BAB IV
PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini membahas cara pengujian dari pengaturan *bandwidth* pada setiap teknik antrian sistem operasi, dalam hal ini yang menjadi objek penelitian adalah GNU/linux dan FreeBSD, hasil pengujian akan dibandingkan dengan teknik antrian di setiap sistem operasi. Tujuannya adalah untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan sistem, apakah sistem yang telah dibuat sesuai dengan apa yang direncanakan, dan bekerja secara efektif sesuai dengan yang diharapkan.

4.1 Tahap –Tahap Pengujian dan Pengambilan Data

Tahap – tahap pengujian dari sistem yang telah dirancang yaitu :

- Melakukan perubahan parameter batasan *bandwidth* yang berubah-ubah pada setiap teknik antrian di *router* dengan melihat jumlah paket yang diterima, paket yang dikirim, paket yang hilang, dan selisiah paket yang diterima dengan paket yang hilang menggunakan protokol ICMP.
- Melakukan pemeriksaan menggunakan protokol ICMP dengan parameter batasan *bandwidth* yang tetap (yang sesuai dengan keinginan) pada teknik antrian di router, namun jumlah *client* yang berubah-ubah. Dengan melihat jumlah paket yang diterima, paket yang dikirim, paket yang hilang, dan selisiahnya.
- Melakukan pemeriksaan *delay* keterlambatan waktu pengiriman paket dari *node* ke *node* atau lebih dikenal dengan *latency.*
- Melakukan pengambilan data pada perbedaan waktu kedatangan dari suatu paket ke penerima dengan waktu yang diharapkan, atau yang lebih dikenal dengan *jitter.*
- Mengambil data dari setiap *client* dengan beberapa tahap
    a. Pertama dilakukan dengan satu *client*
    b. Dua *client* dan
    c. Terakhir tiga *client.*

Data yang diambil adalah perubahan waktu dalam selang satu menit dan kecepatan mengunduh dari *client*, dengan besaran *file* yang di mengunduh sama besar dan keberhasilan mengunduh.

- Besarnya *file* yang di unduh menggunakan aplikasi *internet download manager* (IDM)

4.2 Persiapan Pengujian

Sebelum Pengujian dilakukan ada beberapa tahap yang harus diperiksa (*output* dapat dilihat di lampiran C) dalam tugas akhir ini yaitu :

- **Memeriksa Kartu Jaringan Router**

Sebelum pengujian dilakukan periksa terlebih dahulu *interface* jaringan pada router GNU/linux dan FreeBSD. Untuk memeriksa *interface* jaringan pada *router* gunakan perintah `Ifconfig`.

- **Memeriksa Service Server**

Dalam memeriksa *service-service* yang dibutuhkan dalam tugas akhir ini adalah *service* DHCP *serve*r yang digunakan, untuk melihat apakah DHCP *server* sudah berfungsi dapat di lihat menggunakan perintah.

```
tail –f /var/log/message
```

Perintah tersebut digunakan pada kedua sistem operasi yang akan diujikan. Dengan demikian semua *client* yang terhubung dalam jaringan router akan mendapatkan IP *Address* secara dinamis.

- **Memeriksa Firewall**

Selanjutnya adalah memeriksa apakah *firewall* sudah berjalan atau belum, karena jika *firewall* belum jalan maka *client* belum dapat terhubung ke jaringan luar (internet) untuk mengeceknya gunakan perintah berikut

- Pada sistem operasi GNU/linux.

```
iptables –L
iptables –t nat –L
```

- Untuk di sistem operasi FreeBSD

```
pfctl -s all
```

- **Memeriksa Teknik Antrian**

Setelah semua *client* terhubung pada jaringan (baik lokal maupun luar) selanjutnya mengecek apakah teknik antrian pembagian *bandwidth* sudah berjalan dengan baik atau tidak, maka untuk melihat apakah teknik antrian telah bekerja gunakan perintah di bawah ini :

- Untuk GNU/linux : `tc -s class show dev eth0`
- Untuk FreeBSD : `pfctl -vvsq`

4.3 Pengujian, Pengambilan Data Dan Analisa

Setelah sistem dipersiapkan dan semuanya berjalan dengan baik, selanjutnya adalah tahap pengujian dan pengambilan data sesuai dengan tahap-tahap yang telah ditetapkan berdasarkan sistem operasi yang digunakan.

- **Tahap Pertama**

Melakukan perubahan parameter batasan *bandwidth* yang berubah-ubah pada setiap teknik antrian di *router* dengan melihat jumlah paket yang diterima, paket yang dikirim, paket yang hilang, dan waktu pengiriman menggunakan protokol ICMP.

Untuk pengambilan datanya menggunakan perintah *ping* seperti gambar di bawah ini di ulang hingga perubahan parameter selesai dengan pengiriman paket sama rata yaitu 300 paket. Perintahnya yaitu:

```
ping www.google.com
```

- Pada sistem operasi GNU/Linux

Tabel 4.1 *Perubahan Parameter Bandwidth di GNU/linux.*

Parameter	Paket Dikirim	Paket Diterima	*Packet Loss*	Waktu (s)
Uprate = 8Kbit Downrate=16Kbit	300	269	5%	308,273
Uprate = 16Kbit Downrate=24Kbit	300	270	4%	299,280
Uprate = 24Kbit Downrate=32Kbit	300	272	6%	299,434
Uprate = 32Kbit Downrate=40Kbit	300	273	7%	300,464
Uprate = 40Kbit Downrate=48Kbit	300	277	7%	299,543
Uprate = 48Kbit Downrate=56Kbit	300	291	7%	299,493
Uprate = 56Kbit Downrate=64Kbit	300	289	6%	299,470
Uprate = 64Kbit Downrate=72Kbit	300	290	3%	299,476
Uprate = 72Kbit Downrate=72Kbit	300	286	4%	299,468
Uprate = 96Kbit Downrate=96Kbit	300	282	6%	299,424

- Pada sistem operasi FreeBSD

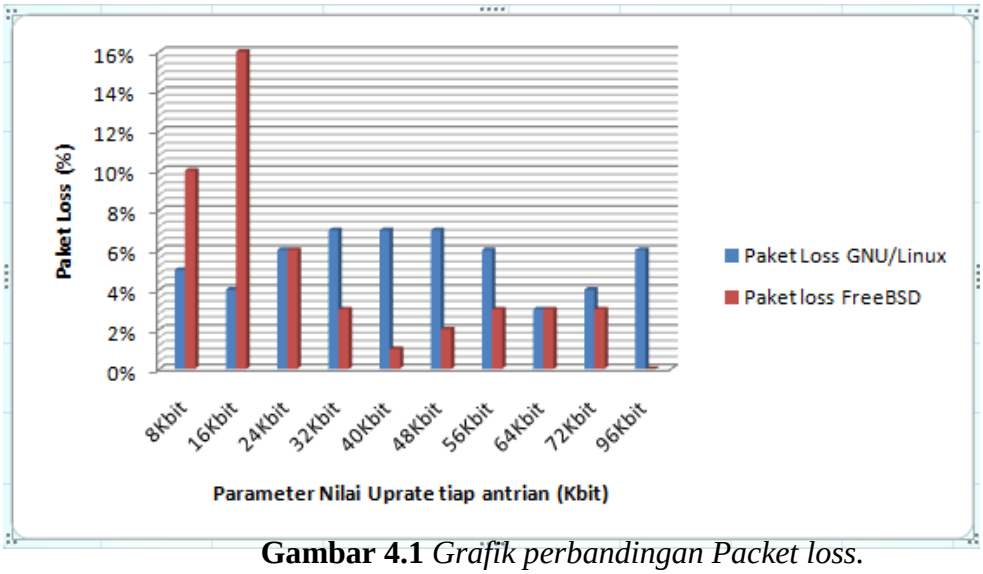
Tabel 4.2 *Perubahan Parameter Bandwidth di FreeBSD.*

