

Analisis Performansi Pemilihan Jalur Routing Menggunakan Algoritma Spectrum Leasing Pada Jaringan Cognitive Radio

Performance Analysis Of Route Selection Using Spectrum Leasing Algorithm In Cognitive Radio Network

1st Delia Septiana
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
delltiana@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Istikmal
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
istikmal@telkomuniversity.ac.id

3rd Sri Astuti
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
riastuti@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Jaringan *cognitive radio* (CR) merupakan teknologi yang memungkinkan *secondary user* (SU) yang tidak berlisensi untuk mengakses kanal milik *primary user* (PU) yang telah terlisensi. *Cognitive radio* terbagi menjadi dua model yaitu *distributed* dan *centralized* model. Tantangan dari pengimplementasian *cognitive radio* adalah penentuan rute dengan *quality of service* (QoS) yang paling baik sehingga digunakan beberapa algoritma untuk mendapatkan rute yang diinginkan. Salah satu algoritma yang dapat dilakukan untuk pemilihan rute pada jaringan *cognitive radio* adalah *spectrum leasing* (SL). *Spectrum leasing* merupakan salah satu algoritma yang termasuk dalam *centralized model* pada jaringan *cognitive radio*. *Spectrum leasing* memungkinkan *secondary user* untuk mengakses kanal kosong milik *primary user* dengan waktu yang telah pasti ditentukan. Pada tugas akhir ini akan dilakukan pengujian dan percobaan penggunaan algoritma *spectrum leasing* pada *protocol routing* AODV dengan konsep jaringan *cognitive radio*. Pengujian akan dilakukan dengan melakukan simulasi pada NS 2.35 dan Matlab dan melakukan perbandingan hasil simulasi dari kedua software. Pengujian ini akan menghasilkan pilihan rute terbaik untuk jaringan *cognitive radio* yang kelak akan digunakan untuk jaringan telekomunikasi pengganti pada lokasi bencana.

Kata kunci: *Cognitive Radio, Spectrum Leasing, NS 2.35, Matlab, AODV*

Abstract—*Cognitive radio* (CR) network is a technology that allows unlicensed *secondary user* (SU) to access *primary user* (PU)'s licensed empty channels. *Cognitive radio* divided into two models, there are *distributed* and *centralized model*. The challenge of CR implementation is selecting route with the best *quality of service* (QoS) with many algorithms. One of the algorithms is *spectrum leasing* (SL). SL is one of the *centralized model* algorithms in CR. SL allows SU to access PU white spaces in specified time. In this final project, the *spectrum leasing* algorithms will be tested using AODV routing protocol. The test will be held by doing simulations on NS 2.35 & Matlab and comparing the results. This test will bring out the best route selection for CR network and will be operated as substitute for telecommunication network in disaster location.

Keywords : *Cognitive Radio, Spectrum Leasing, NS2.35, Matlab, AODV*

I. PENDAHULUAN

Kondisi geologis ini membuat Indonesia menjadi negara yang rawan terkena bencana alam. Selain banyak memakan korban jiwa, bencana alam yang terjadi juga merusak infrastruktur yang ada pada lokasi bencana, termasuk

juga infrastruktur telekomunikasi. Hal ini menjadi masalah karena disaat terjadi bencana, karena akan menjadi sulit untuk meminta pertolongan ataupun memberikan kabar kepada orang-orang terdekat tentang keadaan kita.

Jaringan *Cognitive Radio* (CR) adalah teknologi nirkabel yang peka terhadap lingkungan dan dapat beradaptasi secara *real-time* untuk komunikasi yang lebih efisien. Selain itu *Cognitive Radio* adalah teknologi yang fleksibel dan dapat diimplementasikan dalam berbagai kegiatan manusia sehingga cocok untuk dijadikan sebagai pilihan alternatif.

II. KAJIAN TEORI

A. Cognitive Radio

Cognitive Radio (CR) adalah teknologi lanjut yang bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan spektrum melalui akses spektrum. CR mengkehendaki *secondary user* (SU) yang tidak berlisensi untuk menduduki kanal kosong yang berlisensi milik *primary user* (PU). CR dapat langsung mendeteksi dan beradaptasi dengan perubahan lingkungan dengan mengubah parameter pemancarnya, seperti modulasi, frekuensi, dan lain sebagainya. *Cognitive Radio* tidak dapat mengirim dan mendeteksi lingkungan radio secara bersamaan, oleh karena itu digunakan algoritma *Spectrum Leasing*

B. Spectrum Leasing

Spectrum leasing (SL) merupakan metode akses spektrum yang memberikan hubungan yang saling menguntungkan antara PU dan SU. Pada algoritma ini, SU bernegosiasi dengan PU untuk melepaskan kanal dan mendapatkan peningkatan jaringan dari paket yang diteruskan oleh SU. Pada algoritma SL, SU menerima waktu akses kanal yang pasti, berbeda dengan algoritma RL yang hanya memberikan perkiraan rata-rata waktu kanal aksesnya.

