

**PERFORMA TESTING UNTUK MENGETAHUI
REABILITAS QoS (*QUALITY OF SERVICE*)
WEBSITE FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN**

PERFORMANCE TESTING TO DETERMINE THE QoS (QUALITY OF SERVICE) RELIABILITY
FACULTY OF ENGINEERING'S WEBSITE, JENDERAL SOEDIRMAN UNIVERSITY

Dadang Iskandar*, Nofiyati

*Email: dadang.iskandar@unsoed.ac.id

Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman

Abstrak— Perangkat lunak dibutuhkan hampir di setiap bidang untuk membantu proses bisnis. Salah satu bentuk perangkat lunak adalah *website* yang digunakan untuk menyebarkan informasi ke seluruh dunia dengan bantuan internet. *Website* Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman merupakan salah satu sarana untuk memberikan informasi tentang kegiatan yang berjalan di fakultas. Sebagai sarana untuk memberikan layanan informasi kepada masyarakat baik internal maupun eksternal maka dibutuhkan sistem yang cukup *reliable*. Untuk membuktikan bahwa sistem dikatakan *reliable* atau tidak maka perlu dilakukan pengujian yang salah satunya performa testing. Proses pengukuran dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya pengukuran secara otomatis menggunakan bantuan *tool* pengujian. *Tool* untuk mengetes performa menggunakan *tool* gratis yang cukup baik diantaranya menggunakan *tool* Load Impact dan JMeter. Hasil pengujian dengan menggunakan kedua *tool* tersebut didapatkan hasil bahwa *website* masih dapat digunakan secara baik dan cukup untuk menampung banyak *request* dari *user*.

Kata kunci — Kualitas perangkat lunak, performa *testing*, *website*.

Abstract— Almost every field is needed software to help business process. Website is one of software form used to spread information throughout the world with internet help. Faculty Engineering of Jenderal Soedirman University website is one means to provide information activities in faculty. As a means to provide information services to the community both internally and externally it needs a fairly reliable system. To prove that the system is reliable or not it is necessary to do testing that one of them in the form of performance testing. The measurement process can be done in various ways, one of which is automatic measurement using the help of tool testing. The tools to test performance using free tools are good enough to use the tool Load Impact and JMeter. The test results using both tools are obtained results that the website can still be used well and enough to accommodate many requests from the user.

Keywords — Software quality, performance testing, website.

I. PENDAHULUAN

Perangkat lunak saat ini hampir dibutuhkan dalam setiap bidang kehidupan manusia. Perangkat lunak adalah sebuah instruksi yang apabila dijalankan menghasilkan fungsi dan hasil yang diinginkan [1]. Sistem informasi merupakan salah satu bentuk dari perangkat lunak yang digunakan untuk menyebarkan informasi. *Website* merupakan bentuk sistem informasi yang paling umum digunakan untuk menyebarkan informasi keseluruh dunia dengan bantuan internet.

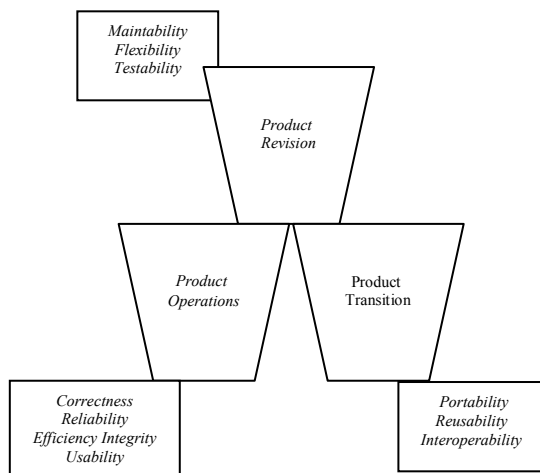
Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman memiliki *website* yang digunakan untuk memberikan informasi kegiatan yang digunakan oleh mahasiswa, masyarakat atau siapapun yang membutuhkan informasi seputar Fakultas Teknik. Alamat *website* Fakultas Teknik yaitu <http://ft.unsoed.ac.id>. Dikarenakan *website* merupakan salah satu bagian yang sangat penting, yang memberikan informasi kepada seluruh masyarakat maka keamanan dan keakuratan data dan informasi harus terjaga dengan baik.

