

# Rancang Bangun Jaringan *Ad Hoc* Berbasis Radio Paket pada Kanal Frekuensi Tinggi untuk Layanan Data Telemedika

Khoirul Fahmi<sup>1</sup>, Atik Choirul Hidajah<sup>2</sup>, dan Achmad Affandi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

*E-mail:* affandi@ee.its.ac.id

<sup>2</sup>Departemen Epidemiologi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Kampus C Universitas Airlangga (Unair)  
Jl. Mulyorejo, Surabaya 60115

*E-mail:* atik\_hidajah@unair.ac.id

**Abstrak**— Telemedika adalah pemanfaatan teknologi elektronika, komputer dan telekomunikasi dalam bidang biomedika untuk memproses berbagai jenis informasi kedokteran dan mengirimkan atau menerima informasi kedokteran tersebut dari satu tempat ke tempat lain, guna membantu pelaksanaan prosedur kedokteran dan pendidikan medis. Pesan yang dikirim dari *terminal* antar puskesmas berupa laporan mingguan wabah dan pesan khusus yang berisi tentang hasil diagnosa maupun diskusi ilmiah. Sistem layanan data telemedika konvensional di Indonesia selama ini masih dilakukan secara manual yaitu *paper based document*. Dengan adanya teknologi berbasis radio paket yang gratis ini dapat membantu tim medis puskesmas mengirim pesan ke pusat informasi (dinas kesehatan setempat) lalu dikirim ulang ke puskesmas lainnya secara cepat untuk kebutuhan pengiriman data berukuran kecil berupa teks. Untuk merealisasikan sistem layanan data telemedika bagi puskesmas di daerah terpencil, maka digunakan sistem komunikasi *ad hoc*. Oleh karena itu dirancang protokol *ad hoc* yang sesuai karakteristik komunikasi paket radio beserta interface layanan data telemedika dalam bentuk program laporan rekam medis wabah mingguan. Dilakukan pengujian kanal HF Surabaya dan Lawang dengan mengirim sinyal *carrier* dengan daya 49,03 dBm sehingga level SNR audio yang diterima sebesar -4,293 dB. Dan juga dilakukan pengujian protokol mode *point-to-point* dan *ad hoc* pada kanal VHF di sekitar kampus ITS Surabaya berupa mekanisme *route discovery*, *route cache*, pengiriman data telemedika dan ACK/NAK serta pengiriman variasi jumlah karakter U. Dari pengujian kanal VHF tersebut diperoleh batas maksimal pengiriman pesan kontinu setiap 3 detik dengan *payload* 140 karakter U untuk 3 *node* adalah 158 Byte tiap pengiriman pesan.

**Kata Kunci**— *Ad Hoc*, HF, VHF, radio paket, telemedika.

## I. PENDAHULUAN

SELAMA ini baik di puskesmas (pusat kesehatan masyarakat) maupun rumah sakit di Indonesia pada khususnya, pelayanan rekam medisnya masih dilakukan secara manual yaitu berbasis kertas (*paper based document*) [1]. Secara tidak langsung hal tersebut membebani kinerja tim medis yang seharusnya hanya memeriksa dan merawat pasien, namun mereka juga harus campur tangan masalah manajemen

data rekam medis. Hal tersebut menyebabkan tim medis tidak dapat menjalankan tugasnya dengan baik dan pada akhirnya sering muncul kasus atas keluhan pasien mengenai buruknya pelayanan suatu pusat kesehatan masyarakat.

Rekam medis bermanfaat sebagai dasar dan petunjuk untuk merencanakan dan menganalisis penyakit serta merencanakan pengobatan, perawatan dan tindakan medis yang harus diberikan kepada pasien [2]. Hal tersebut sangat penting bagi puskesmas dan dinas kesehatan setempat dimana tim medis dapat saling bertukar informasi vital baik mengenai data pribadi pasien, hasil perawatan, hasil diagnosis, hasil konsultasi dan pengobatan.

