

**PEMODELAN ADD-DROP MICRORING RESONATOR DALAM MEMPEROLEH
HARGA KECEPATAN DATA DAN DAYA UNTUK SISTEM KOMUNIKASI
SERAT OPTIK**

Hotmariansi*, Saktioto, Dedi Irawan

**Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia
*Hotmariansi16@gmail.com**

ABSTRACT

Add-drop microring resonator is designed by using Single Mode Fiber (SMF) with the wavelength range from 1.30 to 1.35 micrometer, clutch coefficient varied with the value of 0.25/mm, 0.3/mm, 0.5/mm and 0.7/mm. The research is to obtain the magnification power and baud rate using Matlab R2012B and calculation of physical parameter characterizing microring resonator. The result obtained in this study shows that the value of power changes 0.77263×10^{-3} dB, 0.0016×10^{-3} dB, 0.0124 dB and 0.0475 dB and the value of baud rate is 0.91548 nm, 1.3183 nm, 3.662 nm dan 7.1774 nm respectively. The results show that the Free Spectral Range (FSR) is unchanged, Full Width Half Maximum (FWHM) is increasing for coupling coefficient of 0.7 /mm, while Finesse and Quality Factor have the largest value in the coupling coefficient of 0.25 /mm.

Keywords: Add-drop microring resonator, Baud rate, Parameter microring resonator

ABSTRAK

Add-drop microring resonator didesain menggunakan moda serat tunggal (*Single Mode Fiber/ SMF*) dengan panjang gelombang berkisar 1,30-1,35 mikrometer dan koefisien koplingnya divariasikan dengan nilai 0,25 /mm, 0,3 /mm, 0,5 /mm dan 0,7/mm. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh perbesaran daya dan kecepatan data (*baud rate*) dengan simulasi menggunakan software Matlab R2012B serta perhitungan secara manual dalam mengkarakteristik parameter fisis *microring resonator*. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini memperlihatkan nilai perubahan daya yaitu $0,77263 \times 10^{-3}$ dB, $0,0016 \times 10^{-3}$ dB, 0,0124 dB dan 0,0475 dB dan nilai kecepatan data yaitu 0,91548 nm, 1,3183 nm, 3,662 nm dan 7,1774 nm. Pada perhitungan parameter fisis, *Free Spektral Range (FSR)* tidak mengalami perubahan, *Free Spektral Range (FWHM)* mengalami peningkatan pada koefisien kopling 0,7 /mm, sedangkan *Finesse* dan *Quality Factor* memiliki nilai terbesar pada koefisien kopling 0,25 /mm.

Kata kunci: Add-drop microring resonator, Kecepatan data (Baud rate), Parameter microring resonator.

