Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 *Routing*

Routing adalah sebuah proses yang meneruskan paket-paket jaringan dari suatu sumber ke jaringan tujuan yang bekerja dalam sebuah alat bernama *router* (Syamsu, 2013). Sebuah *router* menentukan keputusan akan arah sebuah paket berdasarkan alamat IP yang ada bersama dengan paket tersebut. Berdasarkan cara pembuatan *routing table*, *routing* terbagi menjadi dua jenis, yaitu *routing* statis dan *routing* dinamis. Pada *routing* statis, *routing table* dibuat oleh administrator jaringan secara manual dan dimasukkan ke dalam *router*, sedangkan pada *routing* dinamis, *routing table* didapat dari komunikasi antar *router*. *Routing* memerlukan sebuah protokol (Hasanah dan Mubarakah, 2014). *Routing protocol* adalah protokol yang digunakan dalam *routing* dinamis yang berfungsi untuk mengizinkan *router-router* dalam berbagi informasi tentang jaringan dan koneksi antar *router*.

Secara umum terdapat tiga jenis algoritma yang digunakan pada *routing protocol*, yaitu *Distance-Vector, Link State,* dan *Hybrid* (Sofana, 2012). *Distance vector* menggunakan algoritma Bellman-Ford dalam pengaplikasiannya. Cara kerjanya setiap *router* pada jaringan memiliki informasi tentang jalur terpendek yang dapat dilalui untuk tujuan selanjutnya. Kemudian informasi tersebut dikirimkan hanya melalui *router* ke *router* dan jalur yang terpendek akan menjadi jalur utama untuk dilalui ke tujuan. Protokol yang menggunakan algoritma ini adalah *Routing Information Protocol* (RIP). *Link state* memiliki cara kerja yang hampir sama, yaitu setiap *router* akan bertukar informasi mengenai *interface, bandwidth, roundtrip,* dan sebagainya. Kemudian antar *router* saling bertukar informasi tersebut dan nilai yang paling efisien akan diambil sebagai jalur data yang didaftarkan dalam tabel *routing*. Informasi yang ditukarkan tersebut dinamakan *Link State Advertisement* (LSA). Protokol yang menggunakan algoritma *link state* adalah *Open Shortest Path First* (OSPF). *Hybrid* merupakan gabungan dari *distance vector* dan *link state,* protokol yang menggunakan algoritma ini adalah *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol* (EIGRP).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

2.1.1 *Routing Information Protocol* (RIP)

Routing Information Protocol sebuah protokol *routing* termasuk ke dalam kelompok *Interior Gateway Protocol* yang menggunakan algoritma *distance vector*, yaitu algoritma Bellman-Ford yang menghitung jumlah *hop* (*count hop*) sebagai *routing metric*. Jumlah maksimum *hop* yang dapat digunakan adalah sebanyak 15 *hop*, jika *hop* lebih dari 15, maka paket akan dibuang. Sehingga ketika paket mencapai *hop count* ke-16 maka paket tidak akan dapat mencapai dan *router* akan memberikan pesan kesalahan *destination is unreachable* (tujuan tidak tercapai). Setiap protokol RIP pada *router* akan saling bertukar informasi setiap 30 detik, menggunakan protokol UDP dengan *port* nomor 520. Untuk menghindari permasalahan *loop routing*, maka digunakan teknik *split horizon with poison reverse*. RIP juga merupakan protokol *routing* yang paling mudah untuk dikonfigurasi (Hasanah dan Mubarakah, 2014).

Dibandingkan dengan protokol OSPF, protokol RIP memiliki tingkat kompleksitas komputasional yang lebih rendah, sehingga konsumsi sumber daya memorinya juga lebih rendah. Tetapi konsekuensi yang diakibatkan oleh hal tersebut adalah keterbatasan jumlah maksimal *host* yang kecil, sehingga lebih cocok untuk jaringan menengah ke bawah. Untuk mencegah terjadinya kasus penghitungan tanpa henti, RIP menggunakan metode *Triggered Update*. RIP memiliki penghitung waktu (*timer*) untuk mengetahui kapan pembuat rute harus kembali memberikan informasi rute yang dijelajahi. Jika terjadi perubahan pada jaringan, sementara *timer* belum habis, maka pembuat rute tetap harus mengirimkan informasi rute yang dijalani karena dipicu oleh perubahan tersebut (*triggered update*). Dengan demikian, pembuat rute dalam jaringan dapat dengan cepat mengetahui perubahan yang terjadi dan meminimalkan kemungkinan perulangan *routing* (*routing loop*) terjadi (K. C. T. Wijaya, 2012).

