

## FABRIKASI PANDU GELOMBANG MODEL *DOUBLE Y-BRANCH* BERBASIS MATERIAL SnO<sub>2</sub> SEBAGAI PEMBAGI DAYA

Zulfi Tegar Reynaldi<sup>1)</sup>, Asnawi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Prodi S1-Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email : [reyna.tegar@gmail.com](mailto:reyna.tegar@gmail.com)

<sup>2)</sup>Dosen Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memfabrikasi pandu gelombang *double Y-branch* menggunakan material SnO<sub>2</sub> sebagai pembagi daya dan menganalisis perbandingan *output* pada pandu gelombang *double Y-branch*. Fabrikasi pandu gelombang *double Y-branch* dilakukan dengan metode *doctor blade* menggunakan substrat akrilik, film SnO<sub>2</sub>, dan *cover Polymethyl Methacrylat* (PMMA). Pengukuran *output* pada *channel* pandu gelombang *double Y-branch* dilakukan dengan mengambil gambar *output* dan diolah dengan program *Image-J*. Hasil fabrikasi pandu gelombang *double Y-branch* memiliki panjang daerah interaksi (*Lc*) 6 mm dengan gap (*g*) 0,35 mm mampu memandu cahaya laser Helium-Neon dengan panjang gelombang 632,8 nm. Pandu gelombang yang dihasilkan dari masing – masing *output* sebesar 32,9% dan 19,1%. Persentase *output* yang kembali pada pandu gelombang sebesar 29,6% dengan *losses* sebesar 21,5%. Besarnya nilai *losses* ini disebabkan saat pemanasan material SnO<sub>2</sub>, dimana tingginya temperatur pemanasan menjadikan adanya pengumpulan material SnO<sub>2</sub> pada pandu gelombang akibat penguapan.

**Kata Kunci** : pandu gelombang, pembagi daya, *Polymethyl Methacrylat*, SnO<sub>2</sub>.

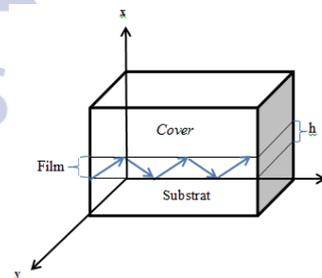
### Abstract

This research to purpose of fabricating double Y-branch waveguide using SnO<sub>2</sub> material as power divider and analyzing output ratio on double Y-branch waveguide. The double Y-branch channel fabrication is performed using doctor blade method with acrylic glass substrate, SnO<sub>2</sub> film, and Polymethyl Methacrylat (PMMA) cover. Output measurement on the double Y-branch waveguide channel is done by taking output image and processed with Image-J program. Double Y-branch waveguide fabrication result has a length of 6 mm interaction (*Lc*) area with gap (*g*) 0.35 mm capable of guiding Helium-Neon laser light with 632.8 nm wavelength. waveguides generated from each output of 32.9% and 19.1%. The percentage of output returned on waveguides was 29.6% with losses of 21.5%. The amount of value of losses is due to the warming of the SnO<sub>2</sub> material, where the high temperature of the heating makes the presence of SnO<sub>2</sub> material on the waveguide due to evaporation.

**Keywords**: waveguide, power divider, *Polymethyl Methacrylat*, SnO<sub>2</sub>.

### PENDAHULUAN

Pandu Gelombang Slab merupakan tinjauan sederhana untuk memahami dasar pemanduan gelombang (Pigeon dkk, 2001) (Rofianingrum dkk, 2013). Umumnya struktur pandu gelombang terlihat seperti pada gambar 1. Dimana terdiri 3 lapisan yaitu substrat, film dan *cover* dengan indeks bias  $n_s$ ,  $n_f$ , dan  $n_c$  dengan daerah film sebagai tempat transmisi cahaya. Transmisi cahaya pada film hanya terjadi bila nilai  $n_f > n_s > n_c$  dan ukuran filmnya lebih tebal dari ukuran kritis.

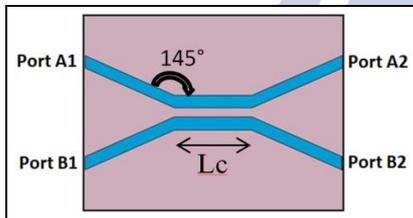


Gambar 1. Pandu gelombang optik slab (Rubiyanto, 2006).

