

Membangun Server CTF (*Capture the Flag*) Untuk Komunitas *Security* Di Telkom University

1st Muhammad Haiqal Maulana
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

haikalraj@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Setia Juli Irzal Ismail
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

julismail@telkomuniversity.ac.id

3rd Mochammad Fahu Rizal
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

mfrizal@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Komunitas *security* di Telkom University memerlukan sebuah platform khusus untuk melatih keterampilan *security*. Oleh karena itu dibuatlah server CTF dengan menggunakan FBCTF yang menggunakan metode *Jeopardy* sebagai learning outcome untuk mata kuliah Keamanan Jaringan dan dapat di implementasikan oleh komunitas *security* di Telkom University sebagai media pembelajaran untuk menguji kemampuan peserta komunitas keamanan jaringan pada kompetisi keamanan jaringan. Kompetensi ini mengharuskan pemain dalam tim untuk mendapatkan sebuah string yang sudah disembunyikan oleh sistem yang disebut dengan istilah *flag*. Server yang akan dibangun menggunakan sistem operasi *Ubuntu Server*. Challenges pada CTF ini mencakup beberapa kategori soal berupa *web*, *forensic*, dan *cryptography*, yang akan disematkan kedalam tingkat kesulitan mulai dari *easy*, *medium*, dan *hard*. Sistem penilaian pada FBCTF memiliki poin bonus yang didapatkan saat pertama kali menjawab soal dan poin penalti saat menggunakan petunjuk. Saat permainan berlangsung pemain akan mengerjakan challenges dalam bentuk peta yang interaktif, pemain diharuskan mendapatkan menguasai salah satu negara pada peta tersebut. Pertandingan akan dibagi menjadi 2 bagian, ronde 1 kuis dan ronde 2 *flags*. Pengujian yang telah dilakukan, tim mendapatkan perolehan nilai yang bervariasi sesuai peringkat yang ditampilkan oleh papan nilai dan mengukur kinerja server selama permainan berlangsung.

Kata kunci— Server CTF, FBCTF, *Security*, *Hacking*, *Capture the Flag*

I. PENDAHULUAN

CTF merupakan singkatan dari “*Capture the Flag*”, adalah kompetisi *hacking* yang digunakan untuk mengajarkan keterampilan *security*. Kompetisi ini mengharuskan kelompok tim atau pemain untuk mendapatkan sebuah *string* yang sudah disembunyikan oleh sistem yang disebut dengan istilah “*flag*”. Tim yang memiliki poin terbanyak selama permainan berlangsung akan memenangkan kompetisi tersebut.

Pada kompetisi *hacking*, CTF (*Capture the Flag*) sering digunakan sebagai kompetisi yang menguji keterampilan dan kemampuan *security*, namun bagi komunitas *security* yang berada di Telkom University sebelumnya sudah memiliki platform khusus untuk mempelajari metode permainan *Attack-Defense*. Tapi untuk saat ini platform khusus untuk metode permainan *Jeopardy* belum tersedia.

Pada penelitian ini dibangun sebuah server menggunakan aplikasi *virtual machine* yaitu VMware pada

laptop dengan menggunakan sistem operasi *Ubuntu Server*, Server CTF ini dibangun menggunakan tools yang dikembangkan oleh Facebook yaitu FBCTF. Server CTF tersebut akan menggunakan metode permainan *Jeopardy*. *Jeopardy* merupakan metode yang menggunakan server untuk menyimpan beberapa soal, dan soalnya bisa berbentuk *web exploitation*, *forensic*, dan *cryptography*. Dengan bertujuan untuk mencari *string* atau *flag* yang disembunyikan oleh server.

Agar peserta komunitas *security* dapat mengasah kemampuan keamanan jaringan dalam bentuk sebuah permainan yang interaktif untuk digunakan sebagai media pembelajaran komunitas *security*. Hasil Pengujian yang akan diujicoba oleh pemain adalah untuk menguji keseluruhan fitur yang tersedia di FBCTF dan melakukan pengerjaan soal yang tersedia di FBCTF, serta mengukur kinerja server. Server CTF yang dibangun diharapkan dapat digunakan sebagai alat simulasi untuk latihan atau *practice* dengan menggunakan server lokal.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, permasalahan yang dihadapi yaitu bagaimana cara membangun sebuah server CTF “*Capture the Flag*” agar dapat digunakan secara lokal. Dan bagaimana cara untuk menguji kemampuan server lokal agar dapat digunakan sebagai server CTF untuk digunakan sebagai alat simulasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membangun sebuah server CTF (*Capture the Flag*) dengan FBCTF.
2. Melakukan pengujian terhadap server CTF “*Capture the Flag*” dengan menggunakan FBCTF melalui evaluasi dari sistem soal *challenges* ronde dan sistem penilaian pada halaman permainan FBCTF.
3. Memantau proses kinerja server berdasarkan dari penggunaan performa CPU dan memori server CTF selama permainan berlangsung dengan menggunakan *htop*.

