

## PERANCANGAN TOPOLOGI DINAMIS SECARA ACAK DALAM MOBILE AD-HOC NETWORK DENGAN PENDEKATAN PEMODELAN

S.N.M.P. Simamora

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung  
Email: snmpsiamamora@students.itb.ac.id

### ABSTRAK

Mobile Ad-hoc Network (MANET) sebagai *wireless local area network* yang bersifat dinamis dalam hal pergerakan *node* berperan untuk mengkondisikan setiap terminal *client* sebagai *backwarding/fowarding-devices*. Dengan demikian kondisi topologi jaringan akan berubah seiring dengan perubahan posisi pada *node-client*. Hal ini tentu saja akan memberikan keuntungan yang baik pada *client* dalam segi fleksibilitas tempat, mengurangi biaya instalasi, reduksi penyediaan infrastruktur dan sifat *temporary* instalasi sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Pada penelitian ini telah dilakukan pemodelan dan simulasi untuk menunjukkan algoritma *routing-network*, status *node* yang terlibat dalam MANET, dan perhitungan nilai QoS dari komunikasi-data yang dibangun antar *node* yang saling bertetangga. Hasilnya menunjukkan perubahan topologi jaringan mengalami perubahan seiring dengan perubahan skenario yang dibangkitkan secara random dan stokastik; dan perubahan topologi jaringan ini merepresentasikan perubahan posisi *node* dalam MANET saat membangun komunikasi-data dari *node-sender* ke *node-receiver*. Metode pengujian menggunakan teknik kuantitatif serta kondisi random direpresentasikan dengan pembangkitan bilangan random yang bekerja berdasar Distribusi Normal/Gauss. Algoritma SNetS yang digunakan telah dapat mengakomodir jumlah *N-node*, sehingga kondisi *node-terminal*, bagaimana status *node*, serta QoS yang didapatkan mendekati kondisi *real*.

**Kata kunci:** *mobile ad-hoc network, backwarding/fowarding-devices, model, topologi dinamis, random, algoritma SNetS.*

### ABSTRACT

*Mobile Ad-hoc Network (MANET) as a wireless local area network that is dynamic in terms of node movement to condition each client terminal acts as a backwarding/fowarding-devices. Thus the condition of the network topology will change with a change in position on the client node. This course will give you a good profit on the client in terms of flexibility of place, reducing installation costs, the reduction of the provision of infrastructure and temporary nature of the installation in accordance with the requirements. This research has been carried out modeling and simulation to show routing-network algorithm, node status involved in MANET, and the calculation of the of data communication QoS value built between nodes that are neighbors. The results show the changes of network topology has changes along with the scenarios changes randomly and stochastic generated; and the changes in the network topology represents a change in position of nodes in MANET while data communication was built from node-sender to node-receiver. The testing method using quantitative techniques and random conditions represented by the generation of random numbers that work based on the Normal/Gauss Distribution. A SNetS algorithm used has been able to accommodate the number of N-node, so how the node-terminal conditions, how the status of nodes, as well as QoS obtained close to real conditions.*

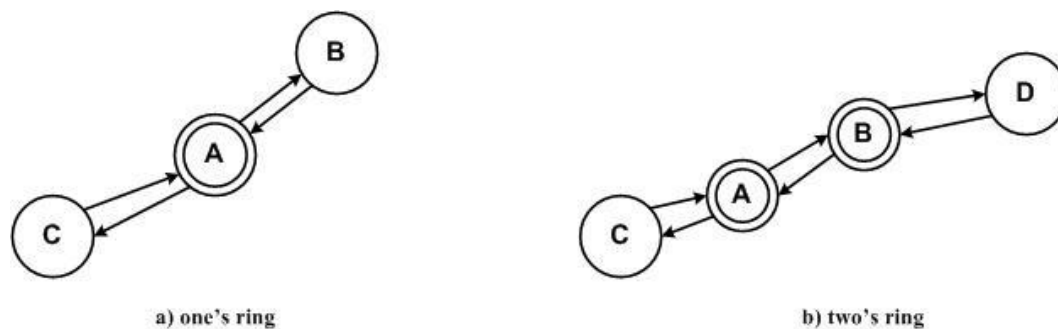
**Keywords:** *mobile ad-hoc network, backwarding/fowarding-devices, model, dynamic-topology, random, SNetS algorithm.*

### 1. PENDAHULUAN

*Mobile Ad-Hoc Network (MANET)* merupakan suatu jaringan *wireless* dengan topologi dinamis [1][2] dengan mengalih-fungsikan setiap terminal *host-computer client* menjadi *backwarding/fowarding-devices* seperti halnya fungsi sebagai *access-point* [3][4]. MANET menerapkan klasifikasi topologi jaringan *point-to-point* atau *ad-hoc* sebagai basis infrastruktur jaringan saat membangun sebuah jaringan komunikasi data. Oleh sebab dimodelkan sebagai *point-to-point* menyebabkan MANET lebih tepat digolongkan dalam jenis *mesh-network* [5][6]. Dan pada MANET, pengalamatan yang digunakan tidak bergantung pada kategori *static-IP* maupun *dynamic-IP* [3][4][7]. Peranan MANET yang terpenting adalah dapat menyediakan infrastruktur jaringan telekomunikasi secara sementara dan dinamis dalam kondisi darurat maupun oleh alasan ketersediaan infrastruktur fisik yang tidak memadai [8][9].