Struktur pada gambar 1 menunjukkan bahwa tebal film jauh lebih kecil daripada lebarnya, sehingga pada pandu gelombang slab pemanduan cahaya hanya terjadi dalam arah sumbu z saja. Hal ini mengakibatkan cahaya yang terpandu dalam arah ini mengalami pelenturan muka

gelombang pada arah z di sepanjang perambatannya. Untuk mengurangi efek difraksi, maka dalam aplikasinya selalu digunakan struktur tiga dimensi, sehingga *loss* cahaya yang terjadi pada sumbu transversal sesuai dengan penampang masukannya. Pandu gelombang ini biasa disebut dengan pandu gelombang kanal (*channel waveguide*) (Rubiyanto, 2006).

*Directional coupler* tersusun atas dua pandu gelombang sejajar dengan salah satu fungsinya sebagai pembagi daya. Karena sifat medan listrik dan adanya penetrasi energi diluar pandu gelombang dari moda gelombang yang merambat, maka cahaya yang merambat dalam kanal satu dapat mentransfer energi ke kanal yang lain. Pada penelitian ini *directional coupler* yang digunakan berbentuk *double Y-branch* seperti pada gambar 2 dengan panjang daerah interaksi (*Lc*) 6 mm dengan gap (*g*) 0,35 mm.



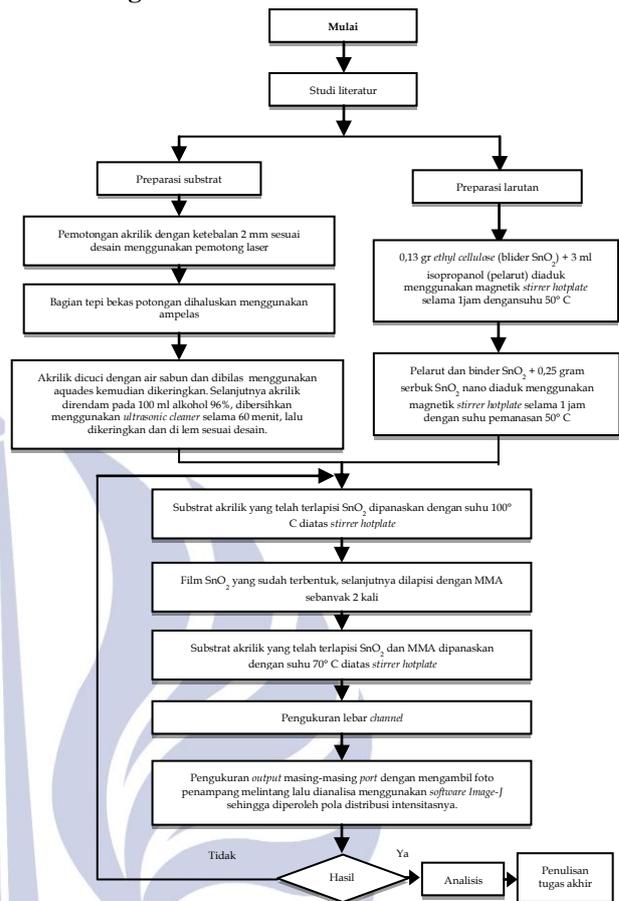
Gambar 2. Desain *channel double Y-branch* dengan panjang daerah interaksi (*Lc*) 6 mm dengan gap (*g*) 0,35 mm.

Bahan yang digunakan untuk film pandu gelombang adalah SnO<sub>2</sub> yang memiliki sifat tak linier. Bahan tak linier akan mengalami perubahan suseptibilitas optik seiring perubahan intensitas dan fenomena yang terjadi pada pandu gelombang. SnO<sub>2</sub> merupakan bahan semikonduktor dengan lebar celah energi gap yaitu lebih besar dari 3,6 eV pada temperatur ruang dengan struktur tetragonal (Yıldırım dkk, 2012). Lapisan tipis SnO<sub>2</sub> mempunyai transmitansi tinggi pada area panjang gelombang tampak, resistivitas rendah, mempunyai stabilitas kimia dan termal yang tinggi dibandingkan kaca konduktif transparan lainnya (Rahal dkk., 2015). SnO<sub>2</sub> disebut juga *Tin (IV) oksida*, juga dikenal dengan nama sistematis *Stannic oksida* dalam notasi tua. Bentuk mineral SnO<sub>2</sub> disebut kasiterit yang merupakan bijih utama timah.

