

# ANALISIS PERFORMANSI AQM ROUTERS YANG MENDUKUNG ALIRAN TCP DENGAN MENGGUNAKAN PENGONTROL FUZZY LOGIC ANALYSIS PERFORMANCE AQM ROUTER SUPORTING TCP FLOWS USING FUZZY LOGIC CONTROLLER

I G N B Dwiana P<sup>1</sup>, -<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom

---

## Abstrak

Active Queue Management (AQM) adalah proses penandaan source TCP dari pusat router dengan mempertimbangkan penggunaan queue dan delay. Penggunaan AQM pada router akan memegang peranan penting dalam peningkatan kinerja aplikasi-aplikasi internet. Seperti aplikasi yang termasuk didalamnya voice over IP (VoIP), class of service (CoS) dan video streaming dimana besar paket dan durasinya menunjukkan variasi yang sangat signifikan. Hal ini sesungguhnya merupakan permasalahan kontroling. Didasarkan pada pembuatan model dinamik dari TCP's congestion-avoidance terdapat beberapa hal penting yang perlu mendapatkan perhatian, pertama parameter kunci network seperti jumlah TCP sessions, kapasitas dan round-trip-time yang menjadi penyebab utama masalah kontroling.

Untuk Tugas Akhir ini akan dianalisis suatu skema AQM alternative dengan menggunakan metoda Fuzzy Explicit Marking (FEM) yang mendukung explicit congestion notification (ECN) dengan menggunakan pengontrol Fuzzy Logic (FLC). Untuk melihat seberapa jauh keberhasilan teknik kompresi ini penulis akan membandingkan performansi dari metoda ini dengan metoda yang sudah ada sebelumnya yaitu Random Early Detection (RED) dan juga Proportional Integral (PI) dengan menggunakan simulasi dari ns-2 dan menunjukkan hasil nyata dari penggunaan FEM dalam memmanagement penggunaan dan delay pada queue pada suatu jaringan TCP best effort.

**Kata Kunci :** AQM, queue, sessions, FEM, ECN, Fuzy Logic, RED, round-trip-time.

---

## Abstract

Active Queue Management (AQM) is the process of signaling TCP sources from core routers with the objective of managing queue utilization and delay. Active Queue Management (AQM) routers will play a key role in meeting tomorrow's increasing demand for performance in Internet applications. Such applications include voice over IP (VoIP), class of service CoS) and streaming video where packet size and session duration exhibit significant variations. It is essentially a feedback control problem. Based on a recently developed dynamic model of TCP's congestion-avoidance mode, there are important several things which need to get attention., it relates key network parameters such as the number of TCP sessions, link capacity and round-trip time to the underlying feedback control problem.

For the this Final task will be analysed an alternative scheme of AQM using Fuzzy Explicit Marking (FEM) method supporting explicit congestion notification (ECN) by using Fuzzy Logic Controller ( FLC). To see how far performance of this alternative AQM method, writer will compare performance from this method with method preexist that is Random Early Detection (RED) by using simulation from ns-2 and show real result from use of FEM in management of use and delay at queue in an TCP best effort network.

**Keywords :** AQM, queue, FEM, ECN, Fuzy Logic, RED

---

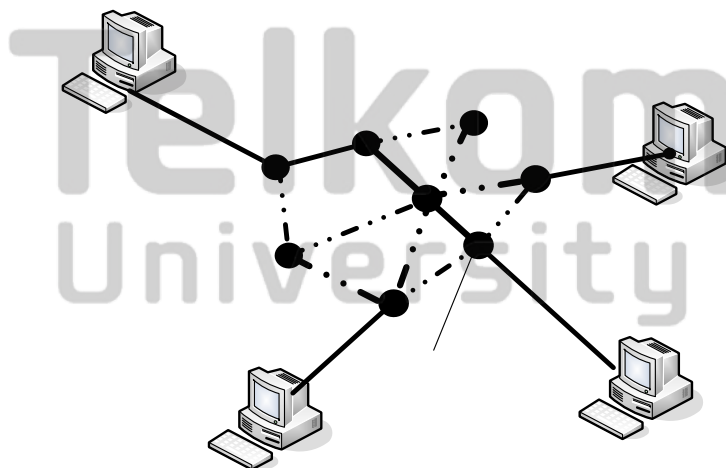
# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

