

**KARAKTERISASI PENGGUNAAN INTERNET DI AREA
JARINGAN KAMPUS
(STUDI KASUS: PTIK UNIVERSITAS BRAWIJAYA)**

SKRIPSI

LABORATORIUM JARINGAN KOMPUTER

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer



Disusun Oleh :

KOMANG TANIA PARAMECWARI

NIM. 105060801111033

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA/ILMU KOMPUTER
MALANG
2014**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa atas sinar suci-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Karakterisasi Penggunaan Internet di Area Jaringan Kampus (Studi Kasus: PTIIK Universitas Brawijaya)” dengan baik.

Penulisan skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer, dan merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh oleh setiap mahasiswa Teknik Informatika Universitas Brawijaya Malang.

Penyusunan laporan skripsi ini dapat terlaksana dengan baik karena adanya bantuan secara langsung maupun tidak langsung dari pihak tertentu, diantaranya:

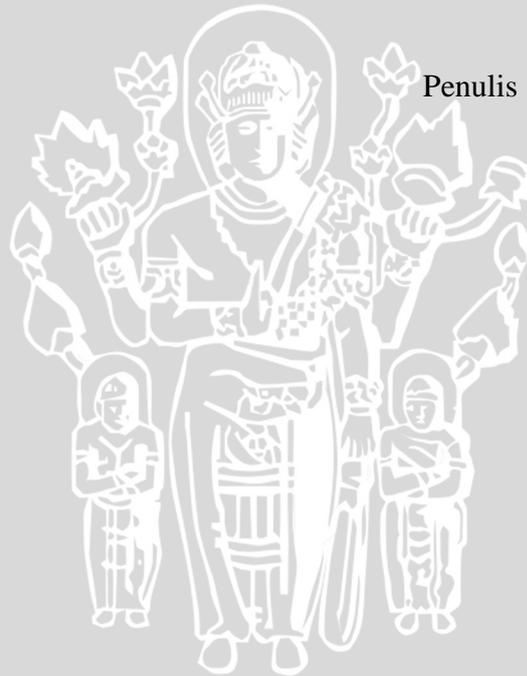
- Orang tua penulis, Ir. Made Beteng Wismaya dan Made Sri Wartini yang telah memberi motivasi, kasih sayang serta dukungan moril dan materil kepada penulis.
- Bapak Achmad Basuki, ST.,M.MG.,Ph.D selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan ilmu dan saran untuk laporan skripsi ini.
- Bapak Kasyful Amron,S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing II yang juga memberikan ilmu dan saran untuk laporan skripsi ini.
- I Putu Dian Parmana yang selalu memberi semangat kepada penulis untuk segera mungkin menyelesaikan skripsi ini.
- Teman-teman kemocengs, Elina Dwi Anggraeni, Putranti Puji Purnomo, Fatikhatur Rosyidah, dan Seluruh Informatika 2010 yang selalu membantu memberi saran dan kritik atas laporan ini.
- Teman-teman barongs, Ni Ketut Novia Nilasari, Made Dody, Wawan Sutaryawan, dan Seluruh Unikahidha 2010 terimakasih atas segala bantuannya selama menjadi mahasiswa.
- Segenap dosen dan karyawan PTIIK Universitas Brawijaya yang telah membantu pelaksanaan skripsi ini.

- Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung demi terselesaikannya tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, karena keterbatasan materi dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Akhirnya semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi pembaca terutama mahasiswa Teknik Informatika Universitas Brawijaya.

Malang, Mei 2014

Penulis



ABSTRAK

Komang Tania Paramecwari. 2014. Karakterisasi Penggunaan Internet di Area Jaringan Kampus (Studi Kasus: PTIIK Universitas Brawijaya). Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang. Dosen Pembimbing Achmad Basuki, S.T, M.MG, Ph.D dan Kasyful Amron, S.T, M.Sc

Abstrak - Penggunaan Internet semakin hari semakin meningkat, khususnya pada jaringan area kampus. Sering terdapat keluhan-keluhan salah satunya koneksi yang lambat ataupun kegagalan sistem terhadap infrastruktur jaringan, akan tetapi belum diketahui secara pasti masalah tersebut berasal dari mana. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik trafik penggunaan Internet di Kampus PTIIK-UB.

Pada penelitian ini melakukan *monitoring* data trafik penggunaan Internet menggunakan *tools* NetFlow kemudian diproses menggunakan NFDUMP. Data hasil monitoring selanjutnya akan dianalisis dengan mencari pola akses dari pengguna Internet berdasarkan volume trafik (*bytes*), kecepatan akses (Mbps), periode waktu (hari kerja dan akhir pekan), protokol aplikasi, lokasi akses dan jumlah pengguna.

Hasil analisis berdasarkan kecepatan akses (Mbps) maka dapat diketahui trafik jaringan menuju jaringan kabel dan nirkabel pada hari sibuk maupun hari libur di dominasi penggunaannya oleh jaringan nirkabel, protokol yang mendominasi penggunaan Internet adalah protokol TCP sebesar 88%, port yang mendominasi adalah HTTP dan jumlah pengguna didominasi penggunaannya pada area Gedung D dan Gazebo sebesar 92% dengan 90% pengguna Internet PTIIK mendapatkan rata-rata trafik *download* kurang dari 0.2 Mbps.

Kata Kunci: *Internet, Trafik Internet, Jaringan Kampus, NetFlow, NFDUMP, Pola Akses, Volume Trafik, Kecepatan Akses.*

ABSTRACT

Komang Tania Paramecwari. 2014. *The Characterization of Internet Usage on Campus Area Network (Case Study: PTIIK Brawijaya University)*. Information Technology and Computer Science Program, Brawijaya University, Malang. Advisor: Achmad Basuki, S.T, M.MG, Ph.D and Kasyful Amron, S.T, M.Sc

Abstract - *The use of Internet is rapidly rising especially in campus area networks. There is often complaint which one of those is about slow connections or system failures on the network infrastructure, but the source of problems still has not found yet. This study is aimed at determining the characteristics of Internet traffic usage in campus PTIIK -UB.*

In this study, monitoring data traffic of Internet usage using NetFlow tools then processed using NFDUMP. Data from the monitoring process was analyzed further by finding patterns of user access to the Internet based on the volume of traffic (bytes), access speed (Mbps), the time period (weekdays and weekends), application and protocols, access location, and number of users.

The analysis result based on access speed (Mbps) is that it can be known network traffic towards wired and wireless networks on a weekday or weekend usage is dominated by wireless networks, protocols that dominate Internet usage is 88 % the size of the TCP protocol, the port which dominates is HTTP and the domination area of usage number is in building D and Gazebo with amount 92 %, where is ninety percent (90%) of Internet users PTIIK get average download traffic less than 0.2 Mbps.

Keywords: *Internet, Internet Traffic, Campus Network, NetFlow, NFDUMP, access patterns, traffic volume, speed of access.*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iiii
<i>ABSTRACT</i>	iiiv
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	ix
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 BATASAN MASALAH	3
1.4 TUJUAN	4
1.5 MANFAAT	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terkait	7
2.2 <i>Monitoring</i> Data Trafik Penggunaan Internet	9
2.2.1 NetFlow	9
2.3 <i>Processing</i> Data Trafik Penggunaan Internet	15
2.3.1 NFDUMP	15
2.3.2 Shell Script	18
2.4 Analisis dan Pemodelan Pola Akses Penggunaan Internet	19
2.4.1 <i>Cumulative Distribution Function</i> (CDF)	19
2.5 Kerangka Teoritis Karakterisasi Trafik	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Diagram Alir Penelitian	22
3.1.1 Gambaran Umum Jaringan Kampus	23
3.2 Metode <i>Monitoring</i> Data	26
3.2.1 Konfigurasi NetFlow pada Cisco Router	26
3.3 Metode <i>Processing</i> Data	28
3.3.1 NFDUMP	29
3.3.2 Shell Script	31
3.4 Metode Analisis dan Pemodelan Data	32
3.4.1 Protokol dan Aplikasi	33

3.4.2	Media Akses.....	36
3.4.3	Lokasi Akses.....	39
3.4.4	Jumlah Pengguna.....	40
3.5	Pengambilan Kesimpulan.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		44
4.1	Protokol dan Aplikasi.....	44
4.1.1	Persentase Statistik Protokol.....	44
4.1.2	Penggunaan TCP.....	45
4.1.3	Penggunaan UDP.....	49
4.2	Media Akses.....	52
4.2.1	Penggunaan Jaringan Kabel.....	52
4.2.2	Penggunaan Jaringan Nirkabel.....	53
4.2.3	Statistik Media Akses.....	55
4.3	Lokasi.....	59
4.4	Jumlah Pengguna.....	62
4.4.1	Jumlah Pengguna Aktif.....	62
4.1.1	Kecepatan Akses dari Pengguna Aktif.....	63
4.1.2	Model Pengguna Internet.....	63
BAB V PENUTUP.....		655
5.1	Kesimpulan.....	655
5.2	Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA.....		68
LAMPIRAN.....		DP-1

DAFTAR GAMBAR

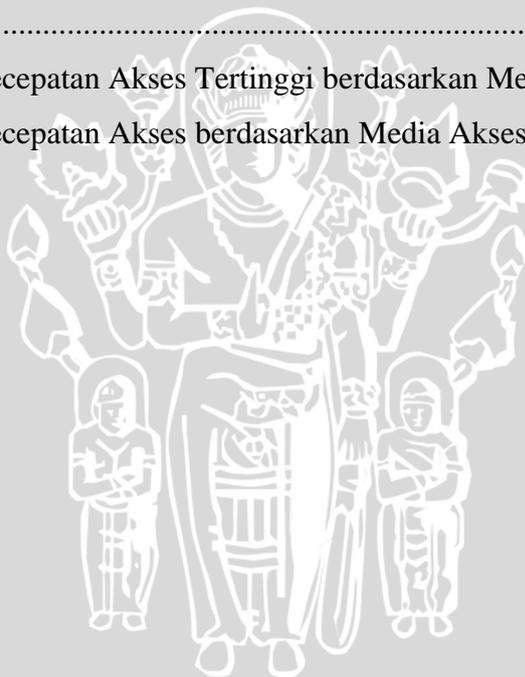
Gambar 2.1 Skenario NetFlow	10
Gambar 2.2 OSI Layer Sumber:	13
Gambar 2.3 Prinsip Kerja NFDUMP Sumber:	16
Gambar 3.1 Alur Penelitian	22
Gambar 3.2 Topologi Jaringan Kampus PTIIK-UB	24
Gambar 3.3 Sistem Monitoring pada Jaringan Kampus PTIIK	28
Gambar 3.4 Proses Pengolahan Data dengan NFDUMP	29
Gambar 3.5 Contoh Struktur File Nfcapd	30
Gambar 3.6 Contoh Luaran NFDUMP	31
Gambar 3.7 Pseudocode Pengumpulan Data Penggunaan Internet	38
Gambar 3.8 Pseudocode Penggunaan Internet berdasarkan Lokasi	40
Gambar 3.9 Pseudocode Pengumpulan Data Kecepatan Akses PenggunaInternet	42
Gambar 4.1 Penggunaan Port Protokol TCP berdasarkan Volume Trafik.....	46
Gambar 4.2 Kategori Aplikasi berdasarkan Protokol TCP	47
Gambar 4.3 Konsumsi Volume Trafik berdasarkan Alamat IP Sumber	48
Gambar 4.4 Penggunaan Port Protokol UDP berdasarkan Volume Trafik	50
Gambar 4.5 Kategori Aplikasi berdasarkan Protokol UDP.....	51
Gambar 4.6 Rata-rata Kecepatan Akses Penggunaan Internet Jaringan Kabel pada Hari Kerja	53
Gambar 4.7 Rata-rata Kecepatan Akses Penggunaan Internet Jaringan Kabel pada Hari Kerja	53
Gambar 4.8 Rata-rata Kecepatan Akses Penggunaan Internet Jaringan Nirkabel pada Hari Kerja	54
Gambar 4.9 Rata-rata Kecepatan Akses Penggunaan Internet Jaringan Nirkabel pada Akhir Pekan	54
Gambar 4.10 Penggunaan Internet berdasarkan berdasarkan Kecepatan Akses	56

Gambar 4.11 Rata-rata Penggunaan Internet (<i>Weekday</i>) berdasarkan Kecepatan Akses.....	56
Gambar 4.13 Rata-rata Penggunaan Internet (<i>Weekend</i>) berdasarkan Kecepatan Akses.....	56
Gambar 4.13 Total volume trafik menuju jaringan PTIHK-UB berdasarkan media akses.....	57
Gambar 4.14 Rata-rata kecepatan akses tiap segmen jaringan Nirkabel (<i>weekend</i>).....	60
Gambar 4.15 Total volume trafik tiap segmen jaringan Nirkabel (<i>weekend</i>).....	60
Gambar 4.16 Rata-rata kecepatan akses tiap segmen jaringan Nirkabel (<i>weekday</i>).....	61
Gambar 4.17 Total volume trafik tiap segmen jaringan Nirkabel (<i>weekday</i>).....	61
Gambar 4.18 Rata-rata Pengguna Aktif pada Hari Kerja.....	63
Gambar 4.19 Rata-rata Pengguna Aktif pada Akhir Pekan.....	63
Gambar 4.20 CDF Total Pengguna Internet Berdasarkan Rata-rata Volume Trafik.....	64
Gambar 4.21 CDF Pengguna Internet Jaringan Nirkabel Berdasarkan Rata-rata Volume Trafik.....	64



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 NetFlow V5 Record Format.....	14
Tabel 2.2 Format Data yang Dapat disimpan dengan Media Penyimpanan 10 TB	15
Tabel 2.3 Operasi NFDUMP.....	17
Tabel 2.4 Nama Shell dalam Linux.....	18
Tabel 3.1 Alokasi IP Address.....	25
Tabel 4.1 Penggunaan Protokol berdasarkan Volume Trafik dan Kecepatan Akses	44
Tabel 4.3 Rata-rata Kecepatan Akses Tertinggi berdasarkan Media Akses	55
Tabel 4.4 Rata-rata Kecepatan Akses berdasarkan Media Akses	58



BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Internet adalah kumpulan dari jaringan komputer yang ada di seluruh dunia. Empat puluh koma tujuh persen (40.7%) dari seluruh penduduk dunia adalah pengguna aktif Internet sebanyak 2.937 juta [INT-14]. Dengan adanya Internet, komputer dapat berhubungan langsung dengan komputer-komputer lainnya. Di Indonesia khususnya, perkembangan Internet meningkat secara signifikan mencapai 55 juta pengguna dari 248 juta penduduk Indonesia pada tahun 2011 [CIT-13]. Hal ini menyebabkan para operator telekomunikasi di Indonesia saat ini lebih cenderung menjual layanan data daripada layanan suara. Perkembangan pemakaian Internet yang meningkat pesat saat ini menyebabkan permintaan akan mutu layananpun ditingkatkan [SET-10].

Peningkatan penggunaan Internet menuntut peningkatan kualitas akses Internet. Tidak cukup hanya terhubung ke Internet, akan tetapi performa konektivitas dari penggunaannya menjadi faktor penting [SET-10]. Dalam keadaan riil, sering ditemui masalah-masalah pada penggunaan Internet, namun belum diketahui pasti letak permasalahan tersebut berasal dari bagian mana. Sejalan dengan semakin pentingnya peranan Internet, maka penyedia layanan Internet juga harus mengetahui karakteristik penggunaan Internet. Dengan diketahuinya karakteristik penggunaan Internet, dapat membantu kebutuhan akan *re-design network*, *troubleshooting*, evaluasi performa jaringan dan optimasi [SHA-11].

Karakterisasi penggunaan Internet pada jaringan Kampus diperlukan sebagai acuan dalam merancang (*design*) jaringan, pembelian alat-alat jaringan seperti Access Point, Switch dan yang lainnya yang tepat untuk memenuhi kualitas jaringan tertentu. Keputusan yang diambil pada tahap perancangan atau *troubleshooting* yang didasarkan pada data dan pola dari proses karakterisasi penggunaan jaringan tentu akan lebih baik. Sejauh ini masih belum terdapat hasil pengukuran empiris yang dapat menunjukkan karakteristik penggunaan dan pola akses dari pengguna Internet di area jaringan kampus khususnya di Universitas

Brawijaya. Sementara di lapangan sering dijumpai perancangan jaringan yang tidak mengacu kepada data riil dan keluhan-keluhan terhadap jaringan pada area tersebut.

Berdasarkan data dari unit PPTI Universitas Brawijaya, pada tahun 2013 dan 2014, trafik tertinggi dari penggunaan Internet dari keseluruhan civitas akademik Universitas Brawijaya berasal dari jaringan PTIIK. Data ini cukup menjadi dasar mengapa PTIIK yang digunakan sebagai objek dalam penelitian ini [UNI-14]. Mengingat bahwa dari keseluruhan mahasiswa yang ada di Universitas Brawijaya, PTIIK memiliki mahasiswa yang memang memerlukan koneksi Internet paling tinggi, hampir seluruh materi kuliah dan pendukungnya dapat diakses melalui Internet. Fakultas lainnya juga demikian, akan tetapi pemanfaatan Internet pada fakultas lain tidak terlalu tinggi

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam proses monitoring dan karakterisasi data terkait dari penggunaan Internet. PacketLogic (PL) [PRO-06] merupakan *tools* berbayar yang mampu mengidentifikasi isi atau konten dari sebuah paket, seperti yang digunakan pada penelitian [KIH-10], pada penelitian ini metode analisis yang digunakan adalah algoritma *clustering*, agregasi trafik berdasarkan volume dan aplikasi baik itu harian (*daily*) ataupun mingguan (*weekly*). Metode yang digunakan pada penelitian [HEN-08] untuk mengumpulkan data terkait penggunaan jaringan nirkabel pada jaringan kampus adalah syslog, SNMP dan TCPDUMP [SAJ-09] yang dapat memberikan data secara lengkap dan detail, akan tetapi masih perlu *tools* tambahan untuk merepresentasikannya. Pada penelitian [HEN-08] ini metode analisis yang digunakan adalah dengan membagi data menjadi dua bagian yaitu data penggunaan Internet pada musim dingin dan musim gugur, kemudian membaginya kembali menjadi trafik harian, mingguan dan bulanan. Penelitian terkait mengenai monitoring data adalah penelitian [IBR-08] yang membuat sistem penyimpanan (*collector*) dari trafik penggunaan Internet. Dalam proses *monitoring*, *tools* NetFlow [INT-12] digunakan, dimana data yang diperoleh dari NetFlow tidak mengkonsumsi media penyimpanan yang banyak. *Tools* ini tidak berbayar dan dapat diaktifkan fungsinya pada peralatan Cisco baik *router* ataupun *switch*. Ini menjadi salah satu alasan mengapa NetFlow digunakan

sebagai metode dalam pengumpulan data terkait penggunaan Internet pada objek penelitian [IBR-08]. Data yang dapat ditangkap oleh NetFlow seperti total *bytes*, *flows*, *bps*, *bpp*, *pps*, *IP address*, *port* dan yang lainnya sudah dapat mewakili untuk diproses guna mendapatkan karakter dari suatu jaringan.

Dalam penelitian ini, untuk mendapatkan karakterisasi penggunaan Internet dibutuhkan pengumpulan data dan selanjutnya *post-processing* terhadap data yang telah berhasil dikumpulkan dan kemudian dilakukan proses analisis guna mendapatkan karakteristik dan model dari penggunaan Internet pada jaringan Universitas Brawijaya, khususnya PTIIK.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan paparan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana melakukan *monitoring* trafik penggunaan Internet di area jaringan kampus PTIIK Universitas Brawijaya?
2. Bagaimana melakukan pengumpulan dan pemrosesan data trafik jaringan untuk kepentingan analisis?
3. Bagaimana menganalisis dan memodelkan profil penggunaan Internet di area jaringan kampus PTIIK Universitas Brawijaya?

1.3 BATASAN MASALAH

Batasan masalah dalam penelitian ini, adalah sebagai berikut:

- *Monitoring* penggunaan akses Internet khususnya dilakukan pada jaringan PTIIK Universitas Brawijaya.
- Menggunakan NetFlow [INT-12] dalam proses monitoring data terkait penggunaan Internet yang menuju area Kampus PTIIK Universitas Brawijaya (*Incoming Traffic*).
- Dalam memproses data yang sudah didapatkan dari hasil monitoring menggunakan tools pendukung NetFlow yaitu NFDUMP [HAA-11].

- Penelitian ini melakukan *monitoring incoming traffic* atau trafik yang masuk menuju jaringan PTIIK Universitas Brawijaya yang berkolerasi dengan aktifitas akses.
- Data kemudian dipilah kembali menggunakan Shell Script untuk melakukan otomasi terhadap perintah NFDUMP yang digunakan.
- Proses analisis dan pemodelan terhadap data yang telah diproses sebelumnya dilakukan berdasarkan protokol aplikasi, media akses dan lokasi akses untuk dapat mengetahui karakteristik dan pola akses dari pengguna pada jaringan area kampus PTIIK-UB.

1.4 TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pola dan model akses dari penggunaan Internet pada jaringan area Kampus PTIIK Universitas Brawijaya. Hasil dari penelitian ini juga berguna sebagai data acuan bagian kampus dalam menentukan apakah jaringan area Kampus PTIIK memerlukan pengembangan jaringan untuk meningkat kinerjanya.

1.5 MANFAAT

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan karakter dari penggunaan Internet pada jaringan area Kampus PTIIK Universitas Brawijaya
2. Menghasilkan referensi untuk pengembangan lebih lanjut di bidang jaringan area kampus meliputi *re-designing network*, *troubleshooting*, evaluasi terhadap performa jaringan, dan optimasi jaringan
3. Menghasilkan referensi pola akses jaringan pada area Kampus PTIIK Universitas Brawijaya.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari bab-bab yang memuat beberapa sub-bab. Untuk memudahkan pembacaan dan pemahaman maka skripsi ini dibagi menjadi beberapa bab, yaitu:

Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang mengenai perkembangan Internet, penelitian terkait mengenai karakterisasi dan pemodelan trafik jaringan dan kenapa diperlukannya sebuah karakterisasi terhadap penggunaan jaringan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan dalam penelitian ini.

Bab II Tinjauan Pustaka

Berisi tentang kerangka teoritis dari penelitian untuk menyelesaikan permasalahan dalam mengetahui karakterisasi dan pola akses dari penggunaan Internet pada lingkungan penelitian, penelitian terkait karakterisasi dan pemodelan data trafik jaringan dan teori-teori lainnya yang menunjang dalam penyelesaian penelitian ini.

