

SEBARAN ACAK PADA DISTRIBUSI PERGERAKAN NODE DALAM MOBILE AD-HOC NETWORK

S.N.M.P. Simamora

Dept. T. Telekomunikasi, STEI

Institut Teknologi Bandung

Jl. Ganesha No. 10, Bandung 40132

email: snmpsimamora@students.itb.ac.id

Abstrak – Pada jaringan wireless setiap node-node dimungkinkan membangun komunikasi data pada posisi yang bersifat dinamis dan fleksibel. Kondisi dan hal ini bisa terpenuhi apabila setiap node-node komputer tersebut selalu dan masih berada dalam line-of-sight sinyal pancar/terima dari cell-station (backwarding/fowarding-devices) yakni access-point. Namun dalam mobile ad-hoc network setiap node-node client dapat berperan juga sebagai backwarding/fowarding devices; sehingga posisi setiap node client tersebut dapat tersebar secara acak dalam domain wireless-LAN yang terbentuk dalam suatu topologi jaringan komputer. Hal ini menunjukkan topologi jaringan yang terbentuk dapat bersifat acak, dinamis, dan fleksibel; namun haruslah dimungkinkan tetap mempertahankan QoS yang dihasilkan. Dalam penelitian ini telah dilakukan kajian menggunakan metode kuantitatif dan simulasi bagaimana posisi acak 12 node yang dibuat membentuk topologi jaringan secara real-time, dinamis, dan fleksibel; yang mana tentu juga menghasilkan nilai QoS tersendiri yang terukur, dengan metode graf network. Pada penelitian ini juga telah menghasilkan sebuah algoritma untuk membuat topologi jaringan, menentukan path antar-node yang sedang menjalan komunikasi, menentukan setiap bobot kualitas, serta jalur transportasi dari node-pengirim menuju node-tujuan. Hasilnya menunjukkan setiap topologi jaringan yang terbentuk ini akan memberikan masing-masing nilai QoS yang berbeda bergantung pada edge yang dibangun serta sebaran acak posisi node-node client dalam jaringan wireless, yakni mobile ad-hoc network, tersebut. Manfaat yang dapat diberikan nantinya dalam hal prediksi aspek robustness dan availability saat jumlah node yang membangun panggilan lebih besar dari cakupan satu access-point.

Kata Kunci: mobile ad-hoc network, acak, QoS, graf, backwarding/fowarding devices

I. PENDAHULUAN

Tantangan terbesar dalam topologi jaringan wireless adalah membentuk komunikasi data antar node-node client dalam jaringan dengan perpindahan dinamis dan fleksibilitas. Kondisi ini berkaitan terhadap posisi backwarding/fowarding-devices sebagai cell-station antar node-node client dalam jaringan tersebut[1][2]. Dan hal ini telah terjawab dengan teknologi MANET (Mobile Ad-hoc Network) [3][4] dimana setiap node-node client dapat berperan sebagai backwarding/fowarding devices; yakni seperti halnya access-point [5][6].

Sejauh ini ada tiga hal utama kasus yang dikaji dalam MANET yakni: routing, optimasi power, dan performansi kanal data [4][7]. Persoalan routing berkaitan dengan re-posisi, dinamika topologi, dan perpindahan node client [8][9]; optimasi power berkaitan dengan sumber-daya yang dibutuhkan pada setiap node-node client; dan performansi kanal data berkaitan dengan teknik cross-layer design, QoS dan efisiensi komunikasi [10][11][12]. Dan karakteristik topologi network yang dibentuk oleh Mobile Ad-hoc Network adalah bersifat fleksibel dan dinamis [13][14].

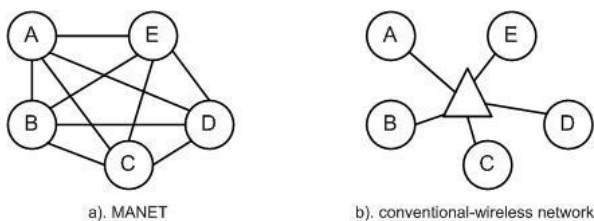
Pada penelitian ini kajian utama, problem statement, difokuskan pada persoalan routing. Domain persoalan routing yang dieksplorasi yakni bentuk topologi yang dibangun serta jalinan konektivitas komunikasi data antar node-node yang saling bertetangga sampai pada tahap pengiriman message dari node asal menuju node tujuan. Disamping itu juga dikaji dan dibahas perihal perhitungan cost performansi dari topologi yang terbentuk dan routing yang dibangun antar node-node saling bertetangga tersebut.