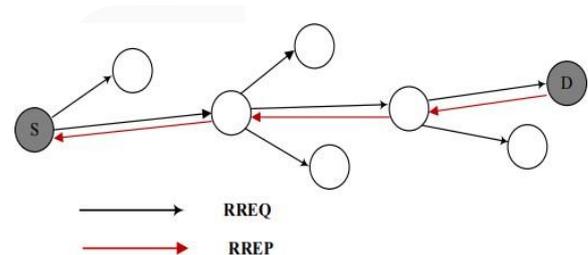
C. NS-2.35 & Matlab

NS-2.35 diinstall pada sistem operasi Ubuntu dalam sebuah *virtual*

machine. Protokol AODV dapat ditemukan dalam folder didalam NS-2.35. Hasil simulasi berupa NAM *file* berdasarkan TCL *file trace* yang terekam selama proses simulasi berlangsung. Matlab Merupakan software komputasi numerik yang dikembangkan oleh The MathWorks yang memungkinkan manipulasi matriks, pem-plot-an fungsi dan data, implementasi algoritma, pembuatan antarmuka pengguna, dan pengantarmukaan, digunakan sebagai penunjang hasil simulasi.

D. AODV

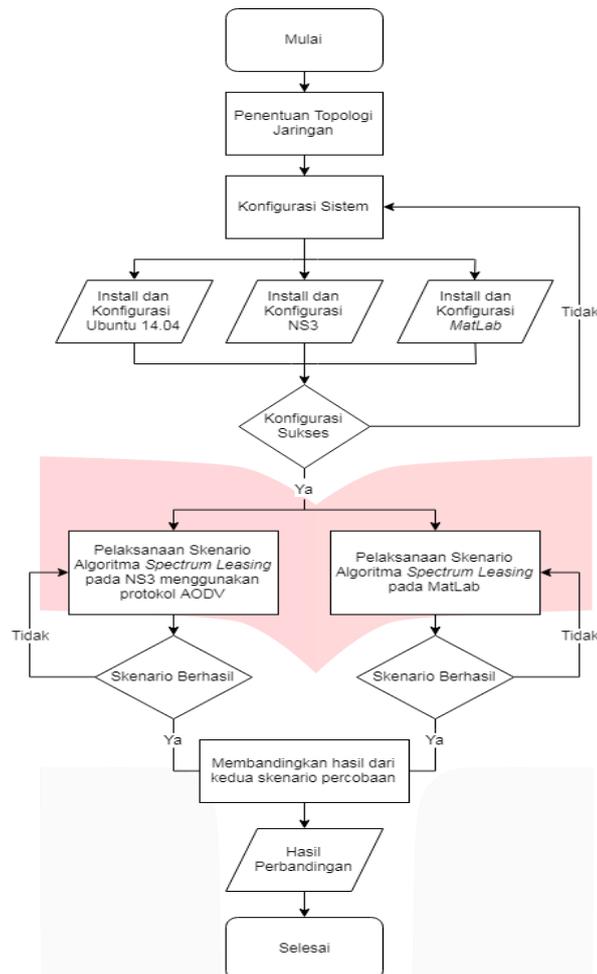
Ad-hoc On-Demand Distance Vector (AODV), merupakan protokol routing reaktif yang dapat disebut juga *pure on-demand route acquisition* yang artinya node tidak bergantung pada path yang aktif, menjaga informasi routing dan menggunakan pesan *route discovery* diantaranya *route request* (RREQ) dan *route reply* (RREP) serta pesan *route maintenance* berupa data, *route update* dan *route error*.



Gambar 1 Mekanisme Penemuan Rute pada AODV

III. METODE

A. Skema Perancangan



Gambar 2

Skema Perancangan

Pada alur sistem tersebut dimulai dengan melakukan instalasi NS 2.35 pada Ubuntu 14.04 dan Matlab. Lalu, akan dilakukan simulasi algoritma SL pada jaringan CR menggunakan routing protocol AODV. Kemudian hasil simulasi dari NS 2.35 dan Matlab akan dibandingkan sehingga dapat diputuskan mana rute yang memiliki performansi paling baik berdasarkan hasil perhitungan QoS.