Bab III Metode Penelitian

Bab metode penelitian berisi tentang gambaran umum yang akan dilakukan dalam penelitian, meliputi: metode *monitoring* data yang dibutuhkan dalam penelitian, metode *processing* data terkait hasil yang didapatkan dari hasil monitoring, metode analisis dan pemodelan data berdasarkan volume akses (*bytes*), kecepatan akses (Mbps), periode waktu (hari kerja dan akhir pekan), protokol aplikasi, lokasi akses dan jumlah pengguna, dan pengambilan kesimpulan.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini memuat tentang seluruh data yang didapatkan dari hasil *monitoring* dan *processing* data, selanjutnya akan dilakukan analisis dan pemodelan berdasarkan volume akses (*bytes*), kecepatan akses (Mbps), periode waktu (hari kerja dan akhir pekan), protokol aplikasi, lokasi akses dan jumlah pengguna.

Bab V Penutup

Pada bab ini memuat kesimpulan dari hasil analisis dan pembahasan pada bab IV Hasil dan Pembahasan serta saran untuk pengembangan lebih lanjut yang terkait dengan penelitian ini.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai penelitian terkait karakterisasi jaringan, teknik *monitoring* dan *processing* data trafik penggunaan Internet serta teori dasar mengenai analisis dan pemodelan terkait pola akses penggunaan Internet.

2.1 PENELITIAN TERKAIT

M. Zubair Shafiq dkk [SHA-11] dalam penelitiannya yang berjudul “*Characterizing and Modeling Internet Traffic Dynamics of Cellular Devices*” melakukan monitoring terhadap perangkat selular dengan jaringan generasi kedua (2G) dan generasi ketiga (3G). Data yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari *core network* sebuah operator selular yang berlokasi di USA dengan melakukan agregasi trafik penggunaannya selama beberapa minggu. Data yang terkumpul kemudian dikarakterisasi dan dianalisis menggunakan algoritma *clustering*. Penggunaan perangkat selular dibandingkan menjadi tiga yaitu *smartphone A*, *B* dan *wireless* modem dan terlihat dalam perbandingannya bahwa *smartphone* lebih banyak penggunaannya dibandingkan dengan *wireless* modem, namun dalam hal volume trafik, *wireless* modem yang lebih unggul disebabkan oleh koneksi yang lebih stabil. Hasil yang didapat pada penelitian ini memiliki dampak yang penting terhadap design jaringan dari jaringan selular, *troubleshooting*, evaluasi terhadap kinerja jaringan selular dan optimasi.

Maria Kihl dkk [KIH-10] dalam penelitiannya yang berjudul “*Traffic Analysis and Characterization of Internet Behavior*” melakukan monitoring penggunaan Internet pada sebuah lingkungan tempat tinggal yang berlokasi di Swedia dengan harapan akan dapat memahami kebutuhan Internet sekarang dan yang akan datang. Fokus pada penelitian ini adalah pada pola trafik penggunaan Internet sesuai rentang waktu yang ditentukan, volume penggunaan Internet, aktifitas dari pengguna dan aplikasinya. Metode yang digunakan untuk melakukan monitoring pada penelitian ini adalah PacketLogic (PL), merupakan *tools* berbayar. PL mampu mengidentifikasi isi atau konten dari paket tersebut. Setelah

data yang dipantau terkumpul pada penelitian ini data tersebut disimpan pada sebuah *database* (MySQL) dan kemudian diolah untuk kepentingan analisis sesuai dengan tujuan pada penelitian ini. Metode analisis yang digunakan adalah algoritma *clustering*, agregasi trafik berdasarkan volume dan aplikasi baik itu harian (*daily*) ataupun mingguan (*weekly*). Salah satu hasil yang di dapat pada penelitian ini yaitu dari sisi aktif pengguna, lebih dari 90% pengguna hanya mendapatkan *bandwidth* kurang dari 2.5 Mbps dan sisanya mendapatkan *bandwidth* lebih dari 2.5 Mbps.

Tristan Henderson dkk [HEN-08] dalam penelitiannya yang berjudul “*The Changing Usage of A Mature Campus-Wide Wireless Network*” melakukan monitoring pada lebih dari 550 buah *access point* dan 7000 pengguna selama 17 minggu pada jaringan Internet *wireless* area kampus. Penelitian ini hanya berfokus kepada data yang dikumpulkan selama musim gugur pada tahun 2003 dan musim dingin pada tahun 2004, metode yang digunakan untuk mengumpulkan data terkait pengguna *wireless network* yaitu *syslog*, *SNMP* dan *TCPDUMP*, selama 17 minggu waktu penelitian ini data yang terkumpul untuk kepentingan analisis yaitu 32.742.757 *syslog messages*, 16.868.747 *SNMP polls* dan 4.6 TB paket *sniff*. Penelitian ini membahas tentang penggunaan WLAN yang berubah secara signifikan termasuk kenaikan *traffic streaming* dan *peer to peer*. Terdapat keanekaragaman tipe pengguna yang ditemukan pada penelitian ini salah satunya *wireless* yang lebih sering terdapat pada PDA dan *mobile VoIP client*. Secara keseluruhan pengguna *non-mobile* mendominasi selama rentang waktu penelitian.

Noor Salwani Binti Ibrahim [IBR-08] dalam penelitiannya yang berjudul “*Development of Netflow Traffic Collector and Database System*” membuat sebuah sistem yang dapat menyimpan (*collector*) trafik penggunaan Internet pada Universitas Teknologi Malaysia yang bertujuan untuk mengetahui masalah yang terjadi pada jaringan Internet seperti kecepatan Internet yang kurang baik atau kegagalan sistem pada trafik jaringan. Metode yang digunakan dalam memantau kondisi jaringan pada penelitian ini adalah NetFlow. Setiap aliran data NetFlow yang ditangkap langsung disimpan dalam sebuah *database* (MySQL). Pada penelitian tersebut tidak dilakukan pemodelan ataupun analisis data jaringan yang

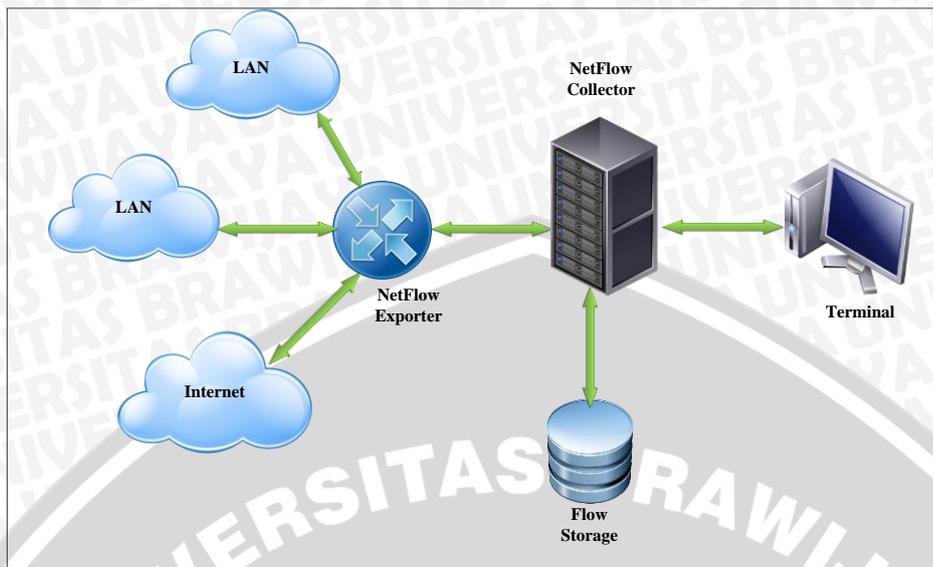
terkumpul dan hanya menitikberatkan pada penerapan sebuah sistem *monitoring* trafik jaringan menggunakan NetFlow dengan mekanisme penyimpanannya pada sebuah *database* (MySQL).

2.2 MONITORING DATA TRAFIK PENGGUNAAN INTERNET

Monitoring jaringan menjadi sebuah hal yang penting pada jaringan modern seperti sekarang. Sebelumnya, seorang administrator jaringan hanya memonitor beberapa perangkat jaringan atau hanya kurang dari 1000 komputer dengan kecepatan akses berkisar 10 sampai dengan 100 Mbps (Megabit *per second*). Administrator jaringan sekarang harus memantau tidak hanya jaringan kabel (*wired*) dengan kecepatan akses lebih dari 10 Gbps (Gigabit *per second*), namun admin juga harus memantau jaringan nirkabel (*wireless*). Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memantau trafik jaringan Internet adalah mengaktifkan fungsi NetFlow pada sebuah Cisco Router.

2.2.1 NetFlow

NetFlow merupakan sistem penulisan, pengiriman, perhitungan dan pengaturan informasi berupa aliran data. NetFlow adalah salah satu Cisco protokol yang dibuat untuk berjalan pada Cisco IOS (*Internetwork Operating System*) untuk mengumpulkan informasi dari trafik jaringan. Router Cisco yang sudah diaktifkan fungsi NetFlownya akan dapat menghasilkan luaran berupa *NetFlow Record*, yang diekspor dari router dalam bentuk paket UDP (*Pengguna Datagram Protocol*) atau SCTP (*Stream Control Transmission Protocol*) untuk kemudian dikumpulkan menggunakan *NetFlow Collector*.



Gambar 2.1 Skenario NetFlow

Pada **Gambar 2.1** terdapat skenario dari NetFlow, NetFlow sendiri memiliki beberapa komponen antara lain NetFlow Exporter dan NetFlow Collector. NetFlow Exporter berfungsi sebagai penangkap aliran data yang masuk dan keluar dalam suatu jaringan yang diaktifkan fungsi NetFlownya. NetFlow Collector disini berfungsi sebagai pengumpul aliran data dan menangkap informasi yang dikirimkan oleh NetFlow Exporter untuk kemudian disimpan dalam sebuah Flow Storage.

NetFlow Collector merupakan sebuah sistem yang dapat mengumpulkan trafik dari aliran data NetFlow, dimana NetFlow Collector membutuhkan sebuah *hardware* berupa router atau switch sebagai eksporternya. Prinsip kerja dari NetFlow Collector adalah ketika router atau switch menerima paket data, pada saat itu NetFlow modul menangkap aliran data dan kemudian menyimpannya ke dalam sebuah file menuju *destination IP* yang sudah ditentukan pada saat konfigurasi NetFlow melalui protokol UDP [IBR-08],[VIS-12].

NetFlow juga memfasilitasi sebuah solusi untuk permasalahan-permasalahan yang sering terjadi seperti [INT-12]:

- Menganalisis aplikasi baru dan dampaknya terhadap jaringan

- Penurunan penggunaan pada trafik WAN
- *Troubleshooting* dalam jaringan
- Mendeteksi *unauthorized* pada trafik WAN
- Mendeteksi jaringan dari sisi keamanan
- Memvalidasi jaringan berdasarkan parameter QoS

NetFlow yang diaktifkan pada sebuah perangkat Cisco dapat memberikan lima informasi terkait trafik jaringan yang diamati seperti :

1. Source IP Address
2. *Destination* IP Address
3. Source Port
4. *Destination* Port
5. IP Protocol

IP address merupakan sebuah alamat unik yang digunakan beberapa perangkat elektronik untuk mengidentifikasi dan berkomunikasi antar perangkat elektronik lainnya [IBR-08].

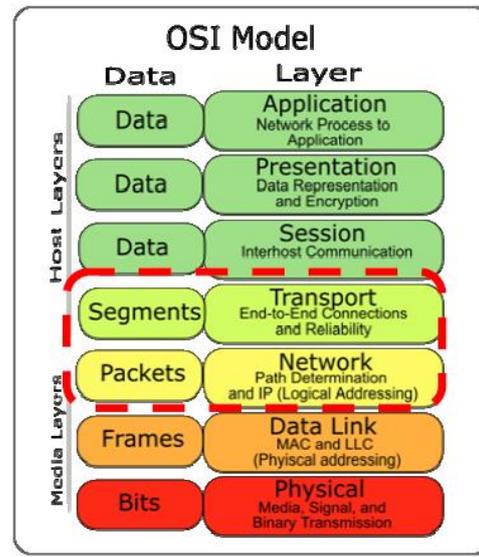
2.2.1.1 NetFlow Record

NetFlow *Record* dapat mengandung berbagai jenis informasi terkait trafik jaringan. Protokol NetFlow tidak hanya memberikan informasi mengenai *bandwidth*. Protokol NetFlow memiliki kemampuan menangkap semua aktifitas yang keluar dan masuk melalui sebuah *interface* jaringan, kemudian memilah data tersebut berdasarkan *field* informasi yang ada di dalamnya dan merepresentasikannya ke dalam format tabel. Informasi yang dibawa oleh NetFlow tergantung pada versi dari protokol NetFlow itu sendiri. Informasi yang paling sering muncul dari sekian banyak versi NetFlow yang ada dan yang paling banyak dibutuhkan merupakan informasi seputar *source* dan *destination IP* address, jenis port komunikasi yang digunakan dalam proses transfer, waktu pengiriman/penerimaan dan yang lainnya. Semua data tersebut sangat berguna bagi para administrator jaringan untuk melakukan analisis terhadap kondisi jaringannya.

Salah satu versi protokol NetFlow yang paling sering digunakan adalah NetFlow versi 5 dan NetFlow versi 9. Perbedaan antara kedua versi di atas adalah pada versi 9, NetFlow Exporter mengirimkan *template flow-set* dan *data flow-set* ke NetFlow collector. sedangkan pada versi 5 hanya data *flow-set* saja yang dikirimkan ke NetFlow collector. Pada **Gambar 2.2** terdapat struktur data dari OSI layer, dimana terdapat 2 layer yang dapat ditangkap oleh NetFlow versi 5. NetFlow versi 5 dapat menangkap informasi seperti yang tertera pada **Tabel 2.1** dan berikut penjabarannya:

1. *Version Number*
2. *Sequence Number*
3. Masukan dan luaran interface SNMP
4. Timestamps
5. Number of bytes and packets
6. Layer 3 headers :
 - a. *Source & destination IP address*
 - b. *Source & destination port number*
 - c. IP protocol
 - d. *Type of Service (ToS) value*

Model OSI (*Open Systems Interconnection*) memberikan gambaran bagaimana proses komunikasi data berinteraksi melalui jaringan. Terdapat 7 layer pada model OSI. Setiap layer bertanggungjawab secara khusus pada proses komunikasi data. Dari 7 layer yang terdapat pada OSI model, NetFlow hanya menangkap layer *Transport* dan layer *Network*. Layer *Transport* berfungsi mengatur pengiriman pesan dari host-host di jaringan, sedangkan layer *Network* bertanggung jawab untuk menerjemahkan alamat logis jaringan ke alamat fisik jaringan. Pada layer *Network* juga berfungsi memberi identitas alamat, jalur perjalanan pengiriman data, dan mengatur masalah jaringan misalnya pengiriman paket-paket data [IBR-08],[PRO-08].



Gambar 2.2 OSI Layer
Sumber: [IBR-08]

Informasi yang diberikan oleh NetFlow digunakan untuk dapat memahami kebiasaan dari suatu jaringan yang sedang diamati. *Source address* digunakan untuk memahami siapa saja yang mendominasi trafik jaringan tersebut. *Destination address* memberi informasi tentang siapa saja yang menerima paket dalam jaringan. *Port* berfungsi untuk mengkarakterisasi aplikasi yang digunakan serta informasi pendukung lainnya seperti *flow timestamps* yang berfungsi untuk menghitung total paket dan bytes pada tiap detiknya [INT-12],[IBR-08].

Tabel 2.1 NetFlow V5 Record Format
Sumber: [Pixler]

Bytes	Contents	Description
0-3	srcaddr	Source IP address
4-7	dstaddr	Destination IP address
8-11	nexthop	IP address of next hop router
12-13	input	SNMP index of input interface
14-15	output	SNMP index of output interface
16-19	dPkts	Packets in the flow
20-23	dOctets	Total number of Layer 3 bytes in the packets of the flow
24-27	first	SysUptime at start of flow
28-31	last	SysUptime at the time the last packet of the flow was received
32-33	srcport	TCP/UDP source port number or equivalent
34-35	dstport	TCP/UDP destination port number or equivalent
36	pad1	Unused (zero) bytes
37	tcp_flags	Cumulative OR of TCP flags
38	prot	IP protocol type (for example, TCP = 6; UDP = 17)
39	tos	IP type of service (ToS)
40-41	src_as	Autonomous system number of the source, either origin or peer
42-43	dst_as	Autonomous system number of the destination, either origin or peer
44	src_mask	Source address prefix mask bits
45	dst_mask	Destination address prefix mask bits
46-47	pad2	Unused (zero) bytes

Dengan mengaktifkan NetFlow dalam proses monitoring data atau mengambil karakteristik dari akses penggunaan Internet kita harus menangkap paket data yang melalui perangkat yang telah diaktifkan fungsi NetFlownya, media penyimpanan yang digunakan dalam proses penyimpanan data dapat diminimalisasi. Pada **Tabel 2.2** menunjukkan bahwa *Full data* yang melewati jaringan dengan asumsi kecepatan rata-rata 1 Gb/s dengan total memori sebesar 10 TB akan mampu menangkap data selama 1 hari, *Headers* yang melewati jaringan dengan asumsi kecepatan rata-rata 100 Mb/s dengan total memori sebesar 10 TB akan mampu menangkap data selama 1 minggu, *Compress Headers* yang melewati jaringan dengan asumsi kecepatan rata-rata 50 Mb/s dengan total memori sebesar 10 TB akan mampu menangkap data selama 2 minggu dan *Full NetFlow* yang melewati jaringan dengan asumsi kecepatan rata-rata 10 Mb/s dengan total memori sebesar 10 TB akan mampu menangkap data selama 3 bulan.

Tabel 2.2 Format Data yang Dapat disimpan dengan Media Penyimpanan 10 TB

Sumber: [CLE-09]

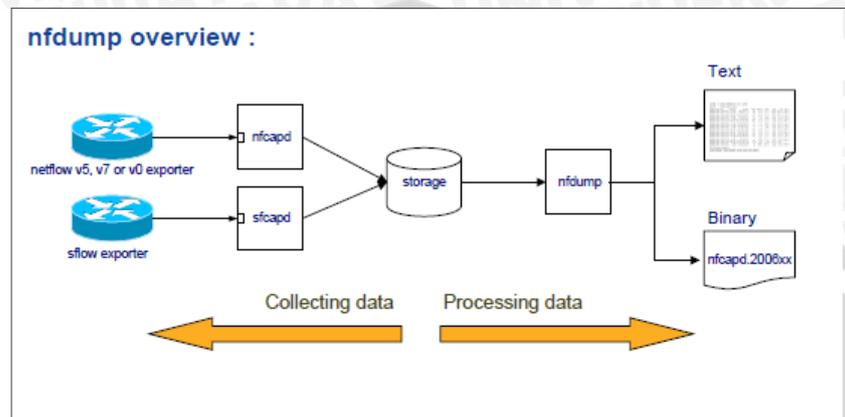
Data format	Max rate	Mean rate	Time to collect 10TB of data
full data	10 Gb/s	1 Gb/s	1 day
headers	1 Gb/s	100 Mb/s	1 week
comp. headers	500 Mb/s	50 Mb/s	2 weeks
full netflow	100 Mb/s	10 Mb/s	3 months

2.3 PROCESSING DATA TRAFIK PENGGUNAAN INTERNET

2.3.1 NFDUMP

NFDUMP merupakan salah satu aplikasi pendukung NetFlow yang berfungsi sebagai pendukung NetFlow versi 5, 7, dan 9. NFDUMP memiliki NetFlow capture daemon yang berfungsi membaca data NetFlow dari jaringan dan menyimpannya ke dalam sebuah file nfcapd. Nfcapd menghasilkan file hasil keluaran yang secara otomatis berganti setiap n menit, pada umumnya file nfcapd akan disimpan secara berkala setiap 5 menit dan memiliki format penulisan file YYYYMMDDhhmm (*Year, month, date, hour, dan minute*) [Sourceforge-NFDUMP]. NFDUMP berfungsi sebagai NetFlow Collector yang memiliki kemampuan menangkap dan menampilkan informasi yang dikirim oleh perangkat yang telah diaktifkan fungsi NetFlownya. Pada **Gambar 2.3** terdapat prinsip kerja dari NFDUMP dalam mengumpulkan dan memproses data. Tujuan utama dari desain ini adalah untuk memudahkan dalam menganalisis data NetFlow yang ada dan untuk mengetahui pola penggunaan trafik jaringan secara kontinyu. Seluruh data dikumpulkan ke sebuah disk terlebih dahulu sebelum diolah untuk kepentingan analisis. Proses *collecting* data dimulai dari sebuah router atau switch yang fungsi NetFlownya sudah diaktifkan akan secara otomatis membuat file nfcapd setiap 5 menit dan disimpan pada sebuah storage. Proses *processing* data melanjutkan file yang sudah

tersimpan pada *storage* kemudian dilakukan proses data menggunakan sintak yang ada pada panduan penggunaan NFDUMP. NFDUMP akan diproses sesuai dengan perintah yang diinginkan pengguna.



Gambar 2.3 Prinsip Kerja NFDUMP
Sumber: [HAA-11]

Pada **Tabel 2.3** terdapat beberapa operasi yang dapat digunakan untuk menampilkan *record* dari NFDUMP. File yang tersimpan pada sebuah *storage* pada diproses dengan menggunakan aplikasi pendukung NetFlow, yaitu NFDUMP melalui sebuah terminal. NFDUMP mampu membaca file *nfcapd* dalam satu direktori ataupun file *nfcapd* yang terletak pada direktori yang berbeda-beda [HAA-11].

Tabel 2.3 Operasi NFDUMP

Sumber: [HAA-11]

-r <single file>	Read a single file.
-R </path/to/first-file:lastfile>	Read data from a sequence of files from /path/to/first-file to /path/to/last-file
-M /path/to/first-dir:next-dir:last-dir -r <single-file> -M /path/to/first-dir:next-dir:last-dir -R <first-file:last-file>	Read from a sequence of files from several directories: File sequence is: /path/to/first-dir/single-file /path/to/next-dir/single-file /path/to/last-dir/single-file or /path/to/first-dir/first-file /path/to/first-dir/last-file /path/to/next-dir/first-file /path/to/next-dir/last-file /path/to/last-dir/first-file /path/to/last-dir/last-file
Specials:	
-R </path/to/directory> -M /path/to/first-dir:next-dir:last-dir - R .	Read all files in a directory
-R </path/to/first-file> -M /path/to/first-dir:next-dir:last-dir - R <first-file>	Read all files in a directory starting with a given file

NFDUMP memiliki beberapa format hasil keluaran yang digunakan dalam perintah untuk menampilkan keluaran dari NFDUMP dalam bentuk teks, antara lain:

- Raw: menampilkan *record* NFDUMP dalam bentuk *multiple line*
- Line: merupakan format *default* dari NFDUMP yang menampilkan *record* per line
- Long: memberikan informasi tambahan pada *record* NFDUMP seperti *TCP flags*, ToS dan yang lainnya.
- Extended: menampilkan informasi tambahan dari format long seperti bps (bytes per second), bpp (bytes per packet), dan pps (packets per second)
- Costum: menampilkan *record* sesuai dengan yang diinginkan dengan cara menggunakan *element tags* NFDUMP yang tersedia.