PENDAHULUAN

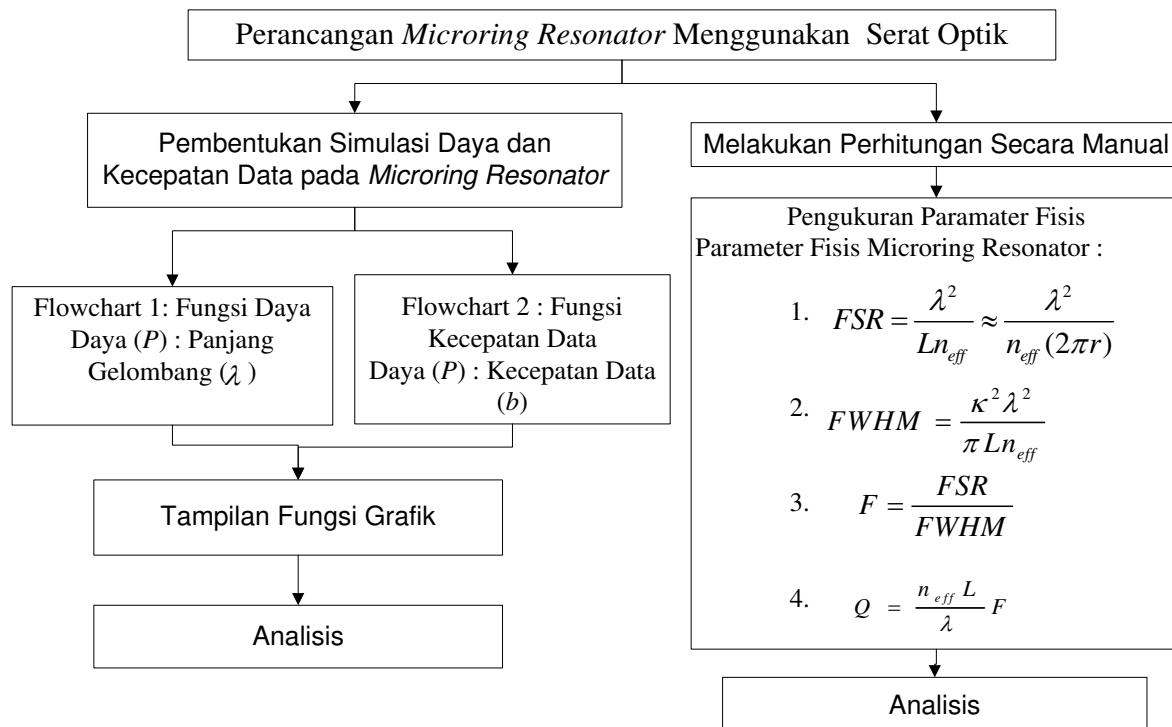
Microring resonator merupakan suatu rangkaian yang digunakan untuk memfilter gelombang cahaya dan berbentuk sebuah saluran melingkar yang memiliki jari-jari berukuran mikro. Selain untuk menfilterkan gelombang, *microring resonator* juga dapat digunakan sebagai saklar optik, sensor optik, dan sistem komunikasi [6]. *Add-Drop Ring Resonator* (ADRR) yang merupakan sebuah terminal dan berfungsi dalam penggabungan sinyal untuk memperoleh daya dan kecepatan data (*baud rate*) yang lebih besar dalam transmisi berkapasitas tinggi. [2].

Daya yang cukup tinggi dapat memberikan sistem komunikasi dengan jarak yang jauh, oleh karena itu dibutuhkan laser sebagai sumber spektrum dalam penggunaannya, karena memiliki lebar spektrum yang sangat kecil sehingga dapat

meminimalkan dispersi, sedangkan bandwidth yang besar dapat memperbesar nilai kecepatan data, semakin besar kecepatan data maka semakin cepat pula data yang dikirim. Hal-hal yang mempengaruhi sistem komunikasi yang baik adalah panjang gelombang sumber spektrum yang digunakan harus sesuai, waktu tanggapannya (*response time*) harus pendek untuk menghasilkan bandwidth yang lebih besar dan memungkinkan mengirimkan data dengan laju *baud rate* tinggi [3].

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini melakukan dua kegiatan yaitu dengan simulasi dan perhitungan secara manual dengan langkah-langkah penelitian yang ditunjukkan pada bagan alir, sebagai berikut:



Gambar 1 Tahapan Metodologi Penelitian.

Perancangan *microring resonator* menggunakan serat optik merupakan bagian awal dalam membentuk *add-drop microring resonator* dengan parameter geometri yang dapat dilihat pada Tabel 1. Pengujian *add-drop microring resonator* dalam mengetahui harga daya dan kecepatan data dilakukan dengan menggunakan software komputer Matlab R2012B, dimana simulasi untuk daya dan kecepatan daya disusun dalam sebuah alur suatu proses simulasi (*Flowchart*) yang dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3 dengan menggunakan rumus –rumus sebagai berikut:

1. Daya

Rumus daya pada *add-drop microring resonator* dapat ditulis sebagai berikut [8],

$$\frac{P_{drop}}{P_{in}} = \frac{\kappa_1^2 \kappa_2^2 \alpha^2}{1 - 2t_1^* t_2^* \alpha + t_1^{*2} t_2^{*2} \alpha^2} \quad (1)$$

