

SIMULASI ANTRIAN PAKET DATA JARINGAN DENGAN MEKANISME DROP TAIL

Misbahul Fajri

Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana
Jl. Meruya Selatan, Kebon Jeruk, Jakarta Barat 11530
Email: fajri.m@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan penggunaan komputer dengan akses jaringan serta layanannya cepat berkembang dari masa ke masa, ini membuat kepadatan trafik data pada jaringan internet maupun intranet. Kemacetan jaringan internet pertama kali dialami pada akhir tahun 80-an, pada saat itu belum adanya mekanisme yang menangani hal tersebut. kemudian ditemukannya teorinya yaitu *Congestion Avoidance and Control*. *Congestion* adalah pengumpulan paket melebihi kapasitas bandwidth yang tersedia pada link, *congestion* akan mengakibatkan penurunan kinerja jaringan diantaranya; *multiple packet losses*, utilitas link yang rendah (*low throughput*), *delay* antrian yang tinggi, dan kemacetan yang parah (*congestion collapse*). Penanganan kepadatan jaringan sangat penting, ini membuat banyaknya metode-metode baru yang muncul dari metode sederhana sampai yang canggih, semuanya itu mempunyai kekurangan dan kelebihan, serta karakteristik masing-masing, ini menjadikan riset yang menantang untuk dipelajari dan dikembangkan, termaksud dalam penelitian ini. Pada penelitian ini dengan menggunakan simulator OPNET dibuat topologi jaringan *bottleneck* yang akan diimplementasikan metode AQM klasik FIFO (*Drop Tail*) dengan trafik layanan seperti, FTP. Sehingga dapat dilihat penggunaan buffer pada router dalam penanganan antrian, juga berapa banyak trafik *dropped* dan trafik *sendnya*, serta *delay*. Hasilnya dapat dilihat bahwa *Drop Tail* adalah solusi yang bekerja dengan baik dalam mengatasi antrian dalam *buffer management* dengan ditunjukkan 3 karakteristik yang baik yaitu pada *Packet Dropped*, *Pengiriman Ulang*, dan *Buffer Usage*.

Kata Kunci: Network Congestion Control, FIFO, Drop Tail, Active Queue Management.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan penggunaan komputer dan jaringan serta layanannya cepat berkembang dari masa ke masa, ini membuat kepadatan trafik data pada jaringan internet maupun intranet. Kemacetan jaringan internet pertama kali dialami pada akhir tahun 80-an dimana menurun drastis sehingga terjadi kolaps, ini disebabkan pada saat itu belum adanya mekanisme yang menangani hal tersebut. Tepatnya pada tahun 1986 pertama terjadi *congestion collapse*, kemudian pada tahun 1988 Jacobson mengusulkan teorinya yaitu *Congestion Avoidance and Control*.

Congestion adalah pengumpulan paket melebihi kapasitas bandwidth yang tersedia pada link, *congestion* akan mengakibatkan penurunan kinerja jaringan diantaranya; *multiple packet losses*, utilitas link yang rendah (*low throughput*), *delay* antrian yang tinggi, dan kemacetan yang parah (*congestion collapse*). Apabila sampai saat ini *congestion* tidak dapat diatasi maka mungkin internet akan menjadi sejarah, dengan demikian sangat penting untuk menangani *congestion*, ini buktikan banyaknya metode-metode baru yang muncul dari metode sederhana sampai yang canggih, semuanya itu mempunyai kekurangan dan kelebihan, serta karakteristik masing-masing, ini menjadikan riset yang menantang untuk dipelajari dan dikembangkan, termaksud dalam penelitian ini.

Congestion Control terdiri dari dua bidang yaitu TCP *Congestion Control* dan *Active Queue Management*, keduanya mempunyai mekanisme berbeda. *Active Queue Management* adalah *congestion control* yang diterapkan di jaringan yaitu di *router device*, teori antrian sederhana seperti FIFO umum digunakan pada AQM, walaupun demikian penerapannya sangat penting sebagai standard.

Pada penelitian ini dilakukan simulasi jaringan untuk melihat kinerja suatu jaringan pada kondisi trafik yang semakin padat, sehingga dapat ditunjukkan bagaimana metode-metode *Active Queue Management* yang diimplementasikan pada router. Dengan menggunakan simulator OPNET dibuat topologi jaringan *bottleneck* yang akan diimplementasikan metode AQM klasik FIFO dengan scenario yang akan dilakukan adalah dengan trafik layanan seperti, FTP. Sehingga dapat dilihat penggunaan buffer pada router dalam penanganan antrian, juga berapa banyak trafik *dropped* dan trafik *sendnya*, serta *delay* yaitu waktu yang dibutuhkan oleh paket untuk menunggu sampai dapat dikirim ke tujuan. Dengan demikian dapat dilihat kinerja dan karakteristik AQM tersebut pada skenario yang diberikan. Tujuan Penelitian ini adalah mensimulasikan penanganan kemacetan jaringan dengan mekanisme metode *Active Queue Management*, yaitu *Drop Tail* (FIFO), sehingga dapat dilihat kinerja dan karakteristiknya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Network Congestion Control

