus dan cosinus, kita kini akan mulai pembahasan mengenai proses modulasi QPSK. Dibalik penjelasan yang panjang, proses modulasi QPSK ini sebenarnya cukup sederhana. Sebab berdasarkan pada pergeseran sudut sinyal.

jarak geser sinyal pada modulasi *Quadrature Phase Shift Keying* ini sejauh 90° saja. Ciri khas dari modulasi ini adalah setiap fase pada sinyal hasil modulasi akan memuat 2 bit data digital. Berikut ini ilustrasi pergeseran fase sinyal pada modulasi QPSK.



Gambar 2.30. Pergeseran fase sudut

Prinsip kerja modulasi QPSK ini, diawali dengan memecah data digital menjadi dua bagian, kemudian mengalirkan keduanya, masing-masing ke dalam kanal Q dan kanal I. Lalu kita jadikan kedua gelombang ini menjadi bipolar. Selanjutnya kita alirkan menuju ke proses modulasi. Kanal Q akan dimodulasi menggunakan sinyal pembawa (*carrier*) bernilai sinus. Sementara data digital di kanal I dimodulasi menggunakan sinyal pembawa bernilai cosinus.

Keluar dari proses modulasi, sinyal Q dan sinyal I dialirkan menuju ke dalam *amplifier* untuk proses penyatuan sinyal. Kemudian keluarlah sinyal hasil modulasi yang akan ditransmisikan. Untuk memperjelas, kita lihat skema sederhana proses modulasi *Quadrature Phase Shift Keying* berikut ini.

Kanal ϕ , memiliki rumus:

- Jika data bernilai 1 $\rightarrow \sin \omega t$
- Jika data bernilai 0 $\rightarrow -\sin \omega t$

$$V(t) \text{ QPSK} = V(t) \text{ di Kanal I} + V(t) \text{ di Kanal } \phi$$

Bentuk rumus di atas bila diterapkan pada contoh sinyal di Gambar 2.3 akan tampak seperti berikut ini.

Contoh data digital: 1 0 1 0 0 1

Kanal I terdiri dari data: 1 1 0, maka,

- Nilai 1 $\rightarrow \cos \omega t$
- Nilai 1 $\rightarrow \cos \omega t$
- Nilai 0 $\rightarrow -\cos \omega t$

Kanal ϕ terdiri dari data: 0 0 1, maka,

- Nilai 0 $\rightarrow -\sin \omega t$
- Nilai 0 $\rightarrow -\sin \omega t$
- Nilai 1 $\rightarrow \sin \omega t$

$V(t)$ Quadrature Phase Shift Keying =

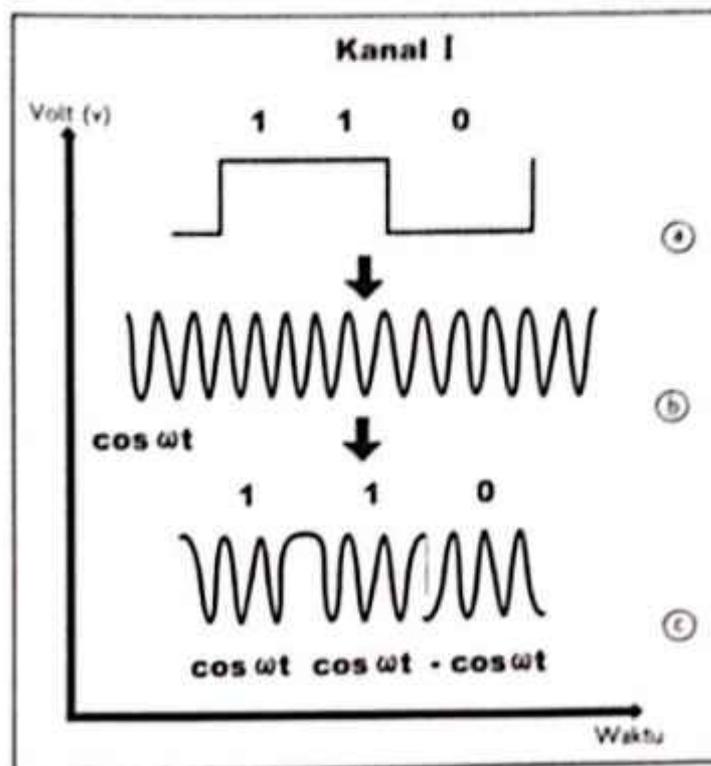
- $V(t)$ di Kanal I + $V(t)$ di Kanal ϕ
- $A \times (\cos \omega t) + A \times (-\sin \omega t)$
- $A \times (\cos \omega t) + A \times (-\sin \omega t)$
- $A \times (-\cos \omega t) + A \times (\sin \omega t)$

Keterangan:

- $V(t)$ = tegangan sinusoidal
- A = Amplitudo sinyal

Setelah selesai dengan rumus QPSK, kini kita gambarkan proses modulasinya dengan grafik. Tepatnya, ada tiga buah gambar yang akan digunakan. Di urutan pertama adalah gambar modulasi di Kanal I menggunakan sinyal cosinus. Kedua adalah gambar modulasi di Kanal ϕ menggunakan sinyal sinus. Sedangkan yang

terakhir, gambar penggabungan kedua sinyal hasil modulasi di Kanal I dan Kanal Q. Kita mulai dari grafik modulasi di Kanal I berikut ini,



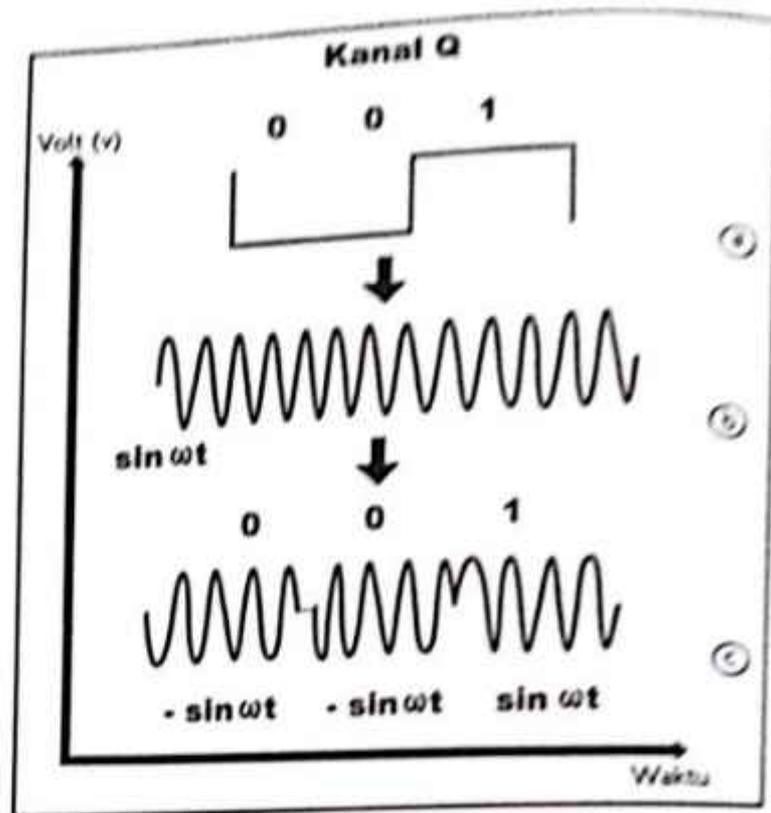
Gambar 2.32. Modulasi di Kanal I

Keterangan Gambar 2.32:

- a. Sinyal digital.
- b. Sinyal pembawa.
- c. Sinyal hasil modulasi di kanal I

Data yang digunakan pada Gambar 2.32, mengacu pada data digital dari Gambar 2.31. Setelah dilakukan modulasi, data digital bernilai 0 akan masuk ke dalam sinyal bernilai negatif (-). Sedangkan data digital bernilai 1 akan masuk ke dalam sinyal bernilai positif (+).

Seperti telah tertera pada rumus yang telah di bahas sebelumnya, Kanal I menggunakan sinyal pembawa bernilai cosinus. Sehingga data digital bernilai 1, melebur dengan sinyal pembawa dan menjadi bernilai $\cos \omega t$. Sedangkan data digital bernilai 0 akan melebur dan menjadi bernilai $-\cos \omega t$. Sekarang kita akan melihat bagaimana modulasi di Kanal Q, pada gambar berikut ini.



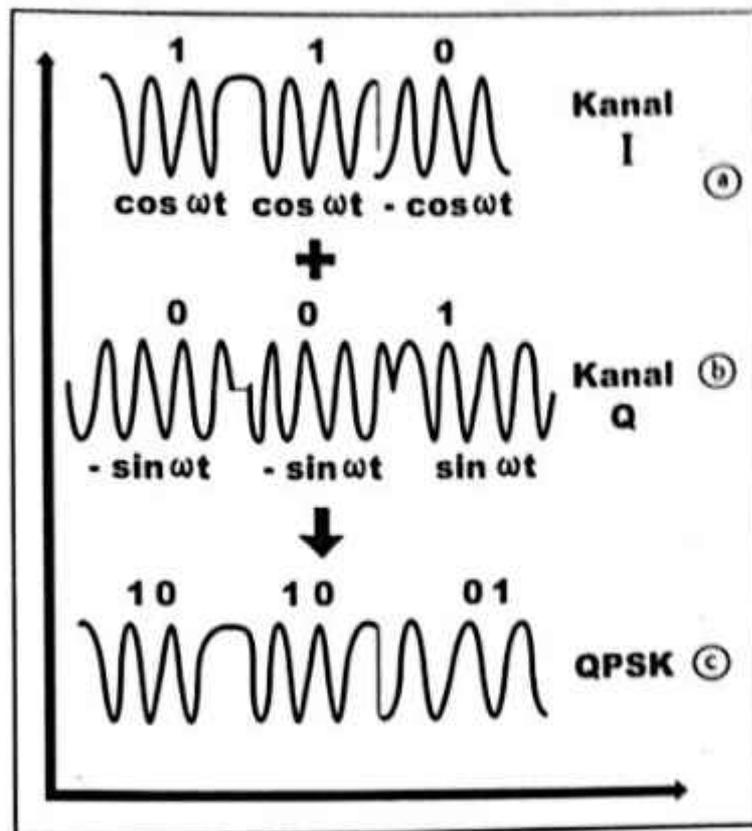
Gambar 2.33. Modulasi di Kanal Q

Keterangan Gambar 2.33:

- Sinyal digital.
- Sinyal pembawa.
- Sinyal hasil modulasi di kanal Q.

Jika modulasi di Kanal I, digunakan sinyal pembawa bernilai \cos maka modulasi pada Kanal Q, sinyal pembawa yang digunakan bernilai \sin . Ketentuan modulasi ini juga sama dengan yang tertera di rumus yang telah dibahas sebelumnya. Yakni, data digital bernilai 1 diberikan nilai positif (+) di atas sinyal pembawa. Sementara data digital bernilai 0 diberikan nilai negatif (-) di bawah sinyal pembawa.

Tampak dalam Gambar 2.33, sinyal digital 1, setelah bersatu dengan sinyal pembawa, menjadi bernilai $\sin \omega t$. Sementara sinyal digital 0, setelah bersatu dengan sinyal pembawa, menjadi bernilai $-\sin \omega t$. Nilai sinus ini diberikan di atas sinyal pembawa yang bernilai sinus. Kedua kanal I dan Q yang telah dimodulasi kemudian ditambahkan satu sama lain di dalam *amplifier*.



Gambar 2.34. Penggabungan modulasi Kanal I dan Kanal Q

Keterangan Gambar 2.34:

- Sinyal hasil modulasi di Kanal I.
- Sinyal hasil modulasi di Kanal Q.
- Sinyal QPSK, yang diperoleh dari hasil penggabungan modulasi di Kanal I dan Kanal Q.

Seperti telah disebutkan di awal pembahasan mengenai QPSK, bahwa modulasi ini memuat 2 bit data digital pada tiap fasenya. Di Gambar 2.34, juga terlihat tiap fase pada grafik hasil modulasi QPSK memiliki muatan 2 bit data digital. Mungkin kita yang membaca buku ini akan bertanya-tanya, mengapa pembahasan mengenai *Quadrature Phase Shift Keying* lebih panjang dari modulasi digital lainnya?

Modulasi *Quadrature Phase Shift Keying* (QPSK) ini banyak digunakan untuk transmisi data digital sampai saat ini. QPSK juga telah memenuhi persyaratan untuk digunakan pada transmisi *Digital Video Broadcasting* (DVB). Pengembangan dan penyempurnaan cara kerja modulasi QPSK, dilakukan terus

menerus untuk mendapatkan kualitas yang lebih baik. Transmisi-transmisi Digital yang akan kita bahas di bab selanjutnya, sebagian besar menggunakan prinsip kerja dari modulasi ini. QPSK memiliki beberapa kelebihan, antara lain,

- ☑ Memiliki kecepatan pengiriman data yang tinggi. Sebab satu fase memuat 2 bit data.
- ☑ *Bandwidth* yang dibutuhkan lebih kecil dari BPSK

Selain memiliki kelebihan, modulasi QPSK juga memiliki kekurangan, yaitu,

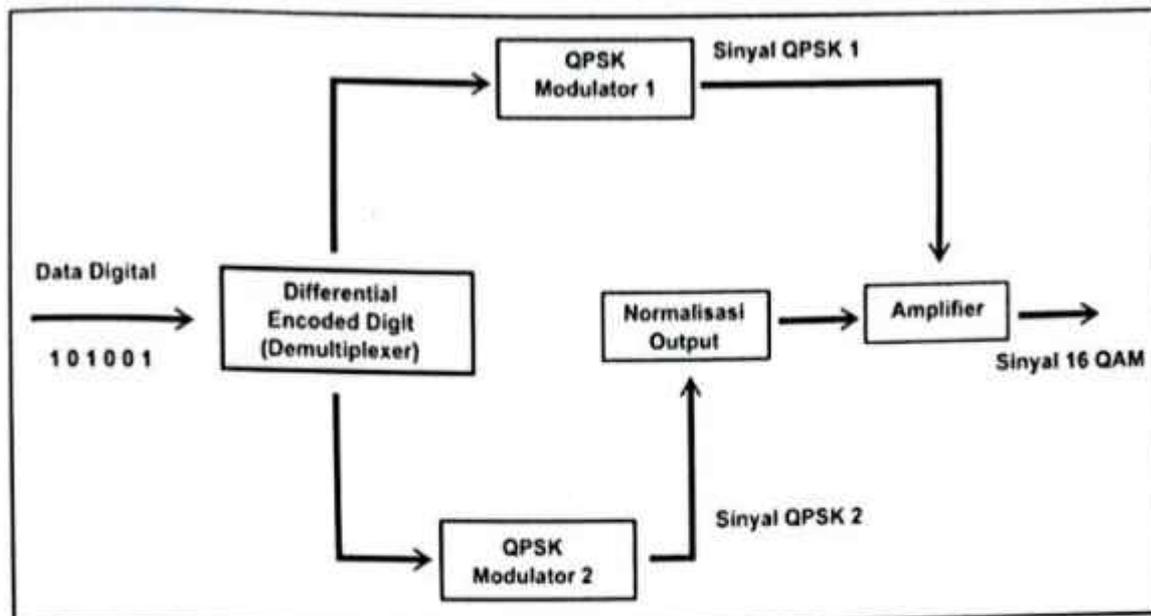
- ☑ Modulasi QPSK memiliki struktur yang lebih kompleks bila dibandingkan dengan modulasi lainnya. Tidak semua perangkat bisa digunakan untuk menjalankan modulasi ini.

E. 16 QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*)

Secara teori, modulasi ini merupakan gabungan antara *Amplitude Shift Keying* (ASK) dan *Phase Shift Keying* (PSK). Oleh beberapa teknisi, QAM diidentikkan dengan BPSK dan QPSK. Sebab teknik modulasi yang digunakan sama dengan BPSK dan QPSK.

Modulasi QAM sendiri telah memiliki beberapa tahap pengembangan. Dimulai dari 2 QAM yang identik dengan BPSK, lalu 4 QAM yang identik dengan QPSK, lalu 8 QAM, 16 QAM yang akan di bahas ini, dan seterusnya. Angka ini merupakan hasil dari bilangan 2 yang dipangkatkan mulai dari 0 hingga pangkat 4. 16 QAM merupakan pengembangan berikutnya dari modulasi QPSK.

Hubungan antara QAM dan QPSK ini terlihat dalam skema proses modulasi 16 QAM. Ciri khas dari 16 QAM adalah setiap fase sinyal mampu memuat bit data digital. Dalam proses modulasi 16 QAM, dibutuhkan dua proses modulasi QPSK. Sinyal hasil dari dua modulator QPSK ini, lalu dijadikan satu. Maka terbentuklah sinyal modulasi 16 QAM. Agar lebih jelas, kita simak ilustrasi berikut ini.



Gambar 2.35. Skema modulasi 16 QAM

Terlihat dalam Gambar 2.35, terdapat dua buah modulator QPSK, bentuk dan cara kerjanya telah kita bahas di subbab sebelumnya. Secara garis besar, proses modulasi bisa dijabarkan sebagai berikut.

- 1) Proses modulasi 16 QAM ini, dimulai dari dipecahnya data digital melalui **demultiplexer**. Data akan terpecah menjadi dua bagian, aturan pembagian arus data ini sama dengan QPSK.
- 2) Satu bagian menuju ke **QPSK modulator 1**, dan satu lagi menuju ke **QPSK modulator 2**. Fungsi dari kedua QPSK modulator ini adalah untuk menggabungkan 2 bit data digital dalam satu fase, seperti halnya sinyal modulasi QPSK. Setelah keluar dari dua QPSK modulator ini, maka kedua bagian sinyal digital tadi telah berubah menjadi dua buah sinyal QPSK.
- 3) Sinyal **QPSK 2** yang keluar dari **QPSK modulator 2** ini akan dialirkan menuju ke bagian **Normalisasi output**.
- 4) Di dalam bagian normalisasi ini, **amplitudo sinyal QPSK 2** diubah menjadi lebih kecil.

- 5) Kemudian sinyal QPSK 1 dan 2 yang masing-masing telah memuat 2 data dalam tiap fasenya, dialirkan ke dalam amplifier untuk digabung menjadi sinyal 16 QAM, yang mampu memuat 4 bit dalam tiap fasenya.

Memperhatikan berjalannya proses ini, bisa disimpulkan bahwa sinyal QAM dibentuk oleh sinyal QPSK 1 dan sinyal QPSK 2. Dimana sinyal QPSK 2 telah diubah amplitudonya. Sehingga sinyal 16 QAM dibentuk oleh dua sinyal QPSK dengan 2 amplitudo yang berbeda.

Modulasi 16 QAM ini, pada kemunculan pertamanya, telah digunakan untuk transmisi *Digital Video Broadcasting Cable* (DVB-C). Teknologi ini merupakan salah satu jenis dari televisi digital yang akan kita bahas di bab selanjutnya.

Modulasi 16 QAM ini dianggap memiliki kualitas yang telah jauh lebih baik dibandingkan dengan QPSK. Modulasi 16 QAM juga terus-menerus mengalami banyak pengembangan. Generasi QAM selanjutnya terus bermunculan mulai dari 32 QAM, 64 QAM, 256 QAM, 4096 QAM dan masih akan terus berkembang hingga saat ini.

Semakin tinggi nilai QAM, semakin banyak pula jumlah bit yang bisa dimuat di dalam tiap fasenya. Seperti telah dijelaskan di paragraf awal bahwa nilai n depan QAM adalah hasil dipangkatkannya angka 2 dengan bilangan mulai dari 0 sampai tak hingga.

$$2^0 = 1; 2^1 = 2; 2^2 = 4; 2^3 = 8; 2^4 = 16; 2^5 = 32; 2^6 = 64, \text{ dan seterusnya}$$

Sedangkan jumlah bit data yang bisa dimuat dalam tiap fase QAM, terdiri dari bilangan pangkatnya. Misalnya, $2^4 = 16$, membentuk 16 QAM, maka jumlah bit yang bisa ditampung dalam tiap fase 16 QAM adalah 4. Ketentuan ini berlaku untuk level QAM lainnya.

Demikianlah pembahasan kita mengenai transmisi sinyal digital. Sekarang kita menuju ke pembahasan mengenai televisi digital dan cara kerjanya.

BAB III

Televisi Digital

Di bab ini kita akan membahas mengenai bagaimana televisi digital bekerja dan perangkat apa saja yang dibutuhkannya. Dua bab sebelumnya, sudah menjadi pijakan awal bagi kita untuk mempelajari cara kerja televisi digital yang akan kita bahas ini. Seperti telah disebutkan di awal buku ini, televisi digital masih menjadi sesuatu yang asing bagi masyarakat Indonesia. Padahal di beberapa negara, televisi digital telah dinikmati oleh seluruh masyarakatnya.

Oleh karena itu, kita perlu mengenal, mempelajari dan memanfaatkan teknologi televisi digital sedini mungkin agar tidak tertinggal dari kemajuan positif bangsa lain.

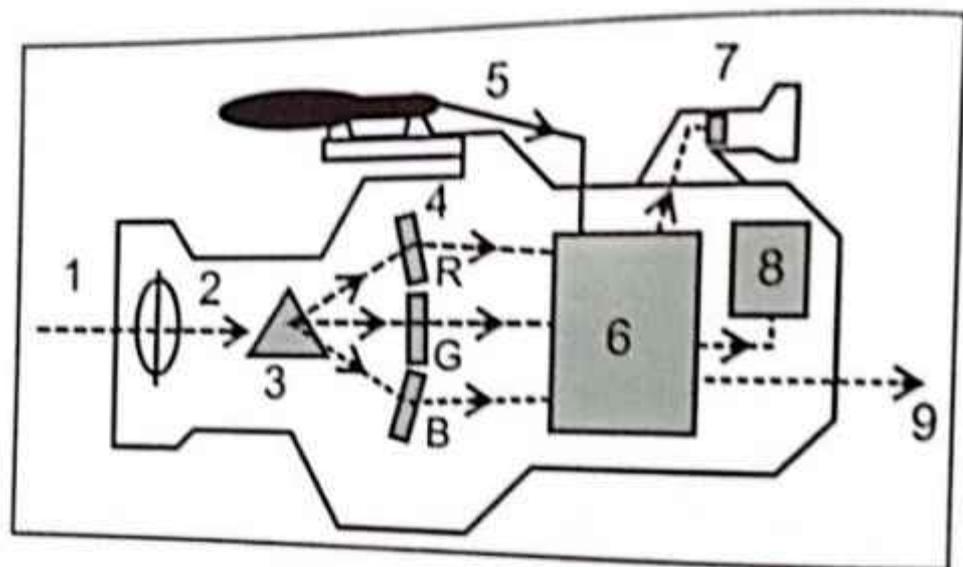
I. Perangkat Pendukung Televisi Digital

Pembahasan mengenai televisi digital ini akan diawali dengan mempelajari perangkat pendukung siaran televisi digital. Ada dua buah alat pendukung utama yang akan kita bahas kali ini. Keberadaan keduanya sangat penting bagi tersiarnya program televisi. Mereka adalah kamera digital dan pesawat televisi digital.

A. Kamera Digital

Dalam sebuah proses produksi siaran televisi, kamera selalu menjadi bagian terdepan, demikian juga dengan sang pemegang kamera (*cameraman*). Kamera digital memiliki prinsip kerja yang hampir sama dengan kamera analog. Perbedaan di dalam kamera digital maupun analog, sebagian besar sama. Perbedaan hanya terletak pada bagian pemroses sinyal.

Sedangkan pada kamera analog, pemroses sinyal menghasilkan data analog. Pemroses sinyal pada kamera digital menghasilkan data digital. Struktur kamera digital bisa kita lihat di gambar berikut ini.



Gambar 3.1. Struktur kamera digital

Keterangan Gambar 3.1:

- ☑ Nomor 1 = Lensa kamera, tempat pertama kali berkas cahaya pembentuk gambar masuk ke dalam kamera.
- ☑ Nomor 2 = Berkas Cahaya yang telah mengalami pembesaran atau pengecilan ukuran oleh lensa.
- ☑ Nomor 3 = Prisma, digunakan untuk memisahkan komponen warna pembentuk gambar. Berkas cahaya dari lensa akan dipisahkan menjadi tiga warna dasar, yaitu **Red** (Merah), **Green** (Hijau), dan **Blue** (Biru), selanjutnya disebut dengan **RGB**.
- ☑ Nomor 4 = **CCD (Charge Coupled Device)**, sebuah chips yang akan mengubah berkas cahaya menjadi sinyal elektronik. Terdapat 3 CCD untuk masing-masing warna dasar RGB, seperti tampak pada gambar.

- ☑ **Nomor 5** = Mikrofon, untuk merekam suara dan mengubahnya menjadi sinyal elektronik.
- ☑ **Nomor 6** = Pemroses Sinyal, bagian ini bertugas untuk memproses sinyal gambar dari CCD dan sinyal suara dari mikrofon. Pada bagian ini, sinyal elektronik dari mikrofon dan CCD akan mengalami apa yang disebut dengan kuantifikasi sinyal (pengubahan menjadi sinyal atau data digital).
- ☑ **Nomor 7** = Sinyal digital dari pemroses sinyal dialirkan menuju lubang pengamat (*view finder*), agar gambar hasil rekaman dapat diamati oleh pengarah kamera (*cameraman*).
- ☑ **Nomor 8** = Sinyal atau data digital dialirkan menuju tempat penyimpanan, seperti hardisk, SD Card, Micro SD Card, flashdisk, atau alat penyimpanan data digital lainnya.
- ☑ **Nomor 9** = Sinyal digital menuju ke bagian transmisi untuk menjalani proses modulasi. Kemudian disiarkan ke pesawat televisi yang ada di rumah-rumah.