Layanan telemedika modern masih belum digunakan di Indonesia karena investasi untuk perangkat lunak dan perangkat kerasnya dikenal mahal terutama transmisi nirkabel yang memakai saluran pita lebar dimana layanannya sangat bergantung pada kecepatan akses data internet [2]. Namun dengan dilakukannya penelitian ini yang menggunakan kanal frekuensi radio sebagai media transmisi data yang gratis dan sedikit perangkat, maka nantinya akan diperoleh sistem layanan data telemedika yang lebih murah dan cocok diterapkan pada puskesmas di daerah terpencil yang terbatas akan dana dan bantuan tenaga medis.

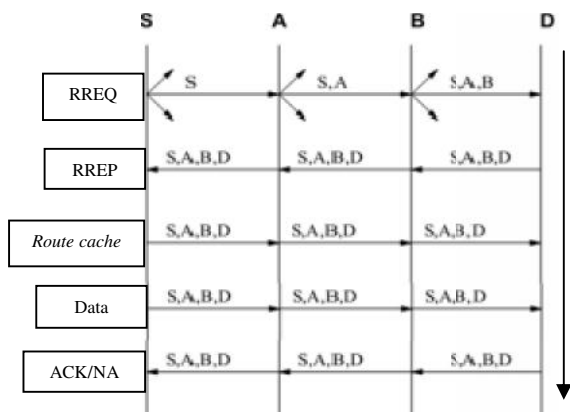
Penggunaan jaringan *ad hoc* juga perlu diterapkan dimana penelitian sebelumnya masih berupa hubungan antar modem dengan *terminal* untuk komunikasi *point-to-point* [3]. Hal yang mendasari perlunya jaringan *ad hoc* adalah tidak membutuhkan dukungan infrastruktur untuk jaringan *backbone* dan sangat berguna pada saat infrastruktur tidak ada atau rusak.

## II. RANCANGAN SISTEM

### A. Desain Protokol

Kanal HF tergolong sebagai *narrowband* [4] sehingga dengan *bitrate* yang hanya 300 bps sebaiknya *flooding* untuk *update* tabel *routing* dihindari [3], oleh karena itu dipilih protokol jenis reaktif. Protokol DSR (*Dynamic Source*

Routing) [5] digunakan sebagai acuan dimana *update* tabel *routing* jarang dilakukan sehingga cocok untuk topologi jaringan mobilitas rendah dan memiliki *bitrate* rendah [6]. Untuk mendukung proses komunikasi data yang baik, harus didukung oleh arsitektur protokol yang baik. Arsitektur protokol DSR terdiri dari 2 kategori yaitu protokol untuk *route discovery* dan protokol untuk transfer data. Masing-masing kategori protokol terdiri dari pesan kontrol yang memiliki fungsi tertentu. Pesan kontrol dikirimkan dalam bentuk paket dengan tipe berbeda-beda. Saat paket diterima akan diproses sesuai dengan tipe pakatnya.



Gambar 1. Mekanisme Protokol

Terdapat beberapa mekanisme yang harus dilakukan agar data yang dikirim dapat diterima dengan baik oleh penerima. Desain protokol berfungsi untuk mengatur suatu aliran data dalam suatu jaringan. Standar format tergantung dari tipe paket yang fungsinya berbeda-beda.

Sebelum data dikirim, dilakukan proses pencarian rute (*route discovery*) yang memperbolehkan *node* lain ikut bergabung dalam jaringan tersebut. RREQ bertujuan membentuk rute dari *node* pengirim ke *node* tujuan dan dikirim oleh *node* pengirim ke *node* tujuan. Jika paket RREQ sukses diterima, maka *node* tujuan tadi akan mengirimkan paket RREP ke *node* pengirimnya yang berisikan alamat *node* dari rute kebalikan yang telah terbentuk.