Pengujian atau pengukuran kualitas perangkat lunak diperlukan sehingga dapat diketahui sejauh mana reabilitas suatu sistem dapat diukur. Salah satu proses pengujian perangkat lunak yaitu menggunakan performa *testing*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Testing adalah tiap aktivitas yang digunakan untuk dapat melakukan evaluasi suatu atribut atau kemampuan dari program atau sistem dan menentukan apakah telah memenuhi kebutuhan atau hasil yang diharapkan [2].

Menurut Standar ANSI/IEEE 1059, *testing* adalah proses menganalisa suatu entitas *software* untuk mendeteksi perbedaan antara kondisi yang ada dengan kondisi yang diinginkan (*defects/errors/bugs*) dan mengevaluasi fitur-fitur dari entitas *software*. Pengujian kinerja digunakan untuk menentukan respons, *throughput*, reliabilitas, dan/atau skalabilitas sistem di bawah beban kerja yang diberikan [3]. *Software testing* adalah aktivitas utama untuk mengevaluasi dan mengeksekusi perangkat lunak dengan maksud untuk mencari tahu kesalahan. Ini merupakan proses dimana *system requirement* dan komponen sistem dievaluasi secara manual atau menggunakan *tools* secara otomatis untuk mencari tahu apakah sistem memenuhi persyaratan yang ditentukan [4].



Gambar-1. The McCall quality model (a.k.a. McCall's Triangle of Quality)

Model faktor McCall mengklasifikasikan semua kebutuhan perangkat lunak ke dalam 11 faktor kualitas [5]. Sebelas faktor model McCall ditunjukkan pada Gambar-1 memiliki tiga perpektif utama yaitu :

- faktor operasi produk
- faktor revisi produk
- faktor transisi produk.

Model faktor McCall disebutkan seperti di bawah ini.

1. *Correctness*: program dapat memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan oleh pengguna.
2. *Reliability*: program dapat diharapkan untuk menjalankan tugas dan fungsi dengan baik sesuai dengan kebutuhan.
3. *Efficiency*: jumlah sumber daya komputasi sesuai dengan kebutuhan untuk menjalankan program sesuai dengan fungsinya dengan baik.
4. *Integrity*: merupakan kemampuan untuk melindungi diri dari akses oleh pihak yang tidak berwenang.
5. *Usability*: kemudahan suatu sistem dapat digunakan dalam mengoperasikan suatu program.
6. *Maintainability*: kemudahan program untuk diperbaiki jika terjadi suatu kesalahan atau *bug*.
7. *Testability*: kemudahan untuk menguji suatu program sehingga program tersebut dapat bekerja sesuai dengan fungsinya.
8. *Flexibility*: merupakan kemampuan suatu program untuk dapat dimodifikasi untuk operasional yang berbeda.
9. *Portability*: kemudahan suatu program untuk diinstal di lingkungan yang berbeda.
10. *Reusability*: tingkat kemudahan penggunaan *software* dalam konteks yang berbeda.
11. *Interoperability*: merupakan kemudahan program untuk diintegrasikan dengan *software* lain.

A. ISO 9126 Quality Characteristics

ISO 9126 merupakan standar karakteristik dalam penentuan kualitas suatu *software*. Di dalam iso 9126 terdapat 6 karakteristik kualitas suatu *software* seperti di bawah ini [6].

1. *Functionality*: merupakan kemampuan untuk melaksanakan tugas sesuai dengan fungsi yang ada baik tersurat maupun tersirat.
2. *Reability*: satu set atribut yang bergantung pada kemampuan perangkat lunak untuk mempertahankan tingkat kinerjanya dalam kondisi yang dinyatakan untuk jangka waktu tertentu.
3. *Usability*: satu set atribut yang sesuai dengan upaya yang diperlukan untuk penggunaan dan penilaian individual penggunaan tersebut oleh pengguna yang dinyatakan atau tersirat.

4. *Efficiency*: satu set atribut yang berpengaruh pada hubungan antara kinerja perangkat lunak dan jumlah sumber daya yang digunakan dalam kondisi yang dinyatakan.
5. *Maintainability*: seperangkat atribut yang sesuai dengan upaya yang diperlukan untuk melakukan modifikasi yang ditentukan (yang mungkin termasuk koreksi, perbaikan, atau adaptasi perangkat lunak terhadap perubahan lingkungan dan perubahan dalam persyaratan dan spesifikasi fungsional).
6. *Portability*: merupakan suatu kemampuan *software* untuk dapat dipindahkan dari suatu perangkat ke perangkat lain atau dalam suatu lingkungan ke lingkungan lainnya.

