

Penerapan Squid sebagai Filtering Web dan Manajemen Bandwidth pada Jaringan Internet

¹⁾ **A'af Teguh Irwanda**

Universitas Dehasen Bengkulu, Jalan Meranti Raya 32 Sawah Lebar, Bengkulu, Indonesia

E-Mail: aafteguh46@gmail.com

²⁾ **Khairil**

Universitas Dehasen Bengkulu, Jalan Meranti Raya 32 Sawah Lebar, Bengkulu, Indonesia

E-Mail: khairil@unived.ac.id

³⁾ **Sapri**

Universitas Dehasen Bengkulu, Jalan Meranti Raya 32 Sawah Lebar, Bengkulu, Indonesia

E-Mail: sapri.filkom.unived@gmail.com

ABSTRACT

The application of Squid as web filtering and bandwidth management on the Internet Network at SMK Negeri 1 Kepahiang was built using the Linux Ubuntu Server 20.04.5 operating system. Web filtering is used to block several websites including youtube.com, facebook.com, and instagram.com. Besides that, bandwidth management is carried out, so that internet access is divided evenly, where there are 3 parts, namely teachers, staff and students. Based on the tests that have been carried out, it can be concluded that the application of Squid can help filter websites so that the teaching and learning process is not disrupted and administrative management can be carried out without any interruptions, and can regulate bandwidth on the internet network so that it is evenly distributed both downloads and uploads

Keyword: *Squid, Filtering Web, Bandwidth Management, Internet*

ABSTRAK

Penerapan Squid sebagai filtering web dan manajemen bandwidth pada Jaringan Internet di SMK Negeri 1 Kepahiang dibangun menggunakan sistem operasi Linux Ubuntu Server 20.04.5. Filtering web digunakan untuk memblokir beberapa situs web diantaranya youtube.com, facebook.com, dan instagram.com. Selain itu dilakukan manajemen bandwidth, sehingga akses internet dibagi secara merata, dimana terdapat 3 bagian yaitu guru, staf dan siswa. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa penerapan squid dapat membantu *filtering* situs-situs web agar proses belajar mengajar tidak terganggu dan pengelolaan administrasi dapat dilakukan tanpa adanya gangguan, serta dapat mengatur *bandwidth* pada jaringan internet agar terbagi secara rata baik *download* dan *upload*

Kata Kunci: *Squid, Filtering Web, Manajemen Bandwidth, Internet*

PENDAHULUAN

Pemanfaatan internet di dunia pendidikan juga telah diterapkan untuk membantu para pengajar dalam membantu proses belajar mengajar di sekolah, salah satunya yaitu SMK Negeri 1 Kepahiang. Sekolah tersebut merupakan salah satu Sekolah Menengah Kejuruan yang terdapat di Kabupaten Kepahiang Provinsi Bengkulu, dimana pada sekolah tersebut sudah terdapat akses internet melalui provider Indihome.

Oleh karena itu, dibutuhkan suatu penambahan pada jaringan saat ini yang terdapat di SMK Negeri 1 Kepahiang dengan menerapkan *proxy squid* untuk membantu proses *filtering* konten situs-situs web agar proses belajar mengajar tidak terganggu dan pengelolaan administrasi dapat dilakukan

tanpa adanya gangguan dan juga untuk mengatur *bandwidth* pada jaringan internet agar terbagi secara rata baik *download* dan *upload*.

Berdasarkan uraian pada latar belakang tersebut di atas, dapat dirumuskan masalah antara lain:

- 1) Bagaimana penerapan squid sebagai *filtering web* dan manajemen *bandwidth* pada jaringan internet di SMK Negeri 1 Kepahiang?
- 2) Bagaimana menambahkan server pada jaringan internet sekolah untuk penerapan *squid*?