2.3.2 Shell Script

Shell adalah program khusus yang dapat digunakan untuk berinteraksi dengan sistem operasi yang sedang aktif. Shell merupakan salah satu dari sekian banyak bahasa pemrograman, Shell memiliki keunikan tersendiri karena berjalan di sebuah platform Linux atau Unix, dan memiliki konsep perintah tingkat tinggi. Shell dikenal dengan bahasa 'perintah line processing' karena sintak yang digunakan di dalam pemrograman shell merupakan perintah-perintah dasar dari Linux atau Unix. Di dalam sistem operasi Linux atau Unix tipe-tipe shell sangat beragam. Berikut ini macam-macam nama shell dalam Linux [SUB-07].

Tabel 2.4 Nama Shell dalam Linux
Sumber: [SUB-07]

Shell	Developer	Lokasi	Keterangan
BASH (Bourne-Again Shell)	Brian Fox dan Chet Ramey	Free Software Foundation	Shell paling umum digunakan di semua system operasi Linux
CSH (C Shell)	Bill Joy	Universitas Berkeley California	Shell yang Mengadopsi perintah pemrograman C
KSH (Korn Shell)	David Korn	AT&T Labs	
TCSH			Shell yang merupakan pengembangan UNIX C Shell

Shell script merupakan beberapa perintah yang ditulis dalam *plain text* file. Shell script memiliki fungsi utama sebagai otomatisasi dari perintah-perintah yang sering digunakan. Shell script dapat digunakan dalam membantu proses otomatisasi dikarenakan oleh [GIT-02]:

- Shell script dapat menerima masukan dari pengguna, file dan keluarannya langsung pada layar tampilan tersebut
- Berguna untuk membuat perintah dengan sesuai kebutuhan
- Dapat disimpan dalam waktu yang lama
- Untuk otomatisasi perintah yang sering digunakan

2.3.2.1 Piping dan Filter

Piping adalah salah satu bagian dari perintah dalam shell script yang berfungsi untuk menggabungkan dua atau lebih perintah dimana hasil keluaran dari perintah sebelumnya digunakan sebagai masukan untuk perintah selanjutnya. Simbol (|) yang digunakan sebagai pemisah antara perintah satu dengan perintah lainnya.

Filter adalah utilitas Linux yang dapat memproses standart masukan yang berasal dari keyboard dan menampilkan hasilnya pada standart hasil keluaran. Contoh filter adalah cat, sort, grep, pr, head, tail, paste dan lainnya. Beberapa perintah shell Linux yang digunakan untuk proses penyaringan antara lain [GIT-02]:

- Perintah grep
- Perintah sort
- Perintah cut
- Perintah uniq

2.3.2.2 Microsoft Excel

Microsoft Excel adalah *General Purpose Electronic Spreadsheet* yang bekerja dibawah Sistem Operasi Windows. Microsoft Excel dapat digunakan untuk menghitung angka-angka, bekerja dengan daftar data, dan menganalisis data serta merepresentasikannya ke dalam bentuk grafik atau diagram [ERI-05]. Microsoft Excel yang berfungsi sebagai media pengolah angka ini dapat digunakan untuk merepresentasikan data penggunaan Internet ke dalam bentuk grafik agar lebih mudah dipahami.

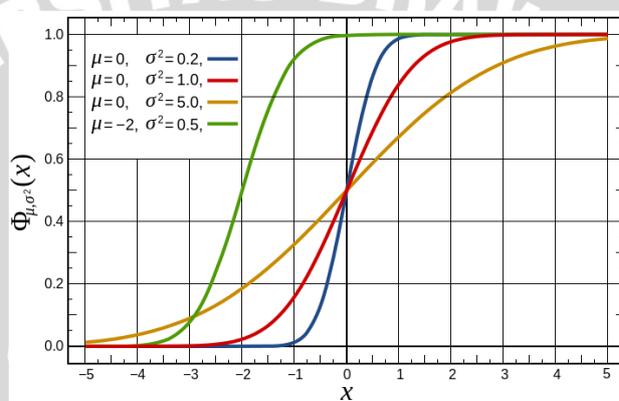
2.4 ANALISIS DAN PEMODELAN POLA AKSES PENGGUNAAN INTERNET

2.4.1 *Cumulative Distribution Function* (CDF)

Setiap fungsi kepadatan probabilitas $f(x)$ terdapat sebuah fungsi terkait $F(x)$ yang disebut fungsi *Cumulative Distribution Function* (CDF). CDF memberikan sebuah nilai probabilitas pada nilai dari variable x

dengan distribusi probabilitas yang dapat dilihat dari nilainya, kurang atau sama dengan x .

CDF seringkali digunakan dalam penelitian untuk membantu mendapatkan kesimpulan dari sebuah data statistik dengan peluang 0 sampai dengan 1. CDF merupakan fungsi distribusi yang dapat merepresentasikan seberapa besar frekuensi dengan nilai dari masing-masing elemen frekuensi itu sendiri. **Gambar 2.4** merupakan contoh fungsi distribusi kumulatif untuk distribusi normal.



Gambar 2.4 Fungsi Distribusi Kumulatif Untuk Distribusi Normal
Sumber: [GEN-09]

2.5 KERANGKA TEORITIS KARAKTERISASI TRAFIK

Kerangka teoritis dalam sebuah penelitian akan sangat membantu dalam menentukan pelaksanaan penelitian ini. Berdasarkan referensi pada tinjauan pustaka yang ada terkait karakterisasi sebuah penggunaan Jaringan, terdapat beberapa metode yang digunakan dalam menentukan karakterisasi jaringannya.

Monitoring Data dapat dilakukan dengan berbagai *tools* yang ada dan kompatibel dengan perangkat yang digunakan dalam proses *monitoring*. Pengumpulan data yang dilakukan oleh Tristan Henderson dkk [HEN-08] yaitu menggabungkan *syslog*, *snmp* dan *tcpdump*. Maria Kihl dkk [KIH-10] melakukan monitoring data dengan menggunakan *tools* berbayar PL (*Packet Logic*). Pengumpulan data dengan menggunakan NetFlow dilakukan oleh Noor Salwani Binti Ibrahim [IBR-08] pada penelitiannya. NetFlow merupakan *tools* tidak

berbayar yang kompatibel dengan perangkat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Cisco Router*. Setelah menentukan *tools* yang akan digunakan dalam monitoring, hasil dari monitoring selanjutnya diproses sesuai dengan kebutuhan dalam karakterisasi jaringan.

Processing Data dilakukan untuk memilah data yang dibutuhkan sebelum dianalisis. *Processing Data* dapat dilakukan dengan menggunakan *tools* pendukung NetFlow yaitu NFDUMP. NFDUMP dapat memilah data hasil dari keseluruhan monitoring menjadi bagian bagian yang dibutuhkan untuk kepentingan analisis saja. Shell Script dan Piping dalam *processing data* berguna dalam mengotomasi perintah-perintah NFDUMP dan mengambil bagian bagian tertentu yang terdapat pada *raw data* hasil *filter*.

Berdasarkan penelitian terkait karakterisasi jaringan ataupun pemodelan, terdapat beberapa data yang dapat dijadikan acuan dalam pengambilan kesimpulan dari penggunaan jaringannya. Maria Kaihl dkk [MAR-09] membagi data hasil penelitiannya menjadi dua bagian yaitu penggunaan jaringan pada hari kerja (*weekday*) dan pada hari libur (*weekend*), sehingga dapat mengetahui pola dari penggunaan jaringan pada hari kerja ataupun pada hari libur.

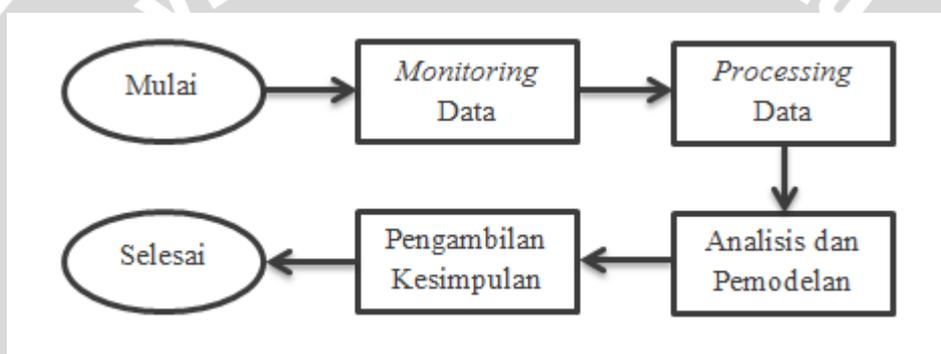
Kerangka teoritis ini dapat dijadikan acuan yang sangat berguna dalam penelitian ini, sehingga dapat tersusun sebuah metodologi penelitian. Bahasan lebih mendalam mengenai metodologi akan dibahas pada bab selanjutnya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 3.1**, dimana pada tahapan *monitoring* data dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan data trafik jaringan. Pengambilan data trafik jaringan difokuskan pada data trafik dari Internet (*incoming traffic*), khususnya pada *Gateway* dari Kampus PTIIK-UB. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan data yang tepat untuk melakukan karakterisasi pada aktifitas akses para pengguna di PTIIK-UB.



Gambar 3.1 Alur Penelitian
Sumber: [Perencanaan]

Sementara pada tahapan *processing* data diperlukan untuk memproses data yang sudah terkumpul dari proses *monitoring* data. Pemrosesan data dilakukan dalam rangka pengolahan data trafik jaringan yang diperlukan untuk presentasi dan visualisasi data yang memudahkan proses analisis lebih lanjut. Hal ini dilakukan untuk memudahkan proses analisis karakteristik akses pengguna Internet di kampus PTIIK-UB sesuai dengan tujuan penelitian.

Tahapan analisis dan pemodelan data merupakan proses lanjutan dari hasil pengumpulan dan pemrosesan data trafik jaringan. Proses klasifikasi terhadap data trafik jaringan perlu dilakukan untuk melakukan analisis terhadap karakteristik akses dari data trafik jaringan. Klasifikasi dilakukan berdasarkan periode akses (hari kerja atau akhir pekan), media akses (kabel atau nirkabel), lokasi akses, volume trafik dan jenis protokol aplikasi yang sering digunakan pengguna.

Selanjutnya, penentuan model dilakukan dengan melakukan inferensi dari hasil presentasi dan visualisasi data dari proses klasifikasi tersebut. Pada tahapan akhir, hasil dari analisis dan pembahasan menjadi dasar pengambilan kesimpulan dalam penelitian ini.

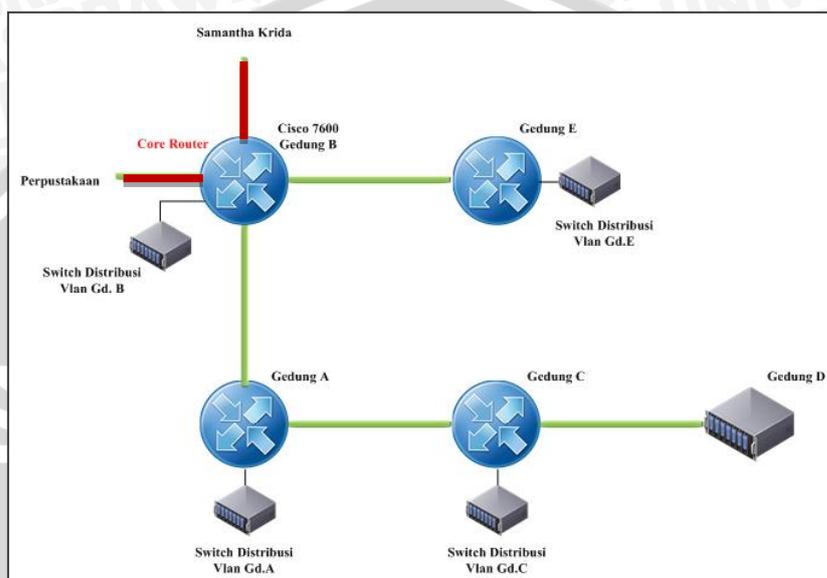
Sebelum memasuki tahapan *Monitoring* Data dalam penelitian ini, ada baiknya untuk memahami gambaran umum jaringan pada lingkungan penelitian. Informasi gambaran umum jaringan kampus akan dijelaskan pada sub-bab selanjutnya yang dapat berfungsi sebagai acuan dalam melakukan *monitoring* data.

3.1.1 Gambaran Umum Jaringan Kampus

Jaringan kampus PTIIK Universitas Brawijaya merupakan jaringan dengan FastEthernet dan GigabitEthernet. Protokol *routing* yang digunakan pada jaringan dalam kampus atau pada tiap router yang berada dalam kampus ini adalah *Open Shortest Path First* (OSPF). Pengalokasian IP pada masing-masing host di dalam jaringan area Kampus PTIIK menggunakan *Dynamic Host Configuration Protocol* (DHCP), dalam DHCP terdapat *lease time* yaitu batas waktu penyewaan alamat IP yang diberikan kepada DHCP client oleh DHCP server [BAM-08]. Rata-rata waktu *lease time* pada jaringan kampus PTIIK adalah selama 20 menit, dengan asumsi bahwa setiap 20 menit user akan berganti IP.

Seperti tampak pada **Gambar 3.2** Core Router menghubungkan jaringan lokal pada kampus PTIIK-UB dengan jaringan Internet melalui Perpustakaan dan dari Samantha Krida. Terdapat empat (4) router Cisco di dalam jaringan ini dimana 1 router Cisco seri 7600 yang terletak di gedung B menjadi Core Router karena jaringan yang masuk dan keluar jaringan PTIIK harus melewati router tersebut. Terdapat lima (5) *switch* distribusi pada masing-masing gedung.

Core Router tersebut terhubung langsung dengan router di gedung B, gedung A, dan *switch* distribusi di gedung B. Router gedung A terhubung langsung dengan router gedung C kemudian di teruskan ke *switch* pada gedung D. Setiap *switch* distribusi menyediakan akses data bagi setiap pengguna di lingkungan jaringan Kampus PTIIK.



Gambar 3.2 Topologi Jaringan Kampus PTIIK-UB
Sumber: [Perencanaan]

Pada **Tabel 3.1** terdapat daftar dari alokasi IP address pada tiap segmennya di masing-masing gedung dalam jaringan Kampus PTIIK-UB. Tabel tersebut merupakan data acuan bagi peneliti dalam melakukan *filtering* untuk keperluan klasifikasi data trafik jaringan berdasarkan lokasi akses pengguna, sehingga didapatkan data yang hanya menuju jaringan area Kampus PTIIK. Data mengenai pengalokasian IP address pada jaringan Kampus PTIIK dapat digunakan untuk kepentingan analisis lebih lanjut mengenai segmen mana saja yang mendominasi dari total keseluruhan penggunaan Internet pada jaringan Kampus PTIIK.

Tabel 3.1 Alokasi IP Address
Sumber: [Operasional-PTIHK]

Gedung A		
Vlan	IP Address	Prefix
Karyawan/Dosen	172.21.1.0	/24
Wifi Gedung A	172.21.12.0	/24
Gedung B		
Vlan	IP Address	Prefix
BPTIHK	172.21.0.0	/25
BPTIHK (SE)	172.21.0.128	/27
Lab. Jarkom	172.21.3.0	/26
Lab. Komdas	172.21.3.64	/26
Lab. RPL	172.21.3.128	/26
GJM	172.21.2.16	/28
Pusat Kajian	172.21.2.32	/28
Konseling	172.21.2.0	/28
Wifi Gedung B	172.21.11.0	/24
Gedung C		
Vlan	IP Address	Prefix
Lab. Mobile	172.21.4.64	/26
Lab. SI	172.21.4.192	/26
Lab. Database	172.21.4.192	/26
Dosen Mobile	172.21.7.0	/28
Lab. Game	172.21.4.0	/26
Ka. Lab	172.21.7.16	/28
Dosen Siskom	172.21.7.32	/28
Akademik	172.21.7.48	/28
Wifi Gedung C	172.21.13.0	/24
Gedung D		
Vlan	IP Address	Prefix
Wifi Gedung D	172.21.10.0	/24
Gedung E		
Vlan	IP Address	Prefix
Lab. KCV	172.21.3.192	/26
Wifi Gedung E	172.21.16.0	/23

3.2 METODE *MONITORING* DATA

Pengumpulan data trafik jaringan melalui proses *monitoring* dilakukan pada masa aktif kampus dengan harapan sebanyak mungkin mendapatkan data mengenai karakteristik akses pengguna Internet di kampus PTIIK-UB.

Waktu pengumpulan trafik jaringan dilakukan selama 1 (satu) bulan dari tanggal 3 Maret 2014 sampai dengan 30 Maret 2014. Penentuan waktu tersebut berdasarkan pertimbangan bahwa pada waktu tersebut adalah periode awal semester dimana kegiatan para sivitas akademik sangat aktif dalam menggunakan Internet.

Pengamatan kondisi jaringan dengan mengumpulkan data trafik jaringan mempunyai konsekuensi akan besarnya data yang akan terkumpul. Kemajuan teknologi *monitoring* jaringan pada penelitian-penelitian sebelumnya [IBR-08], [VIS-12] telah memungkinkan untuk secara efektif dan efisien melakukan pengumpulan informasi trafik jaringan. Metode yang digunakan dalam *monitoring* data pada penelitian ini adalah dengan mengaktifkan NetFlow. NetFlow, seperti telah dijelaskan pada sub-bab 2.2 dari bab Tinjauan Pustaka, merupakan salah satu protokol Cisco yang dibuat untuk dapat berjalan pada perangkat Cisco untuk mengumpulkan informasi dari trafik jaringan yang diamati pada penelitian ini. NetFlow akan diaktifkan pada sebuah router Cisco yang menjadi Core Router dalam suatu jaringan, dengan demikian data yang didapat sesuai dengan kebutuhan penelitian.

3.2.1 Konfigurasi NetFlow pada Cisco Router

Konfigurasi NetFlow pada router inti diperlukan guna mendapatkan data yang sesuai dengan yang dibutuhkan dalam penelitian. Dalam penelitian ini router yang diaktifkan fungsi NetFlownya adalah router inti PTIIK Cisco seri 7600. Perintah untuk mengaktifkan NetFlow pada salah satu interface adalah:

```
interface GigabitEthernet 1/48
ip route-cache flow
description "conn to sw-perpust"
```

```
ip address 175.45.191.169 255.255.255.240
ip flow ingress
```

Perintah pada Cisco router yang digunakan untuk mengirim data yang ditangkap oleh NetFlow:

```
ip flow-export source GigabitEthernet1/48
ip flow-export version 5
ip flow-cache timeout active 5
ip flow-export destination 172.21.0.154 23456
```

Perintah ini berfungsi untuk membagi seluruh aliran data tiap 5 menit menjadi sebuah segmen. Pada Cisco router 6500/7600 perintah NDE (NetFlow Data Exporter) harus diaktifkan, agar NetFlow dapat mengekspor seluruh aliran data. NDE dapat diaktifkan dengan menggunakan perintah:

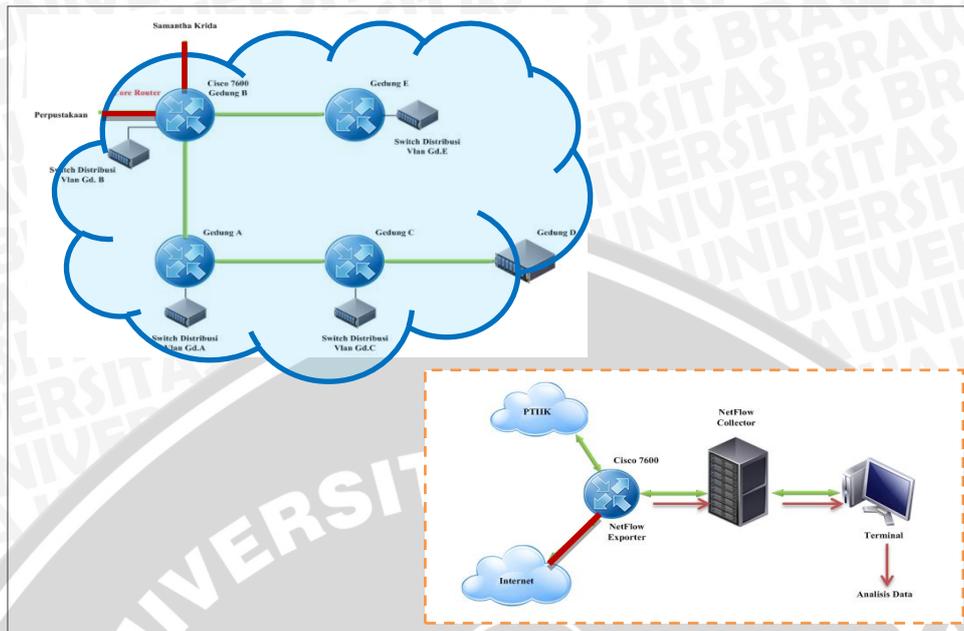
```
mls flow IP interface-full
mls nde sender version 5
```

NetFlow versi 5 dan versi 7 memiliki 32 bit nilai counter, jumlah paket atau bytes bisa saja terjadi *overflow* pada sebuah router dengan trafik yang tinggi sehingga untuk mencegah terjadinya *overflow* maka *flow-cache timeout* diatur menggunakan nilai yang terendah yaitu 5 menit dan seluruh tools NFDUMP menggunakan 64 bit nilai counter sehingga NFDUMP dapat menampilkan seluruh nilai atau luaran dari agregasi data dengan benar.

File nfcapd terus disimpan selama proses monitoring berjalan dan port yang diaktifkan untuk mengumpulkan tidak dihentikan dengan menggunakan perintah:

```
[root@localhost eth0]# nfcapd -z -w -D -l /home/dir -p 23456
```

Perintah di atas dilakukan pada terminal digunakan untuk meminta nfcapd mengkompres aliran data menjadi sebuah file dengan interval 5 menit yang nantinya disimpan dalam folder /home/dir melalui port 23456. Nfcapd secara otomatis akan membuat sebuah file nfcapd untuk disimpan dalam folder yang diinginkan.



