

Reprint dari

JURNAL FISIKA
HIMPUNAN FISIKA INDONESIA
Suplemen Prosiding

Pengaruh Ukuran Diameter Gulungan Dan Jumlah Lilitan Fiber
Optik Terhadap Efisiensi Daya Keluran Sinar Laser

Hery Suyanto, Achmad Dahlan dan Hari Ramzah, J. Fis. HFI A5 (2002) 0543
Diterima editor: 19Juli 2002; Disetujui untuk publikasi: 1 Agustus 2002



Diterbitkan oleh
HIMPUNAN FISIKA INDONESIA
<http://hfi.fisika.net>

JURNAL FISIKA HIMPUNAN FISIKA INDONESIA

Jurnal yang mencakup Fisika Terapan (Vol. A), Fisika Pendidikan (Vol. B), dan Fisika Teoritik (Vol. C)

URL : <http://jf.hfi.fisika.net> E-mail : redaksi@hfi.fisika.net

Editor

Laksana Tri Handoko (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia)

Terry Mart (Universitas Indonesia)

Editor Kehormatan

Anung Kusnowo (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia)

Na Peng Bo (Universitas Indonesia)

Muhamad Barmawi (Institut Teknologi Bandung)

Tjia May On (Institut Teknologi Bandung)

Pramudita Anggraita (Badan Tenaga Atom Nasional Yogyakarta)

Muslim (Universitas Gajah Mada)

Makalah

Makalah yang dapat dipublikasikan dalam jurnal ini adalah karya ilmiah orisinal dan termasuk ke dalam kriteria di atas (fisika terapan, fisika pendidikan, dan fisika teoritik). Lima bentuk makalah yang diterima editor adalah:

1. *Letter* : makalah singkat untuk hasil penelitian spektakuler yang belum sepenuhnya rampung, namun membutuhkan komunikasi dengan dunia ilmiah secara cepat (maks. 4 hlm). Laporan lengkap dari hasil penelitian tersebut dapat dipublikasikan sebagai artikel reguler setelah *Letter* terbit.
2. *Regular* : makalah yang merupakan laporan lengkap dari hasil sebuah penelitian.
3. *Comment* : Makalah yang mengajukan kritik terhadap makalah (reguler) yang telah dipublikasikan di jurnal ini (maks. 4 hlm).
4. *Review* : makalah yang *mereview* satu topik fisika tertentu secara komprehensif. Makalah jenis ini hanya dapat dipublikasikan atas undangan editor jurnal.
5. *Prosiding* : prosiding simposium-simposium yang diadakan oleh HIMPUNAN FISIKA INDONESIA diterbitkan sebagai bagian yang utuh dari jurnal ini.

Pengiriman Makalah

Makalah dapat dikirimkan ke redaksi Jurnal Fisika dalam bentuk :

1. *L^AT_EX*: bentuk ini sangat dianjurkan karena dapat mempermudah dan mempercepat proses publikasi. File *L^AT_EX* serta gambar yang menyertai makalah dapat dikirimkan melalui sarana pengiriman online di situs di atas.
2. *MS-Word* : file makalah dalam MS-Word dapat dikirimkan melalui sarana pengiriman online di situs di atas.
3. *Hardcopy* : tiga eksemplar hardcopy makalah disertai dengan filenya dalam disket 3,5" dapat dikirimkan ke redaksi melalui pos ke alamat : *Pusat Penelitian Fisika LIPI, Kompleks PUSPIPTEK Serpong, Tangerang 15310*,

Biaya publikasi serta informasi lebih lengkap dapat dilihat di situs jurnal di atas. Seluruh proses komunikasi sesudahnya dilakukan melalui email, untuk itu penulis perlu mencantumkan email permanennya.

Penjurian

Setiap makalah yang masuk akan diperiksa oleh seorang juri (*referee*) yang ditunjuk oleh editor. Hanya makalah yang telah disetujui oleh juri dapat diterbitkan di jurnal ini. Penulis yang makalahnya ditolak oleh seorang juri berhak meminta editor untuk mencarikan editor lain, jika penulis tersebut dapat berargumentasi bahwa juri pertama tidak obyektif dalam menilai makalahnya. Keputusan editor atas suatu makalah tidak dapat diganggu-gugat. Editor berhak menolak makalah yang jelas-jelas tidak memenuhi kriteria ilmiah.

