

# Volume Trafik *IP-Based* dengan Pemodelan Jam Sibuk

**MARISA PREMITASARI**

Institut Teknologi Nasional Bandung  
Email : marisa@itenas.ac.id

## ABSTRAK

*Jaringan telekomunikasi saat ini men-generate trafik data yang berbasis IP. Salah satunya adalah kampus ITENAS Bandung yang menyediakan akses untuk user berupa volume trafik. Data user yang terekam pada server dicapture setiap harinya dan didapatkan nilai volume trafik ketika user melakukan upload dan download data yang terukur berdasarkan durasi waktu pemakaian user. Data dibuat tabel pengukuran dengan menggunakan pemodelan jam sibuk dimana trafik mempunyai nilai paling tinggi. Ada tiga metoda pemodelan jam sibuk yang dijadikan acuan yaitu FDMH, ADPH dan TCBH. Ketiga metoda tersebut diukur selama waktu enam puluh menit dengan akurasi setiap limabelas menit yang didapat berdasarkan pengukuran twenty four hours selama enam hari. Pengukuran menghasilkan nilai FDMH traffic untuk download sebesar 73.92863 erlang dan upload sebesar 11.99713 erlang. ADPH download menghasilkan 130.7596 erlang dan ADPH upload sebesar 21.10694 erlang TCBH memberikan nilai 124.9155 erlang untuk download dan 19.74883667 erlang untuk upload. Hasil ini sesuai dengan perhitungan trafik jam sibuk bahwa  $\alpha_{FDMH} \leq \alpha_{TCBH} \leq \alpha_{ADPH}$  dimana trafik tertinggi terletak pada pukul 08.42-09.42.*

**Kata kunci:** *Trafik Telekomunikasi, volume trafik, FDMH, ADPH, TCBH*

## ABSTRACT

*Nowadays telecommunication network generates IP-Based traffic. One of them, named as ITENAS and located in Bandung is available to provide services for user by accesing its traffic volume. The data has recorded by system in various parameter. It seperated into upload and download data based on each user account and their time duration. The data then sorted into tables by using busy hour modelling. Measurement is done by taking 6 days time which start from 7 AM to 11 AM where the peak of busy hour has been captured manually. Reseacher using three different busy hours methods which is FDMH, ADPH and TCBH. The result shown 73.92863 erlang for download traffic and 11.99713 erlang for upload traffic by using FDMH methods. Meanwhile, ADPH methods shown 130.7596 erlang for download result and 21.10694 erlang for upload result. The rest, which is TCBH resulted in 124.9155 erlang for download traffic and 19.74883667 erlang for upload traffic. These results is in accordance with busy hours traffic comparasion formulas where  $\alpha_{FDMH} \leq \alpha_{TCBH} \leq \alpha_{ADPH}$  where highest traffic lies on Wednesday at 08.42-09.42 AM*

