

ANALISIS PENGGUNAAN ALGORITMA ANT COLONY DAN ALGORITMA HUNGARIAN PADA ALOKASI SUMBERDAYA DALAM JARINGAN KOGNITIF RADIO

Analysis of Using The Ant Colony Algorithm and Hungarian Algorithm in Resource Allocation For Cognitive Radio Network

Ade Nugroho¹, Dr.Nachwan Mufti Adriansyah S.T.,M.T.², Vinsensius Sigit Widhi Prabowo S.T.,M.T.³

^{1,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom Bandung

¹adetanbum@student.telkomuniversity.ac.id, ²nachwanma@telkomuniversity.co.id,

³vinsensiusvsw@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pada penggunaan Jaringan tanpa kabel *Cognitive Radio Network* (CRN) memiliki peran besar dalam memenuhi kebutuhan teknologi informasi, memaksimalkan dan melakukan dengan cara efektif pada pembagian alokasi sumber daya radio dikarenakan sumberdaya spektrum yang semakin hari semakin langka. Pada dasarnya pemanfaatan algoritma tambahan pada cara kerja CRN tidak hanya menambah keuntungan pada pribadi namun juga keuntungan pada seluruh sistem yang berhubungan langsung pada pemanfaatan teknologi CRN, algoritma ACO (*Ant Colony*) dan algoritma Hungarian merupakan bagian pada tahap penetapan dan pembagian daerah alokasi sumber daya pada CRN.

Pada dasarnya CRN dikembangkan karena memungkinkan dua jenis pengguna yaitu *Primary User* (PU) dan *Secondary User* (SU) dapat menggunakan layanan yang sama tanpa adanya medium lain. Pada tahap pengembangan terdapat beberapa kekurangan yaitu berupa interferensi yang terjadi ketika PU dan SU menggunakan layanan atau *channel* yang sama, hal tersebut berpengaruh pada QoS (*Quality Of Service*), pengolahan data berupa *Datarate*, Efisiensi Energi, Efisiensi Spektral, *Fairness* pada PU dan SU.

Menggunakan Algoritma *Ant Colony* sebagai solusi pada Tugas Akhir ini dengan nilai *sumrate* skenario satu mengalami penurunan 1% dari algoritma *Greedy*, kenaikan 1% dari algoritma *Hungarian*, dan kenaikan 6.3% dari algoritma *Ant Colony Minimum*. Dan nilai *sumrate* skenario dua mengalami kenaikan 0.81% dari algoritma *Greedy*, mengalami kenaikan 2.93% dari *Hungarian*, dan mengalami kenaikan 2.81% dari *Ant Colony Minimum*.

Kata kunci : *Cognitive Radio network, Ant Colony Optimization* (ACO), *Hungarian, Greedy Primary User, Secondary User.*

Abstract

In the use of a *Cognitive Radio Network* (CRN) wireless network, it has a major role in meeting the needs of information technology, maximizing and effectively dividing the allocation of radio resources because spectrum resources are increasingly scarce. Basically, the use of additional algorithms in the way CRN works not only adds to personal benefits but also benefits to all systems that are directly related to the use of CRN technology, the ACO (*Ant Colony*) algorithm and the Hungarian algorithm are part of the determination and division of resource allocation stages in CRN.

Basically CRN was developed because it allows two types of users, *Primary User* (PU) and *Secondary User* (SU), to use the same service without any other medium. At the development stage there are several shortcomings, namely in the form of interference that occurs when PU and SU use the same service or channel, this affects QoS (*Quality Of Service*), data processing in the form of *Datarate*, Energy Efficiency Spectral Efficiency, *Fairness* on PU and SU.

Using the Ant Colony Algorithm as a solution in this final project, the sumrate value for scenario one has decreased by 1% from the Greedy algorithm, 1% increase from the Hungarian algorithm, and an increase of 6.3% from the Ant Colony Minimum algorithm. And the sumrate value for scenario two has increased 0.81% from the Greedy algorithm, an increase of 2.93% from Hungarian, and an increase of 2.81% from the Ant Colony Minimum.