Dari Gambar 3.1 dan keterangannya, bisa kita ketahui, mulai dari nomor 1 hingga 5, berlangsung proses analog. Setelah itu mulai dari nomor 6 sampai nomor 9 beralih ke proses digital. Proses peralihan analog ke digital ini dimulai oleh proses **kuantifikasi sinyal** di bagian pemroses sinyal (nomor 6).

Proses analog yang dimaksud adalah pengiriman berkas-berkas elektronik dari hasil perekaman gambar dan suara, secara analog. Sedangkan proses digital merupakan pengiriman berkas-berkas elektronik secara digital. Pembahasan mengenai kuantifikasi sinyal akan kita temui di subbab selanjutnya.

Kemudahan perekaman data digital, menjadi salah satu kelebihan dari siaran televisi digital. Hingga kini telah muncul banyak sekali jenis kamera digital dengan berbagai macam merek. Bahkan kamera digital telah ditempelkan pada perangkat *mobile* seperti telepon genggam, laptop dan lainnya. Kamera digital dengan ukuran kecil hingga segenggam tangan, juga telah banyak beredar.

Dengan kamera-kamera inilah objek atau kejadian-kejadian sudah bisa direkam. Tidak perlu kamera berukuran besar untuk merekam. Sehingga setiap *cameraman* cukup membawa kamera digital berukuran mini, untuk mengambil gambar atau merekam setiap kejadian yang menjadi objeknya.

Berikut ini beberapa contoh kamera digital yang bisa digunakan untuk mendukung siaran televisi digital.



Gambar 3.2. Handycam

(Sumber: http://www.jafaphotography.com/sony_x2100_camcorder.htm atau <http://goo.gl/Zqxj13>)



Gambar 3.3. Handycam berukuran sedang

(Sumber: <http://www.adminxp.com/hardware/sonytr8.jpg> atau <http://goo.gl/Xf-sRvQ1>)



Gambar 3.4. Kamera digital pada telepon genggam

(Sumber: <http://trikfotografi.com/tips-membuat-kreativitas-dengan-kamera-smartphone/> atau <http://goo.gl/Xjnhm1>)

Penyimpanan data pada kamera digital juga mudah dilakukan. Cukup dengan media penyimpan seperti *microSD* yang berukuran kecil dan mudah dibawa. Demikian juga dalam hal transfer data, kita bisa memindahkan hasil rekaman dengan cepat. Bisa melalui proses copy data dari *microSD* ke perangkat lain seperti komputer, telepon genggam, dan lain-lain. Selain itu, bisa juga dilakukan dengan menggunakan perangkat pemindahan tanpa kabel (*wireless bluetooth*, *sat air-air*).

B. Transmisi Data Digital

Bagaimana memperoleh Gambar atau objek yang telah direkam dan diubah menjadi data digital, agar hasil rekaman bisa disebarkan oleh banyak orang? Kalau kita bertanya semacam ini muncul sebuah kita berbicara tentang kamera atau perekam gambar digital.

Jika gambar atau objek bergerak sudah direkam, maka selanjutnya akan masuk ke proses transmisi. Transmisi berarti proses pengiriman data menggunakan gelombang pemancar *camer* berfrekuensi tinggi. Proses transmisi ini menggunakan alat yang di era para ahli elektronika dikenal nama **transmitter**.

Transmitter ini bukan komponen yang berdiri sendiri, melainkan satu set kumpulan beberapa komponen transmisi. Di dalam transmitter ini secara umum, tersusun dari *input data*, *oscilator* (penghasil sinyal pemancar), *modulator* dan *amplifier*. Pembahasan lebih lanjut mengenai cara kerja satu set transmitter ini telah dibahas pada Subbab Modulasi Sinyal Digital di Bab 2.

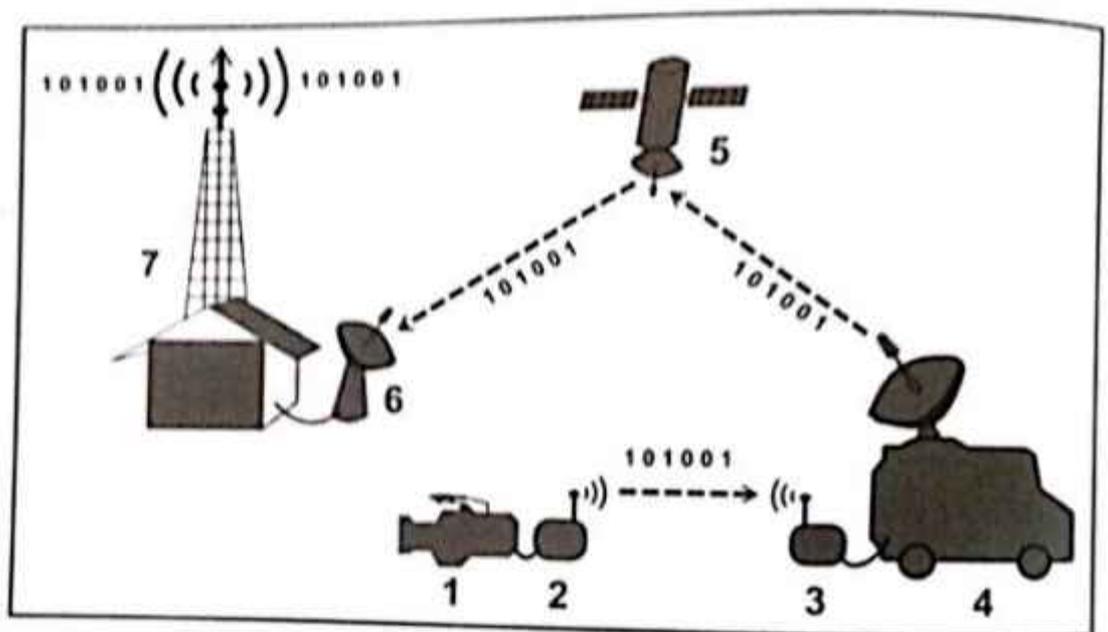
Ada kamera yang telah memiliki transmitter di dalamnya. Ada pula kamera yang tidak memiliki transmitter. Kamera yang memiliki transmitter akan memancarkan atau menyebarkan gambar bergerak yang telah direkamnya tanpa perlu tambahan transmitter. Sementara, kamera tanpa transmitter perlu menambahkan transmitter.

Pada dasarnya kamera untuk keperluan siaran televisi membutuhkan transmitter, baik yang telah tertanam dalam kamera atau transmitter tambahan di luar kamera. Jangkauan dari transmitter untuk kamera ini, tidak terlalu luas.

Perangkat Pendukung Televisi Digital

Sehingga membutuhkan stasiun mini bergerak (*mobile*), yang selalu berputar dengan kamera, yang sering disebut dengan *Outside Broadcasting Van*. Ada dua macam siaran televisi yang umum digunakan oleh stasiun televisi, siaran langsung (*live*) dan siaran rekaman (*recorded*).

Siaran langsung berarti apa yang direkam oleh kamera akan langsung dilihat oleh para penonton televisi. Sementara siaran rekaman adalah rekaman yang bergerak dari kamera yang terlebih dahulu disimpan dalam alat penyimpan (microSD, MMC, atau lainnya), kemudian disiarkan atau ditransmisikan melalui stasiun televisi ke seluruh wilayah.



Gambar 3.5. Skema siaran langsung televisi digital

Keterangan Gambar 3.5:

- ☑ Nomor 1 = Kamera, merekam gambar bergerak lalu mengubah hasil rekaman menjadi data digital.
- ☑ Nomor 2 = *Transmitter*, data digital dari kamera dialirkan ke transmitter lalu dipancarkan.
- ☑ Nomor 3 = *Receiver*, digunakan untuk menerima pancaran sinyal digital dari transmitter pada kamera.
- ☑ Nomor 4 = *Outside Broadcasting Van (OBV)*, kendaraan jenis van yang membawa transmitter satelit. Data digital dari receiver akan ditransmisikan kembali ke satelit melalui transmitter satelit di OBV.

- ☑ **Nomor 5 = Satelit**, untuk menerima sinyal digital dari OBV dan memancarkan kembali sinyal digital tersebut ke stasiun televisi.
- ☑ **Nomor 6 = Receiver satelit**, alat ini berada di stasiun televisi, fungsinya untuk menerima sinyal digital dari satelit.
- ☑ **Nomor 7 = Stasiun televisi**, tempat dipancarkannya program-program televisi. Sinyal digital akan dipancarkan oleh stasiun televisi ke seluruh wilayah dengan transmitter yang lebih kuat.

Gambar 3.5 menunjukkan skema proses siaran langsung sebuah program televisi digital. Skema tersebut juga berlaku untuk siaran langsung televisi analog. Sementara untuk siaran tidak langsung, hasil rekaman akan disimpan terlebih dahulu pada alat penyimpanan, baru kemudian dikirimkan ke stasiun televisi. Saat ini proses pengiriman data digital ke stasiun televisi menjadi mudah, sebab bisa dilakukan melalui internet (email, media sosial, dan lain-lain).

C. Pesawat Televisi Digital

Kini kita akan membahas mengenai alat utama yang akan menampilkan siaran televisi digital di rumah. Pesawat televisi digital pada umumnya diproduksi berbentuk LED (*Light Emitting Diode*), LCD (*Liquid Crystal Display*), atau Plasma TV. Tujuannya untuk mendapatkan tampilan maksimal dari siaran digital. Sebab televisi semacam ini memiliki ukuran layar yang lebar dan beresolusi tinggi.

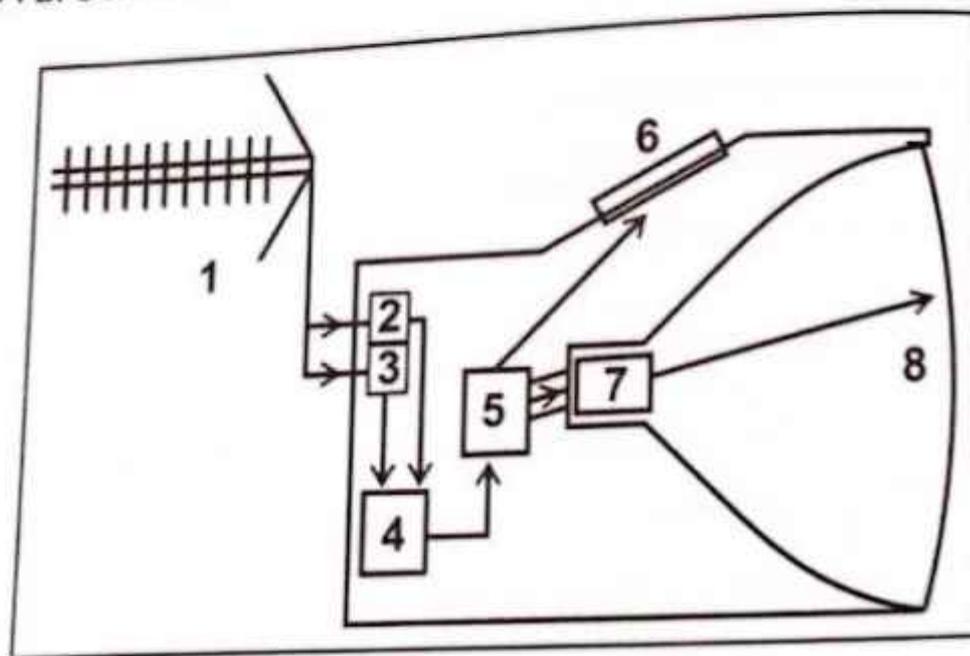
Tetapi televisi bertipe CRT (*Cathode Ray Tube*), juga ada yang diproduksi dan disiapkan untuk menangkap siaran televisi digital. Perbedaan mendasar pesawat televisi analog dan digital, hanya terletak pada ada atau tidaknya tuner DVB (*Digital Video Broadcasting*). Jika tidak terdapat tuner DVB di dalam pesawat televisi, maka tidak bisa dikatakan sebagai televisi digital, meskipun bentuknya LED, LCD, atau Plasma TV. Pembahasan mengenai DVB Terrestrial, akan dibahas di subbab berikutnya.

Saat ini, pesawat televisi digital yang diproduksi untuk Republik Indonesia masih menggunakan 2 tuner, yaitu analog dan digital (DVB). Hal ini dikarenakan konversi dari televisi analog ke televisi digital, sedang berlangsung dan dijadwalkan

Perangkat Pendukung Televisi Digital

baru akan selesai di tahun 2018. Pada tahun tersebut, semua siaran televisi analog telah dinonaktifkan. Televisi dengan 2 tuner berarti bisa digunakan untuk menangkap siaran televisi analog dan digital. Sehingga selama proses konversi berlangsung, masyarakat tetap masih bisa menyaksikan siaran televisi analog yang masih aktif, sekaligus saluran televisi digital yang telah mengudara.

Secara umum, susunan komponen pesawat televisi digital sama dengan komponen televisi analog. Perbedaan hanya terletak pada ada atau tidaknya tuner DVB. Berikut ini skema sederhana cara kerja televisi digital.



Gambar 3.6. Cara kerja televisi digital

Keterangan Gambar 3.6:

- ☑ Nomor 1 = Sinyal analog yang ditransmisikan, diterima oleh antena. Kemudian dari antena penerima, akan diteruskan ke sebuah komponen bernama Tuner.
- ☑ Nomor 2 = **Tuner Analog**, digunakan untuk menerima siaran televisi analog. Di dalam **Tuner**, sinyal televisi analog yang berasal dari beberapa *channel* televisi, akan dipisahkan satu sama lain dan dimunculkan sesuai dengan permintaan penonton televisi saat mengganti *channel* TV.
- ☑ Nomor 3 = **Tuner DVB**, digunakan untuk menerima siaran televisi digital. Fungsi dari tuner ini sama dengan **Tuner Analog**.
- ☑ Nomor 4 = **Intermediate Frequency (I-F) Amplifier**, sebuah alat yang bertugas memperkuat sinyal yang keluar dari...

- ☒ Nomor 5 = **Video Detector**. Sinyal siaran televisi analog atau digital akan diarahkan menuju ke dalam Video Detector untuk dipisahkan antara sinyal suara dengan sinyal gambar.
- ☒ Nomor 6 = **Speaker**. Sinyal suara diarahkan menuju ke speaker untuk diubah menjadi suara yang kita dengar bersama dengan gambar di layar televisi.
- ☒ Nomor 7 = **Pemancar gambar**. Pada televisi CRT bewujud **electron gun**.
- ☒ Nomor 8 = **Layar televisi (screen)**. Sinyal gambar diubah menjadi gambar di layar televisi berlapis fosfor berwarna RGB (untuk televisi CRT).

Cambar 3.6 tersebut menggunakan contoh cara kerja televisi CRT. Pada jenis televisi lainnya, seperti LCD, LED, dan Plasma TV, memiliki prinsip kerja yang sama dengan TV CRT, hanya bentuk dan susunan komponen saja yang berbeda.

Setelah menyimak gambaran mengenai televisi digital di atas, kita bisa mengambil kesimpulan sebagai berikut.

Pesawat Televisi Digital adalah pesawat televisi yang di dalamnya terdapat tuner DVB (**Digital Video Broadcasting**) baik DVB-S, DVB-C atau DVB-T. Tuner DVB berfungsi untuk menerjemahkan data digital yang ditransmisikan menjadi berkas elektron yang akan dipancarkan pada layar (**screen**) televisi.

2. Tipe Siaran Televisi Digital

Perangkat pendukung televisi digital telah kita bahas, kini pembicaraan akan beralih pada siaran televisi digital. Pengetahuan kita atas perangkat pendukung televisi digital menjadi pijakan awal dalam pembahasan mengenai tipe siaran TV digital ini.

Siaran televisi digital ini juga kerap disebut dengan DVB (**Digital Video Broadcasting**), seperti telah sering disebut pada pembahasan sebelumnya. Setiap jenis siaran TV digital, memiliki kegunaan dan tujuan yang berbeda. Misalnya, untuk DVB-S (DVB Satelit), digunakan oleh saluran televisi satelit berjangkauan luas, baik berbayar maupun gratis. Demikian juga dengan DVB-T (DVB Terestrial), untuk menangkap saluran televisi digital lokal.

A. DVB-S (DVB Satelit)

Tipe siaran televisi yang kita bahas ini termasuk dalam kelompok dalam standar penyiaran televisi digital. DVB-S sejak awal kemunculan telah digunakan dalam siaran DTH (*Direct To Home*) melalui satelit. Penyebaran sederhana siaran DTH sebagai berikut, stasiun televisi melakukan transmisi melalui udara dan diterima satelit. Kemudian dipancarkan lagi oleh satelit akan diterima antena penerima di rumah-rumah, lalu program televisi pun ditayangkan dengan baik.

Antena yang digunakan untuk menerima siaran ini, berjenis penguatan dan berbentuk cakram, atau yang sering kita sebut dengan parabola. Saat antena semacam ini sering kita jumpai di daerah pelosok, yang jauh dari pemancar televisi, sehingga tidak bisa menerima siaran televisi analog. Berikut contoh tampilan antena parabola.



Gambar 3.7. Contoh antena parabola

(Sumber: http://en.wikipedia.org/wiki/Direct-broadcast_satellite atau <http://goo.gl/Qzh5R>)

Selain antena parabola, alat yang dibutuhkan untuk menangkap siaran DVB adalah IRD (*Integrated Receiver Decoder*). Di tengah masyarakat Indonesia ini disebut dengan dekoder atau dekoder satelit. IRD berfungsi untuk mengubah data digital berupa gambar ditambah suara dari satelit, agar sesuai dan bisa

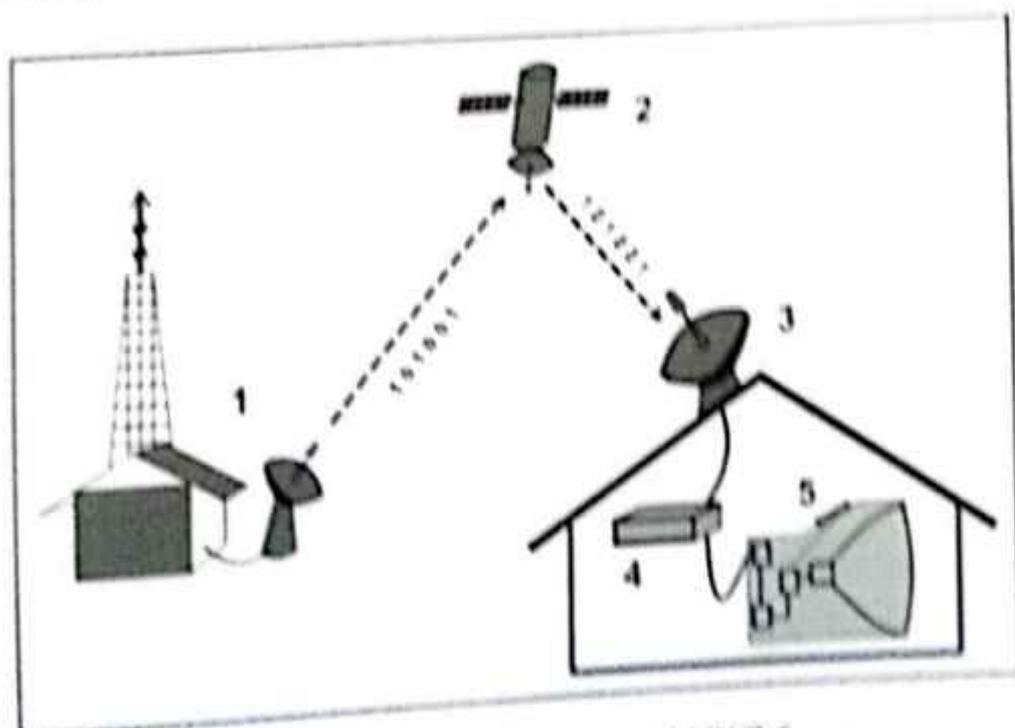
ditayangkan pada perangkat penerima (televisi). Contoh, jika digunakan televisi analog, maka data digital akan diubah oleh IFT menjadi sinyal analog yang bisa ditayangkan dan dipancarkan melalui pesawat televisi analog. Dekoder atau IFT ini memiliki bentuk yang berbeda-beda, contoh di bawah ini merupakan salah satu contoh dekoder satelit yang ada.



Gambar 3.8. Contoh tampilan dekoder DVB-S

(Sumber: <http://www.dvb-system.com/dvb-sd/201206/198.html> atau <http://psn.gl/D106201>)

Secara keseluruhan, cara kerja DVB-S bisa dijelaskan dalam sebuah gambar berikut ini.



Gambar 3.9. Cara kerja transmisi DVB-S

Tipe Siaran Televisi Digital

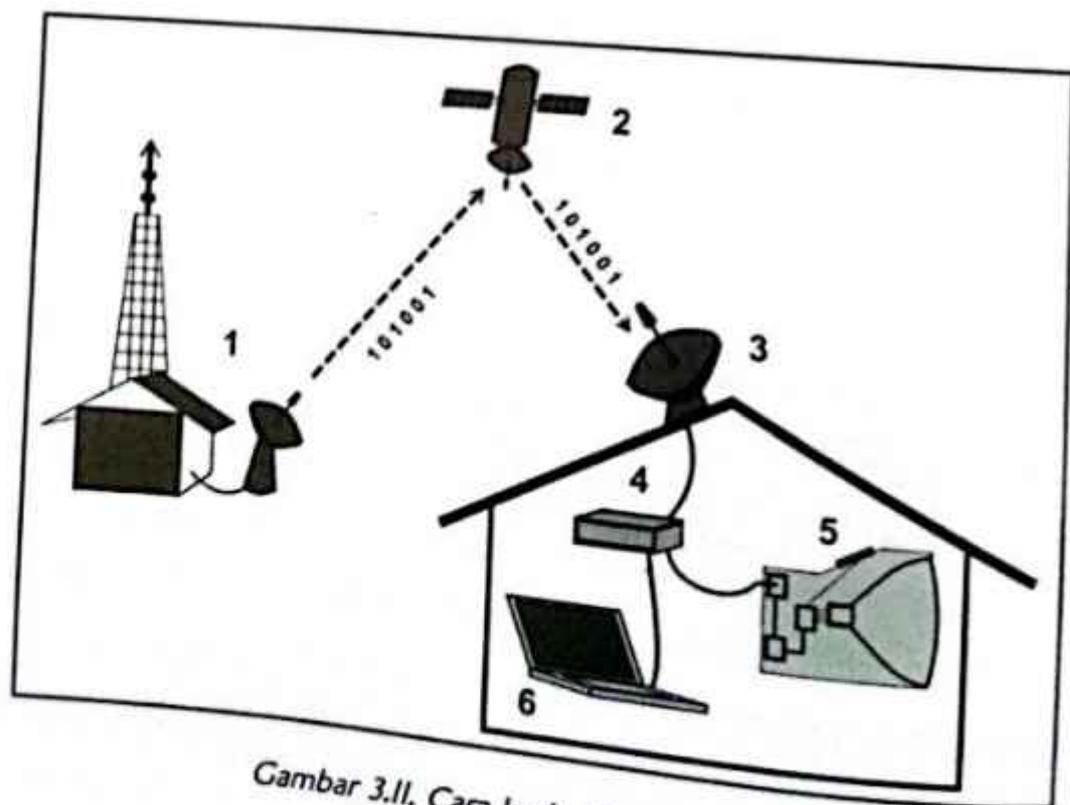
bernama **DVB-S2**. Sistem siaran ini, adalah generasi kedua dari DVB-S. Terdapat banyak penyempurnaan pada DVB-S2 ini.

B. DVB-S Generasi Kedua (DVB-S2)

Sistem baru siaran televisi satelit ini tidak hanya mampu mengirimkan dan menampilkan tayangan gambar bergerak atau program televisi saja. Tetapi juga mampu mengirimkan data lainnya, seperti streaming video, dokumen melalui email, dan lainnya. Kualitas gambar yang dihasilkan juga lebih tinggi, dengan format MPEG-4.

Secara sederhana, DVB-S2 bisa diartikan sebagai sistem **DVB-S** yang ditambahkan dengan **paket IP data**. Paket ini berisi **layanan interaktif** (akses internet, melalui PC dan dekoder), **aplikasi kegiatan profesional** (pengumpulan berita), dan **berbagi konten**. Dengan DVB-S2, kita bisa menghubungkan dekoder, pesawat TV, dan PC.

Ciri-ciri dari DVB-S2 yang paling mudah kita ketahui adalah adanya fasilitas soket HDMI pada dekoder. Selain itu, tayangan televisi juga bisa disaksikan menggunakan PC atau laptop.



