

ESTIMASI KEBUTUHAN BANDWIDTH INTERNET DI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO POLITEKNIK NEGERI LHOKSEUMAWE

Hanafi

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe
Email: hanafi_hf@pnl.ac.id

Abstrak – *Bandwidth* internet merupakan salah satu parameter utama yang menjadi ukuran oleh pengguna dalam mengakses jaringan internet. *Bandwidth* yang bagus akan membuat pengguna nyaman dalam mengakses situs-situs yang dikunjunginya. Oleh karena itu, penentuan kebutuhan *bandwidth* pengguna internet harus tepat. Pada penelitian ini dilakukan estimasi kebutuhan *bandwidth* internet di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe. Kebutuhan *bandwidth* dihitung untuk kondisi normal dan kondisi saat terjadi bencana. Penghitungan *bandwidth*, untuk kondisi normal, hanya untuk aktifitas di gedung utama dan gedung bengkel Jurusan Teknik Elektro. Pengguna internet berasal dari staf dosen, pejabat jurusan, staf PLP/Teknisi, staf administrasi, dan mahasiswa yang aktif mengakses internet di dua gedung tersebut. Perkiraan jumlah pengguna internet maksimum adalah 103 pengguna dengan asumsi 1 pengguna menggunakan 1 *workstation*. Kategori *bandwidth* per pengguna aktif dikelompokkan menjadi 3 kategori, yaitu kategori *bandwidth* rendah, sedang, dan tinggi, dengan kebutuhan *bandwidth* 80-100 Kbps kategori rendah, 100-250 Kbps kategori sedang, dan 250-500 Kbps kategori tinggi. Pada saat semua pengguna mengakses internet secara bersamaan, atau disebut dengan beban puncak, hasil penghitungan kebutuhan *bandwidth* rata-rata adalah 27 Mbps. Pada saat jam belajar berlangsung, sementara ada dosen dan mahasiswa mengakses *video streaming*, maka kebutuhan *bandwidth* rata-rata adalah 22 Mbps. Jika tidak ada dosen dan mahasiswa yang mengakses *video streaming* pada saat jam belajar, maka kebutuhan *bandwidth* rata-rata adalah 8,5 Mbps. Realita yang terjadi di lapangan adalah akses internet tidak terjadi secara bersamaan. Kebutuhan *bandwidth* rata-rata yang ditawarkan pada kondisi ini adalah 3 Mbps. Adapun kebutuhan *bandwidth* saat terjadi bencana adalah 300 Kbps.

Kata-kata kunci: *bandwidth, kebutuhan bandwidth, kategori bandwidth, pengguna internet*

Abstract – Internet bandwidth is one of the main parameters measured by users in accessing the internet network. Good bandwidth will make users comfortable in accessing the sites they visit. Therefore, the determination of the bandwidth requirements of internet users must be precise. In this study, an estimate of the internet bandwidth requirement was carried out in Electrical Engineering Department, Politeknik Negeri Lhokseumawe. Bandwidth requirements are calculated for normal conditions and conditions when a disaster occurs. The calculation of bandwidth, for normal conditions, is only for activities in the main building and workshop building of the Electrical Engineering Department. Internet users come from lecturer, department officials, PLP/technician staff, administrative staff, and students who actively access the internet in the two buildings. The estimated maximum number of internet users is 103 users, assuming 1 user uses 1 workstation. Bandwidth categories per active user are grouped into 3 categories, namely low, medium, and high bandwidth categories, with bandwidth requirements of 80-100 Kbps in the low category, 100-250 Kbps in the medium category, and 250-500 Kbps for the high category. When all users access the internet simultaneously, or what is called peak load, the calculation result of the average bandwidth requirement is 27 Mbps. During study hours, while there are lecturers and students accessing video streaming, the average bandwidth requirement is 22 Mbps. If there are no lecturers and students who access video streaming during study hours, the average bandwidth requirement is 8.5 Mbps. The reality is that internet access does not occur simultaneously. The average bandwidth requirement offered in this condition is 3 Mbps. The bandwidth requirement during a disaster is 300 Kbps.

Key words: *bandwidth, bandwidth requirements, bandwidth category, internet users*

I. PENDAHULUAN

Layanan jaringan internet sudah menjadi salah satu kebutuhan masyarakat saat ini. Layanan ini bermanfaat bagi masyarakat untuk mengakses informasi maupun berkomunikasi menggunakan perangkat komunikasi data, seperti komputer desktop, laptop, *smartphone*

maupun perangkat *mobile* lainnya. Hampir di setiap rumah, sekolah, perguruan tinggi, mall, bank, kantor perusahaan maupun instansi pemerintah, telah menyediakan akses layanan internet. Dengan menggunakan *smartphone*, masyarakat sudah dapat mengakses jaringan internet hampir di setiap tempat pengguna tersebut berada.

Kebutuhan akan koneksi layanan internet semakin tahun semakin meningkat. Berdasarkan lembaga riset pasar e-Marketer, pengguna internet di Indonesia mencapai 83,7 juta orang pada tahun 2014. Pengguna *smartphone* dan *mobile broadband* mendorong pertumbuhan akses internet. Angka ini berlaku untuk setiap orang yang mengakses internet minimal satu kali dalam sebulan. Tabel 1 memperlihatkan peringkat 10 besar negara dalam hal jumlah pengguna internet, dan Indonesia menduduki peringkat ke-6[1]. Bahkan pada saat Pandemi Covid-19, permintaan akan akses internet bertambah sekitar 30-40% karena masyarakat mengikuti anjuran pemerintah untuk melaksanakan *physical distancing*, sehingga untuk proses belajar mengajar di sekolah/kampus, bekerja, dan beribadah dilaksanakan dari rumah[2].

