

**Peningkatan *Quality of Experience* pada *Multiplayer Online Game*
Berbasis Mikrokontroler Menggunakan *HTTP Web Server***

Tugas Akhir

diajukan untuk memenuhi salah satu syarat

memperoleh gelar sarjana

dari Program Studi S1 Informatika

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

1301154216

Hardo Fernando Silalahi



Program Studi Sarjana S1 Informatika

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Bandung

2019

LEMBAR PENGESAHAN

PENINGKATAN *QUALITY OF EXPERIENCE* PADA *MULTIPLAYER ONLINE GAME* BERBASIS MIKROKONTROLER MENGGUNAKAN *HTTP WEB SERVER*

Enhancing of Quality of Experience on a Multiplayer Online Game Based on Microcontroller Using HTTP Web Server

NIM : 1301154216

Hardo Fernando Silalahi

Tugas akhir ini telah diterima dan disahkan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar pada Program Studi Sarjana Teknik Informatika

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Bandung, 17 Juli 2019

Menyetujui

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Maman Abdurrohman, S.T., M.T.

NIP: 99750010-1

Aji Gautama Putrada, S.T., M.T.

NIP: 15850084-1

Ketua Program Studi
Sarjana Teknik Informatika,

Niken Dwi Wahyu Cahyani, PhD.

NIP: 00750199-1

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya, Hardo Fernando Silalahi, menyatakan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul **Peningkatan *Quality of Experience* pada *Multiplayer Online Game* Berbasis Mikrokontroler dengan Menggunakan *HTTP Web Server*** beserta dengan seluruh isinya adalah merupakan hasil karya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Saya siap menanggung resiko/sanksi yang diberikan jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam buku TA atau jika ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya,

Bandung, 17 Juli 2019

Yang Menyatakan

Hardo Fernando Silalahi

Peningkatan *Quality of Experience* pada *Multiplayer Online Game* Berbasis Mikrokontroler dengan Menggunakan *HTTP Web Server*

Hardo Fernando Silalahi¹, Dr. Maman Abdurrohman², Aji Gautama Putrada³

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹hardosilalahi@students.telkomuniversity.ac.id, ²abdurrohman@telkomuniversity.ac.id,

³ajigps@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Multiplayer Online Game adalah jenis permainan yang membolehkan pemain melakukan kegiatan interaktif dengan pemain yang lain menggunakan jaringan internet. kegiatan interaktif tersebut dapat berupa pemain melawan pemain, atau pemain melawan kecerdasan buatan. Tetapi dalam *Multiplayer Online Game*, lag adalah permasalahan yang sangat sering ditemukan dalam setiap pemain sehingga membuat pemain merasa terganggu dan meninggalkan kesan buruk dalam bermain. Untuk meneliti kesan dan pengalaman pemain dalam permasalahan ini adalah melakukan penelitian *Quality of Experience*. Seluruh kegiatan dalam jaringan tidak akan berjalan tanpa penghubung antara perangkat *game console* dengan internet seperti *HTTP Web Server*. Dalam penelitian ini penerapan *HTTP Web Server* dilakukan untuk meningkatkan kinerja dan tingkat kepuasan pengguna *multiplayer online game*, dan metode *Mean Opinion Score (MOS)* digunakan untuk merekam data yang diperlukan guna menganalisis *QoE*. Diperoleh hasil *QoE* dari permainan *Pingpong* sebesar 4.07 satuan *MOS* dan dalam permainan *Tictactoe* sebesar 4.16 satuan *MOS*. Dapat disimpulkan juga pada permainan *Pingpong* bahwa parameter *RTT*, *Jitter*, *Retransmission*, dan *Delay* berpengaruh pada hasil *QoE* dan pada permainan *Tictactoe* hanya *RTT*, dan *Jitter* yang memiliki pengaruh pada hasil *QoE*.

Kata kunci : *Multiplayer Online Game*, lag, *HTTP Web Server*, *Quality of Experience*

Abstract

Multiplayer Online Games is a type of game that allows players to perform an interactive activity with other players using the Internet. This interactive activity can be a player against a player, or a player against artificial intelligence. But in *Multiplayer Online Games*, lag is a problem that is very often found in every player that makes players feel disturbed and leaves a bad impression in playing. To examine the impression and experience of players in this problem is to conduct a *Quality of Experience* research. All activities in the network will not working if there is no communicator between game console devices and the internet such as *HTTP Web Server*. In this study the application of *HTTP Web Server* was done to improve the performance and level of satisfaction of online game multiplayer users, and the *Mean Opinion Score (MOS)* method was used to record the data needed to analyze *QoE*. In this paper the results show that the *QoE* of the *Pingpong* game is 4.07 units of *MOS* and in the *Tictactoe* game is 4.16 units of *MOS*. And it can be concluded also on the *Pingpong* game that the *RTT*, *Jitter*, *Retransmission*, and *Delay* parameters affect the *QoE* results and the *Tictactoe* game is only *RTT*, and *Jitter* has an influence on the *QoE* results.