Keywords: keyword should be chosen that they best describe the contents of the paper and should be typed in lower-case, except abbreviation. Keyword should be no more than 6 word

1. Pendahuluan

Dalam perkembangan teknologi komunikasi saat ini diperlukannya layanan yang dapat memberi kebutuhan untuk dapat membantu pekerjaan manusia, pada penggunaan sehari-hari banyak sebagian dari kita telah menggunakan berbagai macam *wireless communications technology concept* dimana salah satunya adalah *Cognitive Radio (CR)*.

CR merupakan konsep baru dari *wireless communication technology* yang berhubungan dengan alokasi spektrum [1]. Namun pada kenyataannya tingkat efisiensi pada teknologi ini belum memuaskan karena berdasarkan *Federal Communication Commission (FCC)*, *Radio Resource* semakin sedikit yang tersedia dan pemanfaatan dari *spectrum* alokasi *resource* sangat rendah. [2]. *Cognitive Radio Network (CRN)* adalah proses pengalokasian *resource* yang dilihat dari pemanfaatan spektrum yang ada, dimana dalam proses pendistribusian banyak metode yang dapat digunakan.

Pada lingkungan CRN menyediakan sumber *resource* yang dapat dialokasikan ke *user*, dimana *user* memanfaatkan *resource* pada saat mengirim data dan menerima data dari *user* lainnya, Berdasarkan jenis *user* yang ada [3], ada dua jenis *user* dimana terdapat *Primary Users (PU)* dan *Secondary Users (SU)*. Kecepatan dan keutuhan data sendiri dipengaruhi oleh kekuatan sinyal disuatu *channel*. Pada dasarnya dalam mentransmisikan data tidak sepenuhnya berjalan dengan baik ada beberapa gangguan yang dapat memperlemah penransmission dan memperburuk sistem.

Interference adalah gangguan yang terjadi pada saat ada 2 pengguna menggunakan 1 *channel* yang sama, CRN disebut juga sebagai *Dynamic Spectrum Access (DSA)* yang berfokus pada *Cognitive Radio User (CRU)* untuk mengalokasikan *channel*. CRU memiliki fungsi dalam mencari *resource* yang tersedia dan menentukan pengguna yang dapat mendapatkan *resource* tersebut. Penting diketahui bagaimana kita dapat memperkecil kemungkinan gangguan pada saat PU dan SU menggunakan suatu *channel* yang sama untuk tidak saling melemahkan sinyalnya.

2. Dasar Teori

2.1 Cognitive Radio Network

Cognitive Radio Network (CRN) merupakan teknologi komunikasi nirkabel yang berfokus pada pemanfaatan atau pembagian penggunaan spektrum, Proses utama yang dilakukan oleh CRN adalah memilih spektrum kosong dari sebuah sistem kanal dimana ada 2 jenis *user* dalam satu kanal tersebut, dua jenis *user* tersebut diantaranya adalah *Primary User (PU)* dan *secondary User (SU)* dimana masing-masing *user* memiliki tingkat kepentingan tersendiri. *Holes* atau *white space* merupakan penamaan dari kosongnya *spectrum* atau celah *spectrum* yang tidak digunakan

Pemanfaatan spektrum kosong oleh *secondary user (SU)* dalam kanal yang sama menyebabkan adanya interferensi yang terjadi, memilih cara pengalokasian dengan algoritma tertentu dan parameter yang sudah ditentukan agar QoS (*Quality of Service*) untuk setiap *user* tetap maksimal.