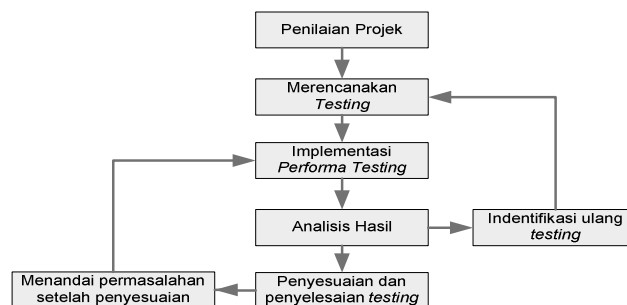
B. Performa Testing

Performa *testing* menjamin sistem sesuai dengan beban yang ditentukan, mengidentifikasi di mana waktu respon yang terlalu tinggi, dan memainkan peran penting dalam memberikan *Quality of Service* (QoS) [7]. Pengujian kinerja aplikasi web merupakan kegiatan yang membutuhkan koordinasi yang rumit antara pemangku kepentingan, pengembang, administrator sistem dan penguji agar menghasilkan hasil yang andal dan bermanfaat [8].

Kinerja web dapat mempengaruhi peringkat halaman web. Untuk mengetahui performa web dapat dilihat dari beberapa komponen seperti konten HTML, presentasi dan serta aset halaman dan sebagainya yang disebut *Web Performance Optimization* [9].

Pengujian kinerja adalah jenis pengujian yang dimaksudkan untuk menentukan respons, keandalan, *throughput*, interoperabilitas, dan skalabilitas dari suatu sistem dan / atau aplikasi di bawah beban kerja yang diberikan. Ini juga bisa didefinisikan sebagai proses menentukan kecepatan atau efektivitas komputer, jaringan, aplikasi perangkat lunak atau perangkat [10]. Pengujian web untuk mengetahui performa web dapat dilakukan dengan bantuan beberapa *software* yaitu Jmeter, GT Metrix, *Websrver Stress Tool* dan Acunetix [11].

Tujuan utama dari *performance testing* adalah bukan untuk menemukan *bug*, tetapi untuk menghilangkan hambatan-hambatan yang mungkin membuat aplikasi tidak dapat diakses atau waktu memuat (*load*) yang terlalu lama sehingga dapat menjadikan pengguna malas mengaksesnya.



Gambar-2. Proses *performance testing*.

Proses untuk menentukan *performance testing* di perlihatkan pada Gambar-2 yang menjelaskan alur proses yang dimulai dengan penilaian proyek, merencanakan proyek, implementasi, dan analisis hasil. Jika analisis hasil belum memenuhi dilakukan identifikasi ulang *testing*. Jika sudah, dilakukan penyesuaian dan penyelesaian *testing*. Fokus dari *performance testing* antara lain berikut ini [2].

- a. *Speed* : menentukan seberapa cepat respon suatu aplikasi.
- b. *Scalability* : menentukan beban pengguna maksimum suatu aplikasi.
- c. *Stability* : menentukan apakah suatu aplikasi dapat berjalan pada beban yang bervariasi.
- d. *Reability* : kemampuan suatu aplikasi untuk menangani suatu beban dengan beban load yang berat.

1) Jenis *Performance Testing*

Jenis *performance testing* adalah sebagai berikut [12].

- a. *Load Testing* : menguji aplikasi apakah mampu menangani permintaan dari sejumlah pengguna, secara objektif seperti mempertahankan waktu respon terhadap permintaan pengguna.
- b. *Stress testing* : merupakan *testing* yang digunakan untuk mengetahui kemampuan sistem menangani data dalam jumlah banyak dari luar.
- c. *Endurance Testing* : pengujian yang digunakan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menangani data secara terus-menerus dengan beban tertentu.
- d. *Spike testing* : pengujian *Spike* dilakukan dengan meningkatkan jumlah pengguna tiba-tiba dengan jumlah yang sangat besar dan mengukur kinerja sistem. Tujuan utama adalah untuk menentukan apakah sistem akan mampu mempertahankan beban kerja.

2) Jenis Permasalahan Performance Aplikasi

Beberapa permasalahan performa aplikasi sebagai berikut .