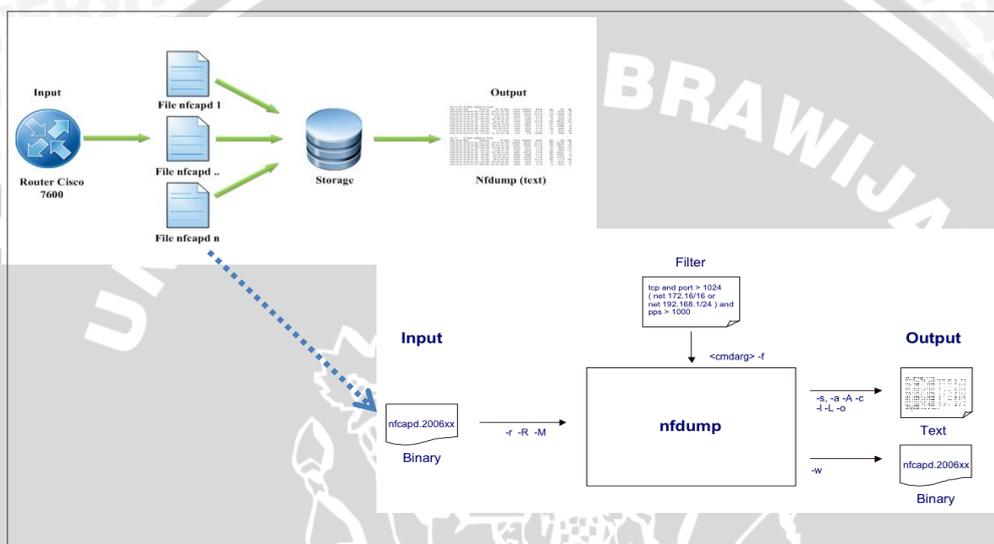
Gambar 3.3 Sistem Monitoring pada Jaringan Kampus PTIIK
Sumber: [Perencanaan]

Seperti pada **gambar 3.3** disini dijelaskan bagaimana sistem monitoring pada jaringan Kampus PTIIK berjalan. Area di dalam awan merupakan area penelitian dimana area tersebut merupakan area jaringan pada Kampus PTIIK. Penggunaan IP pada masing masing host diatur dengan DHCP dengan rata-rata lease time yang diberikan selama 20 menit. Terdapat sebuah *gateway* yaitu Cisco router 7600, aliran data dari dan ke jaringan Kampus PTIIK harus melewati router tersebut, sehingga NetFlow diaktifkan. Tujuan penelitian ini adalah mencari karakteristik dari akses penggunaan Internet pada area jaringan Kampus PTIIK. Sub-gambar didalam kotak dengan garis putus-putus merupakan sub-proses yang terjadi ketika melakukan monitoring data pada area penelitian.

3.3 METODE *PROCESSING* DATA

Metode *processing* data merupakan salah satu aspek yang berperan penting untuk kepentingan analisis dan pemodelan pada bab selanjutnya. Dalam penelitian ini metode yang digunakan dalam *processing* data menggunakan NFDUMP untuk memfilter data dalam proses analisis dan pemodelan, kemudian dilakukan otomasi filter yang ada menggunakan bantuan pemrograman Shell Script. Pada **Gambar**

3.4 terdapat proses pengolahan data dengan menggunakan NFDUMP. Dalam gambar tersebut dijelaskan bahwa aliran data yang ditangkap oleh protokol NetFlow melalui perangkat Cisco Router akan secara otomatis membuat file nfcapd setiap 5 menit sekali. Beberapa file nfcapd yang diproses menggunakan perintah dari NFDUMP dapat memiliki luaran berupa text atau file biner. Filter dalam NFDUMP dilakukan untuk memilah isi dari luaran NFDUMP secara default.



Gambar 3.4 Proses Pengolahan Data dengan NFDUMP
Sumber: [Perencanaan]

3.3.1 NFDUMP

Data trafik yang terkumpul dari NetFlow kemudian diproses menggunakan NFDUMP. Dapat dihitung dengan rata-rata ukuran satu file nfcapd yaitu 900 kb dan waktu penelitian yang dilakukan selama rentang waktu 4 minggu, maka akan didapatkan total data selama 4 minggu tersebut adalah sebesar 11 GB. Susunan data yang terkumpul berupa file nfcapd dari NetFlow adalah seperti tampak pada **gambar 3.5**.

Name	Date modified	Type	Size
nfcapd.201403010000	4/10/2014 11:40 AM	201403010000 File	1,133 KB
nfcapd.201403010005	4/10/2014 11:40 AM	201403010005 File	1,100 KB
nfcapd.201403010010	4/10/2014 11:40 AM	201403010010 File	1,120 KB
nfcapd.201403010015	4/10/2014 11:40 AM	201403010015 File	1,028 KB
nfcapd.201403010020	4/10/2014 11:40 AM	201403010020 File	909 KB
nfcapd.201403010025	4/10/2014 11:40 AM	201403010025 File	765 KB
nfcapd.201403010030	4/10/2014 11:40 AM	201403010030 File	855 KB
nfcapd.201403010035	4/10/2014 11:40 AM	201403010035 File	936 KB
nfcapd.201403010040	4/10/2014 11:40 AM	201403010040 File	803 KB
nfcapd.201403010045	4/10/2014 11:40 AM	201403010045 File	798 KB
nfcapd.201403010050	4/10/2014 11:40 AM	201403010050 File	848 KB
nfcapd.201403010055	4/10/2014 11:40 AM	201403010055 File	723 KB

Gambar 3.5 Contoh Struktur File Nfcapd
Sumber: [Perencanaan]

Pada **Gambar 3.5** terlihat struktur penyimpanan file dari nfcapd, dimulai dengan folder tahun, bulan, tanggal, dan jam. Dalam setiap folder pada tiap jamnya terdapat 12 file nfcapd yang dimulai dari pukul 00.00 sampai file nfcapd pukul 23.55. Contoh pembacaan data trafik (*flow data*) menggunakan NFDUMP di bawah merupakan salah satu contoh untuk menampilkan file nfcapd selama satu hari, diurutkan secara statistik berdasarkan IP dan bps, serta ditampilkan 20 data teratas untuk protokol TCP saja.

```
# nfdump -R
2013/12/15/00/nfcapd.201312150000:2013/12/15/23/nfcapd.201312152355 -n 20 -s ip/bps 'proto tcp'
```

```
[root@localhost NETFLOW_032014]# nfdump -R 03/03/00/nfcapd.201403030000:03/30/23/nfcapd.201403302355 -A srcip,dstip
Aggregated flows 1211188
Top 20 flows ordered by bytes:
Date first seen      Duration      Src IP Addr      Dst IP Addr      Packets      Bytes      bps      Bpp      Flows
2014-03-06 17:53:57.837 1727090.493      134.155.95.131   172.21.7.36      108.9 M      163.3 G      756437    1499    208
2014-03-29 15:57:57.583 99007.401        115.124.75.125   172.21.3.160     33.1 M      47.7 G      3.9 M      1438    3397
2014-03-03 06:24:32.005 236913.837      143.205.176.131   172.21.3.55      15.7 M      23.4 G      788637    1488    19860
2014-03-06 18:03:12.574 1055819.196     175.45.184.170   172.21.11.88     12.6 M      18.9 G      143478    1499    20
2014-03-07 02:33:20.527 3644.689         175.45.184.170   172.21.3.158     12.5 M      18.8 G      41.2 M     1499    12
2014-03-03 17:51:21.210 2207233.623     175.41.3.69      172.21.0.138     12.5 M      18.7 G      67768    1499    314
2014-03-06 23:26:26.174 1917690.079     175.41.3.67      172.21.0.138     11.4 M      17.1 G      71252    1499    256
2014-03-06 22:31:20.323 1928229.130     175.41.3.70      172.21.0.138     11.1 M      16.7 G      69128    1499    267
2014-03-14 13:42:30.710 8142.824         175.45.184.170   172.21.14.81     11.1 M      16.6 G      16.3 M     1499    383
2014-03-04 02:36:06.860 2176303.034     175.41.3.74      172.21.0.138     11.1 M      16.6 G      60992    1499    272
2014-03-04 02:36:26.507 2266040.470     175.41.3.72      172.21.0.138     10.7 M      16.0 G      56661    1499    275
2014-03-17 19:13:40.001 13243.736        175.45.184.170   172.21.12.207    10.2 M      15.3 G      9.3 M      1499    202
2014-03-19 17:34:19.549 7680.303         175.45.184.170   172.21.16.135    10.2 M      15.3 G      15.9 M     1499    140
2014-03-06 23:51:20.800 1923703.273     175.41.3.75      172.21.0.138     10.2 M      15.3 G      63485    1499    235
2014-03-20 20:14:04.126 14354.636        175.45.184.170   172.21.17.85     10.2 M      15.3 G      8.5 M      1499    189
2014-03-26 23:13:43.101 4423.981         119.110.77.6     172.21.2.44      10.1 M      15.1 G      27.3 M     1496    1012
2014-03-07 02:06:16.319 1900916.139     175.41.3.73      172.21.0.138     10.0 M      15.0 G      63163    1499    235
2014-03-07 00:16:24.132 1921888.646     175.41.3.71      172.21.0.138     9.6 M      14.4 G      60089    1499    233
2014-03-09 22:03:16.516 337851.657      175.45.184.170   172.21.10.118    9.6 M      14.4 G      341137    1499    330
2014-03-07 01:36:11.815 1922204.930     175.41.3.66      172.21.0.138     9.3 M      13.9 G      57822    1499    219
Summary: total flows: 6609242, total bytes: 20115295527557, total packets: 17060791850, avg bps: 66473723, avg pps:
Time window: 2014-03-03 06:19:19 - 2014-03-31 06:47:35
Total flows processed: 551664139, Blocks skipped: 0, Bytes read: 28688483132
Sys: 64.133s flows/second: 8601876.4 Wall: 134.158s flows/second: 4112025.2
```

Gambar 3.6 Contoh Luaran NFDUMP

Sumber: [Perencanaan]

Gambar 3.6 merupakan salah satu contoh dari luaran NFDUMP sesuai dengan sintak yang diberikan oleh user, sehingga data yang ditampilkan sesuai dengan kebutuhan. Setelah mengetahui pola luaran dari data di atas, maka diperlukan sebuah teknik untuk mengotomasi perintah-perintah yang digunakan dalam mendapatkan data dengan rentang waktu yang dibutuhkan untuk kepentingan analisis.

3.3.2 Shell Script

Beberapa perintah yang biasa digunakan dalam NFDUMP kemudian ditulis kedalam bahasa pemrograman shell dalam lingkungan Unix/Linux dengan tujuan agar perintah tersebut dapat diotomasi, sehingga tidak perlu menuliskannya kembali.

Berikut ini merupakan contoh script yang digunakan dan dieksekusi di Linux dan disimpan dengan format .sh:

```
for j in `seq 15 31`
do
  for i in `seq -w 00 23`
  do echo -ne "2013/12/$j $i:00:00 "
    nfdump -R 2013/12/$j/$i/ -A proto -z -o
    "fmt:%pr %byt %bps" "proto $1" | head -3 | tail -1
    | awk -F , '{print $2, $4}'
  done
done
```

Script di atas berfungsi untuk menampilkan aliran data dari protokol, volume trafik (bps) dan rata-rata kecepatan akses (Mbps) yang di filter berdasarkan agregasi per jam sesuai direktori hasil nfcapd mulai dari tanggal 15 pukul 00.00 sampai dengan tanggal 31 Desember 2013 pukul 23.55. Perintah '{print \$2, \$4}' digunakan agar luaran dari NFDUMP hanya volume trafik (bps) dan rata-rata kecepatan akses (Mbps) saja. Contoh hasil luaran dari script di atas adalah sebagai berikut:

```
2013/12/15 00:00:00 total bytes: 18298052066 avg bps: 26547603
2013/12/15 01:00:00 total bytes: 31391970773 avg bps: 45869563
2013/12/15 02:00:00 total bytes: 26154479517 avg bps: 38154588
2013/12/15 03:00:00 total bytes: 15506347220 avg bps: 22498832
```

Kemudian hasil dari Script di atas akan ditulis ke dalam sebuah file dengan cara:

```
# sh scriptnfdump.sh 'tcp' > tcp_per_hour.txt
```

Selanjutnya file dari hasil script tersebut bisa diproses di Microsoft Excel untuk kepentingan analisis. Script di atas hanya salah satu contoh dari hasil agregasi data per jam berdasarkan protokolnya dan bisa dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan analisis dalam penelitian ini.

3.4 METODE ANALISIS DAN PEMODELAN DATA

Analisis dan pemodelan data pada penelitian ini menggunakan data trafik jaringan yang sudah dimonitoring dan disimpan dalam sebuah komputer yang digunakan sebagai media penyimpanan hasil monitoring. Proses klasifikasi terhadap data trafik jaringan diperlukan untuk analisis terhadap karakteristik

akses/penggunaan jaringan di lingkungan kampus PTIIK-UB. Klasifikasi dilakukan berdasarkan periode akses (hari kerja atau akhir pekan), media akses (kabel atau nirkabel), lokasi akses, volume trafik, kecepatan akses dan jenis protokol aplikasi yang sering digunakan pengguna.

3.4.1 Protokol dan Aplikasi

Penggunaan Protokol dan Aplikasi yang sering digunakan oleh pengguna Internet di kampus PTIIK-UB dikumpulkan pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui protokol dan aplikasi apa saja yang mendominasi dalam penggunaan jaringan baik dalam layer *transport* ataupun *application*. Data hasil pengumpulan pada bagian protokol dan aplikasi kemudian akan dianalisis berdasarkan **volume trafik** dalam rentang waktu pengamatan. Selanjutnya, data akan direpresentasikan menggunakan diagram pie dan tabel untuk mengetahui porsi penggunaan pada masing-masing protokol ataupun aplikasi.

3.4.1.1 Statistik Protokol

Perintah NFDUMP yang digunakan untuk mendapatkan luaran data secara statistik dari penggunaan protokol yang mendominasi adalah sebagai berikut:

```
# nfdump -R  
03/03/00/nfcapd.201403030000:03/30/23/nfcapd.201403  
302355 -s proto -z -o "fmt:%pr %byt %bps" '(dst net  
172.21.0.0/20 or dst net 172.21.16.0/22)'
```

Penjelasan perintah NFDUMP adalah sebagai berikut:

- **nfdump** nama aplikasi yang digunakan dalam *processing* data
- **-R 03/03/00/nfcapd.201403030000** sintak ini menampilkan data dari direktori 03, tanggal 03, jam 00 dengan file nfcapd pada 5 menit pertama pada jam 00
- **:03/30/23/nfcapd.201403302355** selanjutnya dari sintak di atas yaitu meneruskan tampilan data sampai direktori 03, tanggal 30, jam 23 dengan file nfcapd pada 5 menit terakhir pada jam 23

- **-s proto** berfungsi untuk menstatistikkan data berdasarkan protokolnya
- **-z -o "fmt:%pr %byt %bps"** data ditampilkan dengan format *extended* dan hanya ditampilkan pr: protokol, byt: *bytes*, bps: *bytes per second*
- **dst net 172.21.0.0/20 or dst net 172.21.16.0/22** hanya menampilkan data yang menuju *range* dari alamat IP di atas.

Berdasarkan perintah NFDUMP untuk mencari persentase dari penggunaan protokol, akan didapatkan luaran data secara statistik dari protokol aplikasi yang mendominasi penggunaan trafik jaringan. Hasil tersebut akan berguna untuk menentukan analisis mengenai aplikasi apa saja yang sering digunakan oleh pengguna Internet di PTIIK-UB.

3.4.1.2 Penggunaan TCP

Pada penelitian terkait [KEN-06] hasil dari *breakdown* terhadap penggunaan protokol, TCP mengkonsumsi 85% dari total trafik dan menindaklanjuti hasil yang akan didapatkan pada **sub-bab 3.4.1.1** mengenai luaran secara statistik dari penggunaan protokol pada jaringan PTIIK-UB, maka penggunaan TCP dan aplikasinya dapat diketahui persentase penggunaannya. Perintah NFDUMP yang digunakan untuk mendapatkan luaran data secara statistik dari penggunaan protokol TCP yang mendominasi adalah sebagai berikut:

```
# nfdump -R
03/03/00/nfcapd.201403030000:03/30/23/nfcapd.201403302355
-s proto -z -o "fmt:%pr %byt %bps" '(proto tcp and dst
net 172.21.0.0/20 or dst net 172.21.16.0/22)'
```

Penjelasan mengenai perintah NFDUMP merujuk ke sub-bab 3.4.1.2 Persentase Statistik Protokol, terdapat tambahan sintak NFDUMP pada bagian *filtering*, yaitu:

- **'(proto tcp)'** berfungsi untuk menampilkan hasil statistik data hanya berdasarkan protokol TCP.

Berdasarkan perintah NFDUMP untuk mencari persentase dari penggunaan protokol TCP, akan didapatkan data secara statistik dari persentase penggunaan protokol aplikasi TCP yang mendominasi penggunaan trafik jaringan. Hasil tersebut akan berguna untuk menentukan analisis mengenai penggunaan aplikasi dari protokol TCP yang sering digunakan dan dari alamat IP berapa trafik itu berasal.

Selanjutnya, untuk mencari tahu alamat IP sumber trafik berasal dari organisasi mana, data terkait dapat diketahui dengan menggunakan sintak NFDUMP. Perintah NFDUMP yang digunakan untuk mendapatkan luaran data terkait alamat IP sumber secara statistik dari penggunaan *website* yang mendominasi adalah sebagai berikut:

```
# nfdump -R
03/03/00/nfcapd.201403030000:03/30/23/nfcapd.201403
302355 -s record:p/bytes "fmt:%sa %da %byt %bps"
'(proto tcp and port 80 or port 443 and dst net
172.21.0.0/20 or dst net 172.21.16.0/22)'
```

Penjelasan mengenai perintah NFDUMP merujuk ke script NFDUMP mengenai Persentase Penggunaan HTTP, terdapat tambahan dalam komponen yang distatistikkan, yaitu:

- **"fmt:%sa %da %byt %bps"** *record* (format dari luaran) adalah berdasarkan sa: alamat IP sumber, da: alamat IP tujuan, byt: *bytes*, bps: *bytes per second*
- **-s record:p/bytes** berfungsi untuk menampilkan luaran hasil statistik *record* (format luaran) berdasarkan volume trafik (*bytes*).

3.4.1.3 Penggunaan UDP

Protokol transport selanjutnya yang mendominasi jaringan Internet setelah TCP adalah UDP, maka penggunaan UDP beserta aplikasinya perlu untuk diketahui persentase penggunaannya.

Perintah NFDUMP yang digunakan untuk mendapatkan luaran data secara statistik dari penggunaan protokol UDP yang mendominasi adalah sebagai berikut:

```
# nfdump -R  
03/03/00/nfcapd.201403030000:03/30/23/nfcapd.201403302355  
-s proto -z -o "fmt:%pr %byt %bps" '(proto udp and dst  
net 172.21.0.0/20 or dst net 172.21.16.0/22)'
```

Penjelasan mengenai perintah NFDUMP merujuk ke sub-bab 3.4.1.2 Persentase Statistik Protokol, terdapat tambahan sintak pada bagian *filtering*, yaitu:

- `'(proto udp)'` berfungsi untuk menampilkan hasil statistik data hanya berdasarkan protokol UDP.

Berdasarkan perintah NFDUMP untuk mencari persentase dari penggunaan protokol TCP dan UDP, akan didapatkan luaran data secara statistik dari persentase penggunaan protokol-protokol aplikasi yang mendominasi penggunaan trafik jaringan. Hasil tersebut akan berguna untuk menentukan susunan analisis selanjutnya dalam bagian media akses (*wire* atau *wireless*) untuk mengetahui media akses mana yang lebih mendominasi penggunaan protokol hasil luaran tersebut.

3.4.2 Media Akses

Media akses yang sering digunakan dalam melakukan akses Internet yaitu melalui jaringan kabel atau jaringan nirkabel. Jaringan kampus yang mayoritas penggunanya adalah mahasiswa seringkali memanfaatkan jaringan nirkabel dalam melakukan akses ke Internet. Penggunaan media akses yang mendominasi dicari untuk mengetahui media akses apa yang dominan

digunakan oleh pengguna jaringan. Data hasil pengumpulan pada bagian ini kemudian dianalisis berdasarkan **kecepatan akses, periode waktu (hari kerja dan akhir pekan)**. Selanjutnya, data akan direpresentasikan menggunakan grafik, tabel, dan diagram pie untuk memudahkan penentuan pola akses dari masing-masing media akses yang digunakan pengguna.

3.4.2.1 Penggunaan Kabel (*Wire*)

Penggunaan Internet pada jaringan kabel (*wire*) mayoritas digunakan oleh civitas akademik Kampus PTIIK-UB yang melakukan akses Internet melalui komputer milik kampus yang berada di ruangan dan laboratorium masing-masing. Data trafik penggunaan Internet pada jaringan *wire* berdasarkan volume akses dicari untuk mengetahui pola akses penggunaanya.

Perintah NFDUMP yang digunakan akan dituliskan kedalam bahasa pemrograman shell untuk mengotomasi perintahnya seperti pada yang sudah dijelaskan pada **sub-bab 3.3.2** mengenai shell script.

Shell Script berisikan perintah NFDUMP yang mengambil data berdasarkan alamat IP tujuan dan protokol menuju alamat IP PTIIK-UB. Pseudocode dapat dilihat pada **Gambar 3.7**, terlihat bahwa program tersebut berjalan berdasarkan agregasi alamat IP tujuan (*dstip*) dan protokol (*proto*). Data berdasarkan **periode waktu** (hari kerja dan akhir pekan) secara tidak langsung didapatkan dengan mengklasifikasikan data trafik berdasarkan tanggal, terdapat lima (5) hari kerja (senin sampai dengan jumat) dan dua (2) akhir pekan (sabtu dan minggu). Penggunaan menuju jaringan *wire* didapatkan dengan menambahkan elemen filter pada alamat IP tujuan (*dstip*), sesuai dengan alamat IP jaringan *wire* (tabel pada **sub-bab 3.2.1**) mengenai gambaran umum pada jaringan kampus. Kode program dan penjelasan dari pseudocode pada **gambar 3.7** dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

Pseudocode Penggunaan Internet

```
for each day of the month {i=3;i<=30;i++}  
do  
  for each time of the day {j=0;j<=23;j++}  
  print time label and data  
  get data filter nfdump  
  aggregate by  
dstip(wire/wireless),proto(*)  
done  
done
```

Gambar 3.7 Pseudocode Pengumpulan Data Penggunaan Internet
Sumber: [Perencanaan]

3.4.2.2 Penggunaan Nirkabel (*wireless*)

Seperti diketahui bahwa pengguna Internet yang mendominasi pada area kampus berasal dari mahasiswa. Data trafik penggunaan jaringan nirkabel secara umum sering digunakan oleh mahasiswa untuk melakukan akses Internet melalui perangkat masing-masing, dengan demikian data trafik terkait penggunaannya perlu diketahui untuk mengetahui pola aksesnya.

Perintah NFDUMP yang diotomasi menggunakan pemrograman shell merujuk pada **bab 3.4.2.1** dimana terdapat perubahan elemen filter di bagian alamat IP tujuan yaitu menuju jaringan *wireless*. Sehingga nantinya diharapkan hasil dari penelitian ini dapat mengetahui perbandingan dari penggunaan keduanya yaitu *wire* dan *wireless*.

3.4.2.3 Statistik Media Akses

Data terkait hasil luaran secara statistik akan direpresentasikan menggunakan diagram pie. Hasil statistik penggunaan Internet berdasarkan media akses ditentukan guna mengetahui porsi penggunaan masing-masing media tersebut. Diagram pie hasil representasi akan dibuat berdasarkan rata-rata **kecepatan akses** dengan rentang waktu penelitian yang menuju masing-masing media.