II. TEORI DAN METODE

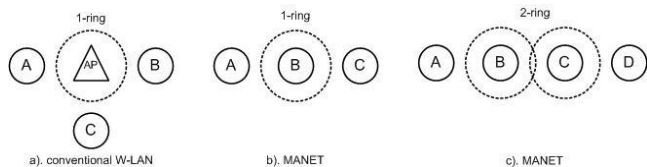
2.1. Mobile Ad-Hoc Network

Konsep mobile ad-hoc network (MANET) menitikberatkan pada peran dan fungsi setiap node-node client dalam domain range sinyal pancar/terima jaringan wireless sebagai backwarding/fowarding-devices [3][4][15]. Mobile ad-hoc network mengkondisikan dukungan infrastruktur jaringan dan terminal semakin diminimalisir, sehingga sangat bermanfaat pada daerah yang minim infrastruktur jaringan seperti akibat bencana atau jauh dari backbone jaringan utama telekomunikasi [16][17].

Optimasi jaringan pada aspek availabilitas posisi saat membangun komunikasi data dan dinamika sistem jaringan komunikasi data adalah hal utama yang secara kontinyu pembahasan dalam bidang *mobile ad-hoc network*. Kelebihan utama yang ditunjukkan oleh MANET adalah: topologi jaringan yang dibentuk bersifat *temporary* sesuai kebutuhan, sehingga menyebabkan perubahan dinamis dari topologi yang terbentuk; mobilitas *node* lebih dinamis dibandingkan jaringan *wireless* konvensional serta fleksibilitas jumlah koneksi dan *host* yang dibangun sepanjang berada pada jumlah kanal komunikasi spektrum frekuensi yang digunakan pada standar W-LAN IEEE 802.x yang digunakan [18][19]. Kondisi lintasan *routing* yang dibangun oleh MANET tersebut bisa disebut menjadi *chain communication network*.



Gambar 1. MANET dan jaringan wireless konvensional



Gambar 2. n-rings koneksi routing yang dibangun

2.2. Backwarding/fowarding-devices

Yang dimaksud dengan *backwarding/fowarding-devices* adalah suatu perangkat jaringan komputer, dalam kategori terminal, yang berperan untuk meneruskan *packet-data* dari *node*-pengirim menuju *node*-penerima setelah melewati mekanisme *routing* yang ditetapkan melalui algoritma yang dijalankan [20][21].

Peran dan manfaat *backwarding/fowarding-devices* pada suatu jaringan, yakni fungsi *switching*, adalah membagi setiap koneksi yang melewati setiap terminal agar tidak terjadi bentrok dan lalu-lintas data dapat terbagi secara sistematis dan teratur. Dengan adanya *backwarding/fowarding-devices*, setiap *routing* terpusat dan terkontrol pemrosesannya dengan baik; sehingga dengan demikian kondisi *collision* (tubrukan) akibat trafik *routing* intensitas tinggi dapat dihindari.

Beberapa contoh *backwarding/fowarding-devices* dalam jaringan komputer yakni: *hub*, *switch*, *router*, *bridge*, *gateway*, dan *access-point* [1][4][5]. Oleh sebab itu, dalam MANET, setiap *node-node client* dapat berperan untuk meneruskan *packet-data* dalam *routing packet* pada jaringan *wireless*; dan

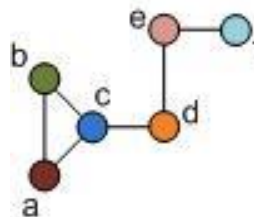
terjadi efisiensi sebesar 51% dibandingkan dengan jaringan *wireless* konvensional [1][3][5].