II. KAJIAN TEORI

A. *Capture the Flag*

Capture The Flag (CTF) adalah peretasan etis paling populer persaingan di komunitas *hacking*. Di CTF, peserta diminta untuk menyelesaikan serangkaian tugas yang diminta

untuk melayani sistem dengan mengeliminasi kerentanan saat menyerang sistem [1].

B. Jeopardy

Menggunakan metode Jeopardy adalah urutan *challenges* atau tugas yang memerlukan pengetahuan jaringan komputer dan keterampilan security untuk menyelesaikan tugas-tugas yang tersedia didalam sistem untuk mendapatkan *flag* [2].

C. Gamifikasi

Gamifikasi adalah pendekatan pembelajaran menggunakan elemen-elemen di dalam game atau video game dengan tujuan memotivasi para mahasiswa dalam proses pembelajaran dan memaksimalkan perasaan senang dan bersemangat terhadap proses pembelajaran tersebut, selain itu media ini dapat digunakan untuk menangkap hal-hal yang menarik minat mahasiswa dan menginspirasi untuk terus melakukan pembelajaran [3].

D. Facebook Capture the Flag

Facebook menghadirkan sebuah *platform* yang memberikan setiap pengguna untuk berlatih kemampuan *hacking*. *Platform* ini mengutamakan dibangun dengan edukasi dan penyelenggara kompetisi. FBCTF dirancang untuk menawarkan fleksibilitas kepada pemain. FBCTF ini dapat diinstal dalam mode *production* atau *development*. Mode *development* adalah untuk pengujian pengembangan, dan mode *production* adalah untuk kinerja yang lebih baik dan dapat digunakan pada *live event* kompetisi [4].

E. Ubuntu Server

Ubuntu Server adalah distribusi linux yang dikhususkan untuk server. Dalam *Ubuntu Server* sudah tersedia aplikasi-aplikasi server seperti GitHub, Apache, LDAP, dan lain-lain. Serta kernel Ubuntu ini sudah disesuaikan untuk kinerja tinggi yang dapat dijalankan terus-menerus. *Ubuntu Server* tidak menyediakan tampilan *desktop*, semua dilakukan melalui perintah di *Terminal* [5].

F. Jenis Permainan CTF

Untuk tipe *Capture the Flag* ada berbagai macam, ada tipe jeopardy dan ada tipe *attack-defense*, yang dimana *Jeopardy* ini menggunakan server untuk menyimpan soal, yang dimana soalnya bisa berbentuk *web exploitation*, *forensic*, *cryptography*, *steganography*, dan lain lain dengan tujuan yang tetap sama yaitu mencari *string* atau *flag* yang disembunyikan oleh server [6].

G. Web Exploitation

CTF dapat dikategorikan dalam kelompok yang sesuai dengan tipe kerentanan dan jenis eksploitasi yang dilakukan oleh para pemain, pada masalah CTF yang terdeteksi oleh sistem server target di jaringan situs web, dan penyerang harus mengontrol untuk halaman yang tersedia, mengevaluasi apakah berisi sebuah kerentanan dan mendapatkan *flags* dibalik dari salah satu halaman dengan mengeksploitasi kerentanan yang ditemukan [7].

H. Forensics

Forensik merupakan proses penggalan informasi yang tersembunyi pada suatu objek. Keterampilan ini sangat

penting bagi para pemain yang ingin mempelajari *cyber security*, keterampilan ini sangat penting bagi pemain yang ingin terlibat dalam *cyber security* karena pemain harus selalu berhati-hati untuk tidak membiarkan kerentanan dengan membuka diri terhadap bahaya, dan juga, pemain harus dapat memecahkan informasi yang tersembunyi seperti *string* atau *flag* pada suatu objek untuk melewati beberapa pemeriksaan keamanan fisik seperti mata manusia seperti contohnya menggali sebuah informasi berupa *flag* yang tersembunyi pada suatu gambar untuk menampilkan sebuah pesan tersembunyi [8].

I. Cryptography

Cryptography adalah ilmu yang menyembunyikan sebuah informasi sehingga hanya pihak yang dituju yang dapat membacanya. Maka dari itu, *cryptography* memungkinkan untuk berkomunikasi melalui Internet sambil mengirimkan informasi penting dan rahasia dengan aman. Namun, *cryptography* merupakan kombinasi matematika dan ilmu komputer yang relatif kompleks, di mana metodologi pembelajaran tipikal mungkin gagal dalam mencapai keahlian langsung [9].

