

## PENGEMBANGAN ROUTING PROTOCOL UNTUK GATEWAY AD HOC WIRELESS NETWORKS

Nixson Jeheskial Meok<sup>1)</sup>, Achmad Affandi<sup>2)</sup>

<sup>1,2)</sup> Jurusan Teknik Elektro ITS, Surabaya

e-mail : [nixman\\_prof@yahoo.co.id](mailto:nixman_prof@yahoo.co.id)

### Abstrak

Jaringan *ad hoc* adalah kumpulan dari beberapa *mobile host* yang membentuk suatu jaringan yang bersifat sementara tanpa ada infrastruktur dan administrasi terpusat dengan karakteristik topologi yang dinamis. Hal ini menimbulkan masalah dalam hal routing dimana konvensional routing tidak didesain untuk topologi yang dinamis. Protokol rute harus dapat meminimalkan kontrol trafik misalnya periodik update message. Selain itu protokol rute harus reaktif, dimana hanya akan mencari atau menentukan suatu rute ketika menerima request khusus. Penelitian-penelitian sebelumnya lebih menekankan pada single user dan satu base station, sedangkan dalam penelitian ini dikembangkan hubungan antara gateway dengan beberapa terminal multi user. Karena masalah yang sering ditemui dalam komunikasi wireless adalah bagaimana menemukan rute yang cocok untuk mengirimkan paket data ke tujuan yang diinginkan, maka pembangunan protokol rute pada terminal yang difungsikan sebagai *ad hoc* untuk multi user mengacu pada suatu algoritma routing protocol, yang dipakai untuk memodelkan routing untuk gateway. Hasil yang diperoleh ini dipakai sebagai pengembangan platform untuk sistem komunikasi yang lebih luas.

**Keyword** : Protokol routing, Ad hoc, Jaringan wireless, Gateway

### 1. PENDAHULUAN

Sebuah protokol rute (*routing protocol*) sangat diperlukan pada proses komunikasi antara beberapa terminal. Untuk mengirimkan paket data melalui satu atau beberapa titik (*node*), protokol rute menentukan rute perjalanan paket data tersebut menuju alamat tujuan.

Saat ini terdapat dua jenis protokol rute konvensional yakni jenis *distance vector* dan jenis *link state*. Kedua jenis protokol rute tersebut umumnya digunakan pada jaringan dengan infrastruktur statis. Perubahan topologi yang sangat dinamis tidak menjadi acuan saat kedua jenis protokol tersebut dibuat. Secara nyata keduanya tidak dapat digunakan pada protokol *routing non adaptif* untuk keperluan jaringan yang *node-nodenya* bergerak bebas.

Jika *node-node* bergerak bebas maka akan menyebabkan topologi jaringan berubah. Keadaan ini mengakibatkan jaringan tidak memiliki infrastruktur atau dikenal dengan istilah jaringan *ad hoc*.

Pesan yang dikirim dalam lingkungan jaringan ini akan terjadi antara dua *node* dalam cakupan transmisi masing-masing. Dan juga secara tidak langsung dihubungkan oleh *multiple hop* melalui beberapa *node* perantara jika kedua *node* itu tidak dapat berhubungan atau berada di luar jangkauannya.

Secara garis besar protokol-protokol rute dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori:

- Terpusat atau tersebar
- Adaptif atau statis
- Reaktif atau proaktif atau *hybrid*

Jika kerja protokol rute dilakukan secara terpusat, semua keputusan yang dibuat ditentukan dari titik terpusat, tidak demikian dengan protokol rute terdistribusi, semua *node* atau titik melakukan kerja sama untuk memutuskan jalur rute pengiriman data. Suatu protokol rute adaptif mungkin mengubah perilaku kerjanya menyesuaikan dengan status jaringan, mengantisipasi kemungkinan terjadi kongesti pada sebuah link atau karena banyak faktor yang mungkin terjadi. Sedangkan suatu protokol rute reaktif melakukan aksi-aksi yang diperlukan misalnya pencarian rute-rute bila diperlukan, kebalikannya protokol rute proaktif menemukan rute-rute sebelum mereka kemudian digunakan. Metoda reaktif juga disebut sebagai *on-demand routing protocol*. Karena aksinya dilakukan saat diperlukan, beban pengontrolan paket secara signifikan ditekan. Metoda proaktif menyimpan tabel rute, dan merawat tabel-tabel tersebut secara periodik. Metoda *hybrid* menggunakan kedua metoda reaktif dan proaktif tadi untuk membuat protokol rute semakin efisien.

