

Fabrikasi dan Karakterisasi *Directional Coupler* dan *Double Coupler* dengan Bahan Serat Optik Plastik *Step Index Multimode* Tipe Fd-620-10

Lucky Putri Rahayu, Gatut Yudoyono

Jurusan Fisika, Fakultas MIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: gyudoyono@physics.its.ac.id

Abstrak—Fabrikasi dan karakterisasi *Directional coupler* dan *double coupler* pada bahan serat optik plastik *step index multimode* tipe FD-620-10 dengan panjang kopling 28 mm dan 34 mm menggunakan pendekatan metode Fused Biconical Tapered (FBT) yang menghasilkan hasil karakterisasi yang berbeda serta memenuhi standar fabrikasi. Hasil karakterisasi *directional coupler* dan *double coupler* menggunakan *web camera* dan BF5R-D1-N didapatkan parameter CR (*Coupling Ratio*), L_e (*Excess Loss*), L_{ins} (*Insertion Loss*) dan D (*Directivity*). Pada *directional coupler*, menggunakan *web camera* nilai CR=0,5003; $L_e=0,08$ dB; $L_{ins}=3,093$; dan D=17,397 dB serta menggunakan BF5R-D1-N nilai CR=0,491; $L_e=0,109$ dB; $L_{ins}=3,045$; dan D=16,045 dB. Dan pada *double coupler*, menggunakan *web camera* nilai CR=0,498; $L_e=0,109$ dB; $L_{ins}=3,1$; dan D=16,072 dB serta menggunakan BF5R-D1-N nilai CR=0,492 ; $L_e=0,148$ dB ; $L_{ins}=3,092$; dan D=14,755 dB.

Kata Kunci— *directional coupler* dan *double coupler*, fabrikasi, karakterisasi, *step index multimode*

I. PENDAHULUAN

Divais optik tersebut tersusun atas dua pandu gelombang yang saling berdekatan dalam orde panjang gelombang optic disebut *directional coupler* [1][2] Divais ini dapat mendistribusikan daya optik ke dua port atau lebih, atau sebaliknya menggumpulkan daya optik ke port tunggal [3][4]. Kajian teoritis dan eksperimen tentang *directional coupler* sebagai peranti *multiplexing* sudah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu diantaranya adalah pembuatan *directional coupler* menggunakan substrat $LiNbO_3$, gelas, dan semikonduktor yang berbentuk pandu gelombang *slab* [5].

Selanjutnya fabrikasi *directional coupler* dengan metode *Fused Biconical Tapered* (FBT) pada bahan serat optik *plastic step index multimode* tipe FD-320-05 (diameter serat optik 0,5 mm) telah dilakukan dengan metode yang sederhana yang digunakan untuk pembagi daya (*power divider*). *Directional coupler* yang dihasilkan memiliki *coupling ratio* 0,31 dengan daerah panjang interaksi kopling antar serat optik 25 mm [6]. Kemudian digunakan *directional coupler* pada bahan serat optik *plastic step index multimode* tipe FD-620-10 (serat optik diameter *core* yang cukup besar) yang mudah diperoleh di pasaran dengan panjang kopling lebih besar dari 25 mm untuk memperoleh CR yang sesuai untuk divais pembagi daya (*power divider*) [7].

Dalam penelitian ini, *directional coupler* dan *double*

coupler menggunakan serat optik plastik mode jamak (multimode) dari bahan serat optik *plastic step index multimode* tipe FD-620-10 dengan panjang kopling 28 mm dan 34 mm [7].