Pada penelitian ini substrat yang digunakan adalah akrilik (*n<sub>s</sub>*=1,490), film SnO<sub>2</sub> (*n<sub>f</sub>*=2,006) dan *cover* (*n<sub>c</sub>*=1,415) dengan sumber input laser He-Ne ( $\lambda = 632\text{\AA}$ ). Proses fabrikasi film dilakukan dengan metode *doctor blade* dan proses karakterisasi dilakukan dengan memasukkan cahaya laser kedalam film. Hasil karakterisasi selanjutnya dianalisis dengan software *imageJ* untuk mengetahui distribusi intensitas cahayanya.

**METODE**

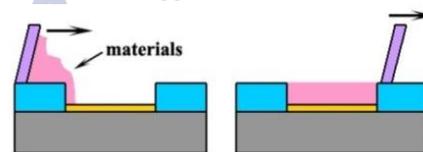
**A. Rancangan Penelitian**



Gambar 3. Diagram alir penelitian.

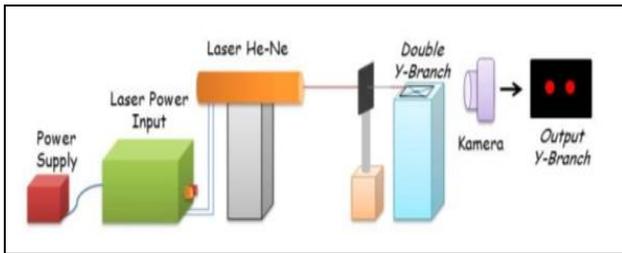
**B. Metode Penelitian**

Metode yang digunakan pada proses fabrikasi yaitu metode *doctor blade*. *Doctor blade* merupakan metode pengolahan untuk pembuatan film pada substrat yang kaku maupun fleksibel. Gambar 4 adalah ilustrasi dari proses pendeposisian film menggunakan metode *Doctor Blade*.



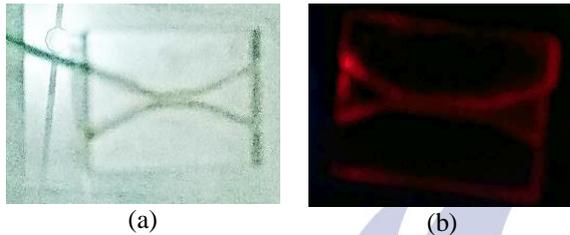
Gambar 4.. Metode *Doctor Blade*. (Sumber: Liewhiran dkk, 2007).

Proses karakterisasi dilakukan dengan merangkai alat seperti gambar 5. Cahaya laser dimasukkan kedalam port input. Selanjutnya diambil foto penampang melintang cahaya input dan outputnya. Kemudian masing-masing distribusi intensitas cahayanya di anslisis dengan menggunakan software *Image-J* untuk memperoleh grafik intensitas cahaya RGB (*red, green, blue*).



Gambar 5. Set up karakterisasi *double Y-branch*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN



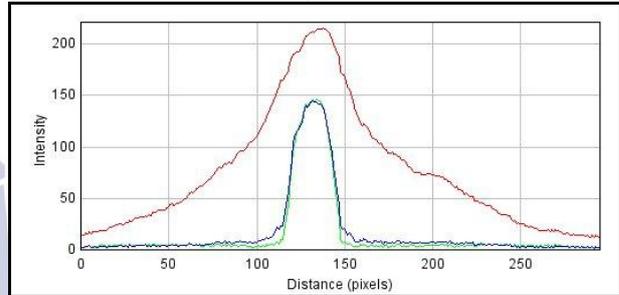
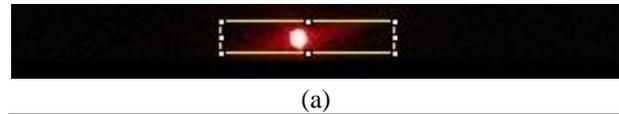
Gambar 6. (a) Permukaan *channel double Y-branch*. (b) Penjalaran *input* laser HeNe pada *channel double Y-branch*.