Congestion control meliputi perancangan mekanisme dan algoritma pada keterbatasan kapasitas atau pengaturan sumber daya trafik secara dinamis. Itu dapat dilakukan dengan solusi statis seperti penambahan memori buffer, menyediakan link yang lebih cepat atau dengan prosesor yang cepat, itu semua tidak efektif dalam pengaturan kemacetan. Penggunaan internet didominasi oleh trafik TCP seperti Telnet, FTP, *Web traffic* dan email. Layanan TCP ini adalah 90% pada keseluruhan trafik di internet dengan 50-70% persen trafik ini short-lived connection dalam ukuran dan lifetime. Meskipun aplikasi-aplikasi ini lebih elastis, tetapi ada hubungannya dengan packet delay atau paket losses yang akan menjadi macet dan masalah yang serius terjadi congestion.

2.2 Active Queue Management (AQM)

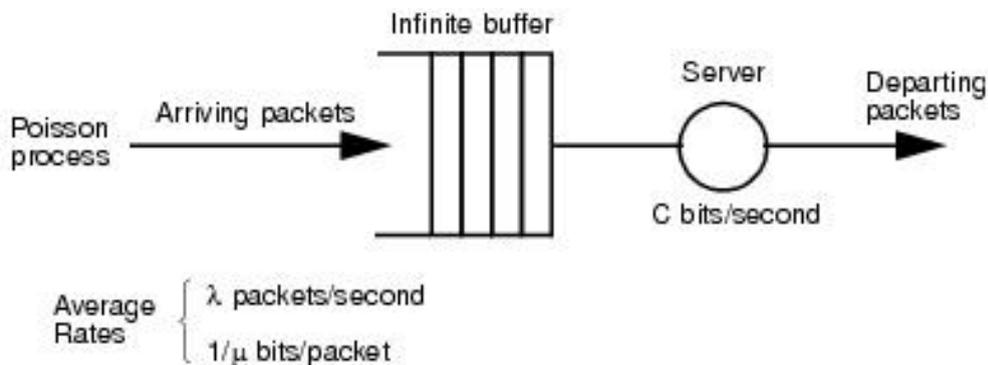
Sebagai bagian dari mekanisme alokasi sumber daya, setiap router harus menerapkan beberapa teori antrian yang mengatur bagaimana paket sementara dibuffer menunggu untuk dikirim. Berbagai teori antrian dapat digunakan untuk mengontrol paket yang dikirimkan (dialokasi bandwidth) dan paket yang dibuang (diruang buffer). Teori antrian juga mempengaruhi latensi yang dialami oleh sebuah paket, dengan menentukan berapa lama sebuah paket menunggu untuk ditransmisikan.

2.3 Drop Tail (FIFO)

Ide antrian FIFO antrian adalah bahwa paket pertama yang tiba di router adalah paket pertama yang akan dikirim. Mengingat bahwa jumlah ruang buffer pada setiap router terbatas, jika sebuah paket tiba dan antrian (ruang buffer) penuh, maka router membuang paket tersebut. Hal ini dilakukan tanpa mempedulikan aliran apa paket tersebut atau betapa pentingnya paket tersebut. Kinerja sistem antrian M/M/1 tergantung pada parameter berikut:

- Tingkat kedatangan paket.
- Ukuran paket.
- Kapasitas layanan.

Antrian M/M/1 umumnya digambarkan oleh proses Poisson yang mengatur kedatangan paket ke buffer terbatas. Ketika sebuah paket mencapai kepala buffer, diproses oleh server dan dikirim ke tujuannya. Sistem antrian M/M/1 (FIFO, Drop Tail) ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 1 Sistem Antrian FIFO

Dimana λ , $1/\mu$, dan C mempresentasikan packet arrival rate, mean packet size (*service requirement*), dan *service capacity*.

2.4 Simulator Jaringan OPNET Modeler

Pemodelan simulasi metode yang semakin populer untuk analisa kinerja jaringan. Umumnya, ada 2 bentuk simulasi jaringan: analytical modeling dan computer simulation. Software simulasi merupakan tool yang berguna saat ini untuk jaringan dengan topologi yang kompleks. Pada penelitian ini digunakan software simulasi OPNET, dimana merupakan software yang powerful dan telah banyak digunakan dalam bidang professional maupun akademik atau penelitian. OPNET (Optimized Network Engineering Tool) menyediakan lingkungan pengembangan yang komprehensif untuk spesifikasi, simulasi dan analisa kinerja jaringan komunikasi. Jangkauan luas pada system komunikasi dari single LAN sampai jaringan satelit global dapat didukungnya.