3.4.3 Lokasi Akses

Data trafik berdasarkan lokasi penggunaan dibutuhkan untuk mengetahui lokasi mana yang mendominasi penggunaan jaringan *wireless* di area PTIIK-UB. Data trafik kemudian dianalisis berdasarkan **volume trafik dan kecepatan akses, periode waktu (hari kerja dan akhir pekan)**. Selanjutnya, data akan direpresentasikan menggunakan diagram pie untuk mengetahui porsi penggunaan dari tiap-tiap lokasi dan grafik untuk mengetahui trafik per-jam pada tiap-tiap lokasi penggunaan.

Berdasarkan **Tabel 3.1**, lokasi akses Internet di jaringan PTIIK-UB terbagi menjadi 5 bagian berdasarkan gedung, masing-masing gedung adalah sebagai berikut:

- ✓ **Gedung A**
- ✓ **Gedung B**
- ✓ **Gedung C**
- ✓ **Gedung D**
- ✓ **Gedung E**

Untuk mendapatkan data trafik penggunaan Internet pada masing-masing lokasi yang telah dijabarkan. Perintah NFDUMP dituliskan kedalam bahasa pemrograman shell untuk mengotomasinya. Terdapat satu kode program yang digunakan untuk mendapat data di tiap lokasi dengan mengganti IP prefix sesuai dengan lokasi yang diinginkan. Pseudocode dapat dilihat pada **Gambar 3.8**, terlihat bahwa program tersebut berjalan berdasarkan agregasi alamat IP tujuan (*dstip*) dimasing-masing lokasi dan protokol (*proto*). Data berdasarkan penggunaan pada hari kerja dan akhir pekan secara tidak langsung didapatkan dengan mengklasifikasikan data trafik berdasarkan tanggalnya.

Pseudocode Penggunaan Internet berdasarkan Lokasi

```

for each day of the month {i=3;i<=30;i++}
do
  for each time of the day {j=0;j<=23;j++}
  print time label and data
  get data filter nfdump
  aggregate by dstip(location),proto(*)
done
done

```

Gambar 3.8 Pseudocode Penggunaan Internet berdasarkan Lokasi
Sumber: [Perencanaan]

Setelah data mengenai lokasi yang mendominasi penggunaan Internet diketahui, selanjutnya penelitian ini akan mencari rata-rata kecepatan akses yang didapatkan oleh pengguna pada area PTIIK-UB, berkorelasi dengan data-data yang sudah didapatkan sebelumnya sesuai dengan klasifikasi pada metode penelitian ini.

3.4.4 Jumlah Pengguna

Pada bagian ini data mengenai jumlah pengguna dicari dalam penelitian ini guna mengetahui jumlah dan persentase pengguna mendapat kecepatan akses (bps) dalam penggunaan Internet. Hasil dari pengumpulan kemudian akan dianalisis berdasarkan **kecepatan akses (bps)** dan **media akses (wire dan wireless)**. Selanjutnya, data akan direpresentasikan menggunakan CDF (*Cumulative Distribution Function*) dan grafik untuk memudahkan dalam melihat persentase pengguna yang mendapatkan rata-rata kecepatan akses (bps) penggunaan Internet dan dalam menampilkan jumlah pengguna aktif.

3.4.4.1 Jumlah Pengguna Aktif

Data terkait jumlah pengguna aktif dicari dengan program `user_model_total_line.sh` (**Lampiran 2**). Program ini akan menampilkan jumlah line hasil agregasi pada setiap file `nfcapd` dari alamat IP tujuan yang bersifat unik sehingga tidak ada alamat IP yang muncul lebih dari satu kali. Jumlah line sebagai representasi dari

jumlah pengguna yang digunakan untuk dibagi dengan rata-rata kecepatan akses (bps), hal ini dilakukan mengingat bahwa Internet bersifat *sharing*. Setelah rata-rata dari jumlah pengguna aktif ditemukan, selanjutnya rata-rata kecepatan akses (bps) dikumpulkan untuk dikorelasikan guna mendapatkan persentase jumlah pengguna dengan kecepatan akses yang didapat.

3.4.4.2 Kecepatan Akses dari Pengguna Aktif

Untuk mendapatkan data pengguna Internet digunakan program `user_model_total.sh` (**Lampiran 2**) atau pseudocode dapat dilihat pada **Gambar 3.9**. Data terkait kecepatan akses (bps) dari penggunaan Internet berdasarkan media akses yang merujuk pada **sub-bab 3.4.2.1 dan 3.4.2.2**, namun terdapat penambahan pada bagian perulangan menjadi tiap 5 menit. Program ini akan menampilkan data dari total trafik dan rata-rata kecepatan akses dengan total trafik yang masuk lebih besar dari 100k per lima (5) menit. Total trafik yang masuk menuju jaringan PTIIK difilter hanya yang lebih besar dari 100k saja, karena pengguna dianggap melakukan koneksi ke jaringan jika pengguna tersebut berkontribusi dalam total trafik yang menuju alamat IP pengguna tersebut ketika lebih dari 100k. Pengambilan data per 5 menit dilakukan karena dengan asumsi rata-rata *least time* alamat IP dari DHCP selama 20 menit, sehingga dapat merepresentasikan user yang sedang aktif aktif.

3.4.4.3 Model Pengguna

Program yang dijelaskan pada **sub-bab 3.4.4.1 dan 3.4.4.2** saling terkait guna mendapatkan persentase dari jumlah pengguna dengan rata-rata kecepatan akses (bps) pengguna Internet pada jaringan Kampus PTIIK. Pemodelan ini digunakan untuk menemukan model akses dari pengguna untuk kepentingan pengembangan dalam bidang jaringan lebih lanjut. Untuk mendapatkan hasil representasi berdasarkan data yang didapatkan terkait jumlah pengguna Internet secara keseluruhan dibutuhkan metode statistik yang relevan. Hipotesa

pada penelitian ini, dengan didaptkannya model dari pengguna Internet dapat membantu memprediksi pola akses dari trafik jaringan yang diamati. Pendekatan yang diambil pada penelitian ini adalah memplotkan menggunakan *Cumulative Disribution Function* (CDF). Hasil dari plot CDF akan merepresentasikan peluang pada tiap pengguna dalam mendapatkan rata-rata kecepatan akses (bps). Hasil data jumlah pengguna pada **sub-bab 3.4.4.1** akan membagi data trafik kecepatan akses yang didapatkan pada **sub-bab 3.4.4.2** dan kemudian dicari persentasenya untuk ditampilkan dalam bentuk CDF.

Pseudocode Kecepatan Akses Pengguna Internet

```
for each day of the month {i=3;i<=30;i++}
do
  for each time of the day {j=0;j<=23;j++}
  do
    for each file of the directory {i=0;i<=55;i+5}
    do
      print time label and data
      get data filter nfdump
      aggregate by dstip and bytes > 100k
    done
  done
done
```

Gambar 3.9 Pseudocode Pengumpulan Data Kecepatan Akses PenggunaInternet
Sumber : [Perencanaan]

3.5 PENGAMBILAN KESIMPULAN

Pengambilan kesimpulan dilakukan setelah *monitoring* data, *processing* data serta analisis dan pemodelan data dilakukan. Kesimpulan disusun berdasarkan hasil dari pembahasan mengenai penggunaan jaringan Internet di area jaringan kampus dengan susunan sesuai dengan **sub-bab 3.4**. Isi pada kesimpulan diharapkan dapat menjadi acuan untuk pengembangan penelitian terkait selanjutnya.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 PROTOKOL DAN APLIKASI

4.1.1 Persentase Statistik Protokol

Hasil yang didapatkan terkait penggunaan protokol aplikasi pada jaringan PTIIK-UB seperti terlihat pada **Tabel 4.1** masing masing protokol dengan total volume(GB/bps). Data terkait pada tabel dibawah diambil selama rentang waktu empat (4) minggu yang dimulai dari tanggal 3 Maret 2014 sampai dengan 30 Maret 2014.

Pada **Tabel 4.1** terlihat perbedaan Penggunaan Protokol TCP mencapai 20787.2 GB (88%) dari total keseluruhan penggunaan protokol atau dapat dikatakan hampir keseluruhan dari volume trafik didominasi oleh protokol TCP. Kemudian, penggunaan protokol UDP sebesar 2662.4 GB (11%), penggunaan protokol ICMP sebesar 11 GB, penggunaan protokol GRE 11 GB (1%) dan yang terakhir adalah penggunaan protokol ICMP dengan total penggunaan hanya sebesar 11 GB.

Tabel 4.1 Penggunaan Protokol berdasarkan Volume Trafik dan Kecepatan Akses
Sumber : [Hasil dan Pembahasan]

Protokol	Volume Trafik (GB)		Kecepatan Akses (bps)	
TCP	20787.2	GB	67000000	Bps
UDP	2662.4	GB	8500000	Bps
ICMP	11	GB	36340	Bps
GRE	287.3	GB	960119	Bps

Pembahasan pada sub-bab mengenai protokol aplikasi yang mendominasi jaringan selama rentang waktu penelitian adalah sebagai berikut:

- Berdasarkan **Tabel 4.1** terlihat bahwa total volume trafik (GB) yang digunakan berbanding lurus dengan kecepatan akses (bps) yang diperlukan oleh masing masing protokol. Semakin besar total volume trafik (GB) yang dihabiskan maka semakin

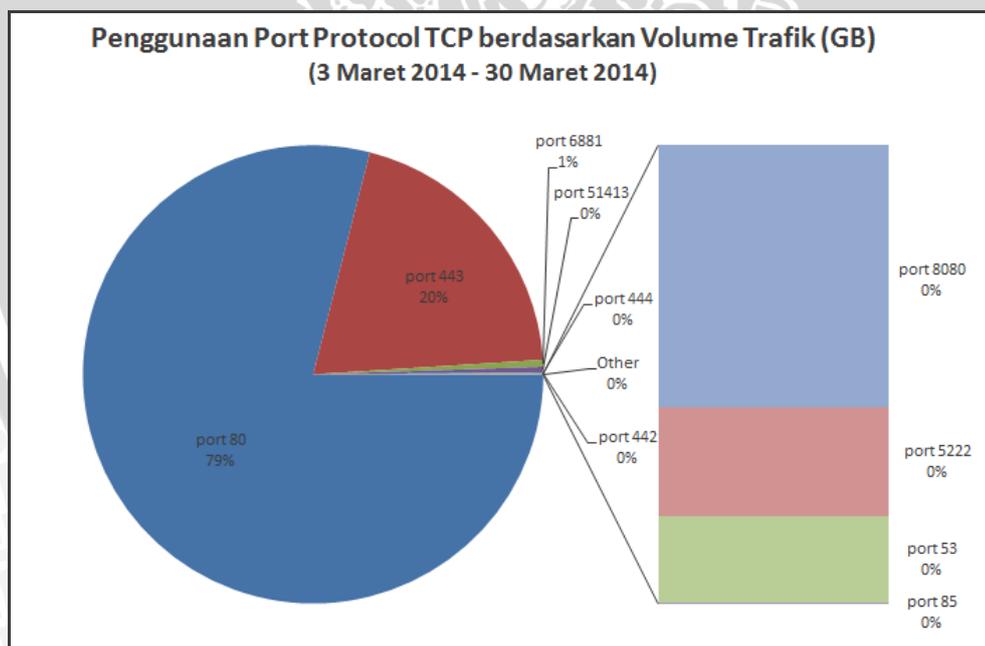
besar juga kecepatan akses (bps) yang diperlukan dan sebaliknya.

- Penggunaan protokol TCP disini mendominasi jaringan selama rentang waktu penelitian, mengingat bahwa protokol TCP merupakan protokol yang paling umum digunakan dalam Internet karena kelebihan TCP yaitu adanya koreksi kesalahan maka proses pengiriman akan terjamin. Selanjutnya protokol UDP mendominasi setelah protokol TCP, protokol UDP seringkali digunakan untuk proses *streaming* baik audio maupun video, sehingga penggunaannya pun terbilang cukup tinggi, mengingat kecepatan transfer yang ditawarkan oleh protokol ini. Protokol selanjutnya yang mendominasi adalah protokol GRE, protokol GRE adalah protokol *tunneling* yang dibuat oleh Cisco dan yang terakhir adalah protokol ICMP, protokol ini berfungsi mengirimkan pesan-pesan kesalahan dan kondisi lain yang memerlukan perhatian khusus atau dengan kata lain ICMP dapat membantu menstabilkan kondisi jaringan dengan memberi pesan-pesan tertentu sebagai respons atau kondisi tertentu yang terjadi pada jaringan.

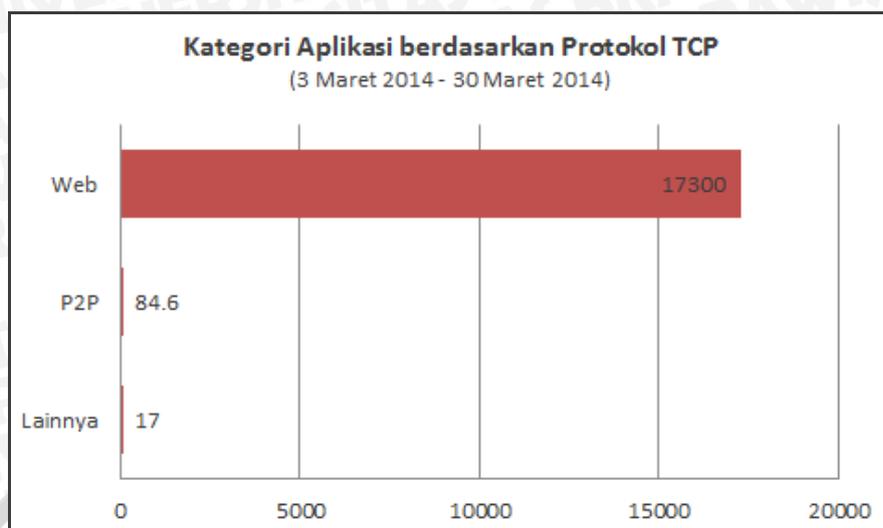
4.1.2 Penggunaan TCP

Hasil dari data terkait penggunaan port berdasarkan protokol TCP dapat memberikan gambaran mengenai aplikasi yang dominan digunakan oleh penggunaan Internet pada jaringan PTIIK-UB. Pada **Gambar 4.1** menunjukkan diagram pie terkait penggunaan port-port yang mendominasi jaringan PTIIK-UB dari protokol TCP berdasarkan volume trafik (GB). Perbedaan warna pada diagram menunjukkan perbedaan port pada masing-masing bagiannya. Warna biru tua ditujukan untuk port 80 atau http, merah tua ditujukan untuk port 443 atau https, hijau tua ditujukan untuk port 6881, dan ungu untuk *other's port* yang penggunaannya sangat kecil sehingga tidak muncul dalam

diagram pie. *Other's port* dapat dijabarkan lagi dengan diagram tambahan disampingnya, warna biru muda menunjukkan port 8080, warna merah muda menunjukkan port 5222, warna hijau muda menunjukkan port 53, dan yang terbawah menunjukkan port 85. Penggunaan port 80 mencapai 79% dengan volume trafik sebesar 13.8 TB. Kemudian, penggunaan port 443 mencapai 20 % dari total penggunaan port dengan volume trafik sebesar 3.5 TB. Port lainnya yang terdapat pada diagram pie dibawah, tidak mendominasi trafik PTIIK-UB sehingga persentase penggunaannya sangatlah kecil. Penggunaan port protokol TCP dapat dikelompokkan lagi menjadi 3 bagian seperti terlihat pada **Gambar 4.2** yaitu penggunaan WEB, P2P dan lainnya, volume trafik dari penggunaan *websites* sebesar 17.300 GB, penggunaan P2P sebesar 86.4 GB dan yang lainnya sebesar 17 GB.



Gambar 4.1 Penggunaan Port Protokol TCP berdasarkan Volume Trafik (GB)
Sumber : [Hasil dan Pembahasan]



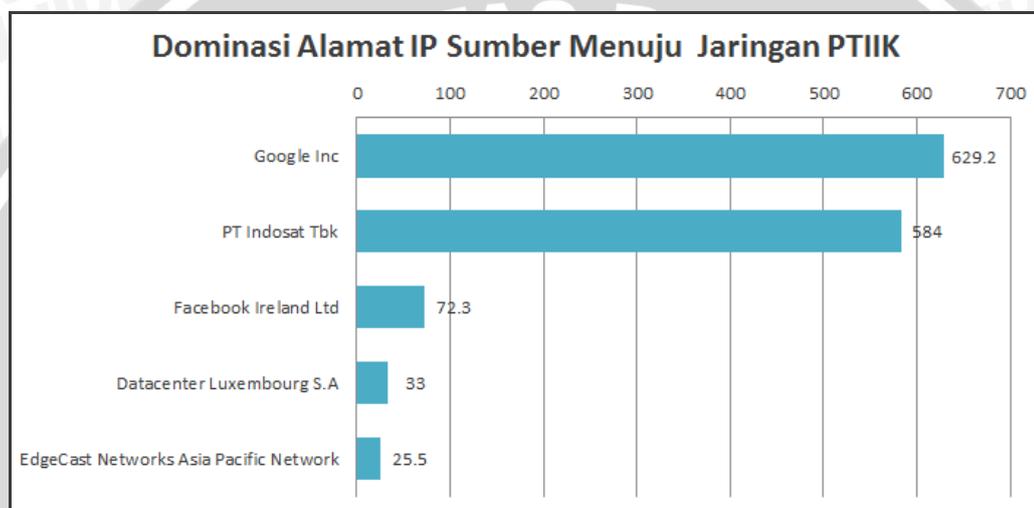
Gambar 4.2 Kategori Aplikasi berdasarkan Protokol TCP (GB)
Sumber : [Hasil dan Pembahasan]

Pembahasan pada sub-bab mengenai penggunaan port berdasarkan protokol TCP yang mendominasi jaringan selama rentang waktu penelitian adalah sebagai berikut:

Berdasarkan **Gambar 4.1 dan 4.2** dapat dijelaskan bahwa (17.300 GB) 99% trafik penggunaan jaringan Internet di PTIIK-UB didominasi oleh penggunaan *website* yang ditransmisikan melalui port 80 (http) dan port 443 (https). Internet merupakan infrastruktur dari jaringan global yang dapat diakses melalui sebuah *website*, hal ini terjadi karena hampir seluruh layanan Internet diakses melalui sebuah *website* sehingga mengakibatkan pengguna *website* dalam jaringan PTIIK-UB sangat mendominasi. Selanjutnya, penggunaan P2P yang ditransmisikan melalui protokol TCP dengan volume trafik sebesar 84.6 GB, biasanya P2P yang ditransmisikan melalui protokol TCP digunakan untuk *file sharing* antar *peer* dengan *peer* lainnya dan aplikasi lainnya dengan total penggunaan hanya sebesar 17 GB.

Penggunaan port 80 dan 443 atau HTTP yang mendominasi selanjutnya, hasil dari data terkait penggunaan HTTP pada jaringan Internet dapat memberikan gambaran mengenai pola akses dari penggunaan HTTP pada jaringan

Internet di PTIIK-UB. Berdasarkan **Gambar 4.3** terlihat konsumsi volume trafik (GB) berdasarkan alamat IP sumber yang menuju jaringan PTIIK-UB. Alamat IP yang bersumber dari Google Inc mendominasi trafik pada jaringan PTIIK-UB sebesar 629.2 GB, PT Indosat Tbk sebesar 584 GB, Facebook sebesar 72.3 GB, Datacenter Luxembourg sebesar 44 GB dan yang terakhir EdgeCast sebesar 25.5 GB.



Gambar 4.3 Konsumsi Volume Trafik (GB) berdasarkan Alamat IP Sumber
Sumber : [Hasil dan Pembahasan]

Pembahasan pada sub-bab mengenai penggunaan Internet pada jaringan PTIIK-UB selama rentang waktu penelitian adalah sebagai berikut:

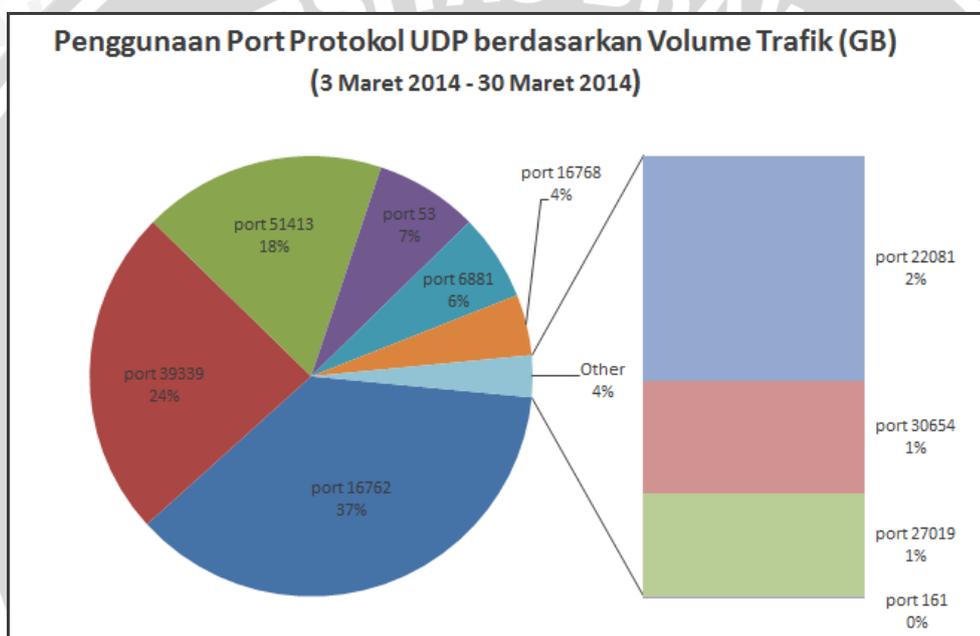
- Berdasarkan **Gambar 4.3**, menunjukkan beberapa alamat IP sumber yang menuju ke jaringan PTIIK. Ini berarti bahwa trafik yang selama ini mendominasi jaringan berasal dari alamat tersebut. Dengan tools NetFlow dan NFDUMP, kita bisa mengetahui alamat IP sumber sehingga dapat dilakukan *lookup* terhadap alamat IP atau pencarian dari mana sebenarnya IP itu berasal. Terdapat beberapa organisasi yang diketahui memiliki *range* dari IP sumber yang didapatkan. 47% (629.2 GB) dari total keseluruhan didominasi oleh

Google Inc, dimana organisasi sangat berperan dalam situs pencarian maka dapat dipastikan Google menempati posisi tertinggi. Selanjutnya, 43% (584 GB) dimiliki oleh PT. Indosat Tbk yang diduga digunakan sebagai google *cache* untuk terkoneksi dengan You Tube, You Tube juga merupakan bagian dari goole yang menyediakan layanan berbasis *video streaming* dimana sekarang ini alamat tersebut sangat sering dikunjungi oleh pengguna Internet. 5% (72.3 GB) selanjutnya didominasi oleh Facebook, Facebook tidak terlalu mendominasi jaringan dikarenakan sudah adanya aturan yang ditetapkan oleh pihak Univeristas untuk tidak mengakses Facebook pada hari dan jam kerja.

