

## OPTIMASI PEMILIHAN CLUSTER HEAD DENGAN ANT-BEHAVIOR PADA LINGKUNGAN MANET

Desy Intan Permatasari<sup>1</sup>, Waskitho Wibisono<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi,  
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
 Kampus ITSKeputih Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur  
 Email: [desyintan@yahoo.com](mailto:desyintan@yahoo.com)

**Abstrak.** Pergerakan node secara dinamis di dalam lingkungan MANET (*mobile ad-hoc network*) merupakan tantangan utama hingga saat ini. Pemilihan metode yang paling sesuai untuk mengirimkan pesan pada layer routing harus diterapkan untuk mengurangi *service discovery delay*. *Service discovery* di lingkungan jaringan *mobile ad-hoc network* merupakan isu yang masih diteliti hingga saat ini, karena pada lingkungan *mobile ad-hoc network* tidak terdapat titik pusat administrasi yang mengatur node di jaringan. Untuk mengurangi *service discovery delay*, mekanisme cluster diterapkan pada lingkungan *mobile ad-hoc network*. Node dibagi dalam beberapa daerah yang disebut cluster, dimana setiap cluster memiliki cluster head yang bertugas mengkoordinasikan pergerakan node dalam cluster tersebut. Permasalahan yang muncul adalah bagaimana menentukan cluster head yang tepat. Pemilihan cluster head yang tidak tepat dapat menyebabkan menurunnya performa efisiensi di jaringan. Pada penelitian ini, penulis mengemukakan usulan untuk melakukan optimasi pada pemilihan cluster head dengan mengadopsi perilaku semut dalam menemukan jalur ke sumber makanan. Pada koloni semut, terdapat istilah zat *pheromone*. *Pheromone* adalah petunjuk bagi semut untuk menemukan sumber makanan, karena semut akan meninggalkan zat *pheromone* pada jalur yang dilaluinya apabila sudah menemukan sumber makanan. Dengan mengadopsi perilaku semut ini, maka parameter yang dapat digunakan untuk pemilihan cluster head pada penelitian ini adalah jumlah node tetangga dan jumlah terpilihnya node menjadi cluster head. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode pemilihan cluster head dengan mengadaptasi perilaku semut untuk *service discovery* mampu mengurangi *service discovery delay* hingga sebesar 33,22 ms dan meningkatkan *service success rate* sebesar 8,57%.

**Kata kunci:** *Service Discovery, Cluster Formation, Cluster Head Selection, JiST/SWANS*

Teknologi *service discovery* di lingkungan MANET (*mobile ad hoc network*) dipergunakan untuk menginformasikan keberadaan suatu layanan pada lingkungan MANET yang dinamis. *Service discovery* adalah ketersediaan layanan agar dapat dipergunakan dan diakses oleh node lain dengan menggunakan mekanisme *searching* dan *multicasting* (Perkin, 2002). Terminologi *service discovery* merupakan pengembangan dari terminologi *service*. Definisi *service* adalah sebuah entitas, program perangkat lunak atau perangkat lain yang dapat digunakan oleh user lain (Abolhasan, 2010). Oleh karena itu, proses utama dalam *service discovery* adalah pencarian layanan sesuai dengan yang dibutuhkan oleh node yang melakukan *request*. Untuk mendukung proses pencarian layanan di lingkungan MANET, diperlukan pula suatu proses *service advertisement*. Definisi protokol *service advertisement* adalah protokol jaringan yang memberikan akses proses publikasi (*advertisement*) bagi *services* untuk dapat diakses oleh node lain [8]. Pada lingkungan jaringan MANET, pergerakan node selalu dinamis dan setiap node berfungsi sebagai *service provider* dan *service directory* yang menyimpan *cache* dari *service provider* di sekitar node.