Fitur utama OPNET dapat dirangkum, yaitu:

- Modeling dan simulation cycle*
- Hierarchical Modeling*
- Specialized in communication networks*
- Automatic simulation generation.*

Paket simulator ini komplit dengan jangkauan tool dimana developer dapat menspesifikasikan dengan detail, mengidentifikasi element model yang diinginkan, menjalankan simulasi dan menganalisa data keluaran yang dihasilkan:

Hierarchical Model Building

- 1) *Network Editor* – Pemodelan topologi jaringan
- 2) *Node Editor* – Pedefinisian model aliran data
- 3) *Process Editor* – Pemodelan aliran pengaturan

Running Simulations

- 1) *Simulation Tool* – mendefinisikan dan menjalankan simulasi
- 2) *Debunging Tool* – Interaksi saat menjalankan simulasi

Analyzing Result

- 1) *Probe Editor* – Data yang dibutuhkan untuk dikumpulkan
- 2) *Analysis Tool* – hasil statistic
- 3) *Filter Tool* – Prosesing waktu
- 4) *Animation Viewer* – Perilaku dinamik

2.1 OPNET Models dan Network Configuration

Pada bagian ini, Gambar 2. menggambarkan konfigurasi jaringan dan model simulasi OPNET. Topologi simulasi menunjukkan model jaringan yang merupakan konfigurasi jaringan bottleneck sederhana dengan dua router dan jumlah node subnet. Setiap subnet memiliki sejumlah sumber TCP. Konfigurasi ini dapat mewakili interkoneksi LAN ke WAN atau pengguna dial-up akses melalui WAN seperti pada kasus dari jaringan ISP.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang akan dilakukan adalah :

3.1 Studi literatur

Pada fase ini mengumpulkan materi dan konsep penelitian terkait dari berbagai sumber, seperti jurnal dan buku, serta melakukan persiapan pendukung penelitian.

3.1 Pendefinisian Masalah dan Skenario

Setiap algoritma Active Queue Management mempunyai karakteristik kinerja dan prosesnya masing-masing, dalam penelitian ini akan dilakukan pada skenario FIFO. Diharapkan pada penelitian dapat membandingkan kinerja dan karakteristik terhadap skenario tersebut.

Tabel 1 AQM Skenario yang dianalisa

No	Skenario	Aktivitas	Lamanya Simulasi	Keterangan
1	Baseline	FTP antara 5 client ke 5 server	150 detik	FTP 100MB
2	FIFO	FTP antara 5 client ke 5 server	150 detik	FTP 100MB

3.3 Perancangan dan Pemodelan

Pada tahap ini melakukan topologi jaringan yang digunakan adalah sistem jaringan bottleneect atau Dumbel. Dengan menerapkan metode Modeling and Simulation cycle. Perancangan diterapkan dan dimodelkan pada Simulator OPNET.

Kondisi dan topologi jaringan:

- 1) Topoogi jaringan bottleneck seperti gambar sesuai dengan gambar 2.
- 2) Menggunakan 2 buah Router yang dapat menerapkan AQM.
- 3) Menggunakan Switch untuk koneksi akses pada client
- 4) Beberapa Host sender dan receiver yang dapat diterapkan aplikasi-aplikasi skenario yang telah ditentukan.