**Keywords:** *Telecommunication traffic, traffic volume, FDMH, ADPH, TCBH*

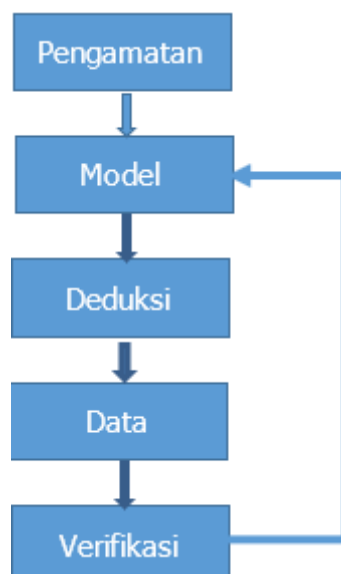
## 1. LATAR BELAKANG

Tahun 1979 telepon seluler pertama kalinya dioperasikan di Tokyo Jepang oleh *NTT (Nippon Telephone and Telegraph)* dan dua tahun kemudian di-launching di Benua Eropa. Itulah awal dari generasi seluler pertama atau *1G*. Selanjutnya *AMPS (Advanced Mobile Phone System)* dari United States mengeluarkan seri *NMT (Nordic Mobile Telephone)* dan *TACS (Total Access Communications System)* pada tahun 1982 (Sharma,2013). Jaringan telekomunikasi pada generasi pertama hanya mengenal trafik *voice* (Gupta, Patil). Pada generasi kedua sekitar tahun 1990 teknologi *SMS* muncul seperti yang dikutip oleh Charu (Charu,2015) dan timnya, namun trafik *voice* tetap merupakan isu utama (Gupta, Patil). Generasi ketiga di-launching pada tahun 2000 dimana jaringan telekomunikasi sudah bermigrasi ke *packet switching* yang membangkitkan trafik data dan pada era ini teknologi *smart phone* diperkenalkan (Vora,2015). Ketika era jaringan seluler beralih ke era 4G maka trafik telekomunikasi berubah menjadi trafik *IP Based* atau trafik berbasis protokol internet seperti yang disebutkan oleh Khan (Khan,2009) dan timnya bahwa *4G* berisi tentang sebuah integrasi, network global yang mampu menyediakan solusi Internet Protocol yang komprehensif dimana *voice*, data dan *multimedia streaming* dapat selalu diakses oleh pengguna. *4G* ini juga disebut sebagai era jaringan konvergen dimana *voice*, komunikasi data serta multimedia dilewatkan ke dalam satu kanal saja (Gupta, Patil). Ada banyak sekali jenis trafik yang dibangkitkan pada jaringan *IP Based*. Contohnya adalah trafik yang berbasis protokol internet seperti *HTTP (Hyper Text Transfer Protocol)* yang digunakan untuk mengakses *world wide web*. Kemudian trafik *FTP* atau kependekan dari *File Transfer Protokol* yang merupakan sebuah protokol untuk mengunduh dan mengunggah *file* di jaringan internal. Selain itu, ada juga trafik yang melihat jumlah *user* dan volume trafik untuk mengukur berapa kapasitas *upload* dan *download user*. Trafik dapat diolah dengan berbagai cara untuk keperluan *forecasting*. Metoda pengolahan data trafik bisa digunakan dengan memakai pendekatan distribusi matematis atau menggunakan metoda jam sibuk. Pada penelitian ini penulis akan melakukan *capture* terhadap jumlah *user* dan *volume traffic*, dimana *volume traffic* dinyatakan dengan kapasitas *download* dan *upload user* dalam satuan *B (Byte)*, *MB (Mega Byte)* dan *GB (Giga Byte)*. Data akan diolah menggunakan tiga metoda jam sibuk dimana *ADPH* akan menghitung nilai tertinggi dari sebuah trafik, *FDMH* mengambil jam sibuk yang ditetapkan sepihak oleh operator dan *TCBH* merata-ratakan jeda waktu dari tiap-tiap trafik yang memiliki nilai tertinggi. Sebagai perbandingan, ada beberapa studi literatur yang digunakan. Penelitian yang dikerjakan oleh Wahyudi (Wahyudi,2013) dan timnya menghitung perbandingan trafik jam sibuk dengan metode *ADPH*, *TCBH*, *FDMH* dan *FDMP* untuk jaringan *CDMA 2000 1x* pada *BTS Inner City* dan *BTS Outer City*. Hasil membuktikan bahwa  $a_{FDMH} \leq a_{FDMP} \leq a_{TCBH} \leq a_{ADPH}$  dimana *FDMP* adalah *Fixed Daily Measurement Periods* yang mengukur trafik berdasarkan perioda tertentu. Kinerja jaringan yang handal dan memenuhi *Qos* dibutuhkan untuk melayani pelanggan jaringan telekomunikasi. Sani (Sani,2017) dan tim melakukan penelitian yang bertujuan untuk melihat salah satu parameter *Qos* yaitu utilisasi atau intensitas trafik yang sesuai harapan menggunakan metode *ADPH*, *TCBH* dan *FDMH*. Hasil yang diraih dari setiap metode menunjukkan bahwa nilai  $ADPH > TCBH > FDMH$ . Penelitian yang dilakukan oleh Manggala (Manggala,2017) dan timnya menghasilkan puncak jam tersibuk ada di jam 10.30-11.30 di jaringan terpadu kampus UMY dengan

menggunakan berbagai metoda diantaranya *FDMH, TCBH dan ADPH*. Pada Penelitian ini, metoda *FDMH, ADPH dan TCBH* akan digunakan untuk mencari waktu jam tersibuk pada enam hari jam kerja kampus dari volume trafik pengguna akses internet di ITENAS. Volume trafik yang didapat berupa kapasitas *download* dan *upload user* akan diambil waktu pendudukan total selama empat jam dimana pada rentang tersebut terdapat waktu tersibuk dengan bantuan *tools Microsoft excel*. Hasil waktu tersibuk diperlihatkan dalam nilai intensitas trafik setiap metode, kemudian hasilnya dibandingkan dengan tahap verifikasi pada rancangan penelitian.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang dirancang pada penelitian ini diilustrasikan pada Gambar 1 yang merupakan urutan proses menentukan model matematis yang sesuai dengan trafik telekomunikasi pada suatu sistem telekomunikasi.



**Gambar 1. Model Trafik Telekomunikasi**  
(Sumber: ITU-D SG 2/16 & ITC,2001, hlm 15)

### 2.1 Pengamatan

Data trafik IP-based yang dibangkitkan pada jaringan *server* ITENAS, diamati dan di-*capture* selama satu minggu mulai dari tanggal 23 november 2017-30 November 2017. Data trafik yang diolah adalah volume trafik dari masing-masing *user* dimana nilai intensitas trafik dari jam sibuk akan dicari. Pada tahap ini, data trafik masih berupa data asli dan data diambil selama satu minggu mulai pkl 11.00 setiap harinya. Pengamatan dilihat melalui "software bawaan" untuk *access point* seri *ubiquity* yang terpasang pada *server* dimana data akan diambil secara manual. Pengamatan mengambil delapan hari mulai dari hari kamis sampai hari kamis berikutnya.