Tantangan utama dalam lingkungan MANET adalah pergerakan node secara dinamis dimana

metode yang paling sesuai untuk mengirimkan pesan pada layer routing harus diterapkan untuk meningkatkan *throughput* dan mengurangi *overhead*. *Service discovery* di lingkungan jaringan MANET merupakan isu yang masih diteliti hingga saat ini, karena pada lingkungan jaringan *ad-hoc* tidak terdapat titik pusat administrasi yang mengatur node di jaringan. *Dynamic service discovery and advertisement* (SDA) telah membawa perubahan isu yang signifikan pada teknologi jaringan. Penelitian terkait proses *service discovery* dan *service advertisement* pada layer routing telah dikembangkan pada protokol yang berbasis routing yaitu *ad hoc on-demand distance vector* (AODV) [8] dan *the extended zone routing protocol* (EZRP) [6]. Kedua protokol routing ini memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing dengan mekanisme *flooding* pesan pada jaringan. Protokol routing AODV dikembangkan dengan berbasis struktur flat untuk mekanisme *flooding* pesan. Kelemahannya adalah ketika terdapat node yang akan melakukan *publish* layanan baru atau melakukan proses pencarian layanan yang dibutuhkan, node tersebut akan mengirimkan pesan ke seluruh node di jaringan. Sehingga trafik di jaringan akan dipenuhi dengan *flooding* pesan. Hal sebaliknya terdapat pada protokol routing ZRP (*zone routing protocol*).

Protokol routing ZRP dikembangkan dengan menggunakan struktur hierarki untuk proses *routing* maupun pembagian zona *node* di jaringan. Sehingga proses penyebaran pesan hanya terjadi pada zona *node* yang bersangkutan. Dari segi performa, ZRP lebih baik dibandingkan AODV. Namun protokol routing ZRP masih memiliki kelemahan yaitu adanya zona yang *overlap* yang dapat mengurangi performa, meningkatkan *delay*, dan *overhead* trafik [6]. Kelemahan ini kemudian diperbaiki dengan mengkombinasikan protokol *routing* CBRP (*Cluster based routing protocol*) dengan *service discovery* dan *service advertisement* [2]. Protokol *routing* CBRP dapat mengatasi zona yang *overlap* pada protokol ZRP. CBRP menggunakan konsep *cluster* untuk mengurangi *overhead* dan terjadinya *overlap* zona. *Node* MANET dibagi menjadi beberapa *cluster*, sehingga penyebaran pesan hanya terjadi pada *cluster* yang bersangkutan. Hal inilah yang menjadi kelebihan utama dan dapat menghemat penggunaan energi baik pada saat proses *service discovery* dan *service advertisement*.

Mekanisme *cluster* diterapkan pada lingkungan MANET. *Node* dibagi dalam beberapa daerah yang disebut *cluster*, dimana setiap *cluster* memiliki *cluster head* yang bertugas mengkoordinasikan pergerakan *node* dalam *cluster* tersebut. Penelitian terkait dengan *service discovery* dengan berbasis *cluster* sudah dilakukan oleh Seyed Amin et al. Namun permasalahan yang muncul kemudian adalah bagaimana menentukan *cluster head* yang paling efektif. Pemilihan *cluster head* yang tidak tepat dapat menyebabkan menurunnya performa efisiensi lingkungan *mobile ad hoc*.

Berdasarkan referensi dari penelitian terkait sebelumnya, maka penelitian yang akan diusulkan adalah melakukan optimasi pada pemilihan *cluster head* dengan mengadopsi zat kimia yang dihasilkan oleh fauna semut ketika membentuk jalur dari sarang menuju sumber makanan. Zat kimia *pheromone* inilah yang dijadikan pedoman jalur bagi fauna semut lainnya dalam mencari jalur dari sarang menuju sumber makanan. Pengembangan optimasi yang dilakukan penulis pada penelitian ini mengadopsi perilaku fauna semut dan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam *service discovery* dan serta dapat meminimalkan waktu *delay* saat *service discovery*.

## I. METODE ANT BEHAVIOR UNTUK PEMILIHAN CLUSTER HEAD

Metode pemilihan *cluster head* dengan *Ant Behavior* akan dijelaskan secara rinci pada sub bab berikut.

### *Ant Colony Optimization i(ACO)*

ACO (*Ant Colony Optimization*) adalah algoritma evolusi yang berbasis pendekatan *meta heuristic*. Metode ACO ini merupakan algoritma optimasi yang dikembangkan dengan pendekatan perilaku semut dalam menemukan jalur terpendek dari sarang menuju sumber makanan. Semut akan mengeluarkan zat kimia yang disebut dengan zat *pheromone* sepanjang jalur yang dilalui dari sarang semut menuju sumber makanan. Semakin banyak semut yang melalui jalur yang menuju sumber makanan, maka jumlah zat *pheromone* yang dikeluarkan oleh semut juga semakin meningkat. Semakin banyak tingkat konsentrasi zat *pheromone* yang ada, juga menjadi indikasi jalur yang ditempuh tersebut merupakan *shortest path*. Proses ini adalah salah satu jenis optimasi distribusi dalam suatu pemilihan keputusan.