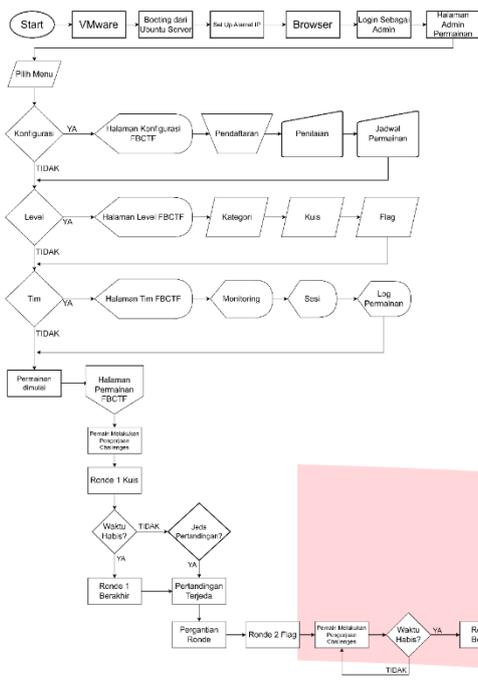
III. METODE

Perancangan sistem pada penelitian ini menggunakan metode *wireless* (tanpa kabel) untuk mengakses server CTF, laptop akan dijadikan server utama untuk server FBCTF dan kali ini penggunaan Wi-Fi sebagai implementasi untuk membagikan jaringan dari server melalui perangkat Wi-Fi. Setelah mendapatkan jaringan dari server, maka para pemain bisa mengakses FBCTF dengan menggunakan alamat IP secara lokal.



Gambar 1 Rancangan Sistem

Flowchart Admin



Gambar 2 Flowchart Admin

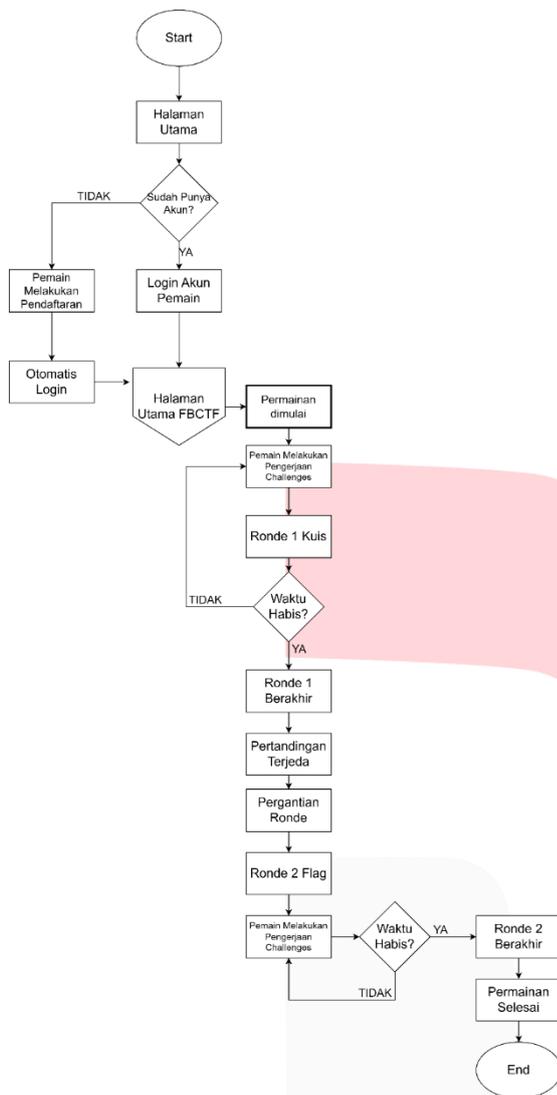
Dalam proses Flowchart Admin dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Tahap pertama, buka aplikasi *virtual machines* yaitu VMware untuk menghidupkan OS Ubuntu Server. Setelah Ubuntu Server berhasil dihidupkan, selanjutnya admin melakukan log masuk ke akun *user* Ubuntu Server, selesai masuk ke akun *user* Ubuntu Server, selanjutnya melakukan pengecekan alamat IP pada *virtual machine* dengan mengetik perintah “ifconfig” pada Ubuntu Server tersebut. Setelah itu masuk ke direktori FBCTF yang berada di “var/www/fbctf” dan ketik “nano Vagrantfile” untuk mengubah IP yang sesuai dengan IP pada *virtual machine* di halaman konfigurasi Vagrantfile. Selanjutnya membuka peramban dan pada tab baru ketikkan alamat IP yang telah disesuaikan pada konfigurasi di Vagrantfile, setelah itu akan muncul halaman utama dari FBCTF. Selanjutnya melakukan log masuk sebagai admin FBCTF dengan cara klik menu login dan pilih tim sebagai admin dan ketik kata sandi untuk melakukan log masuk sebagai user admin. Pada halaman admin permainan terdapat berbagai menu yang dapat diakses diantaranya adalah : konfigurasi, level, dan tim.
- Tahap kedua, pada halaman konfigurasi, admin secara leluasa dapat melakukan konfigurasi pada server CTF yang akan dijalankan, seperti konfigurasi pada opsi pendaftaran untuk para pemain agar bisa melakukan pendaftaran ke server CTF, konfigurasi pada opsi penilaian untuk menentukan nilai tambahan dan nilai penalti yang didapatkan selama pengerjaan *challenges* di server CTF yang sedang berlangsung, dan mengatur opsi dibagian jadwal permainan untuk menentukan jadwal permainan yang akan dilakukan berapa lama dan kapan akan diselenggarakan.
- Tahap ketiga, dihalaman level, admin dapat melakukan konfigurasi untuk menentukan kategori dan pembuatan *challenges*, pada halaman kategori admin dapat

