

# Desain Protokol Jaringan untuk Komunikasi Multimedia melalui WiMAX

Suherman 1), Naemah Mubarakah 2)

Departemen Teknik Elektro, Universitas Sumatera Utara, Medan-Indonesia 20155 <sup>1</sup>

[suherman@usu.ac.id](mailto:suherman@usu.ac.id)

**Abstrak** – Tulisan ini membahas protokol jaringan pada lapisan transport serta perubahan desain yang ada untuk meningkatkan kualitas transmisi multimedia melalui perangkat orthogonal frequency division multiplexing (OFDM). Kualitas transmisi video melalui udara sangat rentan terhadap error transmisi, yang menyebabkan terjadinya packet loss. Penggunaan protokol reliable seperti transmission control protocol (TCP) mampu mengurangi loss, tetapi meningkatkan delay yang signifikan. Oleh karenanya dibutuhkan protokol yang dapat mengurangi loss tanpa menambah delay. Artikel ini mengajukan perubahan desain pada protokol jaringan unreliable UDP melalui mekanisme retransmisi dan cross-layer. Melalui simulasi, metode yang diajukan terbukti mampu mengurangi packet loss UDP sebesar rata-rata 6,5 %, menekan delay UDP hingga 18-37% serta meningkatkan kualitas video yang diterima berkisar 21,3-184,3%.

**Kata kunci** : Protokol unreliable, retransmisi, cross-layer, OFDM

**Abstract** – This paper discusses the network protocols at the transport layer as well as changes to existing designs to improve the quality of multimedia transmission via orthogonal frequency division multiplexing (OFDM). The quality of video transmission over the air are very susceptible to transmission errors, which cause packet loss. The use of reliable protocols such as transmission control protocol (TCP) is able to reduce the loss, but increases the delay is significant. Therefore, a protocol is needed to reduce the loss without adding delay. This article propose design changes on the network unreliable UDP protocol through retransmission mechanism and cross-layer. Through simulation, the proposed method is proven to reduce UDP packet loss by an average of 6.5%, pressing the UDP delay of up to 18-37% as well as improve the quality of video received ranged from 21.3 to 184.3%.

**Keywords** : unreliable protocol, retransmission, cross-layer, OFDM

## I. PENDAHULUAN

Teknologi OFDM menjadi trend dalam pengembangan teknik multiplexing di dunia nirkabel. Salah satu perangkat yang didesain menggunakan OFDM adalah WiMAX. WiMAX atau perangkat Worldwide interoperability for Microwave Access dapat memberikan layanan broadband kecepatan tinggi baik untuk konektifitas point to point maupun point to multipoint. Standar teknologinya berkembang dari point to point (IEEE, 2004), perangkat user bergerak (IEEE, 2005), sampai kompatibilitas dengan requirement layanan 4G (IEEE, 2011).

Ketersediaan konektifitas kecepatan tinggi untuk layanan fixed maupun mobile, memungkinkan perangkat berbasis OFDM digunakan untuk mendukung layanan multimedia, baik yang bersifat dedicated seperti layanan televisi kabel sejenis internet protocol television (IPTV), infrastruktur surveillance, maupun layanan hotspot menggantikan layanan WiFi konvensional.

Namun demikian, konektifitas berkecepatan tinggi pada layer fisik maupun media tidak akan maksimal, jika layer di atasnya tidak mendukung. Hal ini disebabkan gangguan transmisi selalu ada, terlebih di daerah tropis yang riskan terhadap perubahan cuaca. Sehingga packet loss akan selalu ada dan butuh penanganan. Ketika perangkat telah ada, maka layer di atas layer fisik dan

media memegang peranan penting menangani error transmisi. Tulisan ini membahas upaya peningkatan kualitas transmisi multimedia pada layer transport. Tulisan disusun mengikuti alur sebagai berikut, pembahasan protokol jaringan yang ada pada layer transport dibahas terlebih dahulu, diikuti teknik yang diajukan untuk mengurangi packet loss dan delay. Evaluasi teknik yang diajukan dievaluasi melalui simulasi, dan hasilnya dibandingkan dengan teknik-teknik yang ada. Akhirnya, kesimpulan dan peluang riset ke depan disampaikan.