Masalah yang sering ditemui dalam komunikasi *wireless* adalah bagaimana menemukan rute yang cocok untuk mengirimkan paket data ke tujuan yang diinginkan. Dan pada penelitian ini ditekankan pada beberapa *node* yang difungsikan sebagai *gateway* dan *client*, kemudian membangun suatu algoritma *routing protocol* dan hasilnya akan dipakai untuk memodelkan *routing untuk gateway* sebagai pengembangan *platform multiuser* untuk sistem yang lebih luas. Dengan asumsi posisi gatewaynya di darat dan *node client* adalah *node-node* bergerak di laut.

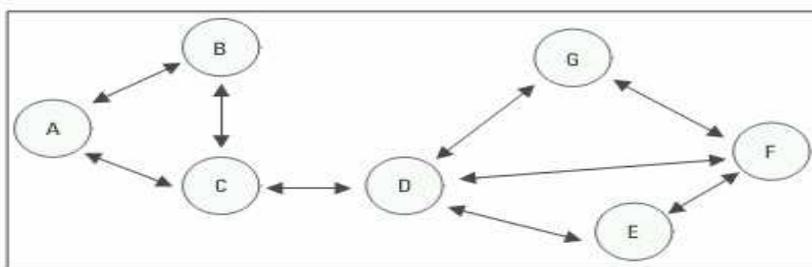
Protokol rute *ad hoc* untuk *gateway* yang dibangun, didasarkan pada komunikasi radio amatir dalam daerah frekuensi VHF yang kemudian dapat dikembangkan ke arah komunikasi maritim.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Jaringan Wireless Ad Hoc

Jaringan *ad hoc* dapat diartikan sebagai suatu jaringan tanpa infrastruktur dimana masing-masing *node* adalah suatu *router* bergerak yang dilengkapi dengan *transceiver wireless*. Pesan yang dikirim dalam lingkungan jaringan ini akan terjadi antara dua *node* dalam cakupan transmisi masing-masing yang secara tidak langsung dihubungkan oleh *multiple hop* melalui beberapa *node* perantara. (Johnson, 1994).

Gambar 1. menunjukkan *node C* dan *node F* berada di luar cakupan transmisi satu terhadap yang lainnya, tetapi masih dapat berkomunikasi lewat perantara *node D* dalam *multiple hop*.



Gambar 1. Struktur Dasar Jaringan Ad hoc (Amitava dkk, 2003)

Di dalam jaringan bergerak dengan infrastruktur stasioner (seperti jaringan selular), komponen utama dari pemilihan rute untuk titik akhir (*endpoint*) adalah tidak berpengaruh. Sedangkan di dalam jaringan bergerak dengan infrastruktur mobile (seperti jaringan mobile network ad hoc), host tidak hanya perlu menempati *track* (jalur) dari lokasi *endpoint mobile* lainnya tetapi juga perlu untuk menempati lokasi lainnya dan berinterkoneksi ketika mereka bergerak. (William, 1993)

Pemilihan rute memerlukan informasi tentang interkoneksi dan jasa yang disediakan oleh host seperti juga informasi tentang persyaratan-persyaratan layanan untuk sesi dan lokasi-lokasi titik akhir (*endpoint*) sesi. Ini adalah suatu tugas yang sulit, dalam lingkungan yang sangat dinamis, karena topologi membarui (update) informasi yang diperlukan dan dirambatkan sepanjang jaringan.

Dalam satu jaringan *ad hoc*, topologi jaringan sering berubah karena pergerakan dan perpindahan *node-node* dan transmisi serta kapasitas kanalnya kurang. Oleh sebab itu prosedur-prosedur untuk mendistribusikan informasi dan pemilihan rute harus di rancang dalam suatu jumlah minimum dari sumber daya jaringan dan harus mampu dengan cepat menyesuaikan diri dengan perubahan-perubahan topologi jaringan (Larsson dan Hedman, 1998).