B. Parameter Simulasi

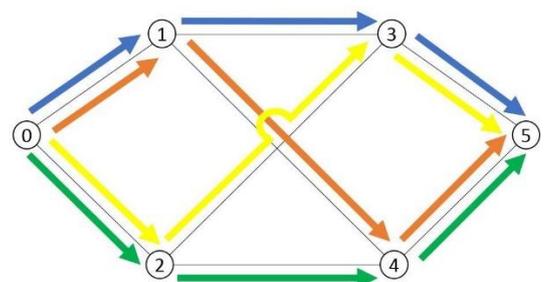
Tabel 1 Parameter Simulasi

Jumlah SU	6
Area	500*500 m
Cakupan transmisi	120 m

SU	
Kecepatan SU	5 m/s
Mobility Model	Random waypoint
Data traffic model	CBR
CBR rate	200 Kbps
Propagation model	Two-way ground mode

C. Simulasi

1. Skenario Pengujian



Gambar 3 Pilihan jalur pada node

Perhitungan QoS akan dilakukan dengan NS 2,35 dan Matlab, untuk membuat simulasi pada aplikasi NS 2.35, file tcl akan diproses menjadi suatu bentuk simulasi yang dijalankan oleh aplikasi NAM menggunakan parameter pada **table 1** dengan durasi 20 detik.

Berikut adalah rute yang dipilih untuk disimulasikan: Rute K1 (node0 - node1 - node3 - node5), Rute K2 (node0 - node1 - node4 - node5), Rute K3 (node0 - node2 - node3 - node5), Rute K4 (node0 - node2 - node4 - node5). Pada simulasi NS-2.35 dilakukan perhitungan QoS menggunakan AWK *library* pada *trace file* hasil simulasi NAM.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Hasil dari beberapa simulasi yang telah diuji, diantaranya nilai *throughput*, *packet delivery ratio*, dan *end-to-end delay* yang dilakukan dengan NS-2.35 selama 20 detik dan perbandingan hasil *throughput* dengan Matlab.

1. Received Packets

Tabel 2 Jumlah Received Packets

Rute	Jumlah paket diterima
K ₁	223 paket
K ₂	199 paket
K ₃	248 paket
K ₄	100 paket

Berikut merupakan jumlah paket yang diterima dalam masing-masing rute selama durasi 20 detik. Rute k₃ memiliki jumlah received packets lebih banyak daripada rute lain dengan jumlah 248 paket terkirim dalam 20 detik. Hal ini mengindikasikan bahwa hop dari Rute k₃ (node0 - node2 - node3 - node5) merupakan pilihan rute yang paling baik dalam simulasi NS-2.35.

2. Total Dropped Packets

Tabel 3 Jumlah Drop Packets

Rute	Jumlah paket drop
K ₁	5 paket
K ₂	1 paket

K ₃	4 paket
K ₄	6 paket

Rute k₄ merupakan pilihan rute yang mempunyai total dropped packets paling banyak dibanding rute lainnya dalam waktu 20 detik, sehingga diasumsikan bahwa k₄ adalah pemilihan rute yang paling buruk diantara pilihan rute lainnya.

3. Throughput

Tabel 5 Nilai Throughput pada simulasi NS-2.35

Rute	Jumlah paket drop
K ₁	760,45 kbps
K ₂	760,61 kbps
K ₃	760,61 kbps
K ₄	753,73 kbps

Throughput yang dihasilkan dengan menggunakan NS 2.35 menunjukkan bahwa rute k₂ dan k₃ merupakan pilihan rute yang paling baik, dan k₄ yang sebelumnya sudah diasumsikan sebagai pilihan rute paling buruk mendapatkan hasil throughput yang paling rendah pula, sedangkan rute k₂ dan k₃ mempunyai hasil throughput tertinggi dan hampir mendekati sama, yang mengindikasikan pemilihan rute yang baik karena jumlah data yang berhasil dikirimkan dan diterima secara sukses melalui kedua rute tersebut lebih tinggi.

4. Packet Delivery Ratio

Tabel 6 Nilai PDR (%)

Rute	Jumlah paket drop
K ₁	99,2 %
K ₂	100 %
K ₃	100 %
K ₄	96,4 %

Data packet delivery ratio yang dicantumkan menunjukkan presentase jumlah paket terkirim pada setiap rute, terlihat Kembali bahwa k₄ memiliki hasil terendah yang diakibatkan oleh rendahnya angka paket yang terkirim pada rute tersebut, sedangkan k₂ dan k₃ berhasil menyentuh angka 100% dalam pengiriman paket.