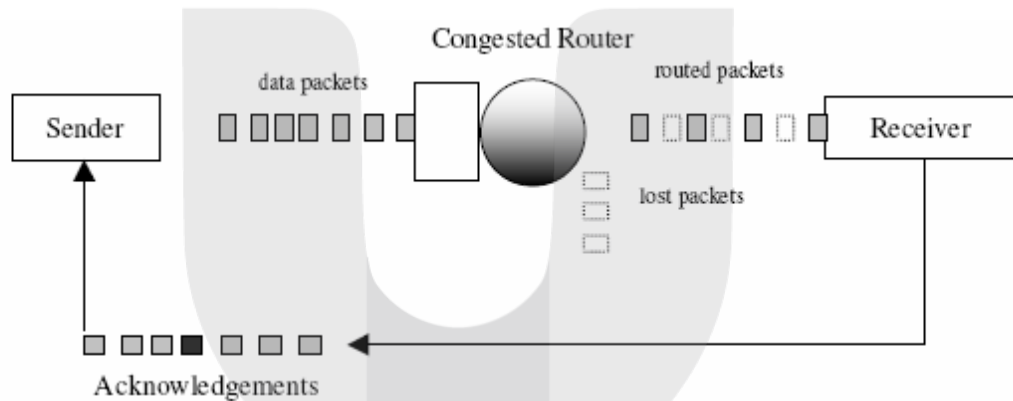
*Active Queue Management (AQM)* routers memegang peranan penting dalam peningkatan permintaan akan kinerja dari aplikasi internet. Aplikasi yang termasuk didalamnya antara lain *voice over IP (VoIP)*, *class of service (CoS)*, dan *video streaming* dimana besar paket data dan durasi sessionnya menunjukkan variasi yang sangat signifikan. Namun di sisi lain terdapat kelemahan yang terjadi dalam komunikasi data ini, diantaranya masalah kongesti dalam pengiriman paket antar jaringan. TCP merupakan protokol yang paling banyak digunakan dalam komunikasi data karena mempunyai beberapa karakteristik yaitu: *Acknowledgement* terhadap data yang diterima, *Retransmission* pada pengiriman data yang terdapat kesalahan, *Flow control* terhadap paket yang akan dikirimkan dan *Congestion avoidance* yang akan terjadi ketika adanya indikasi terjadinya kongesti yaitu pendeteksian kehilangan paket data atau *timeout ack*.

Pada gambar dibawah terdapat sebuah contoh koneksi sender-receiver melewati sebuah *bottleneck router* .berdasarkan TCP, pengirim mengecek ketersediaan bandwidth jaringan dengan peningkatan kecepatan sampai paket data hilang(lost).