2. Kecepatan data (*baud rate*)

Kecepatan pensinyalan atau transmisi data dari suatu tempat ke tempat lain pada suatu sistem komunikasi dapat dinyatakan sebagai kecepatan data, dimana menurut Nyquist (1928) kecepatan data maksimal pada saluran

komunikasi, bergantung pada bandwidth yang dapat diukur dengan menggunakan rumus sebagai berikut [4],

$$B = 2 \times B_w \quad (2)$$

Pengukuran parameter fisis *microring resonator* secara manual dalam mengkarakteristik *microring resonator* seperti *Free Spektral Range (FSR)* yang merupakan penentu jarak puncak resonansi dapat ditulis[7] :

$$FSR = \frac{\lambda^2}{n_{eff}(2\pi R)} \quad (3)$$

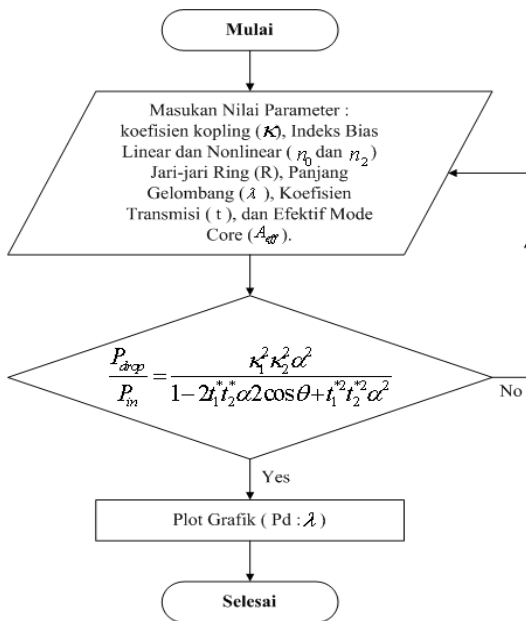
Full Width Half Maximum (FWHM)

merupakan pengukuran bentuk dari resonansi yang memberikan lebar puncak resonansi sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut [9],

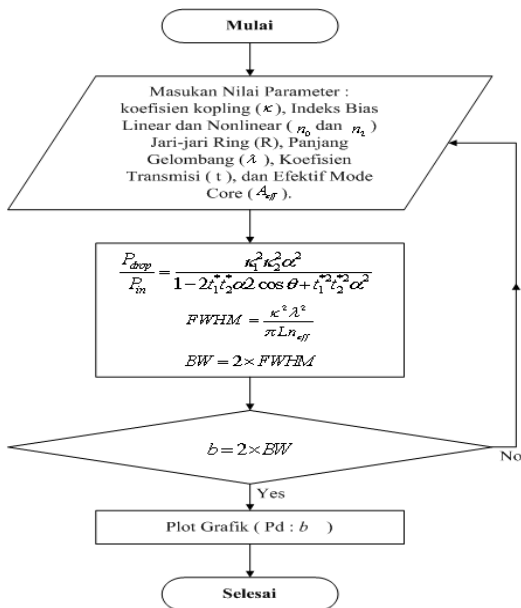
$$FWHM = \frac{\kappa^2 \lambda^2}{\pi L_{neff}} \quad (4)$$

Tabel 1. Parameter Geometri Penelitian.

No.	Parameter coupler dan ring	Nilai
1	Alpha (α)	0.5 dB mm ⁻¹
2	Indeks Bias linear (n_0)	3.34 (InGaASP/InP)
3	Indeks Bias Nonlinear(n_2)	2.2 x10 ⁻¹⁵ m ² W ⁻¹
4	Jari-jari ring (r)	7 micrometer
5	Koefisien koupling (k)	($\kappa_1 = \kappa_2 = 0,25, 0,3, 0,5, 0,7$)/mm
6	Panjang gelombang (λ)	1.30-1.35 micrometer
7	Koefisien transmisi (t)	$t_1 = t_2 = 0.5$
8	Efektif mode core (A_{eff})	0.30 μm^2



Gambar 2 Simulasi Perbandingan Daya dengan Panjang Gelombang *Add-Drop Microring Resonator*.



Gambar 3 Simulasi Perbandingan Daya dengan Kecepatan Data pada *Add-Drop Microring Resonator*.