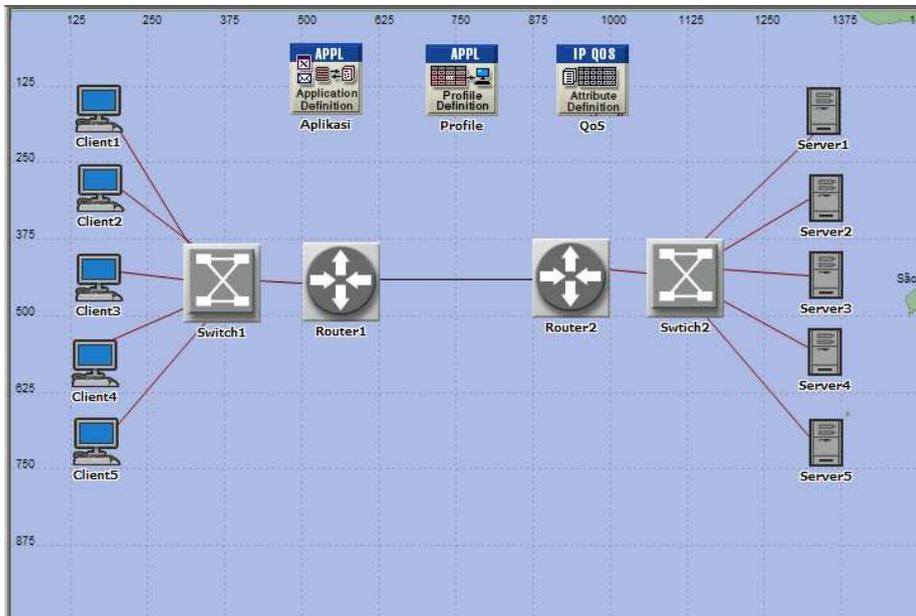
3.4 Simulasi dan Analisa Hasil

Menjalankan simulasi prototype yang sudah dirancang pada tahap sebelumnya. Ada beberapa skenario yang diuji terhadap mekanisme AQM yang akan dibandingkan. Setelah itu kemudian dianalisa kinerja dan perilaku setiap AQM yang diterapkan pada skenario-skenario yang telah ditentukan, dan dibandingkan setiap mekanisme AQM terhadap skenario yang diimplementasikan. Mekanisme Active Queue Management yang disimulasikan dan dibandingkan kinerjanya pada karakteristik sebagai berikut:

- 1) Buffer Usage
- 2) Traffic Dropped
- 3) Delay/Jitter
- 4) Link Utilization

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulator yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah OPNET Modeler. Topologi jaringan, konfigurasi dan skenario pada perancangan diimplementasikan pada simulator ini, dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

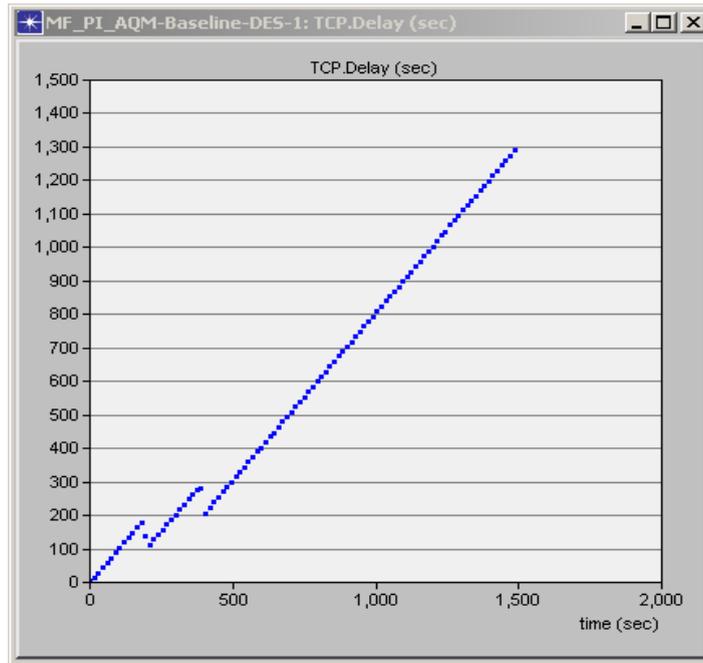


Gambar 2 Implementasi topologi jaringan pada simulator OPNET.

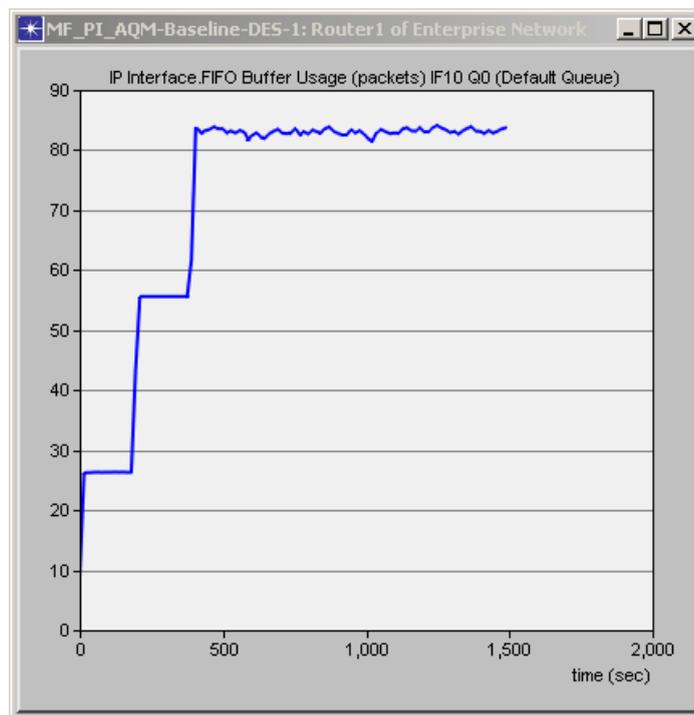
Pengujian dengan menjalankan trafik data FTP pada setiap skenario FIFO. Pada setiap protokol AQM, skenario dijalankan yaitu: layanan FTP dengan 100 MB. Analisa unjuk kerjanya dapat dilihat pembahasan berikut ini.