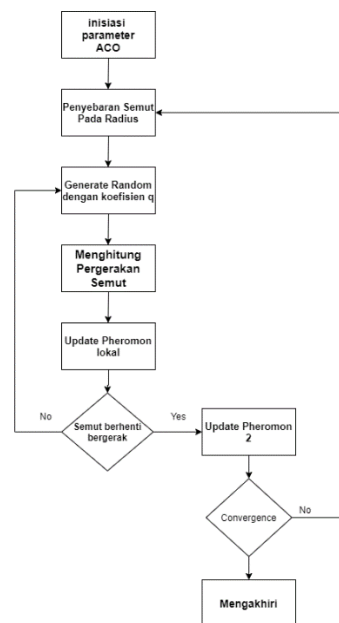
Spectrum sensing dan *spectrum sharing* merupakan fungsi utama dari sistem Cognitive Radio (CR) dimana *spectrum sensing* berfungsi sebagai pemilihan saluran dan *spectrum sharing* berfungsi sebagai pendistribusi spektrum.

2.2 Alokasi Sumberdaya

Pada sistem komunikasi CRN yang menggunakan sub-saluran yang efisien, umumnya kendala sumber daya spektral terkait ke jumlah maksimum pengguna yang dapat ditampung dan kecepatan data maksimum yang dapat dicapai. Fungsi tujuan utama adalah untuk memaksimalkan jumlah SU yang diterima. Jika kualitas dari SU untuk standar QoS terpenuhi Algoritma *Ant Colony*, *Hungarian*, dan *Greedy* digunakan untuk mencapai tujuan yang dipertimbangkan yaitu, memaksimalkan jumlah SU yang diterima dengan menjamin persyaratan QoS untuk PU tidak terjadi penurunan[7], dimana nilai *data rate* yang dihasilkan dari perhitungan nantinya akan dialokasikan ketiga algoritma tersebut.

Oleh karena itu, model sistem CRN memiliki sel yang dapat mengoptimasi sistem model, dimana rentang tersebut di inialisasi dengan *d*, dimana kekuatan SU tidak melebihi *threshold* (*th*) tertentu, karena kekuatan PU berada di batas daya total yang sama

2.3 Algoritma *Ant Colony*



Gambar 2. 1Skema Algoritma *Ant Colony*

Pada algoritma *Ant Colony* pencarian nilai data maksimum yang didapat dari jalur terbaik, dimana jalur terbaik ini didapat dari pergerakan semut dalam mencari jalur menggunakan intensitas *pheromone*. Berikut tahapan sistem algoritma pada *Ant Colony* :

1. *Path Selection*

Pada tahapan ini semut akan melakukan perjalanan untuk sampai ke tujuan, dengan masing-masing semut memiliki jalur perjalanan yang berbeda, ketika barisan semut terdepan berhasil mencapai node *i*, probabilitas dalam pengambilan node selanjutnya berupa persamaan

$$S = \begin{cases} \arg \max_{j \in allowed} \{ [T_{ijl}^{\alpha}(t) \cdot \eta_{ijl}^{\beta}] \}, & \text{if } q \leq q_0 \\ S, & \text{otherwise,} \end{cases} \quad (1.1)$$

Dimana *q* merupakan bilangan acak yang muncul dari barisan semut depan, dan *q₀* merupakan parameter ambang batas yang sudah ditentukan, dengan nilai *q₀* sebesar ($0 \leq q_0 \leq 1$), apabila $q < q_0$ maka semut barisan depan akan mencari node lainnya.

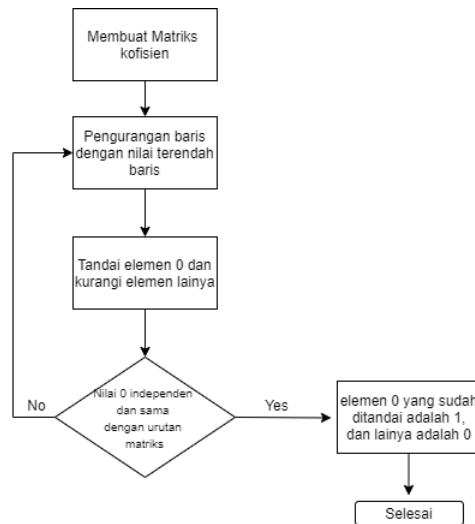
2. *Update lokal pheromone*

Setelah semut-semut menentukan jalur dan sampai pada tujuan, maka terjadi proses pengembalian semut pada titik mulai dan melakukan pembaruan nilai *pheromone*, dengan persamaan

$$T_{ijl}(t + \Delta t) = (1 - \rho) \cdot T_{ijl}(t) + \rho \cdot \Delta T_{ijl}(t \cdot t + \Delta t) \quad (1.2)$$

Dimana T_{ijl} merupakan parameter konsentrasi *pheromone* dan ρ merupakan koefisien penguapan *pheromone* dimana ρ memiliki nilai ($0 < \rho < 1$).