Finesse merupakan Sebuah kemampuan dalam pengukuran frekuensi resonator, finesse dapat di dirumuskan sebagai berikut [1],

$$F = \frac{FSR}{FWHM} \quad (5)$$

Sedangkan, *Quality factor* merupakan gambaran kuantitatif dari kualitas sinyal optik yang mengevaluasi pelemahan propogasi. *Quality Factor* dari sebuah resonator merupakan pengukuran kejelasan dari resonator relatif pada pusat frekuensi yang dirumuskan sebagai berikut (Rabus, 2007) [5],

$$Q = \frac{n_{eff} L}{\lambda} F \quad (6)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari perolehan harga daya, kecepatan data dan parameter fisis *microring resonator* berdasarkan variasi koefisien kopling akan dibahas sebagai berikut:

a. Nilai Daya pada *Add-Drop Microring Resonator* dengan Variasi Koefisien Kopling

Hasil simulasi yang diperoleh pada Gambar 4, menunjukkan perubahan nilai daya pada 0,25 /mm hingga 0,7 /mm, dimana nilai daya yang diperoleh pada koefisien kopling 0,7 /mm mengalami peningkatan, dengan perubahan nilai yang dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3. Nilai daya minimum dan maksimum yang diperoleh dipengaruhi oleh panjang gelombang yang digunakan yaitu 1,30-1,35 mikrometer. Perbesaran daya yang didapat menyatakan bahwa sinyal yang masuk melalui *straight*

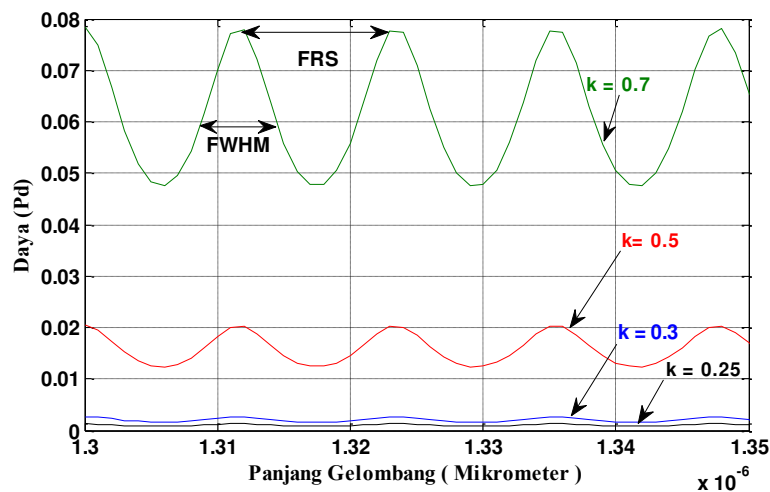
Waveguide (pemandu gelombang lurus) ke *ring resonator* (pemandu gelombang cincin) hampir keseluruhan dapat dikeluarkan menuju gerbang keluaran dan meminimalkan kerugian daya. Penelitian sebelumnya yang dilakukan [8] dengan memvariasikan koefisien kopling yaitu 0,25 dan 0,75. Koefisien kopling 0,75 memiliki daya yang paling besar dibandingkan koefisien kopling 0,25. Memaksimalkan nilai koefisien kopling memberikan pertambahan nilai daya dan meminimalkan nilai rugi-rugi daya. Hal tersebut juga dinyatakan pada Persamaan 1 rumus daya (P_{drop}). Perubahan yang terjadi pada nilai daya maupun nilai parameter fisis dari *microring resonator* memberikan efek positif dalam memahami *add-drop microring resonator* untuk sistem komunikasi jarak jauh dan berkualitas tinggi.