4.1 Skenario Baseline

Mekanisme Baseline ditujukan sebagai bentuk ideal yaitu tidak adanya antrian dengan mempunyai memori buffer yang tidak terbatas, sehingga tidak ada trafik data yang didrop, implementasi pada jaringan sesuai dengan spesifikasi dan konfigurasi rancangan pada Bab 3. yang ditunjukkan pada Gambar 2., Layanan FTP dijalankan dari ke-5 client PC ke 5 server, dengan simulator OPNET Modeler akan didapat karakteristik TCP Delay pada Gambar 3., dapat dilihat delay meningkat proporsional dengan berjalannya waktu.



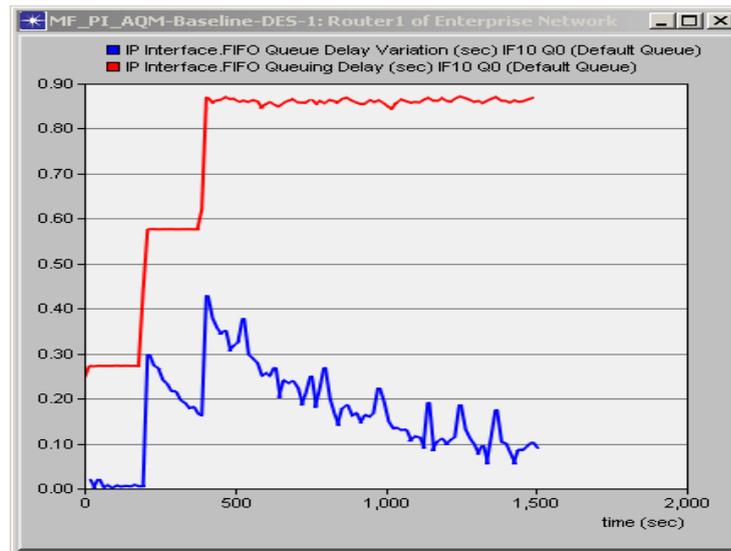
Gambar 3 Delay TCP pada Baseline



Gambar 4 Buffer Usage pada Baseline

Penggunaan memori buffer (Buffer Usage) sekitar 83 paket/detik yang berada pada router, dan stabil diangkat tersebut, ini dapat dilihat grafiknya pada Gambar 4. Pada scenario tanpa antrian ini delay antrian mencapai skitar 0.87 detik pada detik ke 500 setelah dijalankan, dan stabil diangka tersebut, ini menunjukan jitter semakin menurun, karakterik ini dapat dilihat pada Gambar 5.

Pada Tabel 2. memerlihatkan utilitas setiap link pada jaringan yang disimulasi, dimana antara client dan switch rata-rata mempunyai utilitas 0.3 lebih, antara switch dan router ulitlitas menunjukan sekitar 1,2, dan pada link bottleneck yaitu diantara kedua router, utilitas linknya menunjukan sekitar angka 75. Ini merupakan nilai default pada router untuk memenuhi standar kinerja yang baik.



Gambar 5 Delay Antrian dan Jitter pada Baseline

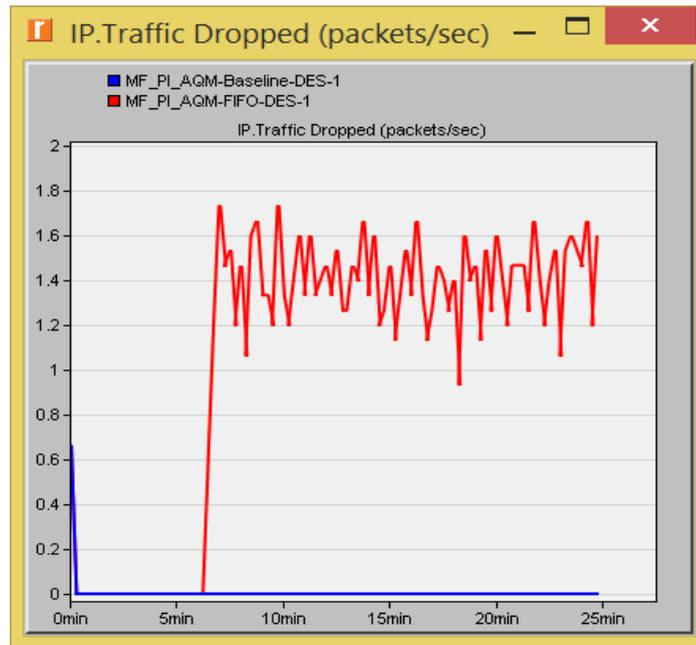
Tabel 2 Utilitas Link pada Baseline

Sort By Link	Sorted By Average	Sort By Peak
Router1 <-> Router2 [0] -->	74.870	75.359
Switch1 <-> Router1 [0] -->	1.171	1.202
Router2 <-> Swtich2 [0] -->	1.171	1.179
Swtich2 <-> Server2 [0] -->	0.337	0.472
Swtich2 <-> Server3 [0] -->	0.309	0.365