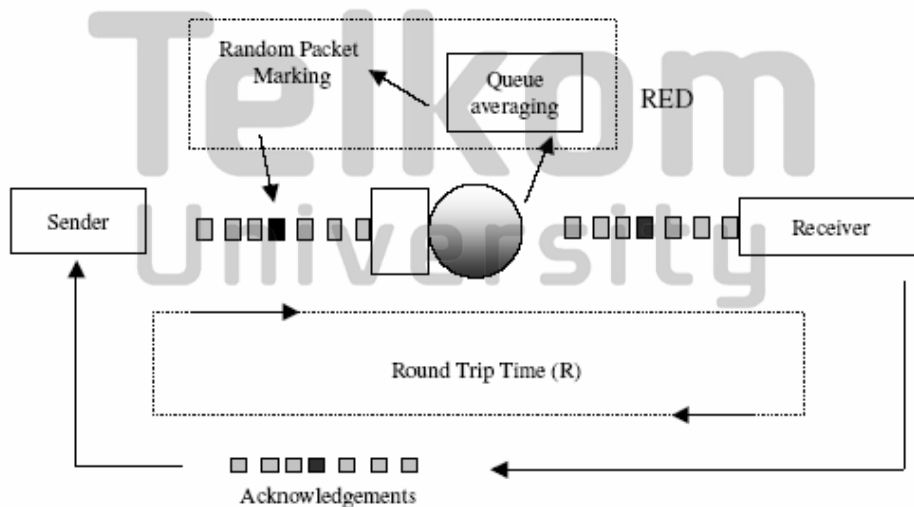


Gambar 1.1: koneksi *sender-receiver* melewati *bottleneck router* <sup>[3]</sup>

Dikarenakan adanya paket-paket yang hilang tersebut, sinyal penerima dari pengirim akan mengurangi kecepatannya. Beberapa penggambaran dalam packet-dropping ini antara lain berakibat pada flow-synchronization serta penurunan kinerja. Dengan adanya ketidakefisienan dalam jaringan ini, skema RED diperkenalkan agar router dapat melakukan manajemen TCP terhadap kinerja dalam jaringan. Dari pada menunggu terjadinya paket lost, RED melakukan tindakan pendahuluan dengan mengukur panjang antrian pada router dan memastikan kecepatan pengiriman agar sesuai. Dikarenakan TCP merupakan sebuah end-to-end protokol, RED mengatasi hal ini secara tidak langsung dengan mendrooping/marking paket secara random dan meroutingnya ke receiver.



Gambar 1.2: Skema koneksi *sender-receiver* <sup>[3]</sup>



Gambar 1.3 Antisipasi *congestion* paket secara acak pada RED <sup>[3]</sup>

Namun RED (*Random Early Detection*) sendiri masih banyak memiliki kelemahan, diantaranya : panjang antrian bergantung pada level aliran TCP, menghasilkan *bandwidth* sistem lebih kecil yang akan mengurangi respon *transient* dari sistem tersebut, memiliki *margin phase* rendah yang akan menimbulkan terjadinya osilasi yang lebih banyak. Oleh karena itu suatu metoda baru yang dapat mengatasi masalah tersebut diperkenalkan dengan menggunakan *fuzzy logic control* yaitu *Fuzzy Explicit Marking*(FEM).

## 1.2 Perumusan Masalah

Adapun permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Penghindaran kongesti pada aliran TCP dengan menggunakan metoda *Fuzzy Explicit Marking*(FEM).
2. Analisis dan desain simulasi pengontrol FEM untuk AQM yang mendukung aliran TCP.
3. Perbandingan antara FEM dengan RED dan PI sebagai pengontrol AQM untuk penghindaran kongesti aliran TCP.

## 1.3 Tujuan Pembahasan

1. Menganalisis kinerja dari pengontrol *Random Early Detection* (RED), *Proportional Integral* (PI) dan *Fuzzy Explicit Marking* (FEM) dan untuk AQM aliran TCP sebagai penghindaran kongesti pada *single bottleneck link*.
2. Membandingkan hasil analisis ketiga pengontrol berdasarkan parameter *throughput*, *index fairness*, *packetLoss*, dan *queue delay*.
3. Tugas Akhir ini memberikan sebuah petunjuk desain AQM dalam pengaturan probabilitas paket *dropping* dan *trade-off* antara rendahnya link *delay* antrian dengan tingginya *throughput* sistem.

#### 1.4 Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya materi pembahasan tugas akhir ini, maka penulis membatasi permasalahan dalam tugas akhir ini hanya mencakup hal-hal berikut.