2.1.2 *Open Shortest Path First* (OSPF)

Open Shortest Path First merupakan sebuah protokol yang menggunakan algoritma *link state*, yaitu algoritma Djikstra dan termasuk dalam kelompok *Interior Gateway Protocol* (IGP). Menggunakan algoritma Djikstra untuk menghitung *shortest path first* (SPF) dan menggunakan *cost* sebagai *routing metric* (Tampi,

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Najoan, Sinsuw, & Lumenta, 2013). OSPF mendistribusikan informasi *routing*-nya di dalam *router-router* yang tergabung ke dalam suatu *Autonomous System* (AS), yaitu jaringan yang dikelola oleh administrator jaringan lokal yang merupakan lingkup terkecil. OSPF juga merupakan protokol *routing* yang menggunakan prinsip banyak jalur (*multi path protocol*) yang mana OSPF dapat mempelajari beberapa rute dan memilih lebih dari satu rute untuk mencapai tujuan. Cara kerjanya OSPF dikirim bersamaan dengan *header* paket data IP (Moonlight dan Suhardi, 2012).

Setiap *router* yang dikonfigurasi OSPF mempunyai *database* identik yang menggambarkan topologi suatu *Autonomous System* yang disebut dengan *Link State database* (*Topological database*). Dari *database* ini, perhitungan *Shortest Path First* dilakukan untuk membentuk tabel *routing*. Perulangan penghitungan terhadap jalur terpendek akan dilakukan apabila adanya perubahan pada topologi jaringan. OSPF juga memungkinkan beberapa jaringan untuk dikelompokkan bersama yang dinamakan dengan area dan topologinya tersembunyi dari AS lainnya. Informasi yang tersembunyi ini memungkinkan penurunan lalu lintas *routing*. Dengan menggunakan konsep area, sistem penyebaran informasinya menjadi lebih teratur dan tersegmentasi, maka penggunaan *bandwidth* akan lebih efisien, lebih cepat mencapai konvergensi, dan lebih akurat dalam menentukan rute terbaik untuk mengirim paket (Moonlight dan Suhardi, 2012).

2.1.3 *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol* (EIGRP)

Enhanced Interior Gateway Routing Protocol adalah protokol routing berbasis *distance-vector* dan *link-state* atau disebut *hybrid* yang dikembangkan oleh vendor Cisco dengan tujuan untuk membantu otomatisasi keputusan *routing* dan konfigurasinya pada sebuah jaringan. EIGRP didesain agar dapat mendukung IPv4 *classless* dan karena kemampuannya ini EIGRP menggantikan IGRP yang tidak mempunyai fitur ini (Hadjioannou, 2015). EIGRP menggunakan alamat *multicast* 224.0.0.10 untuk proses pengiriman paket. Jumlah maksimum *router* yang dapat dilalui oleh sebuah paket yang menggunakan EIGRP adalah 255, namun dalam perangkat Cisco nilai *default* yang ditentukan adalah 100 perangkat. EIGRP tidak seperti protokol RIP yang mengirimkan pembaruan secara periodik, EIGRP

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

hanya mengirimkan pembaruan jika dipicu oleh terjadinya pembaruan pada jaringan. Berbeda dengan protokol *routing* yang menggunakan metode *distance-vector* yang menggunakan algoritma *Bellman-Ford* dan *link-state* yang menggunakan Djikstra, protokol EIGRP menggunakan algoritma tersendiri, yaitu *Diffusing Update Algorithm* (DUAL) (Rathi dan Singh, 2015).