Pada suatu jaringan *ad hoc*, *node* dan keterhubungan dalam jaringan dapat dianggap sebagai bentuk *graph*. Berdasarkan definisi pada *graph*, setiap lokasi *node* direpresentasikan dengan menggunakan titik koordinat x dan titik koordinat y. Suatu *node* dapat dianggap berada dalam *range* *node* lain apabila jarak Euclidian kedua *node* masih berada pada *range* jarak *node* satu dan lainnya. Algoritma ACO menerapkan konsep *hierarchical routing* yang bertujuan untuk mengurangi tingkat *overhead* pada saat proses *flooding* data. Algoritma ACO ini juga bertujuan untuk meminimalkan jumlah *cluster* yang terbentuk.

Perhitungan nilai prioritas terpilihnya suatu *node* menjadi *cluster head* berdasarkan perilaku semut (*ant behavior*) menggunakan rumus 2.1. Gambaran pencarian jalur ke sumber makanan yang dilakukan oleh semut dapat dilihat pada Gambar 2.5. Semut akan mengikuti zat *pheromone* yang diberikan oleh semut sebelumnya pada jalur yang dilalui menuju ke sumber makanan. Jalur yang paling banyak mengandung zat *pheromone* merupakan jalur terpendek menuju sumber makanan. Rumus yang digunakan untuk menghitung bobot *node* menjadi *cluster head* adalah:

$$P_{Ant}(n_i, t) = \frac{(Neighbour_i \cdot \alpha) + \sum_{i=0}^k (ph(n_i, t) \cdot \beta)}{\sum_{i=0}^k (Neighbour_i \cdot \alpha) + \sum_{i=0}^k (ph(n_i, t) \cdot \beta)}$$

Rumus 1

#### Keterangan:

- $n_i$  = node ke-i
- $P_{Ant}(n_i, t)$  = bobot terpilihnya node ke-i menjadi *cluster head* berdasarkan algoritma semut
- $t$  = iterasi ke t
- $Neighbour_i$  = jumlah node tetangga yang dapat di cover oleh node
- $ph(n_i, t)$  = akumulasi *pheromone* di node pada waktu tertentu (jumlah terpilihnya suatu *node* menjadi *cluster head*)

$\alpha$  = konstanta parameter neighbor (diperoleh dari proses pengujian dan dipilih nilai konstanta yang paling mempengaruhi faktor pemilihan cluster head)

$\beta$  = konstanta parameter tingkat pheromone (diperoleh dari proses pengujian)

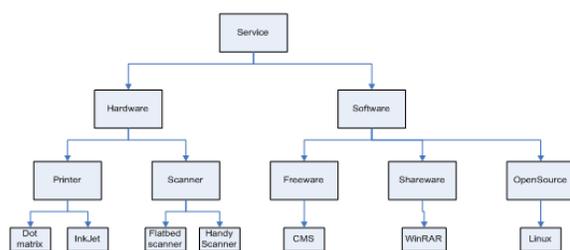
Dari rumus diatas dapat dijelaskan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Cluster head dipilih berdasarkan dua factor yaitu jumlah node tetangga yang dapat dicover oleh suatu node dan tingkat pheromone. Pada algoritma ACO ini, tingkat pheromone direpresentasikan sebagai jumlah terpilihnya suatu node menjadi cluster head per iterasi. Dimana penentuan cluster head pada iterasi berikutnya dipilih berdasarkan nilai pheromone dan jumlah node tetangga.
- b. Iterasi untuk pemilihan cluster head akan dilakukan hingga seluruh node yang terdapat dalam jaringan sudah dicover.