Batasan-batasan dalam penelitian ini, antara lain:

- 1) Filtering web yang dimaksud yaitu melakukan blok terhadap situs web

- sehingga tidak dapat diakses menggunakan *squid*.
- 2) Manajemen *bandwidth* dilakukan dengan membagi bandwidth sumber dengan group dimana dibagi menjadi 3 bagian yaitu guru dan staf menggunakan *Squid*.
 - 3) Sistem operasi yang digunakan untuk server adalah linux ubuntu server 20.04.2.0 LTS
 - 4) Sistem operasi yang digunakan untuk client adalah Windows 8 dan Windows 10.

Tujuan penelitian ini dibagi menjadi 2 (dua) bagian yaitu tujuan umum, dan tujuan khusus. adapun tujuan penelitian ini, antara lain:

- 1) Tujuan Umum
Untuk memperoleh Gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Informatika Universitas Dehasen Bengkulu.
- 2) Tujuan Khusus
 - a) Untuk menerapkan squid sebagai filtering web pada jaringan internet di Sekolah.
 - b) Untuk menerapkan squid sebagai manajemen bandwidth pada jaringan internet di Sekolah

1. Jaringan Komputer

Jaringan komputer secara istilah adalah kumpulan komputer yang saling berkaitan dan memiliki hubungan komunikasi antar mereka. Hubungan antara komputer memungkinkan terjadinya operasi yang tidak mungkin dilakukan dalam keadaan stand alone. Kata kunci dari jaringan komputer adalah komunikasi[1]

Jaringan komputer merupakan suatu sistem yang terdiri dari komputer-komputer dan perangkat-perangkat jaringan lainnya yang terhubung satu sama lain, bekerja sama untuk mencapai suatu tujuan. Perangkat jaringan sangat penting untuk berlangsungnya hubungan atau komunikasi antar komputer. Informasi berpindah dari komputer ke komputer lainnya dengan menggunakan jaringan daripada melalui perantara manusia, sehingga membuat pertukaran informasi menjadi lebih cepat dan mudah[2]

Jaringan komputer adalah himpunan interkoneksi antara 2 komputer autonomous atau lebih yang terhubung dengan media transmisi kabel atau tanpa kabel (wireless). Bila sebuah komputer dapat membuat komputer lainnya restart, shutdown, atau melakukan kontrol lainnya, maka komputer-komputer tersebut bukan autonomous (tidak melakukan kontrol terhadap komputer lain dengan akses penuh). Dua unit komputer dikatakan terkoneksi apabila keduanya bisa saling bertukar data/informasi, berbagi resource yang dimiliki, seperti file, printer, media penyimpanan (hardisk, floppy disk, cd-rom, flash disk, dan lain-lain). Data yang berupa teks, audio

maupun video bergerak melalui kabel atau tanpa kabel sehingga memungkinkan pengguna komputer dalam jaringan komputer dapat saling bertukar file/data, mencetak pada printer yang sama dan menggunakan hardware/software yang terhubung dalam jaringan secara bersama-sama[3]

Adapun klasifikasi jaringan berdasarkan tipe jaringannya, yaitu :

- a) Jaringan *peer to peer*, merupakan jaringan yang dianggap sama kedudukannya rekan satu sama lain.
 - b) Jaringan berbasis *server*, tidak seperti *peer to peer* yang beroperasi tanpa kontrol pusat dan sulit mengamankan jaringannya
- Jaringan komputer dapat dibagi menjadi 3 (tiga) bagian jika dilihat dari sisi geografis. Adapun bagian-bagian tersebut sebagai berikut[2] :

1) Local Area Network (LAN)

