

Eksperimen Pengiriman Sinyal Televisi Dengan Pemancar TV Dan CCTV Serta Pemanfaatannya Dalam Pendidikan *)

Oleh: Herman Dwi Surjono

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu pemancar televisi berdaya kecil dan untuk mengetahui apakah pengiriman sinyal televisi melalui pemancar TV dapat diterima dengan kualitas gambar dan suara yang sama seperti melalui CCTV.

Tahap pertama adalah pengembangan *prototype* pesawat pemancar TV dengan prosedur: perancangan, perakitan, dan uji coba. Tahap kedua merupakan penelitian eksperimen dengan desain: *Randomized Control-Group Posttest Only*. Kelompok eksperimen diberi perlakuan metode pengiriman sinyal televisi melalui pemancar TV dan kelompok kontrol melalui CCTV. Kualitas gambar diukur dengan pedoman pola standar EIA. Hipotesis diuji dengan tes-U.

Hasil pengembangan diperoleh suatu pesawat pemancar TV dengan kondisi: frekuensi kerja = 210 MHz, frekuensi sub-pembawa = 5,5 MHz, dan daya = 290 mW. Dari pengujian hipotesis diperoleh bahwa aspek kualitas gambar yang meliputi: linieritas horisontal, linieritas vertikal, perbandingan aspek, penyisipan, resolusi horisontal, resolusi vertikal, dan kualitas suara dari penerimaan sinyal televisi melalui pemancar TV tidak berbeda dengan melalui CCTV pada taraf signifikansi 0.01.

Pendahuluan

Perkembangan pertelevisian di Indonesia dalam bidang *broadcasting* atau siaran amat mengembirakan, yakni dengan munculnya beberapa stasiun televisi swasta. Dalam bidang pendidikan peranan televisipun amat penting sebagai alat bantu pengajaran atau media pendidikan, misalnya dalam bentuk CCTV (*Closed Circuit Television*).

Dalam sistem CCTV sinyal video yang berasal dari kamera langsung dihubungkan ke monitor dengan menggunakan kabel. Masalah yang timbul dari pemakaian sistem ini adalah bahwa semakin jauh jarak monitor dengan kamera yang berarti semakin panjang kabel yang digunakan,

*) Artikel ini merupakan hasil penelitian yang dilakukan penulis dengan judul: Eksperimen Pengiriman Sinyal Televisi Dengan Pemancar TV dan CCTV.

maka kerugian daya pada saluran transmisi semakin besar. Disamping itu semakin banyak monitor yang dipakai, maka hubungan kabel-kabel akan semakin rumit.

Oleh karena itu dirasa penting untuk mengembangkan suatu pemancar televisi sebagai alat bantu pengajaran dengan biaya yang ringan. Dalam penelitian ini akan dilakukan eksperimen pengembangan pemancar televisi dan eksperimen pengiriman sinyal televisi baik melalui pemancar televisi tersebut maupun sistem CCTV.

Rumusan permasalahannya adalah: (1) bagaimana mengembangkan pesawat pemancar televisi berdaya kecil?, dan (2) apakah pengiriman sinyal televisi melalui pemancar TV dapat diterima dengan kualitas gambar dan suara yang sama baiknya seperti melalui sistem CCTV? Manfaat penelitian ini adalah dapat diperolehnya suatu pesawat pemancar televisi berdaya kecil yang dapat digunakan untuk menyiarkan program pendidikan dalam lingkungan kampus sebagai alternatif dari penggunaan sistem CCTV. Sistem pemancar TV ini dapat juga dimanfaatkan sebagai alat bantu pengajaran praktek televisi bagi mahasiswa di jurusan elektronika.

Kajian Teori

Sistem televisi terdiri atas pemancar, jalur transmisi, dan penerima. Pada pemancar, sumber informasi gambar dan suara diolah menjadi sinyal listrik untuk diumpangkan ke jalur transmisi. Pada penerima, sinyal listrik yang diperoleh dari jalur transmisi diubah kembali menjadi informasi gambar dan suara seperti semula.