Tabel 2.1 Perbandingan Protokol RIP, OSPF, EIGRP (Archana, 2015)

Protokol	RIP v1	RIP v2	OSPF	EIGRP
Metode	*Distance-vector*	*Distance-vector*	*Link-state*	*Hybrid*
Algoritma	*Bellman-Ford*	*Bellman-Ford*	Djikstra	DUAL
Classfull / classless	*Classfull*	*Classless*	*Classless*	*Classless*
Metric	Jumlah *hop*	Jumlah *hop*	*Cost*	*Bandwidth/delay*
Timers Update (Hello/Dead)	30 detik	30 detik	*Triggered,* ketika terjadi perubahan, periodik *update* LSA setiap 30 menit	*Triggered (*LAN 5/15, WAN 60/180)
Administrative Distance	120	120	110	*Internal* 90 *External* 170
Authentication	*No*	*Yes*	*MD5 Authentication*	*MD5 Authentication*
Hop Limit	15	15	224	*None*
Convergence	*Slow*	*Slow*	*Fast*	*Very fast*
Type of updates	*Full table*	*Full table*	*Only changes*	*Only changes*
Support VLSM	*No*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Network Size	*Small*	*Small*	*Large*	*Large*
Split Horizon Sensitive	*No*	*No*	*Yes*	*Yes*
Area Types	-	-	*Backbone, Stubby, Notso-stubby, totally stubbing*	-

2.2 *Bandwidth*

Bandwidth adalah ukuran yang mewakili kapasitas atau daya tampung media transmisi jaringan sehingga dapat digunakan untuk pengiriman paket data. *Bandwidth* dapat juga diartikan jumlah penggunaan paket data per satuan waktu atau istilah yang dikenal *bit per second* (bps). Dalam penggunaan internet, *bandwidth* setiap penggunanya telah disepakati sesuai dengan harga sewa yang

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

perlu dibayar oleh pengguna. Dengan bervariasinya media transmisi yang ada pada saat ini, maka *bandwidth* yang dapat ditampung juga berbeda, semakin besar batas maksimal *bandwidth* semakin besar juga aliran data yang dapat melalui media transmisi tersebut, dan otomatis aliran data memungkinkan mengalami peningkatan kecepatan pengiriman. *Bandwidth* dapat digunakan untuk mengukur aliran data, baik berupa analog ataupun digital. Namun karena *bandwidth* lebih identik merujuk pada penggunaan internet yang bersifat digital, maka *bandwidth* juga menjadi tolak ukur aliran data yang bersifat digital (A. I. Wijaya dan Handoko, 2014).

Dalam penggunaan *bandwidth* sebagai tolak ukur aliran data digital, *bandwidth* ini dapat dikonversikan ke dalam sebuah nilai yaitu *cost*. *Cost* ini dapat digunakan sebagai parameter protokol *routing* dalam menentukan pemilihan jalur terbaik. Untuk mengubah nilai *bandwidth* menjadi *cost* diperlukan tahap menggunakan rumus berikut (Sulaiman dan Ihwani, 2017) :

$$cost\ bandwidth = \frac{10^8}{bandwidth} \quad (2.1)$$

2.3 *Ant Colony Optimization* (ACO)

Ant Colony Optimization (ACO) adalah metodologi yang ditemukan pada tahun 1991 oleh Marco Dorigo. Pada tahun 1997, Marco Dorigo dan Gambardella memperkenalkan *Ant Colony System*. *Ant System* telah banyak diimplementasikan pada permasalahan optimasi kombinatorial, misalnya seperti *traveling salesman problem, quadratic assigment problem, jobscheduling, vehicle routing, graph coloring, network routing*. Berdasarkan naluri alami koloni semut mampu menemukan rute terpendek dalam perjalanan dari sarang ke tempat-tempat sumber makanan. Semut dapat bekerja sama dengan koloninya dan bertukar informasi secara tidak langsung yang disebut dengan *stigmergy*. Pada saat melakukan suatu rute perjalanan, semut melepaskan sejumlah informasi pada daerah yang dilaluinya yaitu feromon yang merupakan zat yang dikeluarkan oleh semut untuk mendeteksi dan merespons keberadaan dari semut. Dengan feromon ini, semut menandai daerah

yang dilaluinya. Semut selanjutnya yang melalui jalur tersebut akan mengidentifikasi feromon yang ditandai oleh semut sebelumnya dan memutuskan

UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

dengan probabilitas yang tinggi untuk mengikutinya dan menguatkan jalur yang dipilihnya dengan melepaskan serta menandai feromon miliknya (Kurniwanto et al., 2005).

