

EVALUASI KINERJA VARIAN ALGORITMA CONGESTION CONTROL PADA TEKNOLOGI LTE (*LONG TERM EVOLUTION*)

Medi Taruk

Prodi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Mulawarman
Jl. Panajam Kampus Gn. Kelua Universitas Mulawarman, Samarinda, 75123
E-Mail : meditaruk@gmail.com

ABSTRAK

Jaringan LTE mengimplementasi permasalahan *Quality of Service* (QoS) pada radio (nirkabel) dan jaringan transport, namun di sisi lain tidak mengadaptasi mekanisme *flow control*. Hal itu menyebabkan terdapatnya kemungkinan paket yang akan hilang ketika terjadi *congestion* (kemacetan) di setiap *node*. Setiap varian algoritma *congestion control* memiliki mekanisme kerja masing-masing untuk mengatasi permasalahan ketika terjadi *congestion*. Pada implementasinya, kinerja TCP tidaklah begitu optimal terutama pada kondisi jaringan *wireless*, dimana pengaruh *bit error rate* juga sangat mempengaruhi kinerja TCP tersebut, namun untuk perkembangan kinerja TCP lebih jauh, pada penelitian ini akan dibandingkan diantara varian algoritma *congestion control* pada protokol TCP yang diujikan pada simulasi, sehingga dapat dilihat perbandingan kinerja varian algoritma *congestion control* tersebut pada jaringan LTE.

Kata Kunci - LTE, TCP, Congestion Control

1. PENDAHULUAN

Muncul tuntutan dari para pengguna internet agar mereka dapat memperoleh akses mobile di mana pun berada. Hal ini mendorong pesatnya perkembangan teknologi *mobile broadband* sehingga masyarakat saat ini sudah mulai menjelajahi internet seperti mengirim e-mail, file, musik ataupun video secara cepat dengan perangkat yang mendukung teknologi *mobile broadband* tersebut. Sejalan dengan hal ini, dibutuhkan suatu teknologi *mobile broadband* yang dapat mendukung layanan komunikasi (*communication*) dan pertukaran data (*data sharing*) dengan kecepatan tinggi yang dimiliki sehingga memberi jawaban akan kebutuhan yang lebih baik lagi bagi pengguna jasa telekomunikasi (Stallings, 2005). Teknologi LTE (*Long Term Evolution*) hadir menjawab kebutuhan tersebut.

Namun teknologi LTE sesungguhnya juga masih dalam tahap perkembangan khususnya di sisi perkembangan jaringan data. TCP (*Transmission Control Protocol*) merupakan salah satu protokol yang bekerja pada layer *transport* pemodelan OSI (*Open System Interconnection*) (Stallings, 2005) dan menjadi *core* kinerja mekanisme penanganan kemacetan (*congestion control*). Meskipun awalnya dan pada umumnya TCP tidak didesain untuk keperluan aplikasi *real-time* dan jaringan *mobile broadband*, tetap diperlukan pengembangan lebih jauh untuk mekanisme penanganan kemacetan pada protokol TCP sehingga dapat dipertimbangkan jenis algoritma penanganan kemacetan yang relatif lebih efisien dalam teknologi jaringan LTE.

LTE juga mengimplementasi permasalahan QoS (*Quality of Service*) pada jaringan *transport*, namun di sisi lain tidak mengadaptasi mekanisme *flow control* (Dahlman et al., 2011). Hal ini menyebabkan kemungkinan terdapatnya paket yang akan hilang ketika terjadi *congestion* di setiap *node*. Setiap varian algoritma *congestion control* pada TCP memiliki mekanisme kerja masing-masing untuk mengatasi

permasalahan ketika terjadi *congestion*. Pada implementasinya, kinerja algoritma *congestion control* pada TCP tidaklah begitu optimal terutama pada kondisi jaringan *wireless* (Biradar, Sarkar, & Puttamadappa, 2010), dimana pengaruh *bit error rate* juga sangat mempengaruhi kinerja TCP tersebut, namun untuk perkembangan kinerja algoritma *congestion control* lebih jauh, akan dibandingkan diantara varian algoritma *congestion control* yang diujikan, sehingga dapat dilihat perbandingan kinerja varian algoritma tersebut pada teknologi jaringan LTE.