Setiap kali node terpilih sebagai cluster head, nilai pheromone akan diperbarui. Sehingga bobot node terpilih sebagai cluster head dipengaruhi oleh dua factor yaitu jumlah node tetangga dan nilai pheromone

**Tahap Service Discovery**

Setelah cluster terbentuk dan cluster head telah terpilih, maka service discovery baru dapat dilakukan. Skema hirarki service yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

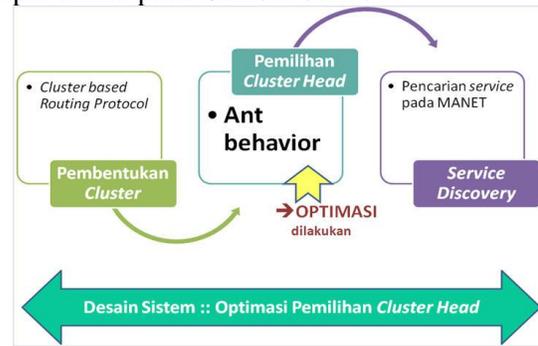


Gambar 1 Hirarki Service Discovery

**II. DESAIN SISTEM**

Pada penelitian ini protokol yang akan dikembangkan diberi nama *Ant Service Discovery* yang merupakan adopsi dari perilaku semut dalam memilih cluster head untuk proses service discovery dalam jaringan MANET. Protokol yang akan dikembangkan ini juga akan menurunkan sifat protokol routing Cluster Based Routing Protocol dalam mengelompokkan node – node yang ada dalam jaringan MANET. Setiap node yang terdapat pada jaringan MANET akan dikelompokkan menjadi suatu cluster, dimana setiap cluster nantinya akan memiliki cluster head. Diharapkan dengan pembagian node ke dalam cluster, dapat mengurangi service

discovery delay dan meningkatkan service success rate. Desain sistem yang akan dibangun dapat dilihat pada Gambar berikut



Gambar 2 AntBehavior CBRPServiceDiscovery

**III. PERANCANGAN SIMULASI SISTEM**

Sesuai dengan tujuan penelitian ini yaitu mengurangi service discovery delay dan meningkatkan service success rate, maka perlu dilakukan pengujian. Tahap pengujian dalam penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja protokol CBRP yang telah dioptimasi pada bagian pemilihan cluster head dan protokol ZRP untuk setiap skenario yang telah dipaparkan pada Bab 3. Kinerja dari kedua protokol ini dinilai dari parameter pengujiannya.

Langkah – langkah pengujian pada penelitian ini adalah membuat skenario pengujian, menentukan parameter pengujian, dan menganalisa hasil pengujian yang telah dilakukan.

**Pembuatan Skrip Pengujian**

Sebelum pengujian dilakukan, penentuan parameter simulasi perlu dilakukan terlebih dahulu. Parameter simulasi ini tetap untuk setiap skenario pengujian, sehingga setiap skrip pengujian yang akan dijalankan pada network simulator JiST/SWANS dibangun berdasarkan parameter simulasi ini.

**Skenario Luas Area**

Skrip pengujian skenario 1 adalah memvariasikan luas wilayah yaitu 1000x1000 s/d 3000x3000. Variasi nilai luas wilayah ini yang dimasukkan kedalam skrip variasi skenario pengujian. Pada Gambar 4.9, nilai yang dirubah adalah nilai yang ditandai dengan warna merah yang merupakan nilai dari luas wilayah. Sedangkan nilai yang lain disetting sama dengan variasi luas wilayah yang lain.

```
jst.swans.Main cbrpServiceDiscovery.callServiceDiscovery -p zrp:2 --iarp=iarp:inf -e 20
-p 20 -f 3000x3000 -j uniform:0.02 -w -a random -b 10,10,20 -m waypoint:0,2,5,40 -x
50 -y printer,wordpress,service3,service4,service5
```

**Skenario Bordercast Transmission**

Skrip pengujian skenario 3 adalah memvariasikan waktu tunggu node yaitu 10ms s/d 90ms. Variasi nilai waktu tunggu node ini

yang dimasukkan kedalam skrip variasi skenario pengujian. Pada Gambar 4.11, nilai yang dirubah adalah nilai yang ditandai dengan warna merah adalah nilai yang ditandai dengan warna merah yang merupakan nilai dari waktu tunggu node. Sedangkan nilai yang lain disetting sama dengan variasi waktu tunggu yang lain.

```
jst.swans.Main cbrpServiceDiscovery.callServiceDiscovery -p zrp 2 --iarp=iarp:inf -e 20
-n 20 -f 3000x3000 -l uniform:0.02 -w -a random -b 30,10,20 -m waypoint:0,2,10,40 -x
50 -y printer,wordpress,service3,service4,service5
```

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengujian pada sub bab ini diperoleh dengan melakukan analisis terhadap file teks yang dihasilkan saat pengujian *Ant Service Discovery Protocol*. Dari hasil pengujian penelitian ini, parameter yang akan dianalisis adalah *service discovery delay* dan *service success rate*.