Gambar 3.II. Cara kerja siaran DVB-S2

Keterangan Gambar 3.11:

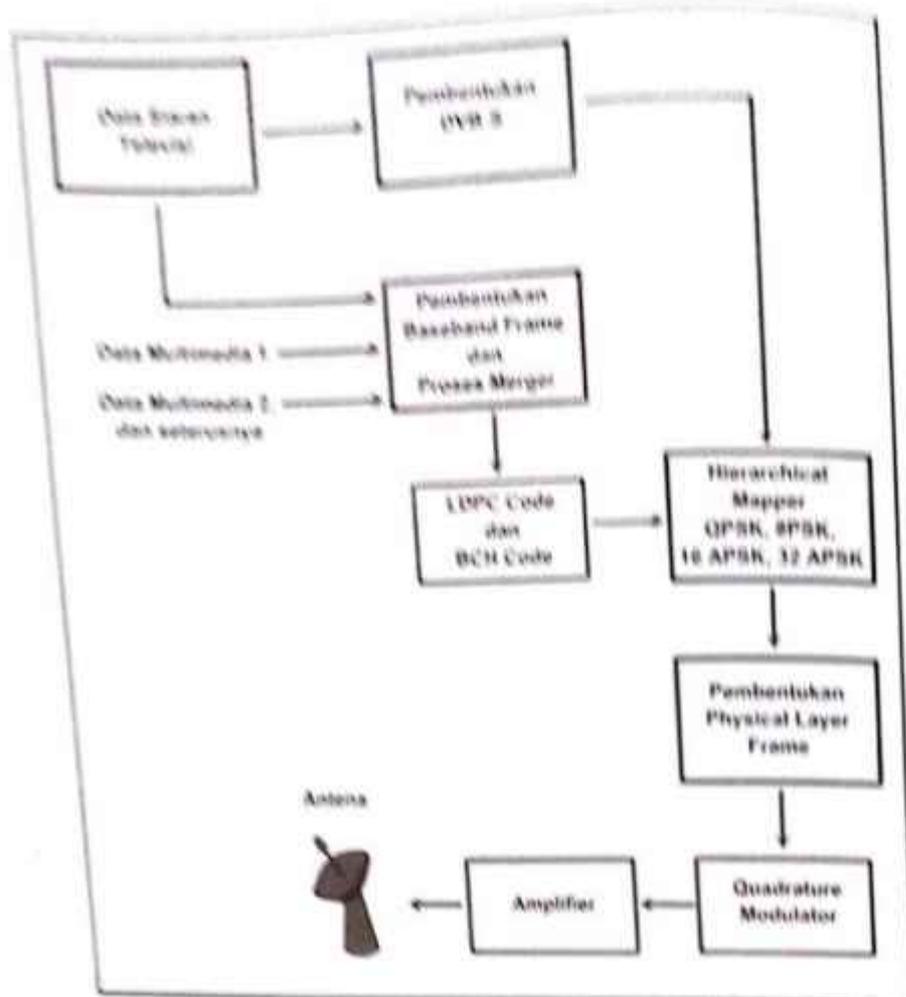
- ☑ Nomor 1 = Stasiun TV atau penyedia layanan TV Satelit (contoh: Indovision, Telkomvision, dan lain-lain). Data dikirimkan ke satelit
- ☑ Nomor 2 = Satelit, bertugas menerima dan mengirimkan kembali sinyal digital ke antena penerima di rumah-rumah warga.
- ☑ Nomor 3 = Antena Parabola, digunakan untuk menerima siaran televisi digital di rumah-rumah. Kemudian dialirkan menuju ke dekoder satelit.
- ☑ Nomor 4 = IRD atau Dekoder, berfungsi untuk mengubah data digital berupa gambar ditambah suara dari satelit, agar sesuai dan bisa ditayangkan pada perangkat penerima (televisi).
- ☑ Nomor 5 = Pesawat televisi. Sinyal dari dekoder dialirkan menuju ke dalam tuner di pesawat televisi, lalu dipancarkan ke layar televisi.
- ☑ Nomor 6 = PC atau laptop. Sinyal dari dekoder dialirkan menuju ke dalam komputer untuk mengaktifkan menggunakan paket IP data.

Gambar 3.11, menunjukkan bagaimana siaran DVB-S2 bekerja. Tampak tambahan perangkat, yaitu komputer, bisa digunakan untuk mengakses internet dari DVB-S2, bersamaan dengan siaran program televisi. Perlu kita ketahui, saat ini, di beberapa kota besar Indonesia, konsumen televisi satelit berbayar, telah mendapatkan akses internet dari penyedia siaran satelit, sebagai bonus. Hal ini menandakan manfaat teknologi DVB-S2 telah banyak diserap oleh masyarakat kita.

Transmitter untuk sistem DVB-S2 memiliki susunan komponen yang lebih lengkap bila dibandingkan dengan DVB-S. Komponen-komponen ini diperlukan untuk melakukan transmisi dari banyak input atau multi input, menggunakan satu sinyal pembawa (*single carrier*).

Jika disederhanakan, proses transmisi DVB-S2 memiliki 2 buah input yang disatukan. Input tersebut terdiri dari,

- 1) Program siaran televisi. Input ini merupakan program atau acara televisi (berita, film, musik, dan lain-lain) yang dibuat oleh stasiun televisi.
- 2) Data multimedia. Input ini merupakan kumpulan data digital dari paket IP data, yang dibuat menggunakan PC, smartphone, dan perangkat digital lainnya.



Gambar 3.12. Skema transmitter siaran DVB-S2

Keterangan Gambar 3.12:

- ☑ Data siaran televisi, berisi program atau acara televisi buatan stasiun TV, yang ditransmisikan.
- ☑ Data multimedia 1, 2 dan seterusnya. Data ini berisi dokumen, video, suara, file grafis, yang tergabung dalam paket IP data. Proses pembuatannya berlangsung di komputer, smartphone, atau perangkat digital lainnya.
- ☑ Pembentukan DVB-S. Pada unit ini, siaran televisi disiapkan menjadi sinyal DVB-S. Hal ini dilakukan, supaya siaran televisi digital tetap bisa ditangkap dan ditayangkan dengan dekoder DVB-S menggunakan televisi berkualitas standar atau SDTV (*Standard Definition Television*).
- ☑ Pembentukan Baseband Frame dan Proses Merger. Dalam unit ini, data siaran televisi dan data multimedia disatukan dan disesuaikan dengan baseband sistem DVB-S2. Data siaran televisi, selain dimasukkan ke dalam unit DVB-S, dialirkan juga di unit ini. Hal ini bertujuan agar siaran program televisi digital bisa ditayangkan dengan dekoder DVB-S2.

- ☑ **LDPC Code dan BCH Code.** Unit ini bertugas melakukan koreksi terhadap aliran data dari proses Pembentukan Baseband Frame dan Proses Merger. Metode yang digunakan untuk melakukan koreksi adalah BCH dan LDPC. Tujuannya untuk mengurangi noise atau gangguan.
- ☑ **Hierarchical Mapper QPSK, 8PSK, 16 APSK, 32 APSK.** Unit ini berfungsi untuk melakukan penyusunan bit data sesuai dengan modulasi yang digunakan. Misalnya, untuk modulasi QPSK, sebuah paket data berisi 1101010111, akan disusun menjadi 2 setiap paket, menjadi 11, 01, 01, 01, 11. Jika modulasi yang digunakan adalah 8 PSK, maka data akan dikelompokkan menjadi 3 dalam setiap paketnya dan seterusnya.
- ☑ **Pembentukan Physical Layer Frame.** Unit ini digunakan untuk mempersiapkan data digital agar bisa digunakan oleh modulator. Selain itu, unit ini juga melakukan pemilihan atas data yang mengalami kerusakan.
- ☑ **Quadrature Modulator.** Namanya memang mirip dengan QPSK, tetapi tidak hanya modulasi QPSK saja yang bisa dilakukannya. Unit ini berfungsi untuk melakukan modulasi sinyal digital. Modulator ini memiliki banyak kelebihan bila dibandingkan dengan modulator lainnya. Hal ini dikarenakan sinyal yang masuk ke modulator ini jumlahnya banyak, dari DVB-S (program televisi) dan DVB-S2 (program televisi dan berbagai data multimedia). Sehingga modulator ini harus bisa menjalankan lebih dari satu modulasi, QPSK, 8PSK, 16APSK dan 32APSK. Tetapi hanya QPSK dan 8PSK saja yang paling sering dilakukan.
- ☑ **Amplifier dan Antena.** Unit ini digunakan untuk memperkuat sinyal dan memancarkan sinyal, supaya bisa diterima oleh satelit.

Saat ini telah banyak penyedia layanan televisi digital bermunculan. Sebagian besar, para penyedia ini menggunakan sistem siaran DVB-S2. Maka untuk bisa menangkap siaran ini kita membutuhkan dekoder parabola bertipe DVB-S2. Salah satu ciri dari dekoder DVB-S2, yang bisa kita temui dengan mudah adalah adanya soket HDMI (*High Definition Multimedia Interface*) di dalamnya.

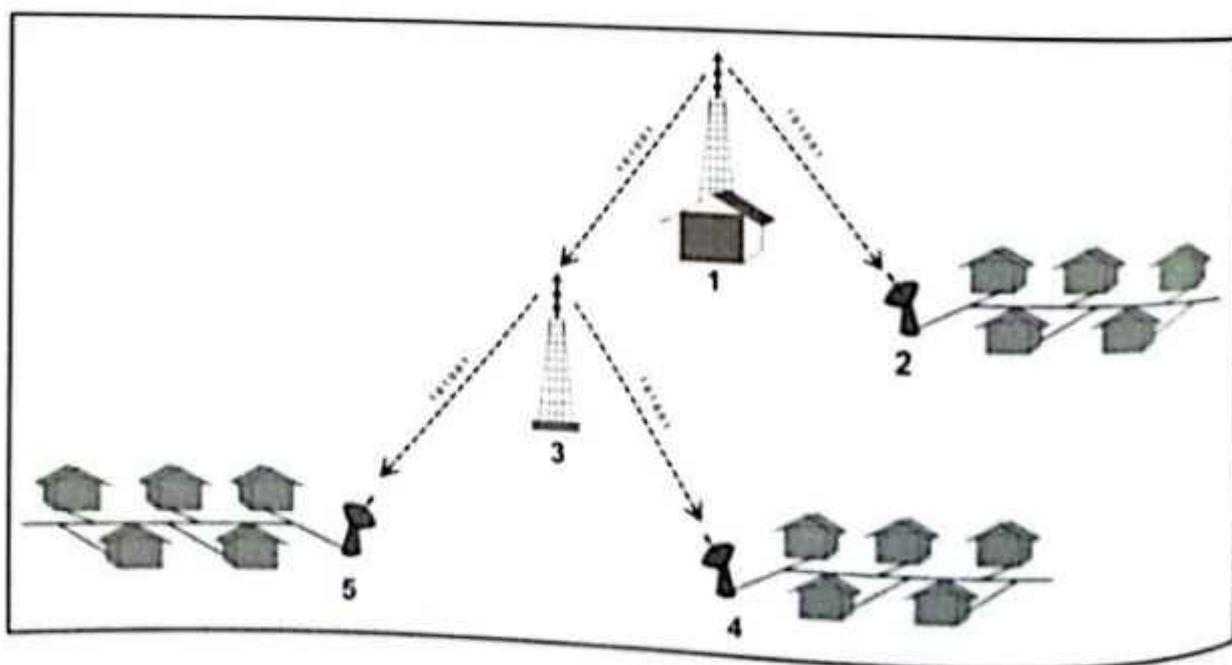
Jika kita menggunakan jasa penyedia TV berlangganan, seperti Indovision, Telkomvision, dan lain-lain. Sebaiknya kita pastikan terlebih dahulu, para penyedia jasa ini telah menggunakan teknologi DVB-S2. Demikianlah pembahasan mengenai televisi digital dengan transmisi satelit. Kini kita akan membahas mengenai televisi digital dengan transmisi kabel atau lebih dikenal sebagai DVB-C.

C. DVB-C (DVB Cable)

Sistem siaran televisi digital yang kita bahas ini, tidak banyak berbeda dengan dua sistem sebelumnya. Letak perbedaannya hanya terletak pada perangkat transmisi yang digunakan. DVB-C ini menggunakan kabel sebagai media transmisi, atau populer dengan sebutan TV kabel. Jika melihat kualitasnya DVB-C ini memiliki format gambar yang sama dengan DVB-S, yaitu MPEG-2.

Jika pada DVB-S menggunakan modulasi QPSK, maka pada DVB-C ini modulasi yang digunakan adalah QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*). Pembahasan mengenai modulasi QAM ini, bisa dilihat kembali di Bab 2, halaman 50.

Pada proses transmisi, DVB-C ini juga dibantu dengan perangkat wireless. Tujuannya untuk menjangkau wilayah yang lebih luas. Tentu saja membuang banyak uang, jika sebuah penyedia layanan TV kabel harus membentangkan kabel sepanjang pulau Jawa. Oleh karena itu, untuk memendekkan kabel DVB-C, digunakan juga perangkat wireless *broadband*, seperti menara BTS (*Base Transceiver Station*). Berikut ini adalah skema sederhana dari cara kerja siaran DVB-C.

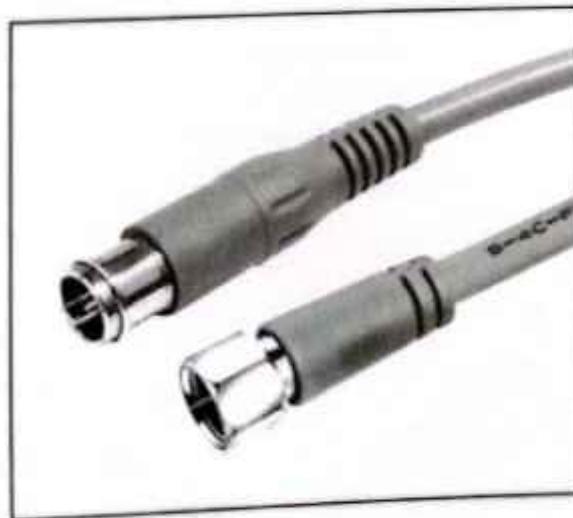


Gambar 3.13. Cara kerja siaran DVB-C

Keterangan Gambar 3.13:

- ☑ **Nomor 1** = Stasiun televisi atau penyedia layanan televisi berlangganan. Stasiun televisi ini memancarkan acara televisinya, dengan jarak pancaran tertentu.
- ☑ **Nomor 2** = Antena penerima untuk kelompok pengguna layanan DVB-C, yang letaknya paling dekat dengan pemancar stasiun TV. Dari antena penerima, sinyal data program televisi akan dialirkan ke dalam rumah-rumah pelanggan menggunakan kabel.
- ☑ **Nomor 3** = Menara BTS, berfungsi sebagai penerima dan pemancar bagi siaran televisi yang ditransmisikan dari stasiun. Keberadaan menara BTS ini akan memperpanjang jangkauan siaran televisi kabel.
- ☑ **Nomor 4 dan 5** = Antena penerima dan kelompok pengguna televisi kabel kedua dan ketiga. Jarak kelompok dan antena penerimanya dengan stasiun televisi, cukup jauh, bahkan berada di luar jangkauan pemancar stasiun TV. Tetapi dengan bantuan menara BTS, sinyal program televisi dari pemancar stasiun TV, dapat diteruskan ke pengguna TV kabel di kelompok kedua dan ketiga.

Sama dengan DVB standar lainnya, sistem DVB-C ini hanya bisa digunakan untuk melihat tayangan televisi saja. Kualitas gambar yang dihasilkan dari transmisi DVB-C adalah MPEG-2. Kabel **Fiber Optik Koaksial**, menjadi media transmisi DVB-C yang paling banyak digunakan. Terutama untuk penyedia layanan DVB-C, yang tidak menyediakan layanan jasa telepon kabel, atau murni menyediakan jasa televisi kabel saja (contoh: Indovision dan lain-lain).

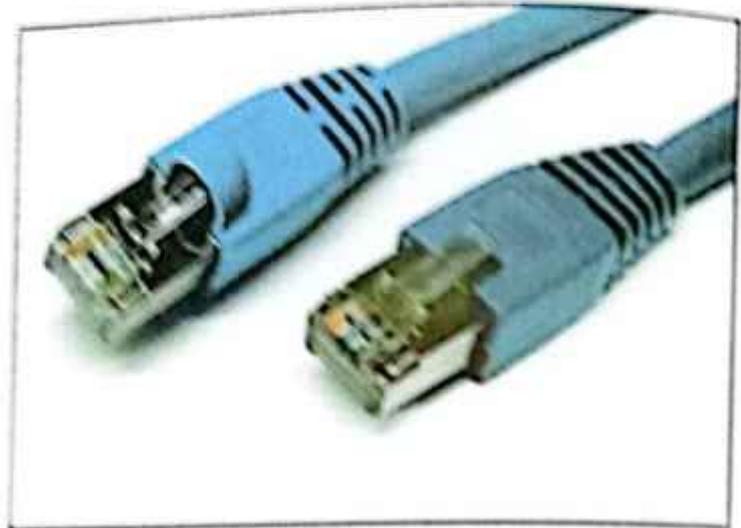


Gambar 3.14. Contoh kabel Fiber Optik Koaksial

(Sumber: <http://cctvwireindia.com/co-axial-cable/> atau <http://goo.gl/vl39a5>)

Tipe Sinar Televisi Digital

Namun hal ini tidak berlaku bagi Telkomvision, perusahaan telekomunikasi pemerintah ini telah menguji jaringan televisi kabel di Jakarta. Telkomvision memiliki kemampuan untuk tidak hanya menggunakan kabel optik coaxial tetapi juga mampu menggunakan kabel serat optik untuk siaran televisi kabarnya. Kabel serat optik ini lebih kuat daripada televisi atau UTP.



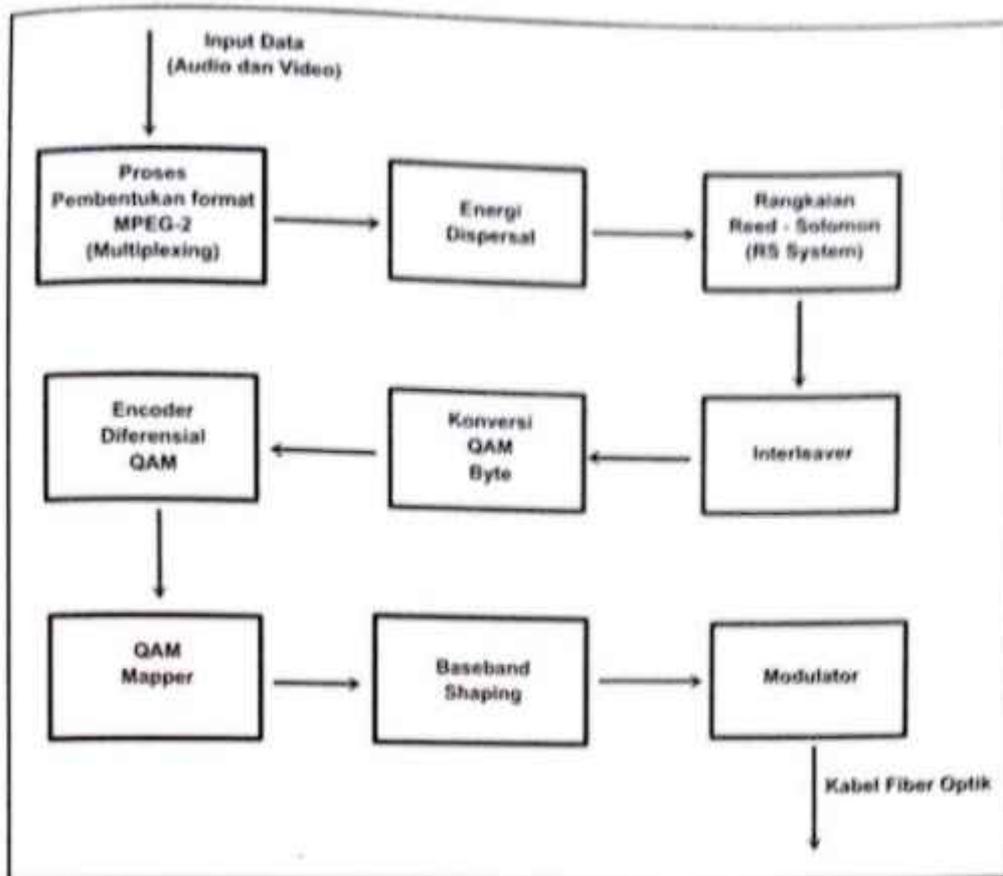
Gambar 3.3. Contoh Kabel Broadband

(Sumber: <http://www.i-secure.co.uk/cabling.html> atau <http://www.10001.com/>)

Pembentukan MPEG-2 melalui proses **multiplexing** terhadap data yang diterima (video dan audio). Selanjutnya sinyal MPEG-2 diangkut ke unit **Energy Dispersion**. Di dalam unit ini sinyal MPEG-2 akan diacak dan disiapkan menuju ke dalam RS system.

Di dalam RS system, sinyal MPEG-2 akan mengalami koreksi dengan Reed-Solomon untuk mengurangi noise atau yang muncul saat proses ini data. Setelah sinyal MPEG-2 terkoreksi, maka akan masuk ke dalam Intersect tujuannya untuk diacak kembali.

Proses transmisi DVB-C ini akan berlangsung hingga berakhir di modulator. Setelah keluar dari modulator, siaran DVB-C siap untuk transmisi. Agar lebih jelas kita perhatikan diagram kerja DVB-C berikut ini.



Gambar 3.16. Skema transmitter DVB-C

Keterangan Gambar 3.16:

- ☑ **Multiplexing.** Unit ini berfungsi untuk menyatukan berbagai macam data yang masuk dan mengubahnya menjadi MPEG-2. Untuk DVB-C, data yang masuk berupa video dan audio.
- ☑ **Energi Dispersal.** Unit ini bertugas melakukan *decorellated* atas susunan paket data MPEG-2. *Decorellated* sendiri berarti pemecahan, maka pada transmisi data, bisa diartikan sebagai pemisahan deretan input data dari deretan data bernilai 1 atau 0 yang terlalu panjang. Misalnya, sebuah data bernilai 01010000000000, maka di unit ini deretan angka nol yang terlalu panjang akan dihilangkan. Caranya dengan memecah urutan data menjadi beberapa blok.
- ☑ **Reed-Solomon (RS) System.** Unit ini berfungsi sebagai korektor bagi data-data MPEG-2 yang mengalami error. RS system merupakan sebuah kumpulan kode yang diberi nama Reed-Solomon. RS system digunakan juga pada beberapa transmisi standar DVB lainnya. Seperti pada DVB-S yang telah kita bahas sebelumnya.

Tipe Siaran Televisi Digital

- ☑ **Interleaver.** Fungsi unit ini merupakan kelanjutan dari RS system, yaitu mengurangi jumlah error dari data. Caranya dengan mengambil sebuah bit dari setiap urutan blok data, lalu menyatukannya dalam blok data baru.
- ☑ **Konversi QAM Byte.** Unit ini bertugas mengolompokkan bit yang telah diacak oleh interleaver, sesuai dengan modulasi yang digunakan. Contohnya, jika modulasi menggunakan QAM, maka paket data yang tersusun dari 1010110101, diubah menjadi 2 bit dalam tiap paket 10, 10, 11, 01, 01. Jika menggunakan 16 QAM, maka data dikelompokkan menjadi 4 bit dalam tiap frame.
- ☑ **Encoder Diferensial QAM.** Fungsi dari unit ini adalah melakukan encoding, dimana prosesnya terdiri dari pemisahan sinyal MPEG-2 dari unit sebelumnya, menjadi dua bagian yaitu kanal I dan Q.
- ☑ **QAM Mapper.** Unit ini berfungsi sebagai tempat penyatuan sinyal di kanal I dan kanal Q.
- ☑ **Baseband Shaping.** Unit ini berfungsi untuk menjaga agar ukuran data MPEG-2 yang ditransmisikan tetap sesuai dengan ukuran kanal atau channel yang tersedia.
- ☑ **Modulator.** Unit ini digunakan untuk modulasi sinyal MPEG-2 menggunakan sinyal pembawa (*carrier*).

Modulasi DVB-C ini pun terus mengalami perkembangan. Sama dengan sejawatnya, DVB-S yang berkembang menjadi DVB-S2, DVB-C2 kini telah lahir. Perkembangan dari DVB-C menjadi DVB-C2 ini juga berdampak pada semakin mudahnya berbagi informasi. Sebab DVB-C2 tidak hanya mampu mengirimkan input data tunggal (siaran televisi), tetapi juga bisa mengirimkan data-data lainnya (*streaming* video & audio, email, dan lain-lain). Secara garis besar, cara kerja DVB-C2 mirip dengan DVB-S2.

Sementara perbedaan antara DVB-C dengan DVB-C2 terletak pada beberapa hal, antara lain.

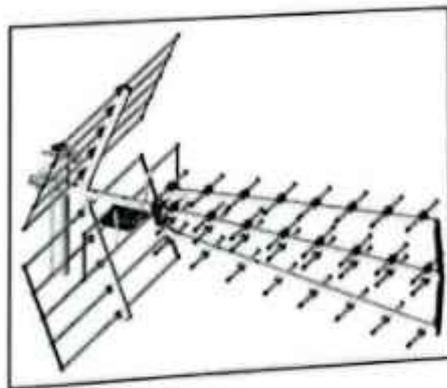
- 1) Pada input data yang digunakan, DVB-C hanya menggunakan satu input sedangkan DVB-C2 menggunakan banyak input (**multi stream**).
- 2) Sistem Koreksi yang digunakan juga berbeda, DVB-C menggunakan *Reed Solomon code*, sedangkan DVB-C2 menggunakan LDPC dan BCH code.