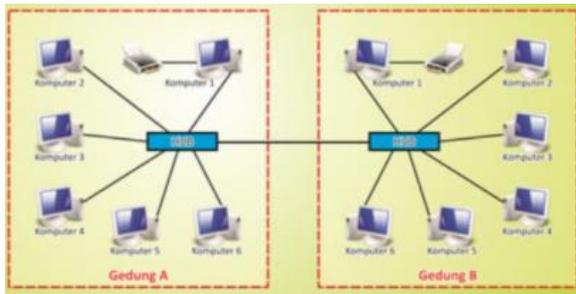
LAN merupakan jaringan komputer dengan ruang lingkup terbatas, meliputi lokasi seperti gedung, kampus, kantor, atau pabrik. Tipe ini banyak digunakan untuk perkantoran, bisnis, laboratorium, dan sebagainya dengan skala kecil seperti warnet, rental komputer, laboratorium komputer dan sebagainya. Sebuah LAN dapat dibangun dengan minimal 2 (dua) komputer dengan spesifikasi (kapasitas) komputer rendah sekalipun. Adanya LAN akan menjadikan komputer tetap terhubung dengan komputer lain, sehingga komputer tersebut seolah menjadi satu kesatuan dan bisa saling berinteraksi. Adapun contoh sebuah LAN seperti Gambar 1 berikut :



Gambar 1. Local Area Network (LAN)

2) Metropolitan Area Network (MAN)

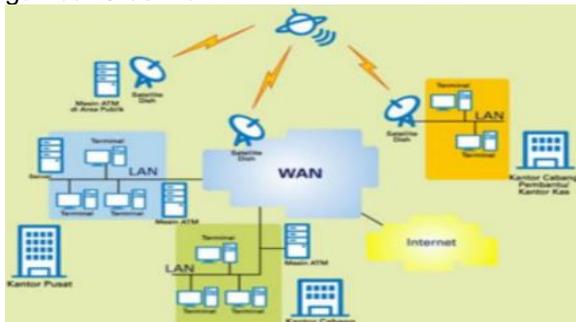
Jenis jaringan ini adalah jaringan komputer yang memungkinkan jarak yang cukup jauh. Tipe ini digunakan untuk membangun jaringan komputer antargedung, dalam satu kota, atau antarkota yang berada pada jangkauannya. Jaringan ini biasanya digunakan oleh perusahaan-perusahaan besar seperti perbankan, BUMN, perusahaan penjualan motor, dan lain-lain. Simulasinya dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Metropolitan Area Network (MAN)

3) Wide Area Network (WAN)

Jaringan jenis ini merupakan jaringan terbesar karena mencakup radius antarnegara bahkan benua tanpa batasan geografis seperti jenis jaringan yang lain, seperti terlihat pada gambar 3 berikut :



Gambar 3. Wide Area Network (WAN)

2. Proxy Server

Proxy dalam pengertiannya sebagai perantara, bekerja dalam berbagai jenis protokol komunikasi jaringan dan dapat berada pada level-level yang berbeda pada hirarki layer protokol komunikasi jaringan. Suatu perantara dapat saja bekerja pada layer Data-Link, layer Network dan Transport, maupun layer Aplikasi dalam hirarki layer komunikasi jaringan menurut OSI. Namun pengertian Proxy Server sebagian besar adalah untuk menunjuk suatu server yang bekerja sebagai Proxy pada layer Aplikasi [4]

Proxy server adalah sebuah server atau program komputer yang berperan sebagai penghubung antara suatu komputer dengan jaringan internet. Atau dalam kata lain, server *proxy* adalah suatu jaringan yang menjadi perantara antara jaringan *local* dan jaringan internet. Cara kerja *Proxy server* sebenarnya sangat sederhana, ketika seorang pengguna layanan *proxy server* meminta berkas, *file* sambungan atau sumber daya dari publik server maka *proxy server* meneruskannya ke internet seolah-olah *proxy* tersebut yang meminta. Dan ketika *proxy server* mendapatkan apa yang di minta pengguna, dia memberikan respon kepada pengguna seolah-olah dia adalah publik *server*[5]

