

ANALISIS KEBUTUHAN *BANDWIDTH*, CPU, DAN RAM UNTUK AKSESIBILITAS SISTEM *E-LEARNING*

Islamia Nalsintia¹, Muhamad Radzi Rathomi², Alena Uperiati³
170155201014@student.umrah.ac.id

Program studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji

Abstract

Advances in communication technologies and computer networks are currently advancing. The advancement of communication technology and computer networks is required in all sectors, particularly education and academics in universities. An e-learning system is one of the technologies utilized by University of Maritim Raja Ali Haji. However, according to different comments expressed by UMRAH students via surveys on the e-learning system, the performance of the e-learning system is insufficient since resource needs such as bandwidth, CPU, and RAM are still inadequate. As a result, analysis is required to determine the requirements of each resource in order to optimize the performance of the e-learning system. The study was carried out with the help of a support tool, Webservers Stress Tool 8, and test scenarios of 100, 150, 250, 300, 450, 500, 600, 750, 900, 1000, 1500, and 2000 user requests to the server. The analysis results show that the average bandwidth requirement with a small data transfer rate is found at a load of 1500 user requests reaching 1871,82 Mbps, so that requests for access to e-learning system pages are slow, the highest average CPU usage is found at a load of 1500 user requests with a percentage reaching 95,3 percent, and the highest RAM usage is found at a load of 1500 user requests. The maximum limit of servers responding at the time of testing is 2000 users with 10 clicks.

Keywords: *E-Learning, Bandwidth, CPU, RAM*

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi komunikasi dan jaringan komputer saat ini berkembang pesat. Berkembangnya jaringan internet adalah suatu hal yang dibutuhkan di setiap bidang, terutama pada bidang pendidikan dan akademi di perguruan tinggi. Sistem e-learning UMRAH yang bernama Syarah yang digunakan mahasiswa dan dosen untuk proses pembelajarannya. Sistem e-learning ini dibangun sebagai Learning Managements System (LMS) untuk mendukung pembelajaran 4.0 yang mengacu pada kebijakan Kemenrisdikti, serta e-learning ini bersifat lokal karena hanya bisa akses di jaringan lokal UMRAH saja. Berdasarkan hasil kuisisioner yang penulis buat untuk melihat tanggapan mahasiswa terhadap sistem e-learning Syarah ini performa sistem e-learning syarah masih belum memadai karena terkendala dengan konektivitas jaringan yang buruk serta pengaksesan sistem yang masih terbatas. Sehingga pada saat dosen dan mahasiswa ingin melakukan proses pembelajaran daring yang interaktif untuk memperjelas penyampaian materi melalui video atau audio menjadi terganggu yang membuat proses pembelajaran menjadi tidak efektif dan efisien. Penggunaan sistem e-learning Syarah yang efektif dan efisien juga mempengaruhi kinerja dari sistem tersebut, sehingga beban yang diterima server oleh request

didapatkan dari jumlah user yang mengakses sistem e-learning. Menurut Julianto dkk. (2017) untuk keperluan akses sistem informasi yang cepat dan handal, perlu adanya web server yang baik. Jika web server yang dimiliki hanya ada satu maka memungkinkan terjadinya kondisi server yang gagal merespon sehingga membuat sistem tidak berfungsi. Hal ini juga menyebabkan penggunaan sumber daya yang ada pada perangkat komputer atau hardware, seperti jumlah RAM (Random Acces memory) dan CPU (Central Processing Unit) yang dibutuhkan pada saat mengakses sistem.

Dari permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kebutuhan bandwidth pada jaringan serta penggunaan CPU dan RAM pada server. Hal tersebut dapat dilihat dengan memonitor penggunaan bandwidth jaringan serta penggunaan sumber daya, seperti CPU dan RAM yang digunakan pada server.

1.2 Landasan Teori

a. Sistem *E-Learning*

Menurut Agustina dkk. (2016) dalam penelitian Kango dan Ghazi (2019) *E-Learning* yang merupakan suatu pendekatan inovatif untuk dunia pendidikan dimana penyampaian informasi menggunakan media elektronik yang dapat meningkatkan pengetahuan, keterampilan dan kinerja. *E-Learning* adalah proses belajar yang difasilitasi dan didukung melalui pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi. *E-Learning* dapat mengakomodasi sistem pembelajaran yang mengatur peran dosen, mahasiswa, pemanfaatan sumber belajar, pengelolaan pembelajaran, sistem evaluasi dan monitoring pembelajaran (Retnoningsih, 2017).

b. *Bandwidth*

Menurut Purwahid dan Trikola (2019) *bandwidth* adalah cakupan frekuensi yang digunakan oleh sinyal dalam medium transmisi. *Bandwidth* sering digunakan sebagai suatu sinonim untuk kecepatan transfer data (*transfer rate*) yaitu jumlah data yang dapat dibawa dari sebuah titik ke titik lain dalam jangka waktu tertentu. Berikut persamaan untuk menghitung kebutuhan *bandwidth* menurut (Whitty, 2012) yaitu :

$$\text{Bandwidth} = \text{Jumlah pengguna} \times \text{Berat penggunaan} \quad (1.1)$$

Berikut kelompok bobot penggunaan pada *bandwidth* terlihat pada tabel yaitu:

Tabel 1. 2 Pengelompokan Penggunaan Bandwidth

Kategori Pengguna	Bobot Penggunaan <i>Bandwith</i> (Kbps)	Penggunaan
Rendah	80-100 Kbps	Penggunaan hanya untuk <i>e-mail</i> atau <i>browsing</i>
Sedang	100-250 Kbps	Penggunaan untuk mengakses sistem berbasis <i>cloud</i> , gambar, video, pengunduhan dan pengunggahan <i>file</i> .
Berat	250-500 Kbps	Penggunaan untuk <i>file</i> yang besar dan <i>real time communication</i>

Sumber: Hanafi (2021)

c. CPU

Menurut Rahmadayansyah dkk. (2018) CPU (*Central Processing Unit*) adalah inti dari sebuah komputer. CPU sering disebut dengan *processor* ialah sebuah perangkat yang akan memberikan ke seluruh perangkat yang ada dalam komputer untuk saling berintegrasi. Semakin berat tugas *processor*, maka CPU *usage* akan semakin tinggi. Angka CPU *usage* yang tinggi akan menyebabkan *processor* menjadi panas atau yang disebut dengan *overheat*.

d. RAM

Menurut Rahmadayansyah dkk. (2018) RAM (*Random Acces Memory*) adalah sebuah komponen pada komputer yang berfungsi sebagai penyimpanan sementara data dan instruksi yang akan diolah. Semakin besar RAM pada komputer akan membuat komputer semakin cepat dalam mengolah data. Pemanfaatan memori mengacu pada total memori yang digunakan oleh proses sistem dan subordinasi proses (Kulkarni dkk, 2016).

II. Metode Penelitian

2.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data dan informasi terkait penelitian yang dilakukan. Teknik pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

A. Studi Pustaka

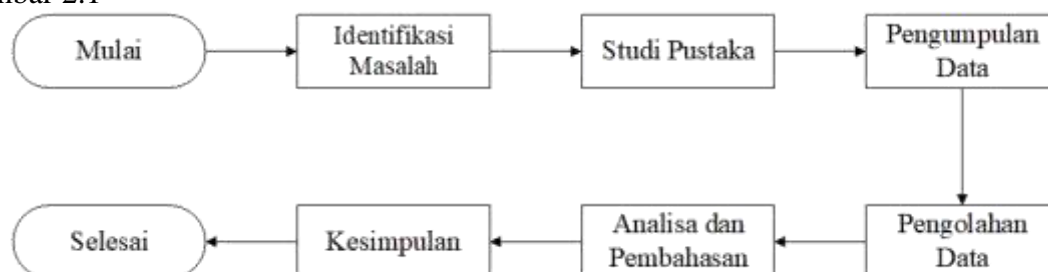
Pengumpulan data yang dilakukan dengan cara meninjau penelitian terdahulu yang didapatkan dari jurnal penelitian, buku-buku, dan artikel terpercaya yang membahas tentang masalah yang berkaitan dengan penelitian.

B. Studi Lapangan

Pengumpulan data dilakukan dengan cara meninjau langsung permasalahan yang akan diamati untuk mendapat variabel penelitian. Penulis melakukan observasi langsung pada aksesibilitas sistem e-learning untuk mendapatkan nilai parameter bandwidth, CPU usage, dan RAM usage.

2.2 Kerangka Penelitian

Prosedur penelitian yang akan dilakukan digambarkan ke dalam bentuk flowchart seperti Gambar 2.1



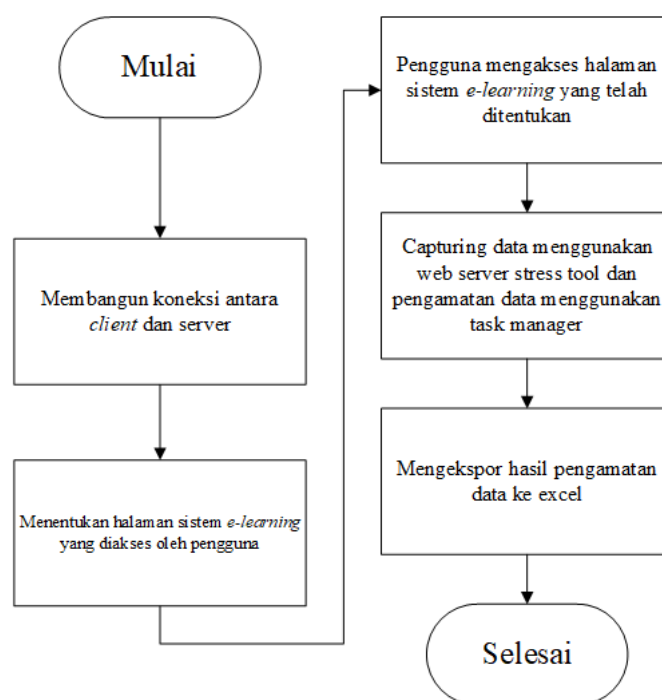
Gambar 2. 1 Flowchart Kerangka Penelitian

Dari Gambar 2.1 diatas, tahapan pertama yang akan dilakukan penulis adalah mengidentifikasi masalah dari analisis yang dilakukan yaitu analisis kebutuhan bandwidth pada jaringan, CPU, dan RAM. Dimana langkah awal yang dilakukan pada penelitian ini adalah

mendapatkan data tentang bagaimana memonitor jaringan dan sumber daya seperti CPU dan RAM guna menjadi acuan sebagai hasil analisis. Kemudian penulis melakukan pengumpulan data dengan cara mencari referensi berupa jurnal, buku, dan artikel di situs percaya serta melakukan observasi sebagai penulis melakukan analisis. Pada tahapan selanjutnya penulis melakukan analisa dari permasalahan serta pengumpulan data untuk dijadikan pembahasan sehingga penulis bisa menyimpulkan dari hasil penelitian ini.