- 3) Modulasi yang digunakan juga berbeda, DVB-C menggunakan 16 QAM sampai 256 QAM, sementara DVB-C2 menggunakan 16 QAM - 4096 QAM.
- 4) Perbedaan lainnya terletak pada proses interleaving, jika DVB-C hanya sampai pada level Bit-Interleaving, maka pada DVB-C2 telah sampai pada *Bit-Interleaving, frequency-interleaving* dan *time-interleaving*.

D. DVB-T (DVB Terrestrial)

Jenis televisi digital yang kita bahas kali ini menggunakan media transmisi udara, sama dengan DVB-S dan DVB-S2. Perbedaannya terletak pada transmitter yang digunakan. DVB-T menggunakan transmitter UHF (*Ultra High Frequency*) Band untuk memancarkan siaran televisi. DVB-T juga sedang menjadi perbincangan di dunia penyiaran Indonesia. Sebab metode siaran digital inilah yang akan digunakan di Indonesia. Mungkin muncul pertanyaan, mengapa DVB-T yang digunakan di Indonesia? Mengapa bukan DVB-C, DVB-S, DVB-H (*Handheld*)?

Karena menggunakan frekuensi UHF, maka siaran DVB-T menjadi mudah ditangkap oleh masyarakat Indonesia. Antena yang digunakan untuk menangkap siaran DVB-T, sangat familiar bagi kita. Yakni, antena bertipe **Yagi** yang biasa kita gunakan untuk menangkap siaran televisi. Antena ini biasa diletakkan di luar ruangan, atau di dalam ruangan.

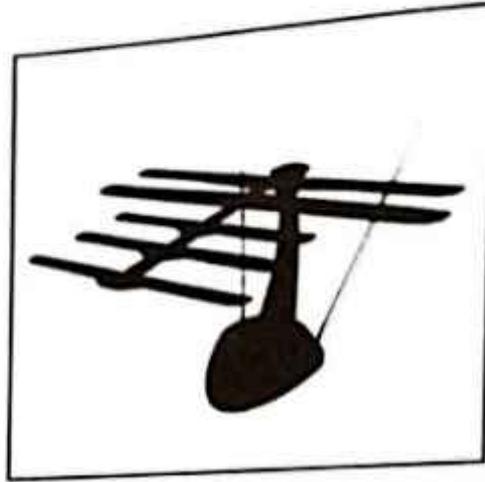


Gambar 3.17. Contoh tampilan Antena Yagi

(Sumber: http://www.dipol.com.pl/antena_telewizyjna_uhf_dipol_44-21-69_tri_digital_A2680.htm atau <http://goo.gU/ReMQ30>)

Tipe Siaran Televisi Digital

Singkat cerita, sistem DVB-T ini mudah dijangkau oleh seluruh lapisan masyarakat Indonesia, mulai dari ekonomi kelas bawah hingga menengah ke atas. Antena Yagi yang digunakan juga tersedia di banyak toko elektronik dan harganya juga terjangkau. Jika di daerah yang dekat dengan pemancar televisi cukup dengan menggunakan antena Yagi indoor, sudah bisa menikmati siaran DVB-T.



Gambar 3.18. Contoh Antena Yagi indoor

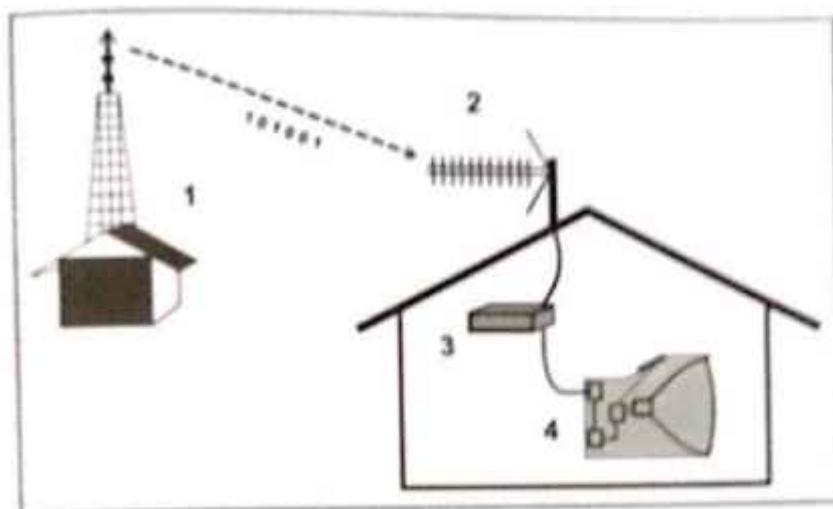
(Sumber: <http://angelelectronics.ca/shop/ota/indoor-antennas/focus-hd-l-indoor-antenna> atau <http://goo.gl/15tlbm>)

Ada satu lagi alat yang dibutuhkan untuk menerima siaran DVB-T, yaitu dekoder terestrial. Kita membutuhkan alat ini, jika dan hanya jika, pesawat televisi yang kita gunakan tidak memiliki DVB-T tuner di dalamnya. Saat ini pesawat televisi yang beredar di tengah masyarakat kita masih menggunakan sistem analog. Hal ini disebabkan oleh stasiun televisi di Indonesia masih menggunakan sistem analog dan sedang bersiap untuk beralih ke sistem digital.

Pemerintah merencanakan pada tahun 2018 nanti, seluruh stasiun televisi telah beralih menggunakan sistem digital. Di tahun itu juga diberlakukan *switch off* atas siaran televisi analog. Walaupun demikian, dekoder terestrial atau *set top box* terestrial masih aktual untuk dibicarakan hingga tahun 2018. Pembahasan mengenai *set top box* atau dekoder selengkapnya ada di bab selanjutnya.

Secara garis besar, cara kerja siaran DVB-T ini sama seperti siaran televisi analog saat ini. Perbedaannya hanya terletak pada jenis sinyal yang dikirimkan.

Pada siaran DVB-T, sinyal yang dipancarkan oleh stasiun televisi telah berwujud data digital. Hal ini juga mempermudah proses siaran bagi stasiun televisi.



Gambar 3.19. Cara kerja siaran DVB-T

Keterangan Gambar 3.19:

- ☑ Nomor 1 = Stasiun televisi atau penyedia layanan televisi berlangganan. Stasiun televisi ini memancarkan acara televisinya, dengan jarak pancaran tertentu.
- ☑ Nomor 2 = Antena penerima di rumah-rumah penduduk. Antena ini menerima sinyal DVB-T dari stasiun televisi.
- ☑ Nomor 3 = *Set top box* atau dekoder DVB-T. Berfungsi sebagai penerjemah sinyal digital menjadi berkas elektron agar bisa ditampilkan di layar pesawat televisi. Pada televisi yang telah memiliki DVB-T tuner dan telah terpasang secara built in, Tidak perlu menggunakan *set top box* lagi.
- ☑ Nomor 4 = Pesawat televisi.

3. Transmisi DVB-T (DVB Terrestrial)

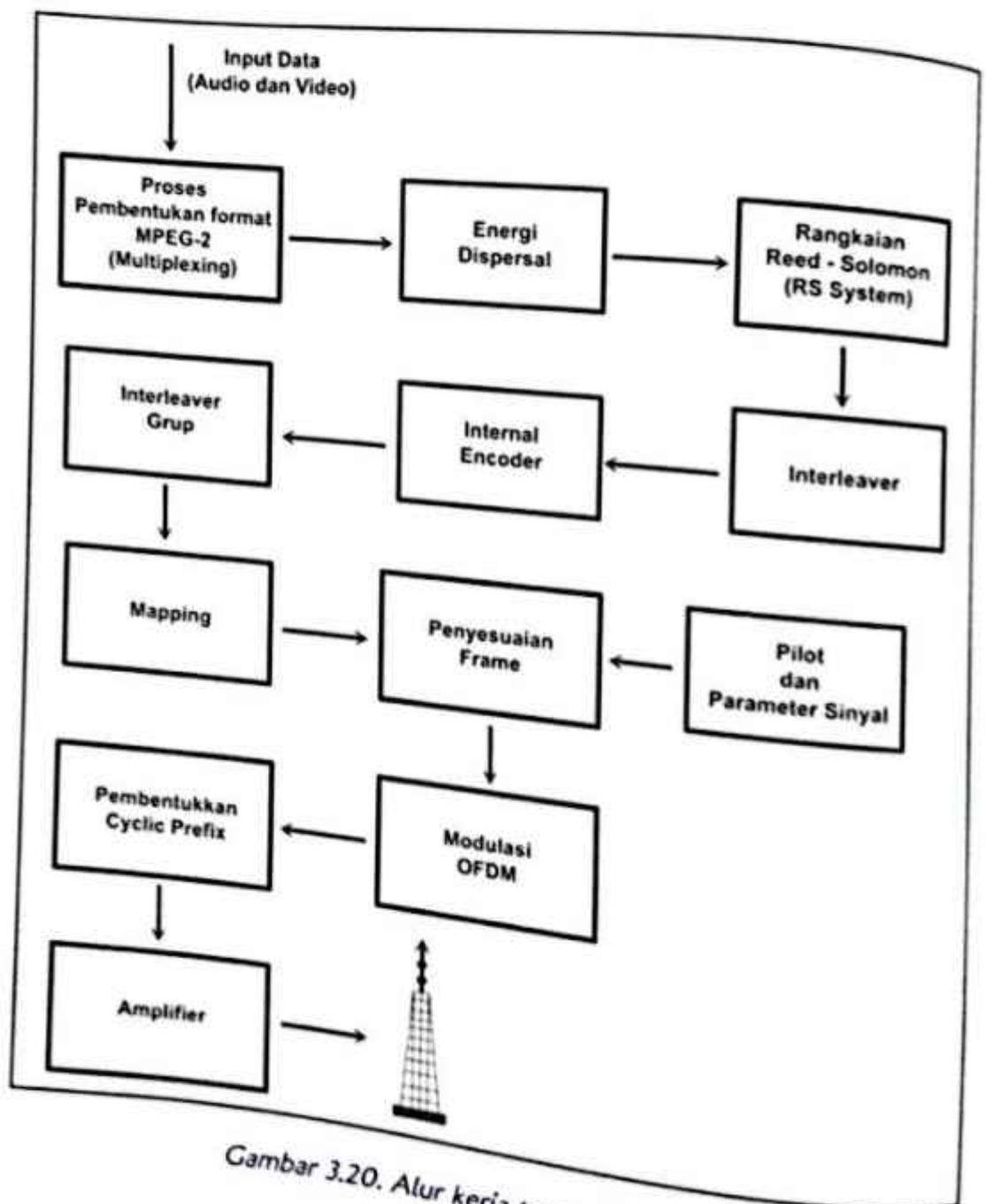
A. Cara Kerja Transmitter DVB-T

Meskipun mudah dijangkau oleh seluruh lapisan masyarakat Indonesia, Transmisi DVB-T harus menghadapi banyak gangguan sinyal atau **noise**. Karena menggunakan frekuensi UHF darat (terrestrial), maka halangan yang dihadapi tidak hanya masalah cuaca. Tetapi juga adanya bangunan-bangunan tinggi

Transmisi DVB-T (DVB Terrestrial)

yang menjadi penghalang transmisi sinyal. Gedung-gedung tinggi dan rumah penduduk memang tidak bisa dihilangkan keberadaannya, sebab mereka ada untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia yang jumlahnya terus meningkat.

Ditambah lagi dengan adanya sinyal komunikasi lainnya, seperti radio, televisi genggam dan sinyal dari stasiun TV lainnya. Oleh sebab itu, transmisi DVB-T memiliki susunan yang sedikit berbeda dengan DVB sebelumnya. Gambar berikut ini menunjukkan alur kerja transmisi DVB-T.



Gambar 3.20. Alur kerja transmisi DVB-T

Keterangan Gambar 3.20:

- ☑ **Multiplexing.** Unit ini berfungsi untuk menyatukan berbagai macam data yang masuk dan mengubahnya menjadi MPEG-2. Untuk DVB-T, data yang masuk berupa video dan audio.
- ☑ **Energi Dispersal.** Unit ini bertugas melakukan *decorellated* atas susunan paket data MPEG-2. *Decorellated* sendiri berarti pemecahan, maka pada transmisi data, bisa diartikan sebagai pemisahan deretan input data dari deretan data bernilai 1 atau 0 yang terlalu panjang. Misalnya, sebuah data bernilai 01010000000000, maka di unit ini deretan angka nol yang terlalu panjang akan dihilangkan. Caranya dengan memecah urutan data menjadi beberapa blok data.
- ☑ **Reed-Solomon (RS) System.** Unit ini berfungsi sebagai korektor bagi data-data MPEG-2 yang mengalami error. RS system merupakan sebuah kumpulan kode yang diberi nama Reed-Solomon. RS system digunakan juga pada beberapa transmisi standar DVB lainnya, Seperti pada DVB-S yang telah kita bahas sebelumnya.
- ☑ **Interleaver.** Fungsi unit ini merupakan kelanjutan dari RS system, yaitu mengurangi jumlah error dari data. Caranya dengan mengambil sebuah bit dari setiap urutan blok data, lalu menyatukannya di dalam blok data baru.
- ☑ **Internal Encoder.** Unit ini masih menjadi bagian dari koreksi atas kemungkinan error yang terjadi. Caranya dengan melakukan konvolusi pada kode (*convolutional code*). Yaitu penambahan jumlah bit dalam setiap blok data yang masuk. Variasi pada metode ini berdasarkan perbandingan jumlah data masuk dan keluar Internal Encoder. Variasi yang biasa digunakan 1/2, 2/3, 3/4, 5/6 dan 7/8. Nilai 1/2 berarti, setiap 1 bit akan keluar menjadi 2 bit.
- ☑ **Interleaver Grup.** Secara garis besar, unit ini sama dengan Inteleaver sebelumnya. Perbedaannya, unit interleaver ini akan melakukan pengacakan terhadap blok-blok data, bukan bit data. Setiap blok data terdiri dari beberapa bit data.
- ☑ **Mapping.** Seperti pada unit mapping pada transmisi digital yang kita bahas sebelumnya. Di unit ini, data yang telah dipecah dan diacak akan dipetakan sesuai dengan bentuk modulasi OFDM yang akan digunakan. Jika menggunakan QPSK, maka data akan disatukan menjadi 2 bit per simbol, untuk 16 QAM dikelompokkan menjadi 4 bit per simbol dan 6 bit per simbol untuk 64 QAM.

- ☑ **Penyesuaian Frame.** Dalam unit ini, data digital yang telah dihimpun dalam simbol-simbol akan disusun dalam sebuah frame OFDM. Setiap frame OFDM, terdiri dari 68 buah simbol. Lalu sekumpulan frame akan membentuk super frame.
- ☑ **Pilot dan Parameter Sinyal.** Unit ini digunakan untuk menyisipkan sinyal pilot yang membawa parameter tertentu. Parameter ini berisi identitas dari sinyal, seperti frekuensi, metode encoding, dan lain-lain. Sinyal pilot dan parameter di dalamnya ini, sangat berguna dalam proses enkripsi pada perangkat penerima (*receiver*).
- ☑ **Modulasi OFDM.** Fungsi dari unit ini, sebagai modulator atau tempat data digabungkan dengan sinyal pembawa (*carrier*). OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) merupakan sebuah metode modulasi, sama seperti QPSK dan QAM. Metode OFDM ini tersusun oleh dua metode modulasi tersebut. OFDM tidak hanya menggunakan satu sinyal pembawa, melainkan banyak sinyal pembawa (*multicarrier*). Penjelasan lebih lengkap mengenai OFDM ada di pembahasan selanjutnya.
- ☑ **Pembentukan Cyclic Prefix.** Di unit ini setiap frame sinyal akan disisipi Cyclic Prefix. Arti dari Cyclic Prefix adalah awalan pada setiap frame. Fungsinya sebagai batasan antara satu frame dengan frame lainnya agar tidak timbul noise antar frame. Cyclic Prefix ini juga sangat berguna pada proses penerimaan sinyal, sebab akan mengurangi kerumitan kerja *receiver*.
- ☑ **Amplifier.** Unit ini bertugas memperkuat sinyal agar mampu ditransmisikan dengan jangkauan lebih luas dan bisa diterima di banyak tempat.

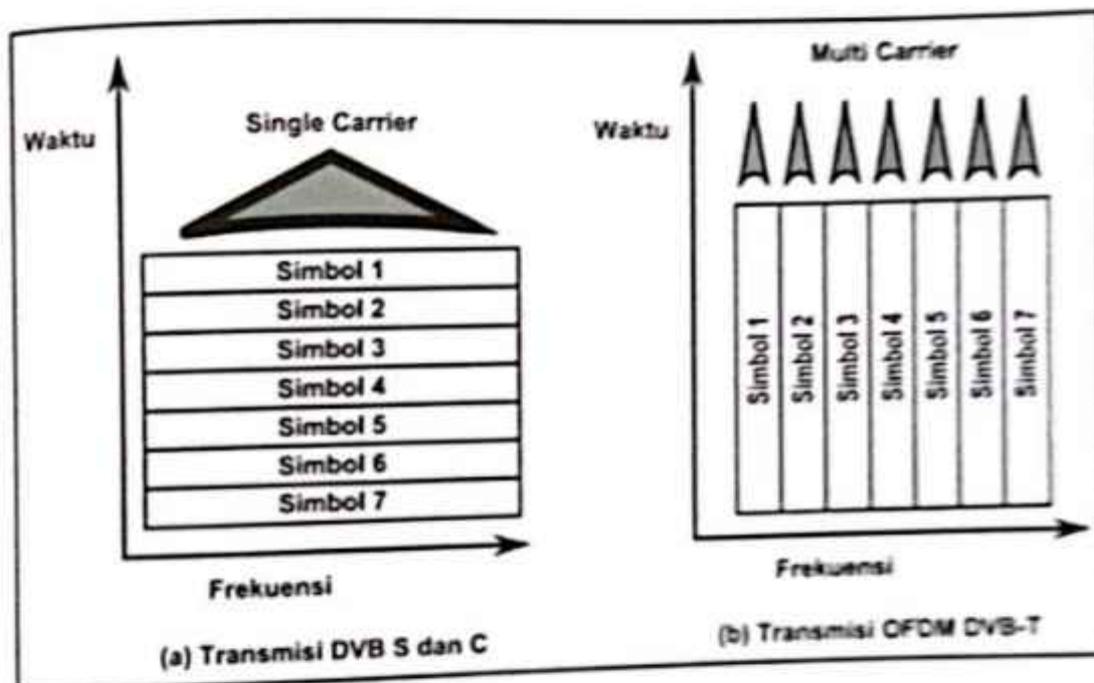
B. Modulasi OFDM

Perbedaan DVB-T dengan siaran digital yang lain, terletak pada adanya unit bernama OFDM (seperti yang terdapat di dalam Gambar 3.20). OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*), Ortogonal dalam pelajaran matematika diartikan sebagai sesuatu hal yang bersifat tegak lurus. Misalnya dua buah garis yang terhubung secara tegak lurus.

Dalam transmisi DVB-T, ortogonal memiliki pengertiannya sendiri. Yakni beberapa garis yang berpotongan secara tegak lurus, tetapi tidak saling mengubah nilai. Sebab dalam matematika, dua buah garis tegak lurus memiliki nilai 0 pada masing-masing sumbu. Contoh, jika garis x dan garis y berpotongan secara tegak lurus. Maka nilai di garis x saja, tidak akan berpengaruh pada letak garis

y (tetap berada di titik 0), begitu juga sebaliknya. Orthogonal dalam OFDM, memiliki pengertian, dua atau beberapa sinyal pembawa (*sub-carrier*) yang saling berpotongan dalam sebuah kanal frekuensi dan tidak saling menimbulkan gangguan (*noise*) satu sama lain. Karena jumlah sinyal pembawa berjumlah banyak, maka *carrier* dalam OFDM sering disebut juga dengan *sub-carrier*.

Dari penjelasan singkat ini, sebenarnya telah diketahui fungsi dari unit OFDM. Unit ini berfungsi untuk melakukan modulasi terhadap simbol-simbol sinyal data yang telah dipetakan, menggunakan beberapa macam sinyal pembawa. Pada siaran digital sebelumnya (DVB-S dan DVB-C), sinyal pembawa yang digunakan hanya ada satu.



Gambar 3.21. Perbandingan OFDM dengan DVB lainnya

Keterangan Gambar 3.21:

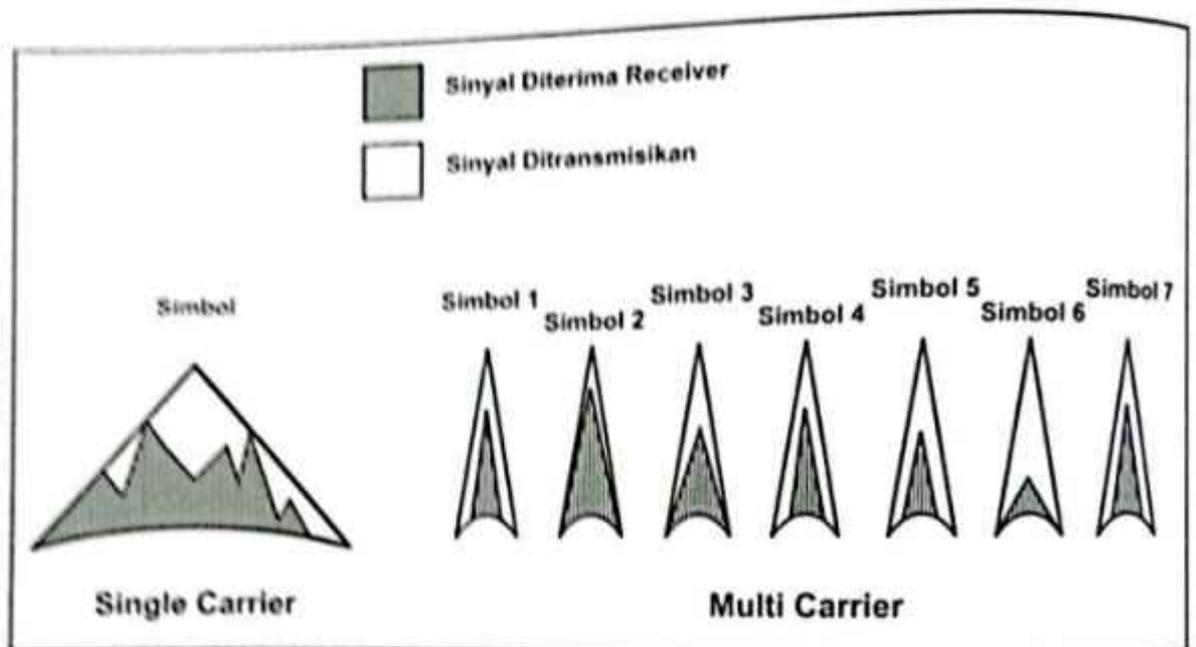
Simbol, di gambar ini merupakan simbol OFDM. Setiap simbol terdiri dari kelompok data yang telah dipetakan di unit Mapping (Gambar 3.20). Jumlah data dalam tiap simbol ditentukan oleh sistem modulasi yang digunakan. Misalnya, jika menggunakan QPSK, tiap simbol terdiri dari 2 bit data.

Susunan sinyal transmisi OFDM terlihat di Gambar 3.21. Pada DVB-S dan DVB-C, simbol sinyal tersusun secara seri dan ditransmisikan bergantian

Transmisi DVB-T (DVB Terrestrial)

berdasarkan domain frekuensi. Sementara untuk transmisi OFDM, simbol sinyal tersusun secara paralel dan ditransmisikan secara bersamaan berdasarkan domain waktu.

Proses modulasi OFDM sendiri (di Gambar 3.20), dimulai dari unit **Penyesuaian Frame** sampai dengan unit **Pembentukan *Cyclic Prefix***. Unit OFDM bekerja berdasarkan sistem IFFT (*Inverse Fast Fourier Transform*). Dalam unit inilah simbol sinyal diubah dari berbentuk seri (berdasarkan domain frekuensi), menjadi tersusun paralel (berdasarkan domain waktu). Penerimaan receiver atas transmisi sinyal yang tersusun secara paralel, lebih baik dan lebih efisien. Bila dibandingkan dengan transmisi sinyal secara seri.



Gambar 3.22. Efisiensi sinyal multi carrier (paralel) pada transmisi terrestrial

Telah disebutkan di salah satu paragraf sub bab ini, bahwa transmisi terrestrial mendapatkan lebih banyak gangguan bila dibandingkan dengan transmisi DVB yang lain. Gambar 3.22, memberikan gambaran kepada kita, perbandingan efisiensi antara sinyal **single carrier** dan **multi carrier** pada transmisi DVB-T.