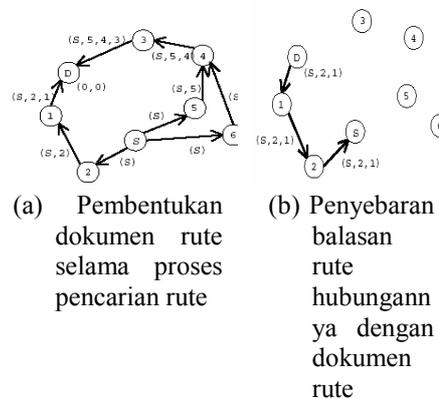
### 2.2 Protokol Routing Jaringan Radio Ad Hoc

Beberapa protokol routing radio *ad hoc* dapat digambarkan sebagai berikut ;

#### 1). DSDV (*Destination-Sequenced Distance Vector*)

- Menggunakan cara penomoran Sekuen untuk menghindari formasi *loop* pada tabel rute
- Pembaruan rute dilakukan dengan Penuh dan Penaikan nomor sekuen
- Tunda waktu penyebaran pembaruan rute diestimasikan sebagai panjang waktu konvergensi rute-rute. Sehingga menghindari fluktuasi tabel rute
- Tabel rute berisi: *nomor sekuen, tujuan, hitungan hop, metrik*
- Sedikit masalah jika menerima paket dengan nomor sekuen lama = nomor sekuen yang ada.
- Kekurangan : waktu maksimum konvergensi sulit untuk ditentukan, tidak mensupport multi path routing, sinkronisasi *node* tujuan yg. terletak di pusat mengalami problem penundaan, terjadi beban komunikasi yang berlebihan akibat pengiriman pembaruan dan pentriggeran rute periodik

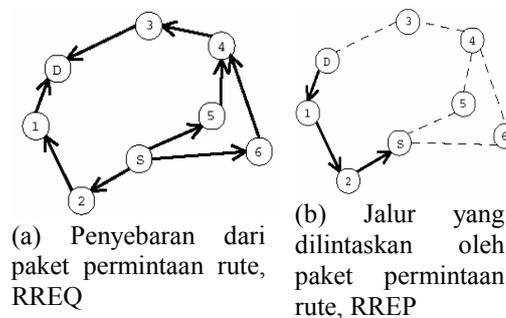
2). DSR (*Dynamic Source Routing*)



Gambar 2. Pembuatan Dokumen Rute pada DSR (Larson dan Hedman, 1998)

Gambar 2(a) menunjukkan saat sebuah node membutuhkan rute untuk menuju node tujuan, ia menyebarkan pesan *Route Request* (RREQ) yang dibanjurkan ke jaringan. Pesan RREQ pertama adalah sebuah pertanyaan yang disebar ke *node-node* tetangga tanpa proses pembanjiran (*flooding*). Untuk membatasi jumlah sebaran permintaan rute, suatu *node* hanya akan melakukan permintaan rute jika dokumen informasi rute dan alamat tidak terdapat pada paket yang akan dikirimkan. Gambar 2(b) ia akan dijawab dengan tuntas atau oleh *node* antara yang tahu rutenya dengan pesan *Route Reply* (RREP). Jawaban informasi rute yang dipilih bisa diproses menjadi sebuah daftar pembalikan yang merupakan *piggybacking*, atau menggunakan rute lain yang ada pada tabel *node* tujuan. Sehingga rute mungkin dipertimbangkan menggunakan segala arah atau dua arah. *Node-node* DSR diam dan mendengarkan setiap kejadian yang perlu untuk tabel-tabel *routing* mereka pada mode *promiscuous*, sehingga proses pencarian rute dapat dipercepat.

3). AODV (*Ad-Hoc On-Demand Distance Vector*)

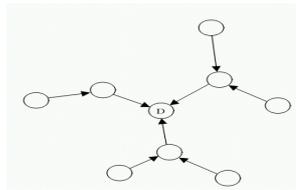


Gambar 3. Pencarian Rute pada AODV (Larson dan Hedman, 1998)

Gambar 3 menunjukkan saat sebuah *node* memerlukan jalur untuk menuju ke *node* tujuan, ia menyebarkan pesan RREQ kepada *node-node* tetangga isi pesan juga termasuk nomor sekuen akhir yang diketahui untuk *node* tujuan. Pesan ini dibanjurkan sampai informasi yang diinginkan semua terpenuhi. Tiap *node* yang menerima pesan RREQ tadi membuat rute balik (*reverse route*) menuju ke sumber. Gambar 3(a) menunjukkan proses pembuatan rute. Nilai level ketinggian tiap *node* ditunjukkan oleh angka-angka dalam kurung, berurutan. Dapat dilihat bahwa *node* 4 tidak menyebarkan pesan *QUERY* dari *node* 6 karena pesan sudah didapat dari *node* 5. Gambar 3 (b) *node* tujuan mengirim kembali berupa pesan *ROUTE REPLY* yang juga berisi jumlah *hop-hop* antara dan nomor sekuennya. Tiap *node* yang menerima pesan jawaban tersebut akan membuat rute maju (*forward route*) ke arah *node* tujuan. Sehingga tiap *node* hanya mengingat *hop* berikutnya untuk mencapai sebuah *host* yang dituju, bukan keseluruhan dari rute.