Pada penelitian ini, digunakan NS-2.35 (*Network Simulator v2.35*) untuk melihat *throughput* dan *respon time* pada varian algoritma *congestion control* yang diujikan diatas model teknologi jaringan LTE, dengan beberapa skenario pengamatan. Pertama adalah melihat *throughput* masing-masing varian algoritma *congestion control* ketika hanya satu algoritma tertentu yang bekerja. Kedua mengamati *throughput* semua varian algoritma *congestion control* pada saat bersamaan.

2. TINJAUAN PUSAKA

Beberapa hal yang menjadi kajian teori yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain:

A. LTE (*Long Term Evolution*)

LTE singkatan atau kepanjangan dari *Long Term Evolution* merupakan sebuah standar komunikasi akses data nirkabel tingkat tinggi yang berbasis pada jaringan GSM/EDGE dan UMTS/HSPA. Teknologi ini telah dipasarkan dan dikenal secara umum dengan istilah 4G LTE. Dalam hal kecepatan secara umum, LTE dapat memberikan kecepatan data puncak hingga 300 Mbps pada *downlink* dan puncak kecepatan data 75 Mbps pada *uplink*, tergantung pada kategori perangkat pengguna. Jaringan 4G LTE memungkinkan panggilan suara dan video, *transmisi file*, internet, TV *online*, video kualitas tinggi, *streaming*, bermain game, atau fitur

apapun yang ada di dalamnya dapat dinikmati lebih baik dari generasi sebelumnya. Dalam perkembangannya, kriptografi juga digunakan untuk mengidentifikasi pengiriman pesan dan tanda tangan digital dan keaslian pesan dengan sidik jari digital (Dahlman et al., 2011).

B. TCP Pada LTE

Transmission Control Protocol (TCP) adalah suatu protokol yang berada di lapisan *transport* dalam tujuh lapis model referensi OSI yang berorientasi sambungan (*connection-oriented*) dan dapat diandalkan (*reliable*) (Taruk & Setyadi, 2016). Pada Jaringan LTE, untuk menanggulangi permasalahan pada koneksi *wireless*, diterapkan mekanisme *error recovery* pada *link layer*, sehingga akan sama dengan fungsi *error recovery* pada layer *transport* dari model layer TCP/IP. LTE mengasumsikan bahwa koneksi *end-to-end* TCP mengatur *congestion control* dan mengatasi permasalahan paket yang hilang (Taruk & Setyadi, 2016).