- Long load time:** aplikasi/website tidak mungkin untuk melakukan loading di atas satu menit, load time diusahakan harus di bawah 10 detik jika memungkinkan [13].
- Poor scalability: performance** aplikasi bisa dibilang gagal apabila aplikasi tersebut tidak dapat menampung beban yang sangat berat, sehingga aplikasi itu bisa "down", maka dari itu performance testing harus dilakukan untuk memastikan aplikasi dapat menangani jumlah diantisipasi pengguna [13].
- Bottlenecking:** Kemacetan yang menjadi penghalang dalam sistem sehingga menurunkan kinerja sistem secara keseluruhan. Bottlenecking dapat terjadi ketika salah coding atau karena masalah hardware menyebabkan penurunan throughput pada beban tertentu [14].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Akses internet rata-rata untuk Fakultas Teknik Unsoed di Purbalingga cukup besar yaitu berkisar 568,947 Kbps untuk downlink dan 60,706 Kbps untuk uplink. Dengan kapasitas tersebut masih cukup besar untuk dibagi ke akses server di kampus Fakultas Teknik Unsoed, seperti ditunjukkan pada Tabel-1.

Tabel-1. Konsumsi bandwidth Unsoed [15].

Node	Topologi	Bandwidth (Mbps)	Average (Kbps)	
			DL	UL
Roedhiro	Star	1000	1.228,271	137,538
FISIP	Star	1000	1.076,361	1.074,739
Pertanian-Puskom	Star-Ring	1000	7.910,256	1.049,906
Kalibakal	Star sewa	3	142,242	18,834
Teknik PBG	Star sewa	6	568,947	69,706

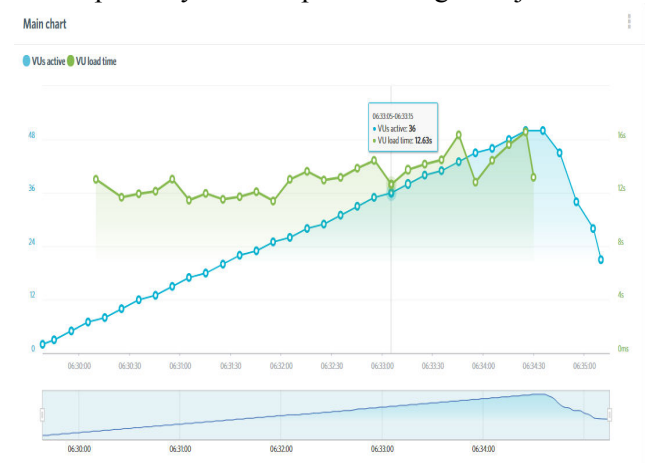
Testing testing dilakukan dengan beberapa faktor yaitu pengujian Speed, scalability, stability dan reability. Pengujian dilakukan dengan bantuan beberapa tool untuk mendapatkan hasil.

A. Pengujian dengan Load Impact

Pengujian efisiensi digunakan bantuan tool Load Impact. Seting pengujian dilakukan dengan menggunakan pengetesan berdasarkan jumlah user yang memasuki sebuah sistem.

Grafik berwarna biru pada Gambar-3 merupakan jumlah VU active (Virtual User) yang ditambahkan

secara linier berdasarkan waktu pengujian sampai batas maksimal yaitu 50 user (mode gratis) kemudian akan turun di representasikan pada gambar sebelah kiri. Sedangkan Garis hijau merupakan waktu yang dibutuhkan sistem untuk merespons permintaan user direpresentasikan pada gambar sebelah kanan. Grafik sebelah bawah grafik utama merupakan rangkuman dari grafik utama untuk melihat seluruh grafik karena di grafik sebelah atas dapat hanya menampilkan sebagian saja.



Gambar-3. Hasil pengujian Load Impact.

Waktu respon sistem pertama kali didapatkan saat jumlah user aktif berjumlah 9 dengan lama respon 13 detik. Load Impact dapat melihat hasil pengujian dengan cara mengarahkan pointer ke dalam grafik sehingga memperlihatkan hasil pengujian berdasarkan jumlah VU active berbanding dengan waktu respons. Hasil pengukuran juga dapat menunjukkan besaran bandwidth, jumlah request per detik serta beban cpu dan memori pada server yang ditunjukkan pada Gambar-4.



Gambar-4. Pengujian parameter server.