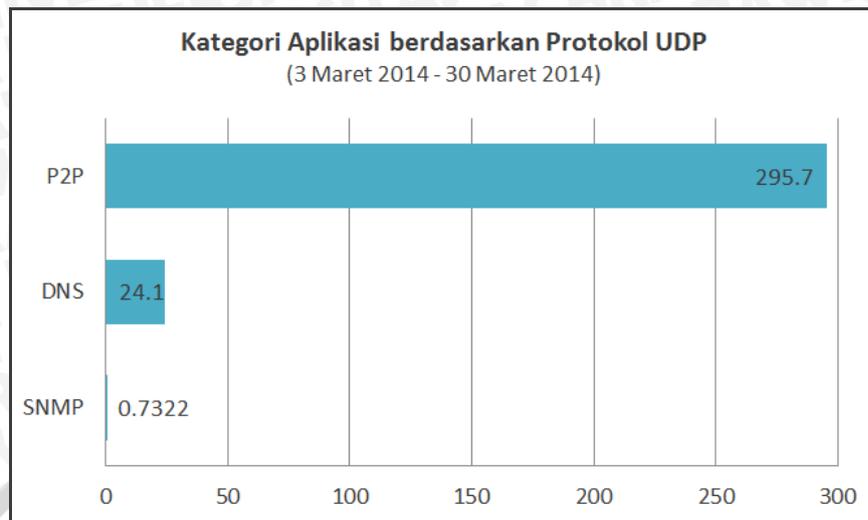
4.1.3 Penggunaan UDP

Hasil dari data terkait penggunaan port berdasarkan protokol UDP dapat memberikan gambaran mengenai aplikasi yang dominan digunakan oleh penggunaan Internet pada jaringan PTIIK-UB. Pada **Gambar 4.4** menunjukkan diagram pie terkait penggunaan port-port yang mendominasi jaringan PTIIK-UB dari protokol UDP berdasarkan volume trafik (GB). Perbedaan warna pada diagram menunjukkan perbedaan port pada masing-masing bagiannya. Warna biru tua ditujukan untuk port 16762, merah tua ditujukan untuk port 39339, hijau tua ditujukan untuk port 51413, dan ungu tua untuk port 53, warna tosca menunjukkan port 6881, warna orange menunjukkan port 16768. Warna biru muda menunjukkan *other's port* yang penggunaannya sangat kecil sehingga tidak dapat terlihat perbedaan warnanya dalam diagram pie. *Other's port* dapat dijabarkan lagi dengan diagram tambahan disampingnya, warna biru muda menunjukkan port 22081, warna merah muda menunjukkan port 30654, warna hijau muda menunjukkan port 27019, dan yang terbawah menunjukkan port 161. Penggunaan port 16762 mendominasi penggunaan jaringan

sebesar 117.5 GB (37%), port 39339 sebesar 77 GB (24%), port 51413 sebesar 56.8 GB (18%), port 53 sebesar 24.1 GB (7%), port 6881 sebesar 20.3 GB (6%), port 16768 sebesar 14.3 GB (4%) dan 4% dari protokol lainnya dengan penggunaan yang sangat kecil. Berdasarkan **Gambar 4.4**, penggunaan port protokol UDP dapat dikelompokkan lagi menjadi 3 bagian yang paling mendominasi seperti terlihat pada **Gambar 4.5**, volume trafik dari penggunaan P2P sebesar 295.7 GB, penggunaan DNS sebesar 24.1 GB dan SNMP sebesar 0.7 GB.



Gambar 4.4 Penggunaan Port Protokol UDP berdasarkan Volume Trafik
 Sumber : [Hasil dan Pembahasan]



Gambar 4.5 Kategori Aplikasi berdasarkan Protokol UDP
Sumber : [Hasil dan Pembahasan]

Pembahasan pada sub-bab mengenai penggunaan port berdasarkan protokol UDP yang mendominasi jaringan selama rentang waktu penelitian adalah sebagai berikut:

- Berdasarkan **Gambar 4.4 dan 4.5** dapat dijelaskan bahwa (295.7 GB) 92% trafik penggunaan jaringan Internet di PTIIK-UB didominasi oleh penggunaan **P2P** yang ditransmisikan melalui port yang berdasarkan hasil *port lookup* adalah port yang mentransmisikan aplikasi BitTorrent antara lain yaitu port 6881, 16762, 51413, 16768, 27019, 39339, 30654, dan 22081. Aplikasi BitTorrent menggunakan protokol UDP seringkali untuk proses *updating* mengenai peer yang terlibat serta untuk mengetahui persentase kelengkapan file, mengingat UDP yang bersifat *connectionless*. Data mengenai penggunaan P2P cukup beralasan mengingat konten video dan audio memerlukan *bandwidth* yang cukup tinggi. Pada penelitian terkait mengenai kategori aplikasi [YCZ-08] juga menghasilkan bahwa penggunaan P2P mendominasi seluruh trafik penggunaan Internet. Selanjutnya penggunaan DNS sebesar 24.1 GB (8%) yang ditransmisikan melalui port 53. DNS berfungsi sebagai penerjemah nama komputer ke IP Address kemudian membantu pengguna untuk

tidak mengingat IP Address dari sebuah komputer hanya cukup mengingat host namanya saja dan yang terakhir penggunaan protokol SNMP sebesar 723 MB, protokol ini digunakan untuk memantau dan mengatur jaringan komputer (*monitoring*) pada jaringan PTIIK-UB.

4.2 MEDIA AKSES

Media akses yang umumnya digunakan untuk melakukan akses ke Internet adalah melalui media kabel (*wire*) dan nirkabel (*wireless*). Data ini diperlukan untuk mengetahui pola akses penggunaan media yang lebih sering digunakan oleh pengguna Internet di kampus PTIIK-UB.

4.2.1 Penggunaan Jaringan Kabel

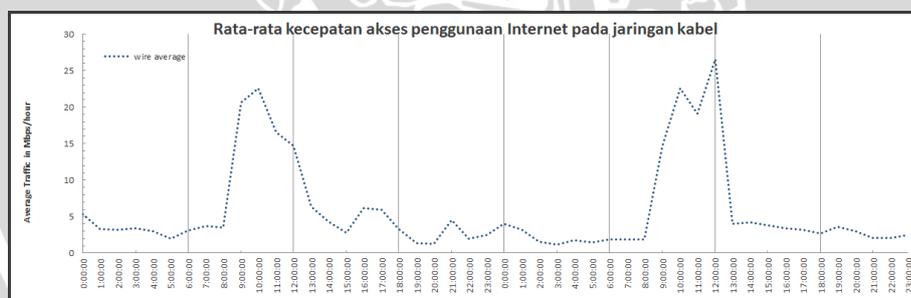
Hasil dari data trafik penggunaan internet menggunakan media kabel dibutuhkan dalam penelitian ini untuk mengetahui pola akses dari penggunaan Internet berdasarkan kecepatan akses (Mbps) pada hari kerja dan akhir pekan dengan rentang waktu penelitian.

Gambar 4.6 merupakan grafik hasil rata-rata dari penggunaan Internet berdasarkan kecepatan akses (Mbps) pada hari kerja. Dari grafik tersebut dapat terlihat bahwa penggunaan pada jaringan kabel meningkat pada siang hari dengan rata-rata kecepatan akses tertinggi mencapai 39.9 Mbps/jam, kemudian menurun pada tengah malam. Terdapat pola kenaikan dan penurunan yang hampir sama pada tiap harinya selama hari kerja.

Gambar 4.7 merupakan grafik hasil rata-rata dari penggunaan Internet berdasarkan kecepatan akses (Mbps) pada akhir pekan. Pola penggunaan jaringan nirkabel meningkat hanya pada siang hari dengan rentang waktu yang singkat yaitu pukul 9 pagi sampai dengan 11 siang, rata-rata kecepatan akses tertinggi hanya mencapai 26.5 Mbps/jam. Terdapat pola kenaikan dan penurunan yang hampir sama pada tiap harinya selama akhir pekan.



Gambar 4.6 Rata-rata Kecepatan Akses Penggunaan Internet Jaringan Kabel pada Hari Kerja
Sumber : [Hasil dan Pembahasan]



Gambar 4.7 Rata-rata Kecepatan Akses Penggunaan Internet Jaringan Kabel pada Hari Kerja
Sumber : [Hasil dan Pembahasan]

4.2.2 Penggunaan Jaringan Nirkabel

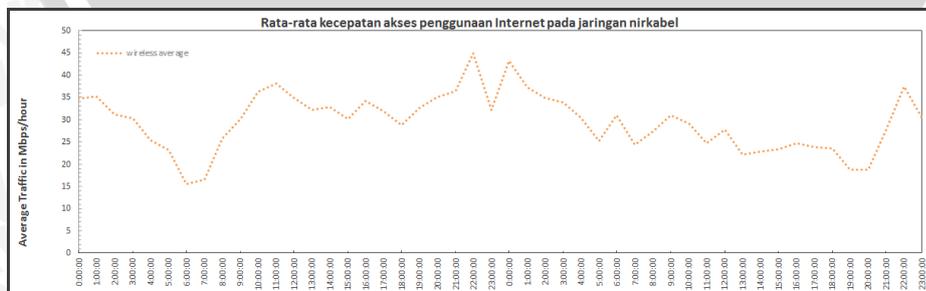
Hasil dari data penggunaan internet menggunakan media kabel dicari untuk mengetahui pola akses penggunaan Internet berdasarkan kecepatan akses pada hari kerja dan akhir pekan dengan rentang waktu penelitian.

Gambar 4.8 merupakan grafik hasil rata-rata dari penggunaan Internet berdasarkan kecepatan akses pada hari kerja. Dari grafik tersebut dapat terlihat bahwa penggunaan pada jaringan kabel meningkat pada rentang waktu dimulai dari pukul 7 pagi hingga 8 malam dengan rata-rata kecepatan akses tertinggi sebesar 71.2 Mbps/jam, kemudian menurun sampai dengan pukul 6 pagi pada hari berikutnya. Terdapat pola kenaikan dan penurunan yang hampir sama pada tiap harinya.

Gambar 4.9 merupakan grafik hasil rata-rata dari penggunaan Internet berdasarkan kecepatan akses (Mbps) pada akhir pekan. Pola penggunaan jaringan nirkabel pada hari libur dapat dikatakan stabil hanya saja terjadi penurunan tiap hari sabtu dimulai dari pukul 5 sampai 7 pagi selanjutnya penggunaannya terus meningkat dan stabil. Kecepatan ases rata-rata tertinggi yang dicapai selama akhir pekan sebesar 44.8 Mbps/jam.



Gambar 4.8 Rata-rata Kecepatan Akses Penggunaan Internet Jaringan Nirkabel pada Hari Kerja
 Sumber : [Hasil dan Pembahasan]



Gambar 4.9 Rata-rata Kecepatan Akses Penggunaan Internet Jaringan Nirkabel pada Akhir Pekan
 Sumber : [Hasil dan Pembahasan]

Pembahasan dari data penggunaan kabel dan nirkabel berdasarkan hasil pada **sub-bab 4.2.1 dan 4.2.2** yaitu terjadi penurunan penggunaan Internet pada kedua media akses dari hari kerja menuju akhir pekan. Terjadi penurunan penggunaan sebesar 51% pada jaringan kabel, sedangkan pada jaringan nirkabel persentase penurunan adalah sebesar 59% (**Tabel 4.2**).

Tabel 4.2 Rata-rata Kecepatan Akses Tertinggi berdasarkan Media Akses
Sumber : [Hasil dan Pembahasan]

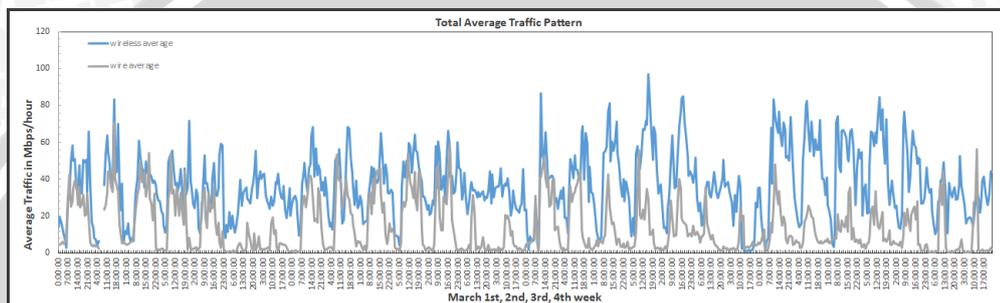
Periode\Media	Rata-rata kecepatan akses tertinggi (Mbps)	
	Kabel	Nirkabel
Hari Kerja	39.9	71.2
Akhir Pekan	26.5	44.8
Persentase Penurunan (%)	51%	59%

4.2.3 Statistik Media Akses

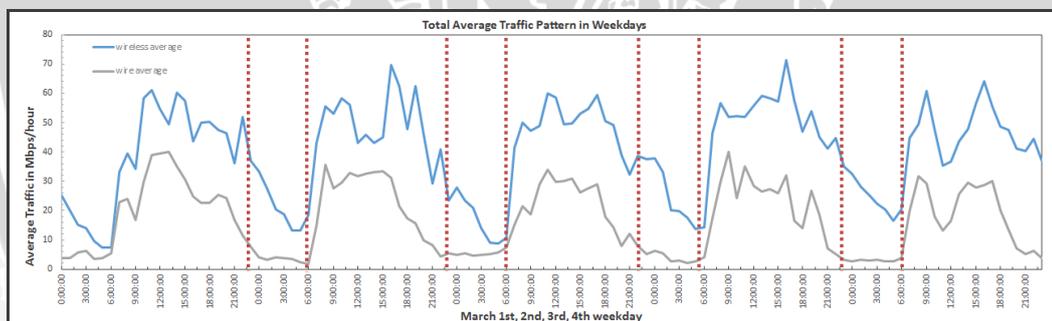
Hasil pada **Gambar 4.10** menunjukkan grafik dari total penggunaan Internet secara keseluruhan (total), baik hari kerja dan akhir pekan, secara global, penggunaan Internet pada jaringan *wireless* lebih mendominasi dibandingkan dengan penggunaan *wire*. Namun, pada jam-jam tertentu penggunaan *wire* hampir mendekati dengan penggunaan *wireless*.

Gambar 4.11 merupakan grafik hasil rata-rata dari penggunaan Internet berdasarkan kecepatan akses (Mbps) hanya untuk penggunaan pada hari kerja. Dari grafik tersebut dapat terlihat bahwa penggunaan pada jaringan *wireless* lebih mendominasi dibandingkan dengan jaringan *wire*.

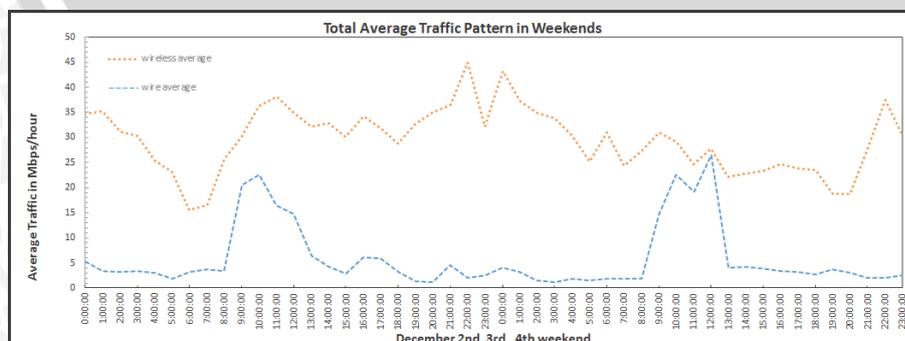
Pada **Gambar 4.12** menunjukkan grafik hasil rata-rata dari penggunaan Internet berdasarkan kecepatan akses (Mbps) untuk penggunaan pada saat akhir pekan. Dari grafik tersebut terjadi perbedaan yang sangat signifikan antara penggunaan jaringan wireless yang sangat tinggi sedangkan jaringan wire hanya meningkat pada jam-jam tertentu saja.



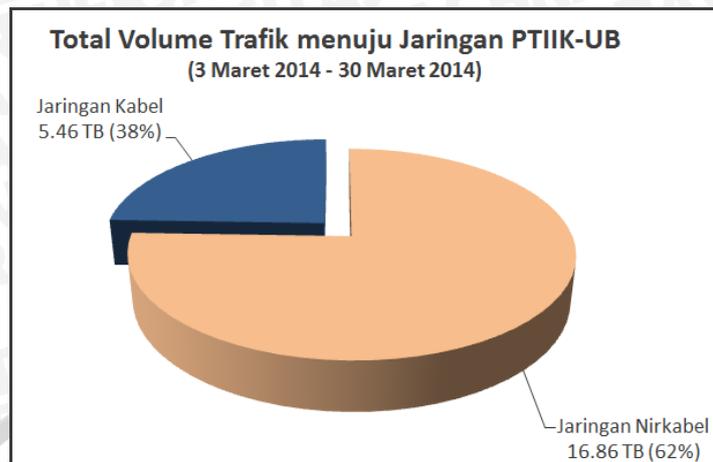
Gambar 4.10 Penggunaan Internet berdasarkan berdasarkan Kecepatan Akses
 Sumber : [Hasil dan Pembahasan]



Gambar 4.11 Rata-rata Penggunaan Internet (*Weekday*) berdasarkan Kecepatan Akses
 Sumber : [Hasil dan Pembahasan]



Gambar 4.12 Rata-rata Penggunaan Internet (*Weekend*) berdasarkan Kecepatan Akses
 Sumber : [Hasil dan Pembahasan]



Gambar 4.13 Total volume trafik menuju jaringan PTIIK-UB berdasarkan media akses
Sumber : [Hasil dan Pembahasan]

Pada **Gambar 4.13** menunjukkan hasil secara statistik media akses yang direpresentasikan menggunakan diagram pie. Berdasarkan diagram pie total volume trafik yang menuju jaringan PTIIK-UB tersebut, terlihat bahwa penggunaan menuju jaringan nirkabel mendominasi sebesar 62% sedangkan jaringan kabel hanya 38%. Lebih dari setengah penggunaan Internet pada PTIIK-UB menuju jaringan nirkabel, berdasarkan hasil pengamatan dikeadaan sesungguhnya bahwa pengguna aktif Internet area kampus didominasi oleh mahasiswa yang sebagian besar dari mahasiswa hanya dapat melakukan akses ke Internet melalui media akses nirkabel.

Pembahasan pada sub-bab mengenai penggunaan Internet berdasarkan media akses pada jaringan PTIIK-UB selama rentang waktu penelitian adalah sebagai berikut:

Berdasarkan **Gambar 4.10**, rata-rata volume trafik (Mbps) dari total penggunaan Internet pada jaringan nirkabel adalah sebesar 37.15 Mbps/jam dan pada jaringan kabel sebesar 13.69 Mbps/jam. Seperti pada **Tabel 4.3** terlihat rasio penggunaannya antara jaringan nirkabel dengan jaringan kabel adalah 3:1, ini membuktikan bahwa jaringan nirkabel dengan

pengguna yang kebanyakan adalah mahasiswa mendominasi trafik jaringan pada PTIIK-UB.

Berdasarkan **Gambar 4.11 dan 4.12** dapat dilihat rata-rata pada hari kerja berdasarkan volume trafik (Mbps) di jaringan nirkabel sebesar 40 Mbps/jam dan jaringan kabel sebesar 16.8 Mbps/jam, dengan demikian terdapat rasio atau perbandingannya yaitu 5:2, namun perbandingan penggunaan jaringan nirkabel dengan kabel pada akhir pekan berubah menjadi 6:1. Terjadi perubahan radio penggunaan dikarenakan yang mendominasi jaringan wire adalah pengguna yang berada di ruangan baik itu dosen/karyawan ataupun mahasiswa sedang tidak berada di kampus dikarenakan sedang berakhirpekan.

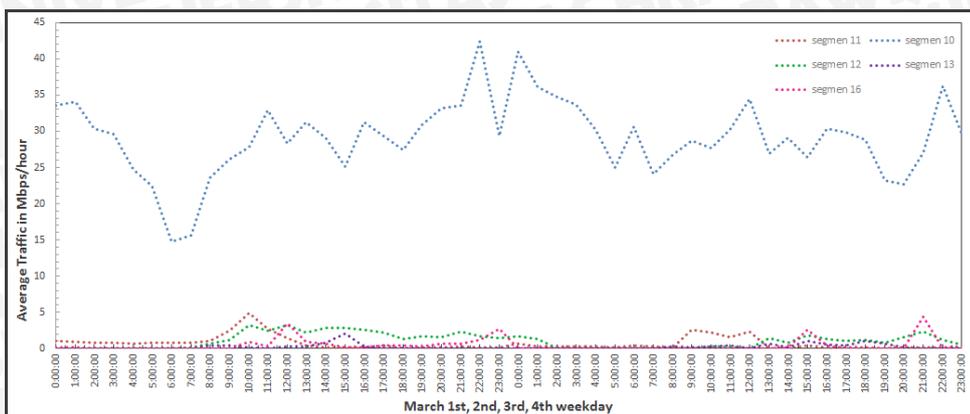
Tabel 4.3 Rata-rata Kecepatan Akses berdasarkan Media Akses
Sumber : [Hasil dan Pembahasan]

Media \ Periode	Rata-rata Kecepatan Akses (Mbps)		
	Total	Hari Kerja	Akhir Pekan
Kabel (<i>Wire</i>)	37.15	40.17	29.63
Nirkabel (<i>Wireless</i>)	13.69	16.84	5.87
Rasio	3:1	5:2	6:1

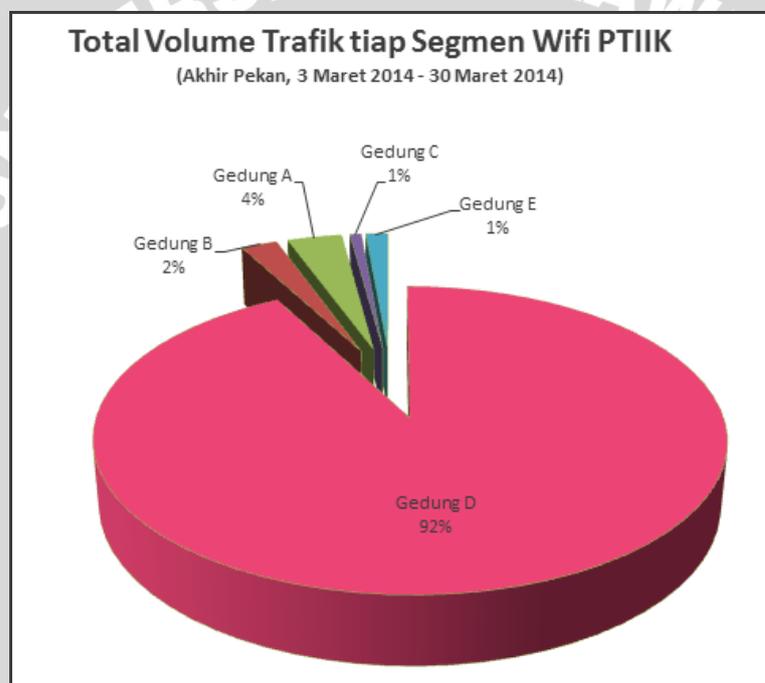
4.3 LOKASI

Mengatahui pengguna Internet berdasarkan lokasi dibutuhkan untuk mencari informasi mengenai gedung mana saja yang mendominasi dalam konsumsi volume trafik dan kecepatan akses baik pada hari kerja ataupun akhir pekan. Berdasarkan data dari bagian operasional PTIIK (BPTIIK), diadaptkan 5 (lima) bagian yang digunakan untuk jaringan nirkabel berdasarkan gedungnya yaitu Gedung A, B, C, D dan E. **Gambar 4.14 dan Gambar 4.15** menunjukkan pie diagram rata-rata penggunaan masing-masing gedung pada hari kerja (*weekday*) dan akhir pekan (*weekend*) berdasarkan rata-rata volume trafik di jaringan PTIIK. Disini terlihat bahwa penggunaan pada Gedung D mendominasi diantara gedung lainnya yang berada pada jaringan nirkabel (*wireless*) di jaringan kampus PTIIK baik pada hari sibuk maupun hari libur.

