

DISAIN DIRECTIONAL 3 DB COUPLER UNTUK SISTEM KEAMANAN TRANSMISI WDM FIBER OPTIK

Amri Heryana¹, Ary Syahriar^{1,2}

1 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia
Kompleks Masjid Agung Al Azhar Jl. Sisingamangaraja - Jakarta Selatan 12110

Telp: (021) 727 92753, Fax: (021) 724 4767

2 Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)

Jl. MH. Thamrin 8, Jakarta 10340

Telp: (021) 316 9960, Fax: (021) 391 1789

E-mail: heryana.amri@gmail.com

ABSTRAK

Teknologi WDM adalah teknologi transport untuk mengirimkan berbagai jenis file (data, suara, dan video) secara transparan, dengan menggunakan panjang gelombang (wavelength) yang berbeda-beda dalam suatu fiber tunggal secara bersamaan. WDM memiliki kemampuan mentransmisikan data dalam jumlah yang besar dengan kecepatan yang tinggi 2,5 – 10 Gbps dan dapat diterapkan pada jaringan jarak jauh (long haul) maupun jaringan jarak dekat (short haul). Dengan trafik yang sedemikian besar WDM sangat beresiko mengalami break down apabila terjadi gangguan pada jaringan akibat rusaknya fiber. Pada paper ini akan dibahas sebuah rancangan coupler yaitu directional 3dB coupler yang dapat digunakan untuk pengaman transmisi WDM.

Kata Kunci: WDM, coupled mode theory, 3 dB directional coupler, proteksi optik

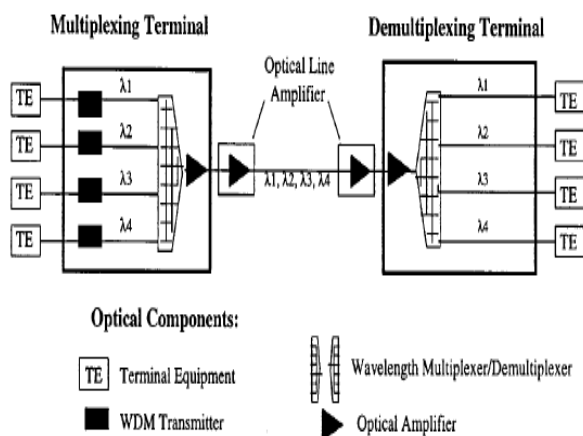
1. PENDAHULUAN

Fiber optik merupakan teknologi telekomunikasi yang mampu memindahkan data dengan kecepatan (speed) multigigabit-per-second. Dimasa mendatang fiber optik akan menjadi media penyampaian dari ribuan channel televisi kabel, telepon dan video konferensi, layanan bioskop pribadi, pembelajaran jarak jauh, telemedis dan sebagainya.

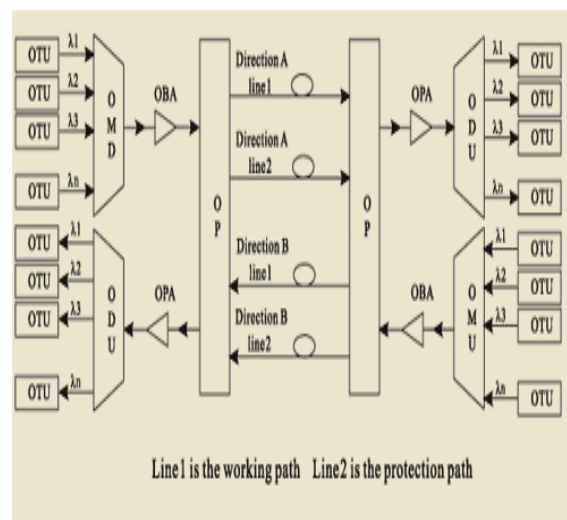
Teknologi WDM adalah teknologi transport untuk mengirimkan berbagai jenis file (data, suara, dan video) secara transparan, dengan menggunakan panjang gelombang (wavelength) yang berbeda-beda dalam suatu fiber tunggal secara bersamaan.