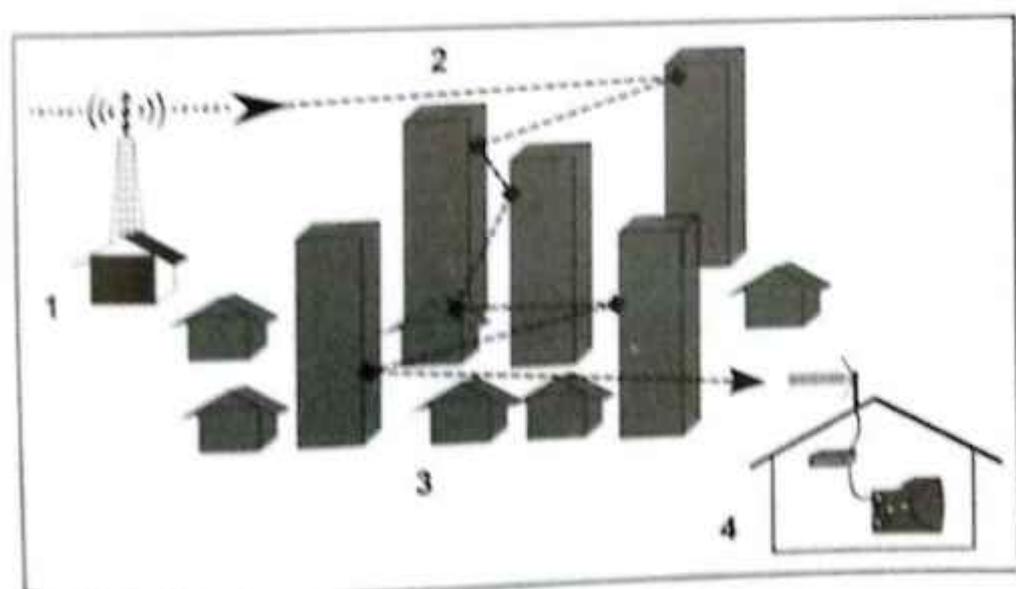
Penerimaan receiver atas sinyal dengan **single carrier**, tampak seperti pada Gambar 3.22. Seperti telah disebutkan bahwa sinyal **single carrier** berstruktur seri. Artinya, kelompok data atau simbol, akan dikirimkan secara bergantian per

suatu waktu. Dengan demikian, simbol sinyal akan dikirimkan, lalu diterima receiver satu per satu.

Jika mengalami banyak gangguan (*noise*), sinyal **single carrier** yang diterima receiver banyak seperti di Gambar 3.22. Sebuah simbol sinyal terlihat mengalami gangguan di beberapa bagian. Karena tersusun secara seri (berurutan), maka gangguan yang terjadi pada sebuah simbol sinyal, akan berpengaruh pada simbol sinyal di belakangnya. Dengan demikian, seluruh simbol sinyal yang dipancarkan akan terganggu.

Gangguan/gangguan ini mengakibatkan jumlah data yang diterima oleh receiver berkurang jika dibandingkan dengan data yang ditransmisikan. Semakin besar gangguan yang diterima, maka jumlah data yang diterima receiver semakin berkurang. Sementara bila gangguan semakin kecil, jumlah data yang diterima receiver semakin mendekati jumlah data yang ditransmisikan.

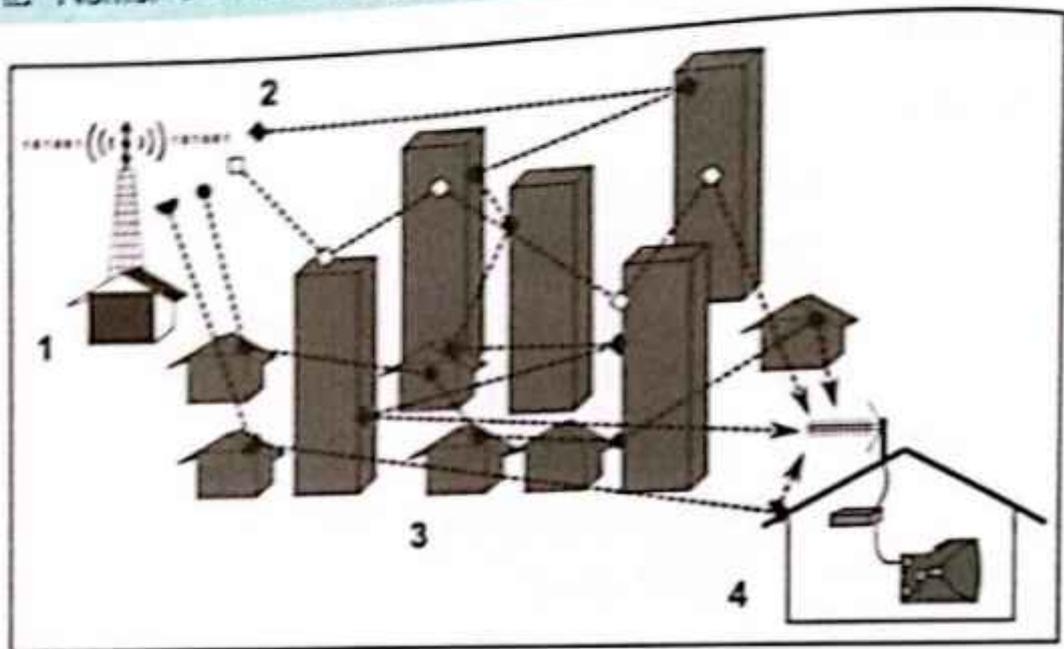
Berbeda dengan transmisi **multi carrier** yang simbolnya tersusun secara paralel (Gambar 3.21). Setiap simbol sinyal ditransmisikan secara bersamaan dan dalam keadaan terpencar atau terpisah satu sama lain. Sehingga jika sebuah simbol sinyal mengalami gangguan sangat parah, maka simbol atau kelompok data lainnya, meskipun ada sedikit gangguan dan tetap bisa ditransmisikan dengan baik (Gambar 3.22).



Gambar 3.23. Ilustrasi transmisi tanpa OFDM

Keterangan Gambar 3.23:

- ☑ Nomor 1 = Stasiun televisi dan pemancar terestrial.
- ☑ Nomor 2 = Sinyal digital dipancarkan tanpa menggunakan modulasi OFDM. Sinyal ini dipancarkan secara seri dengan satu sinyal pembawa.
- ☑ Nomor 3 = Landscape daratan, contoh di gambar tersebut menggambarkan perkotaan.
- ☑ Nomor 4 = Rumah dengan antena penerima (*receiver*).



Gambar 3.24. Ilustrasi transmisi menggunakan OFDM

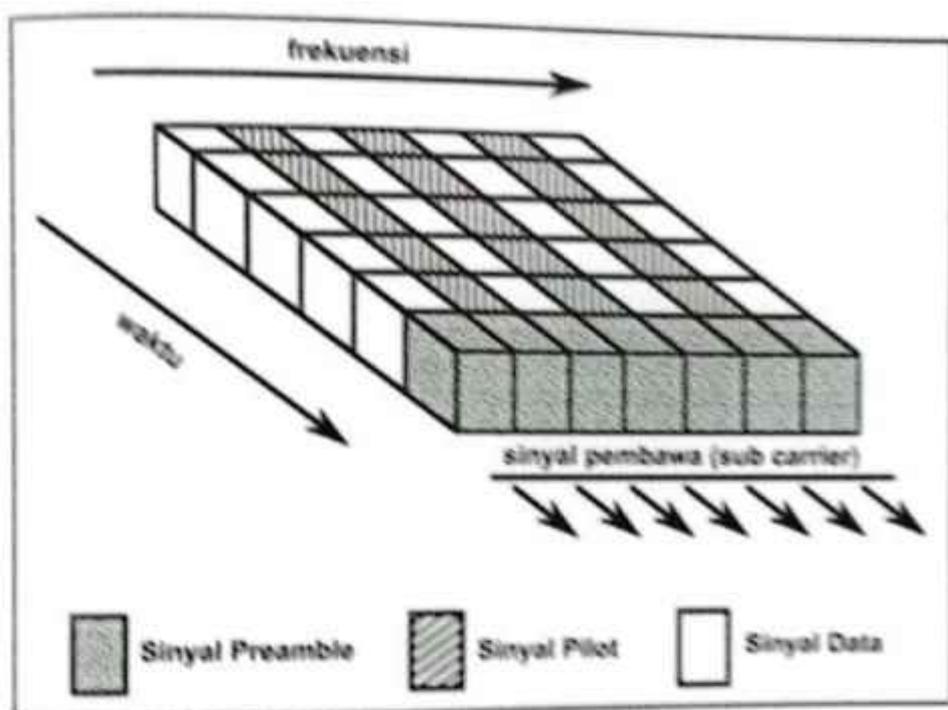
Keterangan Gambar 3.24:

- ☑ Nomor 1 = Stasiun televisi dan pemancar terestrial.
- ☑ Nomor 2 = Sinyal digital dipancarkan menggunakan modulasi OFDM. Sinyal ini dipancarkan secara paralel dengan banyak sinyal pembawa.
- ☑ Nomor 3 = Landscape daratan, contoh di gambar tersebut menggambarkan perkotaan.
- ☑ Nomor 4 = Rumah dengan antena penerima (*receiver*).

Perbedaan antara transmisi dengan OFDM (*multi carrier*) dan transmisi tanpa OFDM (*single carrier*), terlihat di Gambar 3.23 dan 3.24. Tanpa menggunakan modulasi OFDM, data akan dibawa oleh satu sinyal pembawa. Terlihat pada ilustrasi Gambar 3.23, sinyal mengalami hambatan berupa bangunan-bangunan di darat. Karena ditransmisikan dengan secara seri dan berurutan, maka hambatan

ini berpotensi merusak seluruh bagian simbol data yang dikirimkan. Penyebabnya, semua simbol data dimodulasi menggunakan sinyal pembawa tunggal. Jika sinyal pembawa tunggal ini mengalami kerusakan karena adanya gangguan, data-data di dalamnya juga akan mengalami kerusakan.

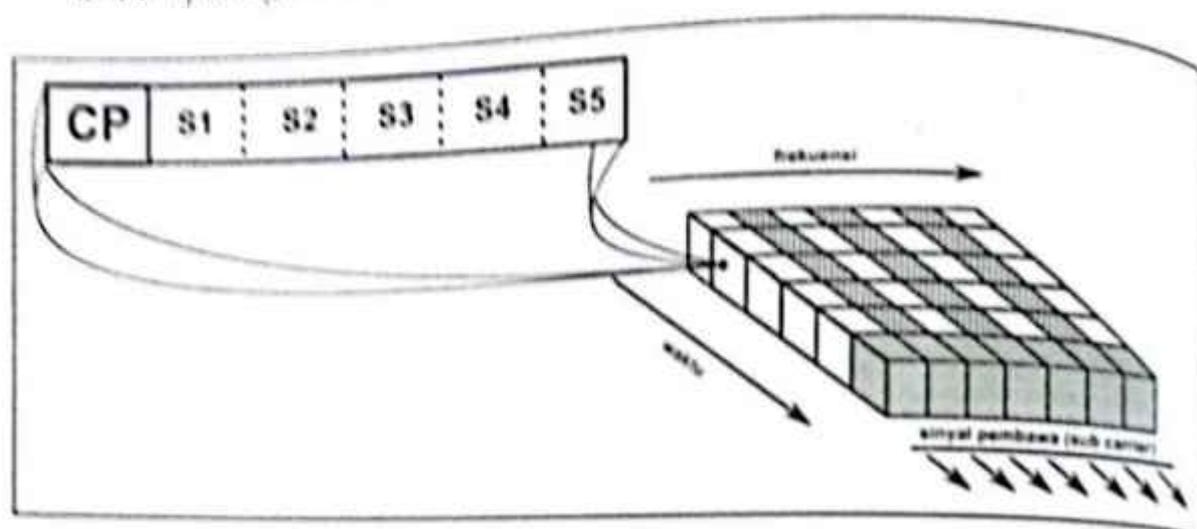
Sementara sinyal dengan OFDM ditransmisikan secara paralel dan acak (tidak berurutan). Sinyal pembawa yang digunakan pun berjumlah banyak. Tiap-tiap simbol data akan dikirimkan menggunakan sinyal pembawa yang berbeda. Jika terjadi gangguan pada sebuah sinyal pembawa (*sub-carrier*), dan data di dalamnya mengalami kerusakan. Maka sinyal pembawa yang lain dan data di dalamnya, masih bisa ditransmisikan dengan baik. Ilustrasinya bisa kita lihat di Gambar 3.24.



Gambar 3.25. Sinyal OFDM hasil modulasi

Ilustrasi di Gambar 3.25, menunjukkan kepada kita susunan sinyal OFDM hasil modulasi OFDM. Dari gambar tersebut, sinyal Preamble ditransmisikan terlebih dahulu, kemudian disusul dengan sinyal Data dan sinyal Pilot. Setiap frame dimodulasi dengan sinyal pembawa masing-masing. Keterangan mengenai sinyal Pilot bisa dilihat kembali di Gambar 3.20 dan keterangannya.

Sinyal *Preamble* adalah sinyal yang digunakan untuk sinkronisasi antara sinyal OFDM dengan kecepatan demodulator pada receiver. Sedangkan Sinyal *Data* tersusun atas beberapa frame OFDM. Setiap frame terisi oleh beberapa simbol data dan setiap simbol data diisi oleh bit data. Agar lebih jelas, kita simak ilustrasi pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.26. Struktur frame OFDM

"CP" di Gambar 3.26, kependekan dari **Cyclic Prefix**. Keterangan mengenai **Cyclic Prefix** ini bisa kita lihat kembali pada keterangan Gambar 3.20 di halaman 80. Sedangkan "S" di Gambar 3.26 adalah simbol OFDM. Setiap simbol data terisi oleh beberapa bit data. Besarnya bit data tergantung pada metode yang digunakan. Jika menggunakan QPSK, maka tiap simbol akan terisi oleh 2 bit data. Untuk 16 QAM, setiap simbol akan terisi oleh 4 bit data.

Setelah menyimak pembahasan mengenai prinsip kerja OFDM, kita bisa menarik beberapa kesimpulan berikut ini,

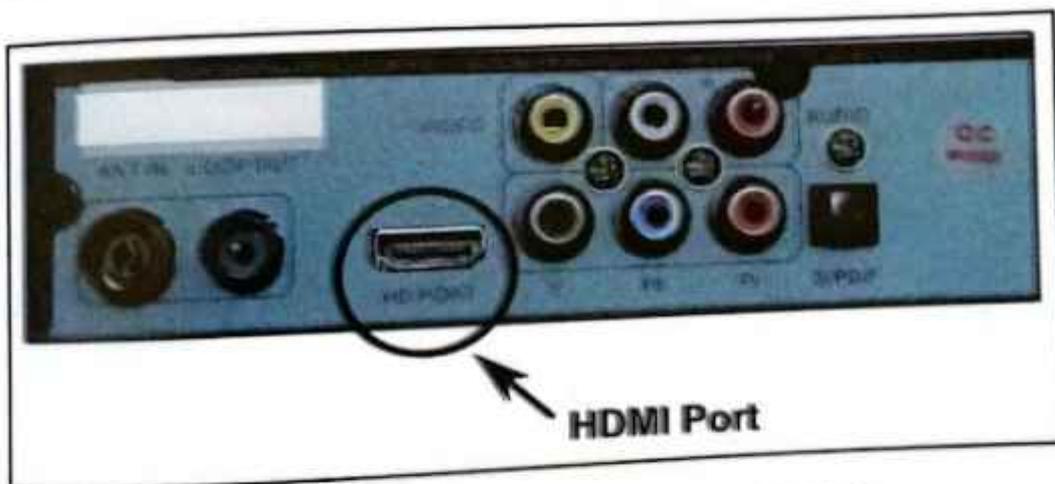
- 1) Modulasi OFDM hanya digunakan pada transmisi DVB-T. Sebab pada DVB-T, terdapat banyak sekali gangguan. Seperti landscape daratan yang tidak menentu.
- 2) Data-data yang melewati unit OFDM, diubah susunannya menjadi paralel dan ditransmisikan secara paralel. Artinya setiap kelompok data (*frame*) akan ditransmisikan bersama-sama dengan beberapa sinyal pembawa berbeda.

- 3) Selain digunakan pada transmisi DVB-T, OFDM juga telah digunakan pada transmisi terestrial analog, misalnya siaran televisi analog.

C. DVB-T2

Seperti pada pembahasan DVB sebelumnya, kini kita akan membahas generasi kedua dari DVB-T, yaitu DVB-T2. Kelebihan dari DVB-T2 ini juga sama dengan generasi kedua dari beberapa DVB yang telah kita bahas sebelumnya. Yaitu kemampuan membawa sinyal data selain data audio dan video. DVB-T2 juga bisa terhubung secara langsung dengan perangkat digital lain seperti, PC atau laptop, smartphone, flashdisk dan lainnya.

Perangkat yang dibutuhkan untuk bisa mengakses siaran DVB-T2 yaitu, antena Yagi dan tuner atau dekoder DVB-T2. Meskipun siaran televisi digital untuk saat ini baru bisa dinikmati oleh warga Indonesia di beberapa provinsi saja, tetapi dekoder DVB-T2 telah banyak dijual. Salah satu ciri dari dekoder DVB-T2 adalah adanya soket HDMI di dalamnya.



Gambar 3.27. Soket HDMI di dekoder DVB-T2

Siaran DVB-T2, memiliki pola yang tidak banyak berbeda dengan DVB-T. Perbedaannya hanya terletak pada kemampuan untuk terkoneksi dengan perangkat digital yang lain, seperti telah disebutkan sebelumnya. Secara garis besar, proses siaran DVB-T2 bisa diilustrasikan dalam gambar berikut ini.

saat ini. Sehingga tidak perlu mengganti antena yang sudah ada untuk bisa menikmati siaran televisi digital yang direncanakan akan menjangkau seluruh wilayah Indonesia di tahun 2018 nanti.

Televisi digital yang sedang dibicarakan di Indonesia akhir-akhir ini, adalah televisi digital terestrial generasi kedua atau sering disebut dengan **DVB-T2** (DVB Terrestrial 2). Secara umum, televisi digital yang beredar di Indonesia ada 3 macam, yaitu DVB-S (Satellite), DVB-C (Cable), dan DVB-T2. Cara kerja ketiga DVB tersebut telah kita bahas di Bab 3 sebelumnya.

Saat ini, siaran DVB-T2 hanya bisa disaksikan oleh masyarakat di sebagian wilayah Indonesia. Sebab, DVB-T2 memang sedang dalam perjalanan menuju siaran secara nasional. Selama proses ini siaran televisi analog yang telah kita saksikan selama puluhan tahun, tetap berlangsung. Pesawat televisi analog juga masih banyak digunakan di rumah-rumah warga. Meskipun pesawat televisi digital mulai bermunculan, televisi analog masih tetap mendominasi.

Definisi sederhana dari pesawat televisi analog adalah pesawat televisi yang hanya memiliki tuner analog di dalamnya, tanpa tuner digital. Sedangkan pesawat televisi digital memiliki definisi sederhana, yaitu pesawat televisi dengan tuner digital (DVB) di dalamnya. Dengan demikian, sebuah pesawat televisi disebut digital atau analog, tidak ditentukan oleh bentuknya, tetapi ditentukan oleh keberadaan **tuner digital** di dalamnya.

Tiap jenis siaran digital membutuhkan tuner tersendiri, televisi satelit membutuhkan tuner DVB-S atau DVB-S2 dan siaran TV kabel memerlukan tuner DVB-C atau C2. Demikian juga dengan siaran DVB-T2, membutuhkan tuner DVB-T2. Kendala yang muncul saat ini, pesawat televisi analog masih beredar dan digunakan oleh masyarakat. Oleh karena itu, dibutuhkan perangkat yang mampu menjembatani siaran digital dan pesawat televisi analog. Perangkat tersebut adalah **STB (Set Top Box)** atau yang sering disebut dengan dekoder.

Keberadaan dekoder ini sebenarnya tidak asing lagi bagi masyarakat kita. Sebab para konsumen antena parabola telah menggunakannya. Demikian juga dengan

konsumen televisi berbayar (seperti Indovision, Telkomvision, dan lain-lain.), tentu sudah mengetahui keberadaan dekoder ini. Siaran yang bisa diterima oleh dekoder ini adalah DVB-S atau DVB-S2. Sehingga dekoder ini seringkali disebut juga dengan STB DVB-S atau STB DVB-S2.

Pada siaran DVB-T2 yang akan digunakan di Indonesia, dekoder yang dibutuhkan adalah **STB DVB-T2**. Fungsi utama dari sebuah dekoder adalah melakukan konversi dari data digital menjadi analog. Tujuannya membuat siaran televisi digital bisa disaksikan menggunakan pesawat televisi analog. Di masa transisi menuju televisi digital, keberadaan STB DVB-T2 ini dibutuhkan untuk menjembatani siaran TV digital yang mulai bermunculan dan keberadaan pesawat televisi analog di Indonesia.

Sebenarnya tidak hanya di masa transisi saja STB DVB-T2 ini dibutuhkan. Tetapi di waktu siaran televisi digital telah dijalankan secara nasional, STB DVB-T2 tetap dibutuhkan. Sebab tidak menutup kemungkinan di tahun 2018 nanti, pesawat televisi analog masih tetap digunakan oleh sebagian besar masyarakat Indonesia. Di subbab berikutnya, akan diulas mengenai keberadaan STB DVB-T2 ini, untuk memperkaya ilmu kita.

2. Set Top Box DVB-T2

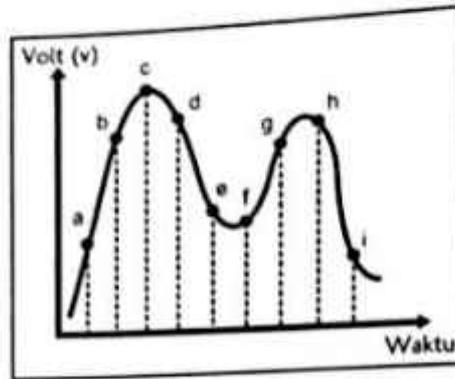
Seperti telah disebutkan, fungsi dari STB DVB-T2 ialah untuk mengubah atau mengonversi sinyal digital menjadi sinyal analog. Sinyal analog ini kemudian dipancarkan ke layar pesawat televisi analog. Ada dua hal yang dibahas pada subbab ini, antara lain, konversi digital ke analog dan instalasi STB DVB-T2.

A. Konversi Analog-Digital-Analog

Sebelum membahas mengenai instalasi STB, kita perlu mengetahui bagaimana proses konversi dari sinyal digital menjadi sinyal analog. Proses konversi digital ke analog, merupakan pembalikan dari proses konversi analog ke digital. Proses konversi analog ke digital dimulai dari proses **sampling** lalu **quantification** atau kuantifikasi. Sementara dalam konversi digital ke analog, data digital akan dikembalikan menjadi sampel data.

◆ Konversi Analog ke Digital

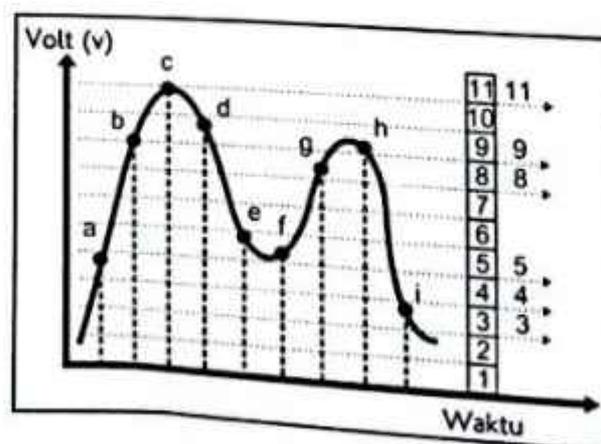
Agar lebih memahami proses konversi sinyal Digital ke Analog, kita akan membahas terlebih dahulu konversi sinyal analog menjadi digital. Kemudian dilanjutkan dengan konversi digital ke analog. Berikut ini contoh proses sampling yang dilakukan pada sebuah sinyal analog.



Gambar 4.1. Contoh proses Sampling pada sebuah sinyal analog

Gambar 4.1, menunjukkan bagaimana proses sampling pada sebuah sinyal analog. Proses sampling merupakan proses pengambilan titik-titik data pada sebuah sinyal analog yang datanya terus mengalami perubahan sepanjang waktu. Setelah proses sampling, titik-titik data tersebut diberikan nilai dalam proses kuantifikasi.

Dalam konversi analog ke digital, proses kuantifikasi ini bisa dikatakan sebagai pembulatan nilai atas titik-titik data hasil sampling. Sebab bisa saja, nilai titik-titik data hasil sampling bernilai tidak bulat (contoh: 5,7, 3,4, dan lain-lain). Proses ini dilakukan untuk mempermudah konversi dari data analog ke data digital.



Gambar 4.2. Contoh proses kuantifikasi pada sinyal analog

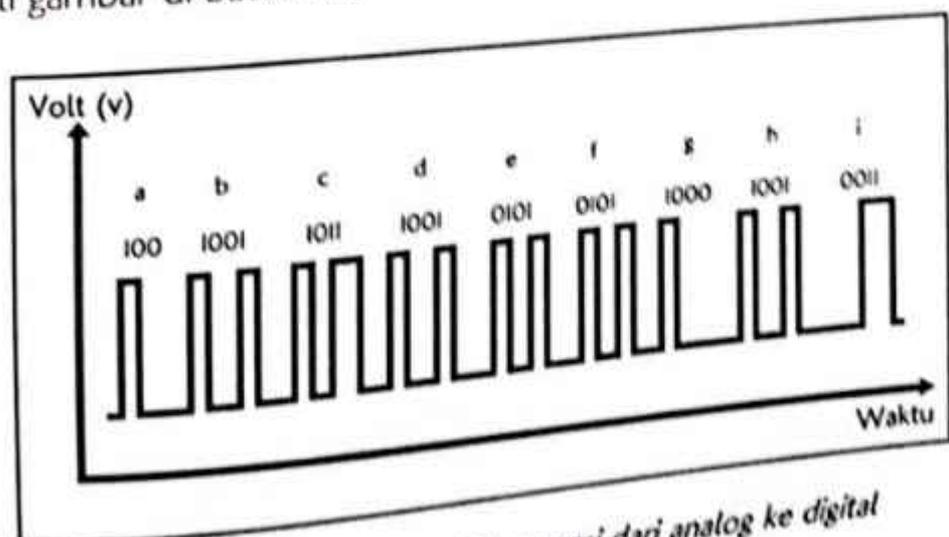
Terlihat di Gambar 4.2, setelah dikuantifikasi, titik-titik data hasil sampling akan memperoleh nilai dengan komposisi sebagai berikut.