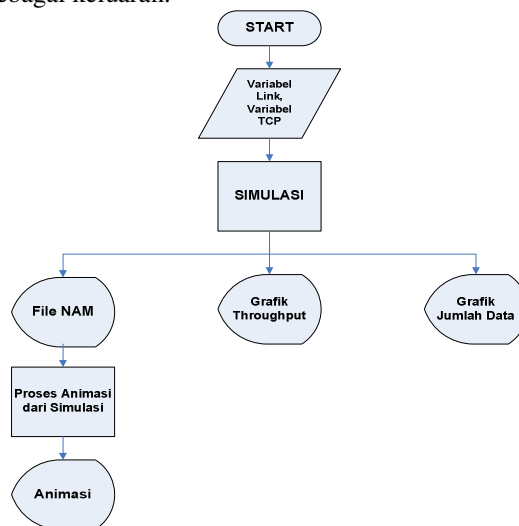
Jaringan LTE juga mengimplementasi permasalahan *Quality of Service* (QoS) pada radio dan jaringan *transport*, namun di sisi lain tidak mengadaptasi mekanisme *flow control*. Hal itu menyebabkan terdapatnya kemungkinan paket yang akan hilang ketika terjadi *congestion* di setiap *node*. Setiap varian algoritma *congestion control* memiliki mekanisme kerja masing-masing untuk mengatasi permasalahan ketika terjadi *congestion*. Pada implementasinya, kinerja TCP tidaklah begitu optimal terutama pada kondisi jaringan *wireless*, dimana pengaruh *bit error rate* juga sangat mempengaruhi kinerja TCP tersebut, namun untuk perkembangan kinerja TCP lebih jauh, pada penelitian ini akan dibandingkan diantara varian algoritma *congestion control* yang diujikan pada simulasi, sehingga dapat dilihat perbandingan kinerja varian algoritma *congestion control* tersebut pada jaringan LTE (Tian, Xu, & Ansari, 2005).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini membangun kerangka algoritma dari masing-masing varian protokol TCP yang telah ditentukan pada topologi point to multipoint. Kerangka penelitian ini tidak dikembangkan pada *real network*, melainkan pada simulasi yang dijalankan pada *network simulator*. Kerangka ini akan digunakan untuk melakukan pengujian dari masing-masing algoritma varian protokol TCP dan diimplementasikan pada NS-2.35 dengan teknik simulasi Dumb-bell (Zhang et al., 2004). Perancangan kerangka uji dilakukan agar algoritma varian TCP dapat dinilai kualitasnya sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Parameter pengujian perlu ditetapkan agar terdapat kesamaan sudut pandang dalam menilai suatu algoritma (Waghmare, Nikose, Parab, & Bhosale, 2011). Tidak semua parameter QoS akan diimplementasikan dalam pengujian. Hanya parameter yang berpengaruh pada performansi algoritma dan

memungkinkan untuk dihitung yang akan dipakai sebagai parameter pengujian algoritma.

Dalam melakukan simulasi, perlu ditetapkan skenario simulasi yang tepat agar algoritma dari varian TCP yang diujikan dapat teruji pada berbagai kondisi. Pada tiap skenario akan dihitung nilai untuk tiap parameter. Blok diagram sistem pada Gambar 1 menjelaskan input *data traffic* sebagai masukan dan parameter yang kemudian akan dihitung dan dianalisis perbandingannya pada tiap skenario sebagai keluaran.



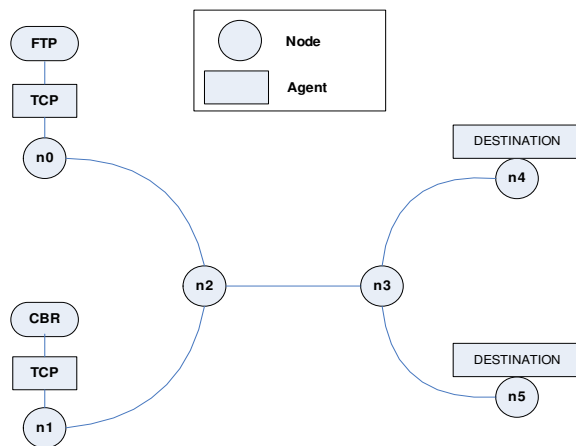
Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Ukuran kualitas varian TCP yang diukur berupa *throughput*, *packet loss*, *fairness* dan *delay*. Pengambilan data hasil pengukuran dilakukan dengan memanfaatkan implementasi pengambilan *packet loss* dan *delay*. Data *packet loss* dan *delay* untuk setiap pengujian diambil pada suatu replikasi ketika metode *replication independent* mengindikasikan bahwa replikasi yang dilakukan telah cukup. Ukuran kualitas *throughput* dan *fairness* diukur dalam bentuk *average* dalam satu simulasi (*simultan*).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknik simulasi untuk rancangan topologi lingkungan simulasi mengikuti teknik simulasi *dumb-bell*. Menurut (Welzl, 2008), teknik simulasi ini digunakan oleh model topologi khususnya untuk melakukan evaluasi dasar *end-to-end* dan *friendliness* pada TCP varian. Teknik simulasi ini adalah teknik dari model topologi standar dalam penelitian yaitu terdapat dua sumber (*source*) dan dua tujuan (*destination*) dimana paket data akan dilewatkan melalui jalur *bottleneck* yang ditunjukkan pada *node 2* dan *node 3*. *Node 1* dan *node 2* merupakan *node router* dengan panjang *buffer* yang terbatas. *Node* yang lain merupakan *end node*. *Node 4* dan *node 5* digunakan untuk mensimulasikan *traffic* TCP sebagai *transport agent*. Topologi jaringan yang digunakan dalam simulasi umumnya sama yaitu menggunakan jaringan *unicast* di mana proses pengiriman dilakukan dari satu sumber ke satu tujuan. Selain itu sumber memiliki kecepatan akses lebih besar dari pada jalur *bottleneck*. Jadi ada banyak aplikasi *client*

