

***Penggunaan Advance Reservation (AR) dan Resource
Periodic Arrangement (RPA) pada Routing Modulation
and Spectrum Assignment (RMSA) di jaringan Elastic
Optical Network (EON)***



TESIS

OLEH

RIO JAGARIN SILABAN

55420110014

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2022

ABSTRAK

Elastic Optical Network (EON) memberikan pemecahan alternatif buat permintaan koneksi dan *data traffic* yang sangat besar dengan hambatan pada *Routing Modulation and Spectrum Assignment* (RMSA), sedangkan EON sangat menjanjikan sebagai jalur internet masa depan, EON mengalami fragmentasi spektrum di permintaan koneksi, yang menimbulkan *blocking probability* dan *entropy* menjadi lebih tinggi.

Pada studi RMSA terdahulu, adanya *blocking probability* serta *entropy* yang besar sebab rute yang hendak dilalui dengan *K – Short Path* memakai kebijakan *First Fit*. Permasalahan ini dapat menjadi masalah dalam permintaan koneksi dengan skema penugasan *Frequency Slot (FS)* serta *Modulation Format Identification* (MFI) karena pengaruh *Advance Reservation* (AR) dan *Resource Periodic Arrangement* (RPA).

Pada penelitian ini memperoleh sesuatu kesimpulan bahwa *blocking probability* di AR akan semakin rendah apabila menetapkan FS dengan kebijakan *First Fit*, kemudian terdapat pengaruh RPA sedikit lebih tinggi yang bisa terlihat pada *entropy* disebabkan pemakaian MFI sebagai penentu nilai *entropy* sehingga hasil simulasi lebih baik dari penelitian terdahulu yaitu kurang dari 0,0204 dan 0,1.

Kata Kunci: *Elastic Optical Network* (EON), *Routing Modulation and Spectrum Assignment* (RMSA), *Advance Reservation* (AR), *Resource Periodic Arrangement* (RPA).

ABSTRACT

The Elastic Optical Network (EON) provides an alternative solution for connection requests and very large traffic data with barriers to Routing Modulation and Spectrum Assignment (RMSA). While EON is very promising as the internet path of the future, it undergoes spectrum fragmentation in connection requests, which gives rise to blocking probability and entropy.

In the previous RMSA study, there was a large blocking probability and entropy because the route to be passed with the K-Short Path used the First Fit policy. This problem can be a problem in connection requests with Frequency Slot (FS) assignment schemes and Modulation Format Identification (MFI) due to the influence of Advance Reservation (AR) and Resource Periodic Arrangement (RPA).

In this study, it was concluded that blocking probability in AR will be lower if it sets FS with the First Fit policy, and then there is a slightly higher RPA influence that can be seen in entropy due to the use of MFI as a determinant of entropy values, so that the simulation results are better than in previous studies, namely less than 0.0204 and 0.1.

Keywords: Elastic Optical Network (EON), Routing Modulation and Spectrum Assignment (RMSA), Advance Reservation (AR), Resource Periodic Arrangement (RPA).

PENGESAHAN TESIS

Judul : Penggunaan *Advance Reservation* (AR) dan *Resource Periodic Arrangement* (RPA) pada *Routing Modulation and Spectrum Assignment* (RMSA) di jaringan *Elastic Optical Network* (EON)

Nama : Rio Jagarin Silaban

NIM : 55420110014

Program Studi : Magister Teknik Elektro

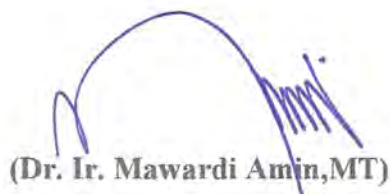
Tanggal : 08 September 2022

Mengesahkan
Pembimbing



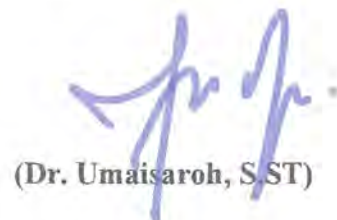
(Prof. Dr.-Ing. Mudrik Alaydrus)

Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Ir. Mawardi Amin, MT)

Ketua Program Studi Magister
Teknik Elektro



(Dr. Umairah, S.ST)

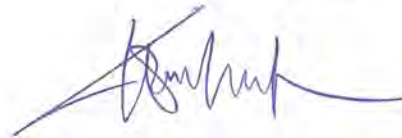
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh:

Nama : Rio Jagarin Silaban
NIM : 55420110014
Program Studi : Magister Teknik Elektro

Dengan judul "**Penggunaan *Advance Reservation (AR)* dan *Resource Periodic Arrangement (RPA)* pada *Routing Modulation and Spectrum Assignment (RMSA)* di jaringan *Elastic Optical Network (EON)***" telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem *Turnitin* pada tanggal 08 September 2022 di dapatkan nilai persentase sebesar 10%.