menambahkan beberapa kategori untuk *challenges*, dihalaman kuis admin bisa memasukkan *challenges* berupa kuis dengan menggunakan format tanya jawab, dan dihalaman *flag* adalah halaman yang sangat interaktif karena pada halaman ini admin bisa menggunggah sebuah file berupa lampiran untuk melakukan pengerjaan soal *challenges* yang menggunakan format *file* untuk mencari *flag* yang dituju.

- Tahap keempat, pada halaman tim, admin dapat melakukan konfigurasi pada tim untuk melakukan tambah, ubah, dan hapus data tim. Dihalaman sesi, admin dapat melacak dan mengelola sesi login tim ke server CTF. Informasinya berupa *cookie* yang digunakan, serta waktu akses dan informasi halaman ditampilkan. Dan dihalaman Log permainan, admin juga dapat melihat progress pemain yang sudah mengerjakan soal *challenges*, baik kuis maupun *flag*. Informasinya berupa jawaban yang benar dan jawaban yang salah dari setiap tim yang menjawab soal *challenges* tersebut, beserta dengan detail lainnya seperti jumlah perolehan poin.
- Tahap kelima, setelah melakukan konfigurasi secara keseluruhan pada server FBCTF, admin dapat memulai permainan dengan menekan tombol mulai permainan. Saat permainan berlangsung, pemain atau tim dapat mengerjakan *challenges* sesuai dengan waktu pertandingan yang telah ditentukan oleh admin.
- Tahap keenam, saat pertandingan ronde pertama sedang berlangsung, pemain dapat melakukan pengerjaan *challenges* kuis pada halaman permainan dari FBCTF. admin dapat melakukan pemilihan opsi untuk jeda pertandingan saat waktu ronde sudah selesai. Apabila waktu permainan telah habis, maka ronde tersebut sudah selesai dan pertandingan akan dijeda untuk melanjutkan ke tahap pergantian ronde selanjutnya. Jika waktu ronde belum habis, admin dapat mengaktifkan jeda pertandingan apabila ronde tersebut ingin dijeda untuk melanjutkan ke tahap pergantian ronde berikutnya.
- Tahap ketujuh, saat pertandingan ronde selanjutnya berlangsung, pemain pemain dapat melakukan pengerjaan *challenges flag* pada halaman permainan dari FBCTF. Apabila waktu pertandingan belum habis, maka pemain masih bisa menyelesaikan pengerjaan *challenges flag*. Jika waktu pertandingan sudah habis, maka ronde pada pertandingan tersebut telah berakhir, dan permainan sudah selesai.

Flowchart Tim



Gambar 3 Flowchart Tim

Dalam proses Flowchart Tim dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Tahap pertama, pemain dapat mengakses server FBCTF dengan mengetik alamat IP yang telah ditentukan oleh admin.
- Tahap kedua, bagi pemain yang tidak memiliki akun dapat melakukan pendaftaran terlebih dahulu dengan cara mendaftarkan langsung, data yang akan diminta berupa nama pemain dan email, nama tim, dan pemilihan logo tim. Setelah pemain sudah melakukan pendaftaran, maka pemain secara otomatis log masuk FBCTF sesuai dengan akun yang telah didaftarkan sebelumnya.
- Tahap ketiga, bagi pemain yang sudah memiliki akun langsung, pemain dapat melakukan log masuk ke akun tim di halaman login akun. Setelah melakukan log masuk, pemain akan memasuki halaman utama pada permainan dari FBCTF.
- Tahap keempat, saat permainan FBCTF telah dimulai, pemain dapat mengerjakan *challenges* yang tersedia di halaman permainan dari FBCTF, dimulai dari ronde 1 kuis, pemain melakukan pengerjaan *challenges* kuis pada halaman permainan dari FBCTF. Apabila waktu

pertandingan belum habis, maka pemain dapat menyelesaikan pengerjaan *challenges* ronde 1 kuis. Jika waktu pertandingan sudah habis, maka ronde 1 kuis telah berakhir, dan pertandingan akan terjadi untuk melakukan pergantian ronde selanjutnya.