Setelah RREP diterima, lalu dilakukan pengiriman paket *route cache* pada *node* yang dituju agar *node* tujuan tadi dapat mengirim paket data juga. Paket *route cache* memiliki fungsi memberikan rute-rute yang memungkinkan bagi *node* lain agar nantinya dapat berkomunikasi satu sama lain.

Setelah proses pengiriman *route cache* dilakukan, maka paket data dapat dikirimkan baik dari *node* pengirim yang mengawali RREQ maupun sebaliknya. Hal ini mempermudah pertukaran data antar *node* terutama untuk topologi jaringan yang cenderung statis.

Setelah dilakukan pengiriman paket data, maka akan dilakukan proses pengecekan *payload* yang dilakukan dengan mengecek data FCS (*Frame Check Sequence*) yang diterima lalu dibandingkan dengan FCS *payload* yang diterima. Apabila sama, maka *node* penerima tersebut akan mengirimkan paket ACK dimana data yang telah dikirimkan tidak terdapat kesalahan. Sedangkan apabila data FCS yang

diterima tidak sama dengan data FCS yang dicek oleh penerima maka akan dikirimkan paket NAK agar pengirim mengetahui bahwa data yang terkirim memiliki kesalahan. Apabila paket ACK / NAK tidak diterima dalam jangka waktu 2 kali waktu teoritis maka akan terjadi *timeout*. Dan diharuskan mengirim ulang paket data.

Model ACK / NAK yang digunakan yaitu *end-to-end* dikarenakan lebih efisien waktu dan menghemat penggunaan trafik pada kanal jika dibandingkan *segment-to-segment* [3].

B. Desain GUI Terminal Layanan Data Telemedika

Setelah dilakukan perancangan protokol, dilakukan implementasi pada *terminal* layanan data telemedika. Pada penelitian ini digunakan laptop sebagai *terminal*. Protokol dibuat dalam bentuk program dengan bahasa pemrograman Borland Delphi 7.

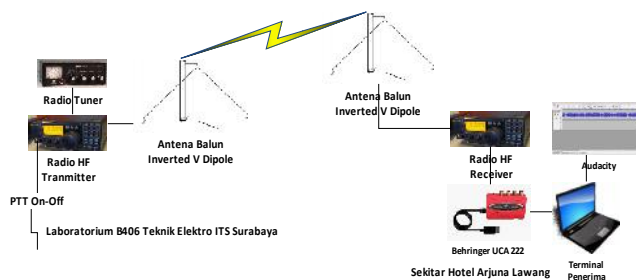


Gambar 2. Tampilan Program pada Terminal Layanan Data Telemedika

Desain GUI (*Graphical User Interface*) terminal layanan data telemedika mengacu pada contoh laporan rekam medis mingguan dikarenakan formatnya yang sederhana dan tidak membutuhkan banyak data teks yang dikirim.

III. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

A. Perekaman Level SNR Audio Kanal HF

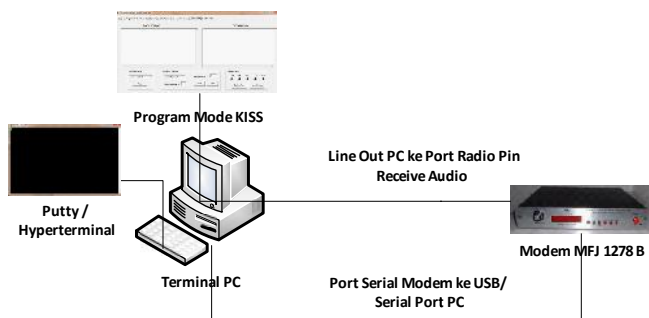


Gambar 3. Konfigurasi Peralatan Perekaman Sinyal Carrier

Pengujian ini dilakukan secara *point-to-point* dimana lokasi yang digunakan adalah Laboratorium B406 Teknik Elektro ITS Surabaya (7,28498° lintang selatan dan 112.79629° bujur timur) dan daerah sekitar hotel Arjuna Lawang (7,85162° lintang selatan dan 112,69436° bujur timur). Pengujian ini untuk mengetahui level SNR audio pada penerima, maka diperlukan mode pengiriman *carrier* AM. Pada penerima direkam sinyal komunikasi radionya dalam software *audacity*.