Pengujian dilakukan 3 kali dengan waktu akses yang berbeda yaitu pada saat dini hari pada saat tidak banyak aktifitas, siang hari saat banyak aktifitas dan sore hari saat aktifitas diantara keduanya, hal ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan akses terhadap *server* pada waktu yang berbeda. Contoh pengujian parameter *server* ditunjukkan pada Gambar-4 yang menyatakan hasil dari beberapa parameter yang terdapat pada *server*.

Request pengujian yang dilakukan didapatkan dari *server* yang berada di Ashburn US menuju ke alamat <http://ft.unsoed.ac.id> yang berada di Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel-2.

Tabel-2. Hasil pengujian *Load Impact*.

Bagian	28-1-2018	29-1-2018	30-1-2018
	17:04 WIB	00:17 WIB	12:15 WIB
Data Pengujian	Transferred 2,36 GB dengan 16.591 request	Transferred 2,33 GB dengan 16.388 request	Transferred 2,39 GB dengan 16.797 request
VU Load Time mulai	9,19	10,87s	10,57s
Load time VU active 50	15,46s	10,24s	11,66s
Load time tertinggi	15,46 (VU Active 50)	14,29 (VU active 49)	11,94s VU active 36
Bandwidth tertinggi	100,17Mbps	99,93Mbps	106,99Mbps
Request tertinggi	85,9 r/s	85,94 r/s	92,39 r/s
TCP tertinggi	186,6	182,62	180,2
Load Generator CPU tertinggi	9,07%	4,08%	4,24%
Load Generator Memory tertinggi	3,26%	3,32%	3,23%
VU load time	16,31s	13,32s	12,36s

Berdasarkan Tabel-2, jumlah data yang digunakan untuk pengujian oleh *server* berkisar 2,33 Gb sampai 2,39 Gb dengan jumlah *request* yang dikirimkan sebanyak 16.300 sampai 16.797. Umpan balik yang diterima setelah melakukan pengetesan dengan *user* pertama berkisar 9,19 detik sampai 10,87 detik. Perbedaan waktu saat menerima hasil *request* pertama kali mempunyai selisih yang sedikit sekitar 1 sampai 1,5 detik.

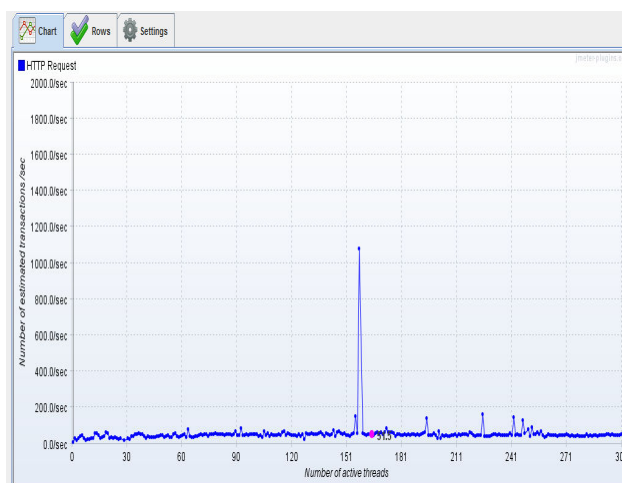
Load time dengan jumlah *user* aktif sebanyak 50 *user* waktu load pada saat sore hari atau pagi hari waktu Amerika dimungkinkan karena trafik yang sedang berlangsung cukup padat dimungkinkan sedang ada kegiatan yang sedang berproses pada

server di Fakultas Teknik. Beban *hardware server* yang berada di Fakultas Teknik masih cukup rendah yaitu load generator CPU tertinggi dan *load generator* memori masih cukup rendah yaitu masih berada dibawah 10%.

B. Pengujian dengan JMeter

JMeter adalah aplikasi *open source* berbasis Java yang dapat dipergunakan untuk pengujian performa, yang merupakan sebuah alat ukur kinerja untuk lingkungan *client/server*. JMeter merupakan *tool* yang mudah diinstal dan digunakan [16]. JMeter dapat dikonfigurasi sesuai dengan kebutuhan pengguna. Untuk uji beban pengguna dilakukan konfigurasi dengan memasang 1000 *user* dengan pengiriman sampel 5 setiap 0,1 detik atau 50.000 *sample*. Pengujian dilakukan pada tanggal 26 januari 2018 pukul 11.05 WIB. Pengujian hanya dilakukan dengan parameter permintaan *http (http request)*.