Tabel I
Sepuluh Besar Peringkat Jumlah Pengguna Internet
Periode 2013-2018

No.	Negara	Tahun/Pengguna (juta orang)					
		2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	China*	620,7	643,6	669,8	700,1	736,2	777,0
2	US**	246,0	252,9	259,3	264,9	269,7	274,1
3	India	167,7	215,6	252,3	283,8	313,8	346,3
4	Brazil	99,2	107,7	113,7	119,8	123,3	125,9
5	Jepang	100,0	102,1	103,6	104,5	105,0	105,4
6	Indonesia	72,8	83,7	93,4	102,8	112,6	123,0
7	Rusia	77,5	82,9	87,3	91,4	94,3	96,6
8	Jerman	59,5	61,6	62,2	62,5	62,7	62,7
9	Mexico	43,1	59,4	65,1	70,7	75,7	80,4
10	Nigeria	51,8	57,7	63,2	69,1	76,2	84,3

* Tidak termasuk Hongkong
** Perkiraan dari Agustus 2014

Salah satu parameter utama dari pengguna internet dalam mengakses layanan internet dengan lancar adalah *bandwidth* internet yang memadai. *Bandwidth* merupakan istilah yang mengacu pada kecepatan data yang didukung oleh koneksi jaringan atau *interface* yang terhubung ke jaringan. *Bandwidth* tidak mengukur kecepatan transmisi data melalui koneksi jaringan, tetapi mengukur jumlah data yang dapat dikirim antara dua titik dalam periode waktu tertentu. Signifikansi *bandwidth* pada kinerja jaringan tergantung pada jumlah perangkat aktif yang terhubung ke jaringan. Semakin banyak perangkat yang terhubung dan aktif menggunakan jaringan internet, berarti semakin banyak data yang diperlukan untuk dapat diakses setiap saat. *Bandwidth* diukur dalam *bits per second* (bps), atau dalam *bytes per second* (Bps)[3][4].

Persyaratan *bandwidth* bervariasi antara satu jaringan dengan jaringan lainnya, dan cara menghitung kebutuhan *bandwidth* dengan benar sangat penting untuk membangun dan memelihara jaringan yang cepat dan berfungsi dengan baik. *Bandwidth* merupakan salah satu persyaratan paling penting bagi administrator jaringan dalam merancang dan memelihara LAN atau WAN[4].

Dengan demikian, penghitungan kebutuhan *bandwidth* memerlukan pertimbangan-pertimbangan

yang tepat agar jumlah *bandwidth* yang ditentukan sesuai dengan kebutuhan. Pertimbangan ini sangat penting, terutama untuk kantor-kantor, instansi atau perusahaan yang membutuhkan koneksi internet dengan perangkat akses internet yang banyak. Sementara untuk pelanggan internet di rumah maupun pelanggan *mobile* tidak memerlukan penghitungan *bandwidth* dari sisi pelanggan. *Provider* internet, seperti PT Telkom dengan layanan indihome dan PT Telkomsel dengan jaringan 3G/4G, telah menghitung dan menyediakan kebutuhan *bandwidth* internet yang memadai bagi pelanggannya.

Pertimbangan-pertimbangan yang dimaksud dalam menghitung kebutuhan *bandwidth* di sebuah kantor, instansi, atau perusahaan antara lain sebagai berikut:

1. Berapa banyak pegawai yang bekerja?

Dari seluruh jumlah pegawai yang bekerja, misalkan di sebuah kantor, ditentukan berapa jumlah pegawai yang membutuhkan koneksi internet. Jumlah ini adalah jumlah pegawai sekarang. Kantor harus mampu memprediksi pertumbuhan jumlah pegawai agar dapat memperkirakan kebutuhan *bandwidth* di masa yang akan datang. Dengan demikian, koneksi jaringan internet yang dibangun juga harus dapat dengan mudah di-*upgrade* dan cukup terukur untuk memenuhi kebutuhan koneksi internet pegawai, misal untuk tiga tahun yang akan datang[3].

2. Berapa banyak *workstation* yang aktif terkoneksi ke internet?

Ketepatan sangat penting dalam menentukan jumlah perangkat atau *workstation* yang menggunakan *bandwidth* internet. *Workstation* di lingkungan kantor dapat berupa komputer desktop maupun laptop. *Smartphone* saat ini juga dapat dianggap sebagai *workstation*. Jumlah *workstation* yang aktif terkoneksi ke internet adalah jumlah seluruh *workstation* di kantor yang terkoneksi dan aktif mengakses internet[3].

3. Aplikasi apa yang berjalan pada workstation yang terkoneksi ke jaringan internet?

Setiap pengguna dalam sebuah jaringan internet tentu memiliki aktifitas yang berbeda-beda. Setiap pengguna akan mengakses aplikasi sesuai dengan kebutuhannya. Aplikasi-aplikasi yang umum dijalankan oleh pengguna internet di kantor antara lain:

- *internet browsing*
- membuka halaman website
- media sosial (*instant messaging* dan *multimedia file*)
- email
- *video* dan *music streaming*
- *video conferencing*
- *cloud services*
- *online banking*

- *online research*
- VoIP (*Voice over Internet Protocol*) dalam sistem PABX maupun internet
- *download* atau *upload* file-file ukuran besar
- *online backup*[3][5].