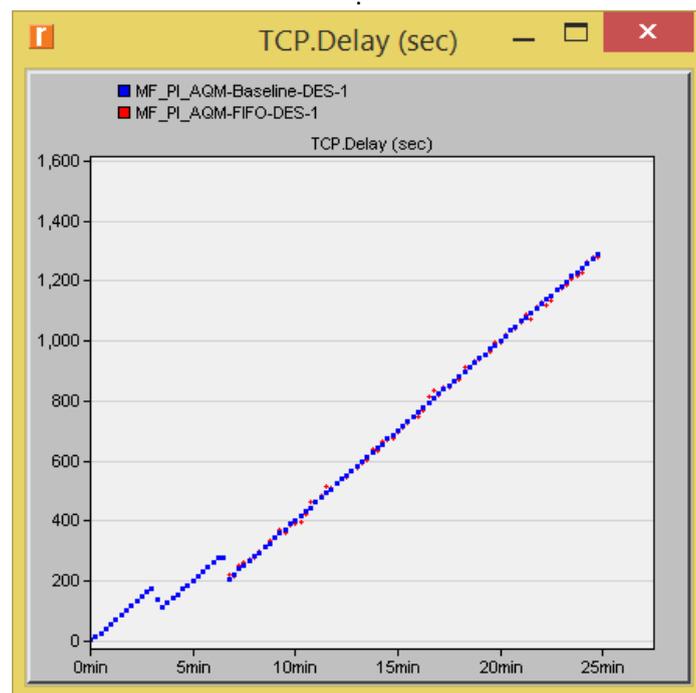
4.2 Skenario FIFO

Analisa skenario pada penelitian ini dibahas pada sub bab sebelumnya, pada sub bab berikut ini membahas perbandingan kedua scenario FIFO dan Baseline. Pada Gambar 6. dapat dilihat perbandingan Packet Dropped yang dialami ketiga mekanisme AQM tersebut, Terlihat bahwa FIFO mempunyai Packet Dropped sekitar 1.4, sedangkan Baseline tidak ada antrian karena memiliki daya tampung antrian yang besar. Jadi dapat disimpulkan bahwa FIFO dapat bekerja baik sesuai dengan kapasitas buffer yang dimilikinya.

Perbandingan Delay TCP yang dihasilkan oleh kedua skenario mempunyai pola yang sama, dimana delay meningkat proporsional selama simulasi dijalankan, ini dapat dilihat grafiknya pada Gambar 7.



Gambar 6 Perbandingan Packet Dropped pada Baseline dan FIFO

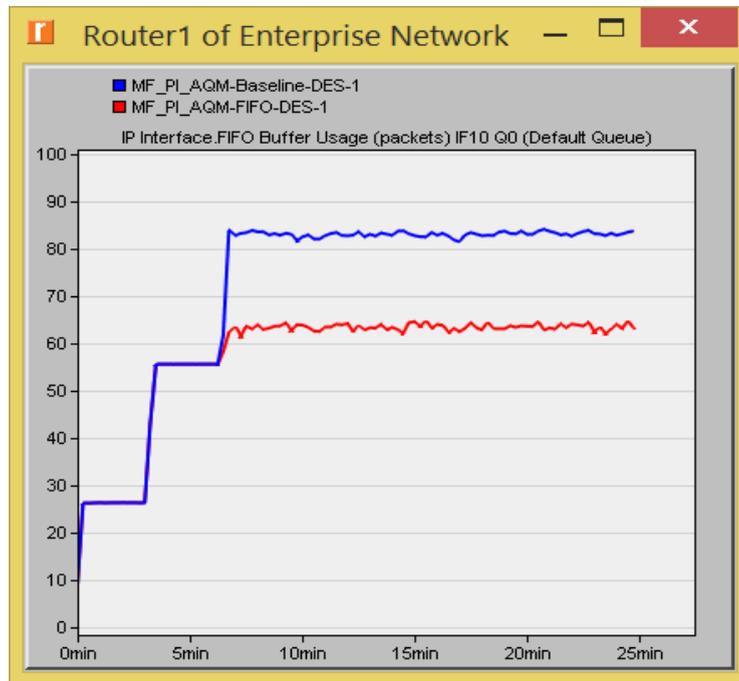


Gambar 7 Perbandingan Delay TCP pada Baseline dan FIFO.