Bayangan cahaya suatu gambar dapat diubah menjadi sinyal video dengan menggunakan tabung kamera. Tabung kamera ini merupakan tabung sinar katoda (*CRT*) yang berisi sensor photo-elektrik dan penembak elektron. Kamera akan menghasilkan sinyal video yang berupa sinyal listrik yang berisi informasi gambar sesuai dengan intensitas cahaya yang diterima dari obyek.

Bagian antena pada penerima menangkap sinyal yang dikirim pemancar dalam bentuk sinyal RF (*Radio Frequency*) yang sudah dimodulasi dengan sinyal video dan audio. Sinyal dikuatkan dan kemudian dideteksi untuk mendapatkan kembali sinyal video dan audionya. Sinyal video diumpankan ke tabung gambar untuk membentuk gambar dan sinyal audio diumpankan ke *loud-speaker*.

Secara prinsip pemancar televisi tidaklah berbeda dengan pemancar radio, hanya pada pemancar televisi sinyal informasi yang dipancarkan berupa sinyal gambar (video) dan suara (audio). Sinyal gambar dimodulasi secara AM, sedangkan sinyal suara dimodulasi secara FM. Kemudian pemancar sinyal gambar dan suara digabung menjadi satu dalam jembatan *diplexer* untuk kemudian dipancarkan melalui satu antena (Roddy, 1984: 673).

Sedangkan dalam sistem *CCTV* (*Closed Circuit Television*) sinyal video yang berasal dari tabung kamera langsung dihubungkan ke berbagai monitor penerima dengan menggunakan kabel (Grob, 1976: 7). Pemancar dalam *CCTV* bisa berupa kamera atau *VTR* (*Video Tape Recorder*). Jadi sinyal yang ditransmisikan ke penerima adalah sinyal video majemuk dan sinyal audio saja. Dalam hal ini tidak ada sinyal RF sebagai gelombang pembawa seperti halnya dalam *broadcasting* (Grob, 1984: 140).

Untuk menerima atau memonitor siaran *CCTV* bisa digunakan pesawat penerima televisi biasa. Apabila ada lebih dari satu monitor yang digunakan, maka masing-masing monitor dihubungkan secara paralel ke pemancar (kamera). Karena sinyal video ditransmisikan melalui kabel, maka kerugian daya saluran transmisi akan cukup berarti lebih-lebih bila kabel makin panjang atau jumlah monitor makin banyak. Perbedaan *CCTV* dengan televisi kabel (*Cable Television*) atau *CATV* adalah bahwa dalam sistem *CATV* pengirimannya berupa sinyal RF termodulasi.

Untuk membandingkan hasil penerimaan antara satu sistem dengan lainnya diperlukan suatu ukuran yang stan-

dar. Kualitas penerimaan suatu pesawat televisi meliputi kualitas gambar dan suara. Kualitas gambar suatu penerimaan dapat diukur dengan pola gambar standar yang dikembangkan oleh EIA (*Electronic Industries Association*) (lihat gambar 1.). Pola ini digunakan untuk menguji beberapa aspek kualitas gambar sebagaimana dijelaskan oleh Grob (1984, 196): "*This standard pattern provides a reference for checking resolution, scanning linearity, interlacing, additional characteristics of the reproduced picture*".

Aspek-aspek kualitas gambar yang bisa diuji melalui pola gambar standar EIA adalah:

1. Linieritas horisontal

Linieritas horisontal diuji dengan melihat tiga bujur sangkar melintasi bagian tengah pola yakni di kiri, tengah, dan kanan. Bujur sangkar tersebut berisi garis-garis vertikal dengan jumlah dan ukuran yang sama. Apabila linieritas horisontal sempurna, berarti lebar ketiga bujur sangkar terlihat sama.