2.4 Algoritma *Hungarian*



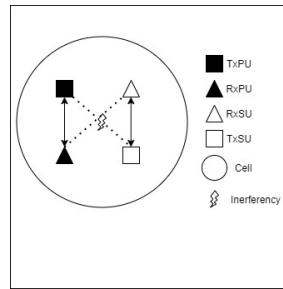
Gambar 2.2 Alur Algoritma *Hungarian*

Dalam sistem model CRN, digunakanya algoritma *Hungarian* sebagai algoritma alokasi resource ke-dua dimana sistem dari algoritma *Hungarian* adalah memilih sub-channel mana yang sangat membantu dalam proses simulasi dan digunakan untuk mengalokasikan daya pada RxSU, karena PU hanya menggunakan satu sub-channel untuk mentransmisikan dayanya.

3. Pembahasan

3.1. Model Sistem

Dalam perancangan sistem model pada tugas akhir ini menggunakan parameter frekuensi *carrier* sebesar 1.8GHz, dengan *bandwidth* RB sebesar 180kHz, radius cell sebesar 300 meter, dan power pada masing-masing *user* sebesar 1.0 Watt. Dimana pada radius cell terdapat TxPU, TxSU, RxPU, RxSU dengan jarak tiap komponen memiliki nilai jarak yang berbeda, karena tiap komponen diinisiasi secara acak dan saling mengetahui posisi masing-masing dari tiap user dan dianggap tidak bergerak pada sekali percobaan.



Gambar 3. 1 Model Sistem

Pemodelan sistem pada Gambar (3.1) dilakukan dengan skenario arah transmisi dimana TxPU melakukan *broadcast* sinyal ke arah RxPU begitu juga sebaliknya dan perangkat melakukan komunikasi seperti pada gambar (2.3) Oleh karena itu, SU hanya mengalami interferensi dari PU dan sebaliknya. Tugas akhir ini menggunakan skema dimana TxPU bisa bertransmisi terhadap TxSU dan TxSU bisa bertransmisi terhadap RxPU dengan meminimalisir interferensi yang terjadi setelahnya. Untuk melakukan itu *resources block* (RB) dipasangkan dengan PU dan SU yang dimana $RB > SU$ untuk mencari nilai SNR sehingga dihasilkan suatu outputan yang dapat menggantikan nilai SINR yang kosong dan RB hanya dapat berbagi nilai dengan satu pasang PU.

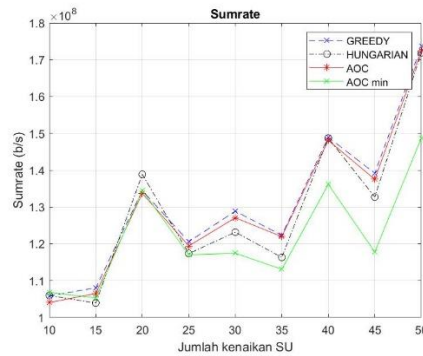
Hasil dari perhitungan *Channel State Information* (CSI) merupakan sebuah nilai masukan baru untuk algoritma yang telah ditentukan. Hasil dari pengkalkulasian pada algoritma maka akan mendapatkan parameter-parameter performansi seperti *sumrate*, *data rate*, *fairness*, efisiensi spektral, dan efisiensi energi.

