

Pengembangan Mikropon Optik Sebagai Alternatif Dalam Komunikasi Serat Optik

Oleh: Herman Dwi Surjono

Abstrak

Jaringan komunikasi serat optik yang sudah digunakan di beberapa negara mempunyai berbagai keuntungan dibanding dengan saluran kawat. Meskipun terdapat pula kerugiannya, namun hal itu disebabkan karena keterbatasan teknologi pada saat ini. Dengan pesatnya kemajuan teknologi, lambat laun kerugian tersebut akan dapat teratasi.

Dalam rangka mengoptimalkan sistem komunikasi serat optik terutama untuk sinyal audio, maka perlu dikembangkan mikropon optik. Mikropon optik merupakan sensor akustik yang dapat mengubah getaran akustik menjadi variasi gelombang cahaya. Untuk itu perlu dilakukan proses pemodulasian intensitas energi cahaya dengan menggunakan "moving gate" dan membran. Dari prototipe mikropon optik diperoleh bahwa sensitivitasnya lebih baik dari pada mikropon konvensional.

Pendahuluan

Serat optik di beberapa negara maju sudah mulai menggantikan kedudukan kawat dalam sistem komunikasi. Hal ini disebabkan karena serat optik memberikan beberapa keuntungan dibanding dengan saluran kawat. Keuntungan tersebut antara lain: mampu memberikan lebar band yang sangat lebar dengan kecepatan transmisi data hingga 1 Gbit/s, bebas dari gangguan medan elektromagnetik dan gelombang radio, tidak terjadi hubungan ke-

listrikan antara ujung-ujung saluran, sangat sulit menyadap informasi sepanjang saluran, dan lebih ringan (Roddy, 1984; Tomasi, 1992).

Disamping keuntungan-keuntungan tersebut, pemakaian serat optik dalam sistem komunikasi mempunyai beberapa kerugian, yakni antara lain biaya lebih mahal, lebih sulit melakukan penyambungan, perbaikan, dan pensaklaran. Kerugian-kerugian tersebut lambat laun akan dapat teratasi dengan semakin pesatnya kemajuan teknologi di bidang serat optik. Dengan demikian pemanfaatan serat optik dalam komunikasi di masa mendatang akan lebih luas lagi terutama di negara-negara berkembang dimana masalah biaya menjadi pertimbangan utama.

Sejauh ini serat optik banyak dimanfaatkan untuk komunikasi data dalam jaringan kabel serat optik bawah tanah dan bawah laut, karena kemampuannya dalam mentransmisikan data dalam jumlah besar. Disamping itu karena kekebalannya terhadap gangguan derau dan ukurannya yang kecil dan ringan, serat optik juga mulai digunakan untuk saluran komunikasi di dalam pesawat udara dan kapal laut (Schweber, 1996).

Pemakaian saluran serat optik dalam pesawat udara dan kapal laut tersebut sepenuhnya menggantikan posisi saluran kawat tembaga yang selama ini digunakan. Untuk

memperoleh sistem komunikasi yang optimal, maka pemakaian serat optik perlu didukung oleh komponen lain yang relevan dan setaraf dengan serat optik. Salah satu komponen penting dalam komunikasi sinyal audio adalah mikropon. Mikropon merupakan transduser yang digunakan untuk mengubah variabel akustik menjadi variabel elektrik.

Untuk menunjang komunikasi melalui serat optik, maka dikembangkan suatu mikropon khusus yang kemudian disebut dengan mikropon optik. Mikropon optik ini diharapkan mempunyai unjuk kerja yang lebih baik dari pada mikropon biasa dalam sistem komunikasi serat optik, sehingga diperoleh kualitas komunikasi yang optimal.

Prinsip Mikropon Optik

Meskipun dalam dua puluh tahun terakhir ini teknologi sensor optik pada umumnya sudah mencapai pada kemajuan yang menggembirakan, namun pengembangan mikropon optik belum dilakukan secara proposional. Akan tetapi berbagai penelitian menunjukkan bahwa teknologi mikropon optik juga mempunyai prospek yang baik (Buchholz, 1995; Holmes, 1995; Ciamberlini, 1995; Bunimovlch, 1995; Ning, 1995; Othonos, 1995; Chi Wu, 1995).