2. Linieritas vertikal

Linieritas vertikal diuji dengan melihat enam buah segi empat, masing-masing dua terletak di atas, dua di tengah, dan dua di bawah. Semua segi empat tersebut harus mempunyai tinggi yang sama, apabila linieritas vertikal sempurna.

3. Perbandingan aspek (*aspect ratio*)

Perbandingan aspek suatu layar adalah 3:4. Apabila hal ini benar berarti bujur sangkar yang dibentuk oleh empat balok skala kelabu yang berada di dalam lingkaran besar merupakan bujur sangkar sempurna.

4. Jangkah kontras

Sepuluh tingkatan yang diberi nomor 0 s/d 9 dari skala kelabu menunjukkan suatu jangkah dari maksimum putih sampai 1/30 harga tersebut. Jika pemrosesan sin-

yal video sempurna, berarti harus dapat dibedakan kesepuluh bayangan tersebut.

5. Penyisipan

Garis-garis diagonal 45° di dalam lingkaran besar digunakan untuk menguji penyisipan garis-garis skaning dari raster. Apabila garis-garis genap dan ganjil berjarak sama berarti penyisipannya benar, maka garis diagonal kelihatan halus dan tidak patah.

6. Resolusi horisontal

Resolusi atau disebut dengan kualitas detail gambar diuji dengan melihat jumlah garis-garis yang ketebalan dan jaraknya bervariasi. Angka resolusi horisontal menunjukkan jumlah garis yang bisa menempati $3/4$ lebar layar atau sama dengan tinggi layar. Angka-angka dari 200 hingga 800 disebelah garis-garis vertikal menunjukkan resolusi horisontal.

7. Resolusi vertikal

Seperti halnya pada resolusi horisontal, maka resolusi vertikal ditentukan dengan melihat susunan garis-garis horisontal yang disebelahnya juga terdapat angka-angka dari 200 hingga 800. Dengan mengamati garis-garis mana yang masih dapat dibedakan, maka angka resolusi dapat ditentukan.

8. Resolusi pojok

Resolusi pojok dapat dilihat dari empat buah lingkaran yang berada di sudut pola yang masing-masing terdapat garis-garis dan angka-angka dari 150 hingga 600.

Dari kajian teori di atas dapat diajukan sebuah pertanyaan penelitian yang berbunyi:

Bagaimanakah mengembangkan *prototype* pesawat pemancar televisi berdaya kecil?

dan sebuah hipotesis yang berbunyi:

Tidak ada perbedaan kualitas penerimaan sinyal televisi antara pengiriman melalui pemancar TV dengan pengiriman melalui sistem CCTV.

Cara Penelitian

Penelitian ini dibagi atas dua tahap, yakni tahap pertama merupakan pengembangan *prototype* pesawat pemancar TV dan tahap kedua merupakan penelitian eksperimen. Prosedur penelitian tahap 1 adalah: perancangan, perakitan, dan ujicoba pesawat. Pada penelitian tahap 2 digunakan desain eksperimen: *Randomized Control-Group Post-test Only*.

Kelompok eksperimen diberi perlakuan dengan metode pengiriman sinyal televisi melalui pemancar TV dan kelompok kontrol merupakan metode pengiriman sinyal televisi melalui sistem CCTV. Jarak antara pemancar dan penerima baik untuk kelompok eksperimen maupun kontrol dibuat bervariasi mulai dari 10 m, 20 m, 30 m, 40 m, dan 50 m. Instrumen yang digunakan merupakan instrumen elektronik yang standar, seperti osiloskop dan multimeter.