Parameter	Paket Dikirim	Paket Diterima	*Packet Loss*	Waktu (s)
Int_if = 8Kbit Ext_if=16Kbit	300	256	10%	299,390
Int_if = 16Kbit Ext_if=24Kbit	300	252	16%	301,012
Int_if = 24Kbit Ext_if=32Kbit	300	280	6%	300,413
Int_if = 32Kbit Ext_if=40Kbit	300	290	3%	299,549
Int_if = 40Kbit Ext_if=48Kbit	300	297	1%	299,317
Int_if = 48Kbit Ext_if=56Kbit	300	292	2%	299,471
Int_if = 56Kbit Ext_if=64Kbit	300	290	3%	299,957
Int_if = 64Kbit Ext_if=72Kbit	300	291	3%	299,785
Int_if = 72Kbit Ext_if=96Kbit	300	290	3%	299,399
Int_if = 96Kbit Ext_if=96Kbit	300	300	0%	299,021

.

Dari data yang diambil pada percobaan pertama dapat dibandingkan dari sisi *packet loss*, paket diterima, dan waktu. Dengan merubah parameter besar *rate* pada tiap antrian di sistem operasi GNU/linux atau FreeBSD. Berikut adalah grafik perbandingan dari kedua teknik antrian pada sistem operasi GNU/linux dan FreeBSD.

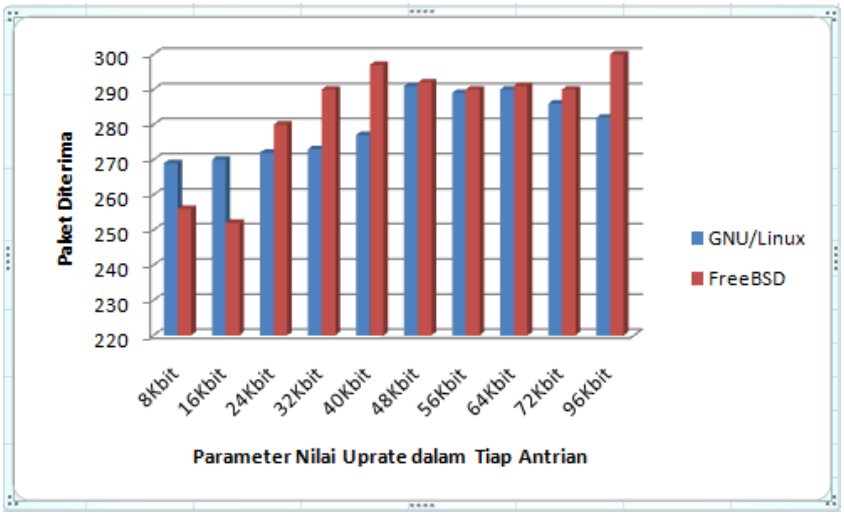
- *Packet Loss*



Gambar 4.1 *Grafik perbandingan Packet loss.*

Dari grafik perbandingan *packet loss* pada sistem operasi GNU/linux dan FreeBSD dapat dilihat ketika pertama kali paket dikirim, *packet loss* GNU/linux lebih kecil dibandingkan dengan FreeBSD, namun *packet loss* pada sistem operasi GNU/linux cenderung naik lebih besar *packet lossnya* dibandingkan dengan sistem operasi FreeBSD, meski awal paket dikirim FreeBSD lebih besar dari GNU/linux namun cenderung turun *packet lossnya*.

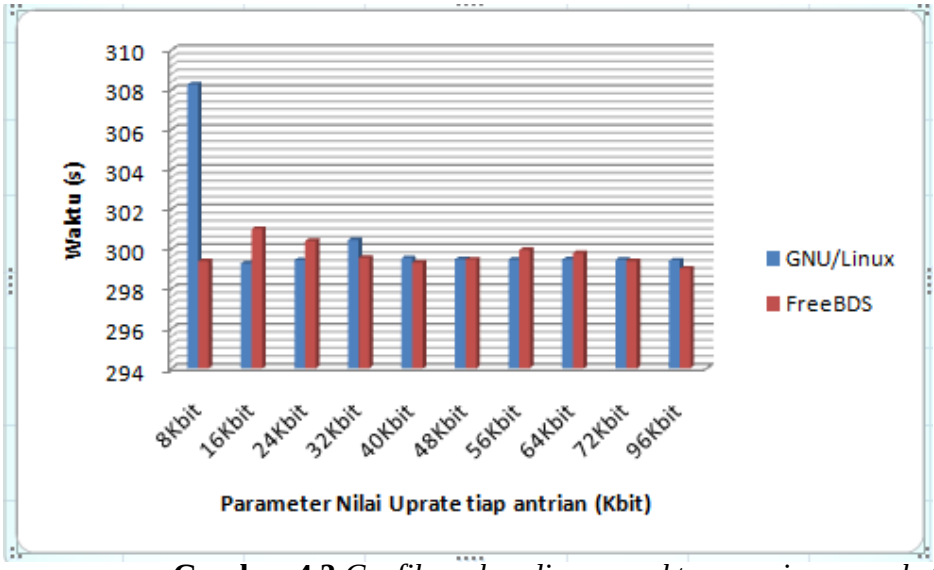
- Paket Diterima



Gambar 4.2 *Grafik perbandingan Paket diterima.*

Dari garik perbandingan paket diterima pada kedua sistem operasi, sistem operasi FreeBSD menunjukan kualitas dari penerimaan yang maksimal (mencapai maksimal paket yang dikirim) walaupun pada awalnya menerima paketnya lebih kecil dibandingkan GNU/linux. Sedangkan GNU/linux walaupun cenderung naik namun kenaikannya tidak terlalu signifikan dan tingkat maksimalnya belum terpenuhi.

- Waktu Penerimaan Paket



Gambar 4.3 *Grafik perbandingan waktu penerimaan paket.*

Dari grafik perbandingan waktu penerimaan paket (dalam besaran detik(s)) sistem operasi FreeBSD lebih stabil dalam penerimaan paket dibandingkan GNU/linux yang diawal-awal sempat melonjak hingga 309 detik walaupun akhirnya konstan dibawah 300 detik.