Keywords: *Multiplayer Game*, *Online*, lag, *HTTP Web Server*, *Quality of Experience*

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Multiplayer Online Game sering ditemukan ketika menjelajahi internet. Rentang umur pemain dalam *Multiplayer Online Game* juga dapat ditemukan dari anak-anak hingga dewasa, sehingga tidak sedikit pengguna internet yang tidak mengetahui *multiplayer online game* [1]. *Multiplayer online game* adalah tipe permainan yang membutuhkan jaringan internet guna berinteraksi dengan pemain lainnya sehingga pemain dapat saling melawan satu sama lain atau melawan kecerdasan buatan [2]. Permainan dalam *multiplayer online game* juga terus berkembang setiap tahun.

Multiplayer online game tidak akan berjalan apabila tidak memiliki protokol komunikasi sebagai media pengiriman data seperti *HTTP Web Server*. *HTTP Web Server* terbagi menjadi dua istilah, yaitu *HTTP* dan *Web Server*. *HTTP* adalah sebuah protokol komunikasi yang bertujuan untuk mengirimkan data melalui web [3]. Sedangkan *Web Server* adalah sebagai perangkat lunak bertujuan untuk menerima data yang dikirimkan dari *client* yang berupa komputer atau perangkat-perangkat yang terhubung dalam jaringan [4].

Ada banyak kelemahan ketika bermain *multiplayer online game*, hal yang umum ditemukan adalah ketidakpuasan pemain ketika mengalami lag dalam bermain. Istilah lag dalam *multiplayer online game* adalah sebuah kondisi pemain mengalami penundaan diantara sebuah aksi yang dilakukan pemain dengan respon dari

server. Kondisi tersebut menyebabkan pemain menjadi merasa terganggu dan memberikan *feedback* negatif saat bermain [5].

Untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan penelitian dari *multiplayer online game* yaitu *Quality of Experience*. *Quality of Experience* adalah penelitian yang bertujuan untuk mengukur tingkat kepuasan pengguna terhadap layanan yang digunakan [6]. Analisis ini dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja dan tingkat kepuasan pengguna *multiplayer online game*. Untuk dapat melakukan analisis tersebut maka solusinya adalah dengan merancang perangkat yang berbasis *multiplayer online game* yang dirancang secara spesifik untuk penggunaan protokol komunikasi *HTTP Web Server*.

Topik dan Batasannya

Masalah yang dibahas pada tugas akhir ini:

1. Pengaruh *lag* dalam permainan *multiplayer online game* yang dapat menunda suatu aksi yang dilakukan pemain sehingga memberikan dampak negatif bagi pemain juga pemain merasa terganggu dan memberikan respon negatif saat bermain.

Batasan masalah yang digunakan dalam tugas akhir ini:

1. Parameter *Quality of Service HTTP Web Server* yang dianalisis adalah *round trip time*, *jitter*, *retransmission*, dan *duplicate*.
2. Standar penilaian *Quality of Experience* yang dianalisis menggunakan nilai *Mean Opinion Score*.
3. Pengujian dilakukan terhadap 24 orang dengan menggunakan perangkat dan mengisi survei kuesioner.
4. Tipe permainan yang diuji adalah *real-time strategy game* dan *turn-based strategy game*.

Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan *Multiplayer Online Game* berbasis *HTTP Web Server* pada mikrokontroler;
2. Menganalisis *Quality of Service* pada *HTTP Web Server* dengan parameter *round trip time*, *jitter*, *retransmission*, dan *duplicate*;
3. Melakukan survei untuk mendapatkan nilai *Quality of Experience* masing-masing pengguna dan membandingkannya dengan hasil *Quality of Service* yang telah diperoleh.

Organisasi Tulisan

Jurnal TA ini terdiri dari empat bagian setelah pendahuluan yaitu studi terkait, sistem yang dibangun, evaluasi, dan kesimpulan. Bagian studi menjelaskan studi yang telah diteliti sebelumnya yang berkaitan dengan tugas akhir ini. Bagian sistem yang dibangun menjelaskan tentang sistem yang dibangun yaitu alur sistem pada *Multiplayer Online Game* dan diagram sistem yang dibangun menggunakan mikrokontroler dan *HTTP Web Server*. Bagian evaluasi menjelaskan mengenai hasil pengujian yang dilakukan saat melakukan penelitian. Bagian kesimpulan berisi kesimpulan dari hasil pengujian dan analisis yang diperoleh setelah menyelesaikan penelitian.