## 2.2 Model & Dedukasi (Haryadi, 2012)

Setelah melakukan pengambilan data, tahap selanjutnya adalah mencari model trafik yang relevan sesuai dengan tujuan dan data yang didapatkan melalui studi literatur. Pemilihan satu model matematis dilakukan pada tahap deduksi dimana dicari data yang paling mungkin mendekati sifat dan karakteristik trafik pada sistem telekomunikasi yang sedang dirancang atau yang sedang dianalisis (Haryadi, 2012). Karena tujuan penelitian ini adalah mencari waktu jam sibuk dan data yang didapatkan adalah trafik *IP-Based* untuk variasi trafik mingguan, maka pendekatan yang diambil adalah pendekatan dengan pemodelan jam sibuk. Pemodelan jam sibuk dipakai untuk variasi trafik mingguan dan diambil tiga pendekatan yaitu *TCBH*, *FDMH* dan *ADPH*. *TCBH (Time Consistent Busy Hour)* adalah waktu selama enam puluh menit (diukur dengan akurasi setiap lima belas menit) yang didapat berdasarkan pengukuran *twenty four hours variations* selama suatu perioda waktu yang panjang secara rata-rata terdapat trafik tertinggi. Persamaan (1) menunjukkan rumus perhitungan *TCBH* dimana  $n$  adalah jumlah hari,  $a$  adalah intensitas trafik perwaktu dan  $\Delta$  merupakan waktu *TCBH*

$$a_{TCBH} = \max_{\Delta} \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N a_n(\Delta) \quad (1)$$

*Fixed Daily Measurement Hour* atau disingkat *FDMH* adalah waktu selama enam puluh menit dan diukur dengan akurasi setiap lima belas menit yang ditentukan oleh suatu operator 4system telekomunikasi secara sepihak. Sama dengan *TCBH*, persamaan (2) untuk *TCBH* ditentukan oleh  $n$  yang merupakan jumlah hari,  $a$  sebagai intensitas trafik perwaktu dan  $\Delta$  sebagai waktu yang sudah ditentukan oleh operator

$$a_{FDMH} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N a_n(\Delta_{fixed}) \quad (2)$$

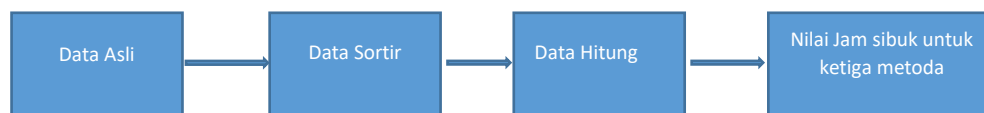
Pendekatan terakhir adalah *ADPH* atau kependekan dari *Average Daily Peak Hour* merupakan trafik selama enam puluh menit dengan akurasi setiap lima belas menit yang didapat berdasarkan pengukuran *twenty four hours variation* selama suatu perioda waktu yang panjang adalah secara rata-rata terdapat trafik tertinggi dimana persamaan (3) adalah rumus untuk *ADPH*

$$a_{ADPH} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \max_{\Delta} a_n(\Delta) \quad (3)$$

## 2.3 Data

Data atau pengukuran data adalah bagaimana trafik akan diolah dan disimpulkan atau di-*forecast*. Trafik yang di-*capture* sebagai data asli disortir terlebih dahulu. Sortir data dilakukan dengan melihat parameter input pada metoda *FDMH*, *ADPH* dan *TCBH* dimana data yang diambil yaitu upload, download dan durasi. Trafik data upload dan download akan diubah kesatuan MB (Mega

Bytes). Selanjutnya durasi diubah ke dalam satuan interval waktu datangnya paket ke dalam perioda waktu jam sibuk. Perioda penentuan jam sibuk dimulai pkl 07.00-11.00 . Karena data diambil Pukul 11.00, maka jam tersebut menjadi acuan pengelompokan durasi pemakaian user ke dalam perioda waktu sehingga data berubah menjadi interval waktu kedatangan. Setelah data disortir kemudian data akan diolah berdasarkan rumus perhitungan ketiga metoda jam sibuk. Hal pertama yang dilakukan adalah mengubah tabel pengelompokan setiap lima belas menit menjadi tabel pengolahan baru untuk setiap rentang lima belas menit untuk dicari nilai trafik tertinggi dimana FDMH, mengambil nilai jam sibuk yang diasumsikan secara sepihak, ADPH mengambil rata-rata trafik tertinggi setiap harinya dan TCBH mengambil perioda waktu dimana terdapat trafik tertinggi untuk dirata-ratakan dan dicari kembali nilai trafik tertinggi berdasarkan perioda rata-rata waktu tersebut. Nilai trafik diberikan dalam satuan erlang dimana erlang merupakan satuan tetap untuk intensitas trafik (Haryadi,2012). Pengolahan data dilakukan dengan mengubah data durasi user untuk upload dan download menjadi interval kedatangan diperiode waktu jam sibuk secara manual. Urutan proses pengolahan data dijelaskan pada diagram berikut (Gambar 2)