yang terkoneksi ke *node* 7 dan ada banyak aplikasi *server* yang terkoneksi ke *node* 6. Link 1-2 digunakan secara *share* oleh semua aliran.



Gambar 2. Topologi Simulasi

A. Pengumpulan Data

Throughput merupakan ukuran kualitas varian TCP yang akan diukur. Pengambilan data hasil pengukuran dilakukan dengan memanfaatkan implementasi pengambilan *delay*. Data *delay* untuk setiap pengujian diambil pada suatu replikasi ketika metode *replication independent* mengindikasikan bahwa replikasi yang dilakukan telah cukup. Ukuran kualitas *throughput* diukur dalam bentuk *average* dalam satu simulasi (*simultan*).

B. Rancangan Solusi

Berdasarkan rumusan masalah dari penelitian ini, akan dilakukan tiga skenario pengujian. Pertama pengujian akan dilakukan dengan masing-masing varian TCP, yaitu TCP-Tahoe dan TCP-Reno, pada jaringan LTE dimana masing-masing varian TCP tersebut diujikan secara bergantian, dengan asumsi hanya satu layanan yang bekerja pada suatu waktu di jaringan. Pengujian kedua dilakukan dengan topologi yang telah dibuat terhadap masing-masing *node user* mewakili varian TCP yang berbeda. Pada skenario ini dibuat setiap *node user* mempunyai layanan QoS yang setara, yang direpresentasikan dengan alokasi *bandwidth* yang sama besar. Pengujian ketiga dilakukan dengan alokasi yang disediakan lebih kecil dari yang disediakan oleh eNB terhadap *node user*. Ada dua tipe dasar aplikasi yang disimulasikan pada *network simulator*, yaitu *simulated application* dan *generator trafik*. Pada *simulated application*, penulis menggunakan FTP (*File Transport Protocol*) sebagai *input* data dan pada *generator traffic*, penulis menggunakan CBR (*Constant Bit Rate*). Sehingga pada bagian input memiliki dua sumber yaitu berupa FTP dan CBR. FTP dibangun untuk mensimulasikan *bulk* data transfer sedangkan CBR untuk membangkitkan data secara kontinu dengan *bit rate* yang konstan. *Generator traffic* CBR pada simulasi ini digunakan untuk menciptakan terjadinya *congestion* dan tidak diikuti dalam pengolahan data.

C. Average Throughput

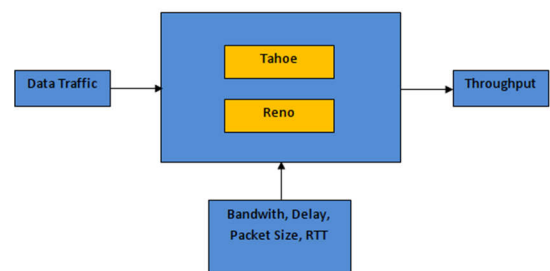
Average Throughput adalah jumlah rata-rata data yang dipilih untuk dikirimkan pada suatu jangka waktu tertentu. *Throughput* yang dihitung pada metrik ini merupakan *attainable rate*, yaitu *throughput* yang terjadi pada satu jangka waktu tertentu tanpa memperhatikan *throughput* sebelumnya. Dengan metrik ini, dapat diukur efektifitas penggunaan *bandwidth* dari suatu algoritma penjadwalan. Makin tinggi *average throughput* yang dihasilkan, maka makin tinggi pula efektifitas pemakaian *bandwidth* oleh algoritma tersebut. *Average throughput* didapat dari persamaan berikut ini:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah paket yang dikirim}}{\text{Satuan waktu}} \quad (1)$$