2.3 Skenario Pengujian

Pengujian pada penelitian ini menggunakan server virtual untuk mengetahui permintaan pengguna ke server pada sistem e-learning menggunakan moodle dan bantuan alat analisisnya yaitu web server stress tool. Pengujian pada penelitian ini dilakukan dengan menganalisis dan mengambil data dari banyaknya pengguna yang melakukan permintaan pada server dengan jumlah yang akan meingkat. Skenario pengujian analisis pada masing-masing kebutuhan dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Flowchart Skema Teknis Pengujian

Pengujian dilakukan dengan pengguna mengakses Syarah secara bersamaan. Interface yang akan diakses oleh pengguna untuk pengujian analisis yang penulis lakukan adalah halaman Mata Kuliah yang saya ikuti, Lihat materi, Lihat video pembelajaran, Halaman tugas, Pengajuan tugas, File yang akan diupload, dan Simpan perubahan. Kemudian hasil dari monitoring atau pengamatan data akan diekspor ke excel.

III. Hasil dan Pembahasan

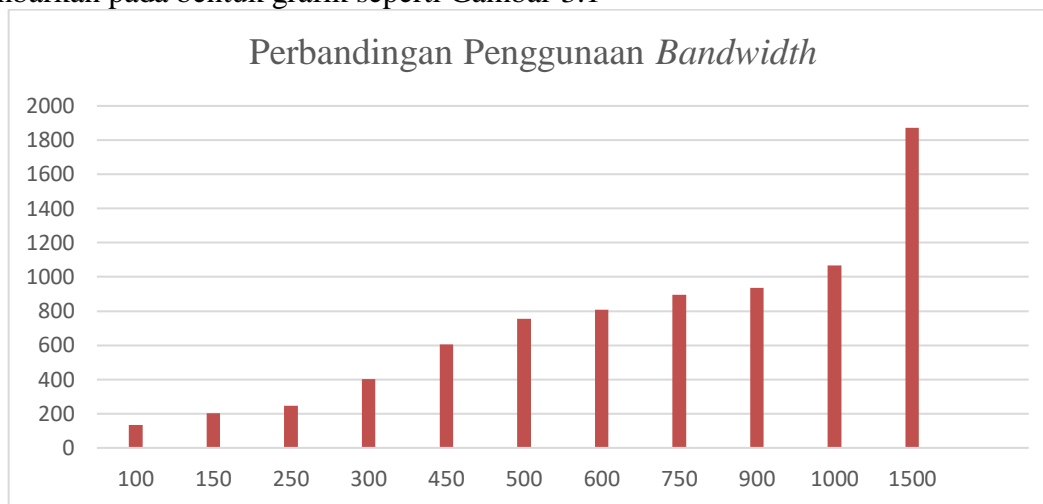
3.1 Pengujian Menggunakan Web Server Stress Tool

Analisis dilakukan pada tanggal 17 Juni 2021 – 22 Juni 2021. Pada penelitian ini, penulis melakukan analisis menggunakan server virtual untuk mengetahui permintaan pengguna ke server pada sistem e-learning menggunakan moodle dan bantuan alat analisisnya yaitu web server stress tool. Penulis memilih pengujian dengan tipe Click karena menurut Nieslen, (1993) penggunaan testing *click* dapat membantu menganalisis beban maksimum yang dapat ditangani server pada saat pengguna melakukan permintaan ke server secara simultan atau bersamaan.

Penelitian ini menggunakan pengguna publik yang disimulasikan melalui alat bantuan analisis yaitu web server stress tool.

3.2 Hasil Pengujian Web Server Stress Tool

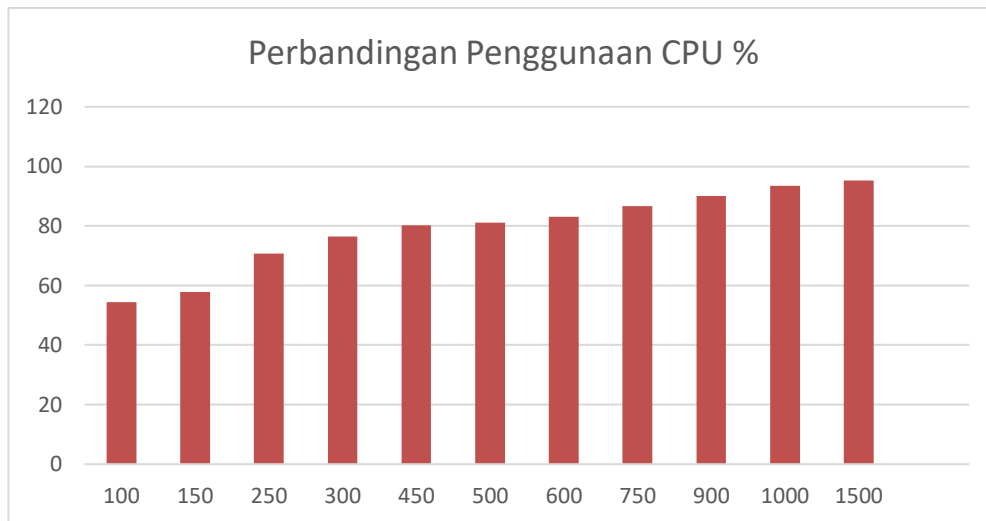
Hasil perbandingan analisis kebutuhan *bandwidth* pada aksesibilitas sistem *e-learning* digambarkan pada bentuk grafik seperti Gambar 3.1