1. Aliran TCP difokuskan pada *Single Bottleneck Queue* untuk aplikasi *wired* pada jaringan TCP/IP.
2. Tidak membahas mengenai AQM pada service yang berbeda(DiffServ)
3. Pengontrol AQM yang dianalisis adalah *Fuzzy Explicit Marking* (FEM) yang dibandingkan dengan *Random Early Detection* (RED) dan *Proportional Integral*(PI)
4. Aplikasi AQM yang dianalisis hanya yang terjadi pada layer 3 *transport*.
5. Topologi jaringan yang digunakan dan parameter-parameternya dibuat sederhana untuk mempermudah pemahaman tentang penghindaran kongesti dengan pengontrol FEM, PI dan RED.
6. *Link* transmisi diasumsikan bekerja sempurna ( $BER = 0$ ) sehingga jika ada paket hilang, maka disebabkan karena *gateway/router* yang membuangnya.
7. Tidak membahas efek yang terjadi pada aplikasi *real-time* ketika menggunakan pengontrol FEM, PI dan RED dalam menghindari kongesti.

#### 1.5 Metodologi Penyelesaian Masalah

Metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini adalah :

1. Studi Literatur, dengan mempelajari literatur-literatur yang relevan dengan permasalahan yang meliputi :
  - a. Pencarian dan pengumpulan literatur-literatur dan kajian-kajian yang berkaitan dengan masalah-masalah yang ada pada Tugas Akhir ini, baik berupa artikel, buku referensi, internet dan sumber-sumber lain yang berhubungan dengan masalah Tugas Akhir.
  - b. Pengumpulan data-data dan spesifikasi sistem yang diperlukan dalam pendesainan sistem penghindaran kongesti.
2. Analisa dan Perancangan Perangkat Lunak dengan menggunakan konsep analisis dan desain

3. Implementasi Skema *Fuzzy Explicit Marking*(FEM) dengan mensimulasikan menggunakan ns simulations berdasarkan analisa yang telah ada
4. Uji Coba terhadap sistem dengan melakukan pengujian dari sistem yang telah dibangun.
5. Penyusunan laporan tugas akhir dan kesimpulan akhir.

## 1.6 Sistematika Penulisan

### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan pembahasan, metodologi penyelesaian masalah dan sistematika penulisan.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Pada bab ini membahas teori dasar pendukung analisa, antara lain mengenai FEM

### **BAB III ANALISA DAN PERANCANGAN**

Membahas tentang analisa dan perancangan awal.

### **BAB IV UJI KINERJA DAN ANALISA**

Bab ini membahas kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan untuk merealisasikan sistem. Selain itu pada bab ini akan dibahas pengujian dan hasil uji coba

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi kesimpulan akhir dan saran pengembangan

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 4.2 KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Tuning parameter FEM lebih mudah untuk dilakukan dibandingkan dengan menggunakan RED ataupun PI sebab FEM menggunakan *linguistic interpretation* dari kelakuan sistem tersebut.
2. Jumlah user yang semakin banyak tidak mempengaruhi panjang antrian pada *gateway* yang menggunakan pengontrol FEM. Sebaliknya, jumlah user yang semakin banyak akan mempengaruhi panjang antrian pada *gateway* yang menggunakan pengontrol RED/PI sehingga terjadi lebih banyak paket yang dibuang.
3. Pengontrol FEM berusaha mengatur panjang antrian agar berada di sekitar  $q_{ref}$  (panjang antrian referensi) yang tidak akan berubah walaupun jumlah user atau propagasi *delay* berubah-ubah sehingga pengontrol ini cukup stabil untuk diterapkan
4. *Throughput* dan index *fairness* yang dihasilkan oleh pengontrol FEM lebih besar daripada pengontrol RED ketika jumlah user bertambah banyak.
5. Karena pengontrol FEM ini ditujukan untuk jaringan TCP best effort maka sistemnya bersifat loss konservatif yang lebih mengutamakan throughput dan paket loss dibandingkan time delay dan queue size
6. Pengontrol FEM adalah suatu pengontrol AQM yang bersifat adaptive di dalam penentuan *scaling gain* nya sehingga
  - a. Pengontrol FEM dapat mengatur panjang antrian agar tidak terjadi *emptiness* (kekosongan) pada buffer yang akan mengakibatkan sedikitnya paket yang masuk ke bottleneck link sehingga terjadi penurunan throughput (*underutilize*) dengan menurunkan *scaling gain*nya
  - b. Pengontrol FEM dapat mengatur panjang antrian agar tidak terjadi buffer *overflow* (meluap) yang akan mengakibatkan banyaknya paket yang dibuang sehingga terjadi penurunan throughput dengan meningkatkan *scaling gain*nya