Reprint

Reprint versi elektronik lengkap dengan sampul depan dapat *download* secara cuma-cuma dari situs jurnal. Reprint versi cetak dapat juga dipesan pada redaksi jurnal. Informasi tentang biaya cetak serta biaya pengiriman reprint dapat dilihat pada situs jurnal.

HIMPUNAN FISIKA INDONESIA

Ketua : Masno Ginting

Wakil Ketua : Pramudita Anggraita

Sekretaris : Edi Tri Astuti, Maria Margaretha Suliyanti

Bendahara : Diah Intani

Alamat Sekretariat : Dynaplast Tower 1st Floor, Boulevard MH Thamrin #1, LIPPO Karawaci 1100
Tangerang 15811, Banten, Indonesia

Tel : +62 (021) 5461122 / 5461214

Fax : +62 (021) 5461160

URL : <http://hfi.fisika.net>

E-mail : info@hfi.fisika.net

Pengaruh Ukuran Diameter Gulungan Dan Jumlah Lilitan Fiber Optik Terhadap Efisiensi Daya Keluran Sinar Laser

HERY SUYANTO¹, ACHMAD DAHLAN¹ DAN HARI RAMZAH²

¹ *Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Jayabaya, Jl Raya Bogor Km 28,8, Cimanggis, Bogor, Indonesia*

² *Opto-Elektroteknika dan Aplikasi Laser, Program Pascasarjana, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Jl. Salemba Raya 4, Jakarta, Indonesia*

INTISARI : Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh ukuran diameter gulungan dan jumlah lilitan fiber optik terhadap efisiensi dan rugi-rugi (atenuasi) transmisi daya laser dalam fiber optik. Penelitian dilakukan dengan sinar laser *He - Ne* (2 mW) dengan jenis fiber multimode. Data penelitian menunjukkan bahwa daya laser yang ditransmisi melalui fiber optik hampir tidak mengalami atenuasi atau efisiensinya 100 % bila ukuran diameter gulungan lebih besar dari 9 cm. Sebaliknya efisiensi daya keluaran laser menjadi nol bila jumlah lilitan fiber optik tersebut lebih besar dari 12 kali untuk ukuran diameter gulungan 0,5 cm, 1 cm dan 1,5 cm. Sedangkan untuk diameter 2 cm, 2,5 cm dan 3 cm masing-masing dengan jumlah lilitan lebih besar dari 13, 15, dan 18 kali.

KATA KUNCI : efisiensi, Atenuasi, ukuran diameter, jumlah lilitan

E-MAIL : hery6@yahoo.com

Diterima editor: 19 Juli 2002; Disetujui untuk publikasi: 1 Agustus 2002

1 PENDAHULUAN

Berbagai cara telah ditempuh untuk mengoptimalkan informasi yang dilewatkan melalui fiber optik, namun masih juga ada kerugian-kerugian yang muncul baik disebabkan karena sistem peralatan maupun sifat bahan fiber itu sendiri. Kerugian yang disebabkan oleh karena bahan fiber adalah penyerapan informasi oleh bahan itu sendiri. Sedangkan kerugian yang ditimbulkan oleh sistem peralatan salah satunya disebabkan oleh adanya faktor geometri seperti perlakuan pembengkokan atau penggulangan fiber. Jika perjalanan cahaya yang terpandu dalam inti (*core*) fiber optik mengalami pembengkokan dengan sudut-sudut kecil antara inti dan kulit (*cladding*), maka akan menyebabkan terjadinya hamburan ke kulit. Hamburan terjadi jika sudut datang θ_i pada titik belok tersebut lebih kecil dari sudut kritisnya θ_k . Hal tersebut menyebabkan terjadinya atenuasi atau rugi-rugi transmisi yang mana akan menurunkan efisiensi daya keluaran sinar laser dari fiber optik. Dalam komunikasi fiber optik, atenuasi (α) dinyatakan dalam desibel persatuan panjang (dB/km), yaitu :