Gambar 3.1 Grafik Perbandingan Rata-rata Kebutuhan *Bandwidth*

Berdasarkan grafik pada Gambar 3.1 dapat disimpulkan bahwa semakin banyak pengguna mengirim *request* ke server, maka penggunaan *bandwidth* yang dibutuhkan juga meningkat. Dari analisis yang dilakukan, pada pengujian pengguna 100 hingga 1500 dengan jumlah klik yang sama dengan pengguna yang disimulasikan mendapatkan hasil penggunaan *bandwidth* yang meningkat dengan jarak antar per penggunaanya berkisar 30 hingga 100 Mbps. Dari hasil yang analisis yang didapatkan bahwa penggunaan rata-rata *bandwidth* dengan beban 100 pengguna yaitu 133,96 Mbps, kemudian jumlah pengguna bertambah menjadi 150 pengguna sehingga rata-rata penggunaan *bandwidth* juga meningkat menjadi 70 Mbps dengan hasil yang didapatkan yaitu 203,57 Mbps, lalu penulis juga menambah beban ke server dengan 250 pengguna yang melakukan permintaan ke server sehingga penggunaan rata-rata *bandwidth* menjadi 245,23 Mbps, pada skenario pengujian yang dilakukan menambah beban server lagi menjadi 300 pengguna sehingga rata-rata penggunaan *bandwidth* menjadi 402,41 Mbps. Kemudian pada pengguna 450 lebih meningkat lagi hingga rata-rata penggunaan *bandwidth*nya menjadi 604,53 Mbps, lalu pada jumlah pengguna 500 yaitu rata-rata penggunaan *bandwidth* berkisar 756,48 Mbps, pada jumlah pengguna 750 terdapat rata-rata penggunaan *bandwidth* yaitu 896,89 Mbps, pada jumlah 900 pengguna rata-rata penggunaan *bandwidth* yaitu 934,6 Mbps, pada jumlah 1000 pengguna rata-rata penggunaan *bandwidth* yaitu 1067,61 Mbps, kemudian jumlah pengguna 1500 yaitu rata-rata penggunaan *bandwidth* mencapai 1871,82 Mbps.

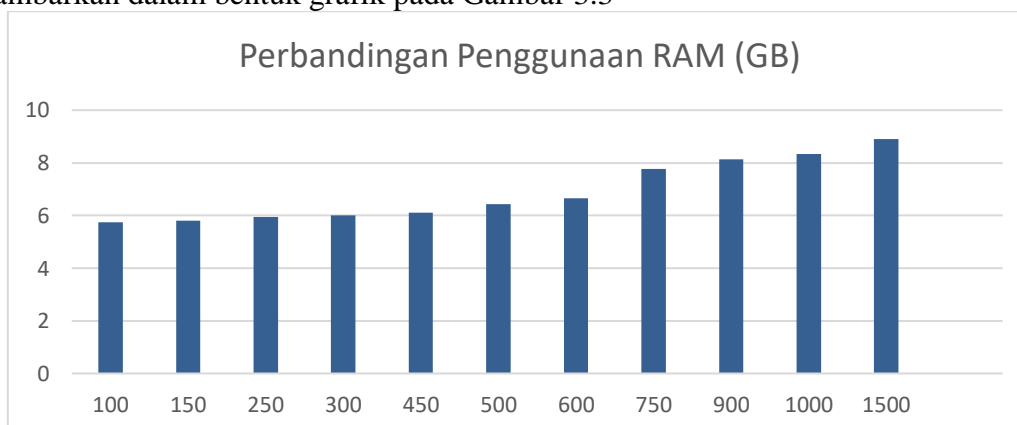
Hasil perbandingan analisis kebutuhan CPU pada aksesibilitas sistem *e-learning* digambarkan dalam bentuk grafik pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Grafik Perbandingan Rata-rata Penggunaan CPU

Berdasarkan grafik pada Gambar 3.2 menunjukkan presentase penggunaan CPU pada masing-masing beban dari pengguna yang mengakses sistem *e-learning*. Dari grafik didapatkan hasil analisis yaitu penggunaan CPU paling tinggi adalah jumlah 1500 pengguna, dengan rata-rata pemakaian CPU mencapai 95,3% yang jarak peningkatan penggunaan dari jumlah 1000 pengguna yaitu 1,8% dengan rata-rata pemakaian CPU pada jumlah 1000 pengguna yaitu 93,5%. Kemudian pada pengguna 100 memiliki rata-rata penggunaan CPU yang terendah yaitu 54,4% dengan jarak peningkatan ke 150 pengguna yaitu sebesar 3,4% dengan rata-rata keseluruhan menjadi 57,8%. Rata-rata pemakaian CPU pada jumlah 250 pengguna yaitu mencapai 70,7% yang jarak penggunaanya tidak berbeda jauh dengan pengguna 300 yaitu berkisar 5,7% dengan total rata-rata penggunaannya mencapai 76,4%, kemudian terjadi peningkatan ke jumlah 450 pengguna sebesar 80,2% hingga ke jumlah 500 pengguna dengan total penggunaannya yaitu 81,1%. Pada pengguna 600 menjadi meningkat lagi yaitu total penggunaannya sebesar 83% kemudian meningkat lagi hingga 3,6% ketika pengguna melakukan permintaan ke server sebanyak 750 pengguna dengan total penggunaan CPU mencapai 86,6%. Kemudian pada jumlah 900 pengguna persentase penggunaan CPU mencapai 90%.