Kecepatan transfer data yang sangat tinggi sekitar 2.5 – 10 Gbps harus diimbangi dengan sistem proteksi yang handal, baik dari jaringan maupun dari perangkat multiplexing itu sendiri.

Salah satu perangkat yang dapat digunakan sebagai penunjang sistem proteksi WDM adalah *directional 3 dB coupler*. Perangkat ini digunakan sebagai pengaman transmisi ditingkat optik atau *Optical Protection* (ZTE corporation, 2005). Seperti ditunjukkan oleh gambar 2 berikut.



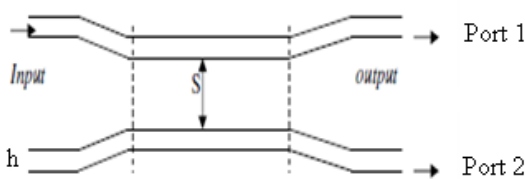
Gambar 1. Wavelength division multiplexing-WDM (Mukherjee, 2000)



Gambar 2. OP - Optical Protection (ZTE corporation, 2005)

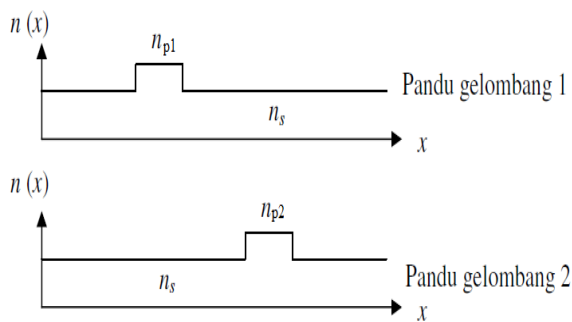
2. 3 DB - DIRECTIONAL COUPLER

Directional coupler adalah komponen pasif dalam komunikasi optik yang sangat penting dan sering dianalisa. Komponen ini berfungsi membagi daya atau panjang gelombang sesuai dengan kebutuhan. *Directional coupler* terdiri dari dua pandu gelombang paralel yang didekatkan. Ketika cahaya diluncurkan dalam salah satu pandu gelombang maka secara berangsur-angsur medan *evanescent* yang berada di selubung akan berpindah ke inti pandu gelombang di dekatnya, sehinggaakan terjadi perpindahan daya dari pandu gelombang satu ke pandu gelombang lainnya dan akan berlangsung sepanjang arah propagasi. Struktur *directional coupler* ditunjukkan oleh gambar 3.



Gambar 3. Struktur directional coupler (Adam, 2006)

Perpindahan daya pada *Directional coupler* dapat dijelaskan oleh *coupled mode theory*. *Directional coupler* memiliki dua indeks bias inti yaitu n_{p1} dan n_{p2} serta indeks bias selubung (*cladding*) n_s .



Gambar 4. Distribusi indeks bias dua pandu gelombang paralel (Adam, 2006)

Persamaan *couple mode* dapat ditulis sebagai berikut:

$$A_1 = \cos(Kz) \quad (1)$$

$$A_2 = \sin(Kz) \quad (2)$$

K adalah koefisien kopling dan z adalah arah propagasi.

Untuk struktur yang simetris dengan masing-masing lebar inti h , indeks bias inti n_p , indeks bias

selubung n_s dan jarak antar pandu gelombang S , maka koefisien kopling dapat didefinisikan sebagai (Lee, 1986):

$$K = \frac{2k_0(n_p^2 - n_s^2)\gamma \cos^2\left(\frac{\kappa h}{2}\right)e^{-\gamma S}}{\beta\left(h + \frac{2}{\gamma}\right)(\kappa^2 + \gamma^2)} \quad (3)$$