Secara prinsip mikropon optik merupakan sensor akustik yang berfungsi mengubah getaran akustik menjadi variasi gelombang cahaya. Getaran akustik yang diterima tidak secara langsung diubah menjadi gelombang cahaya, melainkan melalui proses pemodulasian terlebih dahulu. Energi cahaya tetap dibangkitkan oleh suatu sumber cahaya tersendiri, sedangkan getaran akustik merupakan sinyal informasi yang akan memodulasinya. Proses untuk memperoleh gelombang cahaya termodulasi tersebut tidak melalui perantara kelistrikan, sehingga keluaran dari mikropon optik langsung bisa disalurkan ke jaringan serat optik.

Menurut cara pemodulasiannya, mikropon optik dapat dikategorikan menjadi tiga, yaitu: modulasi intensitas, modulasi polarisasi, dan modulasi fasa. Hal ini karena ketiga karakteristik cahaya tersebutlah yang dapat divariasikan. Meskipun demikian semua proses pemodulasian tersebut harus diturunkan menjadi variasi intensitas, karena hanya dengan variasi intensitas inilah dioda photo dapat merespon secara langsung (Nykolai, 1997).

Diantara ketiga jenis mikropon optik tersebut, jenis modulasi intensitas lebih banyak dikembangkan karena lebih sederhana dibanding dua jenis yang lain. Dengan alasan yang sama, maka pembahasan pada tulisan

Surjono, H. (1998). Pengembangan Mikropon Optik Sebagai Alternatif Dalam Komunikasi Serat Optik. *Cakrawala Pendidikan*. No. 1 (XVII): 63-69.

ini akan dibatasi pada mikropon optik jenis modulasi intensitas tersebut. Modulasi intensitas dalam mikropon optik menyiratkan adanya penghilangan secara selektif bagian energi cahaya dari jalur optik.

Mikropon Optik “*Moving Gate*” dan Membran

Gambar 1 menunjukkan metode pemodulasian intensitas dengan memanfaatkan “*moving gate*”. “*Moving gate*” adalah suatu celah (lubang) cahaya yang dapat bergerak naik turun sesuai dengan variasi intensitas suara. Getaran akustik diterima oleh suatu balok yang secara mekanik dihubungkan ke “*moving gate*” sedemikian rupa sehingga menghalangi jalannya berkas cahaya dalam serat optik. Gerakan “*moving gate*” naik dan turun yang disebabkan oleh variasi getaran akustik tersebut mempengaruhi perbandingan cahaya yang dilewatkan dengan cahaya yang dipantulkan kembali (diserap). Dengan demikian intensitas cahaya yang diteruskan (keluaran) akan sebanding dengan kekuatan getaran akustik yang diterima.

Sketsa yang ditunjukkan pada gambar 1 tersebut bukan merupakan struktur yang sesungguhnya, melainkan hanya sketsa untuk menunjukkan cara kerja mikropon optik. Mikropon optik membutuhkan sumber cahaya yang berupa LED atau dioda laser yang menjadi satu kesatuan

dengan mikropon optik. Demikian pula penerimaan pada ujung serat optik tentu saja membutuhkan dioda photo. Sejauh ini mikropon optik jenis "moving gate" telah banyak digunakan dalam hidrophone.

Kelemahan utama dari metode pemodulasian intensitas dengan "moving gate" tersebut adalah massa dari balok dan "moving gate"-nya yang relatif berat, sehingga sensitivitas terhadap getaran akustik kurang baik. Metode lain yang lebih banyak dilakukan penelitian adalah dengan menggunakan membran (selaput tipis) seperti ditunjukkan pada gambar 2.