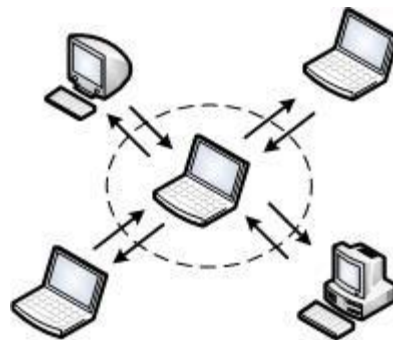
Setiap terminal *host-computer* dapat membangun komunikasi data dari setiap posisinya dalam jaringan *wireless* sepanjang dalam jangkauan *line-of-sight* antar *node-node client*. Hal ini menunjukkan bahwa topologi jaringan *wireless* yang terbentuk dalam MANET menjadi bersifat dinamis; oleh sebab menyesuaikan dengan perpindahan setiap *host-computer* [10][11].

Seperti halnya pada terminal umum lainnya dalam jaringan *wireless*, bahwa *routing packet-data* akan diteruskan pada *node-node* tetangga yang relatif saling berdekatan. Sehingga pada MANET, dengan ditiadaknya *access-point* yang berperan sebagai *backwarding/fowarding-devices*, *packet-data* akan diteruskan pada *node-node* yang saling bertetangga menuju pada *node* atau terminal tujuan [2][10][12]. Ditunjukkan pada Gambar 1 *node-A* berperan sebagai *backwarding/fowarding-devices* untuk meneruskan *packet-data* dari *node-pengirim* menuju *node-penerima*; sedangkan pada Gambar.1.b menjelaskan oleh sebab posisi *node-sender* dan *node-receiver* relatif tidak cukup saling berdekatan untuk membangun komunikasi-data maka *node-A* dan *node-B* berperan sebagai *backwarding/fowarding-devices* dalam me-*routing*-kan *packet-data*. Kondisi inilah disebut dengan lintasan *two's ring* oleh sebab *packet-data* di-*routing*-kan dua lompatan untuk menuju *node-receiver* [13][14].



Gambar 1. Skema Mobile Ad-hoc Network

Pemodelan jaringan komputer dengan menggunakan metode *graph* telah umum digunakan [13][15][16] untuk menentukan *optimum-cost* dari transportasi rute jaringan yang dibangun saat suatu *packet-data* dikirimkan melewati *node-node* dalam jaringan yang saling bertetangga. Tujuannya untuk mendapatkan algoritma *routing network* yang optimal saat posisi setiap *node* menentukan dan berpengaruh pada peta *routing packet-data* yang dikirimkan dari *node-sender* menuju *node-receiver* [17][18].



Gambar 2. Model Mobile Ad-hoc Network

Dari sejumlah penelitian yang telah dilakukan [2][3][4][7], MANET yang dibangun masih sebatas *one's ring* seperti ditunjukkan pada Gambar .2, dimana *node-client* berperan sebagai pusat pembagi sambungan di antara jumlah *client* yang terbangun dalam MANET. Dan pada penelitian ini dibahas perihal mekanisme perancangan topologi dinamis secara acak untuk membentuk MANET dengan pendekatan pemodelan; dan teknik *graph* digunakan sebagai metode pemodelan sebagai dasar metode kuantitatifnya.

## 2. METODE

Metode pemodelan yang digunakan adalah analitik dan komputerisasi dengan berbasiskan teknik *graph*. MATLAB digunakan untuk dukungan simulasi saat metode analitik yang telah disusun berbasiskan algoritma simulasi jaringan MANET, disebut *SNetS Algorithm*, yang digunakan. Untuk membangkitkan kondisi acak, digunakan Distribusi Normal/Gauss dalam algoritma yang diajukan dan dibangun.

Setiap komunikasi data yang dibangun antara dua *node* disebut dengan *path*; dan setiap *node* dalam jaringan komputer walaupun dalam keadaan ON namun belum tentu status *on-line*. QoS diukur dalam tiga parameter yakni: *end-to-end delay* (semakin baik apabila nilai semakin kecil), *throughput* (semakin baik apabila nilai semakin besar), dan *packet-loss* (nilai semakin baik apabila nilai mendekati 0). Dua *node*, misalkan *node-X* dan *node-Y*, jika memiliki nilai bobot dalam *routing packet-data*,  $\forall$  (*weight-cost*), maka  $\forall_{XY}$  relatif terhadap  $\forall_{YX}$ . Kondisi ini menunjukkan tidak berlaku sifat komutatif [11][13][19]. Pada penelitian ini dipilih  $\forall_{XY}$  (atau  $\forall_{YX}$ ) terbesar yang merujuk pada nilai *throughput*, dengan alasan *throughput* kanal data terdeteksi terlebih dahulu sebelum sebuah *packet-data* dikirimkan bila dibandingkan *end-to-end delay* dan *packet-loss*.