Tabel 3. 1 Parameter Simulasi

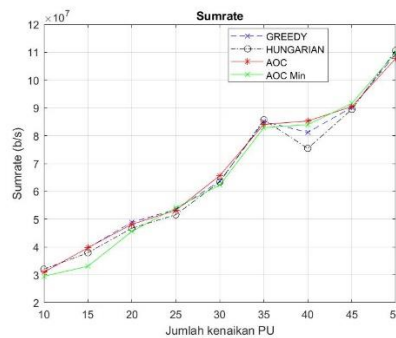
Parameter	Skenario satu	Skenario dua
<i>Radius Cell</i>	300 meter	300 meter
<i>Frekuensi Carrier</i>	1.8 GHz	1.8 GHz
<i>Bandiwdth RB</i>	180kHz	180kHz
Daya Transmit PU	0.1	0.1
Daya Transmit SU	0.1	0.1
<i>Fading</i>	<i>Rayleigh</i> dan Lognormal Random	<i>Rayleigh</i> dan Lognormal Random
Jumlah TTI per pengamatan	1500	1500
Jumlah <i>user</i> PU	50 <i>User</i>	10-50 <i>user</i> dengan kenaikan 5 <i>user</i> persimulasi
Jumlah <i>user</i> SU	10-50 <i>user</i> dengan kenaikan 5 <i>user</i> persimulasi	50 <i>user</i>

3.2 Hasil berdasarkan parameter

3.2.1 *Sumrate* Skenario 1 dan 2



Gambar 4. 1 Sumrate Skenario 1



Gambar 4. 2 Sumrate Skenario 2

4. Kesimpulan

Dapat dinyatakan bahwa Algoritma *Ant Colony* dan algoritma *Greedy* memiliki hasil lebih baik dibandingkan dengan algoritma *Hungarian* dan *Ant Colony Minimum*, dikarenakan algoritma *Greedy* dan *Ant Colony* memiliki sistem pengambilan nilai tertinggi pada pengalokasian sumber daya. Analisis yang dapat dalam perhitungan adalah:

- a) Perhitungan parameter *sumrate*
 1. Pada skenario satu untuk parameter *sumrate*, algoritma *Ant Colony* memiliki penurunan nilai sebesar 1% dibandingkan dengan algoritma *Greedy*, mengalami kenaikan 1% pada algoritma *Hungarian*, dan mengalami kenaikan 6.3 % pada algoritma *Ant Colony Minimum*.
 2. Pada skenario dua untuk parameter *sumrate*, algoritma *Ant Colony* mengalami kenaikan nilai sebesar 0.81% dari algoritma *Greedy*, mengalami kenaikan 2.93% dari algoritma *Hungarian*, dan mengalami kenaikan 2.81% dari algoritma *Ant Colony Minimum*.
- b) Perhitungan parameter *data rate* rata-rata
 1. Pada skenario satu untuk parameter *data rate* rata-rata, algoritma *Ant Colony* memiliki penurunan nilai sebesar 0.97% dari algoritma *Greedy*, mengalami kenaikan nilai 0.85% dari algoritma *Hungarian*, dan mengalami kenaikan 5.4% dari algoritma *Ant Colony Minimum*.
 2. Pada skenario dua untuk parameter *data rate* rata-rata, algoritma *Ant Colony* memiliki penurunan nilai 0.31% dari algoritma *Greedy*, mengalami kenaikan sebesar 17.97% dari algoritma *Hungarian*, dan mengalami kenaikan 5.3% dari algoritma *Ant Colony Minimum*.
- c) Perhitungan parameter *Eficiency Spectral*
 1. Pada skenario satu untuk parameter *Eficiency Spectral*, algoritma *Ant Colony* memiliki penurunan 0.95% dari algoritma *Greedy*, kenaikan sebesar 1.07\$ dari algoritma *Hungarian*, dan kenaikan sebesar 6.31% dari algoritma *Ant Colony Minimum*.
 2. Pada skenario dua untuk parameter *Eficiency Spectral*, algoritma *Ant Colony* memiliki kenaikan nilai sebesar 0.28% dari algoritma *Greedy*, kenaikan sebesar 1.82% dari