Seperti ditunjukkan pada Gambar 2, peranan AP (*access-point*) diambil alih oleh *node-B* yang bertindak sebagai *backwarding/fowarding-devices*. Dan selanjutnya terlihat, saat *packet-data* kembali di-*routing*- ke *node-D*, maka *node-C* berperan sebagai *backwarding/fowarding devices*.

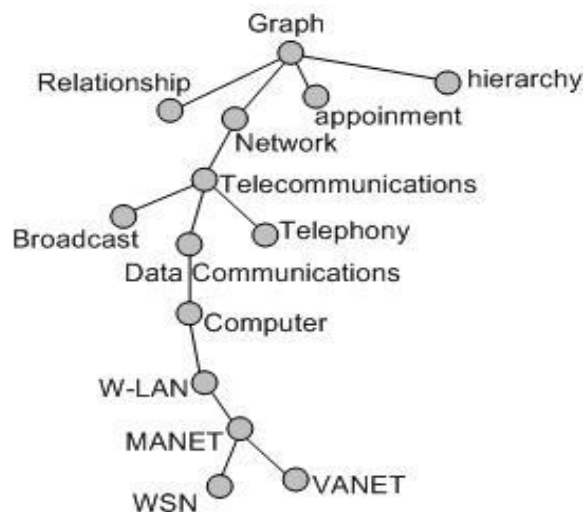
2.3. Model Graf Network

Model graf cukup berperan dalam memodelkan suatu *network* dalam hal *transport-cost*, posisi *node*, dan optimasi topologi [22][23][24]. Jika pada konsep utama jaringan komputer dikenal dua elemen utama yakni: *node* dan *path*; maka pada model graf dikenal istilah *vertex* untuk merepresentasikan *node* dan *edge* untuk merepresentasikan *path* [22][24][25].

Dalam *mobile ad-hoc network* (MANET), *vertex* direpresentasikan sebagai *host-computer*; dapat berperan sebagai *server* dan/atau *client*, dan *backwarding/forwarding-devices*; serta *edge* direpresentasikan oleh gelombang radio (*radio-wave*) [21]. Hal ini terlihat dan ditunjukkan pada Gambar 3 dimana setiap *edge* yang terbentuk memiliki *weight* (bobot) yang menyatakan QoS (untuk *communication-network*) atau *operational-cost* (untuk *common-network*).



Gambar 3. Sebuah graf-network memodelkan suatu MANET [21]



Gambar 4. Taksonomi graf-network terhadap MANET [21]

2.4. Metode

Metodologi penelitian yang digunakan mencakup langkah-langkah yang terdiri dari: observasi, pengumpulan data pendukung, menetapkan hipotesa, menguji hipotesa tersebut dengan melakukan eksperimen, mendapatkan hasil serta menarik kesimpulan. Metode yang digunakan adalah kuantitatif yang melibatkan pemodelan *graph*, analitik dan komputerisasi.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan untuk membangun jaringan MANET saat melakukan eksperimen ini; dengan membuat algoritma baru, yaitu:

1. tahap-1: algoritma menentukan koordinat setiap *node* dalam MANET sebagai posisi
2. tahap-2: algoritma menentukan *node-node* yang bertetangga dengan kondisi *on-line*; status *on-line* mengindikasikan *host-computer* aktif namun belum tentu terkoneksi atau membangun koneksi dengan *host-computer* lain
3. tahap-3: algoritma menentukan *node-node* bertetangga yang status: *connected* atau *disconnected*
4. tahap-4: algoritma menentukan QoS dari *cost* yang didapatkan dari koneksi dengan status *connected*
5. tahap-5: algoritma menentukan jalur transportasi berdasar *cost* terkecil (*weight*, \forall) yang sebelumnya telah didapatkan

Setiap tahapan tersebut dilakukan dengan metode *real-time* menggunakan pemrograman MATLAB untuk mendapatkan fungsi random. Fungsi random dimanfaatkan untuk mendapatkan kondisi *network* yang diasumsikan sebagai kondisi *real*, *stochastic*, dan terukur (*countable*) [26][27].