Dari tiga perbandingan grafik diatas sistem operasi FreeBSD sedikit lebih unggul dibandingkan sistem operasi GNU/linux dan dapat diambil parameter batasan *rate* pada teknik antrian di kedua sistem operasi GNU/linux dan FreeBSD adalah pada *rate* 48 Kbit atau setara dengan 6 Kbyte.

- **Tahap Kedua**

Melakukan pengecekan menggunakan protokol ICMP dengan parameter batasan *bandwidth* yang tetap (yang sesuai dengan keinginan) pada teknik antrian di *router*, namun jumlah *client* yang berubah-ubah. Dengan melihat jumlah paket yang diterima, paket yang dikirim, paket yang hilang, dan waktunya.

Untuk metode kedua, cara pengambilan datanya hampir sama seperti tahap pertama menggunakan perintah *ping*. Namun parameter *bandwidth*nya diambil yang terbaik, yang berubah adalah jumlah *client*nya.

- Pada sistem operasi GNU/Linux

Tabel 4.3 *Pengujian packet loss dengan 1 client.*

Jumlah client	Paket dikirim	Paket diterima	*Packet Loss*	Waktu(s)
1	300	300	0%	312,306

Tabel 4.4 *Pengujian packet loss dengan 2 client.*

Jumlah Client	Paket Dikirim	Paket diterima	*Packet Loss*	Waktu(s)
1	300	287	4%	299,343
2	300	292	2%	299,526
Rata-rata	300	289,50	3%	299,43

.

Tabel 4.5 *Pengujian packet loss dengan 3 client.*

Jumlah Client	Paket Dikirim	Paket diterima	*Packet Loss*	Waktu(s)
1	300	286	4%	299,480
2	300	291	3%	299,447
3	300	287	4%	299,371
Rata-rata	300	288	3,6%	299,432

Dari tabel pengambilan data pada GNU/linux ketika satu *client* tidak terdapat paket yang *loss* namun ketika menggunakan 2 dan 3 *client* terdapat paket *loss* yang cukup besar yaitu sekitar 3% dan 3,6%. Sehingga QoS pada *packet loss* di GNU/linux cukup tinggi *packet* yang lossnya.

- Pada sistem operasi FreeBSD

Tabel 4.6 *Pengujian packet loss dengan 1 client.*

Jumlah client	Paket dikirim	Paket diterima	*Packet Loss*	Waktu(s)
1	300	300	0%	300,198

Tabel 4.7 *Pengujian packet loss dengan 2 client*

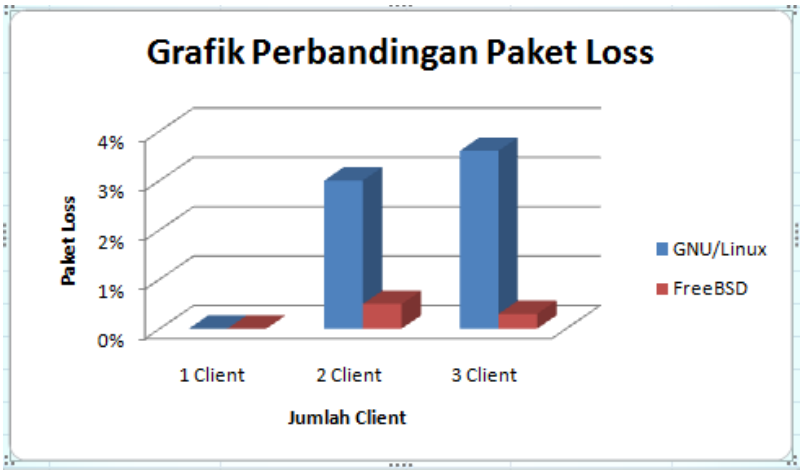
Jumlah Client	Paket Dikirim	Paket diterima	*Packet Loss*	Waktu(s)
1	300	296	1%	299,378
2	300	299	0%	332,988
Rata-rata	300	297,5	0,5%	316.183

Tabel 4.8 *Pengujian packet loss dengan 3 client*

Jumlah Client	Paket Dikirim	Paket diterima	*Packet Loss*	Waktu(s)
1	300	297	1%	299,209
2	300	299	0%	299,327
3	300	297	0%	305,830
Rata-rata	300	297,6	0,3%	301,455

Dari tabel pengambilan data pada FreeBSD ketika satu *client* tidak terdapat paket yang *loss* dan ketika menggunakan 2 dan 3 *client* tingkat kehilangan packet *loss* cukup stabil dengan nilai terbesar adalah 0,5% Sehingga QoS pada *packet loss* di FreeBSD sangat baik dibandingkan dengan GNU/linux.

Setelah melakukan metode pertama dan ditetapkan besaran *rate* untuk *bandwidth* masing-masing teknik antrian. Maka akan di analisa dari perubahan banyaknya *client*. Mulai dari satu, dua, dan tiga *client*, bahan perbandingannya diambil dari *packet loss*. Berikut adalah Grafik perbandingannya :



Gambar 4.4 *Grafik perbandingan Paket Loss.*

Dari ketiga grafik diatas, dengan *rate bandwidth* yang sama dapat dilihat sistem operasi FreeBSD lebih efisien dalam melakukan pengiriman, penerimaan paket, *packet loss* dan waktu dari jaringan luar. Meski perbandingannya tidak terlalu berbeda dengan GNU/linux namun dari *packet loss* GNU/linux lebih besar dibandingkan FreeBSD.

Hal ini disebabkan pada *firewall* GNU/linux melakukan pengecekan paket secara umum ke dalam prioritas-prioritas sedangkan pada FreeBSD paket-paket dibedakan berdasarkan protokol-protokol yang di definisikan sehingga langsung masuk kedalam teknik antrian.

- **Tahap Ketiga**

Melakukan pengamatan *delay* keterlambatan waktu pengiriman paket dari *node* ke *node* atau lebih dikenal dengan *latency.* Dengan demikian dapat terlihat sistem antrian mana yang mampu mengirim data lebih baik.