4). TORA (*Temporally Ordered Routing Algorithm*) :

TORA dapat dianalogikan dengan aliran air yang turun dari bukit melalui pipa-pipa. Puncak bukit adalah sumber air, pipa-pipa adalah link dan sambungan-sambungan pipa adalah *node-node*. TORA memberi nomor-nomor level pada tiap *node* menuruni bukit. Bila antara dua *node* di tengah tidak dapat berkomunikasi, *node* akhir menaikkan nomor levelnya lebih tinggi dari beberapa *node* tetangganya, sehingga air, yang merupakan data, akan mengalir balik karenanya.

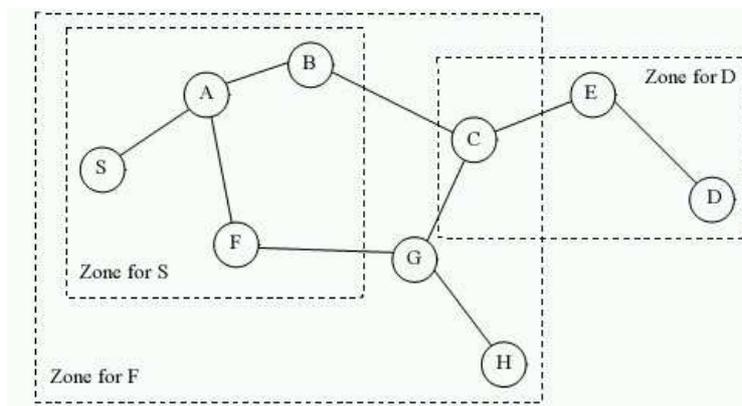


Gambar 4. Analogi Aliran Air

#### 5). Zone Routing Protocol (ZRP)

ZRP merupakan protokol *hybrid*. Protokol ini membagi jaringan menjadi zona-zona yang tidak saling tumpang tindih dan menjalankan protokol untuk mempelajari secara bebas di antara zona-zona.

*Intra-zone protocol* (IARP) beroperasi di dalam sebuah zona, dan mempelajari semua rute-rute yang dimungkinkan. Sehingga semua *node* di dalam zona tahu secara detil tentang topologi zona. Protokol yang bekerja pada intra-zone tidak didefinisikan, tetapi bisa berupa suatu protokol proaktif seperti misalnya DSDV. Zona-zona lain yang berbeda mungkin mengoperasikan protokol lain yang juga berbeda. *Inter-zone protocol* (IERP) adalah reaktif dan bila sebuah *node* mencari *node* tujuan yang mungkin tidak berada dalam zona yang sama, dengan mengirimkan pesan RREQ ke semua node-node tepi / batas zona. Upaya tersebut dilanjutkan sampai node tujuan ditemukan. Diameter *routing zone* adalah variabel dan boleh dipilih secara optimal diskalakan berdasarkan topologi. Dengan melakukan zoning, beban kerja akibat pesan kontrol rute dicoba menjadi diperkecil. Teknik mengestimasi ukuran zona yang baik menjadikan ZRP beroperasi sekitar dua persen pengontrol trafik dari ukuran yang optimal.



Gambar 5. Jaringan menggunakan ZRP (Larsson, 1998)

Gambar di atas menggambarkan node S akan mengirimkan paket data ke *node* D. Karena *node* D tidak berada pada zona S, maka permintaan satu rute di kirim pada perbatasan *node* B dan F. Setiap *node* perbatasan mengecek apakah D adalah zona rute mereka. B dan F juga mencari permintaan dalam zona mereka. Dengan demikian permintaan diteruskan ke masing-masing node perbatasan. F mengirimkan permintaan ke S, B, C dan H sementara B mengirimkan permintaan ke S, F, N dan G.