Ubahan tergantung yang diteliti adalah kualitas penerimaan yang berupa gambar dan suara. Kualitas gambar diukur dengan menggunakan pedoman pola gambar standar EIA yang dikuantifikasi dalam skala ordinal, sedangkan kualitas suara diamati berdasarkan keluaran dari penguat suara pesawat penerima TV. Untuk menguji hipotesis, data penelitian dianalisis dengan menggunakan Tes-U (*Mann-Whitney U Test*) dengan taraf signifikansi 0.01.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Rangkaian pesawat pemancar televisi hasil penelitian ini adalah seperti pada gambar 2. Pada prinsipnya rangkaian pesawat pemancar televisi harus mempunyai sebuah osilator frekuensi tinggi (RF). Osilator dalam pemancar ini menggunakan rangkaian osilator Colpitts. Oleh karena sinyal dari osilator ini masih lemah, maka keluarannya perlu dimasukkan ke penguat RF. Pada akhirnya sinyal RF ini nanti yang digunakan untuk membawa sinyal informasi gambar dan suara.

Disamping osilator RF sebagai gelombang pembawa, dalam rangkaian pemancar televisi juga terdapat osilator sub-pembawa 5,5 MHz. Sinyal dengan frekuensi 5,5 MHz ini digunakan untuk membawa sinyal suara (audio) dengan metode modulasi FM. Sinyal termodulasi FM ini kemudian ditumpangkan ke gelombang pembawa RF.

Rangkaian pemancar televisi disamping mempunyai masukan untuk sinyal suara (audio) tersebut, yang lebih penting adalah mempunyai masukan untuk sinyal gambar. Sinyal gambar yang diumpangkan ini bisa berasal dari kamera televisi atau VTR (*Video Tape Recorder*). Sinyal gambar ini dimodulasikan ke sinyal pembawa RF secara AM.

Dari uji coba pesawat pemancar televisi diperoleh data sebagai berikut:

- Frekuensi kerja pemancar : 210 MHz
- Tegangan dari catu daya : 12 vdc
- Arus dari catu daya : 32,5 mA
- Daya dari catu daya : 390 mW
- Tegangan kerja setiap transistor :
 - Tr1, VB: 3,34 V VE: 3,42 V VC: 10,17 V
 - Tr2, VB: 2,10 V VE: 2,0 V VC: 9,94 V
 - Tr3, VB: 1,54 V VE: 1,48 V VC: 5,92 V
 - Tr4, VB: 3,26 V VE: 2,8 V VC: 11,7 V

Dari pengujian kualitas gambar dengan menggunakan pola gambar standar EIA dan suara diperoleh data sebagai berikut:

No.	Aspek	Metode	Skor pada jarak				
			10 m	20 m	30 m	40 m	50 m
1.	Linieritas horisontal	Pemancar CCTV	3	3	3	3	3
			3	3	3	3	3
2.	Linieritas vertikal	Pemancar CCTV	6	6	6	6	6
			6	6	6	6	6
3.	Perbandingan aspek	Pemancar CCTV	4	4	4	4	4
			4	4	4	4	4
4.	Jangkah kontras	Pemancar CCTV	7	6	6	5	4
			8	8	8	7	7
5.	Penyisipan	Pemancar CCTV	4	4	4	4	4
			4	4	4	4	4
6.	Resolusi horisontal	Pemancar CCTV	250	200	200	200	200
			250	250	250	250	250

7.	Resolusi vertikal	Pemancar CCTV	400 400	350 400	350 400	350 400	300 400
8.	Resolusi pojok	Pemancar CCTV	300 350	300 350	300 350	300 350	300 350
9.	Kualitas suara	Pemancar CCTV	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3

Linieritas horisontal dari gambar yang dikirim melalui pemancar maupun CCTV terlihat sempurna. Nilai 3 pada aspek tersebut berarti tiga buah bujur sangkar pada garis tengah pola benar-benar terlihat bujur sangkar. Demikian juga linieritas vertikalnya terlihat sempurna. Hal ini karena enam buah empat persegi panjang pada atas, tengah, dan bawah pola terlihat sama dan sebangun. Perbandingan aspek gambar yang diterima ternyata benar 3 : 4, karena empat buah balok skala dapat membentuk bujur sangkar besar yang sempurna di tengah pola.