Dalam prakteknya, satu buah *access-point* dapat menampung 25 kanal komunikasi (*up-link/down-link*) [28], sehingga jika diasumsikan 1 kanal komunikasi merepresentasikan satu *host-computer*; maka ada 25 *node* dalam satu regional jangkauan satu jaringan MANET. Dan pada penelitian ini ditentukan ada 12-*node* yang saling membentuk komunikasi dalam satu jaringan MANET; dengan asumsi, *node* yang sama terjalin diabaikan. Sehingga dimungkinkan maksimal jumlah *edge* yang terbentuk 132 koneksi dan minimal 11 koneksi dimana berlaku sifat komutatif.

Jika diasumsikan ada tiga *vertex*, a, b dan c; dari a terbentuk *edge* (a,b) dan (a,c); dan diasumsikan nilai QoS semakin baik apabila *weight* (bobot) pada *edge* yang diperbandingkan tersebut semakin kecil, maka dirumuskan pada Pers.(1) dan (2).

$$\forall(v_i, v_j) = \forall(v_j, v_i) \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Pilih } \in (a, b) \text{ jika } \forall(a, b) < \forall(a, c) \dots\dots\dots (2)$$

dimana: v =*vertex*, i dan j indeks, \forall =*weight* (bobot) dari *edge* (\in) yang terbentuk antar *vertex*; a, b dan

c merujuk kepada *vertex* yang diamati.

Skenario percobaan dilakukan dengan membangkitkan proses iterasi pada masing-masing skenario. Pada penelitian ini, ada tiga skenario yang disusun dengan diwakili oleh masing-masing proses iterasi. Skenario-1 disusun dari proses iterasi yang pertama pada simulator yang dijalankan, dimana bekerja secara acak berdasar pada Distribusi Normal/Gauss. Demikian juga untuk skenario-2 dan 3 didapatkan dari proses iterasi ke-2 dan ke-3.

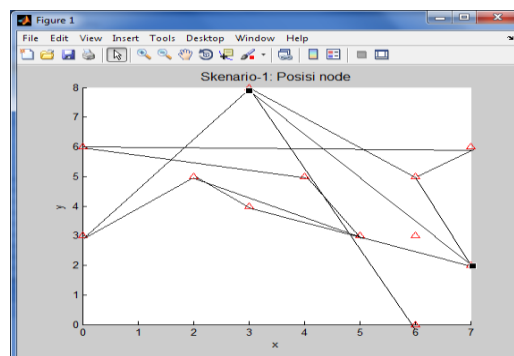
III. PEMBAHASAN

Dalam penelitian yang dilakukan, skenario yang disusun menetapkan 12 *node* yang dibangun untuk membentuk satu regional jaringan MANET. Keduabelas *node* dimasukkan ke dalam aplikasi simulator jaringan, hasil perancangan, yang menghasilkan tiga data hasil proses iterasi, yakni: posisi setiap *node*, *node-node* yang memiliki status *on-line*, dan nilai QoS dari *node-node* yang terhubung tersebut. Nilai QoS yang didapatkan sebagai dasar untuk menentukan *routing-table* sebagai dasar peta *routing* pengiriman *packet-data* dari *node*-pengirim menuju *node*-tujuan.

Setiap skenario ditunjukkan pada tabel dan kurva yang mendeskripsikan *edge* antar *vertex* yang saling *connected*. Dari status *connected* ini akan menjadi dasar untuk membangun *routing* pada *packet-data*.

Tabel 1. Hasil iterasi pertama secara acak

node	posisi	status
A	(3,4)	on-line
B	(6,0)	on-line
C	(7,6)	on-line
D	(0,3)	on-line
E	(6,3)	on-line
F	(5,3)	on-line
G	(2,5)	on-line
H	(6,5)	on-line
I	(0,6)	on-line
J	(3,8)	on-line
K	(7,2)	on-line
L	(4,5)	on-line



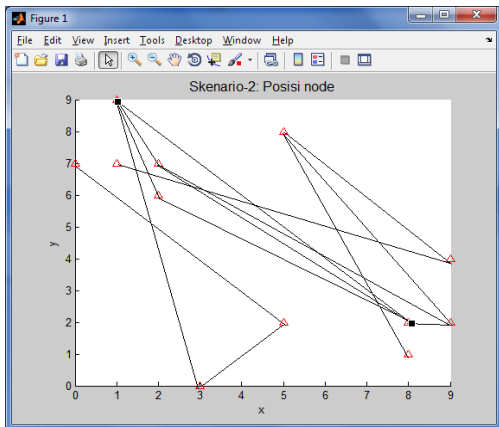
Gambar 5. Edge yang terbentuk antar sebaran vertex secara acak pada iterasi-1