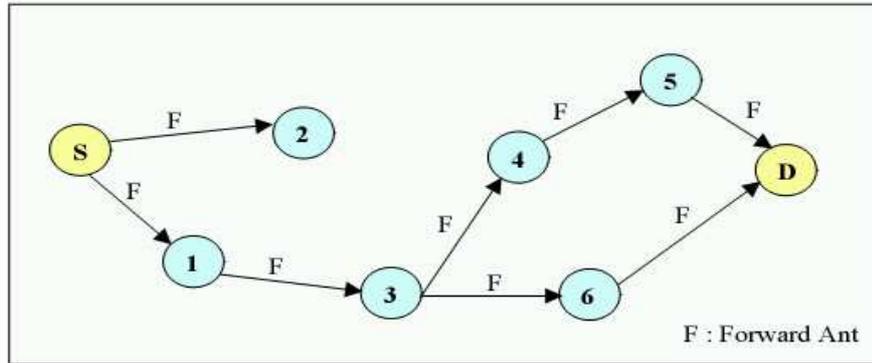
Permintaan *node* D ditemukan di dalam zona rute C dan E, dengan demikian jawaban dikirim kembali ke arah sumber *node* S.

#### 6). Ant Colony Based Routing Algorithm (ARA)

Ara menampilkan suatu model rute secara detail untuk MANETs. Algoritma ini hampir sama dengan banyak pendekatan rute lainnya dan terdiri dari dari tiga fase.

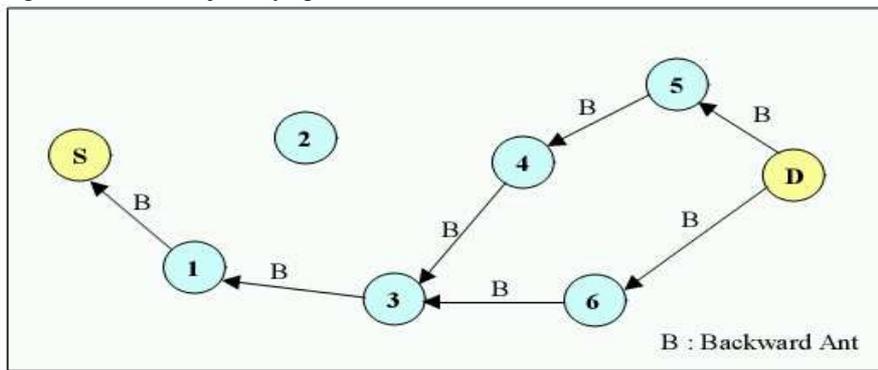
- Router Discovery

Penemuan rute akan menciptakan rute-rute baru. Pembuatan rute-rute yang baru memerlukan pemakaian satu *Forward Ant* (FANT) yang dimulai di sumber dan *Backward Ant* (BANT) yang dimulai di tujuan. FANT adalah sebuah paket kecil dengan sejumlah deretan yang unik. Suatu FANT disiarkan oleh pengirim dan akan disiarkan lagi oleh tetangga dekat pengirim itu. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.6 di bawah



Gambar 6. Fase Route Discovery untuk Forward Ant (Ahmed, 2005)

Sebuah *node* pertama kali menerima satu FANT, membuat rekaman dan itu adalah table rute. Jika FANT sampai ke tujuan maka BANT akan kembali ke sumber dengan lintasan yang sama tetapi arah yang berbeda. Lebih jelasnya pada Gambar 2.7.



Gambar 7. Fase Route Discovery untuk Backward Ant (Ahmed, 2005)

### 3. METODE PENELITIAN.

Dalam mengembangkan protokol rute (*Routing Protocol*) *ad hoc* untuk *gateway* secara keseluruhan adalah sebagai berikut :

- Implementasi alat dengan menghubungkan modem, *mixer* dan PC.
- Penentuan Terminal.  
 Penentuan terminal diperlukan sebagai langkah untuk menetapkan setiap *node* sebagai *gateway* dan *node-node* sebagai *client*.  
 Dalam hal ini *gateway* dianalogikan diposisikan di darat dan *client* adalah *node* yang bergerak di laut (Perahu) .
- Menggunakan *Borlan delphi* untuk mendesain GUI dari jaringan *ad hoc*.
- Membangun *Flowchart* yang menggambarkan main algoritma *routing* dan terdiri dari algoritma penerimaan dan pengiriman data.  
 Algoritma *routing* yang dibangun harus memperhatikan beberapa hal sehingga membuat protokol rute itu ideal ditinjau dari jarak perpindahan *node*.
- Membuat skenario lintasan transmisi antara *gateway* ke *node* dan memilih skenario lintasan terbaik.
- Menampilkan hasil model *Routing protocol*.  
 Pada akhirnya setelah evaluasi dilakukan terhadap beberapa model protokol rute maka protokol rute sebagai hasil evaluasi terbaik akan dipakai sebagai implementasi dalam pengembangan *gateway ad hoc*.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Format frame paket yang dipakai sebagai frame dasar dijelaskan pada gambar 8.