Pada tahap ketiga ini cara pengambilan datanya tetap menggunakan perintah ping, namun yang dilihat bukat paket terkirim dan *packet loss* tapi nilai maksimum, minimum dan rata-rata waktu pengiriman paket, perintahnya yaitu:

```
ping –c 10 –t 150 222.124.203.53
```

Artinya mengirimkan paket ke alamat DNS unikom, dengan besar paket adalah 150 Bytes dengan perulangan sebanyak 10 kali. Perintah tersebut dilakukan sebanyak 10 kali percobaan.

```
openrigi@mail:~> ping -c 10 -t 150 222.124.203.53
PING 222.124.203.53 (222.124.203.53) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 222.124.203.53: icmp_seq=1 ttl=59 time=1.06 ms
64 bytes from 222.124.203.53: icmp_seq=2 ttl=59 time=1.20 ms
64 bytes from 222.124.203.53: icmp_seq=3 ttl=59 time=0.957 ms
64 bytes from 222.124.203.53: icmp_seq=4 ttl=59 time=1.21 ms
64 bytes from 222.124.203.53: icmp_seq=5 ttl=59 time=1.04 ms
64 bytes from 222.124.203.53: icmp_seq=6 ttl=59 time=1.46 ms
64 bytes from 222.124.203.53: icmp_seq=7 ttl=59 time=1.26 ms
64 bytes from 222.124.203.53: icmp_seq=8 ttl=59 time=1.24 ms
64 bytes from 222.124.203.53: icmp_seq=9 ttl=59 time=1.20 ms
64 bytes from 222.124.203.53: icmp_seq=10 ttl=59 time=1.30 ms

--- 222.124.203.53 ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9011ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.957/1.196/1.462/0.139 ms
```

Gambar 4.5 *Cara pengambilan data tahap 3.*

- Pengamatan *latency* pada sistem operasi GNU/Linux

Tabel 4.9 *Pengujian Latency pada GNU/linux*

Pengujian	Min (ms)	Max(ms)	Rata-rata(ms)
1	1.145	273.05	125.10
2	1.196	200.46	40,07
3	1.170	79.349	15.67
4	1.158	229.08	38.25
5	1.175	322.05	91.86
6	1.112	165.35	60.98
7	1.167	561.29	82.58
8	1.088	893.77	223.64
9	1.185	215.63	64.83
10	1.086	187.45	43.65

- Pengamatan *latency* pada sistem operasi FreeBSD

Tabel 4.10 *Pengujian Latency pada FreeBSD*

Pengujian	Min (ms)	Max(ms)	Rata-rata(ms)
1	1.559	1.757	1.643
2	1.226	1.413	1.310
3	1.679	1.681	1.680
4	1.390	1.768	1.548
5	1.674	1.676	1.675
6	1.498	1.691	1.588
7	1.608	1.696	1.804
8	1.617	1.805	1.70
9	1.805	2.008	1.897
10	1.644	1.842	1.782

Bahan yang menjadi analisa adalah *latency* yaitu *delay* keterlambatan waktu pengiriman paket dari *node* ke *node*. Dengan demikian dapat terlihat sistem antrian mana yang mampu mengirim data lebih baik dari *client* ketika meminta sumber daya ke *server*. Jika delaynya lebih kecil maka jaringan tersebut bisa disebut dengan jaringan yang baik dan efisien.

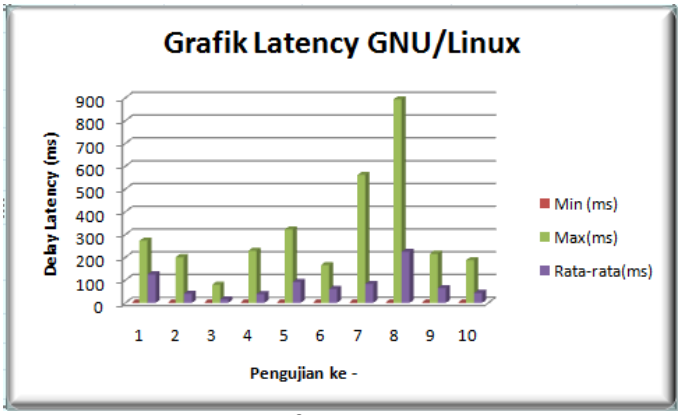
Bila secara teori sesuai dengan persamaan 2.1 maka *latency* yang terbaik adalah dibawah 50 ms di dapat dari persamaan:

$$Delay = \frac{packet_size \times 8}{line_speed} \times 1000 \text{ ms}.$$

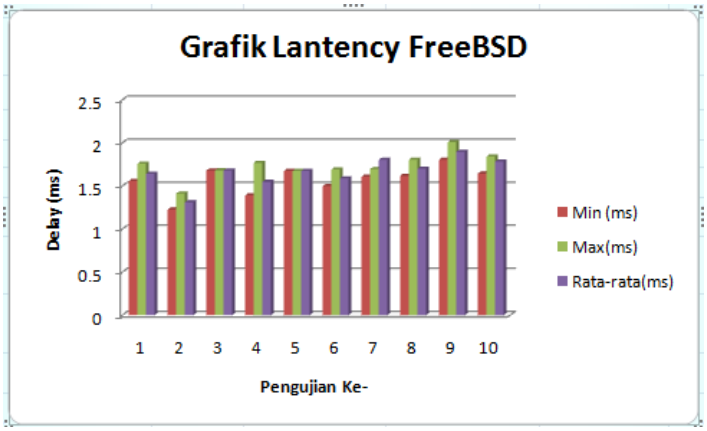
Sesuai dengan data yang digunakan maka didapat 50 ms sebagai maksimal dari *latency* dari perhitungan di bawah ini :

$$50\ ms = \frac{300\ ms * 8}{48} * 1000\ ms$$

Berikut adalah grafik yang diambil dari tabel pada metode ketiga :



Gambar 4.6 *Grafik Latency pada GNU/linux.*



Gambar 4.7 *Grafik Latency pada FreeBSD.*

Dari grafik diatas dapat di lihat perbedaan yang sangat signifikan antara sistem operasi GNU/linux dan FreeBSD, dari nilai waktu maksimal latency pada sistem operasi GNU/linux dapat mencapai hingga 900 ms. sedangakan pada FreeBSD hanya 2 ms, hal ini dapat disebabkan oleh traffik jaringan dan teknik antrian dalam melakukan *filtering* paket yang berlaku pada sistem operasi masing-masing. Berikut perhitungan dari rata-rata tiap sistem operasi :

- Untuk GNU/Linux mendapatkan rata-rata latency sebesar 52.12 ms

$$\frac{312.74\text{ms}*8}{48}*1000\text{ms}=52.12\,ms$$

- Untuk FreeBSD mendapatkan rata-rata latency sebesar

$$\frac{1.73\text{ms}*8}{48}*1000\text{ms}=0.288\,ms$$

Sehingga FreeBSD memiliki jaringan yang lebih efisien dan jaringan yang baik dalam *delay* penerimaan dan pengiriman paket karena berada di bawah waktu 50 ms.

- **Tahap Keempat**

Melakukan pengambilan data pada perbedaan waktu kedatangan dari suatu paket ke penerima dengan waktu yang diharapkan, atau yang lebih dikenal dengan *jitter*.