Gambar 4.14 merupakan grafik hasil representasi tiap gedung berdasarkan kecepatan akses pada akhir pekan, terlihat bahwa penggunaan pada Gedung D mendominasi dengan rata-rata kecepatan akses sebesar 29.18 Mbps/jam, diikuti dengan Gedung A sebesar 7.1 Mbps/jam, Gedung B sebesar 1.07 Mbps/jam, Gedung C sebesar 0.2 Mbps/jam, dan Gedung E sebesar 0.4 Mbps/jam. **Gambar 4.15** menunjukkan rata-rata volume trafik menuju seluruh segmen wifi di jaringan PTIIK pada akhir pekan. Terlihat berdasarkan data tersebut bahwa penggunaan di Gedung D mendominasi trafik *download* sebesar 92%, diikuti dengan Gedung A sebesar 4% dan ketiga Gedung lainnya yaitu segmen B, C, dan E sebesar masing-masing 1%. Berdasarkan tabel alokasi IP yang terdapat pada **bab III sub-bab 3.1.1**, menyebutkan bahwa alokasi IP yang diberikan untuk daerah Gedung D dan daerah sekitarnya yaitu gazebo dan kantin. Dimana kita ketahui dalam keadaan sesungguhnya, daerah tersebut merupakan daerah terpadat di kawasan PTIIK dalam penggunaan Internet dan didasari oleh data yang ditunjukkan oleh kedua grafik diatas.



Gambar 4.14 Rata-rata kecepatan akses tiap segmen jaringan Nirkabel (*weekday*)
 Sumber : [Hasil dan Pembahasan]

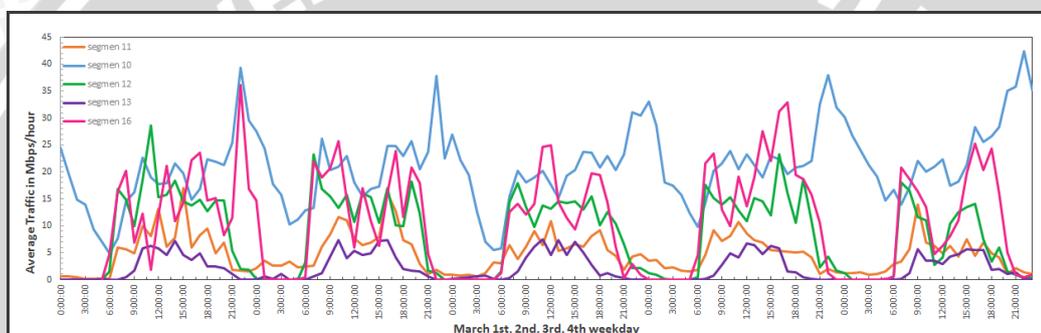


Gambar 4.15 Total volume trafik tiap segmen jaringan Nirkabel (*weekday*)
 Sumber : [Hasil dan Pembahasan]

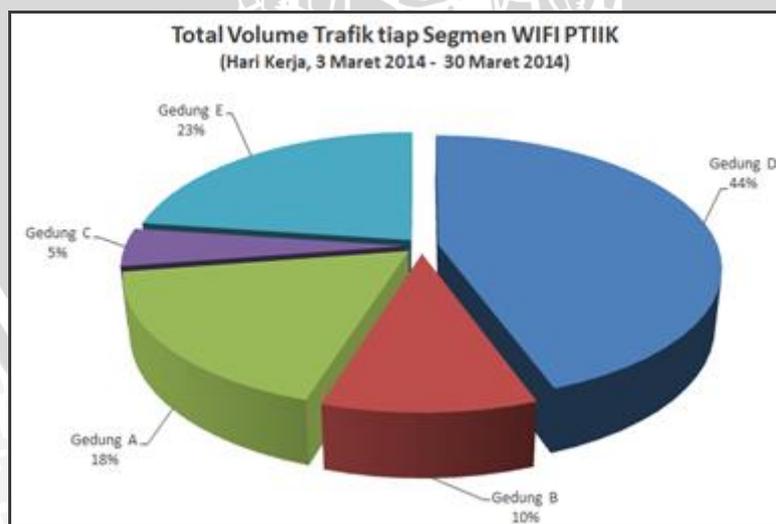
Gambar 4.16 merupakan grafik hasil representasi tiap gedung berdasarkan kecepatan akses pada hari kerja, terlihat bahwa penggunaan pada Gedung D mendominasi dengan rata-rata kecepatan akses sebesar 20.9 Mbps/jam, diikuti dengan Gedung A sebesar 4.8 Mbps/jam, Gedung B sebesar 8.3 Mbps/jam, Gedung C sebesar 2.1 Mbps/jam, dan Gedung E sebesar 10.7 Mbps/jam. **Gambar 4.17** menunjukkan rata-rata volume trafik menuju seluruh segmen wifi di

jaringan PTIIK pada hari kerja. Terlihat berdasarkan pie diagram bahwa Gedung D mendominasi volume trafik sebesar 45%, diikuti dengan Gedung E sebesar 22%, Gedung A sebesar 18%, Gedung B sebesar 10% dan Gedung C sebesar 5%. Pada hari kerja (aktif kuliah) pengguna Internet jaringan nirkabel (*wireless*) yang sebagian besar merupakan mahasiswa. Perkuliahan masing-masing mahasiswa dilaksanakan pada kelas dan gedung yang berbeda-beda, maka dari itu penyebaran pada tiap segmenya hampir merata.

Dari data tersebut, dapat disimpulkan mahasiswa aktif menggunakan Internet dalam proses perkuliahan.



Gambar 4.16 Rata-rata kecepatan akses tiap segmen jaringan Nirkabel (*weekday*)
 Sumber : [Hasil dan Pembahasan]



Gambar 4.17 Total volume trafik tiap segmen jaringan Nirkabel (*weekday*)
 Sumber : [Hasil dan Pembahasan]

Setelah mengetahui penggunaan Internet berdasarkan lokasi, pada penelitian ini akan mencari persentase rata-rata kecepatan akses yang didapatkan oleh masing-masing pengguna dengan melakukan pemodelan menggunakan CDF (*Cumulative Distribution Function*).

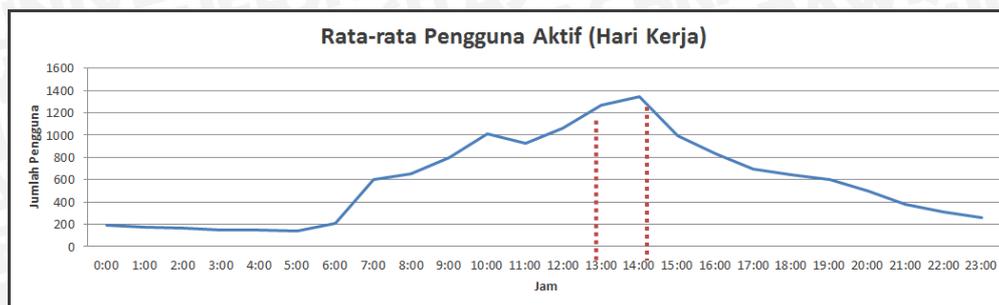
4.4 JUMLAH PENGGUNA

4.4.1 Jumlah Pengguna Aktif

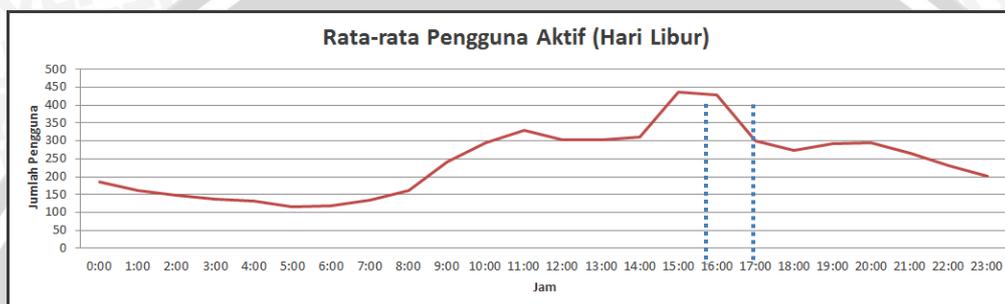
Jumlah Pengguna Aktif pada sub-bab ini dicari untuk membagi kecepatan akses yang didapatkan pada **sub-bab media akses**, dengan pertimbangan bahwa Internet bersifat *share* maka kecepatan akses perjam yang didapatkan akan dibagi dengan jumlah pengguna yang aktif.

Berdasarkan **Gambar 4.18** menunjukkan rata-rata jumlah pengguna pada hari kerja, terlihat bahwa terjadi peningkatan jumlah pengguna dihari kerja pada periode waktu 07.00 sampai dengan 14.00 dengan jumlah pengguna tertinggi mencapai 1400 pengguna pada rentang pukul 13.00 - 14.00 (jam puncak). Hal ini terjadi karena pada jam-jam diatas merupakan jam istirahat sehingga penggunaan Internet pada jaringan kampus meningkat.

Gambar 4.19 menunjukkan rata-rata pengguna aktif pada hari libur, terjadi penurunan rata-rata jumlah pengguna pada hari libur. Rata-rata jumlah pengguna tertinggi dihari libur hanya mencapai 450 pengguna dengan rentang pukul 15.00 - 16.00 (jam puncak). Hal ini bisa saja terjadi mengingat bahwa pada hari libur hanya beberapa saja yang mengunjungi area kampus dan sisanya menikmati hari libur diluar area kampus.



Gambar 4.18 Rata-rata Pengguna Aktif pada Hari Kerja
Sumber : [Hasil dan Pembahasan]



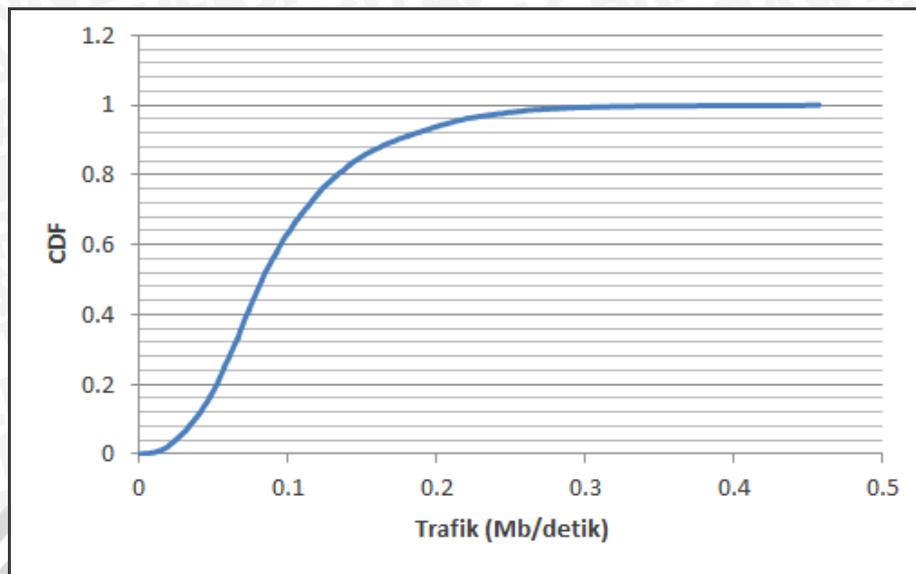
Gambar 4.19 Rata-rata Pengguna Aktif pada Akhir Pekan
Sumber : [Hasil dan Pembahasan]

4.1.1 Kecepatan Akses dari Pengguna Aktif

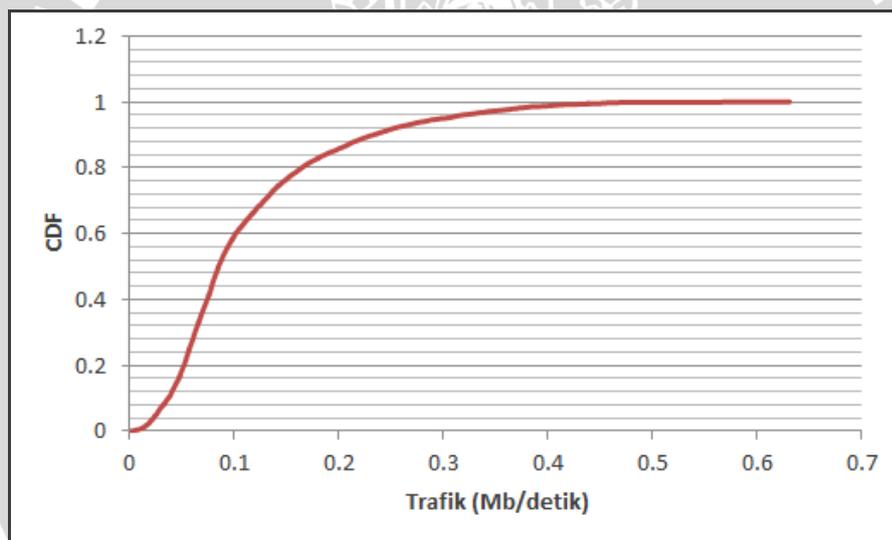
Kecepatan akses dari pengguna aktif didapatkan sesuai dengan **sub-bab 4.2.3** mengenai statistik media akses dengan hasil berupa grafik penggunaan Internet baik pada hari kerja maupun akhir pekan. Selanjutnya, hasil dari jumlah pengguna akan dibagi dengan kecepatan akses guna mendapatkan persentase atau model dari pengguna Internet berdasarkan kecepatan akses.

4.1.2 Model Pengguna Internet

Seperti pada **Gambar 4.20**, berdasarkan CDF tersebut terlihat bahwa 90% dari total pengguna Internet PTIIK mendapatkan kecepatan akses (Mbps) kurang dari 0.2 Mbps. **Gambar 4.21** menunjukkan CDF dari pengguna pada jaringan nirkabel (*wireless*). Terlihat bahwa 90% pengguna pada jaringan nirkabel (*wireless*) mendapatkan trafik *download* kurang dari 0.3 Mbps.



Gambar 4.20 CDF Total Pengguna Internet Berdasarkan Rata-rata Volume Trafik
 Sumber : [Hasil dan Pembahasan]



Gambar 4.21 CDF Pengguna Internet Jaringan Nirkabel Berdasarkan Rata-rata Volume Trafik
 Sumber : [Hasil dan Pembahasan]

BAB V PENUTUP

Bab V Penutup berisi kesimpulan dan hasil dari analisis yang dilakukan pada bab sebelumnya serta saran untuk penelitian sejenis selanjutnya.

5.1 KESIMPULAN

- Memantau data penggunaan Internet di jaringan Kampus PTIIK menggunakan sebuah *tools monitoring* yaitu NetFlow.
- NFDUMP merupakan *tools* pendukung NetFlow, NFDUMP digunakan dalam *post-processing* data yang didapatkan dari hasil pengumpulan NetFlow terkait penggunaan Internet pada jaringan area Kampus PTIIK Universitas Brawijaya
- Memodelkan dan menganalisis profil dari penggunaan Internet di area jaringan Kampus PTIIK Universitas Brawijaya berdasarkan volume akses (*bytes*), kecepatan akses (Mbps), periode waktu (hari kerja dan akhir pekan), protokol aplikasi, lokasi akses dan jumlah pengguna. Hasil dari proses analisis didapatkan kesimpulan sebagai berikut :
 - Protokol dan Aplikasi
 - Penggunaan protokol pada jaringan keseluruhan PTIIK didominasi oleh protokol TCP sebesar 88% dan UDP sebesar 11%. Dari protokol TCP didapat penggunaan web sebesar 17.300 GB atau 99% selama 4 minggu penelitian.
 - Kategori aplikasi berdasarkan protokol TCP yang banyak digunakan pada jaringan PTIIK yaitu penggunaan HTTP sebesar 17.4 TB atau sebesar 99%.
 - Alamat IP sumber yang mendominasi jaringan PTIIK berasal dari Google Inc sebesar 47% (629.2 GB). Selanjutnya, 43% (584 GB) berasal dari PT. Indosat Tbk yang diduga digunakan sebagai google *cache* untuk terkoneksi dengan You Tube. 5% (72.3 GB) selanjutnya didominasi oleh Facebook.

- Kategori aplikasi berdasarkan protokol UDP yang banyak digunakan pada jaringan PTIIK yaitu penggunaan P2P sebesar 295.7 GB atau sebesar 92%.
- Media Akses
 - Total volume trafik menuju jaringan nirkabel mendominasi sebesar 62% sedangkan jaringan kabel hanya 38%.
 - Rasio penggunaan Internet pada jaringan nirkabel dengan jaringan kabel berdasarkan volume trafik (Mbps) selama rentang waktu penelitian adalah 3:1, sedangkan pada hari kerja rasio penggunaannya adalah sebesar 5:2 dan pada akhir pekan 6:1.
- Lokasi
 - Pada akhir pekan (*weekend*) Gedung D dan daerah disekitarnya mendominasi trafik *download* (bps) menuju jaringan nirkabel (*wireless*) sebesar 92% dan pada hari kerja (*weekday*) mendominasi sebesar 44%.
- Jumlah Pengguna
 - Terjadi peningkatan jumlah pengguna pada hari kerja yang dimulai dari pukul 07.00 sampai dengan 14.00. Jumlah pengguna tertinggi mencapai 1400 pengguna pada rentang pukul 13.00 - 14.00 (jam puncak).
 - Terjadi peningkatan jumlah pengguna pada akhir pekan yang dimulai dari pukul 15.00 sampai dengan 16.00 (jam puncak) dengan rata-rata jumlah pengguna tertinggi mencapai angka 450.
 - Sembilan puluh persen (90%) pengguna Internet pada jaringan keseluruhan PTIIK mendapatkan kecepatan akses (bps) kurang dari 0.2 Mbps dan 90% pengguna jaringan nirkabel (*wireless*) PTIIK mendapatkan kecepatan akses (bps) kurang dari 0.3 Mbps.

5.2 SARAN

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

- Perlu dilakukan penelitian mengenai metode yang digunakan dalam melakukan monitoring atau pengumpulan data terkait trafik Internet lebih lanjut agar mendapatkan data yang lebih *valuable* dan terbaru untuk kepentingan penelitian.
- Perlu menampilkan lebih banyak analisis menggunakan CDF berdasarkan data yang didapat sehingga dapat menemukan pola-pola baru yang lebih spesifik pada tiap bagiannya.
- Perlu dilakukan penyimpanan data hasil monitoring pada sebuah database dan selanjutnya terdapat proses otomasi yang menghasilkan analisis dari data tersebut hasil monitoring.



DAFTAR PUSTAKA

- [PRO-08] Proboyekti, Umi. "Pengantar Teknologi Informasi Prodi Sistem Informasi UKDW." 2008
- [UNI-14] Unit PPTI Universitas Brawijaya, 2014
- [SHA-11] Shafiq, M. Zubair, et al. "Characterizing and modeling internet traffic dynamics of cellular devices." Proceedings of the ACM SIGMETRICS joint international conference on Measurement and modeling of computer systems. ACM, 2011.
- [SAJ-09] Sajati, Haruno. "Memonitor Server Dengan Cacti." Jurusan Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto. 2009.
- [PRO-06] Procera Networks. "Broadband Network Traffic and Service Management Solution." 2006.
- [SET-10] Setyaningrum, Adhiana Tri. "ANALISIS DAN IMPLEMENTASI PEMISAHAN TRAFIK IIX DAN DAN INTERNASIONAL MENGGUNAKAN MIKROTIK." 2010.
- [BAM-08] Bambang, Wilfridus. "Sesi DHCP Server." FIT, UK Maranatha, Bandung. 2008
- [KIH-10] Kihl, Maria, et al. "Traffic analysis and characterization of Internet user behavior." Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT), 2010 International Congress on. IEEE, 2010.
- [HEN-08] Henderson, Tristan, David Kotz, and Ilya Abyzov. "The changing usage of a mature campus-wide wireless network." Computer Networks 52.14 (2008): 2690-2712.
- [IBR-08] Ibrahim, Noor Salwani Binti. (2008). "Development of Netflow Traffic Collector and Database." Tesis Malaysia Universiti.
- [OPE-13] Operasional PTIIK Universitas Brawijaya, 2013
- [GEA-09] Gea, Juliman Yasonasa. "Analisis Trafik Menggunakan MRTG Berbasis SNMP Pada Jaringan Kampus Universitas Sumatera

- Utara." (2009).
- [ZHA-10] Zhang, Yichi. "Residential network traffic and user behavior analysis." (2010).
- [KAT-05] Kattirtzis, Costas, et al. "Analyzing traffic across the Greek school network." Local and Metropolitan Area Networks, 2005. LANMAN 2005. The 14th IEEE Workshop on. IEEE, 2005.
- [CLE-09] Clegg, R. G., et al. "Challenges in the capture and dissemination of measurements from high-speed networks." Communications, IET 3.6 (2009): 957-966.
- [MEG-12] Megosurja, Raymond. ANALISIS DAN PERANCANGAN PEMISAHAN TRAFIK IIX DAN IX PADA JARINGAN CV. INNOVATION NETWORK. Diss. BINUS, 2012.
- [CHO-06] Cho, Kenjiro, et al. "The impact and implications of the growth in residential user-to-user traffic." ACM SIGCOMM Computer Communication Review. Vol. 36. No. 4. ACM, 2006.
- [GIT-02] Gite, Vivek G. "Linux shell scripting tutorial v1. 05r3: A beginner's handbook." Online version. Website: <http://www.freeos.com/guides/lstt>. Access date 12 (2002): 01-06.
- [VIS-12] Visockas, Vilius. "Comparing Expected and Real-Time Spotify Service Topology." (2012).
- [HAA-11] Haag, Peter. "NFDUMP-NetFlow processing tools." URL: <http://nfdump.sourceforge.net> (2011).
- [CLA-04] Claise, Benoit. "Cisco systems NetFlow services export version 9." (2004).
- [SOI-09] So-In, Chakchai. "A Survey of Network Traffic Monitoring and Analysis Tools." Cse 576m computer system analysis project, Washington University in St. Louis (2009).
- [SUB-07] Subhan, Ach. "Modul Praktikum IV Shell Programming." 2007.
- [ERI-05] Erick. "Microsoft Excel." 2005
- [INT-14] Internet Growth Statistics. 2014.