Aplikasi-aplikasi yang berjalan, ada yang menggunakan *bandwidth* yang rendah atau *bandwidth* yang tinggi. Aktifitas *browsing* membutuhkan *bandwidth* yang rendah, sementara *video/music streaming, multimedia file, dan video conferencing* membutuhkan *bandwidth* yang lebih tinggi. Beberapa *provider* internet mencantumkan persyaratan *bandwidth* untuk layanan akses internet, sehingga memudahkan dalam penghitungan kebutuhan *bandwidth*[3][5].

Salah satu cara penghitungan *bandwidth* yang ditawarkan oleh David Trounce, dimulai dari menghitung *bandwidth* yang digunakan setiap hari selama periode puncak, dan memantau aplikasi-aplikasi yang paling banyak menggunakan *bandwidth*. Cara ini dilakukan pada saat semua *workstation* digunakan pada waktu yang bersamaan[6]. *Workstation-workstation* tersebut kemudian ditur berdasarkan kategori seperti pada Tabel 2.

Tabel II
Pengaturan Kategori Bandwidth Aplikasi
oleh David Trounce[6]

No.	Kategori	Bandwidth (Kbps)	Aplikasi/Perangkat
1.	Rendah (<i>Low</i>)	≤100	Mesin E-fax, Telepon VoIP, email dan <i>browsing</i> sederhana
2.	Sedang (<i>Medium</i>)	100–500	<i>Browsing</i> web lebih intensif, <i>streaming</i> , email, dan <i>download</i>
3.	Tinggi (<i>High</i>)	500–2.000	Platform berbasis <i>cloud</i> dan program <i>software</i> seperti <i>Resource Management, Point of Sale, dan Enterprise Resource Planning</i>
4.	<i>Intensive</i>	>2.000	Perangkat <i>video conference</i> HD dan platformnya

Brian Van Meter juga menawarkan pengaturan kategori *bandwidth* versi pertama yang sama dengan pengaturan kategori *bandwidth* pada Tabel 2 di atas. Namun, untuk perhitungan yang lebih cepat, Brian Van Meter menawarkan pengaturan kategori *bandwidth* versi kedua, seperti diperlihatkan pada Tabel 3.

Pengaturan kategori *bandwidth* di atas terdiri dari 4 level kategori. Pengaturan kategori *bandwidth*, selain 4 level kategori di atas, ada juga yang menggunakan 3 level kategori, seperti yang dijelaskan pada situs *versatech.com.ph*. Pengaturan kategori *bandwidth* yang dimaksud seperti diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel III
Pengaturan Kategori Bandwidth Aplikasi
Versi Kedua oleh Brian Van Meter[7]

No.	Kategori	Bandwidth (Kbps)
1.	Rendah (<i>Low</i>)	100
2.	Sedang (<i>Medium</i>)	250
3.	Tinggi (<i>High</i>)	1.500
4.	<i>Intensive</i>	2.500

Tabel IV
Pengaturan Kategori Bandwidth Aplikasi
Versi *versatech.com.ph*[8]

No.	Kategori	Bandwidth (Kbps)	Aplikasi/Perangkat
1.	Rendah (<i>Light</i>)	≤100	Telepon VoIP, printer volume rendah, perangkat email dan <i>streaming</i> sederhana
2.	Sedang (<i>Medium</i>)	100–500	Printer, laptop, <i>client host</i> , komputer desktop umum
3.	Berat (<i>Heavy</i>)	500–2.000	Server dan <i>software</i> level perusahaan seperti <i>cloud</i> dan <i>host</i> aplikasi, server, <i>video conferencing, point of sale</i>

Dalam situs *versatech.com.ph* juga dijelaskan pertimbangan pengaturan *bandwidth* yang sesuai dengan pemakaian perangkat dan aplikasi. Pertimbangan tersebut seperti:

- Rendah (*low*): seberapa rendah *bandwidth* yang dipakai oleh aplikasi/perangkat,
- Sedang (*medium*): penggunaan *bandwidth* rata-rata (normal) setiap aplikasi/perangkat,
- Tinggi (*high*): penggunaan *bandwidth* tinggi setiap aplikasi/perangkat, tapi tidak maksimum,
- Puncak (*peak*): penggunaan *bandwidth intensive*, dan
- Maksimum (*maximum*): seberapa banyak sistem dapat menangani beban *bandwidth* maksimum[8].

Situs *technibble.com* menawarkan 3 level kategori *bandwidth* dengan besaran *bandwidth* yang lebih rendah, seperti yang diperlihatkan pada Tabel 5. Dengan pengaturan besaran *bandwidth* yang sedemikian, pengguna aplikasi internet akan merasakan akses internet yang lebih lambat.

Tabel V
Pengaturan Kategori Bandwidth Aplikasi
Versi *technibble.com*[5]

No.	Kategori	Bandwidth (Kbps)
1.	Rendah (<i>Light</i>)	50
2.	Sedang (<i>Medium</i>)	80
3.	Berat (<i>Heavy</i>)	120

4. Apakah memerlukan rencana pemulihan bencana?

Saluran internet cadangan tentu juga penting, guna kesinambungan koneksi internet bila terjadi bencana, seperti kebakaran, badai, pandemi, dan gangguan lainnya. Akses ke gateway berbayar dapat memberikan kesinambungan koneksi internet, meskipun untuk kebutuhan *bandwidth* yang minimal. Sebagai koneksi internet cadangan, pengguna dapat merencanakan apakah pemulihan selama bencana terjadi harus 100%, ataupun hanya perlu mengalokasikan *bandwidth* untuk *workstation-workstation* yang penting saja, semisal untuk pelayanan publik, sebelum pemulihan keseluruhan dilakukan setelah semua kondisi normal pasca bencana[3].