Hasil perbandingan analisis kebutuhan RAM pada aksesibilitas sistem *e-learning* digambarkan dalam bentuk grafik pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Grafik Perbandingan Rata-rata Penggunaan RAM

Berdasarkan grafik pada Gambar 3.3 penggunaan RAM dalam melayani jumlah 1500 permintaan dengan penggunaan RAM paling banyak yaitu mencapai 9 GB. Perbedaan jelas penggunaan RAM pada jumlah 100 pengguna yaitu rata-rata pemakaian RAM mencapai 5,75

GB. Kemudian jumlah pengguna ditambah menjadi 150 pengguna sehingga rata-rata pemakaian *bandwidth* mencapai 5,8 GB. Jarak penggunaan RAM antar jumlah 100 pengguna ke 150 pengguna yaitu berkisar 0,08 GB. Kemudian beban server meningkat lagi hingga 250 pengguna yang melakukan permintaan ke server sehingga penggunaan meningkat lagi hingga 0,15 GB yang rata-rata penggunaan RAM mencapai 5,95 GB. Pada jumlah 300 pengguna rata-rata penggunaan RAM mencapai 6 GB hingga naik menjadi 0,1 GB pada jumlah 450 pengguna dengan total pemakaiannya yaitu 6,1 GB. Kemudian pada jumlah 500 pengguna total pemakaiannya mencapai 6,44 GB dengan menambah beban lagi hingga meningkat menjadi 0,21 GB yaitu pada jumlah pengguna 600 mencapai 6,65 GB. Lalu pada jumlah 750 pengguna mencapai pemakaian RAM yaitu 7,77 GB kemudian ditingkat lagi menjadi 900 pengguna dengan rata-rata penggunaan RAM nya mencapai 8,14 GB, pada jumlah 1000 pengguna tingkat penggunaan RAM semakin besar lagi hingga 8,33 GB.

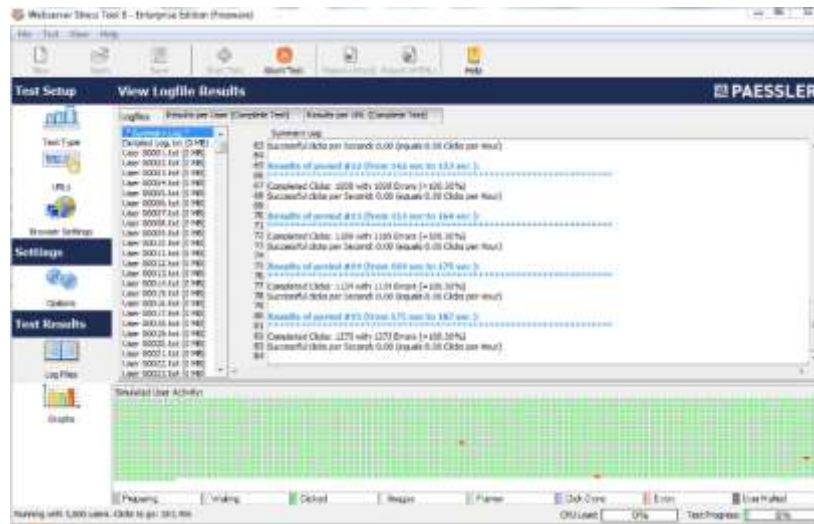
3.3 Analisis Kebutuhan *Bandwidth*

Hasil analisis kebutuhan *bandwidth* aksesibilitas sistem *e-learning* pada beban 100, 150, 250, 300, 450 500, 600, 750, 900, 1000, 1500 dan 2000 pengguna dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Hasil Analisis Kebutuhan

Jumlah Pengguna	<i>Bandwidth</i> Maksimum	<i>Bandwidth</i> Minimum	<i>Bandwidth</i> Rata-rata
100	192,58 Mbps	0 Mbps	133,96 Mbps
150	288,87 Mbps	0 Mbps	203,57 Mbps
250	376,17 Mbps	0 Mbps	245,23 Mbps
300	577,73 Mbps	0 Mbps	402,41 Mbps
450	866,6 Mbps	0 Mbps	604,53 Mbps
500	1001,95 Mbps	0 Mbps	756,48 Mbps
600	1155,47 Mbps	0 Mbps	806,58 Mbps
750	1335,81 Mbps	0 Mbps	896,89 Mbps
900	1420,51 Mbps	0 Mbps	934,6 Mbps
1000	1491,04 Mbps	0 Mbps	1067,61 Mbps
1500	1701,19 Mbps	0 Mbps	1871,82 Mbps