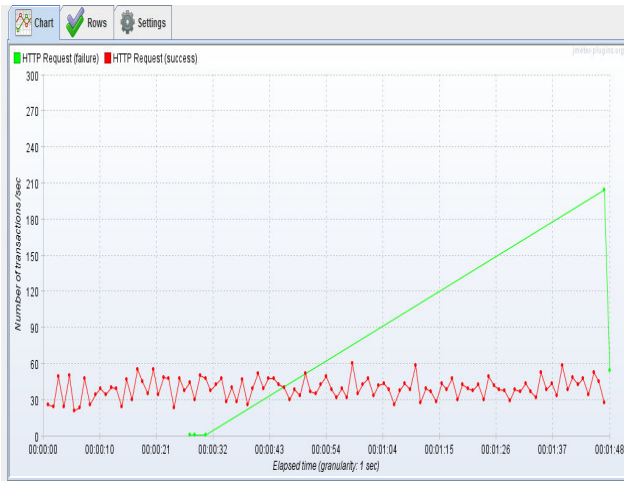
Pengujian *scalability* atau jumlah beban yang mampu ditangani oleh sistem yang ditunjukkan pada Gambar-5 menyatakan bahwa beban maksimal yang mampu ditangani secara bersamaan oleh *website* teknik yaitu 302 *user*. Permintaan (*request*) tertinggi yang dapat ditampung oleh *server* yaitu 1088.4 transaksi/detik saat jumlah *user* yang mengakses sebanyak 157 *user*, sedang rata-rata transaksi yang dapat dilayani yaitu 51.5 transaksi/detik.



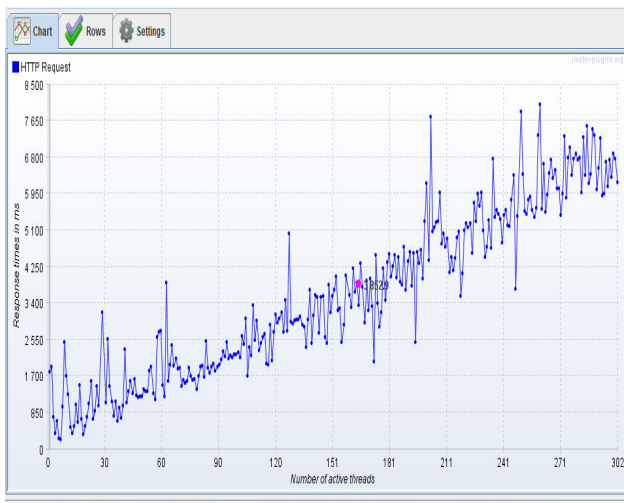
Gambar-5. Pengujian beban dengan jumlah *user*.

Transaksi perdetik yang ditampilkan pada Gambar-6 merupakan jumlah transaksi yang mampu ditangani setiap detiknya oleh sistem. Kemampuan penanganan transaksi yang dilakukan oleh *server* tidak sama setiap waktunya. Berdasarkan pengujian yang dilakukan saat pertama kali sistem berjalan sistem mampu mengangani *request* sebanyak 30

request, saat selanjutnya system dapat menangani sebanyak 54 *request* dan seterusnya berfluktuasi antara 30 sampai 60 transaksi perdetiknya.



Gambar-6. Transaksi per detik.



Gambar-7. Respons time vs thread.

Pengukuran waktu respon ditunjukkan pada Gambar-7 yaitu grafik *respons time vs thread*. Grafik tersebut menunjukkan fluktuasi penanganan respon terhadap permintaan/*request* dari *user*.

Waktu penanganan untuk menangani permintaan menunjukan tren naik secara *linier* berdasarkan semakin banyaknya jumlah *user* yang yang mengakses atau mengirimkan permintaan (*request*). Dalam Gambar-7 menunjukan bahwa semakin banyak *user* yang aktif untuk mengakses kedalam sistem/*server* mengakibatkan waktu respon sistem semakin besar.

Tabel-3 menyatakan bahwa kemampuan *server* untuk menerima *request* oleh *user* berbeda berdasarkan waktu. Kemampuan *server* saat siang hari lebih sedikit dari pada pada saat sore hari. Hal

ini dikarenakan aktivitas *server* dan trafik pada saat siang hari lebih banyak pada saat malam hari. Pada siang hari kemampuan *server* hanya mampu menangani 302 *user* sedang pada malam hari dapat menangani sampai 994 *user* saat bersamaan.

