

## Analisis Pengaruh Konsentrasi Larutan Gula Dan Resin terhadap Transmittansi Laser

Hartono\*, Farzand Abdullatif, Sugito

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto

Jl. Dr. Soeparno 61, Kampus Unsoed Karangwangkal

\*email: harlaras@gmail.com

**Abstrak** – Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan yang bertujuan untuk mengkarakterisasi bahan yang dapat digunakan sebagai pemandu cahaya. Pemandu cahaya dalam penelitian ini dibuat menggunakan selang plastik yang di dalamnya dibiarkan berisi udara sebagai kondisi referensi. Sampel lain dibuat menggunakan selang yang sama tetapi diisi aquades, larutan gula dengan variasi konsentrasi 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% serta diisi juga dengan resin cair bening. Sampel sebagai bahan uji dibuat dengan panjang masing-masing 25 cm dan 50 cm dan diameter bagian dalam selang  $\frac{1}{4}$  inch. Pengujian sampel dilakukan dengan menembakkan laser ke dalam ujung selang dan mengukur intensitas laser yang keluar dari ujung selang yang lain. Pengukuran intensitas sinar laser menggunakan sensor LDR yang selanjutnya diakuisisi menjadi intensitas transmittansi. Hasil pengujian terhadap semua sampel menunjukkan bahwa transmittansi cahaya dipengaruhi oleh indeks bias bahan dan kepekatkan partikel dalam fluida sampel. Sampel dengan konsentrasi lebih besar dari 30% dan panjang selang 50 cm menghasilkan transmittansi kurang dari 50%. Hal serupa juga terjadi pada sampel dari bahan resin cair bening, dimana pada selang dengan panjang 25 cm hanya menghasilkan transmittansi sebesar 43,27%, sementara pada selang 50 cm hanya 26,38%. Berdasarkan analisis, penurunan tingkat transmittansi dikarenakan oleh perbedaan indeks bias antara selang dan fluida pengisi selang. Seharusnya, indeks bias kulit selang jauh lebih kecil dari pada indeks bias bahan pengisi selang, sehingga peristiwa pemantulan internal sempurna dapat terjadi dengan baik.

**Kata kunci:** pemandu cahaya, transmittansi, indeks bias, pemantulan internal sempurna

### PENDAHULUAN

Wilayah negara Indonesia sebagian besar mendapatkan paparan matahari dengan jumlah yang sangat melimpah. Potensi energi matahari rata-rata di Indonesia mencapai  $4,8 \text{ kWh/m}^2$  (Hamdi, 2014). Namun demikian, penggunaan energi matahari sebagai energi listrik maupun penerangan pada ruangan masih sangat minim.

Penerangan ruangan pada waktu siang hari dapat lebih dioptimalkan dengan memanfaatkan cahaya matahari. Salah satu persoalan yang dihadapi adalah ruangan yang sudah terlanjur dibuat tanpa akses cahaya luar yang cukup. Salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah dengan membuat saluran cahaya agar dapat masuk ke ruangan-ruangan yang tidak mendapatkan akses cahaya matahari secara langsung. Fiber optik atau serat optik yang selama ini digunakan untuk transmisi data dapat digunakan sebagai media untuk menyalurkan cahaya matahari [1]. Namun demikian, fiber optik yang digunakan mempunyai ukuran diameter inti yang sangat kecil, yaitu 6 mm. Metode lain dapat digunakan untuk menyalurkan cahaya matahari ke dalam ruangan. *Light Tube Horizontal* merupakan

salah satu terobosan yang dapat digunakan untuk mengarahkan cahaya agar masuk dalam ruangan. Sistem penyaluran cahaya menggunakan pipa atau tabung menggunakan prinsip pemantulan dalam pipa [2,3].