Dan untuk panjang kopling didefinisikan sebagai (Hunsperger, 2009):

$$L = \frac{\pi}{2K} \quad (4)$$

Sehingga daya keluaran pada masing-masing pandu gelombang adalah:

$$P_1 = |A_1|^2 = \cos^2(Kz) \quad (5)$$

$$P_2 = |A_2|^2 = \sin^2(Kz) \quad (6)$$

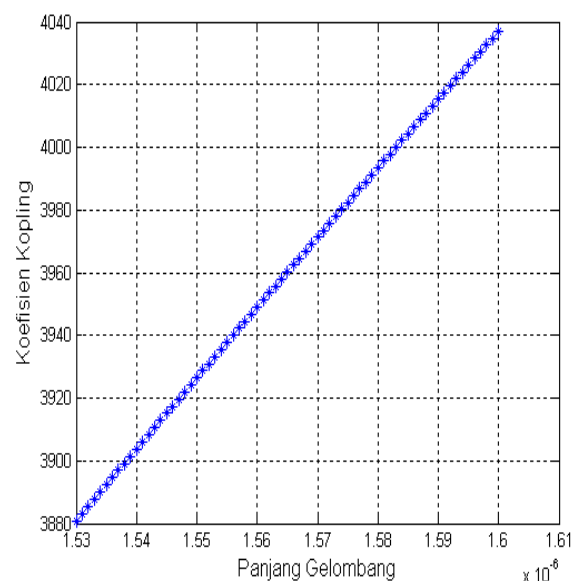
3. SIMULASI DAN ANALISA

Dalam mendisain *directional 3 dB coupler* dibutuhkan beberapa parameter untuk melihat karakteristik dari sebuah *coupler*, diantaranya indeks bias inti (n_p), indeks bias selubung (n_s), lebar pandu gelombang (h), jarak antar pandu gelombang (S), arah propagasi (z), dan panjang gelombang (λ).

Dalam simulasi, nilai masing-masing parameter tersebut adalah sebagai berikut :

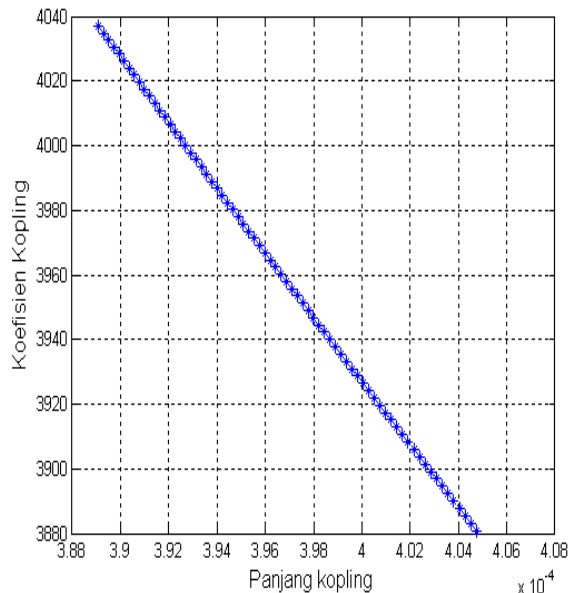
karena pandu gelombang simetris (pandu gelombang 1 dan 2 identik), maka $n_{p1} = n_{p2} = n_p = 1.468$, $n_s = 1.458$, $h = 7\mu\text{m}$, $S = 0.1\mu\text{m}$, $z = 0-196\mu\text{m}$, dan $\lambda = 1.530-1.600\mu\text{m}$.

Gambar 5 menunjukkan koefisien kopling sebagai fungsi dari panjang gelombang.