Proxy Server adalah server yang berguna sebagai perantara antara klien dengan server gateway sebelum berhubungan ke internet. Cache proxy adalah sebuah cache

server yang berguna untuk menyimpan atau menampung informasi (*http*) yang pernah diakses oleh sebuah komputer maupun computer lain yang masih berada didalam satu jaringan local yang sama dengan proxy server tersebut. Proxy server ini berjalan pada sistem operasi FreeBSD dan software yang dapat digunakan di FreeBSD adalah *squid*. Proxy server adalah mesin yang mempunyai sistem daemon (*telnetd*, *fipd*, etc) normal diganti dengan server khusus. Server ini disebut dengan proxy server dimana secara biasa hanya mengijinkan untuk membuat koneksi kedepan. Proxy server biasanya mempunyai keamanan lebih dari server biasa, dan seiring mempunyai variasi mekanisme keabsahan yang luas termasuk adalah "one-shot" sistem Password. Proxy server yang cukup populer saat ini adalah *squid*, karena selain gratis juga mendukung Internet Cache Protocol (ICP). ICP digunakan untuk pertukaran data tentang suatu Uniform Resource Locator (URL) dengan cache-cache lainnya[6]

Proxy server merupakan salah satu server yang posisinya terletak diantara aplikasi dari sebuah server dan juga aplikasi dari sebuah client pada saat jaringan komputer berlangsung dan berjalan. Pada dasarnya, proxy server memiliki tugas untuk menjembatani dan juga mengendalikan aktivitas dari lalu lintas paket data yang melewatinya. Dengan adanya proxy server, maka setiap aplikasi client maupun aplikasi server, seperti FTP, web server, web browser dan semacamnya bisa dimonitor dan juga dikendalikan oleh proxy server. *Squid* pada awalnya dikembangkan oleh Duane Wessels sebagai "Harvest Object Cache", yang merupakan bagian dari proyek Harvest yang dikembangkan di University of Colorado at Boulder. Pekerjaan selanjutnya dilakukan hingga selesai di University of California, San Diego dan didanai melalui National Science Foundation. *Squid* kini hampir secara eksklusif dikembangkan dengan cara usaha sukarela[7]

Transparent proxy web cache adalah suatu *proxy web cache (squid)* yang di fungsikan sebagai satu-satunya server. Server ini yang akan menangani semua permintaan halaman web oleh *user*. Dengan kata lain, *transparent proxy web cache* akan membajak secara halus *traffic HTTP* yang umumnya menggunakan *port 80* untuk memakai *port* yang dipakai oleh *squid* secara paksa. *Transparent proxy* digunakan untuk memudahkan *setting browser client* agar memakai *proxy* secara otomatis. Jika terdapat ratusan atau ribuan *computer* pada jaringan, maka sangat melelahkan sekali bila browser di tiap *client* diset satu persatu agar menggunakan *proxy*. Demikian juga bila harus mengedukasi seluruh *user* untuk mengubah preferensi dari browser yang digunakan untuk

memanfaatkan *proxy*. Dengan menggunakan *transparent proxy*, maka permintaan web dari *client* akan diarahkan ke *proxy*. Sebuah teknik yang relatif lebih mudah dan menyenangkan dari pada cara konvensional[7]

METODE

Dalam melaksanakan penelitian ini, metode yang digunakan adalah *Network Development Life Cycle (NDLC)*. NDLC dijadikan metode yang digunakan sebagai acuan (secara keseluruhan atau secara garis besar) pada proses pengembangan dan perancangan sistem jaringan komputer, mengingat bahwa sistem jaringan memiliki kebutuhan yang berbeda dan memiliki permasalahan yang unik sehingga membutuhkan solusi permasalahan yang berbeda dengan melakukan pendekatan yang bervariasi terhadap metode NDLC.