- algoritma *Hungarian*, dan kenaikan sebesar 3.75% dari algoritma *Ant Colony Minimum*.
- d) Perhitungan parameter *Efficiency Energy*
1. Pada skenario satu untuk parameter *Efficiency Energy*, algoritma *Ant Colony* mengalami penurunan nilai sebesar 0.96% dari algoritma *Greedy*, mengalami penurunan sebesar 0.89% dari algoritma *Hungarian*, dan mengalami kenaikan 5.52% dari algoritma *Ant Colony Minimum*.
 2. Pada skenario dua untuk parameter *Efficiency Energy*, algoritma *Ant Colony* mengalami kenaikan nilai 0.38% dari algoritma *Greedy*, mengalami kenaikan 2.04% dari algoritma *Hungarian*, dan mengalami kenaikan 3.01% dari algoritma *Ant Colony Minimum*.
- e) Perhitungan parameter *Fairness*
1. Pada skenario satu untuk parameter *Fairness*, algoritma *Ant Colony* mengalami penurunan 0.66% dari algoritma *Greedy*, mengalami penurunan 0.14% dari algoritma *Hungarian*, dan mengalami kenaikan sebesar 10.04% dari algoritma *Ant Colony Minimum*.
 2. Pada skenario dua untuk parameter *Fairness*, algoritma *Ant Colony* mengalami penurunan 1.23% dari algoritma *Greedy*, mengalami penurunan 2% dari algoritma *Hungarian*, dan mengalami kenaikan sebesar 6.75% dari algoritma *Ant Colony Minimum*.

Daftar Pustaka:

- [1] Z.H, Wei and B. Hu, "A Fair Multi-channel Assignment Algorithm with Practical Implementation in Distributed Cognitive Radio Networks," IEEE Access, vol.3536, no. c.pp. 1-1,2018.
- [2] J.Mitola and G,Q, Maguire, "Cognitive radios;making software radios more personal." IEEE Pers.Commun.vol 6, no 4, pp,13-18,Agustus 1999.
- [3] T.Weiss et al. Mutual interference in OFDM-based spectrum pooling system[C]// in Proc. Of IEEE Vehicular Technology Conferences, VTC 2004-Spring, vol. 4, May 2004; 1873-1877.
- [4] Iman Sanjaya dan Azwar Aziz, "Jaringan Radio Kognitif Sebagai Solusi Optimalisasi Penggunaan Spektrum Frekuensi Radio", Puslitbang Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Informatika, 9 Februari 2011.
- [5] Beibei Wang, K. J Ray Liu, "Advances in cognitive radio networks: A survey", IEEE journal of selected topics in signal processing, 2011, pp.5-23
- [6] Ian F. Akyildiz, Won Yeol Lee, Mehmet C. Vuran, Shantidev Mohanty, "Next generation/ dynamic spectrum access/ cognitive radio wireless networks: A survey" Computer networks, Elsevier J., 2006, pp. 2127-2159
- [7] Alias, D. M., & Ragesh G. K. (2016). Cognitive Radio networks: A survey. 2016 International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET). doi:10.1109/wispnet.2016.7566489
- [8] Zeng, M., Tsiropoulos, G. I., Dobre, O. A., & Ahmed, M. H. (2016). Power Allocation for Cognitive Radio Networks Employing Non-Orthogonal Multiple Access. 2016 IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM). doi:10.1109/glocom.2016.7842156
- [9] Zhu, Z., Chen, J., & Zhang, S. (2016). Spectrum Allocation Algorithm Based on Improved Ant Colony in Cognitive Radio Networks. 2016 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData). doi:10.1109/ithings-greencom-cpscom-smartdata.2016.89
- [10] Wang, Z., Feng, Z., & Zhang, P. (2011). An Iterative Hungarian Algorithm Based Coordinated Spectrum Sensing Strategy. IEEE Communications Letters, 15(1), 49–51.

doi:10.1109/lcomm.2010.111910.101806

- [11] F. F. Digham, M.-S. Alouini, and M. K. Simon, "On the energy detection of unknown signals over fading channels," in Proc. IEEE International Conference on Communications 2003 (ICC '03), Anchorage, USA, May. 2003, pp. 3575-3579.