- ☑ Titik a = 4
- ☑ Titik b = 9
- ☑ Titik c = 11
- ☑ Titik d = 9
- ☑ Titik e = 5
- ☑ Titik f = 5
- ☑ Titik g = 8
- ☑ Titik h = 9
- ☑ Titik i = 3

Nilai dari setiap titik di atas, akan dikonversi menjadi digit digital sehingga setiap titik akan memperoleh 1 byte. Setiap 1 byte terdiri oleh 8 bit data digital. Perhitungan konversi dari analog ke digital bisa kita lihat kembali di subbab Konversi Bilangan Biner di halaman 24. Setelah dikonversi menjadi data digital, komposisi bit data pada nilai hasil sampling di atas, akan menjadi seperti berikut ini.

- ☑ Titik a = 4 = 00000100
- ☑ Titik b = 9 = 00001001
- ☑ Titik c = 11 = 00001011
- ☑ Titik d = 9 = 00001001
- ☑ Titik e = 5 = 00000101
- ☑ Titik f = 5 = 00000101
- ☑ Titik g = 8 = 00001000
- ☑ Titik h = 9 = 00001001
- ☑ Titik i = 3 = 00000011

Jika digambarkan dalam sebuah grafik, komposisi sinyal digital akan tampak seperti gambar di bawah ini.



Gambar 4.3. Contoh hasil konversi dari analog ke digital

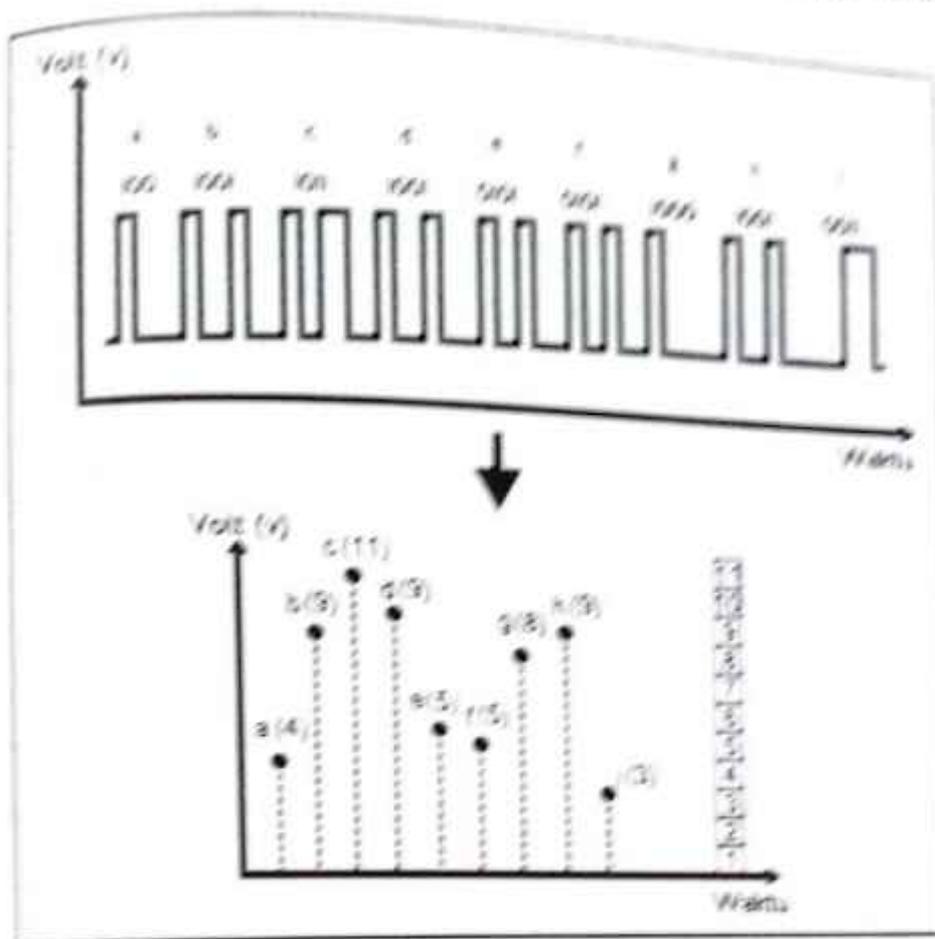
Hasil konversi sinyal analog menjadi sinyal digital bisa kita lihat di Gambar 4.3. Perbedaan bentuk sinyal, antara analog dan digital, akan tampak jika kita membandingkan Gambar 4.1 dan Gambar 4.3. Perbedaan mendasar antara sinyal analog dan sinyal digital, telah kita bahas di Bab 2, pada halaman 12 sampai dengan 21.

❖ Konversi Digital ke Analog

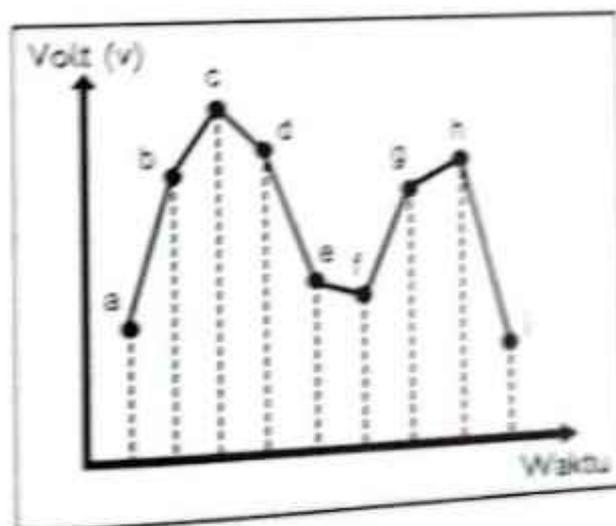
Proses konversi digital ke analog, sama seperti pada konversi analog ke digital, hanya saja prosesnya dibalik, dari data digital menjadi analog. Data digital akan diubah kembali menjadi angka-angka hasil proses kuantifikasi. Perhitungan pengubahan data digital menjadi analog bisa kita lihat kembali di subbab Konversi Bilangan Biner di halaman 24. Berikut ini komposisi data pada konversi digital ke analog.

- ☑ Titik a = 00000100 = 4
- ☑ Titik b = 00001001 = 9
- ☑ Titik c = 00001011 = 11
- ☑ Titik d = 00001001 = 9
- ☑ Titik e = 00000101 = 5
- ☑ Titik f = 00000101 = 5
- ☑ Titik g = 00001000 = 8
- ☑ Titik h = 00001001 = 9
- ☑ Titik i = 00000011 = 3

Dari data analog di atas, akan terbentuk kembali sebuah sinyal analog. Sinyal analog akan terbentuk dengan sendirinya ketika data yang muncul bervariasi. Seperti telah kita bahas sebelumnya, bahwa sinyal analog memiliki data dengan banyak variasi. Konten (contoh: audio dan video) yang dibawa oleh sinyal analog hasil konversi tidak berubah. Hanya wujud sinyalnya yang berubah, dari digital menjadi analog. Jika diilustrasikan, maka proses konversi akan tampak seperti gambar di bawah ini.



Gambar 4.4. Contoh proses konversi data digital menjadi data sampling analog



Gambar 4.5. Contoh sinyal analog hasil konversi

Sinyal analog yang hasil konversi dari digital ke analog di Gambar 4.5. bisa kita bandingkan dengan sinyal analog sebelum konversi di Gambar 4.1. Bentuk sinyal analog hasil konversi analog-digital-analog, berubah dari bentuk sinyal sebelum konversi. Hal ini disebabkan oleh jumlah titik sampling yang diambil

Set Top Box DVB-T2

dalam contoh kasus ini, jumlahnya sedikit. Pada praktek sebenarnya, jumlah sampling yang diambil oleh perangkat konverter, jumlahnya sangat banyak dan berjarak rapat. Sehingga sinyal dan konten data di dalamnya, bisa diterima dan dibaca oleh perangkat penerima dalam keadaan utuh.

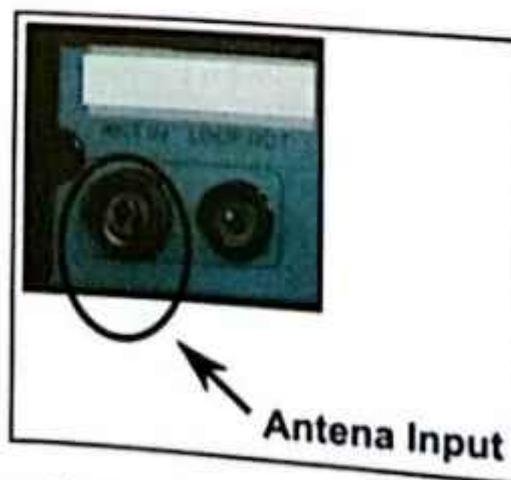
Pada bagian konversi digital ke analog inilah *Set Top Box DVB-T2* menjalankan perannya. Yaitu, mengubah sinyal digital yang ditransmisikan oleh stasiun televisi menjadi sinyal analog. Tujuannya supaya sinyal transmisi ini bisa tetap diterima oleh pesawat televisi analog yang masih mendominasi saat ini, mungkin juga hingga beberapa tahun ke depan.

B. Mengenal Komponen STB DVB-T2

Telah kita ketahui bersama bahwa STB DVB-T2 ini bermanfaat untuk menerima siaran digital di televisi analog. Untuk mendukung tugas ini, ada beberapa komponen pendukung yang dilekatkan pada STB DVB-T2. Di subbab ini, kita akan membahasnya satu per satu.

◆ Antena Input

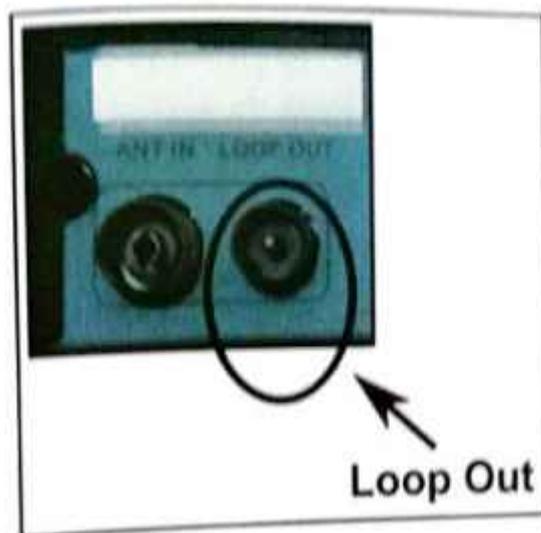
Bagian ini pada umumnya terletak di bagian belakang STB. Fungsinya sebagai soket pemasukan sinyal dari antena penerima. Bentuk dari soket antena input ini sama dengan soket antena pada pesawat televisi. Apabila menggunakan antena UHF untuk menangkap siaran televisi di rumah, dengan mudah kita akan mengenali keberadaan soket antena ini.



Gambar 4.6. Soket Antena Input

◆ *Loop Out* atau *Antena Out*

Ada beberapa merk STB menyebutnya *Loop Out* dan ada pula yang menyebutnya dengan *Antena Out*. Soket *Loop Out* ini berfungsi sebagai saluran keluar atau output sinyal analog dari STB.



Gambar 4.7. Soket *Loop Out*

Letak *Loop Out* ada di belakang STB dan berdekatan dengan soket Antena Input. Cara kerjanya, antena di rumah kita sebenarnya menerima sinyal apa saja yang berkeliaran di udara, termasuk juga siaran digital dan analog. STB DVB-T2 memiliki kemampuan untuk menangkap siaran TV digital dan analog. Sinyal TV digital dikonversi menjadi analog dan dialirkan melalui soket Audio Video. Sedangkan sinyal TV analog murni disalurkan melalui soket *Loop Out* ini.

Jika koneksi dari STB ke pesawat TV menggunakan soket ini, maka saat STB dihidupkan, pesawat TV kita bisa menyayangkan siaran TV digital, sekaligus siaran TV analog. Cara kerja seperti ini, menyerupai fungsi *splitter*.

◆ Soket HDMI

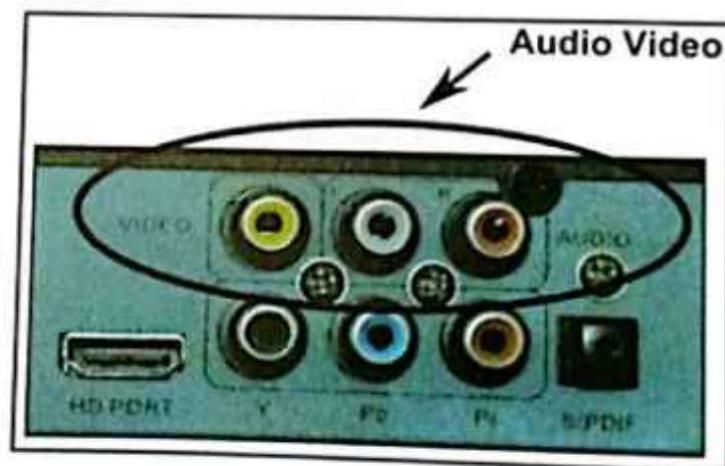
Fungsi dari Soket HDMI ialah untuk mengalirkan sinyal audio dan video dengan satu kabel (kabel HDMI). Sambungan ini hanya bisa dilakukan oleh pesawat televisi berkualifikasi HDTV (*High Definition TV*). Sebab, pada perangkat HDTV telah terdapat soket HDMI.

Kita juga bisa menyambungkan STB DVB-T2 dengan monitor PC atau laptop dengan menggunakan soket dan kabel HDMI. Jadi tidak hanya dengan pesawat televisi saja kita bisa menyaksikan siaran televisi digital, tetapi bisa juga menggunakan monitor PC (memiliki soket HDMI) dan laptop. Wujud dari soket HDMI pada STB DVB-T2, bisa kita lihat kembali pada Gambar 3.27, halaman 87.

Sinyal yang keluar dari soket HDMI hanya berupa sinyal digital. Dari sini kita bisa mengetahui bahwa STB DVB-T2 menghasilkan dua jenis sinyal output, yaitu analog dan digital. Sinyal analog untuk perangkat televisi analog. Sementara sinyal digital untuk perangkat digital (HDTV, laptop, dan lain-lain). Mengenai penggunaan soket HDMI ini akan kita bahas di subbab berikutnya.

◆ Soket Audio Video

Fungsi dari soket Audio Video adalah untuk mengalirkan keluaran atau output sinyal analog video dan audio. Soket ini khusus diperuntukkan bagi perangkat televisi analog. Pesawat HDTV juga bisa menggunakan soket ini, asalkan masih memiliki soket Audio Video.



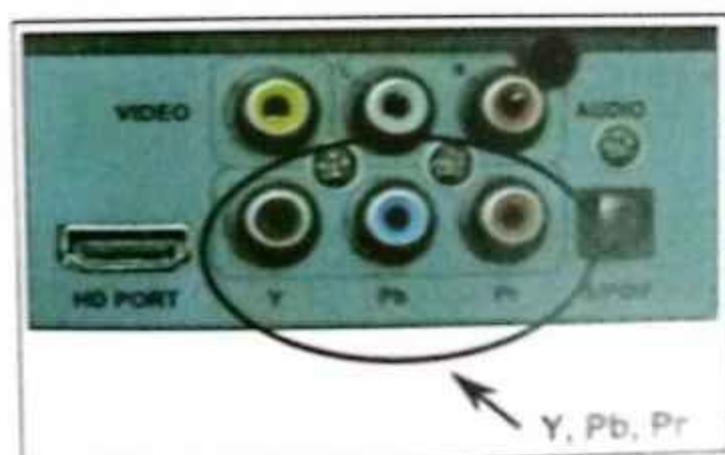
Gambar 4.8. Soket Audio Video

Soket ini juga bisa kita temui pada perangkat DVD Player. Bagi kita yang suka memutar keping DVD, tentu sudah sering melihat soket ini. Untuk menghubungkan soket ini dengan pesawat televisi, digunakan kabel AV (Audio Video), pada umumnya berwarna merah (untuk audio), putih (audio) dan kuning (video). Warna ini digunakan agar kita tidak keliru menghubungkan soket audio

dan video. Soket audio harus terhubung dengan soket audio di pesawat TV. Demikian pula soket video harus terhubung dengan soket video pada pesawat TV. Jika sampai tertukar, tayangan TV digital tidak akan muncul di layar TV. Sinyal video yang dikirimkan melalui soket ini berupa komposit, melalui soket warna kuning. Sedangkan audio melalui soket warna putih dan merah.

• Soket Y, Pb, dan Pr

Fungsi dari soket ini sebagai pelengkap dari soket video yang telah kita bahas sebelumnya. Soket ini juga termasuk dalam output sinyal video analog dari STB DVB-T2. Berbeda dengan soket Audio Video yang dibahas sebelumnya, soket ini hanya mengirimkan sinyal analog video saja. Sinyal video yang dikirimkan melalui soket ini terbagi ke dalam tiga warna, yaitu Merah (**Red R**), Hijau (**Green G**), dan Biru (**Blue B**).



Gambar 4.9. Soket Y, Pb, Pr

Warna RGB ini terdistribusi ke dalam 3 buah soket terpisah, soket Y, Pb, dan Pr. Masing-masing memiliki komposisi berbeda.

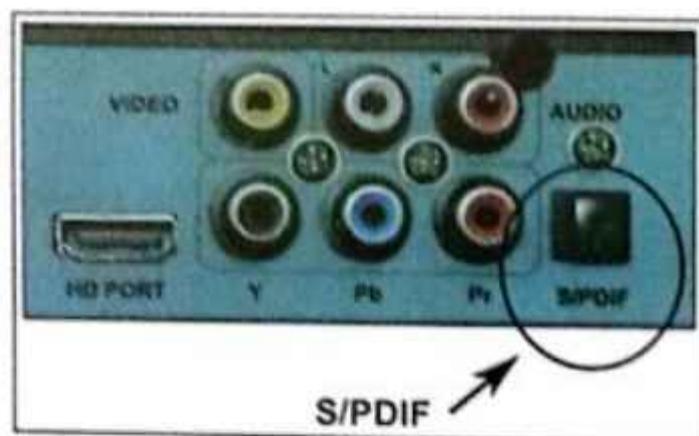
- ☑ Soket Y, berfungsi sebagai pembawa informasi warna hitam dan putih. Kedua warna ini digunakan untuk mengontrol tingkat kecerahan warna (luminance).
- ☑ Soket Pb, membawa informasi warna biru dan tingkat kecerahannya.

- ☒ Soket Y, membawa informasi warna merah dan tingkat kecerahannya
- ☒ Warna hijau dihasilkan dari kombinasi antara warna dari Y, Pb dan Pr.

Soket Y, Pb dan Pr ini memiliki kesamaan dengan soket Audio Video yang kita bicarakan sebelumnya. Keduanya menggunakan jenis kabel dan konektor yang sama, yaitu kabel koaksial dengan konektor RCA.

◆ Soket S/PDIF

Soket ini biasa digunakan untuk menghubungkan sinyal audio dari STB DVB-T2 ke perangkat sound system. Fungsi dari soket ini, untuk menghantarkan sinyal digital dari STB ke perangkat sound system. Soket ini menghantarkan sinyal digital audio. Kualitas suara yang dihasilkan dari soket ini jauh lebih baik, jika dibandingkan dengan soket Audio Video.



Gambar 4.10. Soket S/PDIF

Penjelasan singkatnya, soket ini menghantarkan sinyal digital sesuai dengan kualitas data aslinya. Misalnya, sebuah suara direkam dengan kamera berkualitas HD (*High Definition*). Jika menggunakan soket S/PDIF ini, audio yang muncul di sound system juga berkualitas HD. Sebaliknya, jika sebuah suara direkam dengan kualitas rendah, maka audio yang muncul di sound system juga berkualitas rendah.

Akan tetapi, soket ini jarang sekali digunakan di Indonesia, sebab mayoritas televisi di Indonesia tidak dilengkapi dengan soket S/PDIF. Apabila ingin

menggunakan perangkat tambahan berupa amplifier. Soket SPDIF ini bisa secara optimal digunakan jika didukung oleh perangkat *home theater* 6 kanal, seperti Dolby Digital 5.1.

Demikian pembahasan mengenai komponen utama pendukung kerja STB DVB-T2. Pengetahuan mengenai komponen utama STB ini, mempermudah kita dalam pembahasan berikutnya mengenai instalasi STB DVB-T2.

Instalasi STB DVB-T2

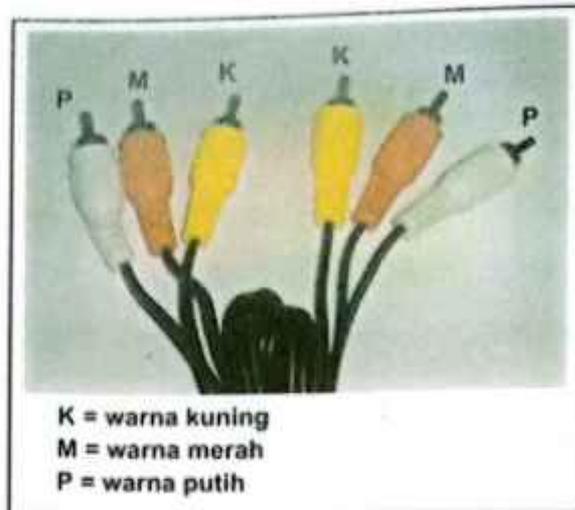
Mungkin dalam benak kita akan muncul pertanyaan, mengapa hanya instalasi STB DVB-T2 saja yang dibahas? Bagaimana dengan STB DVB yang lainnya? Seperti telah disinggung di awal bab ini, bahwa siaran digital yang saat ini sedang disosialisasikan dan akan diberlakukan secara nasional di tahun 2018 nanti adalah DVB-T2. Itulah sebabnya mengapa dalam buku ini pembahasan instalasi STB, hanya untuk STB DVB-T2 saja.

Ada beberapa jenis atau cara instalasi STB yang dijelaskan dalam subbab ini. Kita akan menggunakan salah satunya, yang sesuai dengan kondisi sekitar dan perangkat pendukung yang dimiliki.

A. Instalasi via Soket AV (Audio Video)

Metode instalasi STB DVB-T2 yang pertama ini, paling sering digunakan oleh sebagian besar orang. Prosesnya hampir sama dengan instalasi DVD player di rumah kita. Tayangan video hasil instalasi dengan metode ini juga sudah bagus dan layak untuk dilihat. Alat utama yang digunakan, pada umumnya telah dijadikan satu paket pembelian dengan STB. Alat utama tersebut sering disebut dengan kabel Audio Video.

Kabel ini disusun oleh kabel koaksial dan konektor RCA. Disebut dengan kabel Audio Video, karena terdiri dari tiga buah kabel, dua kabel digunakan untuk menyambungkan audio, selanjutnya disebut kabel Audio (konektor berwarna merah dan putih). Satu kabel lainnya digunakan untuk menyambungkan video, biasa disebut dengan kabel Video (konektor berwarna kuning).