Penyaluran cahaya matahari menggunakan fiber optik pabrikan maupun menggunakan sistem pipa masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kelebihan menggunakan fiber optik adalah dapat ditransmisikan pada jarak yang lebih jauh dan lebih fleksibel. Kekurangannya adalah kurang efisien, mengingat ukuran fiber optik pabrikan yang mempunyai diameter yang sangat kecil. Sistem transmisi cahaya menggunakan pipa mempunyai kelebihan lebih efisien, karena dapat dibuat dengan bahan yang lebih mudah dan murah serta ukuran yang relatif besar. Ukuran pipa yang besar akan menyalurkan cahaya yang lebih banyak. Kekurangannya adalah tidak fleksibel.

Peningkatan media transmisi menggunakan fiber optik dilakukan dengan berbagai cara. Sistem transmisi jarak jauh dengan menggunakan *multycore* merupakan salah satu cara untuk mengatasi keterbatasan ukuran

diameter core dari fiber optik [4] Sementara teknik lain untuk mencoba mengatasi persoalan terkait fiber optik adalah dengan memvariasi bahan dari core optiknya. Core optik merupakan bagian dari fiber optik yang berperan melakukan proses pemantulan sempurna di dalam medium tersebut, sehingga cahaya dapat ditransmisikan di dalamnya. Inovasi bahan core optik yang telah dikembangkan antara lain menggunakan granula silika dan polimer dopping perylene derivatif [5,6]. Sistem transmisi cahaya akan lebih optimal jika media yang digunakan mempunyai ukuran yang lebih besar. Penelitian ini mengkaji tentang kemampuan bahan untuk mentransmisikan cahaya.

Perilaku gelombang secara umum dapat mengalami pembiasan, pemantulan, polarisasi, dispersi dan difraksi. Peristiwa pembiasan gelombang cahaya akan terjadi apabila cahaya melalui batas dua medium yang mempunyai indeks bias yang berbeda. Perbedaan indeks bias antara dua medium akan menyebabkan perubahan kecepatan perambatan gelombang, tidak terkecuali cahaya matahari. Akibat yang terjadi dari peristiwa ini adalah terjadinya perubahan atau pembelokan arah perambatan cahaya. Peristiwa lain yang dapat terjadi dari sebuah gelombang cahaya adalah pemantulan. Pemantulan gelombang cahaya terjadi apabila menumbuk bidang pemantul. Pemantulan gelombang cahaya terjadi apabila menabrak bidang pemantul. Konsep dasar terjadinya pemantulan dijelaskan dalam sebuah hukum Snellius tentang pemantulan, yaitu (1) Gelombang datang, garis normal dan gelombang pantul berada pada satu bidang datar, (2) Besarnya sudut datang sama dengan sudut pantul [7].

Serat optik digunakan sebagai media transmisi cahaya untuk pencahayaan sudah mulai dikembangkan sejak 1982. Mulai saat itu juga dikembangkan berbagai metode penggunaannya sebagai sarana untuk menunjang sistem penerangan [1]. Konsep pembuatan serat optik pada dasarnya berada pada material inti (*core*) dan selongsong pembungkusnya (*cladding*). Material inti secara umum terbuat dari bahan bening yang mempunyai indeks bias tinggi. Sementara bagian selongsong merupakan bahan reflektor atau material dengan indeks bias rendah. Seiring perkembangan teknologi, sebuah serat optik dapat berisi beberapa inti. Jenis serat optik yang hanya berisi satu inti disebut dengan *single*

*core*, dan yang berisi inti banyak disebut dengan *multycore* [4].