Parameter-parameter pokok dalam divais *Directional coupler* optik antara lain:

1. *Splitting* atau *Coupling ratio* (CR), proporsi perbandingan antara daya input terhadap masing-masing daya output [8][9].

$$CR = \frac{P_{B2}}{(P_{B2} + P_{A2})} \quad (1)$$

2. *Insertion loss*, (L_{ins}), yaitu rugi yang terjadi akibat daya dari saluran masukan coupler serat optic terdistribusi di antara saluran keluaran dengan port A2 dan port B2. *Insertion loss* diukur sebagai perbandingan daya output tunggal terhadap daya inputnya [6][8].

$$L_{ins} = -10 \log \frac{P_{A2}}{P_{A1}} \text{ dB} \quad (2)$$

3. *Excess loss* (L_e), adalah Rugi daya total yang dinyatakan dengan persamaan [6][8]:

$$L_e = -10 \log \left(\frac{L_{Pj}}{P_i} \right) \text{ dB} = -10 \log \left(\frac{P_{A2} + P_{B2}}{P_{A1}} \right) \text{ dB} \quad (3)$$

4. Direktivitas (*directivity*) atau *Crosstalk* dari coupler optik diukur antar port-port masukan *directional coupler*, yaitu [6][8].

$$D = C_t = -10 \log \frac{P_{B1}}{P_{A1}} \text{ dB} \quad (3)$$

II. METODOLOGI

A. Tahap Telaah

Penelitian ini dilakukan dengan tiga tahapan, yaitu tahap persiapan, tahap fabrikasi *directional coupler* dan *double coupler* dan karakterisasi *directional coupler* dan *double coupler* hasil fabrikasi. Penelitian ini menggunakan bahan serat optik *plastic step index multimode* tipe FD-620-10 dengan panjang kupasan 28 mm dan 34 mm.

Pada tahap persiapan, pembuatan alat pengupas *coating* dan *cladding* dirancang untuk mengupas serat optik dengan panjang kupasan 28 mm dan 34 mm. Pembuatan set up alat pada proses karakterisasi menggunakan *web camera* dimaksudkan agar cahaya yang keluar dapat langsung

ditangkap oleh web camera pada kedua port keluarannya. Selain itu juga dimaksudkan agar dari sumber langsung dapat diterima oleh *directional coupler* dan *double coupler* pada port masukan sehingga cahaya tidak keluar.

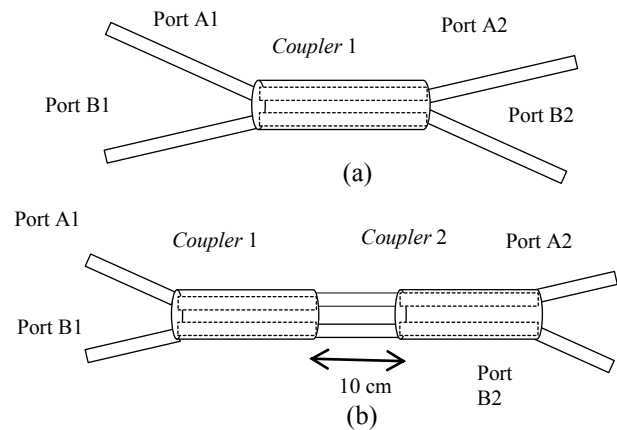
Pada tahap fabrikasi terdiri dari tiga tahapan yaitu tahap pengupasan *coating* dan *cladding*, pemolesan dan penggandengan. Pada tahap pengupasan *coating* dan *cladding*, serat fiber optik yang akan dilukai dimasukkan ke dalam alat pengupas *coating* dan *cladding* yang sudah dibuat sebelumnya dengan panjang kupasan 28 mm dan 34 mm. Untuk pengupasan fiber optik pada *double coupler*, jarak *coupler* pertama dan kedua yaitu 10 cm. Pada tahap pemolesan, digunakan alkohol 70%. Serta pada tahap penggandeng digunakan benang, hal ini dimaksudkan agar proses penggandengan dapat maksimal, selanjutnya di beri lem epoxy untuk merekatkan. Desain hasil fabrikasi *directional coupler* dan *double coupler* diperlihatkan pada Gambar 1.