- Tahap kelima, saat ronde 2 *flag* telah dimulai, pemain dapat melakukan pengerjaan *challenges* *flag* pada halaman permainan dari FBCTF. Apabila waktu pertandingan belum habis, maka pemain dapat menyelesaikan pengerjaan *challenges* ronde 2 *flag*. Jika waktu pertandingan sudah habis, maka ronde 2 *flag* telah berakhir, dan permainan sudah selesai.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini dilihat dari penggunaan server dari pemain dan merekam kinerja server dan pertandingan dilakukan secara bertahap, pertandingan akan dibagi menjadi 2 ronde, dimulai dari ronde 1 kuis dan ronde 2 *flag*, berikut hasil pengujian yang telah dilakukan.

A. Pengujian Server CTF Ronde 1 Kuis

Menguji apakah sistem soal *challenges* kuis telah berjalan dengan baik dan sistem penilaian untuk mendapatkan data nilai dari pengerjaan soal-soal *challenges* kuis yang telah diberikan kepada pemain untuk diselesaikan. Data nilai yang didapat merupakan hasil dari jawaban para pemain setelah mengerjakan soal CTF dan akan ditampilkan pada papan nilai FBCTF. Para pemain mengakses Server CTF dengan melakukan pendaftaran dan bermain di server CTF tersebut. Pemain menjawab soal-soal *challenges* kuis yang telah diberikan oleh admin server, untuk waktu pengerjaan ronde 1 kuis durasi yang diberikan adalah 90 menit dan hasil dari pemain yang telah menjawab soal-soal *challenges* kuis akan mendapatkan perolehan nilai dan akan ditampilkan pada papan nilai FBCTF.

Berdasarkan hasil pengujian di pertandingan pertama ronde 1 *challenges* kuis, maka perolehan nilai pada ronde 1 kuis adalah seperti pada Gambar 4



Gambar 4 Papan nilai perolehan nilai ronde 1 kuis

Setelah dilakukan pengujian di pertandingan pertama ronde 1 *challenges* kuis oleh pemain, maka didapatkan hasil rata-rata untuk nilai kuis pada pertandingan pertama ronde 1 *challenges* kuis yang diperoleh keseluruhan tim terdapat diangka 3605. Angka yang didapatkan adalah poin penilaian

yang telah didapatkan oleh pemain setelah ronde 1 challenges kuis telah berakhir.

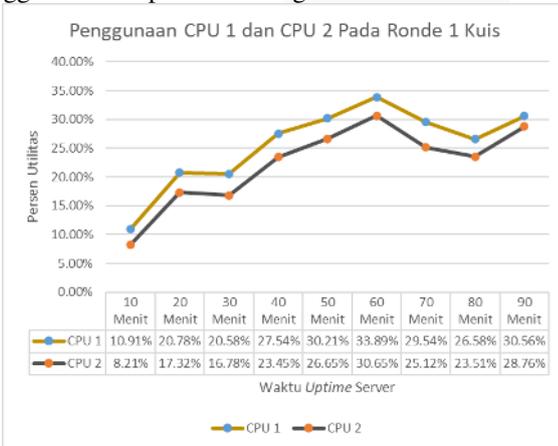
Pada papan nilai FBCTF, perolehan total nilai tim yang telah mengerjakan ronde 1 challenges kuis yang ditampilkan papan nilai tidak sepenuhnya ditampilkan secara keseluruhan, penalti pengurangan nilai yang menggunakan membuka petunjuk tidak ditampilkan pada papan nilai FBCTF, maka dari itu butuh analisa lebih lanjut mengenai data nilai pada papan nilai FBCTF. Data nilai yang telah dianalisa pada papan nilai FBCTF adalah sebagai berikut.