Lalu dari hasil rekamannya nanti diputar ulang dan dianalisa menggunakan *spectrallab* agar diketahui level dayanya.

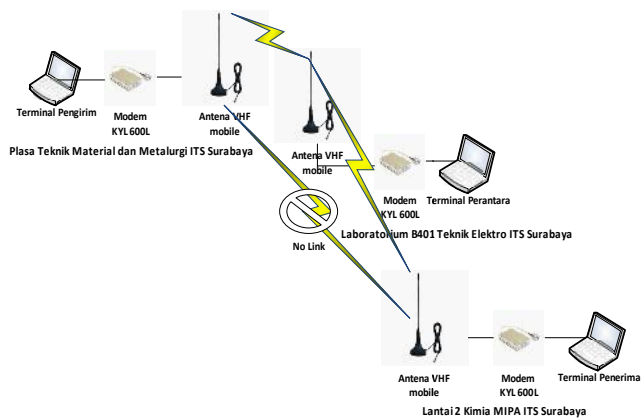
**B. Demodulasi Sinyal Radio Paket**



Gambar 4. Konfigurasi Peralatan untuk Demodulasi Data Radio Paket

Sedangkan untuk analisa hasil data keluaran digunakan konfigurasi peralatan yang memutar balik file suara yang telah terekam tersebut ke dalam modem sehingga paket data yang diterima dapat ditampilkan pada software *puTTY*.

**C. Pengujian Protokol pada Kanal VHF**



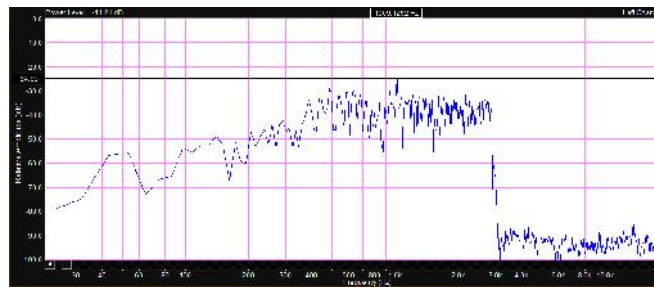
Gambar 5. Konfigurasi Peralatan Pengujian Protokol pada Kanal VHF

Untuk menguji algoritma protokol dan kinerja layanan data telemedika maka dilakukan pengujian pada kanal VHF. Pada pengujian *point-to-point* dilakukan di Plasa Teknik Material & Metalurgi ITS Surabaya (7,28512° lintang selatan dan 112,79749° bujur timur) dan Laboratorium B401 Teknik Elektro ITS Surabaya (7,28495° lintang selatan dan 112,79588° bujur timur). Sedangkan untuk pengujian *ad hoc* ditambah di Lantai 2 Kimia MIPA ITS Surabaya (7,28389° lintang selatan dan 112,795° bujur timur).

**IV. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS**

**A. Pengujian Kanal Radio HF Surabaya – Lawang**

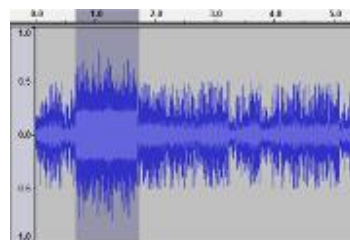
Pengiriman sinyal *carrier* pada kanal HF dilakukan di siang hari pada tanggal 3 Juni 2012 pukul 12.15 WIB dengan pengaturan radio frekuensi 6,308 MHz mode AM dengan daya kirim sebesar 80 Watt atau 49,03 dBm.