Dari hasil pengujian menggunakan *tools* untuk analisis, didapatkan hasil yang terlihat pada Tabel 3.1 Dimana terdapat rata-rata penggunaan didapatkan dari hasil penggunaan *bandwidth* pada masing-masing pengguna. Pada jumlah pengguna 2000 penggunaan *bandwidth* sedikit karena jumlah klik pada pengguna 2000 yaitu sebanyak 10 klik dan tidak seperti pengguna 100 hingga 1500 yaitu diberi beban klik sama dengan jumlah pengguna yang disimulasikan, sehingga bebannya semakin banyak dan penggunaan *bandwidth* juga semakin besar. Penulis melakukan batas pengujian dengan simulasi pengguna 2000 dan jumlah klik pada masing-masing pengguna yaitu 10 karena jika jumlah klik sama dengan jumlah pengguna atau dinaikkan lagi lebih dari 10 maka pada web server tidak merespon ketika melakukan pengujian dan proses simulasi menjadi merah atau tidak berjalan lagi seperti pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 Proses Simulasi Pengguna 2000 dengan Jumlah Klik 15

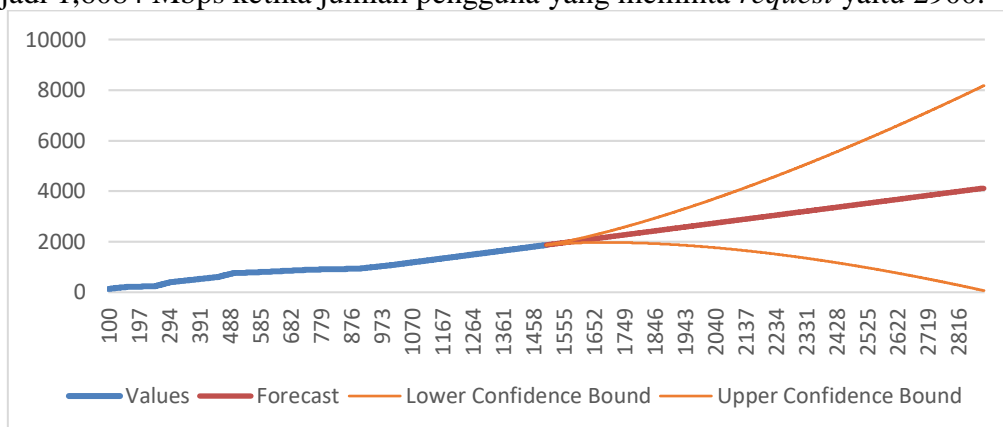
Untuk kalkulasi kebutuhan *bandwidth* pengguna multi-user yang sesuai dengan persamaan (1.1) terdapat pada Tabel 3.2.

Tabel 1.2 Kebutuhan *Bandwidth* Multi-User

Jumlah Pengguna	Kebutuhan <i>Bandwidth</i>
50	95 Mbps
100	190 Mbps
150	285 Mbps
300	570 Mbps
450	855 Mbps
600	1140 Mbps
750	1425 Mbps
900	1710 Mbps
1000	1900 Mbps
1250	2375 Mbps
1500	2850 Mbps
1750	3325 Mbps
2000	3800 Mbps
2250	4275 Mbps
2500	4750 Mbps
2750	5225 Mbps
3000	5700 Mbps
3250	6175 Mbps
3500	6650 Mbps
3750	7125 Mbps
4000	7600 Mbps
4250	8075 Mbps
4500	8550 Mbps
4750	9025 Mbps
5000	9500 Mbps

Pada Gambar 3.5 menunjukkan hasil perhitungan perkiraan penggunaan *bandwidth*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa perkiraan pada jumlah pengguna dari 1501 hingga 2900. Pada masing-masing penggunaan *bandwidth* perorangnya yaitu 1, 3992 Mbps pada pengguna 100

hingga 150, kemudian pada penggunaan 151 hingga 250 penggunaan *bandwidth* perorangnya meningkat menjadi 0,4166 Mbps. Ketika server mendapatkan *request* yang lebih meningkat lagi menjadi 300 pengguna, penggunaan *bandwidth* meningkat lagi hingga 3,1436 Mbps. Lalu penggunaan *bandwidth* kembali meningkat lagi menjadi 1,3475 Mbps pada masing-masing penggunaanya ketika jumlah pengguna menjadi 300. Kemudian ketika pengguna meningkat menjadi 450 pengguna, masing-masing penggunaan *bandwidth* perorangnya menjadi 3,039 Mbps. Lalu server menerima *request* yang bertambah sebanyak 100 hingga masing-masing penggunaanya *bandwidth*nya menjadi 3,54 Mbps dengan total penggunaanya menjadi 600. Pengguna bertambah lagi menjadi 150 dengan rata-rata penggunaan *bandwidth* menjadi 0,6021 Mbps. Ketika pengguna menjadi 900 penggunaan *bandwidth* perpengguna menjadi 0,2514 Mbps. Kemudian pengguna meningkat menjadi 1500 yang meminta *request* ke server sehingga masing-masing penggunaan *bandwidth* menjadi 1,608 Mbps. Kemudian peningkatan terjadi menjadi 1,6084 Mbps ketika jumlah pengguna yang meminta *request* yaitu 2900.