Berkas cahaya masuk menuju serat optik mengenai suatu membran (selaput tipis) dan cahaya dipantulkan oleh membran tersebut kemudian diterima oleh serat optik lain (keluaran). Apabila pada sisi membran yang lain diberikan getaran akustik, maka posisi dan kelengkungan membran akan bervariasi. Dengan demikian berkas cahaya pantul yang menuju serat optik keluaran akan bervariasi intensitasnya, karena ada sebagian cahaya yang tidak bisa ditangkap oleh serat optik tersebut. Posisi kedua serat optik dan membran diatur sedemikian rupa sehingga pada saat tidak ada getaran akustik semua cahaya pantul diterima oleh serat optik keluaran.

Variasi lain yang sudah dieksperimenkan oleh para ahli tentang mikropon optik membran ini adalah dengan

Surjono, H. (1998). Pengembangan Mikropon Optik Sebagai Alternatif Dalam Komunikasi Serat Optik. *Cakrawala Pendidikan*. No. 1 (XVII): 63-69.

menggunakan beberapa buah serat optik baik untuk cahaya datang maupun pantul serta diberikan lensa untuk memfokuskan cahaya sebelum mengenai membran (Nykolai, 1997).

Kelebihan mikropon optik jenis membran dibanding jenis "moving gate" adalah sensitivitasnya yang lebih tinggi. Hal ini karena bahan yang dipakai untuk membran lebih ringan. Bahkan sensitivitas mikropon membran dapat ditingkatkan lagi dengan cara menggabungkan beberapa buah serat optik sekaligus baik untuk cahaya datang maupun pantul.

Spesifikasi Mikropon Optik

Spesifikasi penting dari suatu mikropon optik antara lain adalah sensitivitas, respon frekuensi, dan getaran akustik minimum dan maksimum yang bisa diterima (jangkah dinamik). Diantara ketiga parameter tersebut sensitivitas merupakan parameter yang paling penting, sehingga lebih banyak porsi kajiannya.

Pada mikropon konvensional proses konversi dari getaran suara menjadi sinyal listrik atau yang disebut dengan proses transduksi terjadi dalam dua tahap, yaitu: (1) dari tekanan akustik menjadi pergeseran membran, dan (2) dari pergeseran membran menjadi sinyal listrik. Tahap pertama dari proses transduksi tersebut berkaitan dengan karakteristik mekanis dari mikropon

dan hal ini mempengaruhi tanggapan frekuensi dan sensitivitas. Tahap kedua berkaitan dengan jenis-jenis mikropon konvensional seperti dinamik, kondenser, piezoelektrik, dan karbon.

Pada mikropon optik tahapan proses tersebut lebih rumit, yakni paling tidak meliputi tiga tahap, yaitu: (1) dari tekanan akustik menjadi pergeseran membran, (2) dari pergeseran membran menjadi variasi intensitas cahaya, dan (3) dari variasi intensitas cahaya menjadi sinyal listrik. Bahkan pada jenis transduser modulasi fasa, tahap 2 masih dibagi menjadi dua lagi, yaitu: (2a) dari pergeseran membran menjadi pergeseran fasa, dan (2b) dari pergeseran fasa menjadi variasi intensitas cahaya.

Sebagaimana pada mikropon konvensional, tahap pertama dari transduser ini juga berkaitan dengan sifat-sifat mekanis. Tahap kedua sebagai transduksi mekanis optis dan ketiga sebagai konversi opto-elektrik. Tahap ketiga biasanya tidak dianggap sebagai bagian dari mikropon optik, karena dilakukan ditempat terpisah. Dengan demikian secara keseluruhan perjalanan sinyal dalam mikropon optik melewati sampai lima tahapan, yakni: akustik (tekanan), mekanis (pergeseran), fasa, optis (intensitas), dan elektris (tegangan).

Sensitivitas mikropon optik dipengaruhi oleh semua tahapan dalam proses transduksi tersebut. Dalam metode modulasi intensitas terdapat tiga macam sensitivitas yang ditunjukkan pada tabel 1. Konsep sensitivitas dalam tabel tersebut masih berupa usulan berdasarkan beberapa hasil penelitian yang sudah dilakukan oleh para ahli (Nykolai, 1997).