Jakarta, 08 September 2022
Administrator Turnitin



Miyono, S.Kom

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam Tesis ini:

Judul : Penggunaan *Advance Reservation* (AR) dan *Resource Periodic Arrangement* (RPA) pada *Routing Modulation and Spectrum Assignment* (RMSA) di jaringan *Elastic Optical Network* (EON)
Nama : Rio Jagarin Silaban
NIM : 55420110014
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Tanggal : 08 Juli 2022

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Komisi Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Karya ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta , 08 September 2022



Rio Jagarin Silaban

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini yang berjudul “Penggunaan *Advance Reservation (AR)* dan *Resource Periodic Arrangement (RPA)* pada *Routing Modulation and Spectrum Assignment (RMSA)* di jaringan *Elastic Optical Network (EON)*”, Tesis ini ditulis sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Magister Teknik Elektro program Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.

Peneliti menyadari bahwa Tesis ini dapat diselesaikan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Peneliti berterima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penyelesaian Tesis ini dan secara khusus pada kesempatan ini peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Rektor Universitas Mercu Buana, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk belajar di Universitas Mercu Buana.
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana, yang telah memberikan sarana dan prasarana untuk belajar di Universitas Mercu Buana.
3. Ibu Dr. Umairah, S.ST., Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro
4. Bapak Miyono, S. Kom., Staf Administrasi Program Studi Magister Teknik Elektro
5. Bapak Prof. Dr. -Ing. Mudrik Alaydrus., Pembimbing I dalam penyusunan Tesis.
6. Ibu Dr. Dian Widi Astuti, ST., MT dan seluruh Dosen Program Studi Magister Teknik Elektro.
7. Angkatan 27 Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.

8. Bapak, Ibu dan Adek saya yang ada di rumah.
9. Divisi Operasional 1 Project FTTH
10. Semua pihak yang membantu untuk menyelesaikan Tesis ini.

Peneliti menyadari Tesis ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran akan peneliti terima dengan senang hati demi kesempurnaan Tesis ini. Semoga Tesis ini dapat menjadi upaya kita meningkatkan kualitas pendidikan.

Jakarta, 08 September 2022

Peneliti



(Rio Jagarin Silaban)

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PENGESAHAN TESIS	iii
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK	iv
PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Sasaran dan Kontribusi Penelitian	4
E. Batasan Masalah	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
A. <i>Literature Review</i>	7
B. Penempatan Frekuensi, Penentuan Rute, <i>Reward</i> , <i>Value</i> dan <i>Policy</i>	8
C. <i>Advance Reservation</i>	11
D. <i>Entropy</i> berbasis Fragmentasi	12
E. <i>Resource Periodic Arrangement</i>	17

F. Perhitungan jarak rute <i>topology</i> jaringan dan simulasi AR-RPA	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	24
A. Kerangka Kerja Penelitian	24
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
A. Simulasi <i>Topology</i> Jaringan	28
B. Perbandingan KSP	30
C. Perbandingan <i>Blocking Probability</i>	33
D. Perbandingan <i>Reward</i>	36
E. Perbandingan <i>Value</i> dan <i>Entropy</i>	39
BAB 5 KESIMPULAN.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	57
LAMPIRAN.....	58