Dalam menyelesaikan permasalahan pencarian jalur terpendek menggunakan *ant colony optimization*, ada 3 tahapan yang harus dilakukan, yaitu (Saptono et al., 2007):

1. Inisialisasi parameter

   Parameter-parameter yang diinisiasikan adalah:

   a. Intensitas jejak semut antar *router* dan perubahannya (τ_{ij}) atau disebut feromon
   b. Banyak *router* (n) atau d_{ij} (jarak antar *router*)
   c. Penentuan *router* asal dan *router* tujuan
   d. Tetapan siklus-semut (Q)
   e. Tetapan pengendali intensitas jejak semut (α)
   f. Tetapan pengendali visibilitas (β)
   g. Visibilitas antar *router* = $1/d_{ij}$ (η_{ij})
   h. Jumlah semut (m)
   i. Tetapan penguapan jejak semut (ρ)
   j. Jumlah siklus maksimum (NC_{max}) bersifat tetap selama algoritma dijalankan, sedangkan τ_{ij} akan selalu diperbaharui nilainya pada setiap siklus algoritma mulai dari siklus pertama (NC = 1) sampai tercapai jumlah siklus maksimum ($NC=NC_{max}$) atau sampai terjadi konvergensi.
   k. Sebelum semut melakukan perjalanan, m semut ditempatkan pada *router* pertama yang telah ditentukan.

2. Pembentukan Jalur Semut

   Setiap semut merupakan agen sederhana yang mempunyai karakteristik sebagai berikut (Suyanto, 2010):

   a. Semut memilih *router* berdasarkan suatu probabilitas, yaitu fungsi dari jarak antar *router* dan jumlah feromon yang terdapat pada jalan.
   b. Agar semut bisa menghasilkan *tour* yang benar, jalur-jalur menuju ke *router* yang sudah pernah dikunjungi tidak diizinkan kecuali ketika *tour*

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

sudah selesai. Hal ini bisa dilakukan dengan penggunaan sebuah *tabu list*, yaitu *list* untuk menyimpan *router* yang sudah pernah dikunjungi dan melarang semut untuk mengunjunginya lagi sebelum N iterasi diselesaikan. Ketika *tour* diselesaikan, *tabu list* digunakan untuk menghitung kualitas solusi, yaitu total jarak yang dilalui semut. Selanjutnya *tabu list* dikosongkan dan semut bebas lagi untuk memilih *router-router* untuk *tour* berikutnya.

c. Ketika *tour* selesai, semut meninggalkan feromon pada setiap jalur yang telah dilaluinya.

Setelah proses inisiasi parameter, maka langkah selanjutnya yaitu pengisian *router* pertama ke dalam *tabu list*. Hasil inisiasi *router* pertama untuk dikunjungi semut dimasukkan sebagai elemen pertama pada *tabu list*. Koloni semut yang sudah terdistribusi ke *router* pertama akan memulai perjalanan dari *router* pertama sebagai asal dan *router* selanjutnya sebagai tujuan. Kemudian dari *router* kedua, semut akan berpencar dan melanjutkan perjalanan dengan memilih salah satu dari *router* yang tidak terdapat pada $tabu_k$ sebagai *router* tujuan selanjutnya. Perjalanan koloni semut berlangsung terus menerus hingga mencapai *router* tujuan yang telah ditentukan.

Jika *i* menyatakan indeks urutan kunjungan, *router* asal dinyatakan sebagai $tabu_k(i)$ dan *router* lainnya dinyatakan sebagai $\{N\text{-}tabu_k\}$, maka untuk menentukan *router* tujuan digunakan persamaan probabilitas *router* yang akan dikunjungi sebagai berikut (Suyanto, 2017):

$$p_{ij}^{k} = \frac{[\tau_{ij}]^{\alpha}\cdot[\eta_{ij}]^{\beta}}{\sum_{k' \epsilon \{N-tabu_k\}}[\tau_{ik'}]^{\alpha}\cdot[\eta_{ik'}]^{\beta}} \text{ untuk j} \in \{N - tabu_{\,k}\} \quad (2.2)$$

$$p_{ij}^{k} = 0 \text{ , untuk } j \text{ lainnya} \quad (2.3)$$

dengan *i* sebagai indeks *router* asal dan *j* sebagai indeks *router* tujuan.