Tersedianya *bandwidth* internet yang cukup merupakan keharusan bagi pengguna jaringan internet di rumah, sekolah, perguruan tinggi, kantor, perusahaan, maupun pengguna *mobile*. Ukuran *bandwidth* internet yang cukup bagi pengguna adalah mereka dapat mengakses internet dengan lancar tanpa ada koneksi terputus maupun *delay*.

Oleh karena itu, penentuan besar *bandwidth* yang akan digunakan oleh pengguna haruslah tepat guna kelancaran akses internet. Pada penelitian ini akan dibahas estimasi kebutuhan *bandwidth* internet kantor, yang mengambil sampel tempat di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe (PNL). Penghitungan kebutuhan *bandwidth* dilakukan dengan cara yang sederhana, yaitu berdasarkan jumlah *workstation* aktif yang terkoneksi ke internet dan besaran *bandwidth* untuk setiap *workstation*, dengan memperhatikan 4 pertimbangan yang telah dijelaskan di atas. Meskipun penghitungan dilakukan dengan menggunakan cara yang sederhana, diharapkan cara ini dapat menjadi acuan pengguna internet dalam menentukan *bandwidth* yang cukup sesuai dengan kebutuhan.

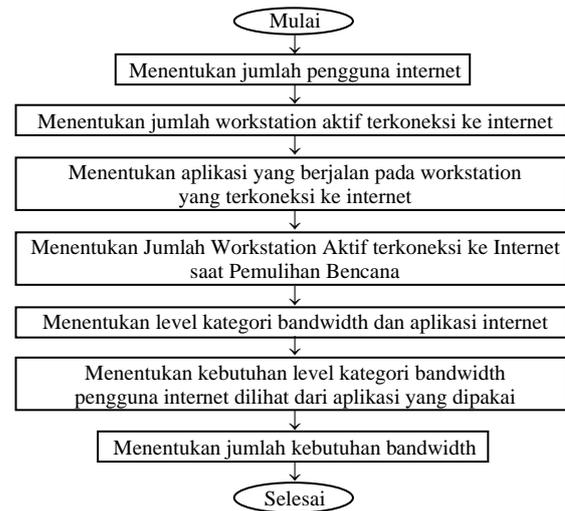
II. METODOLOGI

A. Mekanisme Estimasi Kebutuhan Bandwidth

Mekanisme estimasi kebutuhan *bandwidth* dilakukan dengan mengikuti tahapan proses pada Gambar 1.

B. Penentuan Jumlah Pengguna Internet

Jurusan Teknik Elektro (JTE) PNL memiliki jumlah pegawai/staf 92 orang, yang terdiri dari 64 orang staf dosen, 3 orang staf administrasi, dan 25 orang staf Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP)/Teknisi. Dari 64 orang staf dosen, 32 orang menduduki jabatan, seperti Ketua Jurusan (Kajur), Sekretaris Jurusan (Sekjur), Ketua Program Studi (Kaprodi), Kepala Laboratorium (Kalab), dan Kepala Seksi Laboratorium (Kasie Lab). Aktifitas setiap staf tersebar di 4 gedung JTE. Sementara jumlah maksimal mahasiswa yang dapat ditampung oleh JTE adalah 912 orang, mulai dari tingkat satu sampai dengan tingkat akhir, yang tersebar di 3 program studi (prodi) D3 dan 3 prodi D4.



Gbr. 1 Flowchat Mekanisme Estimasi Kebutuhan Bandwidth

C. Penentuan Jumlah Pengguna Internet

Jurusan Teknik Elektro (JTE) PNL memiliki jumlah pegawai/staf 92 orang, yang terdiri dari 64 orang staf dosen, 3 orang staf administrasi, dan 25 orang staf Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP)/Teknisi. Dari 64 orang staf dosen, 32 orang menduduki jabatan, seperti Ketua Jurusan (Kajur), Sekretaris Jurusan (Sekjur), Ketua Program Studi (Kaprodi), Kepala Laboratorium (Kalab), dan Kepala Seksi Laboratorium (Kasie Lab). Aktifitas setiap staf tersebar di 4 gedung JTE. Sementara jumlah maksimal mahasiswa yang dapat ditampung oleh JTE adalah 912 orang, mulai dari tingkat satu sampai dengan tingkat akhir, yang tersebar di 3 program studi (prodi) D3 dan 3 prodi D4.

Penghitungan kebutuhan *bandwidth* dibatasi pada aktifitas di 2 gedung jurusan, yaitu gedung utama dan gedung bengkel JTE. Jumlah pengguna internet ditentukan dari staf JTE, yang terdiri dari staf administrasi, pejabat jurusan, dan dosen, serta dari mahasiswa yang beraktifitas menggunakan internet pada dua gedung tersebut.