Awal perkembangan serat optik, material inti terbuat dari serbuk kaca. Seiring dengan perkembangan teknologi, mulai dikembangkan berbagai material penyusun inti. Kajian terkait dengan inti serat optik untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dibuat dengan metode silika granula berbasis sol-gel [5]. Metode ini diklaim dapat memproduksi serat optik dengan cepat. Namun demikian, hasilnya mempunyai tingkat kerugian transmisi sebesar 1 dB/m. Kerugian ini dapat dikurangi dengan penggilingan berulang dan pencairan kembali. Hal ini menunjukkan bahwa kemungkinan penggunaan material lain untuk bahan inti serat optik sangat berpeluang untuk diteliti.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen di Laboratorium Elektronika Instrumentasi dan Geofisika Jurusan Fisika FMIPA Unsoed. Kajian awal dari penelitian ini adalah menentukan tingkat transmitansi dari sampel yang telah dibuat. Sampel yang dibuat adalah sebuah media transmisi cahaya berupa selang yang berisi larutan gula dan resin cair bening. Selang yang digunakan adalah selang bening dengan ukuran  $\frac{1}{4}$  inch dan panjang masing-masing 25 cm dan 50 cm. Larutan gula dimasukkan ke dalam selang yang berguna sebagai inti (*core*) sebuah serat optik.

Larutan gula yang digunakan sebagai bahan sampel divariasi konsentrasinya dengan nilai variasi 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%. Setiap variasi larutan gula masing-masing dimasukkan ke dalam selang yang panjangnya 25 cm dan 50 cm. Selang yang sudah diisi larutan ditutup pada kedua ujungnya dengan menggunakan plastik bening yang tipis.

Kemampuan transmitansi dari setiap sampel diuji dengan menggunakan bantuan laser sebagai sumber dan sensor cahaya untuk tingkat transmitansinya. Pengujian dilakukan dengan menembakkan laser pada salah satu ujung dan mendeteksi keluarannya menggunakan sensor cahaya. Sensor cahaya akan memberikan respon berupa tegangan. Tegangan keluaran sensor akan sebanding dengan tingkat intensitas sinar laser. Kenaikan intensitas laser akan direspon oleh sensor cahaya dengan kenaikan tegangan.

Pengujian awal dilakukan terhadap sampel referensi, yaitu selang kosong. Sampel dengan bahan aquades juga dilakukan pengujian untuk

digunakan sebagai pembanding. Tegangan respon sensor pada saat laser ditembakkan melalui selang kosong dijadikan sebagai kondisi intensitas awal ( $I_0$ ) yang kemudian disebut tegangan awal ( $V_0$ ). Semua tegangan respon sensor dari setiap sampel akan dibandingkan terhadap  $V_0$ . Nilai transmitansi dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Tr = \frac{V_s}{V_0} \cdot 100\% \tag{1}$$

$V_s$  merupakan tegangan keluaran sensor pada setiap sampel uji, dan  $Tr$  adalah nilai transmitansinya.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pengujian yang dilakukan terhadap semua sampel menghasilkan tingkat transmitansi yang dapat ditunjukkan seperti pada **Gambar 1**. Kemampuan setiap media dalam mentransmisikan cahaya sangat dipengaruhi oleh banyak faktor. Faktor-faktor tersebut antara lain kekeruhan, keberadaan zat pelarut, temperatur, indeks bias, warna dan masih banyak lagi. Pada penelitian ini hanya akan ditinjau faktor indeks bias dan kondisi zat pelarutnya. Berdasarkan pada **Tabel 1** dan **Gambar 1** dapat dilihat adanya penurunan tingkat transmitansi cahaya. Penurunan secara signifikan terjadi ketika konsentrasi larutan gula sudah melebihi 30%. sementara pada media yang berisi resin bening cair juga mengalami penurunan yang cukup tinggi, dalam hal ini hanya mampu mentransmisikan 43,27 % saja pada panjang selang 25 cm. Seiring dengan pertambahan panjang media juga berdampak pada penurunan intensitas cahaya.

Penurunan transmitansi cahaya pada beberapa media pada penelitian ini lebih dipengaruhi oleh keberadaan partikel dalam air/aquades. Sesuai dengan teori bahwa keberadaan pelarut dalam fluida akan menurunkan kemampuannya dalam mentransmisikan cahaya. Kehadiran partikel yang bersifat absorber ternyata sangat mempengaruhi kemampuannya dalam mentransmisikan sinar.