Perhitungan panjang jalur semut tertutup (*length closed tour*) atau L_k setiap semut dilakukan setelah satu siklus diselesaikan oleh semua semut.

UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Perhitungan dilakukan berdasarkan *tabu*$_k$ masing-masing dengan persamaan berikut (Suyanto, 2017):

$$L_k = d_{tabu_k(n),tabu_k(1)} + \sum_{s=1}^{n-1} d_{tabu_k(s),tabu_k(s+1)} \quad (2.4)$$

dengan d_{ij} adalah jarak antara *router* I ke *router* j yang dihitung berdasarkan persamaan :

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (2.5)$$

Setelah L_k setiap semut dihitung, akan diperoleh nilai minimal panjang jalur tertutup setiap siklus atau L_{minNC} dan nilai minimal panjang jalur tertutup secara keseluruhan atau L_{min}.

3. Update feromon

Koloni semut akan meninggalkan jejak-jejak kaki (feromon) pada lintasan antar *router* yang dilaluinya. Adanya penguapan dan perbedaan jumlah semut yang lewat, menyebabkan kemungkinan terjadinya perubahan nilai feromon semut antar *router*, persamaan perubahan feromon adalah :

$$\Delta\tau_{ij} = \sum_{k-1}^{m} \Delta\tau_{ij}^k \quad (2.6)$$

dengan $\Delta\tau_{ij}^k$ adalah perubahan nilai feromon antar *router* setiap semut yang dihitung berdasarkan persamaan

$$\Delta\tau_{ij}^k = \frac{Q}{L_k} \quad (2.7)$$

untuk (i,j) ∈ *router* asal dan *router* tujuan dalam *tabu*$_k$

$$\Delta\tau_{ij}^k = 0 \quad (2.8)$$

untuk (i,j) lainnya.

Dengan perhitungan perubahan feromon di atas, maka untuk siklus selanjutnya semut yang akan melewati lintasan tersebut nilai feromonnya telah berubah. Nilai feromon untuk siklus selanjutnya dihitung dengan persamaan :

$$\tau_{ij} = \rho \cdot \tau_{ij} + \Delta\tau_{ij} \quad (2.9)$$

Jika sudah didapat hasil dari perhitungan perubahan nilai feromon untuk siklus selanjutnya, maka tahap terakhir yaitu jika jumlah siklus maksimum

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

belum tercapai atau belum terjadi konvergensi maka *tabu list* perlu dikosongkan untuk diisi lagi dengan urutan *router* yang baru, dan ulangi pembentukan jalur semut dengan parameter nilai feromon yang sudah diperbaharui.

2.4 Penelitian Terkait

Berikut ini rangkuman penelitian berdasarkan *literature review* yang berkaitan dengan optimasi *routing* dan penerapan metode *Ant Colony Optimization* (ACO) :

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, p
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam b
apun tanpa
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic Univ

Tabel 2.2 Penelitian terkait penerapan ACO di bidang jaringan

No	Penulis/Tahun	Judul	Permasalahan	Studi Kasus	Metode	Hasil	*Future Research*	*Keyword*
1	(Sun, Dong, dan Chen, 2017)	*An Improved Routing Algorithm Based on Ant Colony Optimization in Wireless Sensor Networks*	Bagaimana untuk membuat *routing* data yang efisien dalam konsumsi energi WSN dan untuk mengoptimalkan jalur *routing*.	Berupa data simulasi.	*Ant Colony Optimization*	Dengan membandingkan jaringan *ad-hoc* yang sederhana, jaringan dengan sensor membutuhkan spesifikasi tinggi. Dalam jurnal ini, beberapa fitur jaringan *wireless sensor* berhasil diimprovisasi dengan algoritma *ant colony optimization*.	Pengujian dengan metode optimasi yang berbeda. Penelitian *routing* lainnya dengan metode ACO	*Ant Colony optimization, Energy Consumption Network lifetime, Routing algorithm, wireless sensor network*
2	(Enxing dan Ranran, 2017)	*Routing Technology in Wireless Sensor Network Based on Ant Colony Algorithm*	Bagaimana untuk mendapatkan jalur *routing* terbaik dalam jaringan sensor nirkabel dengan menggunakan	Berupa simulasi jaringan sensor nirkabel (WSN)	*Ant Colony Optimization*	Dengan karakteristik yang dapat mengorganisir diri sendiri, dinamis dan *multipath*, algoritma optimasi koloni semut cocok digunakan untuk menyelesaikan permasalahan routing	Penelitian *routing* jaringan sensor nirkabel dengan metode optimasi lainnya. Penerapan ACO untuk permasalahan	*Wireless sensor network, Routing algorithm, Ant colony optimization algorithm*