Pada tahap keempat pengambilan data menggunakan aplikasi *iperf* yaitu untuk mengetahui performa jaringan yang telah dibuat, mulai dari besar *bandwidth*, transfer paket dan waktu kedatangan paket. Perintahnya yaitu :

```
iperf –s –u –i 1
```

```
mail:~ # iperf -s -u -i 1
------------------------------------------------------------
Server listening on UDP port 5001
Receiving 1470 byte datagrams
UDP buffer size:   112 KByte (default)
------------------------------------------------------------
[  3] local 192.168.5.150 port 5001 connected with 192.168.5.100 port 35602
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth       Jitter   Lost/Total Datagrams
[  3]  0.0- 1.0 sec    128 KBytes  1.05 Mbits/sec  0.453 ms    0/   89 (0%)
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth       Jitter   Lost/Total Datagrams
[  3]  1.0- 2.0 sec    128 KBytes  1.05 Mbits/sec  0.037 ms    0/   89 (0%)
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth       Jitter   Lost/Total Datagrams
[  3]  2.0- 3.0 sec    126 KBytes  1.03 Mbits/sec  0.022 ms    1/   89 (1.1%)
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth       Jitter   Lost/Total Datagrams
[  3]  3.0- 4.0 sec    128 KBytes  1.05 Mbits/sec  0.188 ms    0/   89 (0%)
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth       Jitter   Lost/Total Datagrams
[  3]  4.0- 5.0 sec    128 KBytes  1.05 Mbits/sec  0.017 ms    0/   89 (0%)
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth       Jitter   Lost/Total Datagrams
[  3]  5.0- 6.0 sec    129 KBytes  1.06 Mbits/sec  0.026 ms    0/   90 (0%)
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth       Jitter   Lost/Total Datagrams
[  3]  6.0- 7.0 sec    125 KBytes  1.02 Mbits/sec  0.351 ms    1/   88 (1.1%)
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth       Jitter   Lost/Total Datagrams
[  3]  7.0- 8.0 sec    129 KBytes  1.06 Mbits/sec  0.523 ms    0/   90 (0%)
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth       Jitter   Lost/Total Datagrams
[  3]  8.0- 9.0 sec    128 KBytes  1.05 Mbits/sec  0.171 ms    0/   89 (0%)
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth       Jitter   Lost/Total Datagrams
[  3]  9.0-10.0 sec    128 KBytes  1.05 Mbits/sec  0.268 ms    0/   89 (0%)
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth       Jitter   Lost/Total Datagrams
[  3]  0.0-10.0 sec  1.25 MBytes  1.05 Mbits/sec  0.266 ms    3/  894 (0.34%)
```

Gambar 4.8 *cara pengambilan data menggunakan iperf.*

- Pengambilan data jitter pada GNU/linux

Tabel 4.11 *Pengambilan data jitter pada GNU/linux*

Interval (sec)	Transfer (Kbytes)	Bandwidth (Mbits/sec)	Jitter (ms)
0.0 - 0.1	126	1.05	0.012
0.1 - 0.2	126	1.03	0.011
0.2 – 0.3	129	1.06	0.009
0.3 – 0.4	128	1.05	0.001
0.4 – 0.5	128	1.05	0.001
0.5 – 0.6	129	1.06	0.001
0.6 – 0.7	128	1.05	0.002
0.7 – 0.8	128	1.05	0.003
0.8 – 0.9	126	1.03	0.002
0.9 – 0.10	129	1.06	0.002
0.0-10.0 sec	1.25 MBytes	1.05 Mbits/sec	0.002 ms

- Pengambilan data jitter pada FreeBSD

Tabel 4.12 *Pengambilan data jitter pada FreeBSD*

Interval (sec)	Transfer (Kbytes)	Bandwidth (Mbits/sec)	Jitter (ms)
0.0 - 0.1	128	1.05	0.002
0.1 - 0.2	128	1.05	0.002
0.2 – 0.3	128	1.05	0.003
0.3 – 0.4	128	1.05	0.003
0.4 – 0.5	128	1.05	0.003
0.5 – 0.6	129	1.06	0.002
0.6 – 0.7	128	1.05	0.002
0.7 – 0.8	128	1.05	0.003
0.8 – 0.9	128	1.05	0.002
0.9 – 0.10	128	1.05	0.002
0.0-10.0 sec	1.25 MBytes	1.05 Mbits/sec	0.003 ms

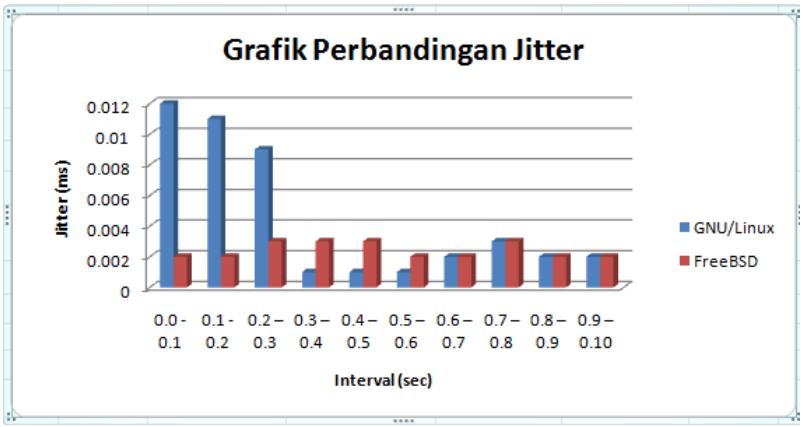
Analisa pada tahap Keempat adalah menganalisa *jitter*. *Jitter*, adalah perbedaan waktu kedatangan dari suatu paket ke penerima dengan waktu yang diharapkan. *Jitter* dapat menyebabkan sampling di sisi penerima menjadi tidak tepat sasaran, sehingga informasi menjadi tidak valid.

Terdapat empat kategori penurunan performansi jaringan berdasarkan nilai *peak jitter* sesuai dengan versi Tiphon, yaitu:

Tabel 4.13 Kategori performansi jaringan IP berdasarkan parameter *jitter*

Kategori Degradasi	*Peak jitter*
Sangat bagus	0 ms
Bagus	75 ms
Sedang	125 ms
Jelek	225 ms

Berikut adalah grafik perbandingannya :



Gambar 4.9 *Grafik Perbandingan Jitter.*

Dari grafik di atas terlihat kedua *server* yang mengunakan sistem operasi GNU/linux dan FreeBSD sama-sama berada di bawah kisaran *peak jitter* 75 ms. Namun sistem operasi FreeBSD lebih stabil dalam memindahkan atau perbedaan paket data dari satu *client* ke *client* lain atau ke *server* karena nilai *peak jitternya* konstan.