Tabel 2 Harga Daya Minimum Berdasarkan Perubahan Koefisien Kopling

No	Koefisien Kopling (κ) (/mm)	Panjang Gelombang (λ) (nm)	Daya (Pd) (dB)
1.	0,25	1300	0,00077263
2.	0,3	1300	0,0016
3.	0,5	1300	0,0124
4.	0,7	1300	0,0475

Tabel 3 Daya Maksimum Berdasarkan Perubahan Koefisien Kopling

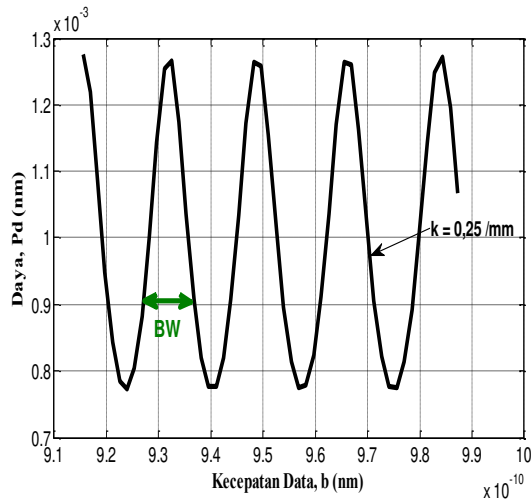
No.	Koefisien Kopling (κ) (/mm)	Panjang Gelombang (λ) (nm)	Daya(Pd) (dB)
1.	0,25	1350	0,0013
2.	0,3	1350	0,0026
3.	0,5	1350	0,0204
4.	0,7	1350	0,0784



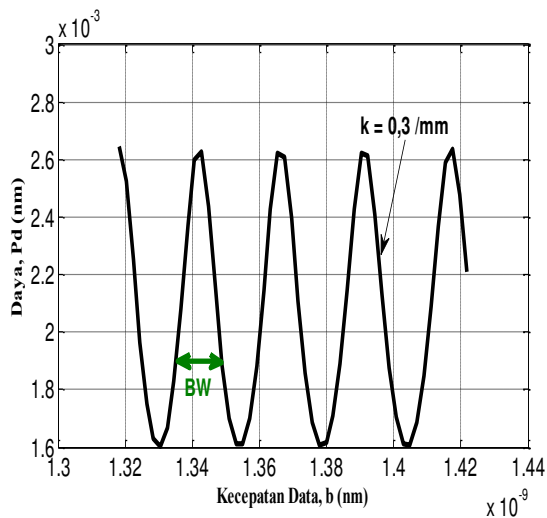
Gambar 4 Sinyal Keluaran *Add-Drop Ring Resonator* berdasarkan variasi Koefisien Kopling 0.25 /mm, 0,3 /mm, 0,5 /mm dan 0,7/mm

4.2 Harga Kecepatan Data dengan Variasi Koefisien Kopling.

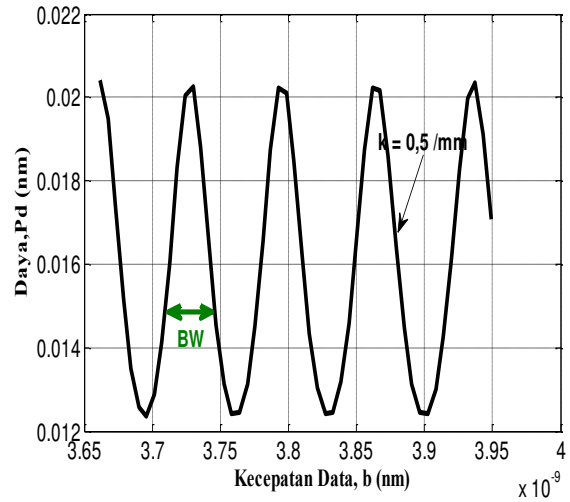
Pengukuran nilai kecepatan data sangat dibutuhkan pada sistem komunikasi, oleh karena itu dari hasil simulasi yang telah dilakukan, harga kecepatan data berdasarkan koefisien kopling dapat dilihat pada Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8.



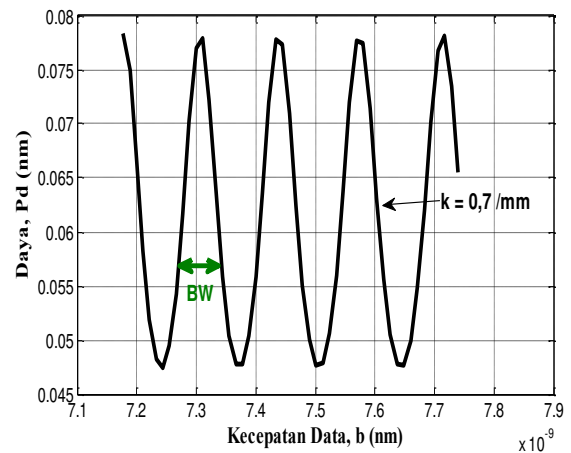
Gambar 5 Daya dan Kecepatan Data dengan Koefisien Kopling 0,25/mm.