Gambar 4.11. Contoh kabel Audio Video

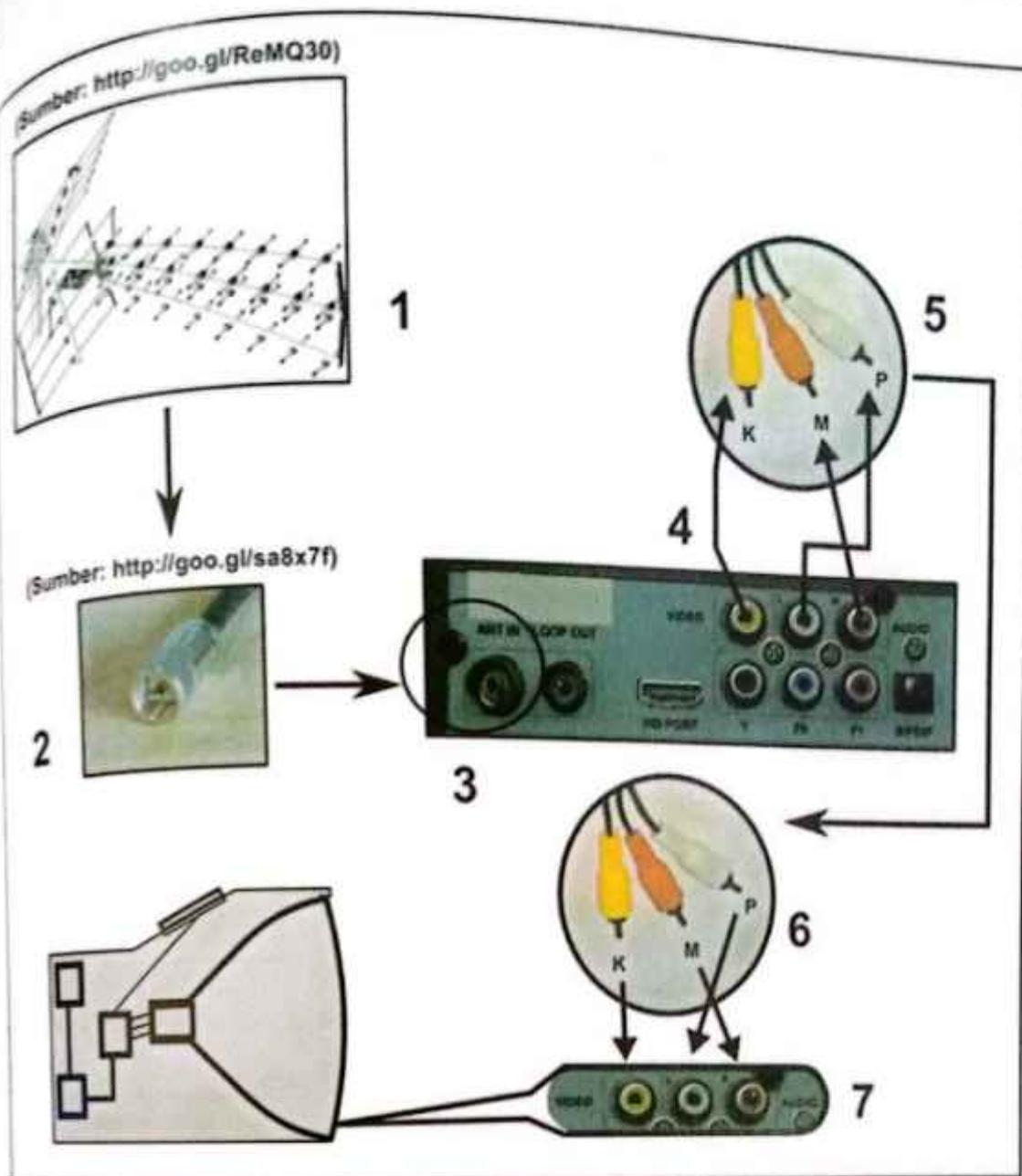
Selain kabel Audio Video, dibutuh dua buah alat pendukung lagi, yaitu antena Yagi dan kabel antena. Gambar antena Yagi bisa kita lihat kembali di halaman 75. Kabel antena tersusun oleh kabel koaksial 75 ohm dan konektor UHF male.



Gambar 4.12. Contoh kabel antena

(Sumber: http://en.wikipedia.org/wiki/UHF_connector atau <http://goo.gl/sa8x7f>)

Kabel antena ini tetap akan digunakan pada berbagai macam metode instalasi STB DVB-T2, termasuk pada beberapa metode yang kita bahas di buku ini. Kabel antena akan dihubungkan dengan soket Antena Input pada STB DVB-T2. Tujuannya agar sinyal digital yang diterima antena Yagi, bisa dialirkan ke dalam STB DVB-T2. Di dalam STB, sinyal digital ini akan dipisahkan dari sinyal pembawa dan dikonversi menjadi analog. Berikut ini ilustrasi lengkapnya.



Gambar 4.13. Skema instalasi via soket Audio Video

Keterangan Gambar 4.13:

- ☑ Nomor 1 = Antena Yagi, digunakan untuk menerima transmisi sinyal digital dari stasiun televisi.
- ☑ Nomor 2 = Kabel koaksial dan konektor UHF, berfungsi sebagai penghantar sinyal digital dari antena menuju ke STB DVB-T2.
- ☑ Nomor 3 = Soket Antena Input, tempat konektor UHF ditancapkan dan dihubungkan dengan STB DVB-T2.
- ☑ Nomor 4 = Soket Audio Video, berfungsi sebagai output sinyal analog hasil konversi digital-analog di dalam STB.

- ☑ **Nomor 5** = Kabel dan konektor Audio Video. Konektor ini memiliki ciri, konektor warna kuning (K) untuk sinyal komposit video. Sementara warna merah (M) dan putih (P) membawa sinyal audio atau suara. Konektor ini ditancapkan pada soket Audio Video di STB.
- ☑ **Nomor 6** = Konektor Audio Video. Konektor ini merupakan ujung dari kabel Audio Video (nomor 5). Konektor kedua ini ditancapkan pada soket Audio Video di pesawat televisi.
- ☑ **Nomor 7** = Soket Audio Video di pesawat televisi. Soket ini diberi warna sama dengan konektor Audio Video, dengan tujuan supaya pengguna tidak keliru menancapkan konektor sesuai dengan warna yang telah disebutkan tadi.
- ☑ Saat melakukan instalasi, steker atau colokan listrik tidak ditancapkan.
- ☑ Setelah semua konektor terpasang pada soket yang telah ditentukan, steker bisa ditancapkan dan STB DVB-T2 dinyalakan.

Instalasi melalui soket Audio Video ini paling banyak dilakukan, sebab mudah dilakukan. Cara instalasi yang akan kita bahas selanjutnya juga mudah dilakukan, langkahnya sama, hanya soket yang digunakan berbeda.

B. Instalasi Via Soket Y, Pb, dan Pr

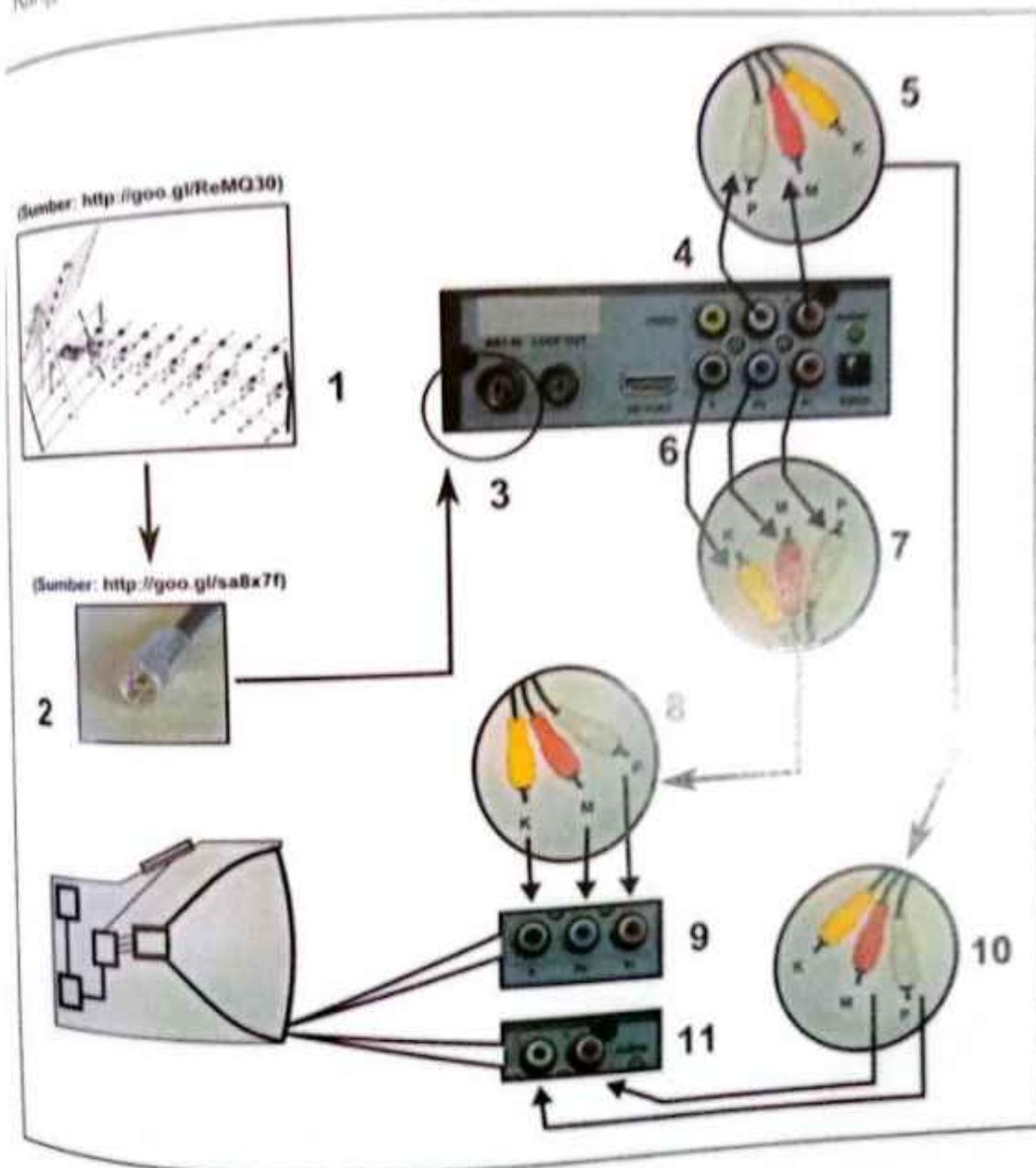
Soket Y, Pb dan Pr pada perangkat pemutar video dan *set top box*, saat ini mulai banyak digunakan. Seiring dengan produksi pesawat televisi beresolusi tinggi semakin meningkat. Pada pesawat televisi jenis ini memang mewajibkan tersedianya soket Y, Pb dan Pr.

Perangkat pendukung yang digunakan sama dengan instalasi via soket Audio Video. Perbedaannya hanya pada bagian video, jika pada metode instalasi sebelumnya menggunakan soket komposit video (warna kuning). Kali ini kita akan menggunakan soket Y, Pb dan Pr. Fungsi dari soket ini bisa kita lihat kembali di halaman 101.

Soket Y, Pb dan Pr ini menghasilkan gambar dengan resolusi yang lebih baik jika dibandingkan soket komposit video. Kita bisa menggunakan kabel Audio Video yang digunakan pada metode instalasi sebelumnya, jika kesulitan menemukan kabel dan konektor RCA untuk soket Y, Pb, Pr. Soket ini memiliki ciri warna Hijau untuk soket Y, warna Biru untuk soket Pb dan warna merah

untuk soket Pr. Jika menggunakan kabel dan konektor Audio Video yang berwarna kuning, putih dan merah, kita hanya perlu mengingat warna konektor dan soket. Contoh: kita menancapkan konektor RCA warna kuning pada soket Y berwarna hijau di STB. Pada pesawat televisi, kita juga harus menancapkan konektor RCA warna kuning di soket Y (hijau).

Contoh rangkaian instalasi via soket Y, Pb, Pr di buku ini menggunakan kabel Audio Video sebagai media transmisi dari STB menuju ke pesawat televisi. Rangkaian ini membutuhkan 2 set kabel Audio Video (AV).



Gambar 4.14. Skema instalasi via soket Y, Pb, Pr

Keterangan Gambar 4.14:

- ☑ **Nomor 1** = Antena Yagi, digunakan untuk menerima transmisi sinyal digital dari stasiun televisi.
- ☑ **Nomor 2** = Kabel koaksial dan konektor UHF, berfungsi sebagai penghantar sinyal digital dari antena menuju ke STB DVB-T2.
- ☑ **Nomor 3** = Soket Antena Input, tempat konektor UHF ditancapkan dan dihubungkan dengan STB DVB-T2.
- ☑ **Nomor 4** = Soket Audio di STB. Untuk pembahasan ini, kita hanya membutuhkan soket **Audio** saja (warna merah dan putih).
- ☑ **Nomor 5** = Kabel AV 1 dan konektor AV 1 untuk STB. Untuk pembahasan ini, kita hanya membutuhkan konektor **Audio** saja (warna merah dan putih). Konektor Audio ini akan dihubungkan dengan soket Audio di STB (nomor 4). Ketentuannya konektor merah untuk soket merah dan konektor putih untuk soket putih.
- ☑ **Nomor 6** = Soket Y, Pb dan Pr, berfungsi sebagai output sinyal video analog berkualitas tinggi hasil konversi digital-analog di dalam STB.
- ☑ **Nomor 7** = Kabel AV 2 dan konektor AV 2 untuk STB. Konektor ini dihubungkan dengan soket Y, Pb dan Pr di STB (nomor 6). Ketentuannya, konektor warna **kuning (K)** ditancapkan pada soket **Y**. Sementara warna **merah (M)** ditancapkan pada soket **Pb**. Sedangkan warna **putih (P)** ditancapkan pada soket **Pr**.
- ☑ **Nomor 8** = Konektor AV 2 untuk pesawat TV. Konektor ini merupakan ujung dari kabel AV 2 (nomor 7). Konektor ditancapkan pada soket Y, Pb dan Pr di pesawat TV dengan ketentuan yang sama seperti nomor 7.
- ☑ **Nomor 9** = Soket Y, Pb dan Pr di pesawat TV. Soket ini adalah tempat untuk menancapkan konektor AV 2 untuk pesawat TV (nomor 8).
- ☑ **Nomor 10** = Konektor AV 1 untuk pesawat TV. Konektor ini merupakan ujung dari kabel AV 1 (nomor 5). Kita hanya akan menancapkan konektor Audio saja (warna merah dan putih) pada soket Audio di pesawat TV.
- ☑ **Nomor 11** = Soket Audio di pesawat TV. Soket ini adalah tempat untuk menancapkan konektor Audio dari STB. Ketentuan pemasangannya sama seperti nomor 5.
- ☑ Saat melakukan instalasi, steker atau colokan listrik tidak ditancapkan pada sumber listrik.
- ☑ Setelah semua konektor terpasang pada soket yang telah ditentukan, steker bisa ditancapkan dan STB DVB-T2 dinyalakan.

C Instalasi Via Soket HDMI

Penggunaan soket HDMI mengharuskan tersedianya pesawat TV beresolusi tinggi atau yang sering disebut dengan HDTV. Sebab pada produk-produk HDTV telah dipasang soket HDMI. Keberadaan soket HDMI, membuat STB DVB-T2 bisa terhubung dengan banyak perangkat, seperti PC, laptop, smartphone dan sejenisnya.

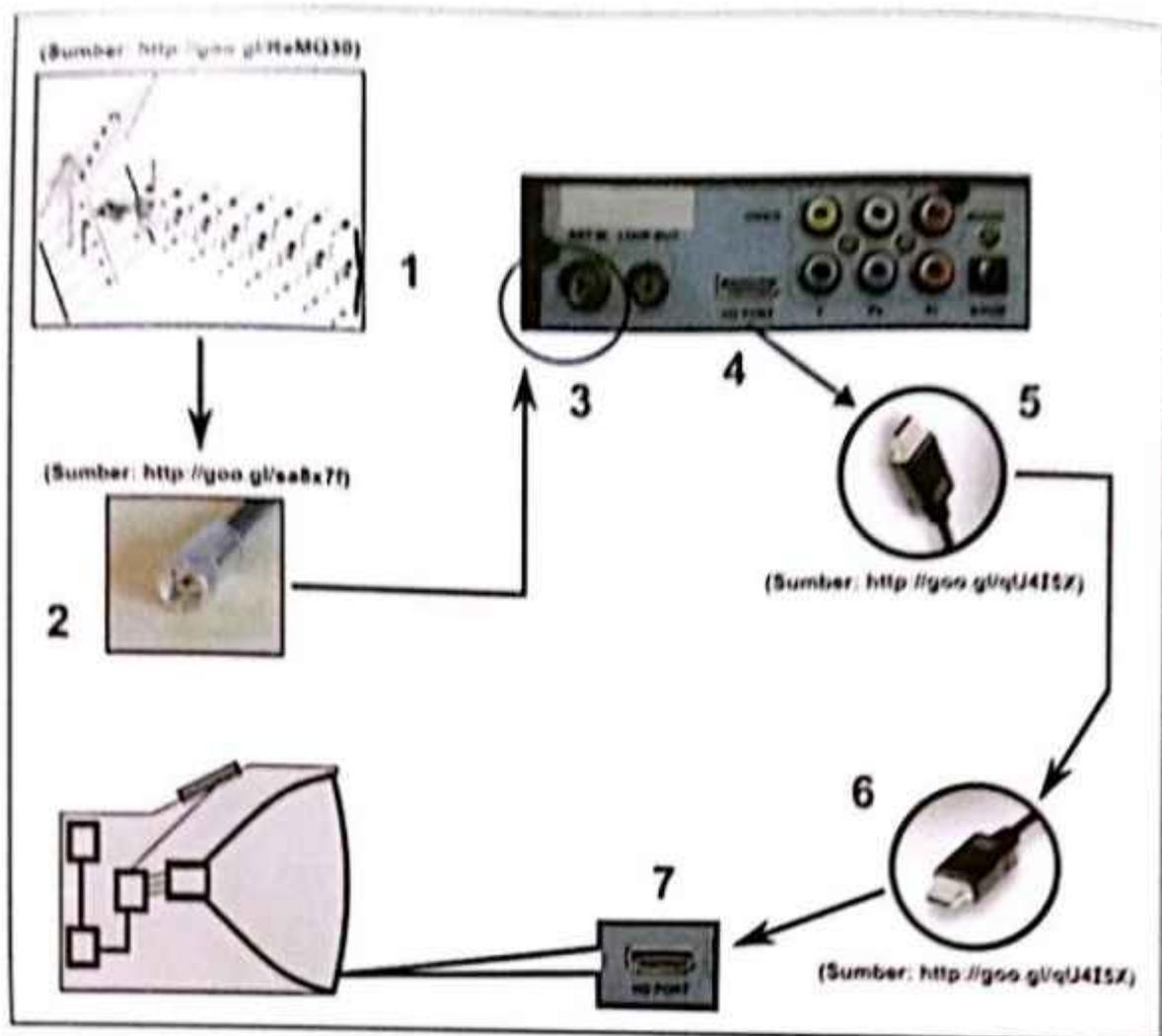
Pada instalasi dengan metode ini, kita tidak lagi membutuhkan kabel dan konektor Audio Video. Kita membutuhkan kabel HDMI, untuk melakukan instalasi melalui soket HDMI. Sinyal yang dikirimkan melalui kabel HDMI adalah sinyal digital sehingga bisa mentransmisikan sinyal digital video dan audio secara bersamaan. Itulah sebabnya kita tidak lagi menggunakan kabel audio video pada instalasi ini. Gambar di bawah ini menunjukkan bagaimana wujud kabel HDMI.



Gambar 4.15. Contoh kabel HDMI

(Sumber: <http://hothardware.com/News/HDMI-14-Brings-Ethernet-3D-4K-Support-To-AV/> atau <http://goo.gl/qU415X>)

Untuk mendapatkan kabel HDMI ini tidaklah sulit. Kita bisa membelinya di toko-toko elektronik. Saat buku ini ditulis, harga kabel HDMI berada di kisaran Rp. 20.000,- sampai Rp. 40.000,- per meter. Perlu kita ingat, bahwa instalasi melalui soket HDMI ini, hanya bisa dilakukan pada perangkat TV digital atau HDTV. Proses instalasi diilustrasikan dengan gambar berikut ini.



Gambar 4.16. Skema instalasi via soket HDMI

Keterangan Gambar 4.16:

- ☑ **Nomor 1** = Antena Yagi, digunakan untuk menerima transmisi sinyal digital dari stasiun televisi.
- ☑ **Nomor 2** = Kabel koaksial dan konektor UHF, berfungsi sebagai penghantar sinyal digital dari antena menuju ke STB DVB-T2.
- ☑ **Nomor 3** = Soket Antena Input, tempat konektor UHF ditancapkan dan dihubungkan dengan STB DVB-T2.
- ☑ **Nomor 4** = Soket HDMI. Dari soket ini akan keluar sinyal digital (audio dan video) yang telah diproses di dalam STB.
- ☑ **Nomor 5** = Kabel dan konektor HDMI untuk STB. Konektor ini ditancapkan pada soket HDMI, sebagai media transmisi sinyal digital dari STB menuju ke pesawat TV.

- Nomor 6 = Kabel dan konektor HDMI untuk pesawat TV. Konektor ini merupakan ujung dari kabel HDMI di nomor 5, yang ditancapkan pada pesawat TV.
- Nomor 7 = Soket HDMI di pesawat TV. Soket ini menjadi tempat konektor HDMI (nomor 6) ditancapkan.
- Saat melakukan instalasi, steker atau colokan listrik tidak ditancapkan pada sumber listrik.
- Setelah semua konektor terpasang pada soket yang telah ditentukan, steker bisa ditancapkan dan STB DVB-T2 dinyalakan.

Sinyal digital yang keluar dari soket HDMI menyebabkan tampilnya gambar beresolusi tinggi pada layar televisi. Gambar dan suara yang muncul memiliki kualitas yang sama dengan kualitas hasil rekaman aslinya. Hanya saja untuk mendapatkan kualitas suara maksimal, kita masih memerlukan perangkat tambahan berupa sound system.

D. Instalasi Via Soket HDMI dan S/PDIF

Instalasi menggunakan kedua soket HDMI dan S/PDIF dilakukan jika kita ingin memperoleh siaran televisi digital berkualitas sangat baik. Sebab bukan hanya gambar atau video saja yang berkualitas tinggi, kualitas audio juga lebih maksimal. Meningkatnya kualitas audio ini dikarenakan adanya tambahan perangkat sound system seperti paket home theater atau lainnya.

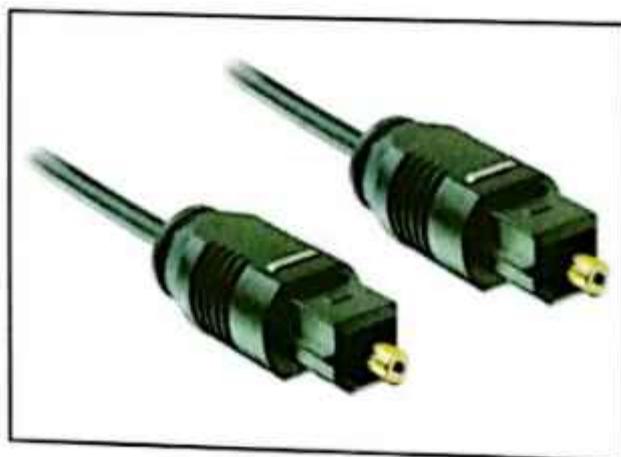
Penggunaan sound system ini tentu saja membutuhkan tambahan biaya yang tidak sedikit. Pada waktu buku ini ditulis, harga 1 set perangkat home theater berada di kisaran Rp 2.000.000,- sampai Rp 10.000.000,-.

Proses instalasi ini terdiri dari dua bagian. Pertama menyambungkan STB ke pesawat TV melalui soket HDMI, seperti yang telah kita bahas sebelumnya. Kemudian menyambungkan STB ke sound system menggunakan soket S/PDIF. Peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan instalasi dengan metode ini terdiri dari kabel HDMI, kabel Toslink (S/PDIF), Sound System set. Harga kabel Toslink (S/PDIF), antara Rp 100.000,- sampai Rp 200.000,- sewaktu buku ini disusun. Mengenai kabel HDMI, telah dibicarakan pada pembahasan sebelumnya.



Gambar 4.17. Contoh perangkat home theater

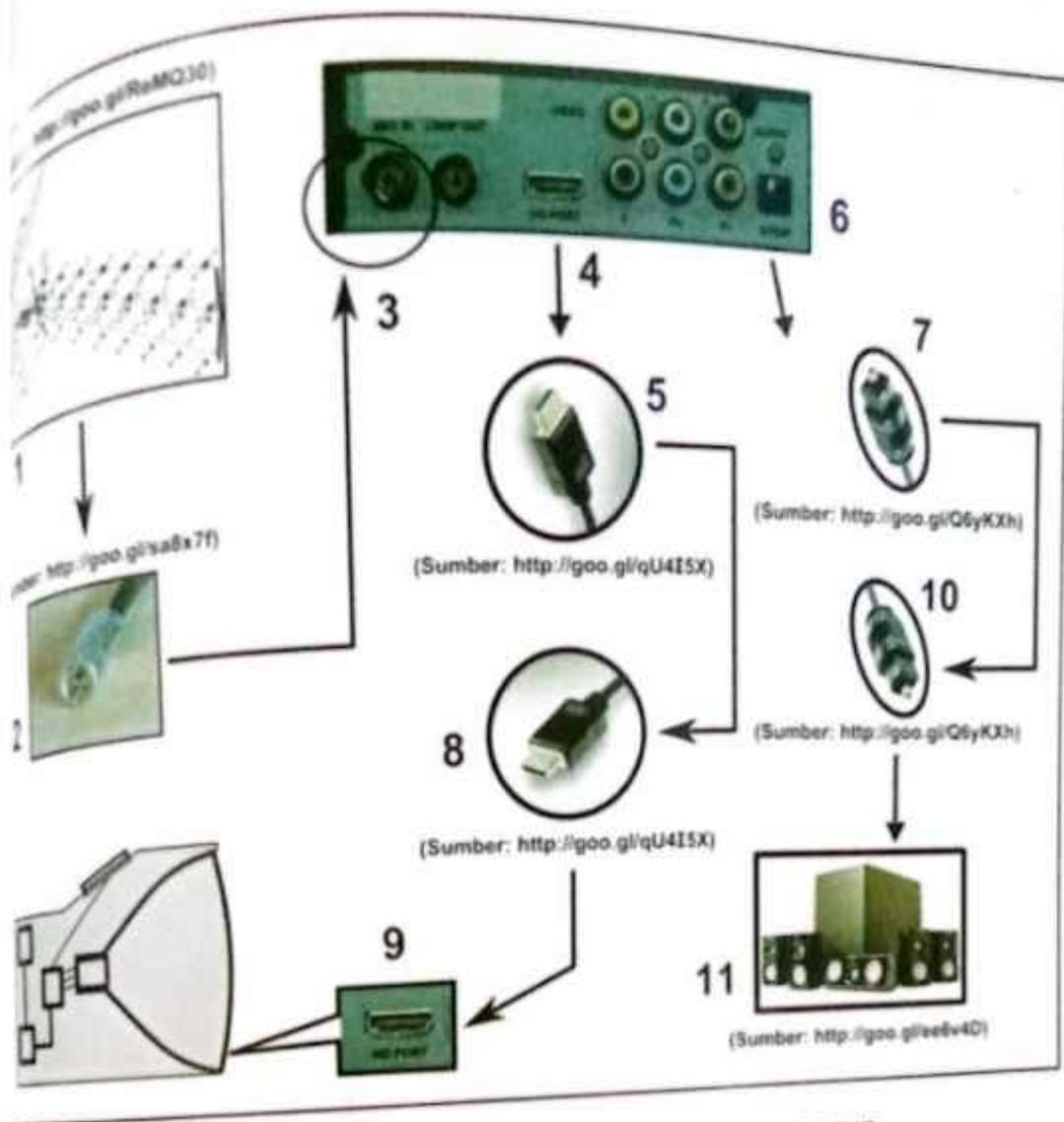
(Sumber: <http://www.klipsch.com/high-definition-theater-500-home-theater-system/details> atau <http://goo.gl/ee6v4D>)



Gambar 4.18. Contoh kabel Toslink

(Sumber: <http://www.notebooksbilliger.de/delock+optisches+kabel+10m+100238> atau <http://goo.gl/p6yKXh>)

S/PDIF merupakan kependekan dari *Sony/Philips Digital Interface Format*. Sony dan Philips adalah perusahaan yang merancang sistem output digital ini. S/PDIF menjadi kurang memadai, apabila tidak didukung oleh perangkat audio yang memadai. Kualitas dari rekaman audio juga mempengaruhi output audio dari S/PDIF. Jika kualitas rekaman audio buruk, maka buruk juga output audio dari soket S/PDIF. Berikut ini ilustrasi proses instalasi melalui soket HDMI dan soket S/PDIF.