No	Penulis/Tahun	Judul	Permasalahan	Studi Kasus	Metode	Hasil	*Future Research*	*Keyword*
			algoritma *ant colony*.			di jaringan sensor nirkabel. Dengan biaya routing yang rendah, kemampuan beradaptasi yang baik dan multi jalur, Algoritma ini menghasilkan konsumsi energi seimbang untuk memperpanjang umur jaringan. Dalam hal simulasi dan percobaan, algoritma koloni semut terbukti cocok untuk mendapatkan hasil optimal dalam menyelesaikan permasalahan *routing* di jaringan sensor nirkabel, sehingga mencapai tujuan	*routing* lainnya dalam jaringan.	

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, p
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam b
apun tanpa

No	Penulis/Tahun	Judul	Permasalahan	Studi Kasus	Metode	Hasil	*Future Research*	*Keyword*
						perancangan algoritma *routing*.		
3	(Viswanatha, 2009)	*Routing in Dynamic Network using Ants and Genetic Algorithm*	*Routing* dalam jaringan dinamis yang mana topologi jaringannya selalu berubah.	Berupa simulasi.	*Ant Algorithm, Genetic Algorithm*	Dalam kasus ini algoritma genetika dan algoritma semut digunakan pada jaringan *packet switched*. Diungkapkan bahwa algoritma semut dapat mengurangi besar dari tabel *routing*. Algoritma genetika tidak bisa menggunakan informasi global dari jaringan. Kombinasi dari dua algoritma ini membuat paket dapat menjelajahi jaringan secara independen, hal ini sangat membantu dalam mencari jalur di antara dua node secara efektif. Algoritma yang diusulkan	Disarankan untuk meningkatkan dukungan untuk *load balancing*. Selain itu juga dapat ditingkatkan dengan menggunakan *crossover* yang lebih baik dan teknik mutasi serta probabilitas yang berbeda. Kombinasi dua algoritma ini juga dapat digunakan untuk kasus yang berbeda.	*Routing, ant algorithm, genetic algorithm, crossover, mutation.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, p
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam b
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic Univ
UIN SUSKA RIAU

No	Penulis/Tahun	Judul	Permasalahan	Studi Kasus	Metode	Hasil	*Future Research*	*Keyword*
						membuat inisiasi populasi, meneruskan semut *forward*, akses *fitness*, menghasilkan populasi baru menggunakan operator genetika dan memperbarui tabel *routing*.		
4	(Kurniwanto et al., 2005)	Analisa *Routing* Pada Jaringan Data Multi Jalur Menggunakan Metode *Ant Colony Optimization* (ACO)	Jalur yang tidak optimal akan mempengaruhi proses pengiriman data baik dari sisi waktu dan kualitas penyampaian data.	Simulasi jaringan data multi jalur menggunakan program simulasi NS-2.	*Ant Colony Optimization* (*Ant Net*) dibandingkan dengan *Link State* (OSPF)	Dari sisi *throughput Link State* lebih baik dari *Ant Net* dengan selisih 2,6% pada skenario jalur normal. Pada skenario jalur terputus, *Ant Net* lebih baik dari *Link State* dengan selisih 3,5%. Untuk parameter delay, *Link State* lebih baik dengan perbedaan sebesar 26,3%.	Disarankan melakukan penelitian untuk melihat kemampuan dalam proses pembaharuan atau pemulihan ulang saat terjadi kegagalan jalur utama. Disarankan untuk mengimplementasikan algoritma *routing* AntNet pada jaringan	*Routing, AntNet, LinkState, Throughput, Delay*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, p
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam b
apun tanpa
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic Univ

No	Penulis/Tahun	Judul	Permasalahan	Studi Kasus	Metode	Hasil	*Future Research*	*Keyword*
						Pengujian berupa *routing overhead*, *Link State* lebih baik dengan nilai 96%.	sebenarnya yaitu pada perangkat keras router.	

