

# Implementasi Protokol Routing Jaringan *Ad Hoc* Multiuser Pada Gateway Untuk Sistem Komunikasi Kapal Laut

Muhammad Afif, Michael Ardita, Achmad Affandi

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: mafif@elect-eng.its.ac.id, affandi@ee.its.ac.id

**Abstrak**—Sebuah protokol routing untuk jaringan *wireless ad hoc* sangat diperlukan pada proses komunikasi antara beberapa *node*, untuk mengirimkan paket data melalui satu atau beberapa *node* menuju alamat tujuan dimana topologi jaringan selalu berubah. Protokol rute yang dibangun harus dapat mencari rute alternatif untuk mengatasi masalah ketika terjadi rute *error* sehingga *node* tidak memulai proses pencarian rute dari awal. Selain itu, sistem komunikasi kapal laut yang menggunakan kanal VHF memiliki jumlah kanal terbatas dan bitrate yang rendah (1200 bps). Pada penelitian ini, protokol routing yang dibangun adalah protokol routing AOMDV. Protokol ini terdiri dari lima pesan kontrol yang dikirim dalam bentuk paket. Paket RREQ, RREP dan RRER berperan dalam pencarian jalur dan paket data-ACK berperan dalam transfer data. Protokol untuk data link layer menggunakan algoritma *Distributed Coordination Function* (DCF). Protokol diwujudkan dalam bentuk program pada terminal komunikasi data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa protokol yang dibangun dapat mencari rute alternatif yang berfungsi ketika terjadi jalur utama rusak. Protokol dapat berjalan pada jaringan *ad hoc* multiuser dengan keterbatasan jumlah kanal yang ditunjukkan oleh hasil pengujian bahwa nilai terbesar packet loss adalah 16,7%. Selain itu, sistem yang dibangun hanya sesuai digunakan untuk pengiriman data dengan prioritas yang rendah.

**Kata Kunci**— Jaringan *ad hoc*, *node*, Protokol routing, Sistem Komunikasi VHF

## I. PENDAHULUAN

SEBAGAI negara kepulauan, Indonesia memiliki wilayah laut yang luas. Tentunya Laut yang luas memiliki potensi yang besar. Potensi ini dimanfaatkan oleh penduduk pesisir pantai sebagai mata pencaharian utama mereka. Belum adanya teknologi komunikasi yang memadai sehingga pemanfaatan sumber daya alam ini kurang maksimal. Dengan adanya sistem komunikasi di laut maka para nelayan dapat mengupdate data-data pelayaran seperti data koordinat lokasi penangkapan ikan. Sebenarnya telah ada teknologi komunikasi berbasis satelit untuk mendukung pelayaran. Sayangnya teknologi ini memiliki harga yang tidak terjangkau bagi semua kalangan.

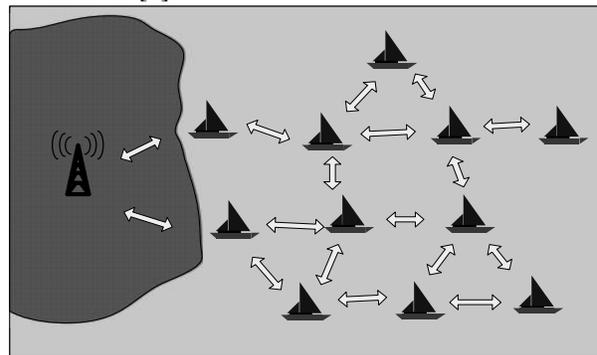
Sebelumnya telah dilakukan penelitian mengenai sistem komunikasi kapal laut berbasis data melalui kanal VHF. Sistem yang dibuat sudah dapat mengimplementasikan fungsi dasar jaringan *ad hoc* sebagai pengirim dan penerima, namun sistem yang dibuat hanya dapat melayani 1 user dan tidak dapat mencari rute alternatif. Rute alternatif berguna ketika terjadi *broken link*, *node* pengirim tidak perlu mencari rute mulai dari awal lagi namun dapat menggunakan link alternatif.