**Gambar 2. Urutan Pengolahan Data**

### 3. Verifikasi

Verifikasi data disini adalah perbandingan nilai dari data yang sudah diolah dengan ketiga metoda , dimana bila perhitungan datanya benar maka akan didapat  $a_{FDMH} \leq a_{TCBH} \leq a_{ADPH}$  . Verifikasi selanjutnya dilakukan dengan mencari nilai intensitas trafik selama empat jam dimana nilai intensitas trafik pada sebuah kanal dari penyedia layanan adalah jumlah layanan sibuk pada suatu waktu yang diberikan atau diamati (Haryadi,2016). Intensitas trafik juga bisa disebut sebagai Volume Trafik (V) dibagi perioda pengamatan dibagi waktu pengamatan (T) ditulis pada persamaan (4), yang merupakan rumus intensitas trafik tanpa pemodelan (Hertiana, 2009)

$$a = \frac{V}{T} \quad (4)$$

Tahap verifikasi dilakukan dua kali, pertama verifikasi terhadap perbandingan metoda, kedua verifikasi pemodelan jam sibuk dengan rumus intensitas trafik tanpa pemodelan

### 3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terlihat pada Tabel 1 yang merupakan hasil *capture* data trafik yang diambil setiap pukul 11.00 mulai dari tanggal 23 november 2017- 30 november 2017 dimana Tabel 1 menunjukkan contoh data yang di-*capture* secara

random. Hasil *capture* di bawah berisi data nama *gadget user*, alamat *IP (IP Address)*, nama jaringan *wireless WLAN*, nama *access point* beserta *port (AP/Port)*, volume trafik (*download & upload*) serta durasi koneksi (*uptime*). Parameter yang dijadikan observasi adalah volume trafik dan durasi. Volume trafik tersebut tersebar ke dalam satuan GB (Giga Bytes), MB (Mega Bytes) dan B (Bytes). Durasi user bervariasi untuk hari (d), jam (h), menit(m) dan detik (s).

**Tabel 1. Data Asli Server ITENAS**

Name	IP Address	WLAN	AP/Port	Down	Up	Uptime
android-a8a8d41e3**34e5	172.16.3.38	HOTSPOT-ITENAS	APGd.20 LT-1	314 MB	18.7 MB	3h 52m 30s
Sa**ung-Galaxy-S7-edge	172.16.2.40	HOTSPOT-ITENAS	AP Gd.01 LT-3	580 B	4.88 KB	9m 25s
android-87c8b25f***92e53	172.16.0.199	HOTSPOT-ITENAS	AP Gd.19B LT-3	2.34 MB	581 KB	1h 8m 47s
Redmi3X-***	172.16.3.200	HOTSPOT-ITENAS	AP SC LT-1	86.3 MB	5.61 MB	2h
android-***2908d4391f5b8	172.16.7.127	HOTSPOT-ITENAS	AP Gd.09 LT-3	24.5 MB	2.33 MB	1h 52m 21s
WIN10***I-1TB	172.16.1.240	HOTSPOT-ITENAS	AP Gd.18 LT-1	440 KB	352 KB	50m 21s
android-14c08452**38d3a	172.16.16.238	HOTSPOT-ITENAS	AP Gd.08 LT-2	5.79 MB	489 KB	1m 49s
η**	172.16.1.70	HOTSPOT-ITENAS	AP Gd.01 LT-3	9.7 MB	850 KB	2m 25s
***-iPad	172.10.1.3	HOTSPOT-ITENAS	AP Gd.20 LT-1	0 B	0 B	1m 52s
android-8e237b4f516c6***	172.16.2.0	HOTSPOT-ITENAS	AP Gd.19B LT-3	51.3 MB	6.69 MB	1h 6m 12s

Data asli diolah menjadi data sortir seperti ditunjukkan oleh Tabel 2 (download) dan Tabel 3 (upload) dimana durasi (*uptime*) diubah ke dalam interval waktu kedatangan dengan mengambil empat jam lebih awal dari waktu dan data di-*capture* pada pukul

11.00 siang. Durasi *user* yang dikategorikan trafik adalah durasi mulai dari detik (s) ke 0 sampai empat jam (h) sebelum pukul 11.00. Hari yang dihitung adalah Hari Kamis (hari 1) , Hari Jum'at (hari 2), Hari Senin (hari 3), Hari Selasa (hari 4), Hari Rabu(hari 5) dan Hari Kamis (hari 6) dimana hari sabtu dan hari minggu tidak dihitung sebagai trafik. Trafik disortir untuk *down* (unduh) dan *up* (unggah) dengan perioda (p) jam sibuk *TCBH, FDMH dan ADPH*. Parameter upload dan download diubah ke satuan *MB*.