D. Penentuan Jumlah Workstation Aktif terkoneksi ke Internet

Penghitungan kebutuhan *bandwidth* hanya untuk pengguna internet yang beraktifitas di gedung utama dan gedung bengkel JTE. Penghitungan kebutuhan *bandwidth* setiap *workstation* dilakukan untuk waktu jam belajar dan jam istirahat, yaitu antara jam 07.30 – 15.30 WIB. Jam belajar adalah jam saat proses belajar mengajar di kelas/laboratorium dilaksanakan, yaitu jam 07.30-10.10 WIB, 10.30-12.30 WIB, dan 13.10-15.30 WIB. Sementara jam istirahat adalah 10.10-10.30 WIB dan 12.30-13.10 WIB. Kondisi ini diambil karena aktifitas akses internet pada jam 07.30 – 15.30 WIB lebih tinggi dari pada aktifitas di atas jam 15.30 WIB.

Jumlah *workstation* aktif menggunakan internet ditentukan dengan dua asumsi, yaitu seluruh pengguna mengakses internet secara bersamaan (beban akses internet puncak) dan tidak bersamaan. Akses internet

secara bersamaan berarti semua pengguna mengakses internet, mulai dari jam 07.30-15.30 WIB, sedangkan akses internet tidak bersamaan berarti pada 07.30-15.30 WIB tidak semua pengguna mengakses internet. Asumsi lain adalah semua pengguna internet hanya menggunakan komputer/laptop, dan tidak menggunakan *smartphone* atau perangkat *mobile* lainnya.

E. Penentuan Aplikasi yang Berjalan pada Workstation yang terkoneksi ke Internet

Aplikasi yang berjalan pada *workstation* yang terkoneksi ke internet ditentukan berdasarkan aplikasi-aplikasi internet yang sering digunakan oleh staf JTE dan mahasiswa yang ada di gedung utama dan gedung bengkel JTE.

F. Penentuan Jumlah Workstation Aktif terkoneksi ke Internet saat Pemulihan Bencana

Rencana pemulihan bencana bertujuan agar koneksi internet tetap ada, meskipun telah terjadi bencana. Kebutuhan *bandwidth* internet yang direncanakan disini diasumsikan hanya untuk kebutuhan pelayanan publik. Pengguna internet yang harus tetap terkoneksi internet, dalam hal ini, cukup dari staf administrasi saja.

G. Penentuan Level Kategori Bandwidth dan Aplikasi Internet

Level kategori *bandwidth* dan aplikasinya disusun ulang dengan mengacu informasi pada Tabel 2 sampai dengan Tabel 5, serta pertimbangan dari *versatech.com.ph* yang juga mengatur *bandwidth* aplikasi pada rendah, sedang, tinggi tapi tidak maksimum, puncak, dan maksimum. Kebutuhan *bandwidth* setiap aplikasi internet yang berjalan pada *workstation* akan dikelompokkan ke dalam level kategori *bandwidth* baru, yaitu rendah (*low*), sedang (*medium*), dan tinggi (*high*).

H. Penentuan Level Kategori Bandwidth Pengguna Internet

Kelompok pengguna internet dibentuk dengan memperhatikan aplikasi yang sering digunakan oleh pengguna. Setiap pengguna aplikasi tersebut dikelompokkan ke dalam level-level kategori *bandwidth* rendah, sedang, atau tinggi

I. Penghitungan Bandwidth

Kebutuhan *bandwidth* dihitung dengan menggunakan Persamaan 1,

$$B = N \times B_w \quad (1)$$

dengan B adalah *bandwidth* yang dibutuhkan, N adalah jumlah pengguna jaringan, dan B_w adalah kebutuhan *bandwidth* setiap *workstation*[5].

Kategori *bandwidth* rendah, sedang, dan tinggi memiliki rentang nilai *bandwidth* tertentu. Oleh karena

itu, kebutuhan *bandwidth* yang dihitung adalah kebutuhan *bandwidth* maksimum, minimum, dan rata-rata.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Jumlah Pengguna Internet

Jumlah pengguna internet, yang dihitung dari jumlah staf dan mahasiswa yang aktif menggunakan internet, pada gedung utama dan gedung bengkel JTE, seperti diperlihatkan pada Tabel 6.

Jumlah pengguna internet, yang terdiri dari pejabat di JTE, admin perpustakaan jurusan, dan PLP/teknisi merupakan jumlah pasti, sementara jumlah pengguna dari dosen dan mahasiswa adalah jumlah perkiraan. Jumlah mahasiswa sebanyak 48 orang diperoleh dari jumlah mahasiswa 2 kelas (24 orang per kelas) yang aktif menggunakan internet saat kuliah, semisal sedang mengikuti proses pembelajaran menggunakan *e-learning* seperti menyimak materi belajar dari *video streaming* yang ada di youtube.

Tabel VI
Jumlah Pengguna Jaringan Internet JTE

No.	Nama Pengguna	Jumlah (orang)
A. Gedung Utama JTE		
1.	Kajur	1
2.	Sekjur	1
3.	Staf Administrasi	3
4.	Kaprodi	6
5.	Kalab	1
6.	Kasie Lab	4
7.	PLP/Teknisi	4
8.	Admin Perpustakaan Jurusan	1
9.	Dosen	12
Jumlah (A):		33
B. Gedung Bengkel JTE		
1.	Kasie Lab	11
2.	PLP/Teknisi	11
Jumlah (B):		22
C. Mahasiswa JTE		
1.	Mahasiswa	48
Jumlah (C):		48
Jumlah Total (A + B + C):		103

Dalam 5 tahun kedepan, diasumsikan tidak ada penambahan pegawai di JTE. Kalaupun ada penambahan pegawai, jumlahnya hanya sedikit, dan secara signifikan tidak akan mempengaruhi *bandwidth* internet yang ada.