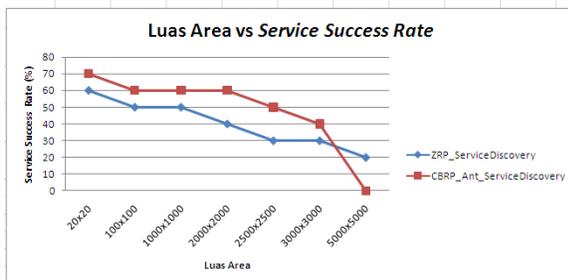
**Hasil Uji Coba Parameter Service Success Rate**

*Service Success Rate* merupakan jumlah perbandingan antara *service* yang sukses ditemukan ketika proses *service discovery* dan jumlah *service* yang harus ditemukan. Parameter *service success rate* ini bertujuan untuk membandingkan proses *service discovery* antara CBRP *Ant Service Discovery* dan ZRP *Service Discovery*.

Tabel 1 Luas Area vs *Service Success Rate*

| Luas Area | ZRP Service Discovery (%) | Ant CBRP Service Discovery (%) |
|-----------|---------------------------|--------------------------------|
| 20x20     | 60                        | 70                             |
| 100x100   | 50                        | 60                             |
| 1000x1000 | 50                        | 60                             |
| 2000x2000 | 40                        | 60                             |
| 2500x2500 | 30                        | 50                             |
| 3000x3000 | 30                        | 40                             |
| 5000x5000 | 20                        | 0                              |

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa semakin besar luas area yang digunakan untuk *service discovery*, maka nilai *service success rate* semakin menurun. Hal ini menunjukkan bahwa semakin luas area, jumlah *node* tetangga semakin menurun dan jumlah kemungkinan *service* ditemukan juga semakin menurun. Oleh karena itu, *service discovery* terbaik dilakukan pada luas area yang tidak terlalu besar.



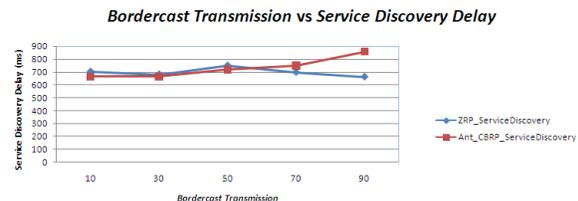
Gambar 3 Luas Area vs *Service Success Rate*

**Hasil Uji Coba Parameter Service Discovery Delay**

Broadcast transmission adalah pause time pada suatu node saat pergerakan di lingkungan manet. Dari hasil pengujian dapat terlihat bahwa semakin besar nilai broadcast transmission, maka nilai *service discovery delay* semakin rendah. Hal ini terlihat pada pengujian broadcast transmission di waktu ke 50, nilai *service discovery delay* yang dihasilkan Ant *Service Discovery* adalah 720 ms. Sedangkan nilai *service discovery delay* yang dihasilkan oleh ZRP *Service Discovery* adalah 750 ms.

| Broadcast Transmission | ZRP Service Discovery (ms) | Ant CBRP Service Discovery (ms) |
|------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| 10                     | 703.125                    | 666.7                           |
| 30                     | 681.8181                   | 666.666                         |
| 50                     | 750.0                      | 720.0                           |
| 70                     | 697.6744                   | 750.0                           |
| 90                     | 661.7647                   | 857.142                         |

Dari hasil pengujian yang dilakukan, terlihat bahwa semakin besar nilai broadcast transmission maka semakin rendah nilai *service discovery delay* yang dihasilkan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa proses pencarian *service* baik dilakukan pada node dengan broadcast transmission yang tinggi. Broadcast transmission yang rendah menunjukkan bahwa mobilitas node tinggi, sehingga proses pencarian pada suatu zona atau cluster akan rendah.