- **Tahap Kelima**

Tahap kelima ini adalah mengambil data dari setiap *client*, yang mengakses jaringan luar menggunakan FTP di luar jaringan lokal, dengan beberapa tahap

a. Melakukan percobaan tanpa menggunakan teknik antrian
b. Percobaan dilakukan dengan satu client
c. Dua *client* dan
d. Terakhir tiga *client.*

Data yang diambil adalah perubahan waktu dalam selang satu menit dan kecepatan mengunduh dari *client*, dengan besaran *file* yang di unduh sama besar.

a. Percobaan tanpa teknik antrian

Tabel 4.14 *Percobaan mengunduh tanpa teknik antrian.*

Besar File	Δ Waktu (dalam 1 menit)	Besar Bandwidth
299 MB	0 - 1	1.76 MB
	1 – 2	1.74 MB
	2 – 3	1.78 MB
	3 – 4	1.80 MB
	4 – 5	1.79 MB
	5 - 6	1.74 MB
	6 – 7	1.66 MB
	7 – 8	1.65 MB
	8 – 9	1.62 MB
	9 – 10	1.60 MB

b. Percobaan satu client

- **Pada sistem operasi GNU/linux**

Tabel 4.15 *Percobaan mengunduh satu client pada GNU/linux*

Besar File	Δ Waktu (dalam 1 menit)	Besar Bandwidth
299 MB	0 - 1	4.1 KB
	1 – 2	4.5 KB
	2 – 3	4.7 KB
	3 – 4	5.0 KB
	4 – 5	5.3 KB
	5 – 6	5.5 KB
	6 – 7	5.6 KB
	7 – 8	5.7 KB
	8 – 9	5.7 KB
	9 – 10	6.0 KB

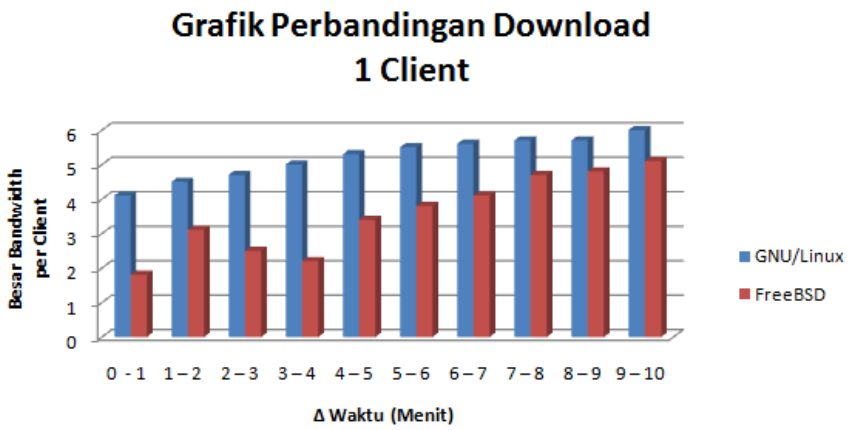
- **Pada sistem operasi FreeBSD**

Tabel 4.16 *Percobaan mengunduh satu client pada FreeBSD*

Besar File	Δ Waktu (dalam 1 menit)	Besar Bandwidth
299 MB	0 - 1	1.8 KB
	1 – 2	3.1 KB
	2 – 3	2.5 KB
	3 – 4	2.2 KB
	4 – 5	3.4 KB
	5 – 6	3.8 KB
	6 – 7	4.1 KB
	7 – 8	4.7 KB
	8 – 9	4.8 KB
	9 – 10	5.1 KB

Dari pengambilan data pada tahap kelima dilakukan proses unduh yang diambil data selang waktunya 1 menit dan di pecah menjadi beberapa *client*. Mulai dari satu, dua, dan tiga *client*. Dengan batasan *bandwidth* sebesar 48 Kbit atau 6 Kbyte yang telah ditetapkan pada tahap pertama.

Berikut adalah grafik perbandingan dari data yang telah diambil :



Gambar 4.10 *Grafik Perbandingan mengunduh 1 client.*

Dari grafik perbandingan mengunduh dengan 1 *client* menggunkan kedua sistem operasi GNU/linux dan FreeBSD sebagai *servernya*. *Server* yang menggunakan sistem operasi GNU/linux lebih baik proses mengunduhnya dibandingkan menggunakan FreeBSD karena lebih stabil di kisaran 6 Kbyte, sedangkan FreeBSD nilai mengunduhnya selalu berubah-ubah.

c. Percobaan dua client

- **Pada sistem operasi GNU/linux**

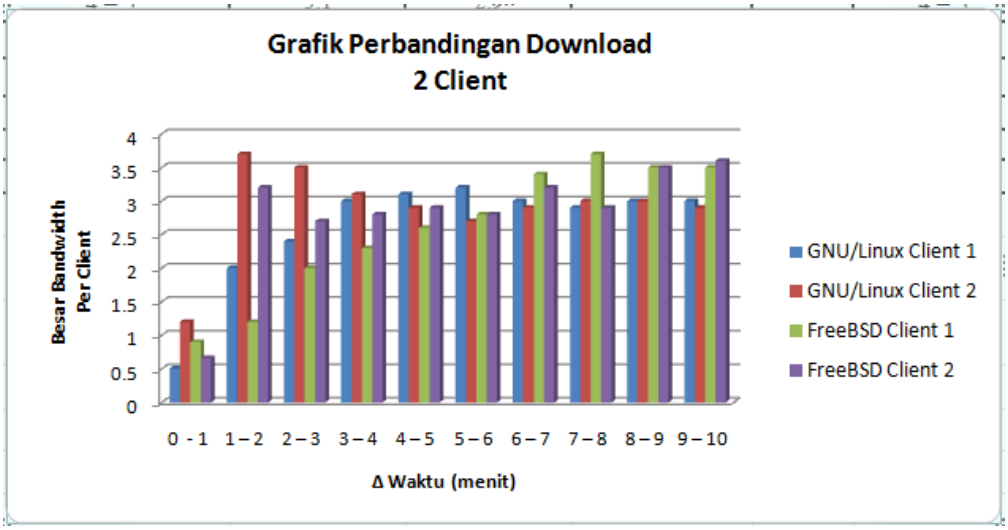
Tabel 4.17 *Percobaan mengunduh dua client pada GNU/linux*

Besar File	Δ Waktu (dalam 1 menit)	Besar Bandwidth	
		Client 1	Client 2
299 MB	0 - 1	505 Byte	1.2 KB
	1 – 2	2.0 KB	3.7 KB
	2 – 3	2.4 KB	3.5 KB
	3 – 4	3.0 KB	3.1 KB
	4 – 5	3.1 KB	2.9 KB
	5 - 6	3.2 KB	2.7 KB
	6 – 7	3.0 KB	2.9 KB
	7 – 8	2.9 KB	3.0 KB
	8 – 9	3.0 KB	3.0 KB
	9 – 10	3.0 KB	2.9 KB

- **Pada sistem operasi FreeBSD**

Tabel 4.18 *Percobaan mengunduh dua client pada FreeBSD*

Besar File	Δ Waktu (dalam 1 menit)	Besar Bandwidth	
		Client 1	Client 2
299 MB	0 - 1	0.9 KB	659 Byte
	1 – 2	1.2 KB	3.2 KB
	2 – 3	2.0 KB	2.7 KB
	3 – 4	2.3 KB	2.8 KB
	4 – 5	2.6 KB	2.9 KB
	5 - 6	2.8 KB	2.8 KB
	6 – 7	3.4 KB	3.2 KB
	7 – 8	3.7 KB	2.9 KB
	8 – 9	3.5 KB	3.5 KB
	9 – 10	3.5 KB	3.6 KB