B. Jumlah Workstation Aktif terkoneksi ke Internet

Jumlah *workstation* aktif yang terkoneksi ke internet, pada saat beban puncak akses internet adalah sejumlah pengguna internet, yaitu 103 *workstation*. Angka ini

diperoleh untuk asumsi masing-masing pengguna menggunakan 1 *workstation* secara bersamaan.

Jumlah *workstation* akan diasumsikan lebih kecil dari 103 *workstation* karena pada penerapan di lapangan, akses internet tidak dilakukan oleh para pengguna secara bersamaan. Jumlah *workstation* aktif, atau pengguna yang mengakses internet pada kondisi ini, ditentukan pada penghitungan jumlah kebutuhan *bandwidth* di poin G.

C. Aplikasi Internet yang berjalan pada Workstation

Aplikasi internet yang paling sering berjalan pada *workstation* antara lain:

- *internet browsing* sederhana maupun intensif,
- email sederhana maupun intensif,
- membuka halaman website, seperti halaman web sistem informasi akademik PNL, *e-learning* PNL, Google Classroom, atau halaman web lain,
- media sosial, seperti *instant messaging* pada facebook, whatsapp web, blog, baik akses teks maupun multimedia,
- *video streaming* seperti youtube, dan
- *download* atau *upload* file-file sederhana maupun intensif.

D. Jumlah Workstation Aktif terkoneksi ke Internet saat Pemulihan Bencana

Jumlah *workstation* yang harus tetap aktif terkoneksi saat pemulihan bencana adalah 3 *workstation*, yang digunakan oleh staf administrasi untuk pelayanan publik.

E. Level Kategori Bandwidth dan Aplikasi Internet

Pengaturan level kategori *bandwidth* untuk setiap aplikasi internet yang dipakai oleh pengguna, seperti diperlihatkan pada Tabel 7.

Tabel VII
Pengaturan Kategori Bandwidth Aplikasi

No.	Kategori	Bandwidth (Kbps)	Aplikasi/Perangkat
1.	Rendah (Low)	80-100	email dan <i>browsing</i> sederhana, membuka halaman web, media sosial, <i>upload/download</i> file sederhana
2.	Sedang (Medium)	100-250	email dan <i>browsing</i> web intensif, membuka halaman web, <i>video streaming sederhana</i> , media sosial akses multimedia, <i>upload/download</i> file lebih intensif
3.	Tinggi (High)	250-500	<i>video streaming</i> lebih intensif

F. Level Kategori Bandwidth Pengguna Internet

Berdasarkan informasi kategori *bandwidth* aplikasi pada Tabel 7, maka dapat disusun kebutuhan level kategori

bandwidth setiap pengguna internet, seperti diperlihatkan pada Tabel 8.

Tabel VIII
Level Kategori Bandwidth Pengguna Internet

No.	Nama Pengguna	Kategori Bandwidth	Jumlah Pengguna
A.	Pengguna		
1.	Kajur	Rendah	1
2.	Sekjur	Rendah	1
3.	Staf Administrasi	Sedang	3
4.	Kaprodi	Rendah	6
5.	Kalab	Rendah	1
6.	Kasie Lab	Sedang	15
7.	PLP/Teknisi	Sedang	15
8.	Admin Perpustakaan Jurusan	Rendah	1
9.	- Dosen (tidak menggunakan <i>video streaming</i> saat jam belajar)	Sedang	10
	- Dosen (menggunakan <i>video streaming</i> saat jam belajar)	Tinggi	2
10.	Mahasiswa	Tinggi	48
B.	Rencana Pemulihan Bencana		
1.	Staf Administrasi	Rendah	3

Pengguna seperti Kajur, Sekjur, Kaprodi, dan Kalab tergolong pengguna level kategori *bandwidth* rendah karena pengguna tersebut jarang menggunakan internet, dikarenakan aplikasi yang dipakai tidak memerlukan *bandwidth* tinggi dan juga mengingat aktifitas jabatannya yang menyebabkan pengguna jarang mengakses internet. Sementara pengguna yang lainnya dimasukkan ke dalam kategori sedang dan tinggi sesuai dengan aplikasi yang dipakai pengguna.

Akumulasi jumlah pengguna internet berdasarkan level kategori *bandwidth* yang dipakai, seperti diperlihatkan pada Tabel 9.

Tabel IX
Akumulasi Jumlah Pengguna Internet

No.	Kategori Bandwidth	Jumlah Pengguna
A.	Pengguna	
1.	Rendah	10
2.	Sedang	43
3.	Tinggi	50
B.	Rencana Pemulihan Bencana	
1.	Rendah	3

G. Jumlah Kebutuhan Bandwidth

Asumsi I

Jumlah kebutuhan *bandwidth* dengan Asumsi I dihitung dengan mengasumsikan seluruh *workstation* aktif terkoneksi ke internet secara bersamaan. Berdasarkan informasi dari Tabel 9, maka dapat dihitung jumlah kebutuhan *bandwidth* di JTE menggunakan Persamaan 1. Hasil penghitungan kebutuhan *bandwidth* seperti pada Tabel 10.