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University
UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, p
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam b
apun tanpa

Tabel 2.3 Penelitian terkait penerapan metode ACO **di bidang selain jaringan**

No	Penulis/Tahun	Judul	Permasalahan	Studi Kasus	Metode	Hasil dan Kesimpulan	*Future Research*	*Keyword*
1	(Ferdifiansyah et al., 2013)	Perbandingan Algoritma Djikstra dan Algoritma Ant Colony Dalam Penentuan Jalur Terpendek	Pencarian jalur terpendek pada aktifitas maskapai penerbangan yang mana jalur-jalur antar kota yang dilewati membentuk suatu graf berarah dan berbobot. Dari graf tersebut akan diproses untuk dicari jalur terpendek dari suatu kota ke kota yang lain.	Jalur penerbangan antar kota pada peta Indonesia	Algoritma Djikstra dan Algoritma Ant Colony	Perancangan aplikasi menentukan jalur terpendek dengan menggunakan algoritma Djikstra tidak perlu menentukan parameter-parameter yang banyak seperti pada algoritma Ant Colony. Algoritma Djikstra membutuhkan data jarak setiap kota terlebih dahulu sebelum memulai proses algoritmanya, sedangkan algoritma Ant Colony tidak memerlukannya, karena jarak antar kota dihitung setelah semut menyelesaikan perjalanannya.	Penelitian selanjutnya dengan kasus yang berbeda namun masih dalam konteks jalur terpendek.	Djikstra, Ant Colony jalur terpendek, perbandi-ngan algoritma

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic Univ
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, p
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam b apun tanpa

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, p
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam b
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic Univ

No	Penulis/Tahun	Judul	Permasalahan	Studi Kasus	Metode	Hasil dan Kesimpulan	*Future Research*	*Keyword*
						Penggunaan memori pada algoritma Djikstra lebih rendah dengan rata-rata 82,204 KB sedangkan algoritma Ant Colony sebesar 90,404 KB.		
2	(Gunawan et al., 2012)	Optimasi Penentuan Rute Kendaraan pada Sistem Distribusi Barang dengan Ant Colony Optimization	Permasalahan yang terjadi adalah masalah penentuan rute kendaraan (*Vehicle Routing Problem*).	Berupa simulasi.	*Brute-force Search, Nearest Neighbor Insertion, Ant Colony Optimization*	Metode Brute Force Search hanya dapat menyelesaikan masalah CVRP dengan skala kecil, karena metode ini menelusuri setiap kandidat solusi yang jumlahnya menjadi sangat besar dengan bertambahnya skala masalah. Metode NNI membutuhkan waktu komputasi yang sangat sedikit, tapi solusinya masih belum optimal untuk skala besar.	Penelitian selanjutnya dalam kasus menentukan rute dengan metode lainnya.	*Vehicle Routing Problem, CVRP, Ant Colony Optimization Ant Colony System*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, p
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam b
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic Univ