Pada pemodelan yang dilakukan, tahapan algoritma dibagi dalam lima langkah, yakni sebagai berikut:

Tahap-1: Menentukan Tabel Acuan, yang terdiri dari *path-node*, *path-cost* (sebagai acuan QoS), kriteria status *connected* suatu *path* antar-*node*

Jika  $\Sigma(\text{node})$  dalam MANET = N, maka

$$\text{total\_path-node (i)} = N \times N - N$$

Pada penelitian ini digunakan lima *node*, maka total *path-node* yang dapat dibangun ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Acuan path-node**

i	range	path	i	range	path
1	$0 \leq \text{rand}() < 0.05$	A-B	11	$0.50 \leq \text{rand}() < 0.55$	C-D
2	$0.05 \leq \text{rand}() < 0.10$	A-C	12	$0.55 \leq \text{rand}() < 0.60$	C-E
3	$0.10 \leq \text{rand}() < 0.15$	A-D	13	$0.60 \leq \text{rand}() < 0.65$	D-A
4	$0.15 \leq \text{rand}() < 0.20$	A-E	14	$0.65 \leq \text{rand}() < 0.70$	D-B
5	$0.20 \leq \text{rand}() < 0.25$	B-A	15	$0.70 \leq \text{rand}() < 0.75$	D-C
6	$0.25 \leq \text{rand}() < 0.30$	B-C	16	$0.75 \leq \text{rand}() < 0.80$	D-E
7	$0.30 \leq \text{rand}() < 0.35$	B-D	17	$0.80 \leq \text{rand}() < 0.85$	E-A
8	$0.35 \leq \text{rand}() < 0.40$	B-E	18	$0.85 \leq \text{rand}() < 0.90$	E-B
9	$0.40 \leq \text{rand}() < 0.45$	C-A	19	$0.90 \leq \text{rand}() < 0.95$	E-C
10	$0.45 \leq \text{rand}() < 0.50$	C-B	20	$0.95 \leq \text{rand}() < 1.0$	E-D

Jika nilai  $\forall$  dibagi secara berjenjang dari 1 sampai dengan 10, maka dengan membangun domain kemunculan nilai berdasar *range* (rentang) bilangan random ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Acuan path-cost ( $\forall$ )**

range	$\forall$	range	$\forall$
$0.0 \leq \text{rand}() < 0.1$	1	$0.5 \leq \text{rand}() < 0.6$	6
$0.1 \leq \text{rand}() < 0.2$	2	$0.6 \leq \text{rand}() < 0.7$	7
$0.2 \leq \text{rand}() < 0.3$	3	$0.7 \leq \text{rand}() < 0.8$	8
$0.3 \leq \text{rand}() < 0.4$	4	$0.8 \leq \text{rand}() < 0.9$	9
$0.4 \leq \text{rand}() < 0.5$	5	$0.9 \leq \text{rand}() < 1.0$	10

Algoritma menetapkan status *connected* suatu *path-node*:

```

for status: connected
if rand() < 0.5 then
    status: no
else
    status: yes

```

Tahap-2: Memunculkan iterasi percobaan minimal 10 kali dari kondisi *randomize* yang didapatkan menggunakan bilangan random yang bekerja berdasar Distribusi Normal/Gauss.

Tahap-3: Memunculkan posisi setiap *node* pada kurva-X (absis) dan kurva-Y (ordinat) dimana masing-masing dilakukan secara *randomize*, dengan syarat: apabila muncul nilai koordinat dua *node* atau lebih, maka nilai absis dan ordinat tersebut diiterasi kembali sampai didapatkan berbeda.

Formula yang digunakan:

untuk nilai absis maupun ordinat:

```

x' or y' ← {rand() roundup 1'digit}
x ← x' * 10;
y ← y' * 10;

```

Tahap-4: Gambarkan posisi setiap *node* dalam kurva sumbu-X terhadap sumbu-Y. *Path-node* yang digambarkan pada MANET mengikuti syarat dan batasan sebagai berikut:

- a) jika ditemukan dua atau lebih *path-node* yang sama pada iterasi yang dilakukan, maka pilih *path-node* dengan iterasi terbaru
- b) status *connected* pada *path-node* dengan nilai: tidak, deskripsikan dengan *style='dash'*
- c) tidak berlaku sifat komutatif pada *path-node*;  $v(A,B)$  berbeda dengan  $v(B,A)$
- d) apabila ditemukan koordinat (x,y) dua *node* atau lebih yang sama, maka lakukan iterasi kembali sampai didapatkan tidak ada yang sama

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan 10 kali iterasi untuk setiap langkah dan tahapan dengan Algoritma SNetS, dimana dilakukan dalam 4 kali percobaan. Hal ini menunjukkan nantinya ada empat topologi dengan lima node, yakni: A,B,C,D,E, yang berbeda bersifat dinamis.