Tabel X
Kebutuhan Bandwidth Asumsi I

No.	Kategori Bandwidth	Jumlah Pengguna	Kebutuhan Bandwidth per Pengguna (Kbps)		Kebutuhan Bandwidth Total (Kbps)	
			Min	Maks	Min	Maks
A. Pengguna						
1.	Rendah	10	80	100	800	1.000
2.	Sedang	43	100	250	4.300	10.750
3.	Tinggi	50	250	500	12.500	25.000
Total		103	430	850	17.600	36.750
B. Rencana Pemulihan Bencana						
1.	Rendah	3	80	100	240	300
Total		3	80	100	240	300

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa JTE memerlukan *bandwidth* internet antara 17,6 – 36,75 Mbps. Jika dihitung nilai rata-rata, maka JTE memerlukan *bandwidth* internet 27,175 Mbps, atau dapat dibulatkan menjadi 27 Mbps. Adapun akses internet cadangan yang harus disediakan bila terjadi bencana adalah 240-300 Kbps, atau dibulatkan menjadi 300 Kbps.

Asumsi II

Jumlah kebutuhan *bandwidth* dengan Asumsi II dihitung dengan mengasumsikan seluruh *workstation* aktif terkoneksi ke internet tidak dalam waktu bersamaan. Penghitungan kebutuhan *bandwidth* dengan asumsi kedua ini dilakukan dengan 3 kondisi, yaitu:

- 1) Kondisi 1, yaitu saat pejabat JTE dan dosen yang tidak menggunakan *video streaming* saat jam belajar, melaksanakan tugas mengajarnya di kelas/laboratorium,
- 2) Kondisi 2, yaitu jika tidak ada dosen mengajar yang menggunakan *video streaming*, atau dengan kata lain kebutuhan *video streaming* digantikan dengan *video tutorial offline*, dan
- 3) Kondisi 3, yaitu kombinasi dari Kondisi 1 dan 2, merupakan kondisi saat pejabat JTE dan semua dosen melaksanakan tugas mengajarnya di kelas/laboratorium, serta tidak ada dosen dan mahasiswa yang menggunakan *video streaming*.

Kondisi 1

Pada kondisi 1 ini, ada kemungkinan pejabat JTE serta dosen yang tidak menggunakan *video streaming* saat jam belajar, tidak mengakses internet. Jika semua pengguna tersebut tidak mengakses internet pada saat jam belajar, maka kebutuhan *bandwidth* internet di jurusan dapat dikurangi sebanyak 9 pengguna kategori *bandwidth* rendah dan 25 pengguna kategori *bandwidth* sedang. Dengan demikian, kebutuhan *bandwidth* di JTE dapat dihitung ulang seperti pada Tabel 11.

Tabel XI
Kebutuhan Bandwidth Asumsi II, Kondisi 1

No.	Kategori Bandwidth	Jumlah Pengguna	Kebutuhan Bandwidth per Pengguna (Kbps)		Kebutuhan Bandwidth Total (Kbps)	
			Min	Maks	Min	Maks
A. Pengguna						
1.	Rendah	1	80	100	80	100
2.	Sedang	18	100	250	1.800	4.500
3.	Tinggi	50	250	500	12.500	25.000
Total		103	430	850	14.380	29.600

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa kebutuhan *bandwidth* internet menjadi 14,38 – 29,6 Mbps. Jika dihitung nilai rata-rata, maka kebutuhan *bandwidth* internet menjadi 21,99 Mbps, atau dibulatkan menjadi 22 Mbps. Jika ada beberapa dosen yang pada saat jam belajar mengajar berlangsung, sementara dosen tersebut sedang tidak ada tugas mengajar, maka meskipun beberapa dosen tersebut mengakses internet, kebutuhan *bandwidth* akses internet masih dapat terpenuhi. Kebutuhan *bandwidth* akses internet dipenuhi karena pada prinsipnya, dengan kategori *bandwidth* minimum akses *video streaming* mahasiswa, yaitu 250 Kbps per pengguna, sudah lebih dari cukup agar lancar mengakses *video streaming*. Sehingga, jika sedikit alokasi *bandwidth video streaming* diambil untuk pengguna lain, maka akses *video streaming* mahasiswa tersebut tidak akan terganggu.

Kondisi 2

Penghitungan kebutuhan *bandwidth* dengan Kondisi 2 berarti menghilangkan 50 pengguna kategori *bandwidth* tinggi. Dengan demikian, kebutuhan *bandwidth* hanya kategori rendah dan sedang saja. Penghitungan kebutuhan *bandwidth* pada Tabel 10 dapat disusun ulang seperti pada Tabel 12.

Tabel XII
Kebutuhan Bandwidth Asumsi II, Kondisi 2

No.	Kategori Bandwidth	Jumlah Pengguna	Kebutuhan Bandwidth per Pengguna (Kbps)		Kebutuhan Bandwidth Total (Kbps)	
			Min	Maks	Min	Maks
A. Pengguna						
1.	Rendah	10	80	100	800	1.000
2.	Sedang	43	100	250	4.300	10.750
Total		53	180	350	5.100	11.750

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa kebutuhan *bandwidth* internet menjadi 5,1 – 11,75 Mbps. Jika dihitung nilai rata-rata, maka kebutuhan *bandwidth* internet menjadi 8,425 Mbps, atau dibulatkan menjadi 8,5 Mbps.