**Tabel 2. Hasil Sortir untuk Download**

<b>P</b>	<b>Hari 1</b>	<b>Hari 2</b>	<b>Hari 3</b>	<b>Hari 4</b>	<b>Hari 5</b>	<b>Hari 6</b>
07.00-07.15	473.9	473.9	473.9	473.9	18.8182	145.5
07.15-07.30	10.2	10.2	10.2	10.2	3040.970	990.7
07.30-07.45	990.9	990.9	990.9	990.9	151.938	549.83
07.45-08.00	6.8346	6.8346	6.8346	6.8346	1766.295	422.2
08.00-08.15	2180.98	2180.9	2180.98	2180.98	2037.672	1197.77
08.15-08.30	677.37	677.37	677.37	677.37	889.124	999.68
08.30-08.45	2025.89	1348.5	1348.52	2025.89	1870.07	1393.8
08.45-09.00	1630.05	1630.0	1630.05	1630.05	1184.039	1915.96
09.00-09.15	1991.93	1991.9	1991.93	1991.9	1426.514	1954.53
09.15-09.30	2472.03	2472.0	2472.03	2472.03	2883.183	1339.99
09.30-09.45	1669.33	1669.3	1669.33	1669.33	2033.079	1178.84
09.54-10.00	850.684	1612.3	1612.32	1602.31	1615.187	2057.74
10.00-10.15	1750.76	1750.7	1429.53	428.522	2171.150	684.972
10.15-10.30	1237.26	1232.2	1069.65	2023.96	1446.781	1101.46
10.30-10.45	1313.98	1318.9	1313.98	1301.41	1034.669	1072.32
10.45-11.00	171.072	474.16	573.433	486.466	586.4135	640.285

**Tabel 3. Hasil Sortir untuk Upload**

<b>P</b>	<b>Hari 1</b>	<b>Hari 2</b>	<b>Hari 3</b>	<b>Hari 4</b>	<b>Hari 5</b>	<b>Hari 6</b>
07.00-07.15	36.16	36.16	36.16	36.16	8.0706	17.22
07.15-07.30	2.4	2.4	2.4	2.4	173.804	86.72
07.30-07.45	64	64	64	64	27.0979	60.9
07.45-08.00	1.9265	1.9265	1.9265	1.9265	145.161	173.51
08.00-08.15	127.21	127.21	127.21	127.21	150.627	135.32



08.15-08.30	85.51	85.51	85.51	85.51	251.451	79.87
08.30-08.45	275.88	275.88	275.88	275.880	570.139	93.24
08.45-09.00	156.86	156.86	156.86	156.867	111.882	248.096
09.00-09.15	289.68	289.68	289.68	289.68	279.453	257.266
09.15-09.30	289.68	262.07	262.07	262.07	238.501	168.562
09.30-09.45	294.40	294.40	294.40	294.405	260.765	216.329
09.45-10.00	82.9576	592.6128	592.6128	590.3478	169.5001	248.4174
10.00-10.15	207.33	207.3304	157.8304	71.1682	241.9525	89.2606
10.15-10.30	296.224	295.4632	269.9142	209.08444	154.8943	486.8698
10.30-10.45	136.036	183.4741	136.0359	133.5285	510.5356	185.2306
10.45-11.00	14.4106	59.95343	73.04832	62.460832	68.69733	68.23304

Karena ketiga metoda jam sibuk menggunakan parameter volume trafik jam sebagai nilai inputnya, maka pengolahan data selanjutnya adalah menjumlahkan volume trafik berdasarkan pembagian durasi jam sibuk untuk ketiga metoda tersebut. Data kemudian dijumlahkan dan dikelompokkan berdasarkan pembagian durasi jam sibuk yang diperlihatkan pada tabel berikut (tabel 4)

**Tabel 4. Data Hitung untuk Download**

<b>Waktu jam sibuk</b>	<b>Hari 1</b>	<b>Hari 2</b>	<b>Hari 3</b>	<b>Hari 4</b>	<b>Hari 5</b>	<b>Hari 6</b>
07.00-08.00	1481.8346	1481.8346	1481.835	1481.8346	1481.8346	1481.8346
07.15-08.15	3188.9226	3188.9226	3188.923	3188.9226	3188.9226	3188.9226
07.30-08.30	3856.0926	3856.0926	3856.093	3856.0926	3856.0926	3856.0926
07.45-08.45	4891.0866	4213.7166	4213.717	4891.0866	4891.0866	4213.7166
08.00-09.00	6514.309	5836.939	6514.309	6514.309	5980.906	5507.21
08.15-09.15	6325.256	5647.886	6325.256	6325.256	5369.748	6263.975
08.30-09.30	8119.923	7442.553	8119.923	8119.923	7363.808	6604.285
08.45-09.45	7763.361	7763.361	7763.361	7763.361	7526.818	6389.334