Tabel 2. Routing-table dan QoS untuk skenario-1

Edge	QoS (∇)	connected
v(A-G)	6	ya
v(A-K)	10	ya
v(B-J)	19	tidak
v(C-H)	26	ya
v(C-I)	27	tidak
v(D-G)	33	tidak
v(D-J)	36	ya
v(F-G)	46	ya
v(F-L)	51	tidak
v(H-J)	58	ya
v(H-K)	59	tidak
v(I-L)	63	tidak
v(J-K)	64	ya
v(J-L)	65	tidak

Tabel 3. Hasil iterasi ke-2 secara acak

node	posisi	status
A	(9,4)	on-line
B	(5,2)	on-line
C	(1,7)	on-line
D	(0,7)	on-line
E	(2,6)	on-line
F	(8,1)	on-line
G	(3,0)	on-line
H	(9,2)	on-line
I	(5,8)	on-line
J	(2,7)	on-line
K	(1,9)	on-line
L	(8,2)	on-line



Gambar 6. Edge yang terbentuk antar sebaran vertex secara acak pada iterasi-2

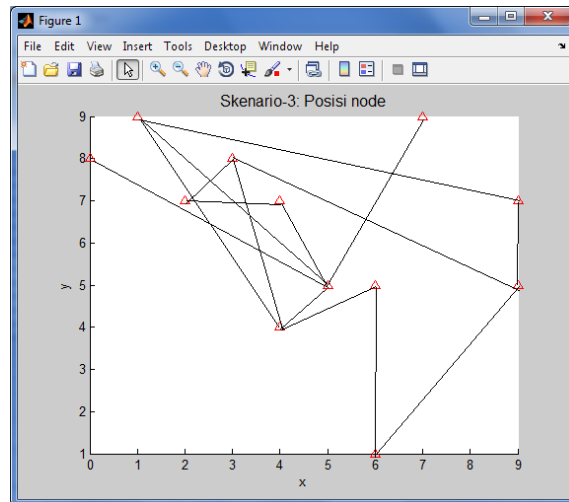
Tabel 4. Routing-table dan QoS untuk skenario-2

Edge	QoS (∇)	connected
v(A-C)	2	ya
v(A-I)	8	ya
v(B-D)	13	tidak
v(B-G)	16	ya
v(E-K)	44	ya
v(E-L)	45	tidak
v(F-I)	48	ya
v(G-K)	55	tidak
v(H-I)	57	tidak

v(H-J)	58	ya
v(H-L)	60	ya
v(J-K)	64	ya
v(J-L)	65	tidak
v(K-L)	66	ya

Tabel 5. Hasil iterasi ke-3 secara acak

node	posisi	status
A	(7,9)	on-line
B	(4,7)	on-line
C	(1,9)	on-line
D	(2,7)	on-line
E	(9,7)	on-line
F	(9,5)	on-line
G	(4,4)	on-line
H	(5,5)	on-line
I	(6,1)	on-line
J	(6,5)	on-line
K	(3,8)	on-line
L	(0,8)	on-line



Gambar 7. Edge yang terbentuk antar sebaran vertex secara acak pada iterasi-3

Tabel 6. Routing-table dan QoS untuk skenario-3

Edge	QoS (∇)	connected
v(A-H)	7	tidak
v(B-D)	13	tidak
v(B-H)	17	tidak
v(C-E)	23	tidak
v(C-G)	25	tidak
v(C-H)	26	ya
v(D-K)	37	tidak
v(E-F)	39	tidak
v(F-I)	48	ya
v(F-K)	50	ya
v(G-H)	52	ya
v(G-J)	54	ya
v(H-L)	60	ya
v(I-J)	61	tidak