Gambar 6. Hasil Rekam Komunikasi Radio HF pada Domain Frekuensi

Suara diterima berupa sinyal *carrier* hasil penekanan PTT (*Push To Talk*) sekitar 5 detik. Pada domain frekuensi diambil sampel detik ke 3,87 dengan menggunakan *spectrallab* diperoleh puncak level daya terima audio sekitar -24,65 dB pada frekuensi 1,009 kHz dan SNR audio sekitar -4,293 dB.

Lalu pengujian selanjutnya dilakukan untuk mengetahui seberapa mampu paket dibaca oleh modem jika data hasil modulasi tanpa melalui kanal HF (media kabel) tersebut diberi *noise* HF hasil rekam komunikasi kanal HF di Surabaya-Lawang. Hasil perekaman sinyal berdasarkan domain waktu ditunjukkan pada gambar 7 dimana gambar yang diblok warna abu-abu tersebut merupakan data bercampur *noise*, sedangkan lainnya merupakan sinyal *noise* HF.



Gambar 7. Penggabungan Sinyal dengan Noise HF pada Domain Waktu

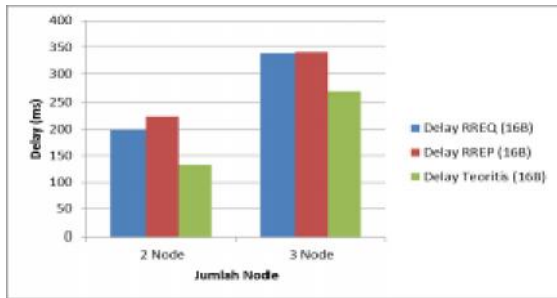
Dilakukan pemutaran ulang dengan modem agar didemodulasi sehingga data dapat ditampilkan pada *puTTY*. Hasilnya seperti ditampilkan pada gambar 8 dimana paket didemodulasi dengan baik oleh modem dikarenakan level daya sinyal informasi lebih besar daripada level daya *noise*.



Gambar 8. Hasil Keluaran Demodulasi Paket pada PuTTY

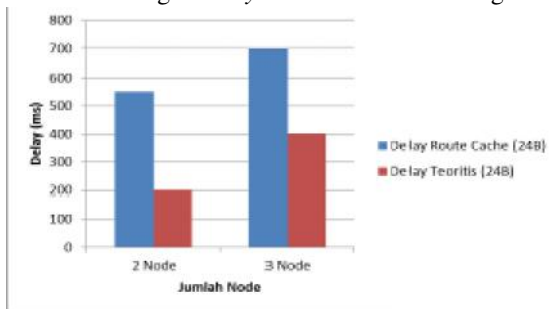
**B. Pengujian Protokol**

Pengujian protokol dilakukan pada kanal VHF dengan menguji *delay* pengiriman *route discovery*, *route cache*, transfer data telemedika serta ACK dengan variasi pengiriman mode *point-to-point* dan *ad hoc*. Hasil pengujian juga dibandingkan dengan *delay* teoritis. Dimana perhitungan untuk *delay* teoritis adalah waktu kirim per 1 Byte dikali dengan total Byte yang dikirim dan dikali dengan jumlah *hop*.



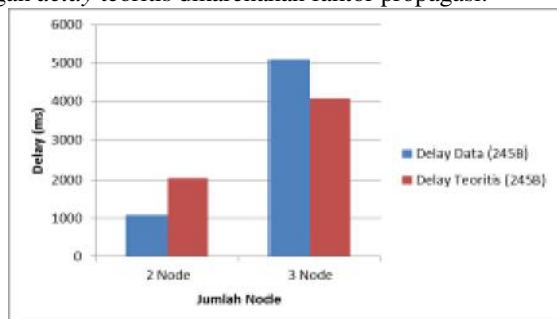
Gambar 9. Delay Pengiriman Route Discovery

Pada pengujian *route discovery* berupa pengiriman paket RREQ dan RREP masing-masing sebesar 16 Byte diperoleh *delay* pengiriman berbanding lurus dengan banyak *node* yang terlibat. Selisih dengan *delay* teoritis tidak terlalu signifikan.