No	Penulis/Tahun	Judul	Permasalahan	Studi Kasus	Metode	Hasil dan Kesimpulan	*Future Research*	*Keyword*
						Metode ACO merupakan metode penyelesaian terbaik jika dibandingkan dengan Brute-Force Search dan NNI.		
3	(Saptono et al., 2007)	Perbandingan Performansi Algoritma Genetika Dan Algoritma Semut Untuk Penyelesaian Shortest Path Problem	Permasalahan jalur terpendek (*Shortest path problem)* dengan beberapa graf yang berbeda ukuran, yaitu graf kecil (10 verteks), graf sedang (25 verteks), dan besar (50 verteks)	Berupa simulasi.	Algoritma Genetika dan Algoritma Semut (*Ant Colony*)	Semakin banyak jumlah simpul, maka semakin bervariatif hasil yang didapatkan, dan semakin berkurang tingkat akurasi dari hasilnya. Dengan data yang sama, pencarian jalur terpendek menggunakan algoritma semut terbukti lebih akurat dibandingkan dengan algoritma genetika.	Diharapkan ada penelitian lebih lanjut mengenai perbandingan waktu komputasi dan kompleksitas dengan kasus lain yang lebih kompleks.	*Shortest Path Problem, Genetic Algorithm, Ant Colony*
4	(Tenda, Sitanggang,	Optimasi Metaheuristik	Permasalahan utama pada	Pengujian dilakukan dalam	*Ant Colony Optimization*	Metode koloni semut dapat	Pada penelitian selanjutnya dapat	*Ant Colony Optimizatio*

No	Penulis/Tahun	Judul	Permasalahan	Studi Kasus	Metode	Hasil dan Kesimpulan	*Future Research*	*Keyword*
	dan Barus, 2014)	Koloni Semut untuk Solusi Masalah Jalur Terpendek pada Jaringan Jalan Riil	analisis jaringan pada sistem informasi geografis adalah menentukan jalur terpendek antara dua lokasi dalam satu jaringan.	dua tahap, pertama menggunakan data buatan untuk mendapatkan gambaran pengaturan terbaik dari parameter metode koloni semut. Kedua pengujian menggunakan data jaringan jalan riil.	, Algoritma Djikstra	diimplementasikan pada permasalahan jalur terpendek antara dua titik. Berdasarkan percobaan pada data jaringan jalan riil, sebagian besar percobaan menunjukkan algoritma Djikstra menghasilkan kualitas solusi yang lebih baik dari algoritma ACO, namun pada beberapa kasus ACO menghasilkan kualitas solusi yang setara. Dengan nilai parameter tertentu ACO dapat menghemat waktu eksekusi lebih cepat, walau pada kasus tertentu waktu eksekusi ACO juga	memanfaatkan fitur dalam SIG seperti fitur *Buffer* untuk mengendalikan ukuran ruang pencarian. Dapat dicoba pula varian lainnya dari algoritma ACO untuk mencari solusi optimal dalam masalah jalur terpendek.	*n, Djikstra algorithm, network analysis, real road network, shortest path problem*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, p
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam b
apun tanpa
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic Univ

No	Penulis/Tahun	Judul	Permasalahan	Studi Kasus	Metode	Hasil dan Kesimpulan	*Future Research*	*Keyword*
						dapat lebih lama dikarenakan semut menemui simpul buntu.		
6	(Agrawal dan Bagoria, 2014)	*Ant Colony Optimization : Efficient Way To Find Shortest Path*	Penyelesaian jalur terpendek dapat menggunakan Algoritma Djikstra, namun algoritma ini hanya mampu menyelesaikan masalah jalur terpendek dengan hanya satu sumber dengan catatan graf tidak berbobot negatif. Untuk menyelesaikan masalah tersebut *Ant Colony Optimization* dipilih untuk	Data simulasi.	*Ant Colony Optimization , Djikstra Algorithm*	Dalam penelitian ini dihasilkan bahwa dengan bantuan Ant Colony Optimization maka hasil dari algoritma Djikstra dapat ditingkatkan dengan mengurangi kompleksitas waktu.	Diharapkan penelitian selanjutnya dapat meningkatkan waktu eksekusi dari algoritma Djikstra. *Ant colony optimization* juga dapat mengoptimasi hasil dari algoritma yang menyelesaikan permasalahan jalur terpendek.	*Ant Colony Optimization, Djikstra algorithm, shortest path problem*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, p
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam b
apun tanpa
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic Univ

No	Penulis/Tahun	Judul	Permasalahan	Studi Kasus	Metode	Hasil dan Kesimpulan	*Future Research*	*Keyword*
			mengoptimalkan kerja dari algoritma Djikstra.					

© Hak cipta milik UIN Suska Riau State Islamic Univ

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, p
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bapun tanpa

UIN SUSKA RIAU