Gambar 4.19. Skema instalasi via soket HDMI dan S/PDIF

Keterangan Gambar 4.19:

- ☑ Nomor 1 = Antena Yagi, digunakan untuk menerima transmisi sinyal digital dari stasiun televisi.
- ☑ Nomor 2 = Kabel koaksial dan konektor UHF, berfungsi sebagai penghantar sinyal digital dari antena menuju ke STB DVB-T2.
- ☑ Nomor 3 = Soket Antena Input, tempat konektor UHF ditancapkan dan dihubungkan dengan STB DVB-T2.
- ☑ Nomor 4 = Soket HDMI. Dari soket ini akan keluar sinyal digital (audio dan video) yang telah diproses di dalam STB.
- ☑ Nomor 5 = Kabel dan konektor HDMI untuk STB. Konektor ini ditancapkan pada soket HDMI, sebagai media transmisi sinyal digital dari STB menuju ke pesawat TV.
- ☑ Nomor 6 = Soket S/PDIF pada STB. Merupakan tempat keluarnya sinyal digital audio.

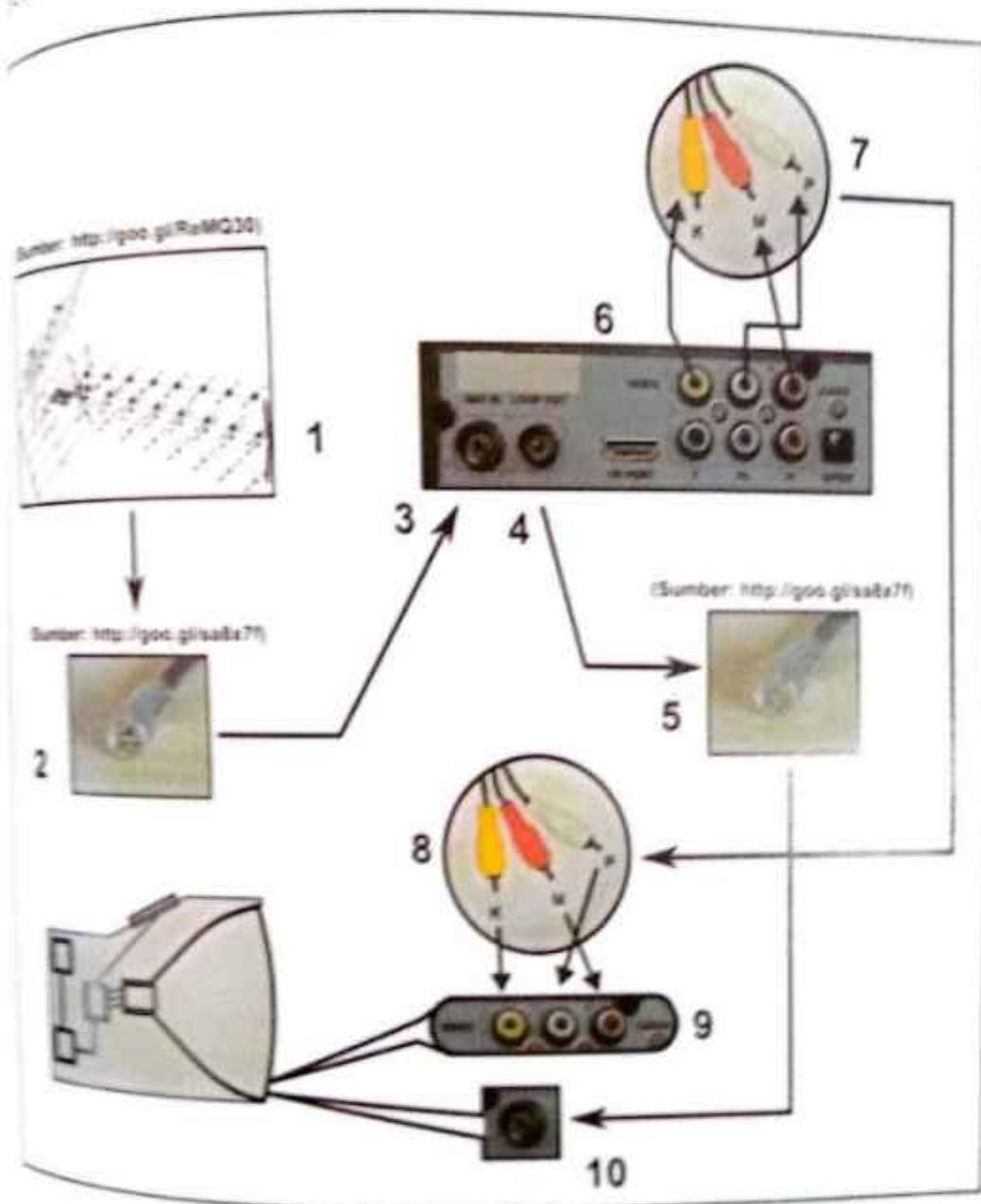
- g) Nomor 7 = Soket dan konektor Toslink. Konektor ini ditancapkan pada soket SPDIF di STB. Fungsinya sebagai media transmisi sinyal digital audio dari STB.
- h) Nomor 8 = Konektor HDMI untuk pesawat TV. Konektor ini merupakan ujung dari kabel HDMI di nomor 5 dan ditancapkan pada pesawat TV.
- i) Nomor 9 = Soket HDMI di pesawat TV. Soket ini menjadi tempat konektor HDMI (nomor 8) ditancapkan.
- j) Nomor 10 = Konektor Toslink untuk sound system. Konektor ini merupakan ujung dari kabel Toslink di nomor 7 dan ditancapkan pada sound system.
- k) Nomor 11 = Sound system dengan soket SPDIF. Soket ini menjadi tempat konektor Toslink (nomor 10) ditancapkan.
- l) Saat melakukan instalasi, steker atau colokan listrik tidak ditancapkan pada sumber listrik.
- m) Setelah semua konektor terpasang pada soket yang telah ditentukan, steker bisa ditancapkan dan STB DVB-T2 dinyalakan.

E. Instalasi Via Soket AV dan Loop Out

Metode ini tidak begitu populer digunakan. Meskipun tidak populer, metode ini bekerja seperti saat kita menggunakan *splitter* untuk membagi sinyal dari antenna menjadi dua. Instalasi ini merupakan gabungan dari instalasi via soket Audio Video (AV) untuk siaran digital dan soket *Loop Out* untuk siaran TV analog. Soket Audio Video digunakan untuk memutar siaran televisi digital, sedangkan soket *Loop Out* digunakan untuk memutar siaran televisi analog.

Keuntungan menggunakan metode ini, kita tidak perlu membeli perangkat tambahan berupa *splitter* untuk bisa melihat siaran TV digital dan analog secara bergantian. Metode ini juga cocok digunakan oleh masyarakat, di masa transisi dari siaran analog ke digital, seperti saat buku ini ditulis. Sebab di masa transisi ini belum semua stasiun dan program televisi bermigrasi ke siaran digital, sebagian dari mereka masih bersiaran secara analog. Kelemahan dari metode ini, STB harus tetap hidup saat kita ingin berpindah ke program TV analog. Jika STB dimatikan, kualitas gambar siaran analog menjadi tidak bagus.

instalasi ini membutuhkan beberapa perangkat pendukung, diantaranya, beberapa kabel dan konektor UHF 75 ohm (wujudnya bisa dilihat kembali di Gambar 4.12). Satu untuk menyambungkan Antena dengan soket Antena Input (AV). Sementara yang kedua untuk menyambungkan soket Loop Out dengan soket Antena Input di pesawat TV. Kemudian kabel Audio Video, bentuknya bisa dilihat kembali di Gambar 4.11. Berikut ini ilustrasi instalasi STB DVB-T2 melalui soket AV dan Loop Out.

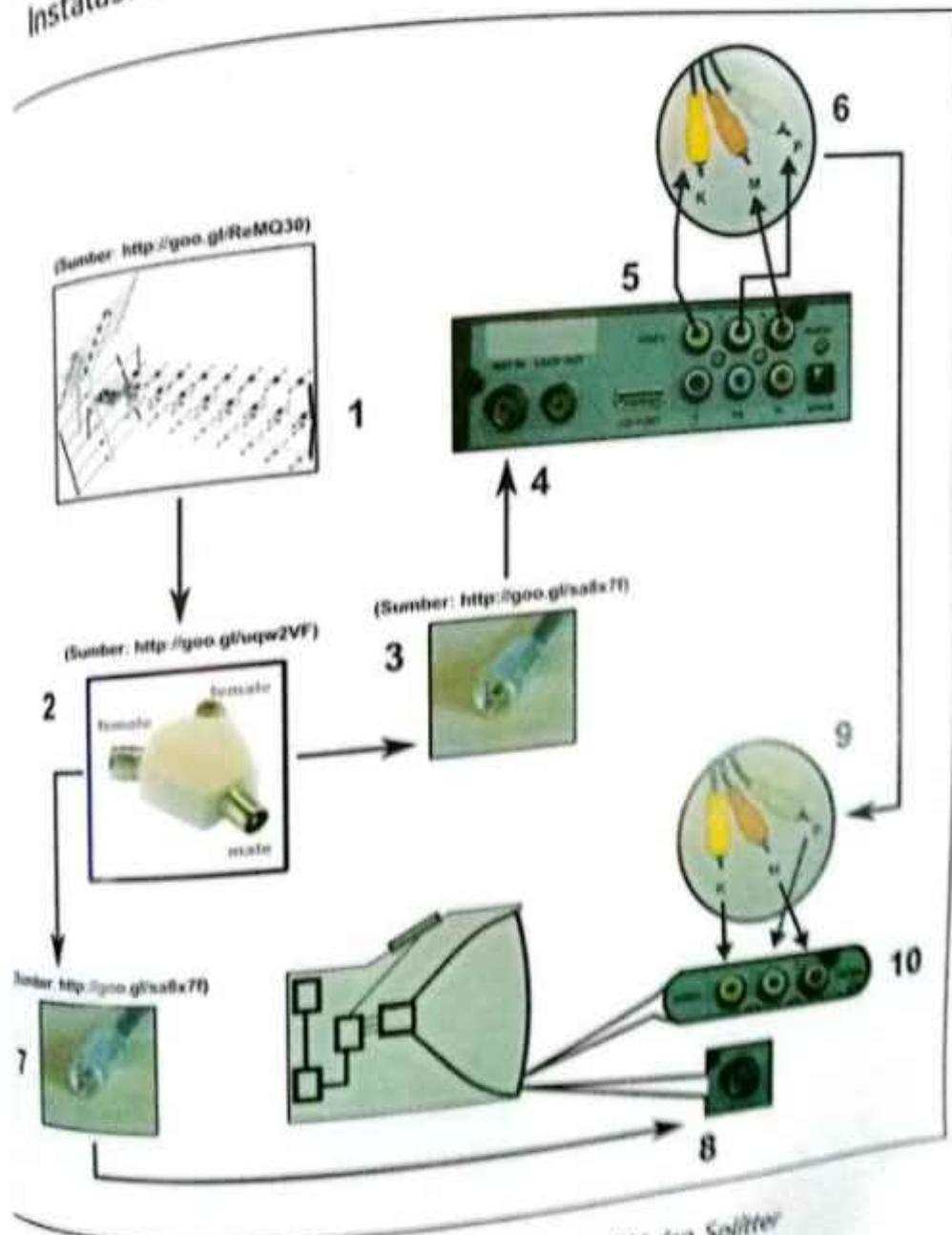


Gambar 4.20. Skema instalasi via soket AV dan Loop Out

- ☑ **Nomor 1** = Antena Yagi, digunakan untuk menerima transmisi sinyal digital dari stasiun televisi.
- ☑ **Nomor 2** = Kabel UHF 1 dan konektor UHF 1, berfungsi sebagai penghantar sinyal digital dari antena menuju ke STB DVB-T2.
- ☑ **Nomor 3** = Soket Antena Input, tempat konektor UHF ditancapkan dan dihubungkan dengan STB DVB-T2.
- ☑ **Nomor 4** = Soket *Loop Out* di STB. Dari soket ini akan keluar sinyal siaran televisi analog. Sinyal analog ini hanya menjalani proses pemisahan dari sinyal pembawa saja, tidak mengalami konversi. Kemudian dialirkan ke soket *Loop Out*.
- ☑ **Nomor 5** = Kabel UHF 2 dan konektor UHF 2. Konektor ini ditancapkan pada soket *Loop Out* (nomor 4), sebagai media transmisi sinyal siaran televisi analog dari STB menuju ke pesawat TV. Karena soket *Loop Out* bertipe male, maka konektor UHF ini bertipe female.
- ☑ **Nomor 6** = Soket Audio Video pada STB. Merupakan tempat keluarnya sinyal siaran televisi digital yang telah dikonversi dari digital menjadi analog.
- ☑ **Nomor 7** = Kabel dan konektor Audio Video. Konektor ini memiliki ciri, konektor warna kuning (K) untuk sinyal komposit video. Sementara warna merah (M) dan putih (P) membawa sinyal audio atau suara. Konektor ini ditancapkan pada soket Audio Video di STB (nomor 6) sesuai dengan warnanya.
- ☑ **Nomor 8** = Konektor Audio Video. Konektor ini merupakan ujung dari kabel Audio Video (nomor 7). Konektor kedua ini ditancapkan pada soket Audio Video di pesawat televisi sesuai dengan warnanya.
- ☑ **Nomor 9** = Soket Audio Video di pesawat televisi. Soket ini diberi warna sama dengan konektor Audio Video, dengan tujuan supaya pengguna tidak keliru menancapkan konektor sesuai dengan warna yang telah disebutkan tadi.
- ☑ **Nomor 10** = Soket Antena Input di televisi. Tempat konektor UHF male ditancapkan. Konektor UHF ini merupakan ujung dari kabel UHF 2 (nomor 5).
- ☑ Saat melakukan instalasi, steker atau colokan listrik tidak ditancapkan pada sumber listrik.
- ☑ Setelah semua konektor terpasang pada soket yang telah ditentukan, steker bisa ditancapkan dan STB DVB-T2 dinyalakan.

Kelemahan dari metode instalasi ini, STB harus terus menyala jika ingin memperoleh gambar siaran TV analog yang bagus. Kelemahan ini juga yang membuat metode ini jarang sekali digunakan. Jika ingin tetap bisa menyaksikan televisi analog dengan baik di masa transisi ini, kita membutuhkan sebuah pemecahan bernama *Splitter* untuk membuat percabangan di luar STB. Penggunaan alat ini akan kita bahas di bagian selanjutnya.

Instalasi Via Soket AV dan *Splitter*



Gambar 4.21. Skema instalasi via soket AV dan *Splitter*

Keterangan Gambar 4.21:

- ☑ **Nomor 1** = Antena Yagi, digunakan untuk menerima transmisi sinyal digital dari stasiun televisi.
- ☑ **Nomor 2** = *Splitter*, digunakan untuk membagi sinyal dari antena. Alat penghantar yang digunakan sinyal masuk ke *splitter* adalah kabel dan konektor UHF, demikian juga dengan sinyal keluar. Konektor yang terhubung disesuaikan dengan konektor pada *Splitter*. Jika di *Splitter* menggunakan konektor female, maka konektor UHF yang ditancapkan berjenis male, begitu juga sebaliknya.
- ☑ **Nomor 3** = Kabel UHF 1 dan konektor UHF male, ditancapkan pada soket Antena Input di STB.
- ☑ **Nomor 4** = Soket Antena Input di STB. Di soket ini konektor UHF male di nomor 3 ditancapkan.
- ☑ **Nomor 5** = Soket Audio Video pada STB. Merupakan tempat keluarnya sinyal siaran televisi digital yang telah dikonversi dari digital menjadi analog.
- ☑ **Nomor 6** = Kabel dan konektor Audio Video. Konektor ini memiliki ciri, konektor warna kuning (K) untuk sinyal komposit video. Sementara warna merah (M) dan putih (P) membawa sinyal audio atau suara. Konektor ini ditancapkan pada soket Audio Video di STB sesuai dengan warnanya.
- ☑ **Nomor 7** = Kabel UHF 2 dan konektor UHF male, ditancapkan pada soket Antena Input di pesawat TV. Konektor ini merupakan ujung kabel UHF yang keluar dari *Splitter* (nomor 2).
- ☑ **Nomor 8** = Soket Antena Input di pesawat TV, tempat konektor UHF male (nomor 7) ditancapkan.
- ☑ **Nomor 9** = Konektor Audio Video. Konektor ini merupakan ujung dari kabel Audio Video di nomor 6. Konektor kedua ini ditancapkan pada soket Audio Video di pesawat televisi sesuai dengan warnanya.
- ☑ **Nomor 10** = Soket Audio Video di pesawat televisi. Soket ini diberi warna sama dengan konektor Audio Video, dengan tujuan supaya pengguna tidak keliru menancapkan konektor sesuai dengan warna yang telah disebutkan tadi.
- ☑ Saat melakukan instalasi, steker atau colokan listrik tidak ditancapkan pada sumber listrik.
- ☑ Setelah semua konektor terpasang pada soket yang telah ditentukan, steker bisa ditancapkan dan STB DVB-T2 dinyalakan.

3. Scanning Channel TV Digital

Pembahasan kita yang terakhir ini tidak akan menampilkan gambar ilustrasi. Pada setiap STB DVB-T2 memiliki tampilan menu yang berbeda-beda. Meskipun demikian, prinsip kerja proses scanning secara umum tetap sama pada semua STB. Ada 3 hal yang akan kita bahas dalam proses scanning ini, yaitu scanning otomatis, scanning manual dan pengaturan posisi antena. Berikut ini pembahasan ketiganya.

♦ Scanning Otomatis

Cara ini menjadi favorit bagi banyak orang, karena kemudahan dan efisiensi. Semua *Set Top Box* menyediakan fitur scan otomatis ini. Sesaat setelah STB dinyalakan, kita akan dihadapkan dengan tampilan menu utama. Pada menu utama ini, terdapat menu pencarian channel, pada umumnya diberi nama "**Channel Search**".

Di dalam menu pencarian channel, terdapat opsi pencarian otomatis atau **Auto Search**. Untuk menjalankan scanning otomatis, kita pilih menu ini, kemudian proses scanning secara otomatis akan berjalan sampai ditemukan semua channel TV digital yang bisa dicapai oleh antena dan rumah kita masing-masing.

Keunggulan dari scanning otomatis ini, kita bisa memperoleh semua channel TV digital yang bisa dicapai oleh antena. Waktu yang digunakan untuk mendapatkan semua channel juga terbilang cepat. Sedangkan kelemahan dari metode otomatis ini adalah kita tidak bisa memilih channel TV tertentu sesuai kebutuhan. Misalnya, channel TV khusus anak untuk pesawat TV di kamar anak.

♦ Scanning Manual

Proses manual ini tidak populer digunakan seperti scanning otomatis. Akan tetapi, scanning manual ini tetap digunakan, ketika kita hanya menginginkan beberapa channel tertentu saja yang ingin dimasukkan pada sebuah pesawat TV. Misalnya kita menginginkan sebuah pesawat TV diperuntukkan bagi channel

berita, maka kita perlu melakukan *scanning* secara manual untuk mencari *channel* berita. Proses ini tidak jauh berbeda dengan *scanning* otomatis. Opsi scan manual pada umumnya juga terdapat dalam menu **Channel Search**.

Opsi scan manual ini, pada umumnya diberi nama **Manual Search**. Setelah memasuki menu ini, kita tentukan nomor *channel*, lalu ubah frekuensi dari kecil ke besar atau dari besar ke kecil sampai ditemukan *channel* yang diinginkan. Kelemahan dari metode *scanning* manual ini adalah pencarian *channel* memakan waktu yang lebih lama.

Cara *scanning* manual dan otomatis ini juga telah terdapat dalam buku petunjuk yang telah disertakan dalam setiap pembelian STB. Agar tidak terjadi kesalahan, ada baiknya jika kita membaca terlebih dahulu buku petunjuk yang tersedia.

◆ Pengaturan Posisi Antena

Posisi antena merupakan pelengkap bagi kedua metode *scanning* yang telah kita bahas tadi. Saat ini, belum semua daerah bisa terjangkau oleh siaran televisi digital. Untuk daerah yang sudah terjangkau siaran TV digital, posisi antena tentu tidak banyak berpengaruh. Tetapi bagi daerah yang belum terjangkau, posisi antena ini sangat berpengaruh.

Posisi antena harus diarahkan ke daerah-daerah yang telah terjangkau oleh siaran TV digital atau ke arah lokasi pemancar stasiun televisi. Misalnya jika kita mengetahui posisi pemancar berada di sebelah barat dari rumah kita, maka kita harus mengarahkan antena ke arah barat.

Demikian buku ini mengupas siaran televisi digital, yang sebentar lagi akan menjadi sangat populer di Indonesia. Perlu diingat kembali, munculnya televisi merupakan hasil kebudayaan manusia. Awalnya, televisi menjadi sarana pembagi informasi. Lalu berkembang menjadi penentu kehidupan manusia, melalui berbagai macam tren gaya hidup. Manusia mulai berlomba menirukan apa saja yang muncul di TV. Kini saatnya kita mengembalikan fungsi televisi menjadi sarana pembagi informasi dan penghibur saja. Tanpa harus selalu berusaha menjadi apa saja yang muncul di layar televisi.

GLOSARIUM

Istilah	Keterangan
Amplifier	Perangkat untuk memperbesar sinyal agar bisa ditransmisikan dalam jarak jauh. <i>Amplifier</i> yang sering dibicarakan dalam subbab Modulasi Sinyal Digital, berjenis <i>Summing Amplifier</i> .
Bandwidth	Ruang atau lebar pita yang dibutuhkan dalam pengiriman sinyal. Lebar pita ini dibatasi oleh frekuensi tertinggi dan terendah.
Dolby 5.1	Teknologi untuk menghasilkan suara dengan kualitas tinggi. Angka 5.1 menunjukkan komposisi kanal sistem audio dengan susunan 5 <i>speaker</i> dan 1 <i>subwoofer</i> .
Era Digital	Zaman dimana segala macam arsip (foto, dokumen, dan lain-lain) dikodekan dalam bentuk angka biner (1 dan 0).
Kanal (Channel)	Saluran yang disediakan atau tersedia untuk mengirimkan sinyal. Dalam hal kanal siaran televisi, kanal dibagi dan disediakan oleh otoritas tertentu, ini dilakukan untuk menghindari gangguan atau tabrakan antar-transmisi.
Modulasi	Proses pengiriman sinyal data menggunakan sinyal pembawa (<i>carrier</i>). Sinyal pembawa memiliki frekuensi lebih tinggi dari sinyal data.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Raddi, Ihsan. (2014). *Encyclopedia of the Development of Digital Forensic Science Research*. Angkor.
- Bakshi, Ankurita. (2014). *Jurnalistik Science: Seni dan Praktik*. Bandung: Graha Pustaka Media.
- Durjan, Yoni. (2014). *Bermain Dengan Elektronika Digital*. Bandung: Angkor.
- Ferdinandus, Hery. (2010). *Dasar-Dasar Sistem & Sistem Telegrafika*. Andi Publisher.
- Bratton, K.J. (2007). *Kejahat Digital*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- Schmidt, Eric dan Cohen, Janet. (2014). *The New Digital Age*. Jakarta: EIT.