**Tabel 1.** Kemampuan media dalam mentransmisikan cahaya

Keadaan media	Tegangan Sensor Akibat Laser		Transmitansi (%)	
	25 cm	50 cm	25 cm	50 cm
Kosong	4,16	4,17	100,00	100,00
Aquades	4,16	3,80	100,00	91,13
Gula 10%	3,62	2,63	87,02	63,07
Gula 20%	3,64	2,81	87,50	67,39
Gula 30%	2,54	2,06	61,06	49,40
Gula 40%	2,65	1,68	63,70	40,29
Gula 50%	2,95	2,25	70,91	53,96
Resin	1,8	1,1	43,27	26,38



**Gambar 1.** Kemampuan transmitansi media

**KESIMPULAN**

Berdasarkan pada hasil pembuatan, pengujian dan analisis terhadap pemandu cahaya yang sudah dibuat maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Model pemandu cahaya telah berhasil dibuat dengan menggunakan selang plastik yang berdiameter 1/4 inch dengan pengisi aquades, larutan gula dan resin. Hasil pengujian menunjukkan hasil yang kurang maksimal. Hal ini dikarenakan indeks bias pembungkus masih terlalu tinggi.
2. Model penerangan dengan memanfaatkan pemandu cahaya hanya dapat menjangkau jarak maksimal 50 cm. Hal ini ditunjukkan dengan penurunan transmitansi yang cukup signifikan pada selang dengan panjang 50 cm.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang sudah

membantu pelaksanaan sampai penyelesaian penelitian ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Rektor dan Ketua Lembaga Penelitian Universitas Jenderal Soedirman, atas dikeluarkannya surat keputusan (SK) tentang pengangkatan Tim Peneliti dan pendanaan penelitian
2. Dekan Fakultas MIPA yang telah memberikan dukungannya kepada tim peneliti.
3. Ketua Jurusan Fisika dan Laboratorium Elektronika Instrumentasi dan Geofisika yang telah memberikan fasilitas laboratorium.
4. Seluruh tim peneliti dan semua pihak yang terlibat dan telah bekerja sama untuk menyelesaikan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] E.F. Nugrahani, K. Sekartedjo dan A.M. Hatta, Perancangan Sistem Transmisi Cahaya Matahari Melalui Serat Optik untuk Pencahayaan Ruangan, *Jurnal Teknik Pomits*. 1(1) (2012) 1–6.
- [2] T. Prawiranti, O.Handojo, , Penerapan Produk Daylighting untuk Pencahayaan Ruang di Rumah Susun, *Jurnal Tingkat Sarjana Senirupa dan Desain*. 1 (2012) 1–10.
- [3] F. Elsiana, S.N. Ekasiwi, I.G. Antaryama, Daylighting Performance of Horizontal Light Pipe Branching on Open Plan Office Space, *Dimensi*. 42(2)(2015) 43–50.
- [4] Y. Sasaki, T. Katsuhiro, M. Shoichiro, A. Kazuhiko, S. Kunimas, Few-mode multicore fibers for long-haul transmission line, *Optical Fiber Technology*. 35 (2017) 19–27.
- [5] S. Pilz, H. Najafi, M. Ryser, V. Romano, Granulated Silica Method for the Fiber Preform Production, *Fibers* 5(24) (2017) 1–9.
- [6] P. Itxaso, A. Eneko A, R Federico, M. Asuncion IGD, G. Nekane, G. Olga, Z. Joseba, Fabrication and Characterization of Polymer Optical Fibers Doped with Perylene-Derivatives for Fluorescent Lighting Applications, *Fibers*. 5(28) (2017) 1–11.
- [7] Young dan Freedman, *Fisika Universitas*, Jilid 2, Erlangga, Jakarta, (2003).