

Estimasi Parameter Hurst Pada Trafik Internet Untuk Analisis Kinerja Jaringan Internet Kampus

Sis Soesetijo¹, Henry Hermawan²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro Universitas Surabaya, Jalan Raya Kalirungkut Surabaya 60293, email: ¹ssoesetijo@ubaya.ac.id, ²henryhermawan@ubaya.ac.id

ABSTRAK

Salah satu cara untuk mengetahui kinerja jaringan internet adalah dengan mengukur trafik internetnya pada periode dan interval tertentu dan mengolahnya dengan menggunakan estimasi parameter Hurst. Estimasi parameter Hurst-nya menggunakan pemodelan FARIMA(p,d,q) sehingga diperoleh besaran parameter Hurst (H), yaitu $H \in (\frac{1}{2}, 1)$ di mana semakin mendekati nilai 1 semakin berat beban jaringannya. Pada makalah ini trafik internet yang digunakan adalah aliran paket data internet (internet packet-flow traffic) yang mengalir melewati 4 router yang berbeda tempat di kampus Universitas Surabaya (Ubaya) yaitu router di Fakultas Teknik (FT), Fakultas Bisnis dan Ekonomika (FBE), Gedung Perpustakaan dan kampus A Ubaya Ngagel. Pengukuran trafik internet menggunakan perangkat lunak tcpdump pada tanggal 11 Juli 2013 dilakukan dari jam 06.00 WIB sampai 18.00 WIB dengan sampel pengukuran 1 detik. Hasil perhitungan dan analisis menunjukkan bahwa nilai parameter Hurst di lokasi router kampus A Ubaya Ngagel dengan nilai $H = 0,81878$, lokasi Perpustakaan $H = 0,9799354$, FT dengan $H = 0,999987$ dan FBE dengan nilai $H = 0,999997$. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kinerja jaringan internet terbaik ada pada kampus A Ubaya Ngagel.

Kata kunci: kinerja jaringan, packet-flow traffic, parameter Hurst, tcpdump, model FARIMA

1. Pendahuluan

Pada makalah ini, akan dibahas dan dianalisis kinerja jaringan internet berdasarkan pengukuran trafik internetnya pada durasi dan interval waktu ketika jaringan sedang sibuk. Pengukuran trafik internet menggunakan parameter berupa jumlah byte paket yang mengalir (packet-flow traffic) melalui router. Pengukuran dilakukan pada 4 router yang berbeda di kampus Ubaya yaitu pada router Fakultas Teknik (FT), Fakultas Bisnis dan Ekonomika (FBE), Perpustakaan (Perpus) dan kampus A Ubaya Ngagel (Gelis). Pengukuran

menggunakan perangkat lunak tcpdump dengan periode pengukuran 1 hari pada tanggal 11 Juli 2013 dari jam 06.00 WIB sampai jam 18.00 WIB dengan sampel pengukuran 1 detik. Makalah ini memperbaiki makalah [1] di mana data trafik internet yang digunakan adalah volume trafik dalam bit/detik menggunakan perangkat lunak SNMP dengan sampel pengukuran 5 menit. Menurut referensi [2], pengukuran trafik internet yang valid untuk evaluasi kinerja jaringan adalah menggunakan sampel pengukuran dengan skala sependek mungkin (orde 1 detik atau milidetik). Itupun data trafiknya bukan volume trafik dalam satuan bit/detik karena pada volume trafik ini cenderung menunjukkan perilaku pengguna jaringan internet.

Hasil pengukuran trafik internet kemudian diolah menggunakan pemodelan FARIMA (p,d,q) di mana nilai parameter $H = d + \frac{1}{2}$ dengan variabel d merupakan orde d pada model FARIMA. Beberapa penelitian yang melakukan evaluasi kinerja jaringan menggunakan parameter H ada pada makalah [3], [4], [5] dan [6]. Perbedaan keempat makalah tersebut adalah pada metoda memperoleh parameter Hurst-nya dan jenis trafiknya. Secara umum dapat disarikan pada keempat makalah tersebut bahwa terdapat 3 metoda untuk memperoleh nilai parameter H yaitu metoda R/S, Whittle dan Wavelet. Bahkan pada makalah [7], estimasi parameter H dibedakan pada 2 metoda yaitu berbasis pada domain waktu dan domain frekuensi. Pada makalah ini perhitungannya menggunakan metoda Whittle untuk estimasi variabel d pada model FARIMA (p,d,q). Nilai parameter $H \in (\frac{1}{2}, 1)$, di mana nilai $H = \frac{1}{2}$ menunjukkan bahwa beban jaringan pada kondisi normal dan semakin mendekati nilai $H = 1$ beban jaringan akan semakin berat [6].