Data yang ditunjukkan Tabel 1, 3 dan 5 menunjukkan posisi setiap *node* dalam *mobile ad-hoc network*, dan semua *node* memiliki status *on-line*; dan Tabel 2, 4, dan 6 menunjukkan data *edge* antar *vertex* (yakni *node-node* yang saling bertetangga yang membangun koneksi) beserta nilai QoS masing-masing dari *edge* tersebut. *Edge* yang terbentuk untuk setiap skenario ditunjukkan secara visual pada Gambar 5, 6, dan 7. Pada skenario-1, *node* yang tidak terlibat dalam regional *mobile ad-hoc network* adalah *node-E*; sedangkan untuk skenario-2 dan 3, semua *node* terlibat dalam komunikasi data pada *mobile ad-hoc network*. Hal ini menjelaskan bahwa dalam sebuah jaringan komunikasi data, tidak serta-merta sebuah *host-computer* berada/terlibat pada komunikasi-data yang terbangun walaupun dalam status *on-line*.

Pada tahapan selanjutnya untuk menentukan *routing* yang dilewati *packet-data* dengan menggunakan skenario ke-4, yang berlaku sama untuk skenario-1, 2, dan 3, dimana *node-pengirim* dan *node-penerima* disusun sebanyak tiga asumsi yang ditunjukkan pada Tabel 7, 8, dan 9. Penetapan *node-pengirim* dan *node-penerima* tersebut dilakukan secara acak yang berlaku pada skenario-1, 2, dan 3.

Tabel 7. Simulasi penentuan routing-table berdasar nilai QoS: asumsi-1

Edge	QoS dan routing-map
vertex_start: node-B	Skenario-1: not-applicable
vertex_destination: node-K	Skenario-2: not-applicable
	Skenario-3: not-applicable

Pada asumsi *node-pengirim* adalah B dan *node-penerima* adalah K, semua skenario menunjukkan tidak dapat dilakukan *routing packet-data* oleh sebab tidak ada *edge* yang terbentuk antar-*vertex*.

Tabel 8. Simulasi penentuan routing-table berdasar nilai QoS: asumsi-2

Edge	QoS dan routing-map
vertex_start: node-F	Skenario-1: $\forall(F,G)=\forall(G,F)=46$
vertex_destination : node-J	$\forall(G,A)=\forall(A,G)=6$ $\forall(A,K)=\forall(K,A)=10$ $\forall(K,J)=\forall(J,K)=64$ <i>Routing yang dilalui packet-data: F-G-A-K-J = 126</i>
	Skenario-2: $\forall(F,I)=\forall(I,F)=48$ $\forall(I,A)=\forall(A,I)=8$ $\forall(A,C)=\forall(C,A)=2$ $\forall(C,J)=\forall(J,C)=\infty$ <i>Routing yang dilalui packet-data: not-available (N/A)</i>

	Skenario-3: Bandingkan: $\forall(F,K); \forall(F,I)=51$ $\forall(I,J)=\forall(J,I)=\infty$ <i>Routing melalui $\in(F,I)=N/A$, maka dicoba dari $\in(F,K)$ sebagai berikut:</i> $\forall(F,K)=\forall(K,F)=50$ $\forall(K,D)=\forall(D,K)=\infty$ <i>Routing melalui $\in(F,K)=N/A$ Maka routing yang dilalui packet-data: not-available (N/A)</i>
--	--

Selanjutnya untuk asumsi *node-pengirim* adalah F dan *node-penerima* adalah J hanya skenario-1 yang dapat melakukan *routing* yang dilalui *packet-data* dengan QoS sebesar 126. Hal ini menunjukkan *routing network* dapat dibangun apabila QoS memenuhi dan status konektivitas adalah *connected*.

Tabel 9. Simulasi penentuan routing-table berdasar nilai QoS: asumsi-3

Edge	QoS dan routing-map
vertex_start: node-C	Skenario-1: $\forall(C,H)=\forall(H,C)=26$ <i>Routing yang dilalui packet-data: C-H = 26</i>
vertex_destination: node-H	Skenario-2: $\forall(C,A)=\forall(A,C)=2$ $\forall(A,I)=\forall(I,A)=8$ $\forall(I,F)=\forall(F,I)=48$ $\forall(F,J)=\forall(J,F)=\infty$ <i>Routing yang dilalui packet-data: not-available (N/A)</i>
	Skenario-3: $\forall(C,H)=\forall(H,C)=26$ <i>Routing yang dilalui packet-data: C-H = 26</i>

Sedangkan pada asumsi ke-3 dimana ditetapkan *node-pengirim* adalah C dan *node-penerima* adalah H, didapatkan skenario-1 dan 3 memiliki peta *routing* yang sama, C-H; dan nilai QoS yang sama yakni: 26. Pada skenario-2, status konektivitas tidak mendukung sehingga *routing* tidak dapat diteruskan menuju *node-penerima*.