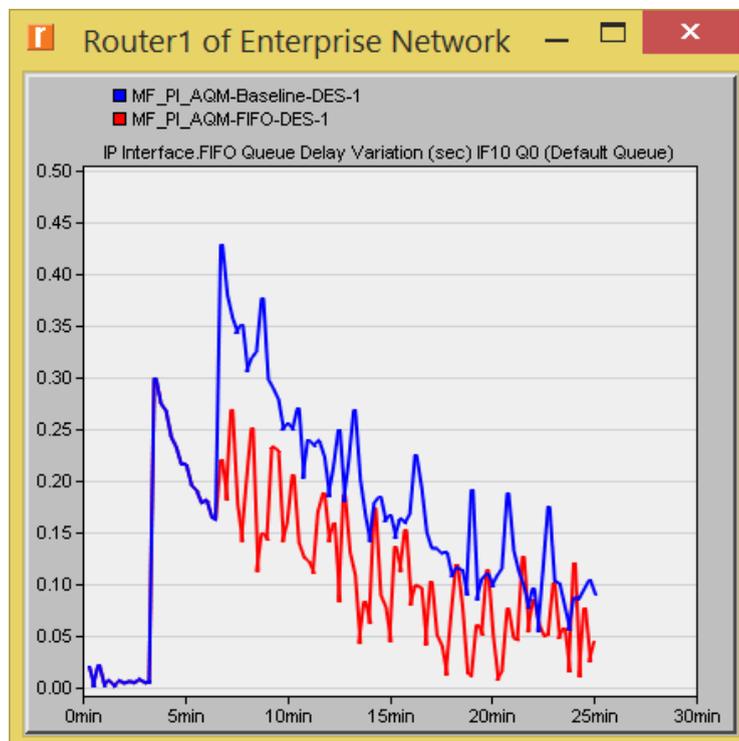
Penggunaan Buffer Memori yang dimiliki router dalam menampung antrian pada ketiga skenario yang ditunjukkan pada Gambar 8, dapat disimpulkan bahwa FIFO yang terkecil jumlah buffer usage-nya dibandingkan Baseline, yaitu sekitar 63. Sedangkan Baseline bertengger di sekitar 83. Korelasinya dengan Packet Dropped, dengan penampungan yang lebih sedikit pada FIFO mengakibatkan Packet Dropped semakin banyak.

Rata-rata delay yang dimiliki kedua skenario, bila dibandingkan ketiganya dapat dilihat pada Gambar 9, bahwa FIFO memiliki delay yang lebih kecil yaitu maksimum sekitar 0.14 detik, sedangkan baseline mempunyai max rata-rata delay 0.1 detik. Ketiga jiter atau rata-rata delay menurun seiring semakin stabilnya trafik tersebut dalam jaringan. Besarnya delay dikarenakan banyaknya antrian pada router.

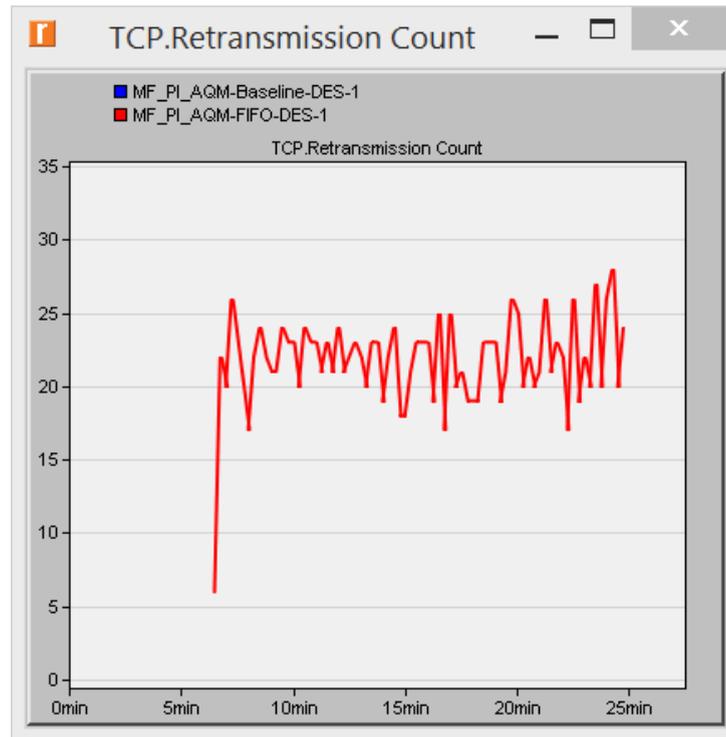
Dengan adanya paket dibuang dalam menjaga trafik data yang dimiliki skenario FIFO, maka pengirim ulang yang dilakukan kedua skenario dapat dilihat perbandingannya pada Gambar 10. Dapat disimpulkan bahwa FIFO memiliki jumlah yang cukup besar, sedangkan Baseline tidak mempunyai paket retransmit karena kondisi ideal.