Gambar 6. (a) menunjukkan permukaan *channel double Y-branch* yang telah dilapisi SnO<sub>2</sub> dan PMMA dengan panjang daerah interaksi ( $L_c$ ) 6 mm dengan gap ( $g$ ) 0,35 mm. *Channel double Y-branch* berhasil di fabrikasi menggunakan metode *doctor blade*. Fabrikasi *channel double Y-branch* dapat memandu *input* yang berupa cahaya laser HeNe dengan panjang gelombang 632,8 nm.

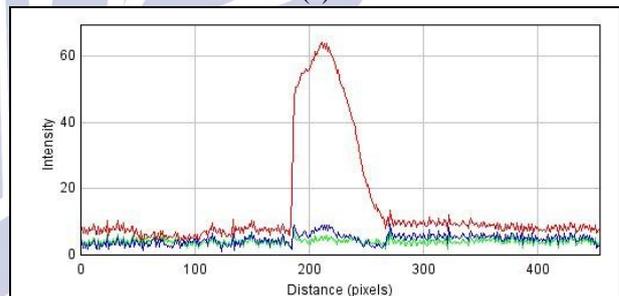
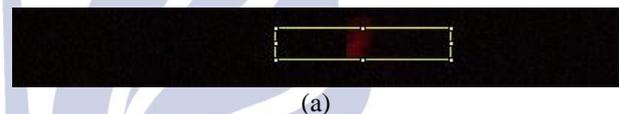
Cahaya yang masuk pada film SnO<sub>2</sub> akan ditransmisikan jika indeks bias film ( $n_f$ ) lebih besar dari indeks bias substrat ( $n_s$ ) maupun indeks bias *cover* ( $n_c$ ). Pada gambar 6 (b) terlihat bahwa *input* menjalar pada *channel* pandu gelombang *double Y-branch*, kemudian pada daerah interaksi ( $L_c$ ) cahaya dari *port A1 (input)* sebagian menjalar dan keluar pada *port A2*, sebagian lainnya mulai berpindah ke pandu gelombang B, pada pandu gelombang B cahaya akan keluar pada *port B2*, tetapi ada sebagian cahaya yang keluar pada *port B1* sehingga pandu gelombang *double Y-branch* menghasilkan tiga *output*.

Pengolahan data komponen warna merah pada nilai RGB dilakukan dengan membagi data komponen warna merah tersebut menjadi tiga yaitu bagian *port B1*, *A2*, dan *B2*. Hal tersebut dilakukan karena pandu gelombang yang difabrikasi memiliki tiga keluaran. Setelah data komponen warna merah dibagi menjadi tiga, data komponen warna merah tersebut diambil nilai tertingginya. Nilai dari data komponen warna merah pada gambar 8 (b) dan gambar 9 (b) merupakan nilai *output* masing-masing *port* pandu gelombang yang difabrikasi. Hasil pengambilan data dari nilai intensitas seperti pada gambar 7 (b) merupakan grafik intensitas dalam

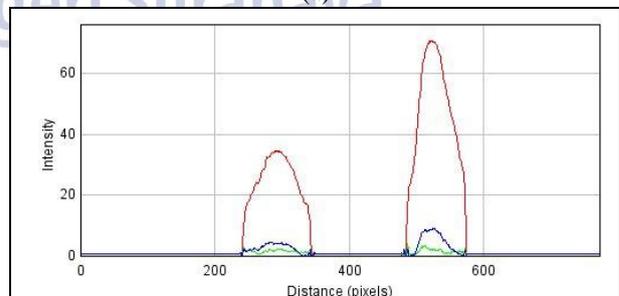
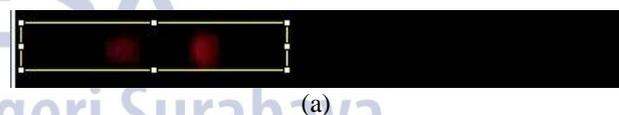
pengambilan data RGB. Nilai tertinggi pada grafik berwarna merah merupakan nilai intensitas hasil pengukuran *software Image-J* yang tersaji pada table 1. Data yang berupa intensitas pada penelitian ini memiliki satuan *arbitrary unit (a.u)*.



Gambar 7. (a) *Input (port A1)* laser HeNe (b) Hasil pengolahan program *Image-J* berupa intensitas cahaya.



Gambar 8. (a) *Output (port B1)* laser HeNe (b) Hasil pengolahan program *Image-J* berupa intensitas cahaya.