IV. KESIMPULAN

Sebuah komunikasi-data dapat dibangun jika syarat terpenuhi yakni status konektivitas dan QoS. Walaupun QoS tidak cukup bagus namun sepanjang konektivitas sambungan memiliki status *connected*, maka komunikasi-data dapat dibangun dan *routing* yang dilalui *packet-data* dapat diteruskan/bekerja.

Sebaran *node-node* secara acak pada *mobile ad-hoc network* tidak mempengaruhi status *routing pcket-data* yang dibangun bahkan QoS

yang didapatkan. Namun bergantung pada, ada atau tidaknya *edge* yang terbentuk antar-*vertex* pada *node-node* yang saling bertetangga.

Sebaran posisi *node* pada *mobile ad-hoc network* membentuk topologi *network* secara dinamis, sehingga fleksibilitas komunikasi dapat terpenuhi. Dan fleksibilitas komunikasi serta mobilitas *node-node* dalam cakupan sinyal pancar/terima *mobile ad-hoc network* sangat mendukung *routing* yang dilalui oleh *packet-data*. Fleksibilitas dimungkinkan dapat mempertahankan QoS oleh sebab dalam *mobile ad-hoc network*, metode komunikasi yang terjalin/dibangun tergolong dan berdasar pada *chain-communication method*.

Hal inilah, *chain-communication method*, yang memberi perbedaan *mobile ad-hoc network* dengan W-LAN konvensional; yang sekaligus mendukung pada [1] dan [2] bahwa posisi terminal dalam jaringan *wireless* komputer (W-LAN konvensional) cukup signifikan sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi QoS; walaupun di satu sisi juga dipengaruhi oleh kebijakan pembagian penggunaan *bandwidth* yang tersedia [3][5][12][14].

Manfaat dari penelitian ini yang dapat diberikan nantinya yakni dalam hal prediksi aspek *robustness* dan *availability* saat jumlah *node*, yang sedangkan membangun panggilan komunikasi, lebih besar dari cakupan satu *access-point*. Aspek *robustness* mengukur pada tingkat kehandalan sistem untuk mempertahankan konektivitas antar *node-node* yang saling-bertetangga dalam jaringan komputer. Sedangkan aspek *availability* mengukur pada tingkat kemampuan setiap *node-node* yang saling bertetangga dalam jaringan komputer untuk menjangkau *node* tujuan[2][3][11].