Gambar 4.11 *Grafik Perbandingan mengunduh 2 client.*

Dari grafik perbandingan mengunduh dengan dua *client*, besaran unduh secara teori akan terbagi dua menjadi 3 Kbyte untuk *Client* satu dan sisanya untuk *client* 2. Sehingga dapat terlihat *server* yang menggunakan sistem operasi mana yang lebih adil. Maka dari pengambilan data terlihat bahwa *server* yang menggunakan sistem operasi GNU/linux lebih adil dibandingkan sistem operasi FreeBSD. Karena kedua *client* mendapat kisaran *bandwidth* yang sama rata. Walaupun berbeda tidak terlalu signifikan.

d. Percobaan tiga client

- **Pada sistem operasi GNU/linux**

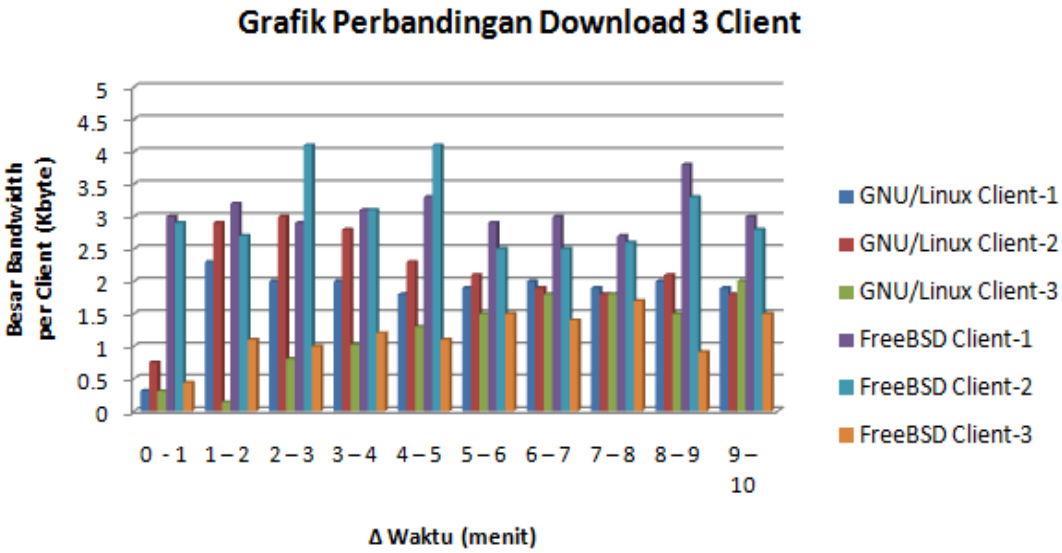
Tabel 4.19 *Percobaan mengunduh tiga client pada GNU/linux*

Besar file	Δ Waktu (dalam 1 menit)	Besar Bandwidth		
		Client 1	Client 2	Client 3
299 MB	0 - 1	311 Byte	749 Byte	307 Byte
	1 – 2	2.3 KB	2.9 KB	138 Byte
	2 – 3	2.0 KB	3.0 KB	805 Byte
	3 – 4	2.0 KB	2.8 KB	1.02 KB
	4 – 5	1.8 KB	2.3 KB	1.3 KB
	5 - 6	1.9 KB	2.1 KB	1.5 KB
	6 – 7	2.0 KB	1.9 KB	1.8 KB
	7 – 8	1.9 KB	1.8 KB	1.8 KB
	8 – 9	2.0 KB	2.1 KB	1.5 KB
	9 – 10	1.9 KB	1.8 KB	2.0 KB

- **Pada sistem operasi FreeBSD**

Tabel 4.20 *Percobaan mengunduh tiga client pada FreeBSD*

Besar file	Δ Waktu (dalam 1 menit)	Besar Bandwidth		
		Client 1	Client 2	Client 3
299 MB	0 - 1	3,0 KB	2.9 KB	436 Byte
	1 – 2	3.2 KB	2.7 KB	1.1 KB
	2 – 3	2.9 KB	4.1 KB	1.0 Byte
	3 – 4	3.1 KB	3.1 KB	1.2 KB
	4 – 5	3.3 KB	4.1 KB	1.1 KB
	5 - 6	2.9 KB	2.5 KB	1.5 KB
	6 – 7	3.0 KB	2.5 KB	1.4 KB
	7 – 8	2.7 KB	2.6 KB	1.7 KB
	8 – 9	3.8 KB	3.3 KB	909 Byte
	9 – 10	3.0 KB	2.8 KB	1.5 KB



Gambar 4.12 *Grafik Perbandingan Mengunduh 3 client.*

Untuk perbandingan dengan tiga *client* dapat dilihat grafiknya pada gambar di atas. Secara teori jika menggunkan 3 client maka tiap-tiap *client* akan mendapatkan *bandwidth* sebesar 2 Kbyte.

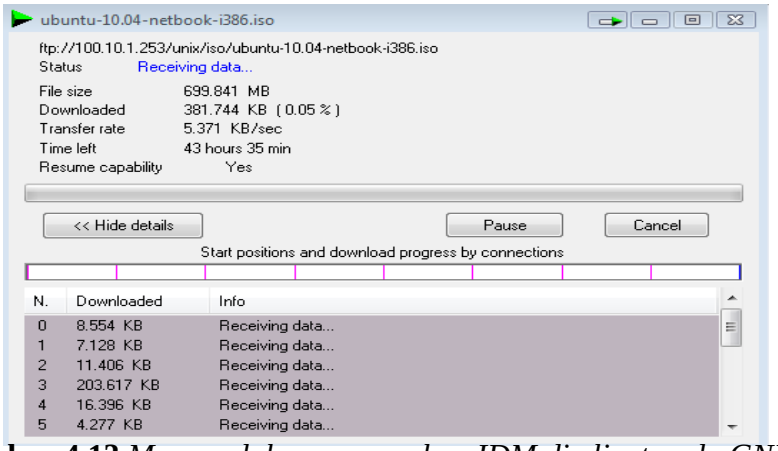
Jika dilihat dari grafik diatas *server* yang menggunkana GNU/linux lebih adil dan lebih mematuhi aturan dari teknik antrian. Sedangkan yang FreeBSD besaran *bandwidthnya* selalu berubah-ubah pada tiap *clientnya.*

- **Tahap Keenam**

Pada tahap terakhir ini akan diamati besarnya *file* yang di unduh menggunakan *download manager*, mengunakan aplikasi *internet download manager* (IDM), sehinnga dapat terlihat *server* mana yang mampu membagi *bandwidth* meskipun menggunakan IDM yang dapat mengambil *bandwidth* lebih banyak dari yang telah ditetapkan.