Tabel 1. Sensitivitas mikropon optik

Transduksi	Nama (diusulkan)	Dimensi	Satuan	Simbol
Akustik => mekanis	Sensitivitas Pergeseran	panjang/tekanan	m/Pa	S_{am}
Mekanis => optis	Sensitivitas Pensaklaran	1/panjang	m^{-1}	S_{mo}
Optis => elektrik	Sensitivitas Penerimaan	tegangan	mV	S_{oe}

Prototipe mikropon optik yang sudah dikembangkan ternyata mempunyai sensitivitas yang jauh lebih baik dari pada mikropon konvensional. Disamping itu keuntungan lainnya adalah diperoleh dari pemakaian serat optik dalam sistem komunikasi sinyal audio dimana mikropon optik sebagai salah satu komponennya. Sedangkan kekurangannya adalah timbulnya derau opto-elektris yang berlebihan. Namun karena tahapan proses ini berada di luar mikropon, maka perbaikan sistem komunikasi secara keseluruhan menjadi sangat berpengaruh.

Penutup

Untuk mengoptimalkan jaringan sistem komunikasi serat optik terutama untuk komunikasi sinyal audio adalah dengan memperbaiki unjuk kerja semua komponennya, termasuk diantaranya adalah mikropon optik. Pengembangan mikropon optik meskipun masih dalam taraf uji coba (penelitian), namun menunjukkan kemajuan yang menggembirakan. Hal ini ternyata dimulai dari berbagai penelitian para ahli yang sebagian besar dari kalangan perguruan tinggi. Oleh karena itu peranan perguruan tinggi sangat penting dalam upaya pengembangan bidang telekomunikasi serat optik.

Keuntungan pemanfaatan mikropon optik dalam sistem telekomunikasi terkait dengan keuntungan yang diperoleh dari jaringan serat optik itu sendiri. Beberapa keuntungan tersebut antara lain adalah: memungkinkannya pengiriman data dengan kecepatan sangat tinggi karena *bandwidth* yang lebar; terbebas dari gangguan medan elektromagnetik atau frekuensi radio; dan keamanan kebocoran sinyal sangat terjaga. Oleh karena itu kini jaringan telekomunikasi serat optik semakin banyak dipakai untuk menggantikan saluran kawat maupun satelit.

Mikropon optik merupakan sensor akustik yang dapat mengubah getaran akustik menjadi variasi gelombang cahaya. Untuk itu perlu dilakukan proses pemodulasian intensitas energi cahaya oleh getaran akustik dengan

Surjono, H. (1998). Pengembangan Mikropon Optik Sebagai Alternatif Dalam Komunikasi Serat Optik. *Cakrawala Pendidikan*. No. 1 (XVII): 63-69.

menggunakan "moving gate" dan membran (selaput tipis). Keduanya pada dasarnya merupakan alat perantara antara getaran suara dengan cahaya. Apabila terdapat getaran suara, maka kedua alat tersebut ("moving gate" dan membran) akan mengubah jalannya cahaya sehingga intensitasnya berubah. Variasi intensitas cahaya ini kemudian dideteksi dan disalurkan ke jaringan berikutnya.

Daftar Pustaka

- Buchholz, M. 1995. *Fiber Boost For High Speed Copper. Telecommunications*. June 1995. pp.81-82.
- Bunimovlch, D. 1995. *Fiber Optic Evanescent Wave Infrared Spectroscopy of Gases in Liquids. Review of Scientific Instruments*. Vol 66 (4) April 1995.
- Chi Wu. 1995. *Fiber Optic Angular Displacement Sensor. Review of Scientific Instruments*. Vol 66 (6) June 1995.
- Ciamberlini, C, etc. 1995. *An optoelectronic Prototype for The Detection of Road Surface Conditions. Review of Scientific Instruments*. Vol 66 (3) March 1995.
- Francesco, A. etc. 1994. *Optical Sensors for Electric Substations. IEEE transactions on Instrumentation and Measurement*. Vol 43 (3). June 1994.
- Herman, D.S. 1993. *Pemakaian Serat Optik Dalam Komunikasi. Cakrawala Pendidikan*. November 1993.
- Holmes, NC. 1995. *Fiber-Coupled Optical Pyrometer for Shock Wave Studies. Review of Scientific Instruments*. Vol 66 (3) March 1995.
- Ning, YN. etc. 1995. *Recent Progress in Optical Current Sensing Techniques. Review of Scientific Instruments*. Vol 66 (5) May 1995.