Link dengan kinerja yang baik tidak akan maksimal jika lapisan di atasnya tidak bekerja dengan baik pula. Dalam jaringan nirkabel yang sederhana satu base station, lapisan jaringan tidak terlalu berpengaruh, sementara lapisan aplikasi bergantung pada lapisan transport dalam bekerja. Oleh karenanya, tulisan ini berkonsentrasi pada lapisan transport. Berikut uraian hasil penelitian terkait lapisan transport dalam meningkatkan kinerja jaringan multimedia.

TCP memberikan layanan reliable dan mengirimkan ulang setiap data yang hilang. Meskipun menjamin kualitas data, pengiriman ulang yang rutin akan sangat mempengaruhi delay pada trafik multimedia. Oleh karenanya, untuk resolusi image video ukuran relatif besar, protokol TCP tidak direkomendasikan. Sebagai gantinya, UDP lebih banyak digunakan untuk komunikasi multimedia seperti video streaming (Postel, 1980).

Namun masalah timbul disebabkan UDP sama sekali tidak merespon kondisi jaringan. UDP akan tetap mengirimkan data meskipun terjadi kongesti di jaringan. Sehingga UDP berpotensi membuat kongesti semakin buruk.

Peningkatan kualitas UDP dilakukan dengan banyak cara, diantaranya dengan mengadopsi komponen TCP seperti kendali laju pengiriman. Cara lain yaitu dengan menggunakan kode koreksi, maupun menggunakan negative acknowledgment. Penambahan komponen TCP ke dalam UDP telah dilakukan oleh Bova and Krivoruchka (1999) dengan protokolnya yang disebut reliable UDP (RUDP), dimana kendali kongesti, positif acknowledgment dan retransmisi dilakukan. Masalah yang timbul pada RUDP adalah inkonsistensi RUDP yang kadang menghasilkan delay yang besar (Le et al., 2009). Protokol lain yang mengadopsi komponen TCP adalah Datagram Congestion Control Protocol (DCCP) yang didesain oleh Kohler et al. (2006), yang memanfaatkan kendali kongesti TCP-like dan TCP Friendly Rate Control. Karena DCCP bergantung pada umpan balik user, protokol ini rentan kehilangan kendali jika loss terjadi pada paket umpan balik.

UDP-lite (Larzon et al., 1999) dan Complete UDP/CUDP (Zheng and Boyce, 2001) adalah contoh protokol UDP yang dilengkapi kode koreksi. Kedua protokol mampu mencapai tujuan perbaikan, namun masalah utamanya adalah ketidakselarasan protokol dengan protokol UDP yang ada, sehingga tidak mudah digunakan. Broadband Video Streaming (Ali et al., 2011) dan Inter-frame Retransmission (Suherman et al., 2011) adalah contoh protokol-protokol yang menggunakan metode retransmisi dengan negative acknowledgment. Protokol-protokol ini mampu mengirim ulang paket loss pada data penting dan masih selaras dengan UDP. Protokol-protokol lain masih banyak, namun tidak begitu berpengaruh.

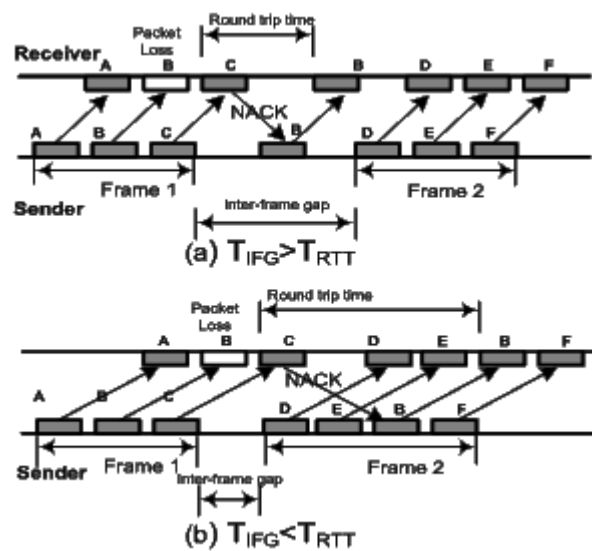
Pada tulisan ini, perubahan desain pada protokol yang ada akan dibandingkan dengan protokol UDP, BVS, IR, dan DCCP.