Apabila diasumsikan keempat topologi ini merupakan perubahan *state* perpindahan posisi masing-masing *node* dari kelima *workstation host-computer* dalam MANET tersebut, maka terlihat hasilnya nanti bagaimana kelebihan MANET dapat menerapkan proses komunikasi data yang dinamis dan fleksibel.

Percobaan untuk simulasi-1 ditunjukkan pada Tabel 3 sampai dengan 6; percobaan untuk simulasi-2 ditunjukkan pada Tabel 7 sampai dengan 10; dan percobaan untuk simulasi-3 serta terakhir simulasi-4 ditunjukkan pada Tabel 11 sampai dengan 14.

**Tabel 3. Simulasi-1: path-node**

i	rand()	path-node
1	0.013557444	A-B
2	0.716977088	D-C
3	0.869245079	E-B
4	0.138423783	A-D
5	0.872067716	E-B
6	0.974281351	E-D
7	0.209083487	B-A
8	0.542092158	C-D
9	0.239577118	B-A
10	0.020732939	A-B

**Tabel 4. Simulasi-1: path-cost node**

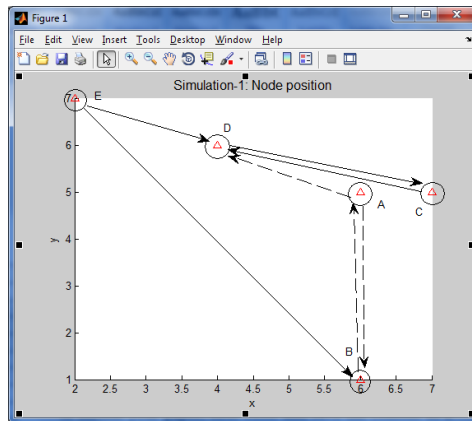
i	path-node	rand()	$\forall$
1	A-B	0.013557444	10
2	D-C	0.716977088	6
3	E-B	0.869245079	1
4	A-D	0.138423783	10
5	E-B	0.872067716	9
6	E-D	0.974281351	1
7	B-A	0.209083487	6
8	C-D	0.542092158	5
9	B-A	0.239577118	5
10	A-B	0.020732939	1

**Tabel 5. Simulasi-1: path-node status**

i	path-node	$\forall$	rand()	status: connected
1	A-B	10	0.013557444	no
2	D-C	6	0.716977088	yes
3	E-B	1	0.869245079	yes
4	A-D	10	0.138423783	no
5	E-B	9	0.872067716	yes
6	E-D	1	0.974281351	yes
7	B-A	6	0.209083487	no
8	C-D	5	0.542092158	yes
9	B-A	5	0.239577118	no
10	A-B	1	0.020732939	no

**Tabel 6. Simulasi-1: posisi node**

Node	$x'=\text{rand}()$	$y'=\text{rand}()$	x	y
A	0.623081202	0.516283127	6	5
B	0.562979782	0.078042327	6	1
C	0.745557258	0.459036483	7	5
D	0.43056762	0.637722112	4	6
E	0.200899001	0.718280318	2	7



**Gambar 3. Skema mobile ad-hoc network pada simulasi-1**

Berdasar simulasi-1, *routing-network* yang terjadi jika *node-sender*=E dan *node-receiver*=C adalah: E-D-C dengan nilai QoS=7. Namun saat *node-sender*=C dan *node-receiver*=E, *routing-network* tidak dapat dibangun dengan alasan tidak ada *path-node*: D-E. Demikian juga berdasar Gambar 3, jika *node-sender*=E dan *node-receiver*=B maka *routing-network* yang dipilih adalah: E-B dengan QoS=9; tidak melalui *node*-D. Hal ini disebabkan tidak ada *routing* yang dapat dibangun dari *node*-D sebagai *sender* menuju *node* tetangga lain ke arah *node*-B.

Selanjutnya untuk simulasi-2, ditunjukkan pada Tabel-7 sampai dengan 10 memperlihatkan kemunculan berbeda terhadap *path-node*, nilai QoS dari *path-node* tersebut beserta status *connected*-nya. Dan posisi kelima *node* dalam MANET ditunjukkan pada Gambar 4 yang memperlihatkan *routing-network* yang terbangun beserta kondisi *path-node* yang mengalami status tersambung atau tidak sama sekali.