Pada tahap karakterisasi *directional coupler* dan *double coupler* terdiri dari dua tahapan yaitu menggunakan *web camera* dengan sumber yaitu laser diode dan menggunakan BF5R-D1-N. Sebelum dikarakterisasi, hasil fabrikasi *directional coupler* dan *double coupler* yang telah dibuat, pada masing-masing portnya digosok dengan kertas gosok dan diberi alkohol 70%. Pada tahap ini, web camera yang digunakan dua buah yang masing-masing berperan sebagai perekam output pada kedua port keluaran dan yang satu sebagai output yang kembali. Sumber yang digunakan adalah *digital indicating type fiber optic sensor* (BF5R-D1-N) yang disambungkan pada *power supply*. BF5R-D1-N merupakan sensor khusus untuk menganalisa daya keluaran yang di terima dari fiber optik. Sensor ini memiliki lubang input berupa cahaya merah (660 nm) dan lubang output berupa fotodetektor [10]. Pada penelitian ini digunakan dua buah BF5R-D1-N yang masing-masing berperan sebagai *input* dan yang lain sebagai *output*.

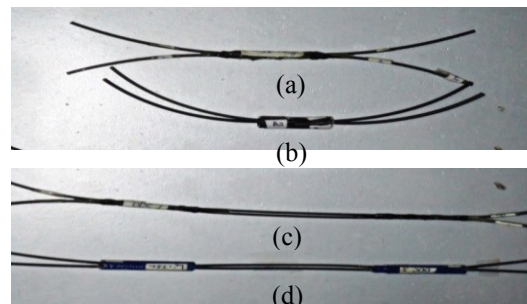
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil fabrikasi *directional coupler* dan *double coupler* pada tiap port dinamakan A1, B1, A2 dan B2 yang diperlihatkan pada Gambar 2. Pada proses karakterisasi menggunakan web camera, diperoleh *image* pada ketiga port keluaran yang kemudian data diolah. Didapatkan grafik dan nilai puncak pada masing-masing grafik, seperti diperlihatkan pada Gambar 3. Nilai puncak yang didapatkan pada proses karakterisasi menggunakan web camera kemudian di karakteristikan diperoleh data-data yang diperlihatkan pada Tabel 1-4. Hasil karakterisasi menggunakan BF5R-D1-N diperlihatkan pada Tabel 5-8.

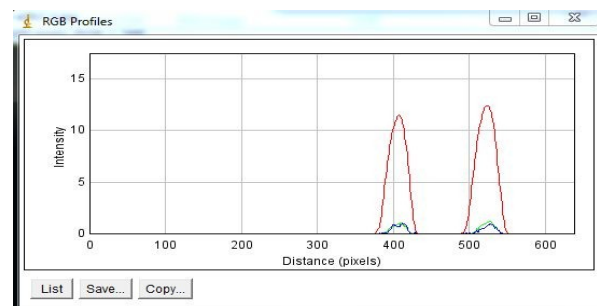
Pada hasil karakterisasi didapatkan bahwa nilai CR, Le dan D sudah memenuhi standar *directional coupler* yang diperlihatkan pada Tabel 9. Hasil karakterisasi menggunakan *web camera*, dapat dilihat bahwa nilai CR yang mendekati 0,5 yaitu pada panjang kupasan 34 mm dengan input B2. Sehingga diharapkan intensitas cahaya yang akan diteruskan ke port deteksi cukup besar untuk diukur perubahannya. Serta pada hasil karakterisasi menggunakan BF5R-D1-N juga diper-



Gambar 1 Desain hasil fabrikasi (a) *Directional coupler* (b) *Double coupler*



Gambar 2 Hasil fabrikasi pada (a) *Directional coupler* dengan panjang kupasan 34 mm (b) *Directional coupler* dengan panjang kupasan 28 mm (c) *Double coupler* dengan panjang kupasan 34 mm (d) *Double coupler* dengan panjang kupasan 28 mm



Gambar 3. Grafik hubungan *distance* (pixels) dengan intensitas pada port masukan a1 dan keluaran a2-b2.

TABEL 1. HASIL KARATERISASI DIRECTIONAL COUPLER PADA PANJANG KUPASAN 28 MM DENGAN MENGGUNAKAN WEB CAMERA.