Gambar 3.5 Grafik Perkiraan Penggunaan *Bandwidth* hingga 2900 Pengguna

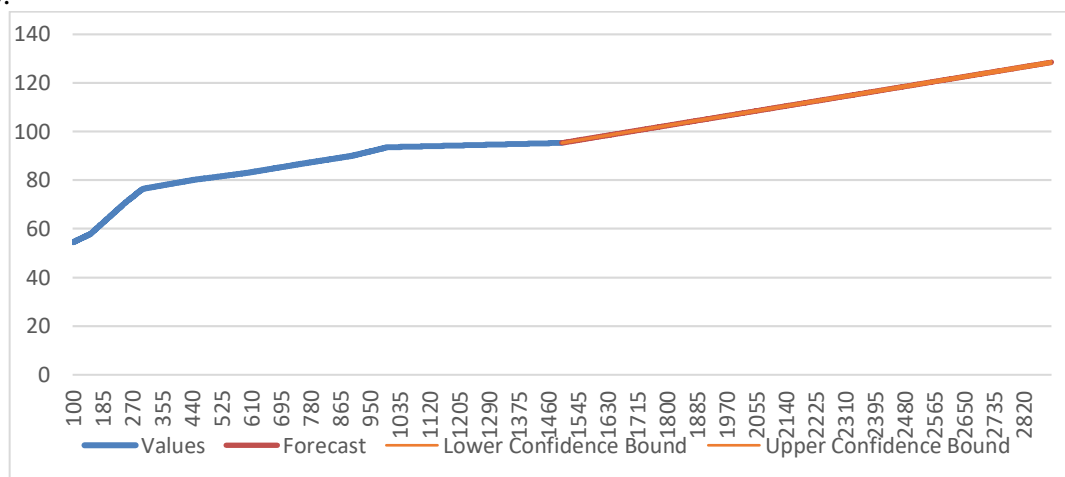
3.4 Analisis Kebutuhan CPU dan RAM

Dari penelitian yang dilakukan didapatkan hasil rata-rata pemakaian CPU dan RAM oleh masing-masing pengguna yang disimulasikan. Dapat dilihat pada Tabel 3.3 bahwa pengguna 2000 mendapatkan hasil penggunaan CPU dan RAM yang terendah karena pada pengguna 2000 disimulasikan dengan jumlah klik 10 yang hanya bisa disimulasikan sehingga penggunaan CPU dan RAM ketika diujikan menjadi menurun.

Tabel 3.3 Penggunaan Sumber Daya

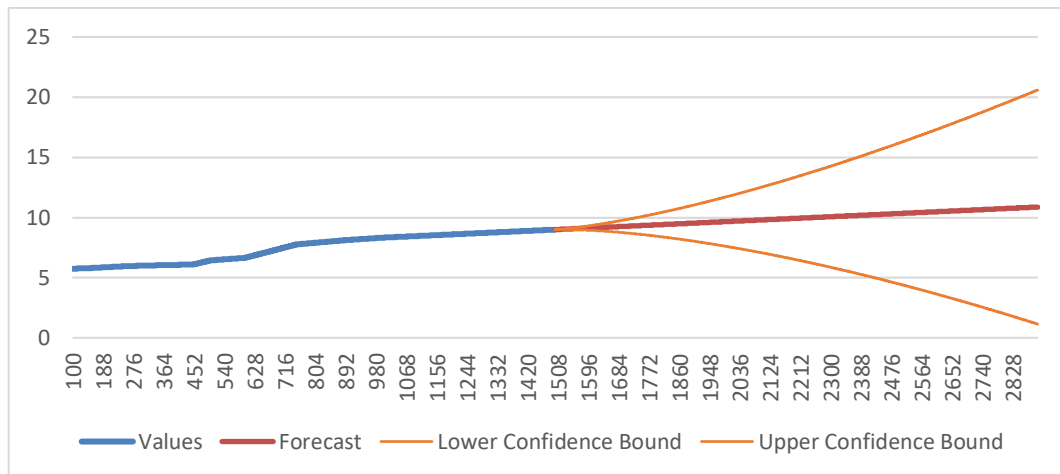
Beban Pengguna	Sumber Daya	
	CPU (%)	RAM (GB)
100	54,4	5,75
150	57,8	5,8
250	70,7	5,95
300	76,4	6
450	80,2	6,1
500	81,1	6,44
600	83	6,65
750	86,6	7,77
900	90	8,14
1000	93,5	8,33
1500	95,3	9

Pada Gambar 3.6 menunjukkan hasil perhitungan perkiraan penggunaan CPU. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa perkiraan pada jumlah pengguna dari 1501 hingga 2900. Pada masing-masing penggunaan CPU perorangnya yaitu 0,068% pada pengguna 100, kemudian pada pengguna 150 penggunaan CPU perorangnya meningkat menjadi 0,129%. Ketika server mendapatkan *request* yang lebih meningkat lagi menjadi 250 pengguna, penggunaan CPU meningkat lagi hingga 0,129%. Lalu penggunaan CPU kembali meningkat lagi menjadi 0,144% pada masing-masing penggunaanya ketika jumlah pengguna menjadi 300. Kemudian ketika pengguna meningkat menjadi 450 pengguna, masing-masing penggunaan CPU perorangnya menjadi 0,0253%. Ketika pengguna bertambah 50 dengan rata-rata penggunaan CPU adalah 0,018% jumlah pengguna yang *request* ke server yaitu 500 pengguna. Lalu server menerima *request* yang bertambah sebanyak 100 hingga masing-masing penggunaanya CPU menjadi 0,019% dengan total penggunaanya menjadi 600. Pengguna bertambah lagi menjadi 150 dengan rata-rata penggunaan CPU menjadi 0,024%. Ketika pengguna menjadi 900 penggunaan CPU perpengguna menjadi 0,022%. Kemudian pengguna meningkat menjadi 1500 yang meminta *request* ke server sehingga masing-masing penggunaan CPU menjadi 0,0036%. Kemudian peningkatan terjadi menjadi 0,0236% ketika jumlah pengguna yang meminta *request* yaitu 2900.