Tabel 1 Hasil Pengujian Pengerjaan Ronde 1 Kuis

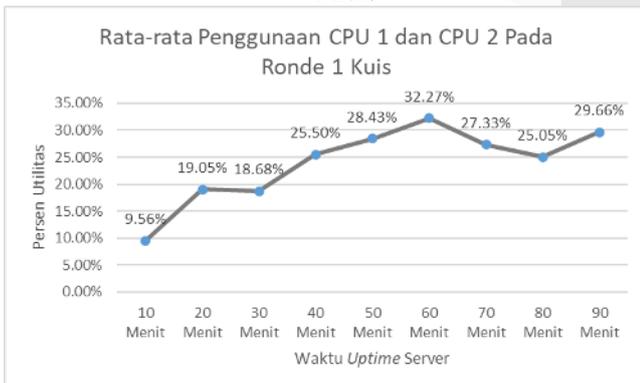
No	Nama Tim	Nilai Kuis	Hint Penalti	Total Nilai	Peringkat
1	Tim 1	3595	445	3140	3
2	Tim 2	3615	440	3175	2
3	Tim 3	3615	480	3135	4
4	Tim 4	3595	405	3190	1

Setelah dianalisa untuk data nilai lebih lanjut, perolehan total nilai dari setiap tim berbeda-beda. Seperti contohnya pada Tim 4 yang memiliki perolehan nilai kuis sebanyak 3595 dan total nilainya adalah 3190, saat pengerjaan ronde 1 challenges kuis, tim 1 menggunakan perolehan poin untuk membuka petunjuk untuk mengerjakan ronde 1 challenges kuis, saat dianalisa untuk perolehan nilai pada tim 1, nilai kuis dikurang dengan total nilai jadinya 3595 – 3190 dan hasil yang didapatkan adalah 405. Jadi sebanyak 405 poin yang digunakan untuk membuka petunjuk untuk mengerjakan ronde 1 challenges kuis.

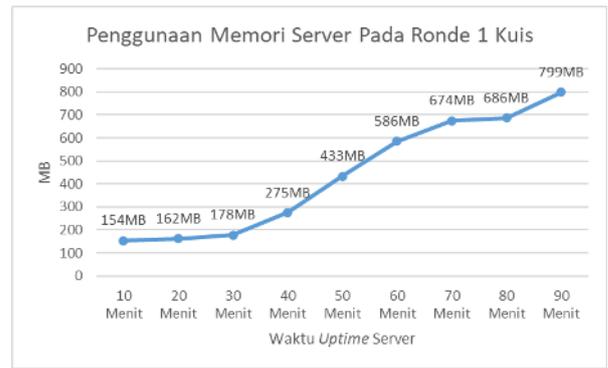
Proses kinerja server yang telah diukur dengan menggunakan htop adalah sebagai berikut:



Gambar 5 Grafik penggunaan CPU 1 dan CPU 2 pada ronde 1 kuis



Gambar 6 Grafik rata-rata penggunaan CPU 1 dan CPU 2 pada ronde 1 kuis



Gambar 7 Grafik penggunaan memori server pada ronde 1 kuis

Saat pertandingan ronde 1 challenges kuis yang sedang berlangsung selama 90 menit, htop akan menampilkan hasil dari kinerja server CTF, admin server melakukan pemantauan dan mengukur kinerja server tersebut setiap 10 menit sekali sejak pertandingan ronde 1 challenges kuis dimulai, admin server dapat melacak kinerja server CTF mulai dari memperhatikan uptime server yang telah dijalankan, skala penggunaan CPU 1 dan CPU 2 server, dan skala penggunaan memori server.

B. Pengujian Server CTF Ronde 2 Flag

Menguji apakah sistem soal challenges flag telah berjalan dengan baik dan sistem penilaian untuk mendapatkan data nilai dari pengerjaan soal-soal challenges flag yang telah diberikan kepada pemain untuk diselesaikan. Data nilai yang didapat merupakan hasil dari jawaban para pemain setelah mengerjakan soal CTF dan akan ditampilkan pada papan nilai FBCTF. Pemain mengakses kembali server FBCTF dan melanjutkan bermain pada ronde selanjutnya diserver FBCTF tersebut. Pemain menjawab soal-soal challenges flag yang telah diberikan oleh admin server, untuk waktu pengerjaan ronde 2 flag durasi yang diberikan adalah 90 menit dan hasil dari pemain yang telah menjawab soal-soal challenges flag akan mendapatkan perolehan nilai dan akan ditampilkan pada papan nilai FBCTF.

Berdasarkan hasil pengujian di pertandingan kedua ronde 2 challenges flag, maka perolehan nilai pada ronde 2 flag adalah seperti pada Gambar 8.