Tabel-3. Pengujian JMeter.

Pengujian	Tanggal Waktu	29-1-2018	29-1-2018	29-1-2018
		12.20 WIB	13.14 WIB	23:40 WIB
Beban Max Permintaan User		302 user	609 user	994 user
Throughput vs thread Penulis	Nilai Tertinggi	1088,4 s pada 154 user	2866,3s pada 507 user	768,7s pada 181 user
	Nilai Rata-rata	51,5	91,1	46,4
Response time vs thread Institusi	Nilai Tertinggi	8046,3 saat 260 user	48876,4 saat 337 user	97765 saat 174 user
	Nilai Rata-rata	3852,9	8683,9	23687,8

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan menghasilkan.

1. Kemampuan menangani pengunjung web berbeda setiap waktu, dan dianggap cukup untuk melayani anggota civitas akademika Fakultas Teknik.
2. Beban *hardware* masih cukup rendah dengan beban terpakai masih di bawah 10%.
3. Respon masih lambat dengan user yang cukup banyak respon masih di atas 10 detik.

B. Saran

1. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dapat berupa keamanan *website*, *usability* dsb.
2. Perlu adanya *stress testing* pada *hardware* untuk mengetahui sejauh mana kemampuan *server* untuk menangani permintaan *user* dalam waktu tertentu.
3. Untuk meningkatkan analisis terhadap sistem perlu dilakukan lagi dengan *tool* yang berbayar sehingga jumlah *testing* yang dilakukan dapat lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pressman RS. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. Edisi ke-5. New York: McGraw-Hill. 2001.
- [2] Hetzel B. *The Complete Guide to Software Testing*. Edisi ke-2. John Wiley & Sons. 1988.
- [3] Sharmila MS, Ramadevi E. Analysis of Performance Testing on Web Applications. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*. 2014; 3(3).
- [4] Hooda I, Chhillar RS. Software Test Process, Testing Types and Techniques. *International Journal of Computer Applications*. 2015; 111 (13) : 0975 – 8887.
- [5] McCall JA, Richards PK., Walters GF. Factors in Software Quality. *Nat'l Tech.Information Service*. Vol. 1, 2 & 3. 1977.
- [6] ISO/IEC FDIS 9126-1. *Information technology—Software Product quality*. Geneva : ANSI.
- [7] Erinle B. *Performance Testing with JMeter 2.9*. Birmingham UK.: Packt Publishing Ltd. 2013.
- [8] Rasal YM, Nagpure S. Web Application: Performance Testing Using Reactive Based. *International Journal of Research in Computer and Communication Technology Framework*. 2015; 4(2): 114-118.
- [9] Fryonanda H, Ahmad T. *Analisis Website Perguruan Tinggi Berdasarkan Keinginan Search Engine Menggunakan Automated Software Testing GTmetrix*. Kalbiscentia. 2017; 4(2).
- [10] Chhillar RS, Hooda I. Software Test Process, Testing Types and Techniques. *International Journal of Computer Applications*. 2015; 111(13).
- [11] Delta EN. Performance Test Dan Stress Website Menggunakan Open Source Tools. *Jurnal Manajemen Informatika*. 2016; 6 (1): 208-215.
- [12] Arora I, Bali V. *A Brief Survey on Web Application Performance Testing Tools Literature Review*. *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology (IJLTET)*. 2015; 5(3).
- [13] Munyaradzi, Zhou . *Effects of Web Page Contents on Load Time over the Internet* . *International Journal of Science and Research (IJSR)*, India Online ISSN: 2319-7064 . 2013.
- [14] Palomäki, Jukka . *Web Application Performance Testing* . Master's thesis. Turkey . University Of Turkey. 2009
- [15] Ridwan M, Nugraha AWW, Susilawati H. *Uji Kelayakan Jaringan Lokal Universitas Jenderal Soedirman Untuk Implementasi VOIP*. *Dinamika Rekayasa*. 2011; 7(1).
- [16] Bahrawar RK. *Comparative Study of Performance Testing Tools: Apache JMeter and HP LoadRunner*. Tesis. Blekinge Institute of Technology. 2016.