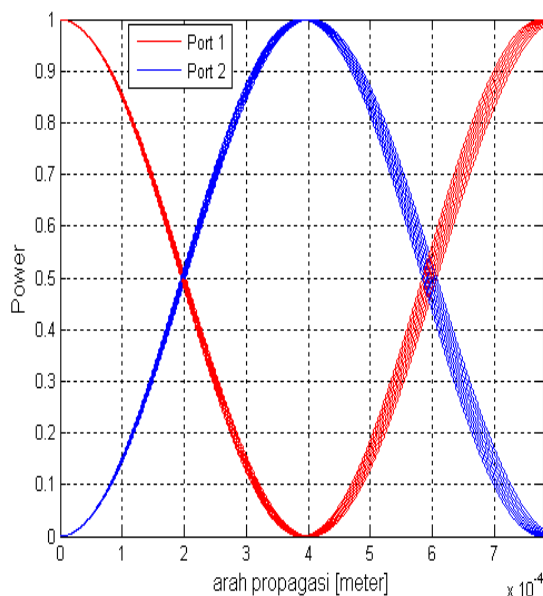


Gambar 5. Hubungan koefisien kopling dan panjang gelombang

Semakin besar panjang gelombang maka akan memberikan medan *evanescent* yang besar sehingga akan menyebabkan koefisien kopling yang besar. Dan koefisien kopling yang besar akan memperkecil panjang kopling seperti ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Hubungan koefisien kopling dengan panjang kopling

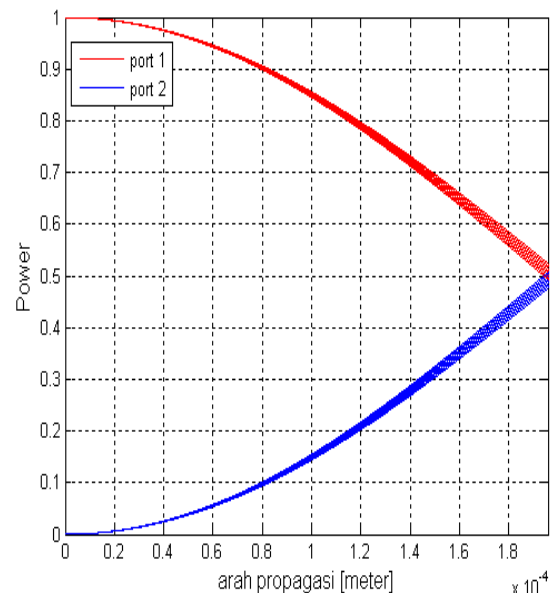


Gambar 7. Perubahan daya antar pandu gelombang sepanjang arah propagasi

Gambar 7 adalah perubahan daya antar pandu gelombang sepanjang arah propagasi dimana $z = 2L$. Dari gambar diatas dapat terlihat bahwa saat $z=0$

sinyal hanya berada pada *port 1* dan sinyal pada *port 1* berkurang seiring bertambahnya panjang z karena sebagian sinyal mulai berpindah ke *port 2*. Saat panjang z sebesar L atau sekitar $400\mu\text{m}$ sinyal dari *port 1* berpindah seluruhnya ke *port 2* dan saat z sebesar $2L$ maka sinyal kembali berada pada *port 1*.

Untuk mendapatkan 3 dB coupler dimana daya keluaran di masing-masing pandu gelombang setengah dari daya masukan, maka $z=L/2$. Pada simulasi, untuk mendapatkan nilai 3 dB seperti ditunjukkan pada gambar 8, maka panjang pandu gelombang yang terkopling sepanjang arah propagasi sebesar $z=196\mu\text{m}$. Sehingga besar keluaran pada masing-masing pandu gelombang yaitu *port 1* dan *port 2* adalah setengah dari daya yang masuk (*input*) pada *port 1*.