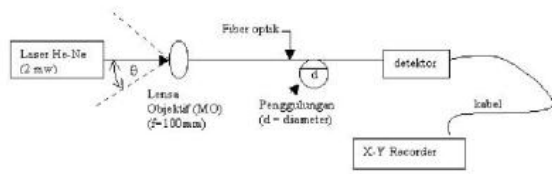
$$\alpha = \frac{10 \log(P_i/P_o)}{L}, \quad (1)$$

P_i dan P_o masing-masing merupakan daya masukan dan keluaran laser dari fiber optik, dan L adalah panjang fiber yang dilalui laser. Sedangkan efisiensi transmisi (η) merupakan perbandingan antara daya keluaran dengan daya laser yang masuk dalam persen (%), secara matematika dituliskan :

$$\eta = \frac{P_o}{P_i} \times 100\%. \quad (2)$$

2 PROSEDUR EKSPERIMEN

Tahapan penelitian adalah menyusun alat seperti pada gambar dengan prosedur kerja sebagai berikut : Laser *He - Ne* (2 mW) difokuskan ke fiber optik (multi mode) melalui lensa objektif (MO) dengan fokus 100 mm. Kemudian memvariasi sudut sinar masuk θ terhadap normal permukaan inti fiber yang panjangnya 73 cm dan belum diberi perlakuan penggulangan. Hal ini digunakan untuk mencari harga NA yaitu dengan cara menaikkan sudut θ setiap 2° dan mengamati intensitas keluaran yang diplot di x-y recorder sampai intensitasnya berharga nol. Pada keadaan ini, sudutnya disebut sudut masukan maksimum. Dua kali sudut ini merupakan nilai NA yaitu merupakan sudut buka masukan yang mana sinar laser masih dipandu

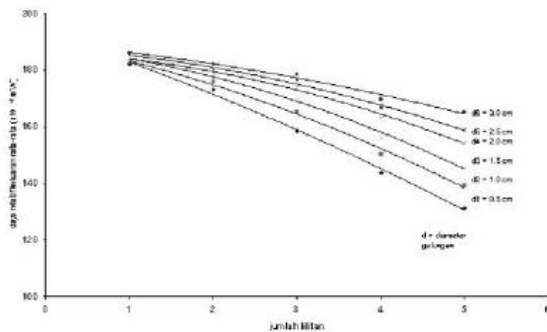


GAMBAR 1: Susunan peralatan penelitian.

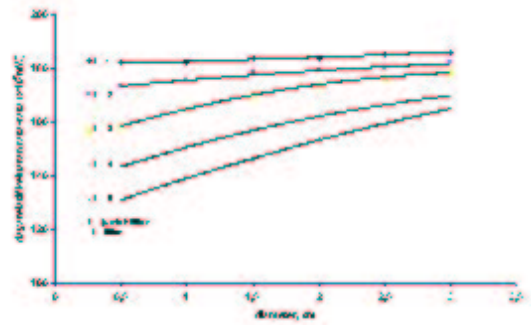
didalam inti fiber. Sedangkan sudut yang mempunyai intensitas atau daya keluaran maksimum (biasanya $\theta = 0^\circ$) akan dipakai dalam penelitian ini. Dengan memakai sudut ini selanjutnya fiber diberi perlakuan yaitu digulung dengan diameter 0,5 cm, 1 cm, 1,5 cm, 2 cm, 2,5 cm dan 3 cm. Masing-masing diameter divariasi dengan jumlah lilitan sebanyak 1, 2, 3, 4, dan 5 kali lilitan dan hasilnya diplot pada x-y recorder. Selanjutnya daya keluaran laser dari lima kali pengukuran dibuat rata-rata. Perbandingan antara daya laser yang keluar dan yang masuk fiber optik dapat dihitung efisiensi maupun atenuasinya.