2. Pembahasan

2.1. Sistem Pengukuran

Perbedaan yang mendasar makalah ini dengan makalah [3][4][5][6] adalah pengukuran trafiknya dilakukan secara spasial di kampus Ubaya. Pengukuran dilakukan pada tanggal 11 Juli 2013 secara bersamaan durasi dan interval waktunya pada 4 lokasi router yang berbeda di dalam kampus yaitu router Fakultas Teknik (FT), Fakultas Bisnis dan Ekonomika (FBE), Perpustakaan (Perpus) dan kampus A Ubaya Ngagel (Gelis). Trafik internet yang dicatat dan diukur merupakan trafik packet-flow yang melewati masing-masing router (paket trafik difilter dengan tcpdump menggunakan alamat IP masing-masing router) dengan satuan trafik dalam byte di mana sampel pengukurannya 1 detik dari jam 06.00 WIB sampai jam 18.00 WIB.

Alasan durasi pengukuran pada waktu tersebut karena pada durasi tersebutlah beban jaringan pada kondisi paling sibuk.

Pengukuran trafik menggunakan perangkat lunak tcpdump pada sistem operasi Linux dan menggunakan server dengan perangkat keras CPU Intel Xeon E3-1220 V2 3.1 GHz Quad-Core 64 bit dan memori RAM 2 GHz . Server tersebut dilengkapi dengan Gigabit Ethercard 4 port merek Intel tipe 82756 dan dengan HD kapasitas 6 TB untuk menyimpan trafik hasil pengukuran.

Trafik packet-flow yang diukur merupakan trafik internet agregat yaitu tidak membedakan protokol dan jenis aplikasi internetnya. Hasil pengukuran trafik ditunjukkan pada gambar 1. Dari gambar 1 tersebut dapat diperoleh karakteristik masing-masing trafik yang ditunjukkan pada tabel 1.