Pada sistem yang dibuat, kanal yang dipakai hanya satu. Hal ini menimbulkan permasalahan ketika sistem diterapkan pada jaringan multiuser. Selain itu, sistem komunikasi menggunakan kanal VHF yang memiliki bitrate rendah sehingga pembajakan paket data pada sistem jaringan *ad hoc* dapat menyebabkan kanal penuh. Oleh karena itu diperlukan suatu protokol komunikasi data yang dapat berjalan meskipun kanal yang digunakan hanya satu dan dalam bitrate yang rendah.

## II. PERANCANGAN SISTEM

### A. Gambaran Umum Sistem

Sistem komunikasi yang dibuat merupakan sistem komunikasi berbasis data paket yang dikirimkan melalui kanal VHF. Data dikirimkan dalam bentuk pesan-pesan. Sistem terdiri dari dua bagian utama yaitu, Gateway dan Mobile station. Gambar 1 menunjukkan ilustrasi jaringan *ad hoc* yang dibangun. Pada sistem jaringan tersebut, Gateway dan Mobile Station dianggap sebagai *node*. Pada penelitian ini Gateway dan mobile station memiliki susunan perangkat dan peran yang sama, karena pada jaringan *Mobile Ad hoc Network* (MANET) setiap *node* dalam jaringan memiliki kedudukan yang sama dan tidak ada administrator pusat seperti pada jaringan *cellular* atau pada jaringan *wireless local area network* (WLAN) mode infrastruktur[1].



Gambar 1. Jaringan *Ad hoc* multiuser

### B. Arsitektur Protokol Routing

Protokol routing yang digunakan adalah protokol routing *Ad hoc on Demand Multipath Distance Vector* (AOMDV)[2]. Secara keseluruhan arsitektur protokol routing terdiri dari lima tipe pesan yang memiliki peran dan fungsi masing-masing. Suatu *node* ketika menerima pesan rute, maka *node* tersebut

akan mengupdate tabel routingsnya sesuai pesan yang diterima.

Node akan menerima pesan dari node tetangga yang memiliki sequence number yang lebih besar. Selain itu, node tidak akan menerima pesan dari node tetangga yang memiliki nilai advertised hopcount lebih kecil. Field advertised hop count digunakan untuk menerima pesan dari banyak node sehingga terbentuk banyak rute[2].

Tabel 1.  
Format tabel routing[3]

Advertised hop count
Destination
Sequence Number
Nex hop
Hop Count
Time Out

1) *Pesan Route Request (RREQ)*

Ketika suatu *node* mengirimkan pesan, maka *node* tersebut membutuhkan rute untuk menyampaikan pesan tersebut. Untuk mencari rute pengiriman ke *node* tujuan, *node* tersebut membanjirkan pesan *route request* (RREQ) ke *node* tetangga. Proses pembanjiran pesan *route request* akan berhenti ketika pesan *route request* diterima oleh *node* tujuan atau TTL sama dengan 7. Nilai TTL threshold maksimal adalah 7[3].

2) *Pesan Route Replay (RREP)*

Pesan *route replay* (RREP) merupakan pesan balasan dari pesan *route request* (RREQ). Ketika *node* tujuan menerima pesan *route request*, maka *node* tujuan akan membalas dengan membanjirkan pesan *route replay* (RREP).

3) *Pesan Route Error*

Pesan *route error* berfungsi untuk memberitahu *node* sebelumnya bahwa terdapat error pada rute yang dituju. Ketika suatu *node* yang telah mengirim data tidak menerima balasan berupa pesan ACK, maka *node* tersebut akan mengirim pesan *route error*.

4) *Paket Data*

Paket ini digunakan untuk membungkus data agar sampai pada alamat yang dituju. Data ditempatkan pada bagian payload. Besarnya payload bergantung pada jenis data yang digunakan.

Ketika paket data diterima, maka isi pesan akan dihitung nilai *Frame Check Sequence*(FCS). Jika FCS yang dikirimkan sama dengan FCS yang dihitung maka data diterima dengan baik. Jika tidak maka pesan dinyatakan hilang. Bagian FCS merupakan deteksi kesalahan. Check Sum metode ini dengan melakukan operasi XOR pada seluruh data yang dikirim.