Gambar 8 Papan nilai perolehan nilai flag dan kuis

Setelah dilakukan pengujian di pertandingan kedua ronde 2 challenges flag oleh pemain, maka didapatkan hasil rata-rata untuk nilai flag pada pertandingan kedua ronde 2

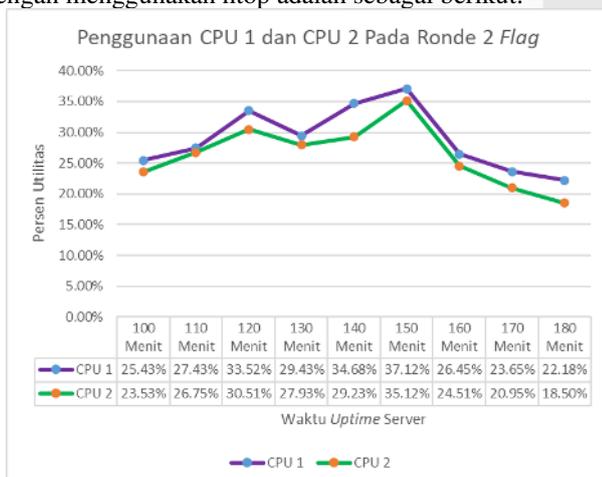
challenges flag yang diperoleh keseluruhan tim terdapat diangka 3975. Angka yang didapatkan adalah poin penilaian yang telah didapatkan oleh pemain setelah ronde 2 challenges flag telah berakhir.

Pada papan nilai FBCTF seperti pada pertandingan ronde sebelumnya, perolehan total nilai tim yang telah mengerjakan ronde 2 challenges flag yang ditampilkan papan nilai tidak sepenuhnya ditampilkan secara keseluruhan, penalti pengurangan nilai yang menggunakan membuka petunjuk dan perolehan nilai bonus tidak ditampilkan pada papan nilai FBCTF, maka dari itu butuh analisa lebih lanjut mengenai data nilai pada papan nilai FBCTF. Data nilai yang telah dianalisa pada papan nilai FBCTF adalah sebagai berikut.

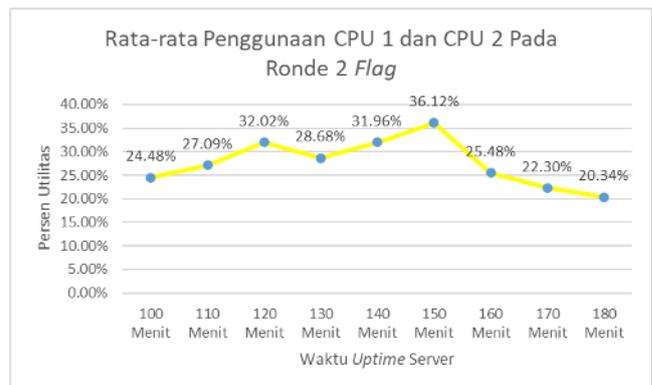
Tabel 2 Hasil pengujian pengerjaan kuis

No	Nama Tim	Nilai Flag	Hint Penalti	Nilai Bonus	Total Nilai	Peringkat
1	Tim 1	3950	810	500	6370	3
2	Tim 2	4100	925	650	6645	1
3	Tim 3	4050	915	600	6465	2
4	Tim 4	3800	610	350	6270	4

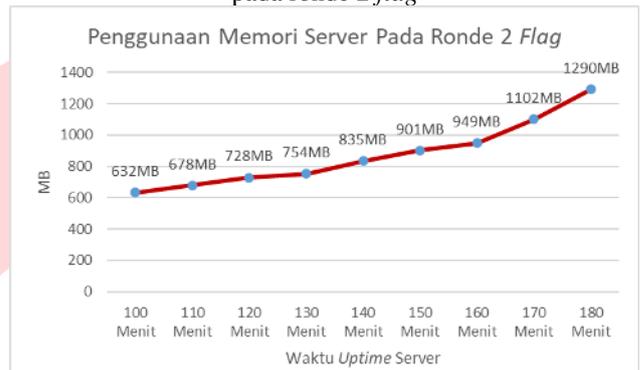
Setelah dianalisa untuk data nilai lebih lanjut, perolehan total nilai dari setiap tim berbeda-beda. Seperti contohnya pada Tim 2 yang memiliki perolehan nilai flag sebanyak 4100 dan total nilainya adalah 6645 yang sudah dijumlahkan dengan perolehan nilai kuis pada pertandingan ronde sebelumnya, saat pengerjaan ronde 2 challenges flag, tim 2 menggunakan perolehan poin untuk membuka petunjuk untuk mengerjakan ronde 2 challenges flag dan memperoleh nilai bonus saat berhasil menyelesaikan challenges flag pertama kali, saat dianalisa untuk perolehan nilai pada tim 2, untuk mendapatkan nilai penalti yang digunakan pada tim 2, nilai flag dikurangkan dengan total nilai pada pertandingan sebelumnya jadinya 4100 – 3175 dan hasil yang didapatkan adalah 925. Jadi sebanyak 925 poin yang digunakan untuk membuka petunjuk untuk mengerjakan ronde 2 challenges flag. Dan perolehan nilai bonus yang didapatkan oleh tim 2 adalah sebanyak 650, tim 2 berhasil menyelesaikan challenges flag untuk pertama kali dari setiap negara sebanyak 13 kali, perolehan nilai bonus dari tiap negara memiliki bonus nilai sebanyak 50. Proses yang telah diukur dengan menggunakan htop adalah sebagai berikut:



Gambar 9 Grafik penggunaan CPU 1 dan CPU 2 pada ronde 2 flag



Gambar 10 Grafik rata-rata penggunaan CPU 1 dan CPU 2 pada ronde 2 flag



Gambar 11 Grafik penggunaan memori server pada ronde 2 flag

Saat pertandingan ronde 2 challenges flag yang sedang berlangsung selama 90 menit yang dilanjutkan dengan pertandingan ronde sebelumnya, htop akan menampilkan hasil dari kinerja server CTF, sama seperti pada pertandingan ronde sebelumnya. Admin server melakukan pemantauan dan mengukur kinerja server tersebut setiap 10 menit sekali sejak pertandingan ronde 1 challenges flag dimulai, admin server dapat melacak kinerja server CTF mulai dari memperhatikan uptime server yang telah dijalankan, skala penggunaan CPU 1 dan CPU 2 server, dan skala penggunaan memori server.

V. KESIMPULAN

Selama proses instalasi server CTF dengan menggunakan FBCTF terbilang cukup sederhana namun sulit, dikarenakan proses yang cukup rumit dan perlu pemahaman terkait jaringan pada umumnya.

Pengujian yang telah dilakukan pada pertandingan ronde 1 kuis dan ronde 2 flag dapat berjalan sesuai dengan skenario pengujian namun pada sistem penilaian pada perolehan nilai tim tidak dapat ditampilkan secara keseluruhan seperti poin penggunaan penalti petunjuk dan perolehan poin bonus tidak ditampilkan pada papan nilai FBCTF.

Selama berlangsungnya uji coba pada ronde pertama, nilai CPU berfluktuatif dari 25% hingga nilai tertingginya 32.27% dan masih termasuk nilai yang aman dalam penggunaan CPU pada umumnya. Dan untuk penggunaan RAM sendiri selama pertandingan ada di nilai 799MB yang terhitung kecil dibandingkan pada percobaan ronde kedua yang memakan penggunaan RAM hingga 1290MB dan penggunaan CPU yang lebih tinggi hingga 35,5% atau 3,23% lebih tinggi dari uji coba pertama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Raman, S. Sunny, V. Pavithran, and K. Achuthan, "Framework for evaluating Capture the *Flag* (CTF) security competitions," 2015, doi: 10.1109/I2CT.2014.7092098.
- [2] N. Kaharu, M. K.-I. C. on Education, and undefined 2019, "Developing and Analyzing the Quality of Games Based On Capture the *Flag* "Jeopardy Using Learning Method of Quiz Team," *series.gci.or.id*, vol. 2, 2019, Accessed: Jan. 24, 2022. [Online]. Available: <https://series.gci.or.id/article/183/12/icestech-2019>
- [3] H. Jusuf, "Penggunaan Gamifikasi dalam Proses Pembelajaran," *J. TICOM*, vol. 5, no. 1, 2016.
- [4] M. Bhokare, "USING VIRTUALIZATION FOR CYBER EDUCATION AND COMPETITION," 2018.
- [5] "Mastering Ubuntu - Google Books." https://www.google.co.id/books/edition/Mastering_Ubuntu/seppIDt0EyAC?hl=en&gbpv=0&pli=1 (accessed Jan. 10, 2023).
- [6] S. K. YOHAN MULIONO, "Mengenal Capture the *Flag*," *Binus University*, 2018. <https://socs.binus.ac.id/2018/12/13/mengenal-capture-the-flag/> (accessed Nov. 29, 2021).
- [7] F. M. Zennaro and L. ' Aszı O Erd, "Modeling Penetration Testing with Reinforcement Learning Using Capture-the-*Flag Challenges*: Trade-offs between Model-free Learning and A Priori Knowledge."
- [8] J. T. T, J. G. A, and N. Nelmiawati, "Analysis of Cyber Security Knowledge and Skills for Capture the *Flag* Competition," *J. Integr.*, vol. 14, no. 1, pp. 14–22, 2022, doi: 10.30871/ji.v14i1.3986.
- [9] G. Sharkov and C. Todorova, "Capture the *Flag* for Cyber-Resilience Exercising through Cryptographic Puzzles and Collaborative Problem-Solving ECHO-European network of Cybersecurity centres and competence Hub for innovation and Operations View project Expert systems for biophysical research View project," *Artic. Inf. Secur. An Int. J.*, 2017, doi: 10.11610/isij.3707.