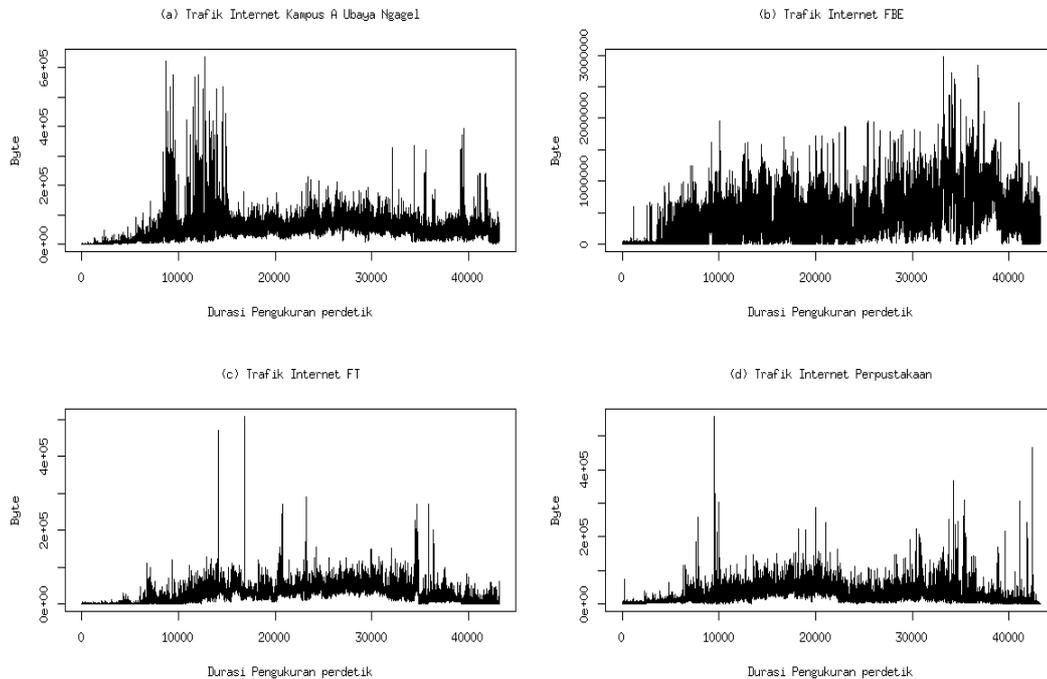
Tabel 1. Karakteristik Trafik

Parameter Trafik	Kampus A (Byte)	FBE (Byte)	FT (Byte)	Perpus (Byte)
Maksimum	638.200	2.979.000	507.600	559.200
Rata-rata	55.490	362.100	25.100	26.010

Nampak dari tabel 1 dan gambar 1 bahwa trafik internet di FBE mempunyai besaran trafik packet-flow yang jauh lebih besar dibandingkan lokasi yang lainnya baik pada level maksimum maupun rata-rata jumlah byte-nya.

2.2. Model FARIMA(p,d,q)

Fractional Autoregressive Integrated Moving Average (FARIMA) merupakan modifikasi bentuk runtut waktu dari ARIMA. Model ARIMA (p,d,q) berubah menjadi FARIMA (p,d,q) di mana nilai $d \in (0, \frac{1}{2})$ bukan nilai d dengan bilangan bulat lagi. Apabila koefisien ϕ dan θ sudah diketahui sehingga mendapatkan model yang stasioner dan $d \in (0, \frac{1}{2})$, model yang didapatkannya merupakan Long Range Dependence (LRD) dengan $H = d + \frac{1}{2}$. Tingkat self-similarity dinyatakan dalam besarnya parameter H [1][6].



Gambar 1. Grafik Trafik Hasil Pengukuran Pada 4 Lokasi Router

Untuk mendapatkan model FARIMA yang stabil, data trafik pengukuran harus dilognaturalkan terlebih dahulu untuk menghindari efek heteroskedasticity [4]. Proses pemodelan FARIMA (p,d,q) dilakukan lebih mudah dengan memodelkannya dahulu dengan model ARIMA (p,d,q). Pada model ARIMA, hasil orde p dan q dapat dimanfaatkan untuk estimasi orde d dengan menggunakan metoda whittle [4]. Pada model ARIMA, nilai orde d merupakan bilangan bulat sedangkan pada model FARIMA, dengan nilai $d \in (0, \frac{1}{2})$ [1][6].

2.3. Hasil dan Diskusi

Pada makalah ini, semua pengukuran trafik, perhitungan dan analisisnya menggunakan sistem operasi Linux. Untuk perhitungan dan analisis menggunakan perangkat lunak pengolah statistik R versi 3.0.1 pada sistem operasi Ubuntu Linux dan khusus pengolah data pemodelan ARIMA(p,d,q) menggunakan paket *afmttools* dan pemodelan FARIMA(p,d,q) menggunakan paket *forecast* [8].

Untuk mendapatkan model FARIMA(p,d,q), cara termudah adalah mencari terlebih dahulu model ARIMA(p,d,q). Dari model ARIMA didapatkan nilai variable p dan q dan kemudian dilanjutkan dengan pemodelan FARIMA untuk mendapatkan nilai variable d. Beda nilai d pada model ARIMA dan FARIMA adalah pada ARIMA nilai d merupakan bilangan bulat $d = 0, 1, 2, \dots$ dan pada FARIMA nilainya $d \in (0, \frac{1}{2})$. Hubungan antara parameter Hurst (H) dengan nilai d pada model FARIMA dinyatakan dengan $H = d + \frac{1}{2}$.