5) *Pesan Acknowledgement (ACK)*

Pesan ini digunakan untuk menyampaikan pesan ke *node* pengirim bahwa pesan yang dikirimkan telah diterima dengan baik. Saat FCS yang dikirimkan sama dengan FCS yang diterima maka *node* penerima mengirimkan ACK balik ke pengirim. Jika FCS tidak sama maka ACK tidak dikirim. Pesan akan dinyatakan hilang dengan sendirinya saat ACK tidak diterima melebihi

waktu time out.

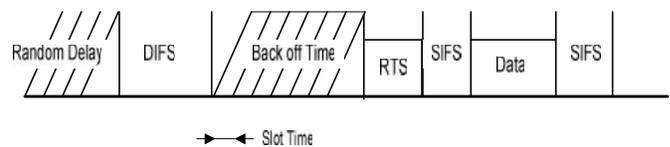
C. *Arsitektur Protokol Akses Jamak*

Dalam sistem yang dibuat, protokol akses jamak yang dipakai adalah *Distributed Coordination Function* (DCF). Jika *node* menerima pesan RTS, hal ini menandakan bahwa kanal akan dipakai sehingga *node* yang menerima pesan RTS akan diam selama 1 detik. Besarnya nilai 1 detik ini berdasarkan bitrate modem yang dipakai dan panjang rata-rata pesan yang dipakai adalah 150 karakter.

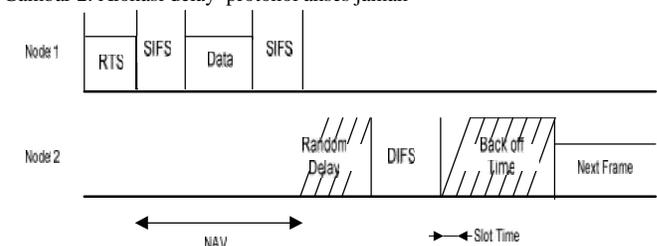
Sebelum mengirimkan pesan, *node* akan di delay sebesar nilai *Distributed Interframe space*(DIFS). Nilai DIFS didapatkan dari jumlah dua kali *slot time* ditambahkan *Short Interframe Space*(SIFS)[4]. Nilai dari timeslot dihasilkan dari nilai SIFS ditambahkan waktu yang dibutuhkan perangkat untuk mendeteksi kanal dalam keadaan sibuk[4]. Nilai SIFS didapatkan dari waktu yang dibutuhkan *node* untuk menerima pesan ACK setelah mengirimkan pesan. Dengan demikian nilai SIFS sebesar 1 detik, *slot time* sebesar 2 detik dan DIFS 5 detik.

Jika kanal kosong maka data akan ditransmit namun jika penuh maka *node* akan menunggu selama nilai random antara nol dan timeslot. Ketika waktu delay habis, maka *node* kembali mendengarkan kanal. Jika kosong maka data akan langsung ditransmit, namun jika penuh maka nilai delay random sama dengan dua kali timeslot sebelumnya. Begitu selanjutnya sampai nilai timeslot sama dengan 64 detik.

Dalam sistem yang dibuat ditambahkan sistem delay random yang ada pada protokol CSMA p-persistent untuk mengurangi kemungkinan tabrakan data[5]. Ketika *node* menerima pesan, *node* tersebut akan didelay sebesar random delay. Setiap pesan memiliki nilai probabilitas yang berbeda-beda. Untuk pesan rute = 0,5 , pesan error= 0,3 dan pesan data= 0,7. Pertama-tama *node* mengambil nilai random antara 0-1. Jika nilai random kurang dari atau sama dengan nilai probabilitas pesan, maka *node* akan langsung masuk kedalam proses delay DIFS. Jika nilai random lebih dari probabilitas pesan, maka *node* akan didelay sebesar 0,5 detik. Setelah itu *node* akan mengambil nilai random lagi. Begitu seterusnya sampai nilai random kurang dari nilai probabilitas atau nilai delay yang sudah dilakukan sama dengan delay DIFS.