DAFTAR REFERENSI

- [1] 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. hal.1-6. ISBN: 978-979-8968-36-5.
- [2] 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. hal:21-29. ISBN: 978-602-99213-2-8.
- [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. hal.133-141. ISSN: 1412-9523.
- [4] S. Basagni, etc. *Mobile Ad-Hoc Networking*. IEEE-Press. 2004.
- [5] S.N.M.P. Simamora, T.Juhana, Kuspriyanto, N. R. Bagjarasa. "Sistem Pemodelan Perpindahan Terminal-User secara Terpolo untuk Mengukur Pola Perubahan Throughput pada Topologi MANET". Seminar Teknologi Informasi dan Sistem Informasi (SeTISI) 2013. Fak. Teknologi Informasi, Univ. Kristen Maranatha, Bandung hal.186-191. ISBN:978-602-98685-3-1.
- [6] 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. hal:280-283 ISBN: 978-1-4673-4549-1.
- [7] A. Zakrzewska, L. Koszalka, I. Pozniak-Koszalka. "Performance Study of Routing Protocols for Wireless Mesh Networks". 19th International Conference on Systems Engineering (ICSENG '08), 2008. hal331-336. ISBN:978-0-7695-3331-5.
- [8] G. Cao, "Distributed Services for Mobile Ad-hoc Networks". Dissertation. Texas A&M University, Texas. 2005.
- [9] C. Chun-Hung, W. Ho-Ting, K. Kai-Wei. "A Novel Mobility Model of Diverse Average Speed and Uniform Node Distribution in Mobile AdHoc Networks". IEEE,1-4244-0549-1, 2006.
- [10] L. Qin, T. Kunz. "Survey on Mobile Ad Hoc Network Routing Protocols and Cross-Layer Design". Technical Report. Carleton University, Systems and Computer Engineering. 2004.
- [11] N. Vetrivelan, & A. V. Reddy. "Performance Analysis of Three Routing Protocols for Varying MANET Size". Proceedings of the International Multi Conference of Engineering and Computer Scientists 2008 Vol II. hal.1-5. ISBN: 978-988-17012-1-3.
- [12] 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.
- [13] M. Amnai, Y. Fakhri, J. Abouchabaka. "Impact of Mobility on Delay-Throughput Performance in Multi-Service Mobile Ad-Hoc Networks". International Journal of Communications, Network and System Sciences 2011. hal:395-402.
- [14] 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. hal.35-39. ISSN: 2338-5154.
- [15] C. Chowdhury, S. Neogy. "Estimating Reliability of Mobile Agent System for Mobile Ad hoc Networks". 2010 Third International Conference on Dependability. 2010: hal.45-50.
- [16] S.N.M.P. Simamora, I. Thalib, A. Sularsa. "MANET as A Solution Network Implementation In The Provision Of Services In Regional Disaster Information". Proceeding Konferensi ICISBC (The 1st International Conference on Information Systems for Business Competitiveness) 2011 tanggal 8-9 Desember 2011. Graduate School of Information Systems, Univ. of Diponegoro, Semarang, hal:54-60. ISBN: 978-979-097-198-1.
- [17] S.N.M.P. Simamora. "Model Pembelajaran Teknologi Informasi Dengan Teknik MANET Pada Kawasan Tertinggal". Seminar Nasional Indonesia Timur (SENANTI) 2014, PUSKITA, Univ. Atma Jaya Yogyakarta. hal.1-9. ISBN: 978-602-8817-62-2.
- [18] R. Horak. *Telecommunications and Data Communications Handbook*. John Wiley & Sons. 2007.
- [19] G. R. Ash. *Traffic Engineering and QoS Optimization of Integrated Voice & Data Networks*. Morgan Kaufmann. 2007.
- [20] 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.
- [21] 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. hal.221-226. ISBN: 978-602-17488-0-0
- [22] 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: hal789-793.
- [23] 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. SNPD 2006: hal253 - 260.
- [24] 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.
- [25] 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. hal.789-793
- [26] X. Linfeng, X.R. Li, D. Zhansheng, L. Jian. "Modeling and State Estimation for Dynamic Systems with Linear Equality Constraints". IEEE Transactions on Signal Processing. Volume:61, Issue: 11. 2013. hal.2927-2939
- [27] J.K. Buhagiar, C.J. Debono. "The Application of Discrete Time Methods To Position Estimation in WMANs". IEEE EUROCON 2009. hal.1755-1762.
- [28] H. Kapri. "Network Traffic Data Analysis". THESIS. Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. 2011.

Biodata Penulis

S.N.M.P. Simamora, ST., MT., menyelesaikan pendidikan terakhir di Departemen Elektroteknik, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung (ITB) dan saat ini sedang menempuh program Doktorat di Sekolah Teknik Elektro dan Informatika (STEI) ITB. Aktivitas saat sebagai pengajar di beberapa perguruan tinggi seperti: Universitas BALE Bandung, Universitas Widyatama, Institut Teknologi Harapan Bangsa, Universitas Advent Indonesia; disamping itu sebagai peneliti utama di Pusat Studi Telematika dan Kontrol (PUSITELL), Fak. Teknologi Informasi, Universitas BALE Bandung. Bidang riset yang digeluti di antaranya: *cross-layer design, mobile ad-hoc network, pengukuran performansi kanal data dan jaringan, pengukuran QoS, wireless communication network, remote-sensing* serta komputasi kontrol pada pergerakan *node*.