**Tabel 7. Simulasi-2: path-node**

i	rand()	path-node
1	0.390972334	B-E
2	0.062667869	A-C
3	0.003211778	A-B
4	0.836672618	E-A
5	0.717803583	D-C
6	0.982016142	E-D
7	0.498778574	C-B
8	0.904183113	E-C
9	0.694373199	D-B
10	0.356228518	B-E

**Tabel 8. Simulasi-2: path-cost node**

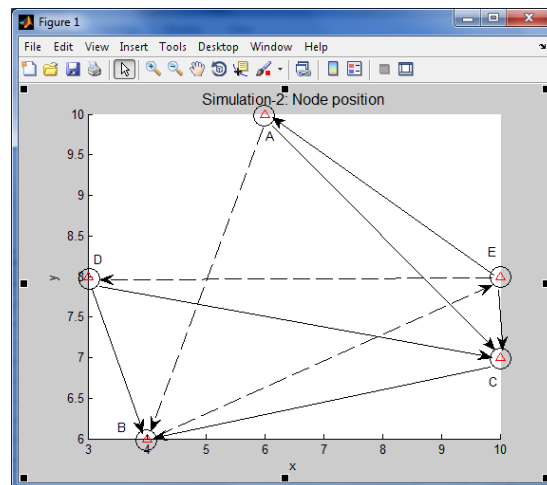
i	path-node	rand()	∇
1	B-E	0.594111975	6
2	A-C	0.421631829	5
3	A-B	0.391762631	4
4	E-A	0.603784928	7
5	D-C	0.954472592	10
6	E-D	0.855851515	9
7	C-B	0.455182412	5
8	E-C	0.532837205	6
9	D-B	0.181395041	2
10	B-E	0.747835258	8

**Tabel 9. Simulasi-2: path-node status**

i	path-node	$\forall$	rand()	status: connected
1	B-E	6	0.668618696	yes
2	A-C	5	0.868191572	yes
3	A-B	4	0.149469678	no
4	E-A	7	0.720013345	yes
5	D-C	10	0.694323921	yes
6	E-D	9	0.416578209	no
7	C-B	5	0.856158856	yes
8	E-C	6	0.741576585	yes
9	D-B	2	0.694110238	yes
10	B-E	8	0.107293892	no

**Tabel 10. Simulasi-2: posisi node**

Node	$x^2=\text{rand}()$	$y^2=\text{rand}()$	x	y
A	0.583794747	0.998876056	6	10
B	0.404142857	0.605286971	4	6
C	0.975184110	0.686863299	10	7
D	0.299449908	0.825399059	3	8
E	0.990745082	0.801171870	10	8



**Gambar 4. Skema mobile ad-hoc network pada simulasi-2**

Berdasar simulasi-2, *routing-network* yang terjadi jika *node-sender*=E dan *node-receiver*=C (jika merujuk pada skenario simulasi-1) adalah: E-C, dan nilai QoS didapatkan 6. Demikian juga, jika kembali merujuk pada simulasi-1, saat *node-sender*=C dan *node-receiver*=E, *routing-network* tidak dapat dibangun dengan alasan tidak ada *path-node*: C-E; sehingga disebut: *not-available* (N/A). Dan berdasar kondisi ini tentunya nilai QoS tidak dapat terukur. Demikian juga berdasar Gambar 4, jika *node-sender*=E dan *node-receiver*=B maka *routing-network* yang dipilih adalah: E-A-C-B dengan QoS=17.

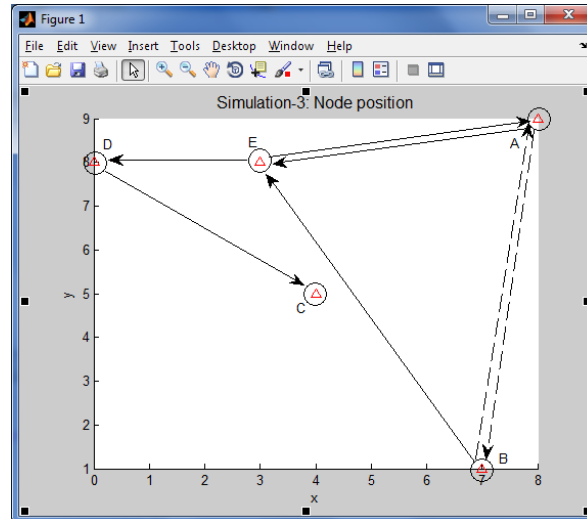
Selanjutnya untuk simulasi-3 dan 4, agar lebih memperjelas uraian dan tahapan hasil pengujian dilakukan modifikasi kolom dengan tujuan untuk lebih sederhana dan ringkas seperti ditunjukkan pada Tabel 11 sampai dengan 14.