Gambar 2. Alokasi delay protokol akses jamak



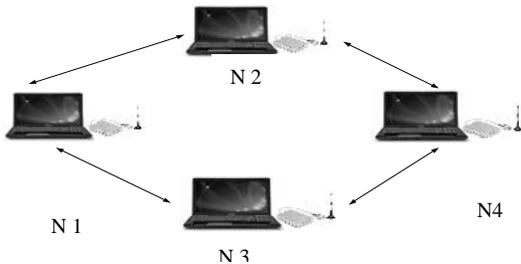
Gambar 3. Proses delay ketika 2 node saling berkomunikasi

**D. Implementasi Protokol**

Pada penelitian ini digunakan Laptop atau *Personal Computer* (PC) sebagai terminal komunikasi data. Protokol dibuat dalam bentuk program aplikasi. Program dapat berfungsi sebagai pengirim maupun penerima. Modem dan terminal terhubung melalui komunikasi serial RS232 dengan protokol UART. MODEM radio yang digunakan adalah KYL-600L bekerja pada frekuensi 153,6 MHz, daya pancar 1 watt dan gain antena 4 dBi.

**E. Konfigurasi Peralatan Pengujian**

Satu set terminal komunikasi data dan MODEM radio disebut sebagai node. Dalam hal ini laptop difungsikan sebagai terminal komunikasi data. Gambar 6 menunjukkan konfigurasi pengujian. Masing-masing node diberi identitas N1, N2, N3 dan N4.



Gambar 4. Konfigurasi pengujian empat node

**F. Parameter QoS**

**1) Delay**

Dalam dokumen NATO[6], end-to-end delay untuk sistem komunikasi VHF diklasifikasikan menjadi beberapa tipe. Pada tabel 3 disebutkan pengelompokan beberapa tipe delay.

Tabel 2.  
Karakteristik end-to-end delay[5]

No	Karakteristik	Delay
1	Real-time	<250 ms
2	Non real time	250 ms- 10 s
3	Lower Priority	10 s - 1 minute
4	Best effort	> 1 minute

**2) Packet Loss**

*Packet loss* didefinisikan sebagai kegagalan transmisi paket mencapai tujuannya. Kegagalan tersebut dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan, diantaranya yaitu terjadinya *overload* trafik didalam jaringan, tabrakan dalam jaringan dan *error* yang terjadi pada media fisik.

**III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

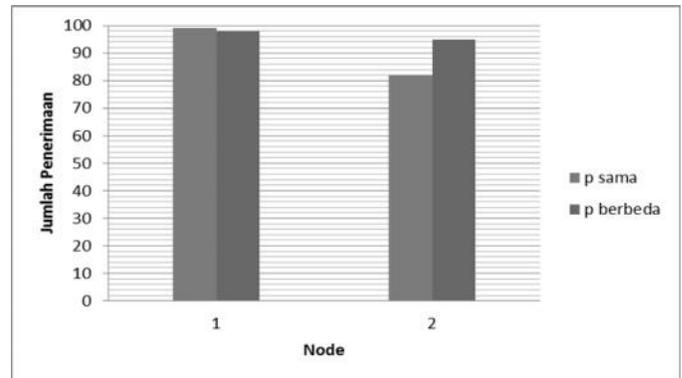
**A. Pengujian Unjuk Kerja Protokol Akses Jamak**

Pengujian dilakukan dengan mengirimkan pesan secara bersamaan dengan nilai p tertentu. Pengiriman paket data dilakukan sebanyak 100 kali. Setiap node mengirimkan paket data setiap 1 menit sekali.

**1) Pengujian Tabrakan Data 2 Node**

Gambar 5 menunjukkan dengan nilai p sama dari

pengiriman 100 kali, data yang tidak terkirim dari node 1 sebanyak 1 kali, sedangkan node 2 sebanyak 18 kali. Ketika salah satu atau kedua data dari node tidak sampai dipenerima diakibatkan oleh delay dari masing-masing node sama atau selisih kurang dari 0,2 detik.