D. Skenario Simulasi

Skenario simulasi dirancang untuk melihat keterkaitan antara kepadatan trafik dan variasi jenis paket dengan metrik QoS yang telah ditetapkan. Skenario simulasi dibagi atas dua skenario besar, yaitu skenario dimana trafik tidak padat dan skenario dimana trafik padat. Kerangka uji yang dibangun terdiri atas parameter QoS beserta cara perhitungannya, skenario simulasi, dan langkah-langkah pengujian algoritma dengan menggunakan simulator dan tool untuk analisis trace file hasil simulasi.

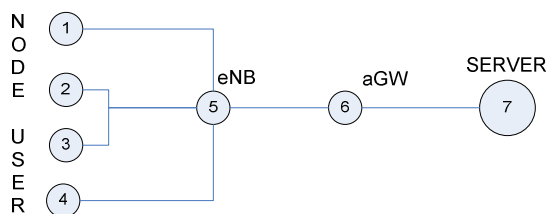
Evaluasi dilakukan dengan cara simulasi menggunakan *tools simulator*. *Network Simulator 2* (NS-2) adalah sebuah aplikasi simulasi jaringan *open-source* yang ditujukan untuk keperluan riset dan studi. Simulasi dijalankan pada NS-2 versi 2.35. Pada simulasi ini digunakan empat buah metric utama untuk menganalisis kinerja dari algoritma *congestion control* tersebut, yaitu *bandwidth*, *delay*, *round trip time* (RTT) dan *packet size* (Wirawan, 2004).



Gambar 3. Skenario Pengujian

E. Topologi Pengujian

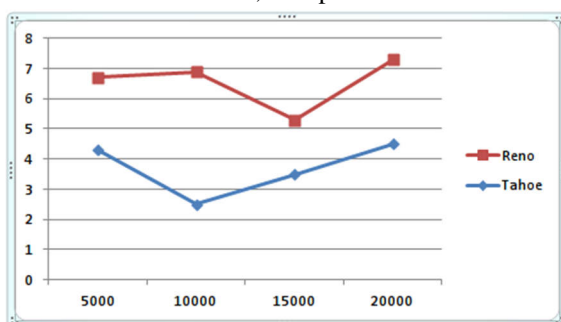
Terdapat banyak parameter untuk mengevaluasi kinerja dari TCP pada sebuah topologi jaringan LTE seperti *round trip time* (RTT), variasi *delay*, variasi *throughput*, *file transfer time*, kapasitas *buffer*, *transmission power*, dan parameter-parameter jaringan lainnya. Pada simulasi ini digunakan dua buah metric utama untuk menganalisa kinerja dari algoritma *congestion control* tersebut, yaitu RTT dan besar paket dengan dua skenario pengamatan pengujian yang akan dilakukan.



Gambar 4. Topologi Pengujian

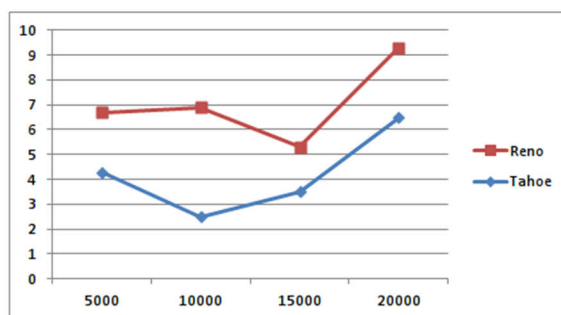
F. Hasil Pengujian

Dengan asumsi bahwa masing-masing *user* menggunakan layanan yang memiliki *Quality of Service* (QoS) yang setara, pada skenario pertama direpresentasikan dengan besar *link capacity* yang juga sama untuk masing-masing *node UE*. Skenario menggunakan empat buah UE, maka masing-masing UE memiliki alokasi 10,5 Mbps dari eNB.