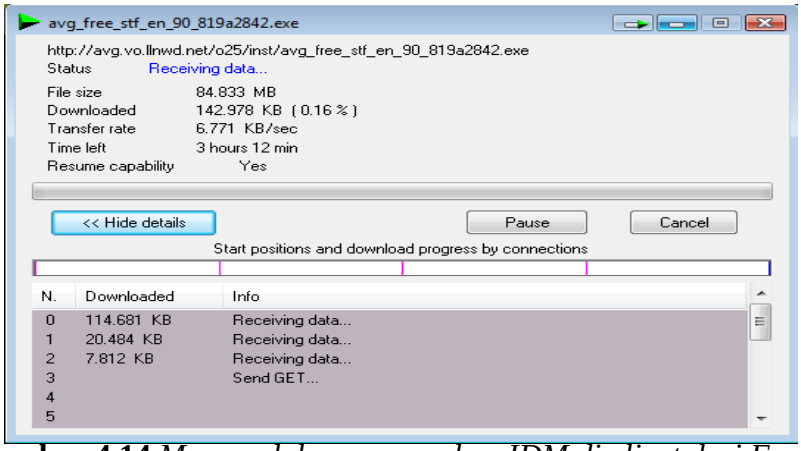
Berikut adalah gambar yang diambil ketika menggunakan IDM :

- Menggunakan Server GNU/Linux



Gambar 4.13 *Mengunduh menggunakan IDM di client pada GNU/Linux.*

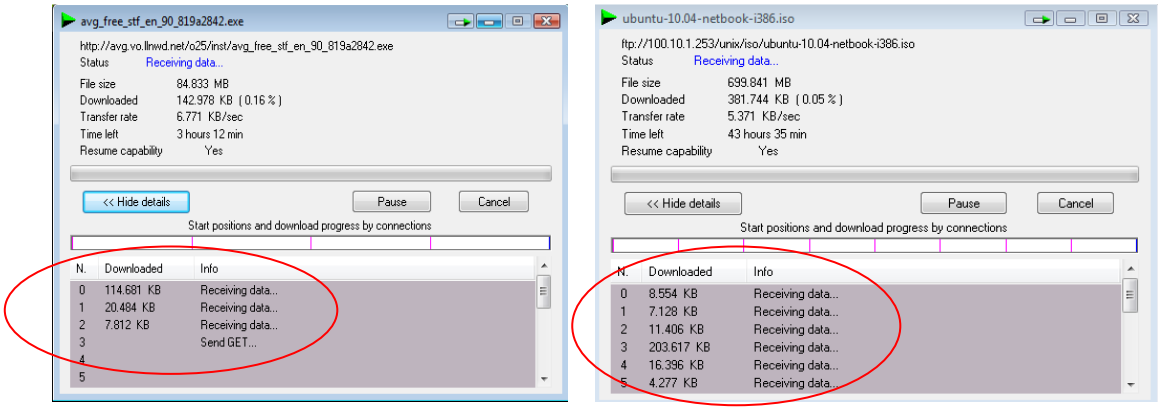
- Menggunakan Server FreeBSD



Gambar 4.14 *Mengunduh menggunakan IDM di client dari FreeBSD.*

.

Pada tahap uji coba mengunduh *file* menggunakan aplikasi *download manager* pada kedua sistem operasi tersebut, dapat dilihat dari gambar 4.3 dan 4.4 mengunduh *file* menggunakan *server* GNU/linux dapat mengambil data lebih dari 5 pengambilan data pada aplikasi *download manager*. Sedangkan pada *server* FreeBSD pengambilan data pada aplikasi *download manager* berada di bawah 5 pengambilan data. Sehingga *server* FreeBSD lebih baik dalam mengatur *bandwidth* meskipun menggunakan aplikasi *download manager*.



Menggunakan FreeBSD Menggunakan GNU/Linux

Gambar 4.15 *Perbandingan Mengunduh Menggunakan IDM.*

Dari pembahasan sebelumnya, diambil semua perbandingan dari tabel di bawah ini:

Tabel 4.21 *Tabel seluruh Perbandingan.*

No	Tahap-Tahap Perbandingan	GNU/Linux	FreeBSD	Keterangan
1	Nilai *Upload* *DownLoad* Terbaik	48 Kbit dan 56 Kbit	96 Kbit dan 96 Kbit	FreeBSD Lebih Besar lebih baik GNU/Linux hanya dibawah 7 kB baik
2	Paket *Loss* (%):			
	Satu *Client*	0%	0%	Dari sisi Packet Loss FreeBSD
	Dua *Client*	3%	0.50%	Lebih Baik
	Tiga *Client*	3.60%	0.30%	
	Paket Diterima			
	Satu *Client*	300	300	Begitu Juga dengan paket
	Dua *Client*	289.5	297.5	yang diterima FreeBSD lebih baik
	Tiga *Client*	288	297.6	
	Waktu (s)			
	Satu *Client*	312,306 s	300,198 s	Waktu penerimaan paket FreeBSD
	Dua *Client*	299,43 s	316.183 s	Lebih baik dari GNU/Linux
	Tiga *Client*	299,432 s	301,455 s	
3	*Latency* (ms)	52.12 ms	0.288 ms	FreeBSD Lebih baik nilai latency-nya
4	*Jitter* (ms)	0.012 ms	0.003 ms	FreeBSD Lebih baik nilai Jitter-nya
5	*Download (1 Client)*	Konstan	Tidak konstan	Gnu/Linux lebih baik
	Download (2 Client)	Terbagi rata konstan	Terbagi rata tapi tidak konstan	Gnu/Linux lebih baik
	Download (3 Client)	Terbagi rata konstan	Terbagi rata tapi tidak konstan	Gnu/Linux lebih baik
6	*Download* Menggunakan IDM	Terbatasi namun data yang diambil lebih dari 5 paket	Terbatasi dan data yang diambil kurang dari 5 paket	FreeBSD lebih baik

Dari tabel 4.21 terlihat dari poin 1 hingga poin 4, FreeBSD lebih baik dalam sisi packet loss yaitu paket yang dikembalikan oleh FreeBSD lebih baik dibandingkan GNU/linux, begitu juga dengan jitter dan latency yang merupakan perbedaan waktu kedatangan paket dan keterlambatan paket FreeBSD lebih handal sehingga dari sisi Quality of Service, FreeBSD dapat dikatakan sangat baik bila dibandingkan dengan GNU/linux.

Namun bila di lihat dari sisi mengunduh GNU/linux lebih baik dari FreeBSD dapat dilihat pada poin 5 hingga poin 6, ini dikarenakan firewall yang digunakan oleh GNU/linux lebih terfokus untuk menyaring paket-paket yang akan masuk ke teknik antrian HTB, sedangkan FreeBSD firewallnya selain menandai secara langsung perpaket untuk dimasukan ke teknik antrian CBQ dan menetapkan nilai uprate yang telah ditetapkan dalam teknik antriannya.