Gambar 5. Grafik tabrakan data dua node

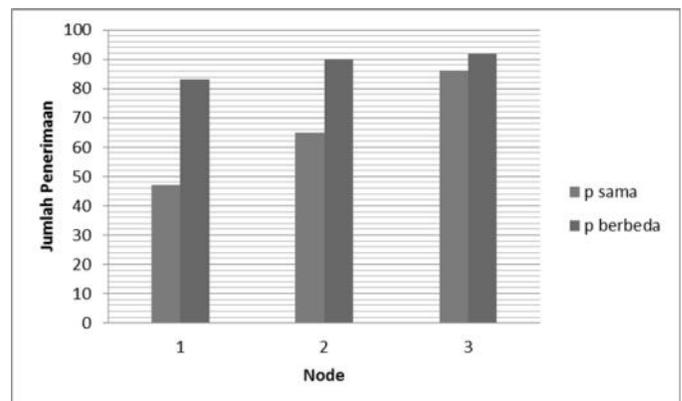
Pada pengujian dengan nilai p berbeda, nilai p dari masing-masing node dibedakan menjadi 0.3 dan 0.5. pada protokol yang dibuat, nilai probabilitas 0.3 untuk pesan *error* dan 0.5 untuk tipe pesan rute. Pada gambar 7 menunjukkan peningkatan paket data yang diterima.

**2) Pengujian Tabrakan Data 3 Node**

Pada pengujian dengan nilai p berbeda, 3 node mengirimkan data secara bersamaan dengan nilai probabilitas yang berbeda. Node 1 memiliki nilai p=0.3, p node 2=0.5 dan p node 3=0.7. pada protokol yang dibuat nilai p=0.7 untuk pesan data. Pesan data memiliki nilai p yang lebih besar karena pesan data lebih diutamakan dari pada tipe pesan yang lainnya. Gambar 6 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan penerimaan paket data yang dikirim masing-masing node. Data yang dikirim node 1 diterima sebanyak 82 kali, node 2 sebanyak 90 kali dan node 3 sebanyak 94 kali.

**B. Pengujian Unjuk Kerja Protokol Routing**

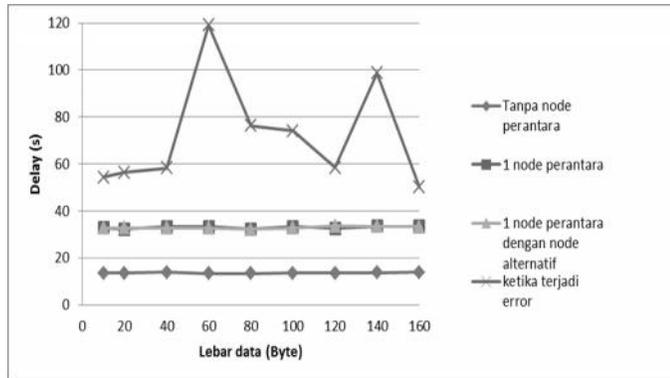
Pada pengujian paket data diisi dengan karakter "U". Satu karakter besarnya setara dengan 1 Byte. Pada tabel ASCII karakter U memiliki nilai hexa 55 atau biner 01010101. Karakter U merupakan karakter yang paling sulit di deteksi [7]. Besarnya paket data disesuaikan dengan panjang sms yaitu maksimal 160 Byte.



Gambar 6. Grafik tabrakan data tiga node

1) Pengujian waktu kirim

Pada gambar 7 menunjukkan perbandingan nilai end-to-end delay masing-masing pengujian. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa semakin banyak node maka semakin besar delay. Pada setiap pengujian nilai delay yang didapatkan sangat bervariasi. Hal ini dikarenakan pada saat node akan mengirimkan data, node mendapatkan nilai random yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa skema yang digunakan mampu mengurangi resiko tabrakan data ketika masing-masing node sama-sama mendeteksi bahwa kondisi kanal sedang kosong.