ID User/ group	SRC	DST	GW	Flag	Data	Check Sequence	Endof frame
-------------------	-----	-----	----	------	------	-------------------	----------------

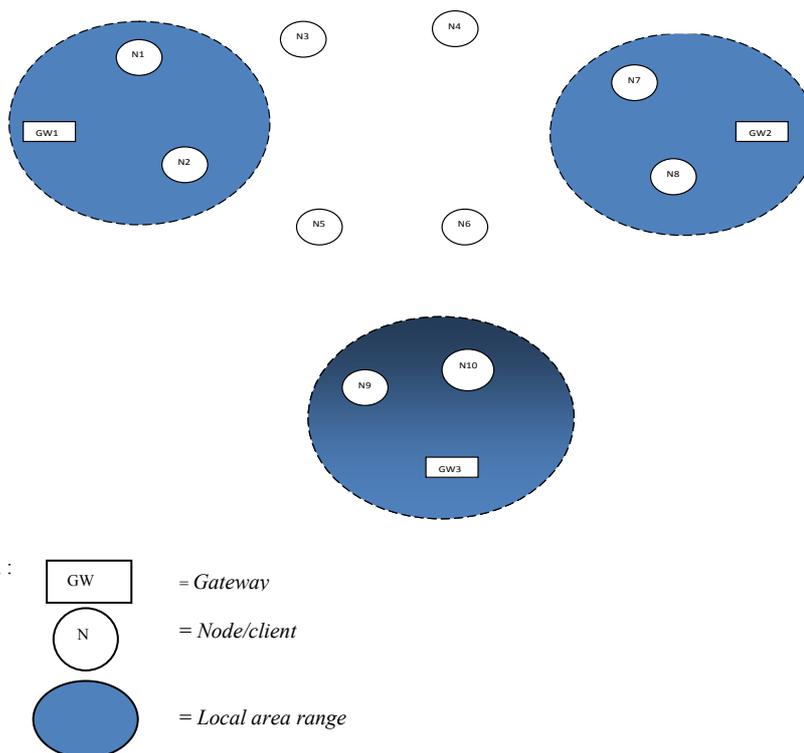
Gambar 8. Format Frame Paket

Bentuk desain frame paket adalah terdiri dari :

- ID *USER* (1 byte) : memberikan identitas terminal
- ID *group* (1 byte) : memberikan identitas terminal dalam suatu *gateway* berfungsi pada saat melakukan koneksi *gateway*.
- *Adress* yang merupakan alamat tujuan, terdiri dari : *Source/SRC* (1 byte) dan *destination/DST* (1 byte)
- *Gateway /GW* (1 byte) merupakan frame informasi terminal yang berfungsi sebagai server yang dilalui sebelum menuju ke terminal lain.
- *Flag* (1 byte) digunakan untuk mendeteksi batas antara address dan data dari *frame*.
- *Data* (64 byte) merupakan pesan aktual yang akan dikirimkan oleh terminal.
- *Check sequence* (1 byte) berfungsi untuk mendeteksi 16 bit error sehingga terjadi transmisi yang efisien.
- *End of frame* (1 byte) merupakan batas akhir dari *frame*.

Sedangkan modem yang dipakai dalam implementasi rangkaian adalah modem MFJ-1276 yang memiliki kecepatan *transmit* 1200 bit/detik pada kondisi *VHF band* dan terminal mampu menerima paket 128 byte[8].

Skenario posisi dan pergerakan node terhadap gateway adalah sebagai berikut :