Tahapan dari NDLC adalah sebagai berikut :

Analisis

1. Tahap analisis merupakan tahap yang sangat penting, sebab kesalahan yang terjadi pada tahap ini dapat menyebabkan kesalahan fatal pada seluruh tahapan selanjutnya. Tahap ini dipecah menjadi aktivitas yang lebih sederhana yaitu :
 - a. *Identify*, aktivitas mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi sehingga dibutuhkan proses pengembangan system.
 - b. *Understand*, aktivitas untuk memahami mekanisme kerja sistem yang akan dibangun atau dikembangkan.
 - c. *Analyze*, menganalisis sejumlah elemen atau komponen dan kebutuhan sistem yang akan dibangun atau dikembangkan.
 - d. *Report*, aktivitas merepresentasikan proses hasil (analisis).
2. *Design*
Tahap ini menjadikan spesifikasi kebutuhan sistem hasil analisis sebagai masukan dan spesifikasi rancangan atau desain sebagai keluaran. Spesifikasi desain sistem yang akan dibuat dibentuk dengan merancang topologi sistem jaringan untuk simulasi LAN sebagai representasi sistem produksi (sistem sebenarnya) dan merancang solusi untuk sistem berbasis pengembangan *client* dan *server*.
3. *Simulation Prototyping*
Tahap selanjutnya adalah pembuatan prototipe sistem yang akan dibangun, sebagai simulasi dari implementasi sistem produksi, dengan demikian dapat diketahui gambaran umum dari proses komunikasi, keterhubungan dan mekanisme kerja dan interkoneksi keseluruhan elemen sistem yang akan dibangun.

4. Implementasi

Tahap implementasi menggunakan spesifikasi rancangan sebagai masukan prosesnya untuk menghasilkan keluaran berupa instruksi penerapan sistem secara nyata *Monitoring (Pengawasan)*

Pada tahap ini dilakukan proses pengujian pada setiap fungsi komponen sistem untuk memastikan apakah komponen tersebut sudah bekerja dengan baik.

5. Management (Pemeliharaan)

Pada tahap management NDLC merupakan suatu aktivitas perawatan, pemeliharaan serta pengelolaan suatu sistem jaringan yang dijalankan sebagai jaminan efektivitas dari interkoneksi sistem.

Perangkat Keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam Penerapan Squid Sebagai Filtering Konten dan Manajemen Akses Jaringan Internet yaitu :

- a) 1 laptop yang akan dijadikan Server
- b) 2 laptop yang akan dijadikan Client
- c) 1 Switch sebagai penghubung antara server dengan client
- d) Kabel UTP sebagai penghubung antara server dengan client
- e) VMware Workstation untuk membangun server virtual dengan koneksi bridge
- f) Sistem Operasi Linux Ubuntu Server 20.04.5
- g) Squid

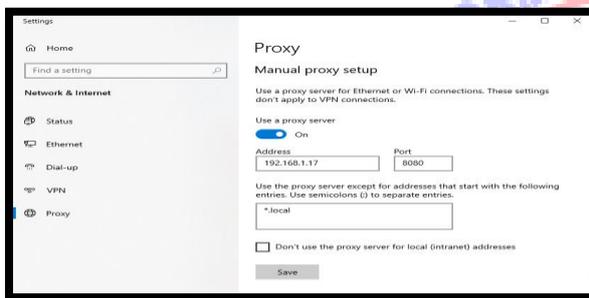
Squid adalah salah satu *software proxy* terbaik yang biasa digunakan sebagai mesin *caching proxy* untuk klien-klien Web, seperti HTTP, HTTPS, FTP, *gopher* dan layanan sejenis lainnya, dengan *squid* juga mampu menurunkan konsumsi *bandwidth* sekaligus mempercepat waktu respons (*respons time*) karena halaman web yang pernah dikunjungi tidak perlu dipanggil ulang kembali semua telah tersimpan di dalam *caching proxy* yang mengakibatkan waktu akses menjadi lebih cepat. Squid memiliki setumpuk kendali akses yang dapat mendongkrak kecepatan server dan mampu menangani *request* melalui proses I/O tunggal. Squid bekerja menyimpan meta data, terutama pada objek yang sering diakses, mereka dijaga (di-cache) dalam memori RAM yang mampu melayani *lookup* pada DNS. *Object caching* tidak lain salah satu jalan untuk menyimpan/ mengoleksi objek internet, semisal data HTTP, HTTPS FTP, *gopher*, dalam sebuah sistem lokal, sehingga akan lebih mudah dan lebih dekat bagi pengguna untuk mengambil objek dari pada harus mengambil objek dari sumbernya[8]