Jangkah kontras merupakan skala kelabu mulai dari putih hingga hitam sebanyak 10 tingkatan. Gambar yang kurang kontras menjadikan perbedaan tingkatan tersebut tidak bisa dilihat semua. Gambar yang diperoleh dari pemancar tampak kurang kontras terutama untuk jarak 50 meter yang mendapat skor 4. Hal ini bisa dipahami karena daya pemancar sangat kecil sehingga sinyal yang sampai pada penerima kurang kuat. Ketepatan penyisipan garis-garis raster merupakan jaminan bahwa garis diagonal pada layar terlihat halus dan lurus. Penyisipan gambar dari pemancar maupun CCTV tampak sempurna, karena keempat garis diagonal di tengah pola terlihat halus dan lurus.

Resolusi horisontal, vertikal dan pojok menunjukkan kemampuan untuk menampilkan detail gambar. Semakin besar angka resolusi semakin halus (detail) gambar yang terlihat. Angka resolusi berkaitan dengan lebar pita (*band-width*) penguat video. Semakin besar angka resolusi semakin lebar *band-width* penguat videonya. Sinyal yang diperoleh dari pemancar terlihat sama seperti dari CCTV, kecuali untuk jarak pemancar dan penerima yang jauh yakni diperoleh angka resolusi yang menurun. Sedangkan

kualitas penerimaan suara baik dari pemancar maupun CCTV sangat bagus.

Dari pengujian hipotesis diperoleh bahwa aspek-aspek kualitas gambar yang meliputi: linieritas horisontal, linieritas vertikal, perbandingan aspek, penyisipan, resolusi horisontal, resolusi vertikal, dan kualitas suara dari penerimaan sinyal televisi melalui pemancar TV tidak berbeda dengan penerimaan melalui sistem CCTV pada taraf signifikansi 0.01. Sedangkan pada aspek jangkah kontras dan resolusi pojok terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua penerimaan tersebut.

Penjelasan tentang hal ini berpangkal pada daya keluaran pemancar TV yang relatif sangat kecil. Dengan kecilnya daya pancar ini, maka sinyal yang diterima oleh pesawat penerima sangat lemah sehingga kualitas gambar menurun terutama pada aspek kekontrasan gambar. Hal ini diperkuat dengan data penelitian bahwa semakin jauh jarak antara pemancar dan penerima, maka semakin kecil angka jangkah kontras yang diperoleh.

Pemanfaatan Hasil Penelitian Dalam Pendidikan

Penggunaan media televisi dalam proses belajar mengajar telah banyak dirasakan manfaatnya baik oleh guru maupun anak didik. Berbagai fenomena alam yang terjadi diluar kelas bisa direkam melalui pita kaset untuk kemudian ditunjukkan kepada anak didik melalui pesawat televisi. Kemampuan televisi dalam menghadirkan efek suara dan gambar menjadikan media ini sangat efektif sebagai alat bantu pendidikan.

Disamping untuk memainkan kembali hasil rekaman yang sudah dibuat sebelumnya, media televisi sering juga dipakai untuk menyiarkan kegiatan-kegiatan secara langsung seperti kuliah, seminar atau konferensi dan lain sebagainya. Umumnya sistem penyiarannya menggunakan kabel yang dihubungkan langsung dari kamera ditempat

kegiatan ke pesawat penerima TV di tempat lain. Sistem ini disebut dengan CCTV (*Closed-Circuit Television*).

Apabila monitor yang digunakan sebagai penerima jumlahnya banyak dan jarak antara penerima dengan sumber gambar cukup jauh, maka biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan kabel sangat besar. Sehingga penggunaan sistem CCTV ini efektif bila digunakan dalam satu gedung yang terdiri atas beberapa ruang. Sedangkan untuk suatu lingkungan kampus yang terdiri atas beberapa gedung hal ini kurang efektif.