Gambar 9. Skenario simulasi *gateway-node*

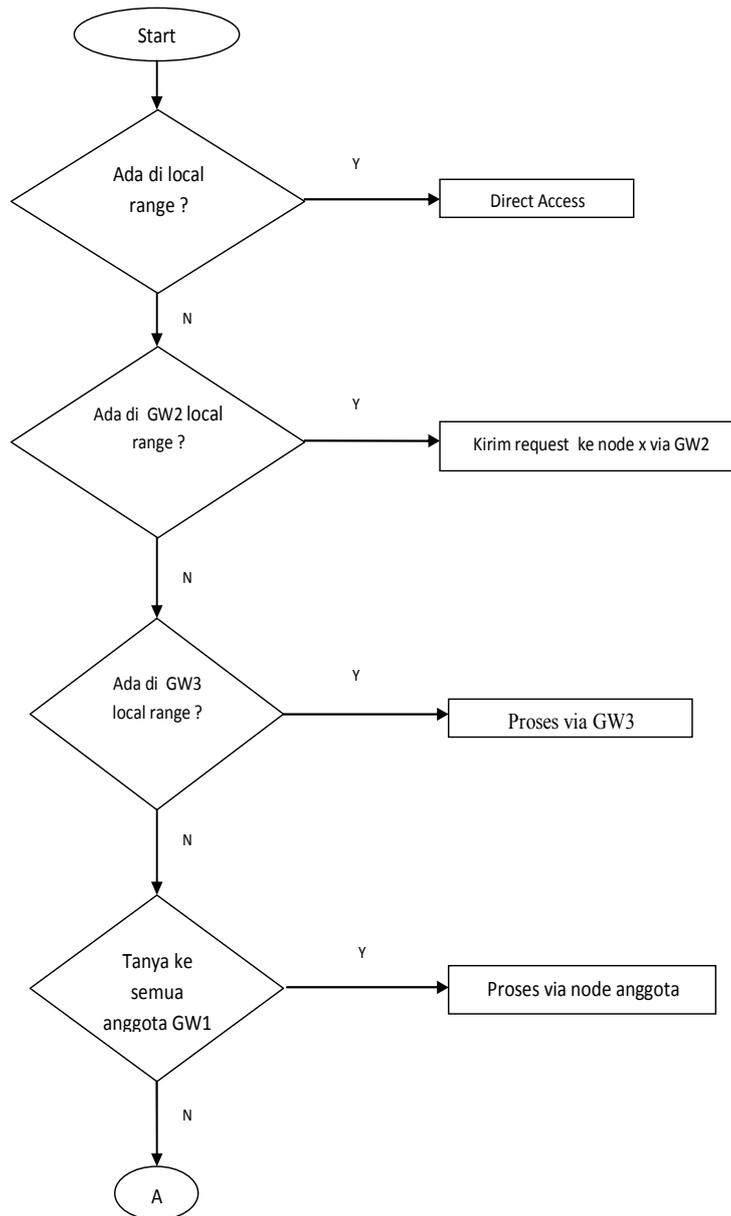
Dari skenario ini, dapat dijelaskan sebagai berikut:

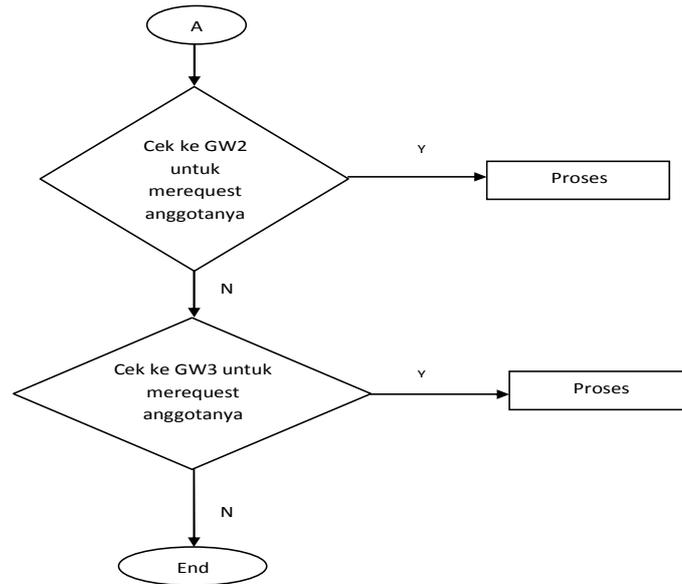
Di sini terlihat ada 10 *node/client* yang berada dalam 3 cakupan area dari *gateway* yang berbeda, ketika topologi jaringan belum berubah. Jika *node-node* (perahu) ini bergerak maka akan mempengaruhi topologi jaringan sehingga tabel *routing*nya akan berubah. Kecepatan masing-masing perahu sekitar 15-25 nmi/jam (nautical miles/jam) dimana 1 nmi = 1,852 Km. Jarak jangkauan untuk komunikasi VHF adalah sekitar 30 Km.