5. Average end-to-end delay

Tabel 7 Average end-to-end delay

Rute	Rata-rata delay
K ₁	33,372 ms
K ₂	30,672 ms
K ₃	30,603 ms
K ₄	33,400 ms

Jumlah rata-rata delay yang terjadi selama proses pengiriman paket selama 20

detik menunjukkan hasil terendah terjadi pada rute k₂ dan k₃ dengan angka yang hampir mendekati sama, hal ini membuktikan bahwa kedua rute tersebut adalah pilihan rute dengan delay paling rendah, sementara k₁ dan k₄ merupakan rute dengan rata-rata delay tertinggi

6. Analisis Perbandingan Hasil Simulasi NS-2.35 dan Matlab

Tabel 7 Perbandingan Hasil Throughput NS-2.35 dan Matlab

Rute	Throughput NS-2.35	Throughput Matlab
K ₁	760,45 kbps	743,3 kbps
K ₂	760,61 kbps	770 kbps
K ₃	760,61 kbps	796,8 kbps
K ₄	753,73 kbps	728,2 kbps

Simulasi dilakukan selama 20 detik dengan hasil pengukuran didapatkan dari proses simulasi pada NS 2.35 yang dilakukan kepada 4 rute, dilakukan pula menggunakan aplikasi Matlab, pada Gambar 4.7 terlihat bahwa rute k₃ memiliki hasil throughput tertinggi dengan simulasi NS 2.35 dan begitu pula saat dilakukan simulasi dengan Matlab. Hasil simulasi menggunakan Matlab menunjukkan perbedaan throughput yang tidak terlalu spesifik seperti pada hasil simulasi yang ditunjukkan oleh NS 2.35.

V. KESIMPULAN

Saat pengujian jumlah PU hasil perhitungan Matlab menunjukkan hasil throughput yang lebih tinggi daripada simulasi NS 2.35 hanya pada rute k₂ dan k₃, sedangkan pengujian throughput pada rute lainnya menunjukkan angka yang lebih tinggi menggunakan pengujian NS 2.35. Kemudian hasil perbandingan saat menggunakan propagasi Two Ray Ground menunjukkan kestabilan throughput pada simulasi dan perhitungan. Dari analisis performansi yang didapatkan, algoritma SL cocok digunakan pada jaringan CR yang dirancang untuk

jaringan darurat pada wilayah terdampak bencana.

REFERENSI

- [1] P. Pradeep, "Research Domains for Cognitive Radio: A Survey," 5th International Conference on IT Convergence and Security (ICITCS), 2016..
- [2] A. R. Syed, Y. Kok-Lim, J. Qadir, H. Mohamad, N. Ramli dan S. L. Keoh, "Route Selection for Multi-hop Cognitive Radio Networks using Reinforcement Learning: An Experimental Study," IEEE Access, vol. IV, 2016
- [3] A. R. Syed dan K.-L. Yau, "Spectrum Leasing in Cognitive Radio: A Survey," International Journal of Distributed Sensor Networks, 2014.
- [4] W. L. M. V. S. M. I.F Akyildiz, "Next Generation/ Dynamic Spectrum Access/Cognitive Radio Wireless Networks," "A survey" Computer Networks, 2006.
- [5] P. Rungsawang dan A. Khawne, "The Implementation of Spectrum Sensing and Spectrum Allocation on Cognitive Radio," International Conference on Advance Communication Technology (ICACT), 2017.
- [6] C. E. P. & E. M. Royer, "Ad-hoc On-Demand Distance Vector Routing,

- ”IEEE Workshop on Mobile Computer System and Applications, pp. 90-100.
- [7] Alamsyah, E. Setiaji, I. K. E. Purnama dan M. H. Purnomo, “Analisis Kerja Protokol Routing Reaktif dan Proaktif pada MANET menggunakan NS2,” JNTETI, vol. 7, 2018.
- [8] S. J., “Routing Algorithms in Networks,” Research Journal of Recent Sciences, 2014.
- [9] R. & K. P. Kumar Jha, “Advanced Open Source Simulator: NS-3. International Journal of Computer Science and Engineering,” International Journal of Computer Science and Engineering, 2015.
- [10] A. Martian, L. Petricia dan R. Octavian, “Cognitive Radio Testing Framework basen on USRP,” no. 21st Telecommunication Forum Telfor, 2013.
- [11] X. Li, H. Weihong, H. Youfi'zadeh dan A. Qureshi, “A Case Study of A MIMO SDR Implementation,” Military Communications Conference, IEEE, 2008.
- [12] F. R. a. S. J. Quansheng Guan, “Topology Control and Routing in Mobile Ad-Hoc Networks in Cognitive Radios”.