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 1. Diagram <i>Venn</i> posisi penelitian.....	3
Gambar 2 1. Proses Perutean Jalur Optik [24].....	8
Gambar 2 2. Proses DRL [24].....	10
Gambar 2 3. Ilustrasi <i>slot</i> spektrum [26].....	11
Gambar 2 4. <i>Deep learning</i> adalah sub bidang dari <i>machine learning</i> [29].....	12
Gambar 2 5. <i>Deep Learning</i> dan <i>Reinforcement Learning</i> [29].....	13
Gambar 2 6. <i>Reinforcement learning framework</i> [29].....	13
Gambar 2 7. Ilustrasi <i>action</i> dan <i>reward</i> [29].....	14
Gambar 2 8. Ilustrasi dari <i>actor-critic</i> model [29].....	14
Gambar 2 9. Ilustrasi tentang <i>entropy</i> berbasis fragmentasi metrik.....	16
Gambar 3 1. Perhitungan KSP, <i>blocking probability</i> , <i>Reward</i> , <i>Value</i> dan <i>Entropy</i>	25
Gambar 4 1. <i>Topology</i> NSF.[24].....	28
Gambar 4 2. <i>Topology</i> CONUS.[42]	29
Gambar 4 3. KSP <i>Topology</i> NSF	30
Gambar 4 4. Detail KSP <i>Topology</i> NSF	30
Gambar 4 5. KSP <i>Topology</i> CONUS	31
Gambar 4 6. Detail KSP <i>Topology</i> CONUS	32
Gambar 4 7. <i>Blocking Probability Topology</i> NSF	33
Gambar 4 8. Detail <i>Blocking Probability Topology</i> NSF	33
Gambar 4 9. <i>Blocking Probability Topology</i> CONUS.....	34
Gambar 4 10. Detail <i>Blocking Probability Topology</i> CONUS	35
Gambar 4 11. <i>Reward Topology</i> NSF	36
Gambar 4 12. Detail <i>Reward Topology</i> NSF	36
Gambar 4 13. <i>Reward Topology</i> CONUS.....	37
Gambar 4 14. Detail <i>Reward Topology</i> CONUS	38
Gambar 4 15. <i>Value Topology</i> NSF	39
Gambar 4 16. Detail <i>Value Topology</i> NSF	39

Gambar 4 17. <i>Value Topology</i> CONUS.....	40
Gambar 4 18. Detail <i>Value Topology</i> CONUS	41
Gambar 4 19. <i>Entropy Policy Topology</i> NSF	42
Gambar 4 20. Detail <i>Entropy Policy Topology</i> NSF.....	42
Gambar 4 21. <i>Entropy Policy Topology</i> CONUS	43
Gambar 4 22. Detail <i>Entropy Policy Topology</i> CONUS	44



DAFTAR TABEL

Tabel 2 1. <i>Literature Review</i>	7
Tabel 2 2. Struktur dari berbagai jenis SFB [35].	18
Tabel 2 3. Struktur dari berbagai jenis Periode SFB [35].	19
Tabel 2 4. Struktur dari berbagai jenis Kebutuhan SFB [35].	20
Tabel 2 5. Jenis kombinasi SFB dan kombinasi SFB tertentu untuk NFS [35].	21
Tabel 4 1. Parameter Model Perhitungan.....	27
Tabel 4 2. Standar deviasi <i>topology</i> NSF dan CONUS	45
Tabel 4 3. <i>Ranking</i> Standar Deviasi Algoritma <i>topology</i> NSF dan CONUS.....	47
Tabel 4 4. Standar deviasi <i>topology</i> NSF dan CONUS	48



DAFTAR SINGKATAN

16 QAM	: 16 Quadrature Amplitude Modulation
A3C	: Asynchronous Advantage Actor Critic
AR	: Advance Reservation
AR-RPA	: Advance Reservation - Resource Periodic Arrangement
BPSK	: Binary phase-shift keying
conn _k	: connection subscript k
CONUS	: Continental United States
DeepRMSA	: Deep Routing Modulation and Spectrum Assignment
DRL	: Deep Reinforcement Learning
EON	: Elastic Optical Network
FS	: Frequency Slot
KSP	: K – Short Path
m	: Modulation
MFI	: Modulation Format Identification
NFS	: Number Frequency Slot
NSF	: National Science Foundation
QAM	: Quadrature Amplitude Modulation
OFDM	: Orthogonal Frequency Division Multiplexing
QoT	: Quality of Transmission
QPSK	: Quadrature Phase Shift Keying
RMRS	: Regenerator sharing, adaptive Modulation, Routing, and Spectrum assignment
RMSA	: Routing Modulation and Spectrum Assignment
RMSA DRL	: Routing Modulation and Spectrum Assignment Deep Reinforcement Learning
ROADM	: Reconfigurable optical add-drop multiplexer
RPA	: Resource Periodic Arrangement
RSA	: Routing Spectrum and Allocation
SFB	: Standard Frequency Block
WDM	: Wavelength division multiplexing

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel 1. <i>Link</i> lokasi.....	58
Tabel 2. Koordinat Lokasi <i>Link</i>	58