Gambar 4 Broadcast vs *service discovery delay*

**V. KESIMPULAN**

Kontribusi yang diberikan pada penelitian ini adalah mengkombinasikan metode *Ant Behavior* untuk pemilihan *cluster head* dan digunakan dalam proses *service discovery* yang bertujuan untuk meningkatkan *service success rate* dalam lingkungan *Mobile Ad Hoc Network (MANET)*. Kontribusi yang dilakukan dalam penelitian ini terbukti dapat meningkatkan *service success rate* pada protokol CBRP *Ant Service Discovery*. Hal ini dapat terlihat dari hasil pengujian, dimana nilai *service success rate* pada CBRP *Ant Service Discovery* pada luas area 2500x2500 adalah 50%, sedangkan pada ZRP *Service Discovery* adalah 30%. Selain itu, pada luas area yang semakin besar maka nilai *service success rate* juga semakin menurun. Hal ini menunjukkan bahwa *service discovery* efektif dilakukan pada luas area yang tidak terlalu besar

**VI. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] A. Boukerche, Simulation-based performance comparison of routing protocols for mobile ad hoc networks, *Simulation* 78 (2002) 401–407.
- [2] Amin, Seyen. Budiarto, Rahmat., Wan, Tat-Chee. A routing layer-based hierarchical service advertisement and discovery for MANETs, *Sciencedirect, Adhoc Network Journal* .2011.
- [3] Abolhasan, Mehran., Wysocki, Tadeusz., Dutkiewicz, Eryk. A review of routing protocols for mobile ad hoc networks, *Sciencedirect, Adhoc Network Journal*. 2010.
- [4] Barr, R., J.Haas, Z. & Renesse, R.v., (2005). *Scalable Wireless Ad Hoc Network Simulation*. CRC Press, Volume 19, hal. 297-311.
- [5] Chlamtac, I., M. Conti, and J.J Liu (2003). Mobile Ad Hoc Networking: imperatives and challenges. *Ad Hoc Networks*, 1(1):13-64.
- [6] C.N. Ververidis, C.G. Polyzos, A routing layer based approach for energy efficient service discovery in mobile ad hoc networks, *Wireless Communications and Mobile Computing* 9 (2008) 655–672.
- [7] C.N. Ververidis, G.C. Polyzos, Routing layer support for service discovery in mobile ad hoc networks, in: *Third IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOMW'05)*, Kauai Island, Hawaii, 2005, pp. 258–262.
- [8] C. Perkins, E. Belding-Royer, S. Das, RFC 3561: Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV)-draft-ietf-manet-aodv Routing, University of California, Santa Barbara, University of Cincinnati, Nokia Research Center, 2003.
- [9] C.N. Ververidis, G.C. Polyzos, Extended ZRP: a routing layer based service discovery protocol for mobile ad hoc networks, in: *The Second Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services (MobiQuitous 2005)*, IEEE, San Diego, CA, 2005, pp. 65–72.
- [10] Helal, Sumi., Desai, Nitin., Verma, Varun. Choonhwa, Lee.2003. “Konark – A service discovery and delivery protocol for ad hoc networks”, IEEE.
- [11] M. Abolhasan, T. Wysocki, E. Dutkiewicz, C. Liu, J. Kaiser, A review of routing protocols for mobile ad hoc networks, *Ad Hoc Networks* 2 (2004) 1–22..
- [12] N. Moghim, F. Hendessi, N. Movehhedinia, T.A. Gulliver, Ad-hoc wireless network routing protocols and improved AODV, *The Arabian Journal for Science and Engineering* 28 (2003) 99–114.
- [13] R. Koodli, C.E. Perkins, Service Discovery in On-Demand Ad Hoc Networks, draft-koodli-manet-servicediscovery-00.txt, IETF, Internet Draft, 2002.
- [14] Salunkhe. A.S, Sankpal. Dr.S.V, Performance Evaluation Using Cluster Based Routing Protocol for MANET, *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAIEEM)*, January 2013.
- [15] Sampath, Amritha., Tripti. C, M.Thampi.Sabu. “An ACO Algorithm for Effective Cluster Head Selection”, *Journal of Advances in Information Technology*, Vol 2, No.1, February 2011.
- [16] Tonnesen, Andreas. *Mobile Ad-Hoc Networks*, Unik Organization, Everaldo.com, 2004.
- [17] Verdous. Raihana, GMuthukkumarasamy. Vallipuram, Sithirasanen. Elankayer, Trust-based Cluster head Selection Algorithm for Mobile Ad hoc Networks, *IEEE Journal.S*
- [18] Z. Fan, E.G. Ho, Service discovery in mobile ad hoc networks, in: *Sixth IEEE International Symposium on a World of Wireless Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM05)*, Taormina-Giardini Naxos, Italy, 2005, pp. 457–459.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*