Kondisi 3

Penghitungan *bandwidth* menggunakan Kondisi 3 berarti menghilangkan 9 pengguna kategori rendah, 25 pengguna kategori *bandwidth* sedang, dan 50 pengguna kategori *bandwidth* tinggi. Dengan demikian, penghitungan kebutuhan *bandwidth* dapat disusun ulang seperti pada Tabel 13.

Tabel XIII
Kebutuhan Bandwidth

No.	Kategori Bandwidth	Jumlah Pengguna	Kebutuhan Bandwidth per Pengguna (Kbps)		Kebutuhan Bandwidth Total (Kbps)	
			Min	Maks	Min	Maks
A. Pengguna						
1.	Rendah	1	80	100	80	100
2.	Sedang	8	100	250	800	2.000
Total		9	180	350	880	2.100

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa kebutuhan *bandwidth* internet menjadi 0,88 – 2,1 Mbps. Jika dihitung nilai rata-rata, maka kebutuhan *bandwidth* internet menjadi 1,49 Mbps, atau dibulatkan menjadi 1,5 Mbps.

Kondisi ini merupakan penghitungan *bandwidth* saat jam belajar di kelas/laboratorium berlangsung. Pada saat jam istirahat, ada kemungkinan pengguna internet bertambah, dari pengguna kategori *bandwidth* rendah, sedang, dan tinggi. Jika ini terjadi, maka akses internet akan lebih lambat saat jam istirahat tersebut.

Untuk menangani masalah ini, maka nilai *bandwidth* yang dipakai adalah nilai *bandwidth* maksimum ditambahkan dengan *bandwidth* tambahan. *Bandwidth* maksimum pada Tabel 13 adalah 2,1 Mbps, dan *bandwidth* tambahan yang ditawarkan adalah 0,9 Mbps. Nilai *bandwidth* tambahan ini memang tidak terlalu besar, mengingat jam istirahat juga singkat. Jadi *bandwidth* tambahan 0,9 Mbps ditambah lagi dengan pemilihan penggunaan *bandwidth* maksimum dari Tabel 13, sudah mencukupi untuk menangani kekurangan *bandwidth* pada jam istirahat. Dengan demikian. Total *bandwidth* yang diperlukan adalah 3 Mbps.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis di atas dapat diambil kesimpulan:

1. Kebutuhan *bandwidth* rata-rata saat akses internet mencapai beban puncak adalah 27 Mbps.
2. Jika ada dosen yang mengajar menggunakan akses *video streaming*, sementara pejabat jurusan dan dosen lain tidak menggunakan akses internet, maka kebutuhan *bandwidth* rata-rata adalah 22 Mbps.
3. Jika dosen mengajar tidak menggunakan akses internet dan *video streaming*, dan semua pengguna lainnya menggunakan akses internet, maka kebutuhan *bandwidth* rata-rata adalah 8,5 Mbps.

4. Realita para pengguna mengakses internet tidak dilakukan secara bersamaan. Dengan demikian, kebutuhan *bandwidth* yang ditawarkan, jika tidak ada dosen mengajar menggunakan akses *video streaming* adalah 3 Mbps.
5. Kebutuhan *bandwidth* cadangan jika terjadi bencana hanya untuk staf administrasi, yaitu 300 Kbps.

REFERENSI

- [1] Yusuf, O. (11 November 2014). *Pengguna Internet Indonesia Nomor Enam Dunia*. Diakses pada 17 Februari 2021, dari [kompas.com: https://tekno.kompas.com/read/2014/11/24/07430087/Pengguna.Internet.Indonesia.Nomor.Enam.Dunia](https://tekno.kompas.com/read/2014/11/24/07430087/Pengguna.Internet.Indonesia.Nomor.Enam.Dunia)
- [2] Kominfo. (17 April 2020). *Penggunaan Internet Naik 40% Saat Bekerja dan Belajar dari Rumah*. Diakses pada 17 Februari 2021, dari Kominfo: https://www.kominfo.go.id/content/detail/25881/penggunaan-internet-naik-40-saat-bekerja-dan-belajar-dari-rumah/0/berita_satker.
- [3] Geolinks. (28 Desember 2020). *How Do I Determine the Amount of Bandwidth My Company Needs?*. Diakses pada 17 Februari 2021, dari Geolinks: <https://geolinks.com/how-to-determine-the-amount-of-bandwidth/>
- [4] Scarpati, J. (2021). *How to calculate network bandwidth requirements*. Diakses pada 17 Februari 2021, dari TechTarget: <https://searchnetworking.techtarget.com/tip/How-to-calculate-network-bandwidth-requirements>
- [5] Technibble. (25 Mei 2012). *How to Estimate Bandwidth Needs for Your Customers*. Diakses 18 Februari 2021, dari Technibble: <https://www.technibble.com/estimate-bandwidth-needs-customers/>
- [6] Trounce, D. (30 November 2019). *How to Estimate Bandwidth Requirements for a Business Site or Network*. Diakses 18 Februari 2021, dari Help Desk Geek: <https://helpdeskgeek.com/networking/how-to-estimate-bandwidth-requirements-for-a-business-site-or-network/>
- [7] Meter, B. V. (28 Maret 2018). *Determining Bandwidth Needs in your Business Network*. Diakses 18 Februari 2021, dari Grandstream: <http://blog.grandstream.com/company/news/blog/determining-bandwidth-needs-in-your-business-network>
- [8] Versatech Internasional. (2020). *How to Calculate Network Load and Needs for Business*. Diakses 18 Februari 2021, dari Versatech Internasional: <https://versatech.com.ph/calculate-network-load/>