09.00-10.00	6983.989	7745.634	7735.623	7735.623	7957.966	6531.121
09.15-09.30	6742.815	7504.46	6172.211	6172.211	8702.601	5261.559
09.30-10.30	5508.046	6264.701	5724.141	5724.141	7266.199	5023.038
09.45-10.45	5152.7	5914.345	5356.226	5356.226	6267.789	4916.51
10.00-11.00	4473.087	4776.176	4240.373	4240.373	5239.015	3499.048

**Tabel 5 Data Hitung untuk Upload**

<b>Waktu jam sibuk</b>	<b>Hari 1</b>	<b>Hari 2</b>	<b>Hari 3</b>	<b>Hari 4</b>	<b>Hari 5</b>	<b>Hari 6</b>
07.00-08.00	104.4865	104.4865	104.4865	104.4865	104.4865	104.4865
07.15-08.15	195.5405	195.5405	195.5405	195.5405	195.5405	195.5405
07.30-08.30	278.6505	278.6505	278.6505	278.6505	278.6505	278.6505
07.45-08.45	490.5312	490.5312	490.5312	490.5312	490.5312	490.5312
08.00-09.00	645.472	645.472	645.472	645.472	1084.1	556.526
08.15-09.15	807.94	807.94	807.94	807.94	1212.926	678.472
08.30-09.30	1012.112	984.5039	984.5039	984.5039	1199.976	767.164
08.45-09.45	1030.637	1003.029	1003.029	1003.029	890.6026	890.2538
09.00-10.00	956.7273	1438.774	1438.774	1436.509	948.2205	890.5752
09.15-09.30	874.3757	1356.423	1306.923	1217.996	910.7192	722.5698
09.30-10.30	880.9179	1389.812	1314.763	1165.006	827.1125	1040.878
09.45-10.45	722.5481	1278.881	1156.393	1004.129	1076.883	1009.778

10.00-11.00	654.0011	746.2212	636.8289	476.242	976.0798	829.594
-------------	----------	----------	----------	---------	----------	---------

Dari tabel diatas kita akan mengetahui trafik jam sibuk dengan masing masing metoda, yang pertama adalah *FDMH*, atau trafik yang jam sibuknya ditentukan oleh operator atau administrator jaringan atau pengamat trafik secara sepihak dimana jam sibuk untuk *FDMH* di jaringan ITENAS terdapat diantara pkl 10.00-11.00.

**Tabel 6. Hasil Nilai Trafik *FDMH***

Trafik <i>FDMH</i>	hari 1	hari 2	hari 3	hari 4	hari 5	hari 6	Average
download	4473.08711	4776.17619	4386.60774	4240.3732	5239.0152	3499.0483	4435.718
upload	654.00112	746.221172	636.828864	476.24197	976.07979	829.59401	719.8278

Untuk trafik *ADPH*, kita melihat dari *peak* trafik dari selang pembagian waktu jam sibuk sehingga didapat nilai sebagai berikut (Tabel 7)

**Tabel 7. Hasil Nilai Trafik *ADPH***

Trafik <i>ADPH</i>	hari 1	hari 2	hari 3	hari 4	hari 5	hari 6	Average
download	8119.92289	7763.36129	7763.36129	8119.9229	8702.6009	6604.285	7845.576
upload	1030.63696	1438.7744	1438.7744	1436.5094	1212.926	1040.8776	1266.416

Trafik yang terakhir mengkalkulasikan perhitungan selang pembagian waktu jam sibuk sehingga didapat *TCBH Hour* (menghitung selang waktu pada *peak* trafik) dan Trafik *TCBH* (rata-rata dari selang waktu *peak* trafik untuk mendapatkan *peak* trafik yang baru dari metoda *TCBH*) sebagai berikut:

**Tabel 8. *TCBH Hour***

<i>TCBH Hour</i>	hari 1	hari 2	hari 3	hari 4	hari 5	hari 6	Average
download	08.30-09.30	08.45-09.45	08.45-09.45	08.30-09.30	09.15-10.15	08.30-09.30	08.43-09.42
upload	08.45-09.45	09.00-10.00	09.00-10.00	09.00-10.00	08.15-09.15	08.30-09.30	08.43-09.45

**Tabel 9. Nilai Trafik TCBH**

Trafik TCBH	hari 1	hari 2	hari 3	hari 4	hari 5	hari 6	Average
download	7763.36129	7763.36129	7763.36129	7763.3613	7526.8178	6389.3341	7845.576
upload	956.7273	1438.7744	1438.7744	1436.5094	948.2205	890.5752	1184.93

Finalisasi dari ketiga metoda tersebut adalah mendapatkan nilai trafik dalam satuan *Eh*(Erlang hours) sehingga setiap nilai rata-rata dari *upload* dan *download* dibagi dengan 60, kecuali *TCBH Hours* karena nilai yang diambil adalah Trafik *TCBH*-nya

**Tabel 10. Tabel Nilai Trafik Final**

Hasil Trafik	aFDMH	aADPH	aTCBH
Download	73.92863 Eh	130.7596 Eh	124.9155474
Upload	11.99713 Eh	21.10694 Eh	19.74883667