**Tabel 11. Simulasi-3: path-node, QoS, dan status**

i	path-node	$\forall$	status: connected
1	E-A	10	yes
2	E-D	4	yes
3	A-B	5	no
4	B-A	2	no
5	B-E	2	yes
6	D-C	7	yes
7	D-C	4	yes
8	E-A	2	yes
9	A-B	2	no
10	A-E	1	yes

**Tabel 12. Simulasi-3: posisi node**

node	$x'=\text{rand}()$	$y'=\text{rand}()$	x	y
A	0.823438389	0.866549935	8	9
B	0.659775864	0.051527533	7	1
C	0.420010430	0.519317952	4	5
D	0.033077146	0.832586993	0	8
E	0.280131298	0.795783460	3	8



**Gambar 5. Skema mobile ad-hoc network pada simulasi-3**

Berdasar simulasi-3, *routing-network* yang terjadi jika *node-sender*=E dan *node-receiver*=C (jika merujuk pada skenario simulasi-1) adalah diuraikan sebagai berikut:

- Bandingkan:  $\forall(E,D)$  dan  $\forall(E,A) \Rightarrow$  pilih nilai terbesar
- maka:  $\forall(E,D) = 4$
- Oleh sebab tidak ada *multi path-node*, maka *routing-network*:
- $\Rightarrow \forall(D,C) = 4$
- routing-network*: E-D-C dengan QoS terukur pada 8

Namun jika kembali merujuk pada simulasi-1, saat *node-sender*=C dan *node-receiver*=E, *routing-network* tidak dapat dibangun dengan alasan tidak ada *path* yang dibangun dari *node-C* sebagai *sender*; sehingga disebutkan: *not-available* (N/A). Dan berdasar kondisi ini tentunya nilai QoS tidak dapat terukur. Demikian juga berdasar Gambar 5, jika *node-sender*=E dan *node-receiver*=B maka dapat diuraikan sebagai berikut:

- Bandingkan:  $\forall(E,D)$  dan  $\forall(E,A) \Rightarrow$  pilih nilai terbesar  
maka:  $\forall(E,D) = 4$
- Oleh sebab tidak ada *multi-path* dari *node-D*, maka: dipilih  $\forall(D,C) = 4$
- Oleh sebab *node-C*, sebagai *sender*, tidak memiliki *path-node* terhadap *node-B*, maka *routing-network* tidak dapat dibangun apabila *node-E* sebagai *sender* dan *node-B* sebagai *receiver*; sehingga alternatif lain dimunculkan dari *path-node*: E-A, yakni sebagai berikut:
- Cari:  $\forall(E,A) \Rightarrow$  didapatkan: 2
- Bandingkan:  $\forall(A,E)$  dan  $\forall(A,B) \Rightarrow$  pilih status = *connected*  
 $\Rightarrow \forall(A,E) = 1$
- Selanjutnya dipilih:  $\forall(E,D) = 4$
- Oleh sebab tidak ada *multi-path* dari *node-D*, maka: dipilih  $\forall(D,C) = 4$
- Oleh sebab *node-C*, sebagai *sender*, tidak memiliki *path-node* terhadap *node-B*, maka *routing-network* tidak dapat dibangun apabila *node-E* sebagai *sender* dan *node-B* sebagai *receiver*

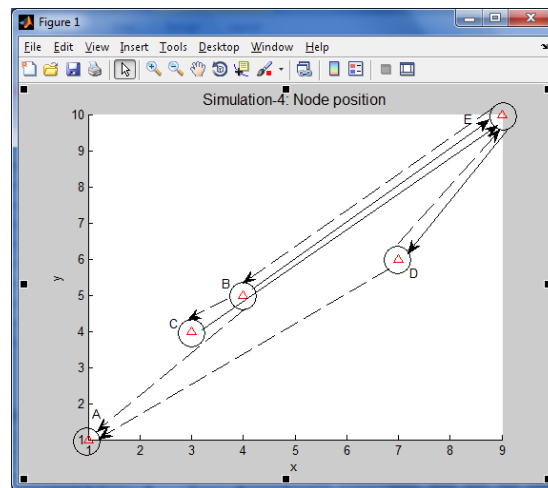
Dengan demikian *routing-network* tidak dapat dibangun apabila apabila *node-E* sebagai *sender* dan *node-B* sebagai *receiver*, dan QoS tidak dapat terukur. Hal ini berbeda jika dibandingkan dengan simulasi-1.

**Tabel 13. Simulasi-4: path-node, QoS, dan status**

i	path-node	$\forall$	status: connected
1	B-C	9	yes
2	E-D	9	no
3	D-A	2	no
4	E-D	2	yes
5	B-C	10	no
6	B-E	7	yes
7	E-B	4	no
8	B-A	4	no
9	D-E	8	no
10	C-E	8	yes

**Tabel 14. Simulasi-4: posisi node**

Node	$x^2=\text{rand}()$	$y^2=\text{rand}()$	x	y
A	0.049469977	0.611021086	1	1
B	0.431001650	0.213032923	4	5
C	0.188833509	0.695460413	3	4
D	0.676516951	0.076833047	7	6
E	0.471037214	0.790957175	9	10



**Gambar 6. Skema mobile ad-hoc network pada simulasi-4**

Berdasar simulasi-4, *routing-network* yang terjadi jika *node-sender*=E dan *node-receiver*=C (jika merujuk pada skenario simulasi-1) adalah: tidak dapat dibangun. Hal ini disebabkan tidak adanya *path-node* maupun *node-node* antar-tetangga yang membangun *path-connection* dari *node-E* sebagai *sender* menuju *node-C* sebagai *receiver*; sehingga bisa disebutkan: *not-available* (N/A). Namun jika kembali merujuk pada simulasi-1, saat *node-sender*=C dan *node-receiver*=E, *routing-network* dibangun dengan alasan ada *path-node*: C-E; sehingga QoS terukur dengan nilai 8. Demikian juga berdasar Gambar 6, jika *node-sender*=C dan *node-receiver*=D maka *routing-network* yang dipilih adalah: C-E-D dengan QoS=8+2=10.