## II. METODE PENELITIAN

Untuk memperbaiki kualitas protokol UDP, tulisan ini mengajukan dua perubahan, yakni penambahan mekanisme retransmisi yang didasarkan pada negative acknowledgment, dan penambahan kuota bandwidth untuk mengangkut paket yang diretransmisikan.

### A. Metode retransmisi

Metode ini mengadopsi teknik yang ditulis sebelumnya (Suherman et al., 2011). Metode yang sama digunakan oleh BVS (Ali et al., 2011), namun metode IR adalah retransmisi secara kolektif.



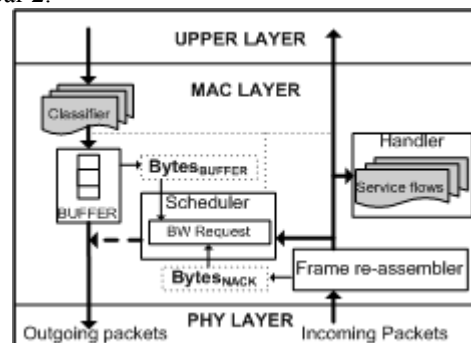
Gambar 1. Retransmisi kolektif

Untuk rentang frame video atau blok suara tertentu, jumlah packet loss direkam oleh penerima. Pada akhir penerimaan frame video, negative acknowledgement dikirimkan user ke pengirim. Meskipun terjadi penambahan delay, proses permintaan retransmisi bersamaan akan mengurangi waktu alokasi kanal pada lapisan medium (MAC). Proses retransmisi ditunjukkan oleh Gambar 1.

Proses retransmisi kolektif tidak dilakukan secara spontan, respon negative acknowledgement pada Gambar 1 dilakukan diakhir penerimaan frame video. Jika waktu inter-frame gap lebih besar dari waktu round trip, maka retransmisi terjadi di waktu idle di antara frame. Namun jika tidak, alokasi bandwidth untuk pengiriman berikutnya harus ditambah agar paket yang diretransmisi maupun paket reguler yang dikirim tidak mengalami perpanjangan delay. Untuk mengatasi hal ini, tulisan mengajukan perubahan kedua, yakni penambahan kuota bandwidth yang dibahas pada sesi berikut.

### B. Penambahan bandwidth transmisi

Penambahan bandwidth transmisi dilakukan untuk menyalurkan trafik retransmisi. Penambahan bandwidth ini dialokasikan menggunakan metode cross-layer, dimana informasi acknowledgement yang berada pada lapisan transport diatur agar transparan dan dapat dibaca oleh lapisan medium akses seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Cross-layer mendukung retransmisi

Gambar 2 merupakan arsitektur sistem OFDM pada jaringan WiMAX untuk lapisan MAC dan transport. Arsitektur dimodifikasi berdasarkan modul simulator NS2 (The Network Simulator, 2010). Informasi negative acknowledgement memasuki jaringan dari lapisan PHY. Sebelum diforward ke lapisan transport, frame reassembler di MAC layer membaca berapa banyak kanal retransmisi yang dibutuhkan. Jumlah kanal tersebut ditambahkan ke modul bandwidth request oleh modul BytesNACK. Dengan demikian, bandwidth request meminta bandwidth ke jaringan sebesar beban reguler BytesBuffer ditambah beban retransmisi BytesNACK. Proses di atas mempercepat proses retransmisi, sehingga efek delay akibat retransmisi kolektif dapat diatasi, bahkan mengurangi waktu pengiriman data.

C. Evaluasi simulasi

Untuk mengevaluasi efek perubahan UDP terhadap kualitas multimedia yang ditransmisikan, simulasi dengan simulator NS2 menggunakan modul OFDM-WiMAX NIST (NIST, 2007) dilakukan. Modul OFDM-WiMAX diatur untuk melayani wilayah dengan radius 1000 m dengan modulasi 64 QAM dan dengan durasi frame MAC 5 ms, menggunakan scheduler Round Robin dan contention bandwidth request.