Hasil tabel 10 menyimpulkan bahwa  $aFDMH \leq aTCBH \leq aADPH$  untuk *download* ( $73.92863 \leq 124.9155474 \leq 130.7596$ ) dan *upload* ( $11.99713 \leq 19.74883667 \leq 21.10694$ ). Bila kita melihat nilai intensitas setiap metodenya, maka hari 5 (hari rabu) pukul 10.00-11.00 terdapat trafik tertinggi untuk metoda *FDMH*. Tabel 5 menjelaskan bahwa nilai trafik tertinggi dengan metoda *ADPH* berada di hari 5 (hari rabu) untuk *download* serta hari 2 (jum'at) & hari 3 (Senin) untuk *upload*. Sementara trafik dengan metoda *TCBH* menyimpulkan bahwa jam sibuk terjadi di hari 1 sampai hari 4 dimana *upload* tertinggi terjadi di hari 2 & hari 3. Bila kita membandingkan ketiga hasil metoda dengan nilai intensitas trafik untuk total waktu kependudukan per waktu pengamatan, maka kita mendapatkan nilai intensitas trafik (nilai tanpa pemodelan jam sibuk) perharinya yang diperlihatkan pada tabel 11.

**Tabel 11. Nilai Intensitas Trafik Tanpa Pemodelan Jam Sibuk**

Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Average
125.3577	121.825	121.1708	122.2332	144.2133	111.1329	124.3222

Hasil pada nilai *average*, membuktikan bahwa nilai tersebut mendekati nilai untuk metoda *TCBH download* dimana  $124.3222 \approx 124.9155474$ . Sebagai tambahan, dibawah ini adalah tabel 10 dan 11 yang menunjukkan tabel hari sibuk volume trafik *upload* dan *download* yang dilakukan dengan pembobotan manual, dimana nilai trafik terendah diberi angka 1 dan nilai trafik tertinggi diberi angka 6. Nilai pada tabel 12 ( Nilai trafik tanpa pemodelan ) dimasukkan sebagai pembanding bila ada hari dengan nilai trafik yang sama.

**Tabel 12. Hari sibuk untuk download**

Download	FDMH	ADPH	TCBH	Tanpa Pemodelan	rata-rata bobot
<b>Hari 1(Kamis)</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
Hari 2 (Jum'at)	5	3	3	3	3.5
Hari 3 (Senin)	3	2	4	2	2.75
Hari 4 (Selasa)	2	4	5	4	3.75
Hari 5(Rabu)	6	6	2	6	5
Hari 6(Kamis)	1	1	1	1	1

Pada tabel 12 hari sibuk terletak di hari 1(kamis) dan hari 5 (Rabu) karena bobotnya bernilai paling tinggi yaitu 5. Tabel 13 menunjukkan bobot tertinggi di hari jum'at untuk *upload* yaitu 5

**Tabel 13. Hari Sibuk untuk Upload**

Upload	FDMH	ADPH	TCBH	Tanpa Pemodelan	Rata-rata bobot
Hari 1 (Kamis)	3	1	2	5	2.75
Hari 2 (Jum'at)	5	6	6	3	5
Hari 3(Senin)	2	5	5	2	3.5
Hari 4(Selasa)	1	4	4	4	3.25
Hari 5(Rabu )	6	3	1	6	4
Hari 6 (Kamis)	4	2	3	1	2.5

Tabel 14 adalah tabel hasil hari sibuk rata-rata *download* dan *upload* dan didapat hari sibuk untuk *sample* enam hari terjadi di hari rabu (nilai bobot 4.5)

**Tabel 14. Hasil perhitungan Hari Sibuk**

Hari	Download	Upload	Rata-rata Bobot
Hari 1 (Kamis)	5	2.75	3.875
Hari 2 (Jum'at)	3.5	5	4.25
Hari 3(Senin)	2.75	3.5	3.125
Hari 4(Selasa)	3.75	3.25	3.5
Hari 5(Rabu )	5	4	4.5
Hari 6 (Kamis)	1	2.5	1.75