Squid proxy server adalah pelayanan yang diberikan oleh server kepada *client* atau *user* untuk menyediakan akses ke internet kepada *client*. Dengan *squid proxy* ini, kita juga

bisa memblokir situs yang berbau sara, porno, judi dan lain-lain[4]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan Squid sebagai filtering web dan manajemen bandwidth pada Jaringan Internet di SMK Negeri 1 Kepahiang dibangun menggunakan sistem operasi Linux Ubuntu Server 20.04.5. Filtering web digunakan untuk memblokir beberapa situs web diantaranya youtube.com, facebook.com, dan instagram.com. Selain itu dilakukan manajemen bandwidth, sehingga akses internet dibagi secara merata, dimana terdapat 3 bagian yaitu guru, staf dan siswa. Agar squid dapat berjalan dengan baik, maka setiap komputer/laptop client dilakukan setting manual proxy pada sistem operasi windows yang digunakan client. Dengan adanya definisi proxy tersebut membuat akses internet akan melalui proxy baik menggunakan browser mozilla firefox ataupun google chrome. Adapun setting manual proxu pada sistem operasi windows 10 seperti Gambar 4 berikut :



Gambar 4. Setting Manual Proxy di Windows Sistem Operasi 10

Pada Gambar 4. IP Address tersebut merupakan IP dari server yang telah di install squid, dan port 8080 merupakan port yang telah didefinisikan pada file squid.conf seperti terlihat pada Gambar 5 berikut :



Gambar 5. Konfigurasi Proxy Squid

Adapun hasil dari penerapan squid sebagai filtering dan manajemen bandwidth pada jaringan internet di SMK Negeri 1 Kepahiang, dilakukan dalam beberapa tahapan, antara lain :

a. Filtering Web

b. Manajemen Bandwidth

Dalam proses manajemen bandwidth ini, akan dilakukan download file melalui browser, kemudian melihat kecepatan proses download tersebut, dimana akses bandwidth terbagi menjadi 3 bagian, guru, staf, dan siswa.

b1. Guru

Dalam manajemen bandwidth, telah didefinisikan bandwidth untuk guru sebesar 12mbps. Adapun hasil speedtest untuk akses guru menggunakan url <https://fast.com/>, seperti Gambar 6

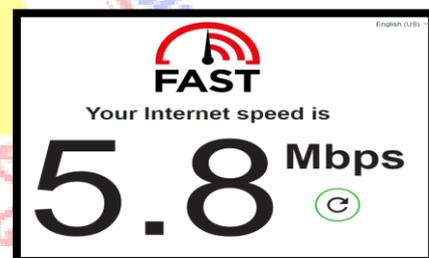


Gambar 6. Speed Test untuk Guru

Pada Gambar 6 tersebut kecepatan bandwidth yang didapatkan yaitu 12Mbps.

b2. Staf

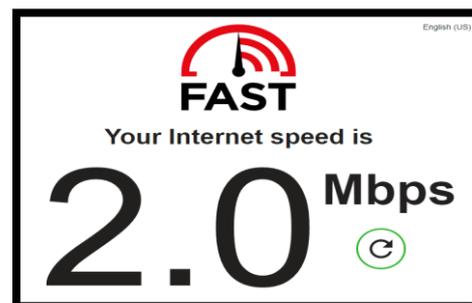
Dalam manajemen bandwidth, telah didefinisikan bandwidth untuk staf sebesar 6mbps. Adapun hasil tes download untuk akses staf menggunakan url <https://fast.com/>, seperti Gambar 7



Gambar 7. Speed Test untuk Staf

b3. Siswa

Dalam manajemen bandwidth, telah didefinisikan bandwidth untuk siswa sebesar 2mbps. Adapun hasil tes download untuk akses siswa menggunakan url <https://fast.com/>, seperti Gambar 8 berikut :