Jadi bila kesepuluh node ini bergerak secara acak arahnya, maka algoritma protokol rute dari *gateway* akan menyesuaikan dan mengupdate tabel *routing*nya disesuaikan dengan jarak perpindahan *node*. Jika *gateway* tidak

dapat menghubungi *node* dalam *local range* areanya maka konsep *ad hoc* akan berlaku dimana *gateway* akan menghubungi *node* sebagai *via* atau *gateway* lainnya untuk merequest anggotanya. Di sini juga telah dihasilkan suatu algoritma pengiriman data dimana *gateway* 1 (GW1) mencari lintasan terbaik. Lebih jelasnya mengenai Algoritma proses pengiriman data ini digambarkan dalam bentuk *flowchart* di bawah (Gambar 10).

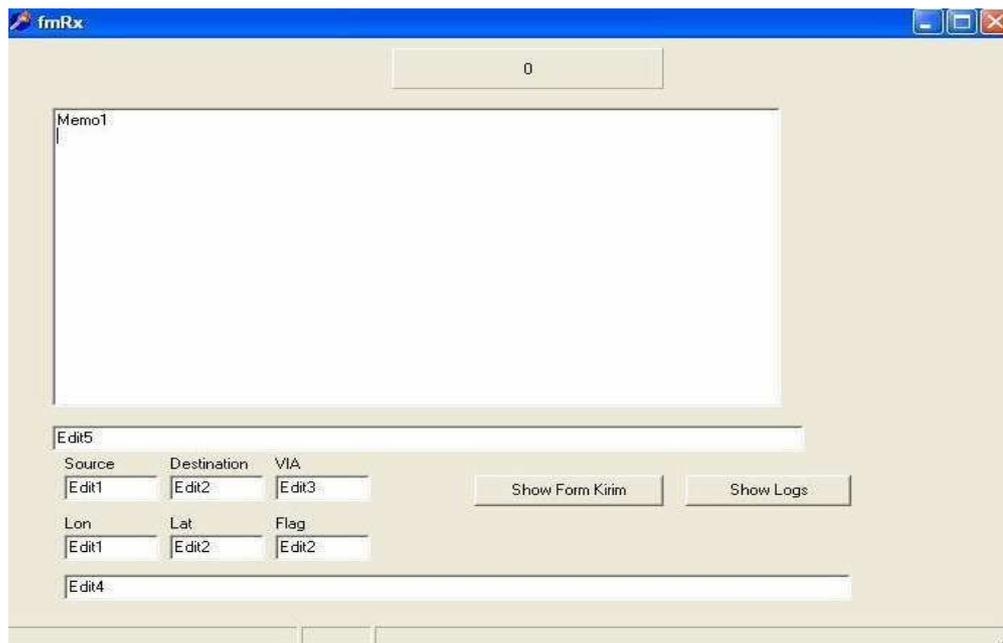
Sub Proses Pengiriman





Gambar 10. Flowchart Pengiriman Data

Desain GUI untuk tampilan pada gateway adalah sebagai berikut



Gambar 11. GUI Pengiriman Data pada Gateway

## 5. KESIMPULAN

Pengembangan *routing protocol* untuk *gateway ad hoc* sangatlah dibutuhkan dalam komunikasi VHF untuk *node-node* bergerak dengan keterbatasan *bandwith*, Algoritma peroutingan untuk *gateway* mengacu pada perpidahan jarak *node-node* dan *gateway*, sehingga *gateway* akan mencari jalan terbaik untuk meneruskan paket data dengan *link cost* yang efisien.

Hasil model algoritma ini diharapkan dapat dikembangkan sebagai *platform* untuk pengembangan sistem yang lebih luas, seperti sistem komunikasi antara perahu nelayan sehingga pada akhirnya akan meningkatkan perekonomian mereka.

**DAFTAR PUSTAKA**

- D.Johnson (1994), *Routing in Ad Hoc Networks of Mobile Host*, Proc. IEEE Workshop on Mobile Comp. System and Appls
- M.Amitava dkk 2003, *Location Management And Routing In Mobile wireless networks*, Artech House, Boston & London
- C.Y.L.William 1993, *Mobile Communication Design Fundamental*, John Wiley & Son, Inc. New York
- T.Larson and Hedman N. 1998, *Routing Protocols In Wireless Ad-Hoc Networks-In A Simulation Study*, Master's Thesis in Computer Science Engineering Stochoklm.
- T.Ahmed 2005, *Modeling and Simulation of a Routing Protocol for Ad Hoc Networks Combining Queuing Network Analysis and Ant Colony Algorithm*, dissertation Ph.D., Universitat Duisburg-Essen (Campus Essen).