Input	Output (au)				CR	Le (dB)	Lins (dB)	D (dB)
	A1	A2	B1	B2				
A1		8.821	0.383	8.635	0.495	0.094	3.059	16.678
A2	6.848		6.575	0.433	0.49	0.138	3.061	15.048
B1	0.427	10.44		10.61	0.496	0.087	3.063	17.015
B2	3.208	0.285	3.213		0.499	0.189	3.196	13.71

TABEL 2. HASIL KARATERISASI DIRECTIONAL COUPLER PADA PANJANG KUPASAN 34 MM DENGAN MENGGUNAKAN WEB CAMERA

Input	Output (au)	CR	Le	Lins	D (dB)
-------	-------------	----	----	------	--------

	A1	A2	B1	B2	(dB)	(dB)		
A1		10.421	0.458	9.458	0.476	0.099	2.904	16.471
A2	6.752		6.556	0.481	0.493	0.154	3.101	14.572
B1	0.363	18.888		18.71	0.502	0.042	3.072	20.2
B2	7.7	0.2854	7.69		0.5003	0.08	3.093	17.397

TABEL 3. HASIL KARATERISASI DOUBLE COUPLER PADA PANJANG KUPASAN 28 MM DENGAN MENGGUNAKAN WEB CAMERA.

Input	Output (dB)				CR	Le (dB)	Lins (dB)	D (dB)
	A1	A2	B1	B2				
A1		11.494	0.321	12.462	0.52	0.058	3.247	18.789
A2	12.036		11.9	0.3708	0.497	0.072	3.072	17.855
B1	0.4146	8.2229		8.3875	0.495	0.107	3.075	16.135
B2	16.735	0.2979	18.08		0.481	0.037	2.882	20.714

TABEL 4. HASIL KARATERISASI DOUBLE COUPLER PADA PANJANG KUPASAN 34 MM DENGAN MENGGUNAKAN WEB CAMERA.

Input	Output (dB)				CR	Le (dB)	Lins (dB)	D (dB)
	A1	A2	B1	B2				
A1		13.183	0.419	12.804	0.493	0.069	3.017	17.998
A2	18.356		18.13	0.2833	0.497	0.034	3.017	21.132
B1	0.5583	7.5479		7.6271	0.497	0.157	3.145	14.499
B2	5.1167	0.2604	5.162		0.498	0.109	3.1	16.072

TABEL 5. HASIL KARATERISASI DIRECTIONAL COUPLER PADA PANJANG KUPASAN 28 MM DENGAN MENGGUNAKAN BF5R-D1-N

Input	Output (au)				CR	Le (dB)	Lins (dB)	D (dB)
	A1	A2	B1	B2				
A1		464	23	432	0.482	0.11	2.968	16.016
A2	484		444	30	0.478	0.138	2.965	15.042
B1	28	415		479	0.464	0.134	2.844	15.176
B2	451	32	475		0.487	0.148	3.047	14.762

TABEL 6. HASIL KARATERISASI DIRECTIONAL COUPLER PADA PANJANG KUPASAN 34 MM DENGAN MENGGUNAKAN BF5R-D1-N

Input	Output (au)				CR	Le (dB)	Lins (dB)	D (dB)
	A1	A2	B1	B2				
A1		472	20	439	0.482	0.094	2.95	16.679
A2	485		426	23	0.468	0.108	2.846	16.086
B1	28	424		464	0.477	0.135	2.954	15.147
B2	426	20	470		0.475	0.096	2.898	16.609

TABEL 7. HASIL KARATERISASI DOUBLE COUPLER PADA PANJANG KUPASAN 28 MM DENGAN MENGGUNAKAN BF5R-D1-N

Input	Output (Au)				CR	Le (dB)	Lins (dB)	D (dB)
	A1	A2	B1	B2				
A1		435	27	426	0.495	0.134	3.099	15.17
A2	439		422	24	0.49	0.119	3.045	15.667
B1	20	434		487	0.471	0.093	2.861	16.726
B2	433	28	469		0.48	0.133	2.973	15.213