Dari hasil pengujian ini menunjukkan bahwa setiap simulasi yang dibangkitkan bersifat *real-time* dan stokastik, sehingga topologi jaringan yang terbentuk memenuhi kriteria dari sebuah jaringan MANET yang bersifat dinamis, fleksibel, dan mengalihfungsikan terminal-*client* menjadi *backwarding/fowarding-devices*. Di samping itu juga menunjukkan terpenuhi pergerakan dan perpindahan setiap terminal-*client* dalam cakupan MANET. Juga terlihat bahwa sebuah terminal-komputer belum tentu bergabung dalam jalinan komunikasi data walaupun terdeteksi dalam kondisi: ON (*running*).

#### 4. KESIMPULAN

Perubahan topologi pada sebaran *node-node* dalam *mobile ad-hoc network* merepresentasikan pergerakan *node-node* tersebut dalam jangkauan *line-of-sight* sinyal pancar/terima masing-masing *client*



*host-computer*. Dan perubahan topologi tersebut diidentifikasi dengan perubahan topologi jaringan pada keempat skenario yang telah dilakukan.

Sebuah *host-computer* dalam jaringan komunikasi data belum tentu teridentifikasi bergabung dalam sinyal pancar/terima pada *mobile ad-hoc network*, walaupun dalam status ON (*running*). Demikian juga sebuah *host-computer* dalam jaringan komunikasi data belum tentu memiliki kanal dengan kondisi QoS yang baik walaupun dalam kondisi ON-LINE, melainkan berada pada hirarki level QoS tertentu.

Dua *node* yang terjalin pada suatu *path-node* memiliki *weight* konektivitas yang bergantung pada parameter *end-to-end delay*, *throughput*, dan *packet-loss*, adalah tidak mengenal sifat komutatif. Hal ini menjelaskan bahwa  $\forall_{AB}$  relatif memiliki nilai identik dengan  $\forall_{BA}$ .

Sebuah *node* dapat memancarkan sinyal ke berbagai *node* tujuan dan menerima sinyal dari berbagai *node* saling bertetangga namun tetap mengalami proses antrian untuk masuk ke dalam kondisi prioritas. Dengan demikian jika diupayakan kecepatan pemrosesan pada setiap lapisan TCP/IP dapat ditingkatkan [20], maka secara linier akan memperkecil nilai *end-to-end delay* dan meningkatkan *throughput streaming data*.

*Mobile Ad-hoc Network* terbukti memiliki sifat dan karakteristik topologi yang dinamis, sehingga secara pendekatan kuantitatif memiliki *installation-cost* lebih murah jika dibandingkan dengan *conventional wireless network*. Di samping itu juga infrastruktur MANET dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan *monitoring* dan *identifier object* pada suatu area yang bersifat *restricted* dan *protected*.