7. Pengaturan parameter  $q_{ref}$  yang terlalu besar akan menghasilkan throughput yang besar dan packet loss yang semakin kecil. Namun akan berakibat pada link delay yang semakin meningkat

#### 4.3 SARAN

Sedangkan yang dapat kami sarankan untuk penelitian selanjutnya antara lain :

1. Selain dengan menggunakan TCP reno sebaiknya pengujian dilakukan juga dengan menggunakan TCP agent yang lain seperti TCP vegas.
2. Perlu diselidiki performansi dari pengontrol untuk jaringan yang lebih besar dengan botle neck lebih dari satu.
3. Perlu dirancang suatu pengontrol berbasis fuzzy untuk service yang berbeda.





## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Kumar. *Traffic Sensitive Quality of Service Controller*. A Thesis submitted to the Faculty of the WORCESTER POLYTECHNIC INSTITUTE In partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science in Computer Science. 2003.
- [2] B.W. Andi, I. Eka. *Mudah Membangun Simulasi dengan Network Simulator-2*. Andi Yogyakarta. 2004
- [3] C.V. Hollot, V. Misra, D. Towsley and W. B. Gong. *Analysis and Design of Controllers for AQM Routers Supporting TCP Flows*. Systems and Control Methods for Communication Networks. IEEE TAC's. March 2002.
- [4] C.V. Hollot, V. Misra, D. Towsley and W.B. Gong. *A Control Theoretical Analysis of RED*. IEEE INFOCOM. 2001.
- [5] C. Chrysostomou, A. Pitsillides, G. Hadjipollas, A. Sekercioglu and M. Polycarpou. *Fuzzy Logic Congestion Control in TCP/IP Best-Effort Network*
- [6] C. Chrysostomou, A. Pitsillides, G. Hadjipollas, A. Sekercioglu M. Polycarpous. *Fuzzy explicit Marking for Congestion Control in Differentiated Services Networks*
- [7] Cox, Earl. *The Fuzzy systems handbook : a practitioner's guide to building, using, and maintaining fuzzy systems*, Academic Press, Inc, 1994.
- [8] Kusumadewi, Sri, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2003
- [9] Kusumadewi, Sri, *Analisis & Desain Sistem Fuzzy (Menggunakan TOOLBOX MATLAB)*
- [10] Larman, Craig. *Applying UML and patterns : an introduction to object-oriented analysis and design*, Prentice Hall International, Inc, 1998.
- [11] *Network Simulator Home Page*. <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>

- [12] Nurhalim, Hafidudin, Adiwijaya, *Penghindaran kongesti pada aliran TCP dengan menggunakan pengontrol Proporsional Integral*, STTTELKOM, Bandung, 2005.
- [13] Suyanto, *Intelijensia Buatan*, Jurusan Teknik Informatika STT Telkom, Bandung, 2002
- [14] S. Floyd, V.jacobson, 1993, *Random early detection gateways for congestion avoidance*, University of California, IEEE/ACM
- [15] S. Floyd, R. Gummadi dan S. Shenker, “*Adaptive RED: An Algorithm for increasing the Robustness of RED’s Active Queue Management*”, AT&T Center for Internet Research at ICSI
- [16] V. Misra, W. B. Gong, dan D. Towsley, “*Fluid-based analysis of a network of AQM routers supporting TCP flows with an application to RED*”, Proc. ACM/SIGCOMM, 2000.