3 HASIL DAN DISKUSI

Dalam penelitian ini menggunakan fiber optik dengan spesifikasi : multi mode, NA = 0,2 -0,3 dengan indeks bias inti 1,48 dan indeks bias kulit 1,46. Daya keluaran sinar laser dari fiber optik yang merupakan hasil rata-rata dari lima kali pengukuran diplot pada gambar 1 dan gambar 2. Gb. 2 menunjukkan hubungan antara daya keluaran relatif dari fiber optik terhadap jumlah lilitan untuk berbagai diameter. Gambar menunjukkan semakin banyak jumlah lilitan fiber optik semakin kecil daya keluaran yang ditransmisikan melalui fiber optik untuk semua jenis ukuran diameter gulungan. Hal ini dikarenakan adanya pembelokan fiber akibat penggulangan. Pada titik belok ini

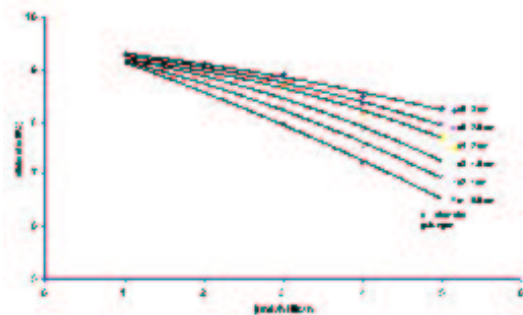


GAMBAR 2: Daya relatif keluaran rata-rata lima kali pengukuran fungsi jumlah lilitan untuk berbagai ukuran diameter gulungan.

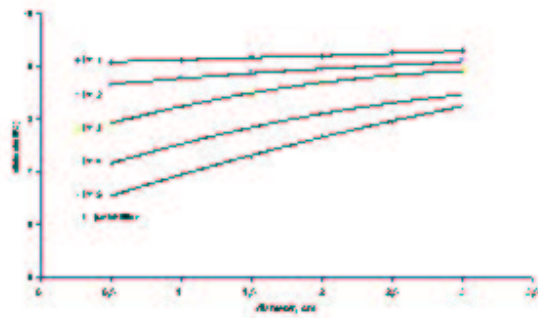


GAMBAR 3: Daya keluaran laser yang ditransmisikan melalui fiber optik terhadap ukuran diameter gulungan untuk berbagai jumlah lilitan.

akan terjadi adanya perubahan-perubahan fisis yang mendasar. Perubahan pertama, kemungkinan pada titik belok tersebut akan terjadi perubahan kerapatan (atau indeks bias) baik pada inti maupun kulit dari fiber optik, terutama untuk ukuran diameter gulungan yang sangat kecil. Hal ini akan mengakibatkan terjadinya perubahan sudut kritis sebagai syarat terjadinya pemantulan sempurna di dalam inti. Perubahan kedua, kemungkinan sudut sinar laser yang sampai pada titik belok diperbatasan antara inti dan kulit fiber tersebut menjadi kecil, bahkan mungkin lebih kecil dari sudut kritis di titik belok tersebut. Kedua hal tersebut mengakibatkan sinar laser sulit dipandu di dalam inti atau yang sering disebut terjadi hamburan ke kulit dan ini menyebabkan menurunkan daya keluaran dari fiber optik. Konsekuensi dari hal ini adalah efisiensinya menurun. Gb. 3. Menunjukkan hubungan antara daya keluaran laser yang ditransmisikan melalui fiber optik terhadap ukuran diameter gulungan untuk berbagai jumlah lilitan. Alasan sama diatas bahwa semakin besar ukuran diameter untuk menggulung fiber, akan meningkatkan daya keluaran laser dari fiber, dan sebaliknya.



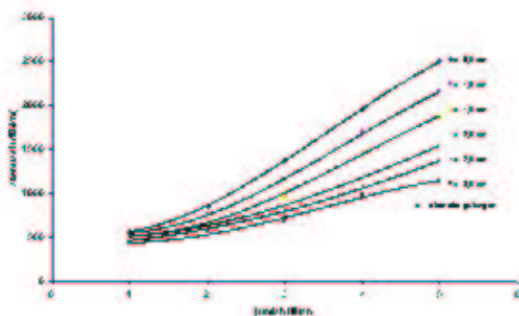
GAMBAR 4: Efisiensi daya keluaran laser fungsi jumlah lilitan untuk berbagai ukuran diameter gulungan.