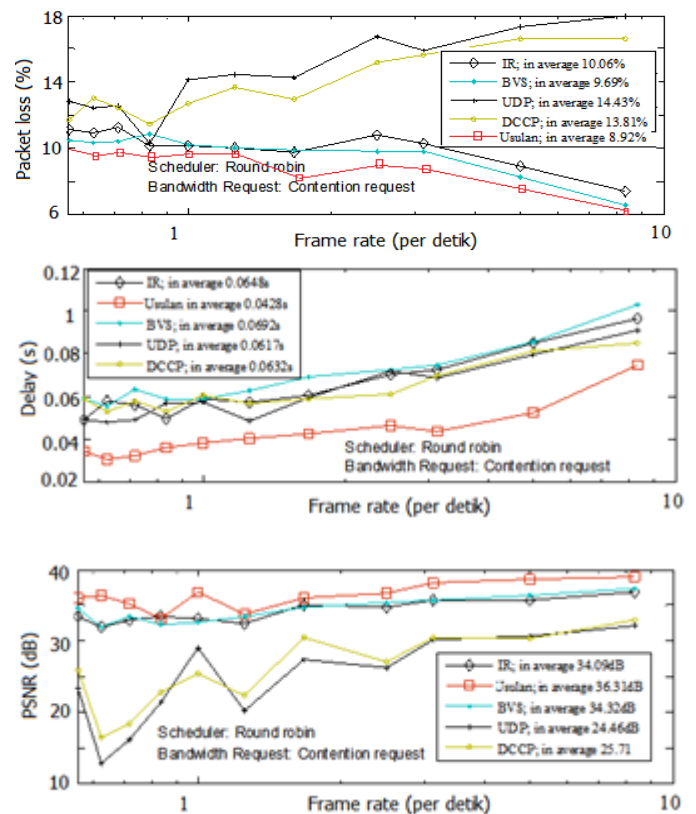
Trafik multimedia yang digunakan adalah jejak videoMPEG: akiyo\_cif.yuv dengan urutan frame IPP, 30 fps, 300 frame dan GOP 3, 5, 8, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45. Trafik dibangkitkan oleh 5 user, 1 di antaranya pada posisi tetap, 4 lainnya bergerak dengan kecepatan berbeda. Proses pembangkitan trafik, rekonstruksi dan evaluasinya mengikuti Klaue et al. (2003) dan Ke et al. (2008).

Parameter yang dievaluasi adalah packet loss, delay dan kualitas video dalam satuan dB. Kualitas video ini disebut peak noise to signal ratio (PSNR).

III. HASIL DAN ANALISIS

Gambar 3 menunjukkan kinerja dari metode yang diusulkan dibandingkan dengan protokol IR, BVS, UDP, dan DCCP. Kinerja yang dibandingkan adalah persentasi packet loss, delay dalam detik, dan PSNR. Metode yang diusulkan mampu mengurangi packet loss UDP sekitar rata-rata 6,5%, menekan delay UDP sampai 18-37% serta meningkatkan kualitas video yang diterima berkisar 21,3-184,3%.

Dibandingkan protokol lain, kualitas video meningkat secara berurut-turut 14.3-149.5%, 12.6-150.2%, dan 17.9-120.23% terhadap IR, BVS, dan DCCP.



Gambar 3. Perbandingan kinerja protokol

Peningkatan kualitas video terutama disebabkan penambahan kuota bandwidth pada saat retransmisi, sehingga packet loss menurun, serta delay packet reguler juga menurun. Kemungkinan terburuk adalah saat kuota bandwidth terbatas, namun metode yang diajukan tetap memperbesar peluang alokasi bandwidth disebabkan kenaikan jumlah permintaan. Kenaikan peluang alokasi bandwidth menyebabkan peluang data prioritas ditransmisikan semakin besar.

IV. KESIMPULAN

Dari evaluasi yang dilakukan, diperoleh bahwa perubahan desain UDP mampu mengurangi packet loss UDP sebesar rata-rata 65%, serta lebih baik dari IR, BVS dan DCCP. Dari sisi delay, metode yang diusulkan mampu menekan delay sebesar 21,3-184,3% jauh lebih kecil dari UDP. Dibandingkan protokol lain, kualitas video meningkat secara berurut-turut 21,3-184,3%, 14,3-149,5%, 12,6-150,2% dan 17,9-120,23% terhadap UDP, IR, BVS dan DCCP.