Gambar 5. *Throughput* Pada Skenario 1

Dari grafik yang ditunjukkan gambar 5, semua varian TCP memiliki *throughput* sekitar 7,3 Mbps berdasarkan besar paket yang diterima didapatkan besar paket yang mendekati 18×10^6 Bytes. Paket yang diterima = 18×10^6 dengan $t_{akhir} = 20$ dan $t_{awal} = 1$. Besarnya jumlah data yang diterima masing-masing *node* dan besarnya nilai *throughput* rata-rata masih relatif sama besar.



Gambar 6. *Throughput* pada Skenario 2

5. KESIMPULAN

Besar *throughput* pada skenario pertama, yaitu kondisi hanya satu varian TCP yang bekerja pada satu waktu, baik TCP-Reno maupun TCP-Tahoe menunjukkan besar nilai yang sama dan tidak ada perbedaan yang signifikan. Pada kondisi QoS yang setara antara masing-masing varian TCP yang diimplementasikan dalam kesetaraan (*fairness*) yang didapat, semua varian TCP yang diujikan juga mempunyai besar *throughput* yang menunjukkan hasil tanpa perbedaan yang signifikan, meskipun terdapat sedikit perbedaan besar jumlah data yang diterima oleh masing-masing *node* yang

merepresentasikan varian TCP yang digunakan. *Throughput* dari layanan QoS nrtPS dari jaringan LTE mendapat garansi dan relatif stabil pada variasi *error rate* dan konfigurasi yang berbeda.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Biradar, S. R., Sarkar, S. K., & Puttamadappa, C. (2010). A Comparison of TCP Performance over Three Routing Protocols for Mobile Ad Hoc Networks. *International Journal on Computer Science and Engineering*, 2(2), 340–344.
- [2]. Dahlman, Erick, Parkvall, Stefan, Skold, & Johan. (2011). *4G LTE-Advanced for Mobile Broadband*. Academic Press : Elsevier.
- [3]. Stallings, W. (2005). *Wireless communications and networks*. New Jersey: Prentice Hall.
- [4]. Taruk, M., & Setyadi, H. J. (2016). ANALISIS MEKANISME PENANGANAN KEMACETAN (CONGESTION CONTROL) PADA ALGORITMA VARIAN PROTOKOL TCP. In *Konferensi Nasional Ilmu Komputer (KONIK)* (pp. 1–4).
- [5]. Tian, Y., Xu, K., & Ansari, N. (2005). TCP in wireless environments: problems and solutions. *IEEE Radio Communications*, 17(3), s27–s32.
- [6]. Waghmare, S., Nikose, P., Parab, A., & Bhosale, S. J. (2011). Comparative analysis of different TCP variants in a wireless environment. In *ICECT 2011 - 2011 3rd International Conference on Electronics Computer Technology* (Vol. 4, pp. 158–162). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICECTECH.2011.5941878>
- [7]. Welzl, M. (2008). No Title. Retrieved December 10, 2012, from www.welzl.at
- [8]. Wirawan, A. B. (2004). *Mudah Membangun Simulasi dengan Network Simulator-2*. Yogyakarta: Andi.
- [9]. Zhang, C. L., Fu, C. P., Yap, M., Foh, C. H., Wong, K. K., Lau, C. T., & Lai, M. K. (2004). Dynamics Comparison of TCP Reno and Tahoe. In *IEEE Communications Society Globecom* (pp. 1329–1333).