<http://www.internetworldstats.com/>, diakses pada tanggal 24

April 2014

[CIT-13] Citizenlab. 2013. “An Overview of Indonesian Internet Infrastructure and Governance”,

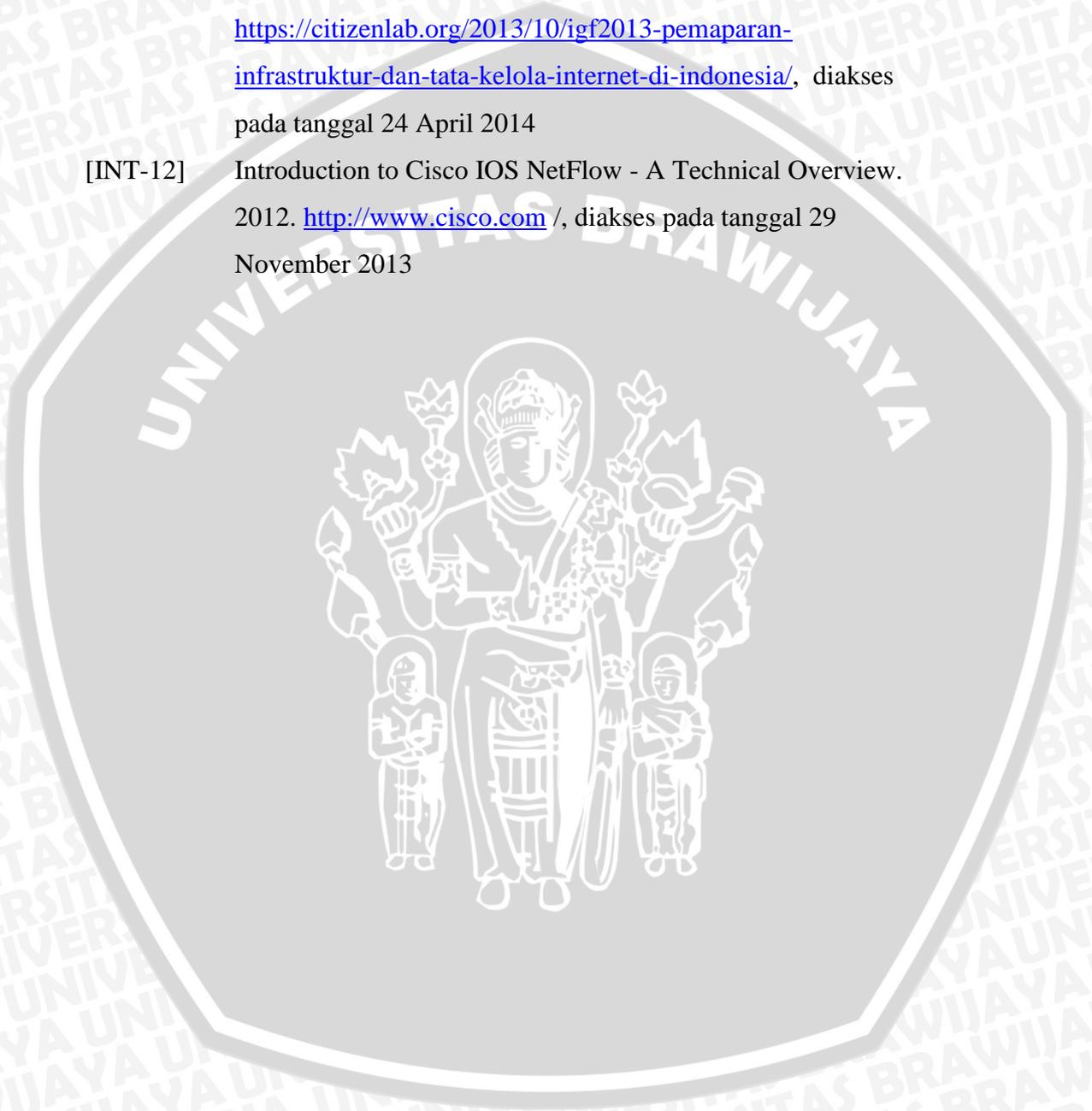
<https://citizenlab.org/2013/10/igf2013-pemaparan->

[infrastruktur-dan-tata-kelola-internet-di-indonesia/](https://citizenlab.org/2013/10/igf2013-pemaparan-infrastruktur-dan-tata-kelola-internet-di-indonesia/), diakses pada tanggal 24 April 2014

[INT-12] Introduction to Cisco IOS NetFlow - A Technical Overview.

2012. <http://www.cisco.com/>, diakses pada tanggal 29

November 2013



LAMPIRAN

Lampiran 1.

total.sh

```
for j in `seq -w 03 30`
do
  for i in `seq -w 00 23`
  do echo -ne "03/$j $i:00:00 "
    nfdump -R 03/$j/$i/ -A dstip,proto -z -o "fmt:%da %pr
%byt %bps" '(dst net 172.21.0.0/20 or dst net
172.21.16.0/22)' | tail -4 | head -1 | awk -F , '{print $2,
$4}'
  done
done
```

File Bash Mengumpulkan Data Hasil Agregasi

Penjelasan dari **File Bash** adalah sebagai berikut:

- for j in `seq -w 03 30` perulangan untuk folder tanggal
- for i in `seq -w 00 23` perulangan untuk folder jam
- nfdump nama aplikasi yang digunakan dalam *processing* data
- -R 03/\$j/\$i/ sintak ini menunjukkan menampilkan data dari direktori 03/dengan perulangan tanggal/perulangan jam
- -A dstip,proto berfungsi untuk mengagregasi data berdasarkan alamat IP tujuan dan protokolnya
- -z -o "fmt: %da %pr %byt %bps" data ditampilkan dengan format *extended* dan hanya ditampilkan da: *destination address*, pr: protokol, byt: *bytes*, bps: *bytes per second*
- dst net 172.21.0.0/20 or dst net 172.21.16.0/22 hanya menampilkan data yang menuju *range* dari alamat IP di atas

- tail -4 | head -1 mengambil data baris ke-empat dari bawah dan satu dari atas setelah mengambil baris ke-empat dari bawah
- awk -F , '{print \$2, \$4}' menampilkan hasil filter pada satu baris yang ditentukan di atas kemudian hanya mengambil data setelah spasi ke-dua dan setelah spasi ke-empat yaitu total *bytes* dan rata-rata *bps*.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 2.

user_model_total.sh

```
for j in `seq -w 03 30`
do
  for i in `seq -w 00 23`
  do
    for k in `seq -w 00 05 55`
    do echo -ne
"03/$j/nfcapd.201403$j$i$k $i:$k:00 "
      nfdump -R 03/$j/$i/nfcapd.201403$j$i$k -A
dstip -z -o "fmt:%da %byt %bps" '(dst net 172.21.0.0/20 or
dst net 172.21.16.0/22 and bytes > 100k)' | tail -4 | head -
1 | awk -F, '{print $2, $4}'
    done
  done
done
```

File Bash Mengumpulkan Data Hasil Agregasi Penggunaan Internet per 5 menit

user_model_total_line.sh

```
for j in `seq -w 03 30`
do
  for i in `seq -w 00 23`
  do
    for k in `seq -w 00 05 55`
    do echo -ne "03/$j/nfcapd.201403$j$i$k $i:$k:00 "
      nfdump -q -R 03/$j/$i/nfcapd.201403$j$i$k -A
dstip -z -o "fmt:%da" '(dst net 172.21.0.0/20 or dst net
172.21.16.0/22 and bytes > 100k)' | wc -l
    done
  done
done
```

File Bash Mengumpulkan Jumlah Line dari Data Hasil Agregasi

Penjelasan dari kedua **File Bash** adalah sebagai berikut:

- for j in `seq -w 03 30` perulangan untuk folder tanggal
- for i in `seq -w 00 23` perulangan untuk folder jam
- for k in `seq -w 00 05 55` perulangan untuk mengambil file nfcapd tiap 5 menit

- nfdump nama aplikasi yang digunakan dalam *processing* data
- -R 03/\$j/\$i/ sintak ini menunjukkan menampilkan data dari direktori 03/dengan perulangan tanggal/perulangan jam
- -A dstip,proto berfungsi untuk mengagregasi data berdasarkan alamat IP tujuan dan protokolnya
- -z -o "fmt: %da %pr %byt %bps" data ditampilkan dengan format *extended* dan hanya ditampilkan da: *destination address*, pr: protokol, byt: *bytes*, bps: *bytes per second*
- dst net 172.21.0.0/20 or dst net 172.21.16.0/22 hanya menampilkan data yang menuju *range* dari alamat IP di atas
- bytes > 100k hanya menampilkan trafik dengan total volume trafik lebih dari 100 k
- tail -4 | head -1 mengambil data baris ke-empat dari bawah dan satu dari atas setelah mengambil baris ke-empat dari bawah
- awk -F , '{print \$2, \$4}' menampilkan hasil filter pada satu baris yang ditentukan di atas kemudian hanya mengambil data setelah spasi ke-dua dan setelah spasi ke-empat yaitu total *bytes* dan rata-rata bps.
- | wc -l berfungsi menampilkan jumlah baris pada sebuah file yang merepresentasikan jumlah pengguna

Lampiran 3.

Salah satu contoh luaran pemrograman Shell, **total.sh**:

Akhir Pekan				total	wifi	wire
8_9	15_16	22_23	29_30	average	average	average
8942123	46879642	52751161	51334261	39976796.75	34669830.5	5306966.25
15742881	47589555	53863048	36802955	38499609.75	35157388.25	3342221.5
11776356	31381743	61494223	32863702	34379006	31211235.25	3167770.75
22872253	35741138	41604493	34974220	33798026	30350740	3447286
13679942	44338183	32330882	23192991	28385499.5	25397478.75	2988020.75
20551279	30502541	33084888	16240315	25094755.75	23152572.25	1942183.5
17452486	23027801	23761819	10505231	18686834.25	15532513.75	3154320.5
11601158	31925508	24145361	13585797	20314456	16557085	3757371
16055581	37515110	34465571	28460035	29124074.25	25649629.25	3474445
25209202	56496702	68671416	52410235	50696888.75	30110596.75	20586292
38756199	65210362	54632748	76475891	58768800	36212231	22556569
44737786	56676923	50831280	66063608	54577399.25	38054106.25	16523293
28644458	34350589	41757244	93649429	49600430	34863367.75	14737062.25
33497494	33314178	37708088	49583543	38525825.75	32155430.75	6370395
35349472	36647959	45857090	30865774	37180073.75	32876517.25	4303556.5
38846054	32402927	49795613	10886916	32982877.5	30180392	2802485.5
46259291	35684446	41236297	38628483	40452129.25	34292536.25	6159593
39057043	42020269	36824501	33477462	37844818.75	31916829.25	5927989.5
33848931	31200338	32737174	30832532	32154743.75	28868986.5	3285757.25
36778942	31521316	34630103	33181575	34027984	32640621.5	1387362.5
40041801	31117399	37786341	36350199	36323935	35068063.75	1255871.25
53353885	37932133	42262948	30504206	41013293	36511050.75	4502242.25
56933496	45366816	54028820	31156448	46871395	44870498	2000897
32704961	28756516	38467760	38759109	34672086.5	32190797.5	2481289
49080664	44100891	39906507	55747882	47208986	43143204.25	4065781.75
46224475	32126513	40380727	43431461	40540794	37331281	3209513
42432877	37219994	34318690	32037728	36502322.25	34961378.25	1540944
44190655	36456882	33374679	26415831	35109511.75	33915816.5	1193695.25
45080615	38885032	28955873	16223700	32286305	30468301	1818004
33949049	37908044	17464404	17390329	26677956.5	25172414.5	1505542
30804289	48391890	33422623	19308176	32981744.5	31075754.75	1905989.75
28752306	32209214	24584836	19542738	26272273.5	24417962.25	1854311.25
25425252	39539949	33043591	18528244	29134259	27295628.25	1838630.75
46448728	58176064	47875737	30061126	45640413.75	31054471	14585942.75
45054167	55087304	61269244	45209240	51654988.75	29095740.5	22559248.25
38722616	60973691	19813581	55582762	43773162.5	24625164.75	19147997.75
50841695	50573475	25230069	90583016	54307063.75	27752209.5	26554854.25
40280625	29433890	4126923	30930757	26193048.75	22122381.5	4070667.25
44319314	36564153	3983887	23349813	27054291.75	22809783	4244508.75
39454243	39470357	4267543	25641161	27208326	23377317	3831009
35194106	31323344	4603603	41123056	28061027.25	24649366.75	3411660.5
33677085	27873484	4578939	42432218	27140431.5	23929947.25	3210484.25

40451299	24567308	5572494	34394751	26246463	23595943.25	2650519.75
27882577	24877482	8117921	28610869	22372212.25	18726724.5	3645487.75
22099301	27737729	9675705	27707842	21805144.25	18807208	2997936.25
26697895	28511706	31382576	32419571	29752937	27679717.5	2073219.5
35656958	46487993	29154483	46987199	39571658.25	37512797	2058861.25
20876083	24671002	40495685	46189650	33058105	30560973	2497132



Hari Kerja				total	wifi	wire
3_7	10_14	17_21	24_28	average	average	average
18568384	27922557	28115068	40704245	28827563.5	25049516	3778047.5
24195050	30186995	15218751	25142471	23685816.8	19977909	3707907.75
22340371	32740063	7870387	20331795	20820654	15230810.75	5589843.25
19490233	29215283	14121256	18325329	20288025.3	14029254.25	6258771
14493177	21280715	12952133	3371102	13024281.8	9464316	3559965.75
12055563	9718820	14659470	8226038	11164972.8	7300076.75	3864896
12933615	13333959	14623516	9831375	12680616.3	7301123	5379493.25
57510876	61035153	57143216	48343050	56008073.8	33039371.5	22968702.3
74846480	74041582	20673808	84390164	63488008.5	39429292	24058716.5
74795700	79601771	1003683	48458473	50964906.8	34117248.75	16847658
86266423	63879564	93679816	108864064	88172466.8	58367838	29804628.8
85223104	64805436	127846077	122414201	100072205	61167394	38904810.5
90062260	86798725	98661700	100794242	94079231.8	54599449	39479782.8
73776364	90474798	102023505	91503310	89444494.3	49454690	39989804.3
61129464	103977482	106062925	110019959	95297457.5	60116394.25	35181063.3
83588911	97692858	85098809	85600589	87995291.8	57359185.75	30636106
60259270	58612084	82481335	72667268	68504989.3	43587405	24917584.3
58584777	75236728	65777367	90884305	72620794.3	50092406.5	22528387.8
81881997	58747426	68273809	82351967	72813799.8	50285087.5	22528712.3
69529253	82672902	81131459	58977618	73077808	47633048.5	25444759.5
71510784	75876013	77459984	57870542	70679330.8	46324985.75	24354345
65548801	47942558	39870469	58826056	53046971	36140670.75	16906300.3
84293917	43410621	43086407	82875139	63416521	51976519	11440002
42498156	32766379	38180848	65414564	44714986.8	37110314.25	7604672.5
20240989	42821093	36338772	51270609	37667865.8	33473656.5	4194209.25
17066242	34792058	36670446	35416867	30986403.3	27720377.5	3266025.75
12832743	23078138	31101164	30895226	24476817.8	20422593.5	4054224.25
11073168	17750876	38390279	23701212	22728883.8	18845856.25	3883027.5
7715696	19463000	20093733	19564308	16709184.3	13264872.75	3444311.5
8980451	15069730	20777321	17148237	15493934.8	13209884.75	2284050
	29353848	12652541	19033449	20346612.7	18411683.67	1934929
	73918852	43612898	56394211	57975320.3	43216563	14758757.3
	105266215	87434655	80248028	90982966	55478259.67	35504706.3
60083260	88011729	74799179	99353763	80561982.8	53004256.5	27557726.3
79664501	95557772	72424735	103119682	87691672.5	58305752.75	29385919.8
96933966	80361938	86319371	92013692	88907241.8	56017944.75	32889297
99217447	40208049	81250372	78554076	74807486	43031148.75	31776337.3
92308314	47270772	82869480	91269635	78429550.3	45736694.75	32692855.5
71842142	71800107	82627315	78473774	76185834.5	42959076.25	33226758.3
72631261	88993139	84077895	68197658	78474988.3	45144303.25	33330685
154121137	99599262	78277495	71840568	100959616	69767150.75	31192464.8
97998347	96442376	77326114	63289384	83764055.3	62356003.5	21408051.8
80638988	73267346	45513956	61357584	65194468.5	47732767.75	17461700.8
103643897	63786523	68269054	77270668	78242535.5	62485272.5	15757263
47348508	51013013	61864712	63600354	55956646.8	46143385.5	9813261.25
31919914	36847618	35916819	45227619	37477992.5	29309378.25	8168614.25
42878805	42892618	49943728	45600509	45328915	40857576.75	4471338.25
11219721	31210592	35074535	38132706	28909388.5	23465231.75	5444156.75
17369776	31913590	34134270	47226775	32661102.8	27877800.75	4783302
14651870	37375987	29522123	33698720	28812175	23351332.75	5460842.25
21124831	31216228	21440194	28108807	25472515	20887376.25	4585138.75
15276185	17036312	18555392	24122224	18747528.3	13905759.25	4841769
12417532	20754077	11817285	12067910	14264201	9015716.5	5248484.5
14577177	18196504	13220553	11202510	14299186	8708670	5590516
16582219	21232214	14991104	19161788	17991831.3	10724667.25	7267164



46705464	59672107	41306769	78471303	56538910.8	41314574.75	15224336
58156201	71223691	61943676	95236673	71640060.3	50120505.25	21519555
71453976	67904224	64667841	59171302	65799335.8	47184125.75	18615210
96351227	73265578	86162579	55242673	77755514.3	48876478.25	28879036
100695721	72910435	119150158	83703309	94114905.8	60082835.25	34032070.5
84298263	81043509	106176224	82039530	88389381.5	58628701.25	29760680.3
85402778	82654303	71238836	78715618	79502883.8	49421314.25	30081569.5
79471007	84762482	76391802	82032833	80664531	49739902.75	30924628.3
80245327	101629439	72049284	62864157	79197051.8	52998690.25	26198361.5
79420678	96195399	71743305	82143561	82375735.8	54719667.25	27656068.5
102664010	74152920	75390650	101119543	88331780.8	59397554.75	28934226
72449500	64937458	61506774	74260258	68288497.5	50413993.25	17874504.3
68106895	57897543	55420504	72570831	63498943.3	49069465.75	14429477.5
55730528	46737401	40842047	44093048	46850756	38816611.75	8034144.25
71797862	39529661	33781693	32165680	44318724	32169422.75	12149301.3
39626604	48219376	45229642	53730157	46701444.8	38762349.5	7939095.25
33232055	45865494	31084836	61336730	42879778.8	37666065.25	5213713.5
30477031	45754364	42018365	58726205	44243991.3	37879853	6364138.25
29571189	25700930	40988626	58118494	38594809.8	33182339	5412470.75
25011295	12203689	31301317	23121239	22909385	20226973.75	2682411.25
23425725	11245173	16207269	39917244	22698852.8	19727417.75	2971435
16491820	11333173	11398248	39553125	19694091.5	17498636	2195455.5
12185487	5086063	22091926	26543438	16476728.5	13873503.5	2603225
16549303	15956778	12802226	27640007	18237078.5	14232185.5	4004893
78105939	57027412	64807931	55126760	63767010.5	46361789.75	17405220.8
87427016	77759540	91881786	89007574	86518979	56653205.5	29865773.5
106244612	66231791	104843596	90387907	91926976.5	51928816.75	39998159.8
87471161	79318994	66543494	73158555	76623051	52247719	24375332
79148933	96983621	72516314	99094120	86935747	51837188.25	35098558.8
57018399	105202203	90939418	83833495	84248378.8	55842638.25	28405740.5
73403434	95363938	84977095	88246299	85497691.5	59100822.75	26396868.8
64984196	78506594	101296063	97812127	85649745	58310443.5	27339301.5
57588295	84619188	104454991	85075189	82934415.8	57135235	25799180.8
78054451	108063312	126038503	100191005	103086818	71202818.75	31883999
54021214	83977484	90770358	67146451	73978876.8	57361102.5	16617774.3
36178890	77608708	74621138	56087184	61123980	46984821.75	14139158.3
90494558	90816506	63544152	78456855	80828017.8	53949233.5	26878784.3
50631089	83995614	73816656	45429690	63468262.3	44907128.25	18561134
37262650	51359006	66394921	38266388	48320741.3	41132592.5	7188148.75
80197407	35781929	48291733	35254260	49881332.3	44730874	5150458.25
41091562	34245470	34941872	43755291	38508548.8	35134457.25	3374091.5
37032812	28727764	37253685	37814123	35207096	32539113.5	2667982.5
29227697	26220631	39897433	29481678	31206859.8	28048127.75	3158732
26839480	29035693	26627853	30361287	28216078.3	25259382.25	2956696
37552527	23401280	15484168	25045227	25370800.5	22230421	3140379.5
32507477	23992682	17320299	18263296	23020938.5	20260219	2760719.5
15854770	29026865	12710286	19418469	19252597.5	16442298	2810299.5
13896763	30962230	28642144	23678680	24294954.3	20376997.5	3917956.75
47647609	89348138	43032714	77945246	64493426.8	44625117.5	19868309.3
67990011	80718198	77837652	98518474	81266083.8	49510478	31755605.8
88424403	108205150	82324109	80109170	89765708	60652395.5	29113312.5
56972838	72844317	53151594	78800237	65442246.5	47636474.25	17805772.3
51471639	46880561	44828504	49848358	48257265.5	35194621.5	13062644
64834389	49704397	45180396	54170774	53472489	36825116.75	16647372.3
47806897	72489389	82536617	73749717	69145655	43576870.75	25568784.3
53071442	58045916	109058394	89563961	77434928.3	47814855	29620073.3
64777484	76692475	112427683	84078487	84494032.3	56710733.5	27783298.8



84281434	108253000	102628265	75332840	92623884.8	63969521.5	28654363.3
47281389	116501448	102002017	76713389	85624560.8	55520121.75	30104439
41001303	91049894	86148626	56149582	68587351.3	48514337.25	20073014
51927160	59600759	77491959	55517613	61134372.8	47544469.75	13589903
59765108	44692696	61002182	27855836	48328955.5	41138908	7190047.5
61776491	40405716	51544600	27778780	45376396.8	40284874.5	5091522.25
70142765	47262700	54896061	30559133	50715164.8	44388634	6326530.75
12572913	61907979	51168053	37757949	40851723.5	37014863.75	3836859.75