Oleh karena itu kemudian dikembangkan sistem *broadcasting* yang menggunakan pemancar TV. Antara sumber gambar di pemancar dengan penerima tidak dihubungkan oleh suatu kabel sehingga tidak ada masalah pembiayaan yang berkaitan dengan jarak dan jumlah monitor. Agar siaran dapat diterima di tempat yang jauh, maka daya pancar perlu diperbesar.

Untuk meningkatkan efektivitas proses belajar mengajar, penggunaan media televisi perlu melibatkan aktivitas anak didik. Untuk mendapatkan pengajaran yang interaktif dapat digunakan sistem televisi dua arah. Pada tempat anak didik juga dipasang kamera dan mic dan di lain pihak di tempat guru juga dipasang monitor TV. Dengan demikian antara anak didik dan guru bisa saling berkomunikasi. Hal ini akan membutuhkan biaya dua kali lipat.

Kesimpulan

1. Pesawat pemancar TV pada prinsipnya terdiri atas: pembangkit gelombang pembawa (osilator RF), osilator sub-pembawa 5,5 MHz, modulator FM untuk sinyal suara, dan modulator AM untuk sinyal video, dan penguat RF.
2. Kondisi kerja pesawat pemancar TV adalah: (a) frekuensi kerja = 210 MHz, (b) frekuensi sub-pembawa = 5,5 MHz, dan (c) daya = 290 mW.

3. Pengiriman sinyal televisi melalui pemancar TV dapat diterima dengan kualitas gambar dan suara yang sama baiknya sebagaimana melalui sistem CCTV.

Saran-saran

Dari penelitian ini dapat disarankan bahwa perlu peningkatan daya keluaran pesawat pemancar TV agar dapat digunakan untuk radius yang lebih luas, misalnya untuk seluruh lingkungan kampus.

Daftar Pustaka

- Darmawan, A. 1990. "Video Digitizer", *MB.Elektron*, 38 (XIV), 37-40. Bandung: HME-ITB.
- Grob, Bernard. 1976. *Basic Television: Principles and Servicing*. New York: McGraw-Hill.
- Grob, Bernard. 1984. *Basic Television and Video Systems*. New York: McGraw-Hill.
- Kennedy, George. 1985. *Electronic Communication Systems*. New York; McGraw-Hill.
- Roddy, D. And Coolen, J. 1984. *Electronic Communications*. New Delhi: Prentice-Hall of India.
- Woodward, G.H. 1983. *The Radio Amateur's Handbook, Sixth edition*. Newington: American Radio Relay League.

Biodata Penulis

Herman Dwi Surjono, Lulus Sarjana Pendidikan Teknik Elektronika, FPTK IKIP Yogyakarta tahun 1986. Lulus Master of Science dalam major Industrial Education and Technology, Iowa State University tahun 1994 dengan thesis "*The Development of Computer-Assisted Instruction (CAI) Using the ABC Authoring System for Teaching Basic Electronics*". Mengajar di TTUC (*Technical Teacher Upgrading Center*) Bandung tahun 1986-1987. Mengajar di FPTK IKIP Yogyakarta pada jurusan Pendidikan Teknik Elektronika tahun 1987 sampai sekarang. Mengikuti beberapa Internship dan Workshop di PAU Mikroelektronika ITB tahun 1988-1989. Bidang penelitian yang diminati adalah telekomunikasi dan pengembangan CAI. Publikasi: *Pemakaian Serat Optik Dalam Komunikasi* (Cakrawala Pendidikan, November 1993), *Pengembangan Program Pengajaran Berbasis Komputer Untuk Pelajaran Elektronika* (Jurnal Kependidikan, no.2, th 1995). *Pengembangan Program Pengajaran Berbantuan Komputer (CAI) Dengan Sistem Autoring* (Cakrawala Pendidikan, No.2/Juni 1996).