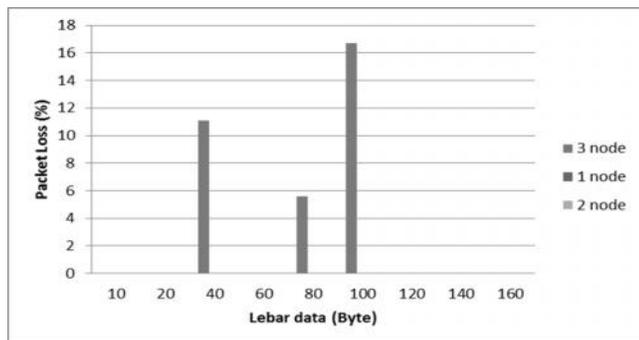
Gambar 7. Perbandingan end-to-end delay

2) Pengujian Packet Loss

Pada gambar 8 menunjukkan besarnya packet loss pada masing-masing pengujian. Packet loss terjadi pada pengujian melalui node perantara dengan node alternatif. Packet loss terjadi akibat masing-masing node yang menerima pesan secara bersamaan memiliki nilai random yang sama. Selain itu, packet loss bisa diakibatkan kesalahan pembacaan header atau footer pada pesan yang dikirimkan. Kesalahan pada header atau footer menyebabkan program tidak mengenali tipe pesan tersebut atau pesan tersebut dianggap bukan pesan VmeS.

3) Perubahan Tabel Routing

Pada tabel 3 menunjukkan bahwa protokol yang dibangun dapat mencari rute alternatif. Pada pengujian melalui node perantara dengan node alternatif, node 1 memiliki alamat *next hop* lebih dari satu yaitu node 3 dan node 4. Ketika terjadi *error*, node 1 akan mengirim ulang pesan ke *next hop* selain node yang telah dikirimkan paket data.



Gambar 8. Packet Loss

Tabel 3. Tabel routing ketika terjadi *error*

	Node 1		Node 2		Node 3		Node 4	
Advertised hop count	2	2	1	1	1	1	2	2
Destination	4	4	1	4	1	4	1	1
sequence Number	4	4	2	2	2	2	4	4
Next hop	3	2	1	3	1	4	2	3
Hop Count	2	2	1	1	1	1	2	2

IV. KESIMPULAN

Dari hasil implementasi dan pengujian didapatkan bahwa protokol routing yang dibangun dapat mencari beberapa rute alternatif untuk mengatasi masalah ketika terjadi rute yang rusak sehingga node pengirim tidak perlu membangun rute mulai dari awal lagi. Protokol yang dibangun juga dapat berjalan dengan kondisi keterbatasan jumlah kanal hal ini ditunjukkan dari hasil pengujian *packet loss* pengiriman data melalui satu node perantara dan tanpa node perantara pada payload 10B sampai 160B *packet loss* 0%, Sedangkan untuk pengiriman melalui node perantara dengan node alternatif memiliki *packet loss* maksimal sebesar 16,7%. Nilai delay pengiriman paket data sangat bervariasi dikarenakan nilai delay sangat bergantung pada nilai hasil random sehingga dapat disimpulkan skema yang dibangun dapat mengurangi tabrakan data ketika masing-masing node sama-sama mendeteksi bahwa kondisi kanal sedang kosong. Hasil pengujian waktu kirim menunjukkan bahwa sistem yang dibangun hanya sesuai digunakan untuk pengiriman data prioritas rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan finansial melalui dana hibah Program Kreativitas Mahasiswa bidang Penelitian tahun 2012.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Johnson, D., "Routing in Ad hoc Networks of Mobile Host", *Proceeding IEEE Workshop on Mobile Computer System and Applications*.1994.
- [2] Mahesh K. M., Samir R D., "On-demand Multipath Distance Vector Routing in Ad hoc Network", 2001.
- [3] Perkins, C., Belding-Royer E, Das S. "Ad-Hoc On Demand Distance Vector (AODV)",1999.
- [4] IEEE 802.11a Part 11," *Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: High-Speed Physical Layer in the 5 GHz Band*", 2007.
- [5] Hyo S. K., Sugoog Shon, Sung K. C., Sung, K. C.," *A Simulation Study of P-Persistent CSMA-CA for IEEE 802.15.4 LR-WPAN*". 2007
- [6] Street, M. D., and Szczucki,F., "Wireless communications ar-chitecture (land): scenarios, requirements and operational view," NATO C3 Agency, Tech. Note 1246, Dec. 2006.
- [7] Imantaka A., "Rancang Bangun Layanan SMS Pada Teknologi VmeS Untuk Sistem Komunikasi Kapal Laut", Tugas Akhir JTE FTI-ITS, Juni 2010