Simulasi dengan menggunakan Algoritma SNetS telah memenuhi kriteria untuk *N-node*, dimana N menunjukkan jumlah *node*. Dalam hal ini dapat dideskripsikan ada N topologi MANET yang dapat dibangun secara stokastik dan random, sehingga kondisi memenuhi prasyarat kondisi sebuah lingkungan dan sistem yang mendekati *real*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Telematika dan Laboratorium Sistem Pengaturan Sekolah Teknik Elektro dan Informatika (STEI) ITB atas dukungan teknis dan infrastruktur sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Demikian juga disampaikan kepada anggota Pusat Studi Telematika dan Kontrol (PUSITELL) Universitas BALE Bandung atas bantuan tenaga dan perangkat saat pengujian dan simulasi dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Chakeres and C. Perkins, "Dynamic MANET On-Demand (DYMO) Routing," Internet-Draft, draft-ietf-manet-dymo-06.txt, October 2006.
- [2] S.N.M.P. Simamora, T.Juhana, Kuspriyanto, N. R. Bagjarasa. "Sistem Pemodelan Perpindahan Terminal-User secara Terpola untuk Mengukur Pola Perubahan Throughput pada Topologi MANET". Seminar Teknologi Informasi dan Sistem Informasi (SeTISI) 2013. Fak. Teknologi Informasi, Univ. Kristen Maranatha, Bandung. pp.186-191. ISBN:978-602-98685-3-1.
- [3] S.N.M.P. Simamora, T.Juhana, Kuspriyanto, M. Fajarwati. "Analisis Performa Perpindahan Terminal-Client Menggunakan IPv6 Pada Mobile Ad-Hoc Network". Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Vol.9 No.2 Maret 2013 Fak. Ilmu Komputer, Universitas Pelita Harapan. pp.133-141. ISSN: 1412-9523.
- [4] S.N.M.P. Simamora, T.Juhana, Kuspriyanto, N. Setiawan. "IPv6 Addressing Technique based Dynamic Host Configuration Protocol in Mobile Ad-hoc Network", The 7th International Conference on Telecommunication Systems, Services, and Applications (TSSA) 30-31 October 2012, STEI-ITB. Denpasar. Bali. pp:280-283 ISBN: 978-1-4673-4549-1.
- [5] S.N.M.P. Simamora, G. W. Wibowo. "Analisis Model Perpindahan Terminal-Client pada W-LAN untuk Layanan Live Radio-Streaming". Seminar Nasional Sistem & Teknologi Informasi (SNASTI) 2013. STIKOM Surabaya. pp.1-6. ISBN: 978-979-8968-36-5.
- [6] S. Basagni, etc. Mobile Ad-Hoc Networking. IEEE-Press. 2004.
- [7] S.N.M.P. Simamora, T.Juhana, Kuspriyanto, A. Ruhyani. "The Comparative Analysis of Data-streaming Services for Position Variable in Mobile Ad-hoc Network". Proceedings, SITIA (14th Seminar on Intelligent Technology and Its Applications) 2013. T.Elektro-ITS Surabaya. ISSN:2338-2023.
- [8] S.N.M.P. Simamora. "Model Pembelajaran Teknologi Informasi Dengan Teknik MANET Pada Kawasan Tertinggal". Seminar Nasional Indonesia Timur (SENANTI) 2014, PUSKIT, Univ. Atma Jaya Yogyakarta. pp.1-9. ISBN: 978-602-8817-62-2.

- [9] J.M. Hurakadli, S.S. Manvi, J.D. Mallapur. "Agent based Connectivity Detection and Routing in Mobile Ad-hoc Networks". 3rd International IEEE COnference Intelligent Systems. 2006. p.391-395.
- [10] S.N.M.P. Simamora. "Dynamics System Modeling Approach in Node Mobility on Mobile Ad-hoc Network". The 1st Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (CITACEE) 2013. Departement of Computer Engineering, Univ. Diponegoro. pp.35-39. ISSN: 2338-5154.
- [11] S.N.M.P. Simamora, M. Farid Al Haris, A. Sularsa. "Analisis Kinerja Layanan Voip Pada Jaringan Hotspot Dengan Pendekatan Perpindahan Terminal-Client". Proceeding SNIT (Seminar Nasional Inovasi dan Teknologi) 13 Juni 2012, Univ. BSI. Bandung. pp:21-29. ISBN: 978-602-99213-2-8.
- [12] D. Watkins, Craig Scott, "A Graph Alorithm Based Approach To Recovery And Failover In Tactical MANETS". Seventh ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking, and Parallel/Distributed Computing. 2006. pp.253-260.
- [13] S.N.M.P. Simamora, T.Juhana, Kuspriyanto, A. L. Fajarini. "Pemodelan Graf Dalam Jalur Komunikasi Data Pada Mobile Ad-Hoc Network". Proceeding Of KNSI, 14–15 Februari 2013, STMIK Bumi Gora, Mataram, Indonesia. pp.221-226. ISBN: 978-602-17488-0-0.
- [14] W. Wongsason, C. Pirak, R. Mathar. "Adaptive Clustering in MANETs Using Graph Theoretical Algorithms". International Conference on Electrical Engineering/Electronics Computer Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON). 2010. pp.789-793.
- [15] I. SAU VALLS. "Optimization in Graphs under Degree Constraints Application to Telecommunication Networks". Dissertation, Programa de doctorat en Matematica Aplicada, UNIVERSITAT POLITECN CA DE CATALUNYA. 2009.
- [16] V. Ramaiyan. "Topics in Modeling, Analysis and Optimisation of Wireless Networks". THESIS. 2009.
- [17] D. Mahrenholz. "Providing QoS for Publish/Subscribe Communication in Dynamic Ad-Hoc Networks". Dissertation. Universitat Magdeburg. 2006.
- [18] J.K. Buhagiar, C.J. Debono. "The Application of Discrete Time Methods To Position Estimation in WMANS". IEEE EUROCON 2009. p.1755-1762.
- [19] C. Sommer, I. Dietrich, F. Dressler. "Realistic Simulation of Network Protocols in VANET Scenarios". IEEE INFOCOM 2008. pp1-5.
- [20] S.N.M.P. Simamora. "Analisis Metode Cross-Layer Design dalam Efisiensi Trafik Kanal dengan Pendekatan Teknik Penjadwalan". Seminar Nasional Inovasi dan Rekayasa Teknologi (SNIRT) 2014, Fak. Teknik, Univ. 17 Agustus 1945 Cirebon. hal.95-100. ISSN: 2406-9663.