Gambar 8. Speed Test untuk Siswa

Penerapan Squid sebagai filtering web dan manajemen bandwidth pada Jaringan

Internet di SMK Negeri 1 Kepahiang dibangun menggunakan sistem operasi Linux Ubuntu Server 20.04.5. Filtering web digunakan untuk memblokir beberapa situs web diantaranya youtube.com, facebook.com, dan instragram.com. Selain itu dilakukan manajemen bandwidth, sehingga akses internet dibagi secara merata, dimana terdapat 3 bagian yaitu guru, staf dan siswa. Adapun hasil dari penerapan squid sebagai filtering dan manajemen bandwidth pada jaringan internet di SMK Negeri 1 Kepahiang,

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Penerapan Squid sebagai filtering web dan manajemen bandwidth pada Jaringan Internet di SMK Negeri 1 Kepahiang dibangun menggunakan sistem operasi Linux Ubuntu Server 20.04.5.
2. Filtering web digunakan untuk memblokir beberapa situs web diantaranya youtube.com, facebook.com, dan instragram.com. Selain itu dilakukan manajemen bandwidth, sehingga akses internet dibagi secara merata, dimana terdapat 3 bagian yaitu guru, staf dan siswa.
3. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa penerapan squid dapat membantu filtering situs-situs web agar proses belajar mengajar tidak terganggu dan pengelolaan administrasi dapat dilakukan tanpa adanya gangguan, serta dapat mengatur bandwidth pada jaringan internet agar terbagi secara rata.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada kedua orang tua yang telah menyayangiku selama ini serta bagi kedua pembimbing yang telah ditugasi oleh Ketua Program Studi Informatika – Fakultas Ilmu Komputer Universitas Dehasen Bengkulu Ucapan terimakasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional, Republik Indonesia atas bantuan dana penelitian melalui program

Penelitian Unggulan Strategis Nasional (PUSNAS) 2013-2015 dan Penelitian Hibah Disertasi Doktor 2015.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Amien, J. A. & Mukhtar, *Implementasi Jaringan Komputer*, Cetakan Pe. Yogyakarta: Deepbulish, 2020.
- [2] M. D. Simargolang, M.Y., Widarma, A., Irawan, *Jaringan Komputer*, Cetakan Pe. Yayasan Kita Menulis, 2021. [Online]. Available: <https://kitamenulis.id/2021/12/24/jaringan-komputer/>
- [3] M. Syafrizal, *Pengantar Jaringan Komputer*. Yogyakarta: Andi, 2020.
- [4] W. W. Dwi Yatmoko Siambudi, Wamiliana, "Bandwidth Shaping," vol. 6, no. 1, pp. 75–82, 2018.
- [5] F. J. & I. R. Bhayangkara, "Implementasi Proxy Server Dan Load Balancing Menggunakan Metode Per Connection Classifier (Pcc) Berbasis Mikrotik," *Implementasi Proxy Serv. Dan Load Balanc. Menggunakan Metod. Per Connect. Classif. Berbas. Mikrotik*, vol. 2, no. 2, pp. 133–134, 2014, [Online]. Available: <http://journal.uad.ac.id/index.php/JSTIF/article/view/2729>
- [6] F. N. Khasanah, "Squid Proxy Server untuk Peningkatan Performa Akses Internet Pada Ubuntu Server 10.10," *Bina Insa. Ict J.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2017.
- [7] A. Irsyadur and F. Marisa, "Membangun Proxy Server Sebagai Penyaring Konten Dan Manajemen Akses Jaringan Internet Pada Pt. Indomarine Surabaya," *J. Teknol. Manaj. Inform.*, vol. 2, pp. 1–6, 2017.
- [8] Djumhadi, "Manajemen Proxy Server dan Hak Akses Internet Menggunakan SQUID di Universitas Mulia," vol. 3, no. 1, 2019.