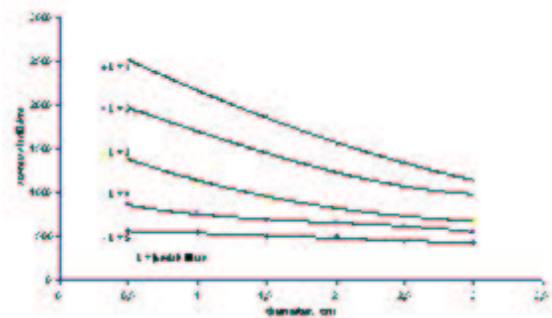
GAMBAR 5: Efisiensi daya keluaran laser fungsi ukuran diameter gulungan untuk berbagai jumlah lilitan.

Berdasarkan data grafik 1 dan Pers. (2) dapat dihitung efisiensi daya laser yang ditransmisikan melalui fiber optik fungsi jumlah lilitan untuk berbagai ukuran diameter gulungan, hasilnya seperti pada Gb. 4. Grafik menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah lilitan semakin menurun efisiensinya untuk semua ukuran diameter dan mengikuti atau mendekati persamaan polinomial orde 2. Berdasarkan persamaan matematika tersebut, bahwa untuk ukuran diameter 0,5 cm, 1 cm dan 1,5 cm akan mempunyai nilai efisiensi nol bila dilakukan penggulangan sejumlah 12 kali atau lebih. Sedangkan untuk diameter 2 cm, 2,5 cm dan 3 cm akan menjadi nol efisiensinya bila masing-masing dilakukan penggulangan 13, 15, 18 kali atau lebih.

Gb. 5. Menunjukkan efisiensi daya laser sebagai fungsi dari ukuran diameter gulungan untuk berbagai jumlah lilitan. Data menyatakan bahwa semakin kecil ukuran diameter gulungan akan menurunkan nilai efisiensi dan dapat didekati dengan persamaan polinomial. Berdasarkan persamaan polinom dengan kasus satu jumlah lilitan dapat diprediksikan bahwa untuk ukuran diameter 9 cm atau lebih akan menghasilkan nilai efisiensi mendekati 100% atau hampir



GAMBAR 6: Atenuasi fungsi jumlah lilitan untuk berbagai ukuran diameter gulungan.



GAMBAR 7: Atenuasi fungsi diameter gulungan untuk berbagai jumlah lilitan.

mendekati tidak ada rugi-rugi.

Gb. 6, menampilkan hubungan atenuasi (dB/km) sebagai fungsi jumlah lilitan untuk berbagai ukuran diameter. Gambar diperoleh dari data Gb. 1 dan Pers.(1). Grafik mempunyai trend semakin banyak jumlah lilitan semakin meningkat atenuasinya. Sebaliknya semakin besar ukuran diameter gulungan akan menurunkan harga atenuasinya, seperti pada Gb. 7. Hal ini mempunyai alasan yang sama dengan Gb. 1 dan 2

4 KESIMPULAN

Untuk meminimisasi rugi-rugi dalam komunikasi fiber optik, maka sebaiknya menghindari terjadinya penggulangan fiber optik. Namun bila harus dilakukan penggulangan karena terlalu panjang, maka sebaiknya dengan diameter yang cukup besar (minimal ukurannya 9 cm) dan jumlah lilitan seminim mungkin.

————— Φ_{hfi} —————

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Suematsu et.al, *Introduction to Optical Fiber Communication John Willey & Sons, Inc* (1989).
- [2] Joseph Palais, *Fiber Optic Communication John Willey & Sons, Inc* (1990).
- [3] K.Iga, Y. Kokubun and Oikawa, *Fundamental of Microoptik Akademi Press Inc. and Ohmsha Publ. Co Tokyo* (1990).
- [4] M. Born and Wolf, *Prinsples of Optics, 5th.ed. Pentagon, New York* (1975).
- [5] John M. Senior, *Optical Fiber Commuincation John Willey* (1989).

Dipresentasikan pada *Simposium Fisika Nasional XIX, Denpasar, Indonesia, 30~31 Juli 2002.*