Hasil pemodelan ARIMA menggunakan metoda Akaike Information Criterion (AIC) untuk data trafik internet ditunjukkan pada tabel 2. Nilai orde d pada model FARIMA dapat dihitung menggunakan nilai orde p dan q pada model ARIMA. Estimasi nilai orde d menggunakan metoda Whittle pada model FARIMA. Hasil perhitungan nilai d model FARIMA dan hasil perhitungan parameter H ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai Parameter Hurst (H)

Router	ARIMA(p,d,q)	FARIMA(p,d,q)	Parameter $H = d + \frac{1}{2}$
Kampus A	1,1,2	1, 0.31878, 2	0.81878
FBE	4,1,1	4, 0.4999997, 1	0.999997
FT	4,1,4	4, 0.4999987, 4	0.999987
Perpus	5,1,4	5, 0.4799354, 4	0.9799354

Tabel 2 menunjukkan bahwa parameter H pada kampus A Ubaya Ngagel mempunyai nilai paling rendah dibandingkan nilai parameter H pada lokasi router yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja jaringan internet pada lokasi kampus A Ubaya Ngagel lebih baik dibandingkan 3 lokasi router yang lain. Kinerja jaringan terburuk ada pada lokasi Fakultas Bisnis dan Ekonomika (FBE), kinerja jaringan ini hampir sama dengan lokasi Fakultas Teknik (FT), hampir tidak terjadi perbedaan yang signifikan pada nilai parameter Hurst-nya.

3. Kesimpulan

Pada makalah ini, penggunaan data trafik internet yang diukur langsung pada router-router yang berbeda lokasi di kampus Ubaya dapat digunakan untuk mengetahui kinerja jaringan internet kampus dengan menggunakan parameter Hurst (H). Data pengukuran trafik internet menggunakan trafik packet-flow dalam satuan byte yang diukur secara spasial pada 4 lokasi router yaitu lokasi FBE, FT, kampus

A Ubaya Ngagel dan Perpustakaan. Pengukuran menggunakan sampel waktu 1 detik. Metoda yang digunakan untuk memperoleh parameter H adalah Whittel dengan model FARIMA. Hasil perhitungan dan analisis menunjukkan bahwa nilai parameter H untuk FBE dengan $H = 0.999997$, untuk FT dengan $H = 0.999987$, untuk Perpustakaan dengan $H = 0.9799354$ dan kampus A Ubaya Ngagel dengan $H = 0.81878$. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kinerja jaringan internet terbaik ada pada lokasi kampus A Ubaya Ngagel dengan nilai parameter H terendah dari 3 lokasi yang lain.

Daftar Pustaka :

1. Soesetijo, S. and Wening, K.K., 2011, *Perbandingan Kinerja Jaringan Internet Kampus Berdasarkan Karakteristik Trafik Self-Similarity*, KNIP Politeknik Telkom, Desember 2011, Bandung.
2. Crovella, M, Krishnamurthy, B, 2006, *Internet Measurement : Infrastructure, traffic & applications*, John Wiley & Sons, England
3. Kihong Park, Gitae Kim, Mark Crovella, 1997, *On the Effect of Traffic Self-Similarity on Network Performance*, *Proceeding of the 1997 SPIE International Conference on Performance and Control of Network Systems*
4. Richard G. Clegg, 2006, *A Practical Guide to Measuring The Hurst Parameter*, *International Journal of Simulation : System, Science and Technology* 7 (2), pp. 3-14
5. J.M. Pitts, J.A. Schormans, M. Woolf, R.J. Mondragon, D.K. Arrowsmith, 2002, *End to end Performance in Real Time IP Networks with Self-Similar Behaviour*, *IEEE International Conference on Acoustic Speech, Signal Processing*
6. Stilian Stoev, Murad S. Taqqu, Cheolwoo Park, J.S. Marron, 2005, *On the wavelet spectrum diagnostic for Hurst parameter estimation in the analysis of Internet traffic*, *Elsevier Computer Network* 48 page 423-445
7. Cristina Stolojescu, Alexandru Isar, 2012, *A Comparison of Some Hurst Parameter Estimators*, *13th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment (OPTIM)*
8. Rob J. Hyndman, Yeasmin Khandakar, 2008, *Automatic Time Series Forecasting: The forecast Package for R*, *Journal of Statistic Software* Volume 17 Issue 3