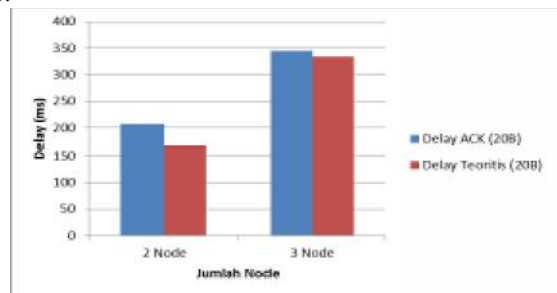
Gambar 10. Delay Pengiriman Route cache

Untuk hasil pengujian paket *route cache* sebesar 24 Byte diperoleh *delay* pengiriman berbanding lurus dengan banyak *node* yang terlibat. Terdapat perbedaan yang cukup signifikan dengan *delay* teoritis dikarenakan faktor propagasi.



Gambar 11. Delay Pengiriman Data Telematika

Untuk hasil pengujian pengiriman data telematika diperoleh *delay* pengiriman berbanding lurus dengan banyak *node* yang terlibat. Terdapat perbedaan yang cukup signifikan karena besarnya data yang cukup besar yaitu mencapai 245 Byte.



Gambar 12. Delay Pengiriman ACK

Sedangkan untuk hasil pengujian pengiriman paket ACK sebesar 20 Byte diperoleh *delay* pengiriman berbanding lurus dengan banyak *node* yang terlibat. Terdapat perbedaan yang tidak terlalu signifikan dengan *delay* teoritis.

### V. KESIMPULAN

Sistem komunikasi data menggunakan kanal HF antara Surabaya dan Lawang masih memerlukan penelitian lebih lanjut untuk optimasi kanal. Protokol terdiri dari lima pesan kontrol yang dikirimkan dalam bentuk paket RREQ, RREP, *Route cache*, Data, dan ACK/NAK. Protokol ini diwujudkan dalam bentuk program pada *terminal* layanan data telematika. *Delay* pengiriman berbanding lurus dengan jumlah pesan yang dikirim dan jumlah *node* yang terlibat. Program ini masih memerlukan algoritma pengiriman ulang data telematika jika data yang dikirimkan gagal yaitu mekanisme ARQ (*Automatic Repeat Request*).

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis K.F. mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan finansial melalui Program Kreativitas Mahasiswa bidang penelitian tahun 2012. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada warga Teknik Elektro ITS dan warga Unair Surabaya yang telah banyak membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia 2007, Standar Profesi Perekam Medis dan Informasi Kesehatan – bagian C no.2b: bentuk pelayanan rekam medis, No:377/Menkes/SK/III/2007, MenKes Republik Indonesia, Jakarta.
- [2] Soegijoko & Soegijardjo 2005, “Development of ICT-Based Mobile Telemedicine System with Multi Communication Links for Urban and Rural Areas in Indonesia”, Asia Pacific Development Information Programme.
- [3] M. Ardita. “Kinerja Modem Adhoc Radio Untuk Mendukung Manajemen Transportasi Kapal Tradisional. Master Thesis.Surabaya: Postgraduate ITS (2010).
- [4] Harris, T.J., “Characterisation of Narrowband HF Channels in the Mid and Low Latitude Ionosphere” Defence Science and Technology Organisation West Avenue, Edinburgh, Australia, (2006).
- [5] Johnson D., “Dynamic Source Routing in Ad hoc Wireless Networks”. Computer Science Department Carnegie Mellon University, (1996).
- [6] K. Gupta, “Performance analysis of AODV, DSR & TORA Routing Protocols”, IACSIT International Journal of Engineering and Technology Vol.2, No.2, April (2010).