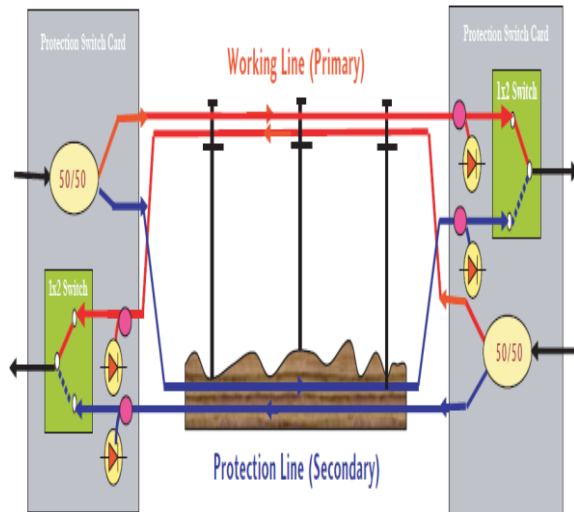


Gambar 8. Daya keluaran kedua pandu gelombang sebesar 3 dB

4. IMPLEMENTASI

Karakter dan sifat dari *directional 3 dB coupler* yang membagi daya yang masuk menjadi setengahnya di ujung kedua pandu gelombang dapat dijadikan sebagai pengaman untuk transmisi WDM pada tingkat optik atau *optical protection* (zte corporation, 2005).

Optical protection membagi sinyal menjadi 2 yaitu *main* dan *diversity*. Skema ini dapat diterapkan pada daerah rawan bencana maupun daerah yang memiliki resiko terjadi kerusakan kabel optik. Sehingga bila terjadi kerusakan pada *working line* (kabel utama) transmisi dapat tetap berjalan karena adanya *protection line* seperti ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Proteksi transmisi tingkat optik (Oplink Communication Inc, 2007)

Pada gambar 9 diatas sinyal pada *recevier* dibagi menjadi 50:50 melalui 3 dB coupler kemudian masing-masing sinyal ditransmisikan ke *working line* dan *protection line*. Pada ujung *transmitter* terdapat *photo-diode* yang mendeteksi adanya sinyal di *working line* dan apabila sinyal terputus akibat putusnya kabel optik maka *protection line* akan diaktifkan.

5. KESIMPULAN

Dalam mendisain *coupler*, pemilihan parameter-parameter karakteristik sangat menentukan kinerja coupler itu sendiri. Dari hasil simulasi menunjukan bahwa koefisien kopling (K) berbanding lurus dengan panjang gelombang (λ). Artinya semakin besar panjang gelombang semakin besar pula nilai koefisien koplingnya, sehingga panjang kopling (L) akan semakin pendek.

Untuk pandu gelombang simetris, sinyal optik dapat terkait seluruhnya saat K_z bernilai $\pi/2$. Dan untuk 3 dB coupler dimana daya keluaran di ujung tiap pandu gelombang menjadi setengah dari daya masukan terjadi saat K_z bernilai $\pi/4$.

3 dB coupler dapat dijadikan sebagai perangkat untuk memproteksi transmisi WDM sebagai pengaman transmisi ditingkat optik (*Optical Protection*). Tentunya perangkat ini diharuskan dapat berintegrasi dengan sistem jaringan sehingga dihasilkan sistem keamanan transmisi WDM yang tangguh.

PUSTAKA

- B. Mukherjee. (2000). *WDM Optical Communication Networks: Progress and Challenges*, IEEE journal on selected areas in communications, Vol.18, No.10.

Donald. L. Lee. (1986). *Electromagnetic Principles of Integrated Optics*, John Wiley & Sons, New York, 1986.

H. Adam. (2007). *Analisa Pandu Gelombang Optik Menggunakan Metode Analitik, Methode Of Lines Dan Beam Propagation Method*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia.

Oplink Communications Inc. (2007). *1+1 NET-READY OPTICAL PROTECTION SWITCH*. Diakses pada 9 februari 2011 dari <http://www.oplink.com/pdf/NetReady1+1.pdf>

R. G. Hunsperger. (2009). *Integrated Optics*. Sixth Edition. Springer. New York.

ZTE Corporation. (2005). *Optical Layer Protection Evolution*. Diakses pada 9 februari 2011 dari http://www.zte.com.cn/endata/magazine/zte technologies/2005year/no3/articles/200504/t200504_07_161465.html