Surjono, H. (1998). Pengembangan Mikropon Optik Sebagai Alternatif Dalam Komunikasi Serat Optik. *Cakrawala Pendidikan*. No. 1 (XVII): 63-69.

Nykolai, B. 1997. *Optical Mikropon Transduction Techniques*. Applied Acoustics, Vol 50 (1) Jan 1997. pp.35-63.

Othonos, A. etc. 1995. *Narrow Linewidth Excimer Laser for Inserting Bragg Grattings In Optical Fibers*. Review of Scientific Instruments. Vol 66 (5) May 1995.

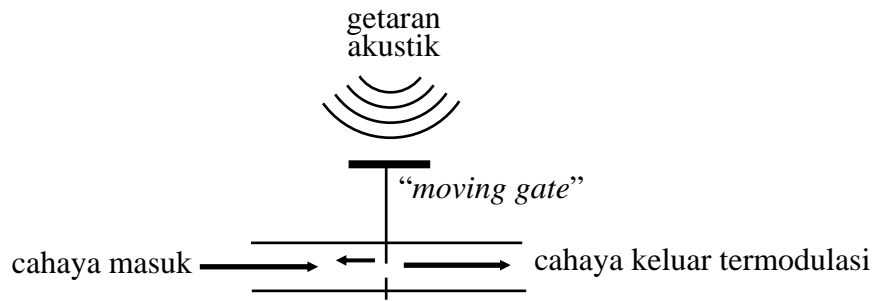
Roddy, D. 1984. *Electronic Communication*. 3rd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.

Schweber, W. 1996. *Electronic Communication Systems: A Complete Course*. 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.

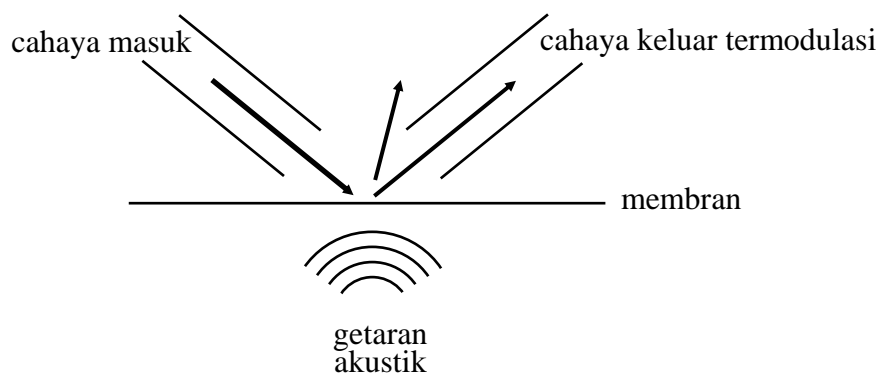
Tomasi, W. 1988. *Telecommunications: Voice/data With Fiber optic Applications*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.

Tomasi, W. 1992. *Advanced Electronic Communication Systems*. 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.

Usher, MJ. 1985. *Sensors and Transducers*. London: McMillan Publisher, ltd.



Gambar 1. Mikropon optik modulasi intensitas dengan "moving gate"



Gambar 2. Mikropon optik modulasi intensitas dengan membran

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 5 th terakhir: *Pemakaian Serat Optik Dalam Komunikasi* (Cakrawala Pendidikan, November 1993), *Pengembangan Program Pengajaran Berbantuan Komputer untuk pelajaran elektronika* (Jurnal Kependidikan, No.2 Th. 1995), *Pengembangan Program Pengajaran Berbantuan Komputer (CAI) Dengan Sistem Authoring* (Cakrawala Pendidikan, Juni 1996), *Eksperimen Pengiriman Sinyal Televisi Dengan Pemancar TV dan CCTV* (Jurnal PTK, Desember, th 1996).