TABEL 8. HASIL KARATERISASI DOUBLE COUPLER PADA PANJANG KUPASAN 34 MM DENGAN MENGGUNAKAN BF5R-D1-N

Input	Output (Au)				CR	Le	Lins	D (Au)
-------	-------------	--	--	--	----	----	------	--------

	A1	A2	B1	B2	(Au)	(Au)		
A1		397	22	358	0.474	0.125	2.916	15.48
A2	440		344	30	0.439	0.163	2.672	14.335
B1	21	411		462	0.471	0.103	2.867	16.291
B2	384	27	396		0.492	0.148	3.092	14.755

TABEL 9. KARAKTERISTIK COUPLER STANDAR HASIL FABRIKASI INDUSTRI UNTUK SERAT OPTIK [4][6]

Design Class	Jumlah Port	CR (%)	Toleransi CR	Le (dB)
2 x 2 Single Mode	2	0.5	2 - 15 %	0.07 -1
	2	0.25		
	2	0.1		
2 x 2 Multi Mode	2	0.5	5 - 10 %	< 1
	2	0.25		
	2	0.1		1-2
	2	0.0625		

oleh nilai CR, Le dan D yang memenuhi standar *directional coupler*. Dari hasil karakterisasi menggunakan BF5R-D1-N dapat dilihat bahwa nilai CR yang mendekati 0,5 yaitu pada panjang kupasan 34 mm dengan input B2.

Sehingga dari dua metode karakterisasi ini, didapatkan hasil yang tidak jauh berbeda. Maka dapat disimpulkan bahwa dari hasil karakterisasi *directional coupler* dan *double coupler* yang paling mendekati dengan karakteristik coupler standar hasil fabrikasi industri serat optik yaitu pada panjang kupasan 34 mm dengan input B2. Sehingga nantinya dari hasil karakterisasi ini dapat dipergunakan sebagai devais pembagi daya dalam sensor pergeseran mikro dan kemolaran.

IV. KESIMPULAN

Dari fabrikasi dengan metode FBT yang telah dilakukan didapatkan hasil karakterisasi *directional coupler* dan *double coupler* menggunakan *web camera* dan BF5R-D1-N yang sesuai standar *directional coupler* yaitu didapatkan parameter CR (*Coupling Ratio*) berkisar antara 0,464-0,52. Hal ini menunjukkan bahwa semua *directional coupler* dan *double coupler* baik digunakan sebagai divais pemecah berkas (*beam splitter*) maupun sebagai pembagi daya (*power divider*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jones Jr dan William B., *Introduction to optical fiber communication systems*. Universitas Michigan: Holt, Rinehart & Winston, 1988.
- [2] Sekardedjo, "Study of Switching Characteristics in Directional Coupler," *Int. Symp. Mod. Opt. Its Appl. Ismoa*, Agust 6-10 2007.
- [3] A. Rubiyanto dan A. Y. Rohedi, *Optika Terpadu*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Buku ajar Jurusan Fisika, 2003.
- [4] R. . Hoss, *Fiber Optics 2nd*. New Jersey: Prentice-Hall, 1993.
- [5] A.Y Rohedi, "Perancangan Directional Coupler untuk Aplikasi WDM Struktur 4x4," Thesis, Universitas Indonesia, Jakarta, 1997.
- [6] Supadi, Y. Hadi Pramono, dan G. Yudhoyono, "Fabrikasi dan Karakterisasi Directional Coupler sebagai Devais Pembagi Daya (Power Divider)," vol. 2, no. 1, pp. 060106-1-060106-6, 2006.
- [7] E. Hariyanto, "Aplikasi Directional Coupler Serat Optik Moda Jamak Sebagai Sensor Getaran Berbasis Modulasi Intensitas," Thesis, Fisika-Fmpipa Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2011.

- [8] J. Crisp dan B. Elliott, *Introduction to Fiber Optics*. Oxford: Jordan Hill, 2005.
- [9] Farrei, *Optical Communication System Optical Fibre Couplers and Switch*. Dublin Institute of Technology, 2002.
- [10] Selection Guide, *Catalog Sensor P.T Autonics*. Jakarta: Mulia Teknik Indonesia, 2011.