Gambar 6 Daya dan Kecepatan Data dengan Koefisien Kopling 0,3 /mm



Gambar 7 Daya dan Kecepatan Data dengan Koefisien Kopling 0,5 /mm.



Gambar 8 Daya dan Kecepatan Data dengan Koefisien Kopling 0,7/mm.

Nilai kecepatan data pada keadaan ini juga dipengaruhi oleh panjang gelombang 1,30 – 1,35 mikrometer, oleh karena itu kecepatan data memiliki nilai kecepatan data minimum dan maksimum.

Berikut data perubahan kecepatan data, daya dan bandwidth minimum dan maksimum yang diperoleh berdasarkan

perubahan koefisien kopling (κ) dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5:

Tabel 4 Harga Bandwidth dan Kecepatan Data Minimum Berdasarkan Perubahan Koefisien Kopling (κ)

No.	Koefisien Kopling (κ) (/mm)	Bandwidth (BW) (nm)	Kecepatan Data (b) (nm)
1.	0,25	0,45774	0,91548
2.	0,3	0,65915	1,3183
3.	0,5	1,8310	3,662
4.	0,7	3,5887	7,1774

Tabel 5 Harga Bandwidth dan *Baud Rate* Maksimum Berdasarkan Perubahan Koefisien Kopling (κ)

No.	Koefisien Kopling (κ) (/mm)	Bandwidth (BW) (nm)	Kecepatan Data (b) (nm)
1.	0,25	0,49363	0,98726
2.	0,3	0,71083	1,4217
3.	0,5	1,9745	3,949
4.	0,7	3,8701	7,7401

Dari data diatas terlihat nilai bandwidth dan kecepatan data terbesar terjadi pada koefisien kopling 0,7/mm, nilai bandwidth pada keadaan maksimumnya terdapat 3,8701nm, hal ini menyatakan bahwa ada 3,8701nm besar atau jarak kapasitas sinyal yang dapat dibentuk atau $77,5 \times 10^{15} \text{ Hz}$

untuk jumlah siklus yang dapat diterima tiap detiknya. Sedangkan, kecepatan data yang mengacu pada besarnya suatu data yang dapat dikirim memiliki nilai sebesar 7,7401 nm atau $155 \times 10^{15} \text{ Hz}$ pada keadaan maksimum, ini menjelaskan bahwa jarak tempuh pada satu sinyal sangat besar.

4.3 Perhitungan Parameter Fisis *Microring Resonator* Berdasarkan variasi Koefisien Kopling.

Dari hasil perhitungan *microring resonator* berdasarkan perubahan nilai koefisien kopling (κ), Nilai *FSR* yang terjadi adalah konstan atau tetap, pada keadaan maksimumnya nilai *FSR* yaitu 12,406, hal ini menjelaskan bahwa perubahan nilai koefisien kopling tidak mempengaruhi nilai *FSR*, Parameter selanjutnya yaitu *FWHM*, parameter ini mengalami peningkatan seiring bertambahnya nilai dari koefisien kopling. Nilai *FWHM* maksimum dari koefisien kopling 0,25 /mm sampai 0,7 /mm, menunjukkan perubahan yaitu $0,24682 \times 10^{-9} \text{ nm}$ hingga $1,9350 \times 10^{-9} \text{ nm}$. Parameter lainnya adalah *finesse* dan *quality factor*, yang merupakan parameter pendukung dalam pembentukan sistem komunikasi optik. *Finesse* dan *quality factor* mengalami penurunan seiring dengan pertambahan nilai koefisien kopling, pada Tabel 6 dan 7 yang mana perbandingan nilai minimum dan maksimum berdasarkan panjang gelombang 1,30-1,35 mikrometer.