Gambar 8 Perbandingan Buffer Usage pada Baseline dan FIFO.



Gambar 9 Perbandingan rata-rata Delay Antrian pada Baseline dan FIFO



Gambar 10 Perbandingan Transmisi Ulang pada Baseline dan FIFO.

Utilitas setiap link pada skenario FIFO dapat dilihat pada Tabel.3, dimana sekitar 75% pada link bottleneck diantar dua router tersebut. Sedangkan 2 link antara switch dan router mempunyai utilitas sekitar 1.8, dan antara pc dan klient rata-rata utilitas linknya berkisar 0.278 sampai 0.395. Untuk lebih detail nilai perbandingan yang dibuat oleh kedua skenario tersebut ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Utilitas Link pada FIFO

Sort By Link	Sorted By Average	Sort By Peak
Router1 <-> Router2 [0] -->	74.870	75.359
Switch1 <-> Router1 [0] -->	1.184	1.201
Router2 <-> Swtich2 [0] -->	1.171	1.179
Swtich2 <-> Server2 [0] -->	0.395	0.472
Client2 <-> Switch1 [0] -->	0.278	0.315

Tabel 4 Karakteristi Perbandingan pada Baseline, FIFO, dan PQ

Parameter	Baseline	FIFO
Statistic	Average	Average
IP Traffic Dropped (packets/sec)	0.00667	1.036
TCP Delay (sec)	585.6	585
TCP Retransmission Count	10	21.547
TCP Segment Delay (sec)	0.45344	0.37318

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisa yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Pada penelitian ini telah dilakukan simulasi kemacetan jaringan dengan mekanisme AQM yaitu Baseline (tanpa antrian) dan Drop Tail, dengan menganalisa karakteristiknya saat dijalankan trafik data layanan FTP, dimana utilitas link bootlenect pada kedua skenario tersebut adalah sama yaitu 75. Juga Delay TCP yang dihasilkan oleh ketiga skenario sama yaitu rata-rata 586.
- 2) Hasil eksperimen Packet Dropped yang dilakukan FIFO yaitu sekitar 1.4 paket/detik. Buffer Usage pada FIFO berada pada 63.
- 3) Delay antrian yang dihasilkan oleh FIFO mempunyai karakteristik baik yaitu maksimum rata-rata sekitar 0.14. Karakteristik yang dihasilkan untuk pengiriman ulang kembali paket FIFO yaitu 21. Ini dikarenakan banyaknya paket yang didrop oleh FIFO.
- 4) Dengan mekanisme Drop Tail adanya pengiriman ulang pada paket yang telah didrop karena terbatasnya resource buffer.

Guna perbaikan dan memberikan masukan bagi penelitian selanjutnya, maka dapat disampaikan saran-saran ataupun rekomendasi sebagai berikut:

- 1) Diharapkan untuk penelitian berikutnya dilakukan menggunakan metode lainya seperti Fair Queue, RED dan lainnya, sehingga dapat dibandingkan metode penelitian ini dengan mekanisme AQM lainnya. Juga tidak menutup kemungkinan dengan mengubah-ubah parameter simulasi, kapasitas Buffer dan besarnya bandwidth pada link bootlenect.
- 2) Trafik data dapat bervariasi, seperti layanan VoIP, Video, HTTP, dan lainnya. Dengan demikian dapat dilihat efektifitas setiap metode penanganan kemacetan jaringan pada layana trafik data yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zhu, Chengyu, et all. A Comparison of Active Queue Management Algorithms Using OPNET Modeler. School of Information Technology and Engineering University of Ottawa, Canada.
- [2] Chen, Wu, et all. 15-17 April 2007. An Average Queue Weight Parameterization in a Network Supporting TCP Flowas with RED. Proceeding of the 2007 IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control, London UK.
- [3] Alvarez, Teresa, et all. Understanding Congestion Control Algorithms in TCP Using OPNET. Dpt. Engineering Science and Automatic Control, Industrial Engineering School. Spain.
- [4] Chang, Xinjie. "Network Simulations With Opnet". Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference.
- [5] Aboelala, Emad,. 2008. "Network Simulation Experiments Manual". Morgan Kaufmann Publishers. ISBN: 978-0-12-373974-2.
- [6] Ryu, Seungwan, et all. Advance in Internet Congestion Control. IEEE Communication, Volume 5, No. 1, Third Quarter 2004.
- [7] Welzl, Michael. 22 January 2008. Internet Congestion Control: Evaluation and Current Open Issues. CAIA guest talk, Swinburne Univ., Melbourne AUS.
- [8] Opnet Technologies. OPNET Modeler documentation.