Gambar 3.6 Grafik Perkiraan Penggunaan CPU hingga 2900 Pengguna

Pada Gambar 3.7 menunjukkan hasil perhitungan perkiraan penggunaan RAM. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa perkiraan pada jumlah pengguna dari 1501 hingga 2900. Pada masing-masing penggunaan RAM perorangnya yaitu 0,0575GB pada pengguna 100, kemudian pada pengguna 150 penggunaan RAM perorangnya meningkat menjadi 0,001GB. Ketika server mendapatkan *request* yang lebih meningkat lagi menjadi 250 pengguna, penggunaan RAM meningkat lagi hingga 0,0015GB. Lalu penggunaan RAM kembali meningkat lagi menjadi 0,001GB pada masing-masing penggunaanya ketika jumlah pengguna menjadi 300. Kemudian ketika pengguna meningkat menjadi 450 pengguna, masing-masing penggunaan RAM perorangnya menjadi 0,0007GB. Ketika pengguna bertambah 50 dengan rata-rata penggunaan RAM adalah 0,0068GB jumlah pengguna yang *request* ke server yaitu 500 pengguna. Lalu server menerima *request* yang bertambah sebanyak 100 hingga masing-masing penggunaanya RAM menjadi 0,0021GB dengan total penggunaanya menjadi 600. Pengguna bertambah lagi menjadi 150 dengan rata-rata penggunaan RAM menjadi 0,0074GB. Ketika pengguna menjadi 900 penggunaan RAM perpengguna menjadi 0,0024GB. Kemudian pengguna meningkat menjadi 1500 yang meminta *request* ke server sehingga masing-masing penggunaan RAM menjadi 0,00134GB. Kemudian peningkatan terjadi menjadi 0,001GB ketika jumlah pengguna yang meminta *request* yaitu 2900.



Gambar 3.7 Grafik Perkiraan Penggunaan RAM hingga 2900 Pengguna

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian didapatkanlah hasil beban yang paling mempengaruhi layanan server pada aksesibilitas sistem *e-learning* adalah pada jumlah 1500 pengguna dengan jumlah klik 1500. Penggunaan rata-rata *bandwidth* adalah 1871, 82 Mbps, presentase penggunaan CPU paling besar yaitu mencapai 95,3% dan penggunaan RAM yaitu 9 GB. Sedangkan pada pengguna 2000 memiliki rata-rata penggunaan *bandwidth* dengan penggunaannya yaitu 7,23 Mbps, pada CPU presentase penggunaannya 43,7%, dan penggunaan RAM 4,01 GB yang sedikit hal ini disebabkan karena pada masing-masing pengguna memiliki jumlah klik 10 sebagai batas maksimal, jika pada pengguna 2000 ditambah jumlah klik lebih dari 10 maka pada web server tidak merespon permintaan tersebut sehingga menyebabkan gagal melakukan *request* ke server. Jadi, disimpulkan bahwa batas maksimal server yang merespon permintaan pengguna yaitu sebanyak 2000 pengguna dengan jumlah klik 10.

V. Daftar Pustaka

- Hanafi. 2021. Estimasi Kebutuhan Bandwidth Internet Di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe. *Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*. Maret 2021. Vol.18. N0.1. pp. 13-20.
- Julianto R, Yahya W, dan Akbar, S.R. 2017. Implementasi Load Balancing di Web Server Menggunakan Metode Berbasis Sumber Daya CPU Pada Software Defined Networking. *Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. Vol.1. No.9.
- Kango R. dan Ghazi S. 2019. Tantangan Pembelajaran E-Learning Di Perguruan Tinggi. *Seminar Nasional Teknologi, Sains dan Humaniora*. Gorontalo.
- Kulkarni V, Undale M, Kotkar P, Mankar P, dan Mashal K. 2016. Implementing Advanced Web Server Testing Tool. *International Journal Of Engineering Sciences and Research Technology*. April 2016.
- Nieslen J. 1993. *Usability Engineering*. SunSoft. California.
- Rahmadayansyah R.F, Negara R.M, dan Sussi. 2018. Resource Usage Pada Perangkat Client Menggunakan Platform Cloud Gaming Emago. *Universitas Telkom*. Vol. 5. No.3.

- Whitty B. 2012. How to Estimate Bandwidth Needs for Your Customers. <https://www.technibble.com/estimate-bandwidth-needs-customers/>. 25 Mei 2012. diakses pada 14 Maret 2021.
- Wicaksono F.A. 2013. *Analisis dan Perbandingan Distro Linux Untuk Server Web Konfigurasi Default*. Skripsi. Universitas Dharma Yogyakarta. Yogyakarta.