Gambar 9. (a) *Output (port A2 dan port B2)* laser HeNe (b) Hasil pengolahan program *Image-J* berupa intensitas cahaya.

Tabel 1. Intensitas Hasil Pengukuran *Software Image-J* (RGB)

Nama Port	Intensitas (a.u)
A1 (Input)	216.072
B1 (Output)	63,941
A2 (Output)	71,000
B2 (Output)	34,768

Dari grafik yang dihasilkan oleh *software Image-J* diperoleh nilai intensitas seperti pada table 1, maka akan didapatkan nilai *loss* menggunakan persamaan sederhana berikut:

$$loss = \frac{input - jumlah\ output}{input} \times 100\% \quad (1)$$

Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan 1 diperoleh nilai persentase output *port* A2 dan *port* B2 sebesar 32,9% dan 19,1%. Persentase output yang kembali pada pandu gelombang (*port* B1) sebesar 29,6% dengan *losses* sebesar 21,5%. Besarnya nilai *losses* ini disebabkan saat pemanasan material SnO<sub>2</sub>, dimana tingginya temperatur pemanasan menjadikan adanya pengumpulan material SnO<sub>2</sub> menyebabkan lubang pada pandu gelombang akibat penguapan.

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa *channel double Y-branch* berhasil di fabrikasi menggunakan metode *doctor blade*. Fabrikasi *channel double Y-branch* dapat memandukan cahaya laser He-Ne dengan panjang gelombang 632,8 nm. Pada *channel* pandu gelombang *double Y-branch* dengan panjang daerah interaksi (*Lc*) 6 mm dengan gap (*g*) 0,35 mm memiliki nilai *loss* daya sebesar 21,5%.

### Saran

Dalam penelitian ini masih banyak kekurangan, perlu adanya perbaikan untuk penelitian selanjutnya yaitu dilakukan variasi yang lebih banyak untuk sudut percabangan dan lebar celah pandu gelombang agar hasil yang didapatkan lebih akurat sebagai perbandingan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Daniyati, R. 2015. *Fabrikasi Pandu Gelombang TiO<sub>2</sub> Nano Y-Branch dengan Metode Lithographi sebagai Power Divider*. Tesis. Surabaya: Jurusan Fisika Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam dan Matematika Intitut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Iizuka, Kaigo. 2002. *Elements of Photonics Volume II for Fiber and Integrated Optics*. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Pigeon, F., Jourlin, Y. and Parriaux, O. 2001. *Slab waveguide resonance monitoring by free space waves*. *Thin Solid Films*, 394: 237-241.
- Rahal, A., Benhaoua, A., Jlassi, M., Benhaoua, B., 2015. *Structural, optical and electrical properties studies of ultrasonically deposited tin oxide (SnO<sub>2</sub>) thin films with different substrate temperatures*. *Superlattices Microstruct.* 86, 403–411. doi:10.1016/j.spmi.2015.08.003
- Rofianingrum, M. Y., Gatut Y, dan Ali Y. R. 2013. *Studi tentang Pemanfaatan Pandu Gelombang Slab berbasis Polymethyl Methacrylate (PMMA) Hasil Fabrikasi dengan Teknik Spin Coating sebagai Alat Ukur Massa*. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits* Vol. 2, No.1.
- Rubianto, Agus dan Ali Yunus Rohedi. 2003. *Buku Ajar-Optika Terpdu*. Surabaya: Jurusan Fisika Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam dan Matematika Intitut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rubiyanto, A., dkk, 2006. *Analisis Directional Coupler Sebagai Pembagi Daya untuk Mode TE 2*, *Jurnal Fisika dan Aplikasinya* Volume 2, Nomor 1.
- Syms, Richard dan John Cozens. 1992. *Optical Guided Waves and Devices*. England: McGRAW-HILL Book Company Europe. *Applications of Thin Films, Conference & Exhibition* 350, 74–78. doi:10.1016/j.apsusc.2015.04.023
- Yudoyono, Gatut Dkk. 2001. *Buku Ajar-Optoelektronika*. Surabaya: Jurusan Fisika Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam dan Matematika Intitut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Yıldırım, M. Ali, Yunus Akaltun, and Aytunç Ateş. 2012. *“Characteristics of SnO<sub>2</sub> Thin Films Prepared by SILAR.”* *Solid State Sciences* 14 (9): 1282–88