Hasil di atas berlaku untuk link dengan server terhubung langsung ke base station dan user terpisah dengan satu kanal nirkabel. Penerapan pada jaringan yang lebih kompleks memerlukan studi lebih lanjut, dan dapat menjadi bagian dari riset mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Ali I., Al-Majeed S., Fleury M., Ghanbari M. (2011). Semi-reliable transport protocol for IPTV over mobile WiMAX. In Proc. of the IEEE International Conference on Computer as a Tool, 1-4.

- [2] Bova T. and Krivoruchka T. (1999). Reliable UDP protocol. IETF draft, Network Working Group.
- [3] Gu Y. H. and Grossman R. L. (2007). UDT: UDP-based data transfer for high-speed wide area networks, Elsevier Journal of Computer Networks, 51(7), 1777-1799.
- [4] He E., Leigh J., Yu O., Defanti T. A. (2002). Reliable Blast UDP: predictable high performance bulk data transfer. In Proc. of the IEEE International Conference on Cluster Computing, p.317.
- [5] IEEE (2004). Local and Metropolitan Area Networks, Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems. Std. 802.16-2004.
- [6] IEEE (2005). Local and Metropolitan Area Networks, Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems. Std. 802.16e-2005.
- [7] IEEE (2011). IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Broadband Wireless Access Systems Amendment 3: Advanced Air Interface. Std 802.16m-2011(Amendment to IEEE Std 802.16-2009).
- [8] Ke C.-H., Shieh C.-K., Hwang W.-S., Ziviani A. (2008). An Evaluation Framework for More Realistic Simulations of MPEG Video Transmission. Journal of Information Science and Engineering, 24(2), 425-440.
- [9] Klaue J., Rathke B., Wolisz A. (2003). EvalVid, - A Framework for Video Transmission and Quality Evaluation. In Proc. of the Int. Conf. Modelling Techniques and Tools for Computer Performance Evaluation, pp. 255-272.
- [10] Kohler E., Handley M., Floyd S., Padhye J. (2006). Datagram congestion control protocol (DCCP). Request for Comment (RFC) 4340, IETF.
- [11] Larzon L.A., Degermark M., Pink S. (1999). UDP Lite for real-time multimedia applications, in Proc. of the IEEE International Conference of Communications.
- [12] Le T., Kuthethoor G., Hansupichon C., Sessa P., Strohm J., Hadynski G., Kiwior D., Parker D. (2009). Reliable User Datagram Protocol for airborne network. In Proc. of the IEEE conference on military communications, pp. 1-6.
- [13] National Institute of Standards and Technology. (2007). The Network Simulator ns-2 add-on, IEEE 802.16 model (MAC+PHY), (June).
- [14] Ni Q., Hu L., Vinel A., Xiao Y., Hadjinicolaou M. (2010). Performance Analysis of Contention Based Bandwidth Request Mechanisms in WiMAX Networks. IEEE Systems Journal, 4(4), 477-486.
- [15] Postel J. (1980). User datagram protocol, Request for Comments, RFC 768. ISI.
- [16] Suherman; Al-Akaidi, M. (2011). Improving real time video surveillance performance using inter-frame retransmission. In Proc. 4th International Conference on Imaging for Crime Detection and Prevention 2011 (ICDP 2011), pp.1-5.
- [17] Test Media. (2010). Retrieved on October 2010 from: <http://media.xiph.org>
- [18] The Network Simulator. (2010). Retrieved on October 2010 from: [www.isi.edu/nsnam/ns/](http://www.isi.edu/nsnam/ns/).
- [19] Welzl M. (2005). Passing corrupt data across network layers: an overview of recent developments and issues. EURASIP Journal on Applied Signal Processing, January, 242-247.
- [20] Zheng H. and Boyce J. (2001). An Improved UDP Protocol for Video Transmission over Internet-to-Wireless Networks. IEEE Trans. on Multimedia, 3(3), 356-365.