#### 4. KESIMPULAN

Trafik jaringan 4G sudah merupakan trafik *IP-Based* maka metoda dan pola trafik bermigrasi dari yang asalnya *telephony* ke data. Jaringan konvensional yang membangkitkan trafik *telephony* berubah menjadi jaringan yang berbasis *packet switching* dimana trafik seperti volume trafik untuk *upload* dan *download user* dibangkitkan. Pemodelan jam sibuk dengan metoda *FDMH*, *ADPH* dan *TCBH* merupakan kesatuan metoda yang tidak dapat dipisahkan. *FDMH* digunakan untuk mencari asumsi jam sibuk, sehingga perhitungan data bisa dilakukan pada jam tertentu saja. *ADPH* digunakan untuk mencari nilai trafik tertinggi dimana nilainya akan jadi nilai input untuk mencari trafik dengan metoda *TCBH* dimana metoda *TCBH* merupakan perhitungan final untuk mendapat nilai yang akurat. Trafik tertinggi tidak dapat disimpulkan dengan melihat *peak* trafiknya saja. Sebagai contoh adalah hari 1 pukul 08.30-09.30 pada *download* dimana nilai trafik sebelum dan sesudah *peak* trafik juga diperhitungkan. Hasil perhitungan ketiga metoda pada jaringan ITENAS selama sampling enam hari di bulan November 2017 menunjukkan bahwa  $aFDMH \leq aTCBH \leq aADPH$  untuk *download* ( $73.92863 \leq 124.9155474 \leq 130.7596$ ) *Eh* dan *upload* ( $11.99713 \leq 19.74883667 \leq 21.10694$ ) *Eh*. Hasil ini sesuai dengan verifikasi, berarti durasi akses *user* dapat dimodelkan dengan jam sibuk. Verifikasi kedua menunjukkan bahwa trafik sibuk pada hari rabu pukul 08.42-09.42 untuk waktu pengamatan empat jam dari pukul 07.00-11.00. Hasil ini dapat diolah lebih lanjut dengan mengambil sampel yang lebih banyak contohnya pada siang hari. Selanjutnya perlu dikembangkan penelitian untuk variasi trafik selama satu bulan atau satu tahun dengan menggunakan metoda yang sama dan bisa juga mengambil metoda lain seperti pendekatan distribusi matematis. Metoda jam sibuk dapat dipakai untuk volume trafik yang terdiri dari dua atau lebih jenis data, namun bila hanya menggunakan satu jenis data saja dapat digunakan rumus nilai intensitas trafik pada persamaan (4). Penelitian ini merupakan sampling dari jaringan skala kecil yang bisa digunakan untuk skala jaringan yang lebih besar, yaitu jaringan pada *provider* dengan menggunakan metoda yang sama. Jumlah jam dan hari pengukuran tidak mempengaruhi waktu dan nilai trafik terhadap ketiga metoda jam sibuk.

Pengembangan dari penelitian ini adalah perlu adanya software yang dapat melakukan *capture* data dalam satuan *MBPS*, untuk setiap perioda waktu *TCBH*, *ADPH* dan *FDMH* sehingga tidak perlu dilakukan perhitungan yang cukup panjang untuk mengubah durasi waktu menjadi interval waktu kedatangan paket. Adanya keterbatasan dalam pengambilan data menyebabkan peneliti tidak dapat menganalisis trafik pada siang hari, sehingga waktu perioda hanya diambil pada pagi hari, dimana administrator mengasumsikan trafik sibuk pada pukul 11.00 untuk *download user* dan *upload user* dimana kedua jenis data ini direpresentasikan secara terpisah.

## DAFTAR RUJUKAN

- [1] Haryadi, S. (2012). *Telecommunication Traffic, Technical and Business Consideration*. Bandung: Dago Press.
- [2] Haryadi, S. (2016). *Telecommunication Traffic Unit and Mathematical Model. Telecommunication Traffic Engineering-Chapter 2*. Institut Teknologi Bandung.
- [3] Sani, A., F, Sukiswo, S., Christyono, Y. (2017). Analisis Trafik Metode ADPH, TCBH dan FDMH pada jaringan Backbone DWDM PT. Telkom Jawa Tengah. *Jurnal Transient*. 6(4)
- [4] Sharma, P. (2013). *Evolution of Mobile Wireless Communication Networks-1G to 5G as well as Future Prospective of Next Generation Communication Network. International Journal of Computer Science and Mobile Computing*. (pp:47-53)
- [5] Santhi, K., R., & Kumaran, G., S. (2006). *Migration to 4G: Mobile IP-Based Solution. Advanced Int'l Conference on Telecommunications and Int'l Conference on Internet and Web Applications and Service*
- [6] Khan, A., H., Qadeer, M., A., Ansari, J., A., Waheed.,S. (2009). *4G as Next Generation Network. International Conference on Future Computer and Communication*. (pp:334-338)
- [7] Manggala, S., T., Chamim, A., N., N., Surahmat., I. (2017). *Analisis Trafik Penggunaan Jaringan Wifi Di Lingkungan Kampus Terpadu UMY. CITEE*. (pp:181-185)
- [8] Gupta, P., H., & Patil, P. (2009). *4G-A New Era in Wireless Telecommunication*.
- [9] Charu & Gupta., R., Mr. (2015). A Comparative Study of Various Generations in Mobile Technology. *International Journal of Engineering Trends and Technoogy(IJETT)*. 28(7):328-332
- [10] Wayhudi, E., Pamungkas, W., Basuseno, A. (2013). Perbandingan Perhitungan Trafik Jam Sibuk CDMA 2000 1x pada BTS Inner City dan BTS Outer City dengan Mempergunakan Metode ADPH, TCBH, FDMH dan FDMP. *Jurnal Infotel*. 2(5):33-41