Berikut nilai parameter fisis *microring resonator* pada nilai minimum dan maksimum yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Nilai Parameter Fisis *Microring Resonator* Minimum Berdasarkan Variasi Koefisien Kopling

No.	Koefisien kopling (κ) (/mm)	FSR (nm)	FWHM (nm)	Finesse	Quality Factor
1.	0.25	11,504	0,22887	50,2655	5680
2.	0.3	11,504	0,32958	34,9066	3944,5
3.	0.5	11,504	0,91549	12,5664	1420
4	0.7	11,504	1,7994	6,4114	724,499

Tabel 7 Perubahan Nilai Parameter Fisis *Microring Resonator* Maximum Berdasarkan Variasi Koefisien Kopling

No.	Koefisien kopling (κ) (/mm)	FSR (nm)	FWHM (nm)	Finesse	Quality Factor
1.	0.25	12,406	0,24682	50,2655	5454,29
2.	0.3	12,406	0,35542	34,9066	3807,8
3.	0.5	12,406	0,98726	12,5664	1370,8
4.	0.7	12,406	1,9350	6,4114	699,4

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan terhadap pemodelan *add-drop microring resonator* untuk memperoleh harga daya dan kecepatan data serta parameter fisis dalam mengkararakteristik *add-drop microring resonator* berdasarkan koefisien kopling, adalah sebagai berikut :

1. Nilai minimum dan maksimum yang daya, kecepatan data (*baud rate*), dan pada parameter fisis seperti, *Free Spektral Range (FSR)*, *Full width Half Maximum (FWHM)*, *Finesse* dan *Quality Factor* dipengaruhi

berdasarkan panjang gelombang yaitu 1,30 – 1,35 mikrometer.

2. Semakin besar koefisien kopling, maka semakin besar pula daya yang dihasilkan pada *add-drop microring resonator*.
3. Semakin besar nilai koefisien kopling, maka semakin besar pula nilai lebar pita (*Bandwidth*) dan nilai kecepatan data (*baud Rate*).
4. Semakin besar nilai koefisien kopling, nilai *Free Spektral Range (FSR)* yang tetap yaitu 11,504 nm atau 12,406 nm, dikarenakan *FSR* hanya dipengaruhi oleh nilai panjang gelombang, jari-jari cincin.

5. Semakin besar koefisien kopling, maka nilai *Full Width Half Maximum (FWHM)* akan semakin besar pula.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Elshoff, M. dan Rautenberg, O. 2010. Design and Modelling of Ring Resonator Used As Optical Filters For Communications Applications. UPNA, Pamplona, Marz
- [2] Heebner, J. E., Wong, V., Schweinsberg, A., Boyd, R. W., dan Jackson, D.J. 2004. Optical Transmission Characteristics of Fiber Ring Resonators. IEEE Journal Of Quantum Electronic, Vol.40, No. 6.
- [3] Isnawati, A. F., Riyanto dan Wijayanti, A. E. 2009. Analisis Jarak Terhadap Redaman, SNR (Signal To Noise Ratio), Dan Kecepatan Download Pada Jaringan ADSL. Purwokerto.
- [4] Na'Am, J. 2007. Komunikasi Data dan Jaringan Komputer. Diktat Kuliah, FILKOM, UPI.
- [5] Nasaruddin. 2011. Konsep dan Kerja dari Sistem Hybrid OCDMA/ WDM untuk Local Area Network. Jurnal Rekayasa Elektrika. Vol.9, No. 4.
- [6] Maulana, W., S. Erna, dan Suwandi. 2008. Analisis Ekualisasi Daya ASE pada Penguat Raman Menggunakan Ring Resonator. Jurnal. Bandung.
- [7] Mohluddin, M. U. 2014. Design and Simulation of a Low Loss SOI Optical Micro-Ring Resonator For Label Free Bio-Sensing Application. International Journal of Basic and applied Sciences (IJBAS-IJENS) Vol: 14 No : 02.
- [8] Ragawan, K.R. 2012. Evaluation Of A Microring Resonator's Performance For Optical Soliton Communication System. Thesis
- [9] Rabus, D.G. 2007. Ring Resonators: Theory and Modeling. ISBN : 978-3-540-687863