2. Studi Pustaka

2.1. Jurnal Terkait

Penelitian pada *Quality of Experience* dan *HTTP Web Server* sudah dilakukan di berbagai bidang penelitian. Dalam penelitian ini terdapat beberapa *paper* yang berkaitan dengan tugas akhir ini.

Penelitian [7] menjelaskan tentang permasalahan yang dialami dalam pemain ketika bermain *multiplayer games*, yaitu *lag*. Hasil dari penelitian menjelaskan bahwa untuk mengurangi dampak *lag* yang berlanjut adalah tidak mengurangi *lag* dari seluruh pemain, melainkan mengurangi *lag* dari pemain yang paling tertinggal dalam grup pemain.

Penelitian [8] menjelaskan tentang *Lag* adalah sebuah kondisi ketika sebuah permainan tidak merespon perintah yang diberikan oleh pengguna atau permainan gagal memperbarui tampilan secara tepat waktu yang dapat disebabkan oleh sistem memproses terlalu Panjang atau keterlambatan dalam jaringan. *Lag* tidak dapat dilihat secara langsung, melainkan hanya dapat dirasakan ketika setiap pemain bermain. Oleh karena itu untuk mengetahui *lag* diperlukan sebuah *feedback* yang diberikan setiap pemain.

Penelitian [9] menjelaskan tentang penulis melakukan evaluasi obyektif untuk *QoE* ke dalam hubungan sebab dan akibat antara keterlambatan jaringan, konsistensi sistem, dan *QoE*. Penulis pertama-tama memecah *QoE* menjadi tiga sifat dasar, kemudian menghubungkan kualitas persepsi pemain dengan definisi yang baru tentang inkonsistensi sehingga dapat dicocokkan dengan tiga sifat dasar *QoE*. Setelah peneliti menggabungkan tiga sifat

dasar *QoE* yang diperoleh dari skenario satu permainan dan kemudian menjumlahkan *QoE* dari seluruh skenario permainan untuk mendapatkan evaluasi obyektif-obyektif secara keseluruhan.

Penelitian [10] menjelaskan tentang penelitian dampak dari parameter-parameter yang berhubungan dengan *QoS* pada *QoE* pengguna dalam konteks *multiplayer games* berbasis lokasi yang dimainkan dalam perangkat seluler. Hasil analisis mengkonfirmasi bahwa modifikasi dalam kinerja parameter teknis yang diselidiki memang memiliki implikasi untuk kualitas pengalaman pengguna; pada saat yang sama, hasilnya mengklarifikasi besarnya implikasi ini.

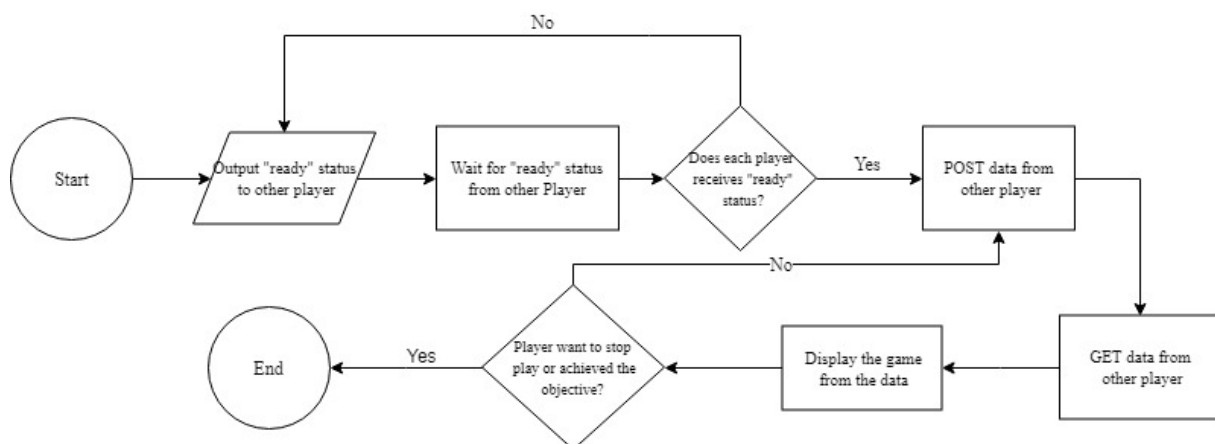
Penelitian [11] menjelaskan tentang studi evaluasi *Quality of Experience* pemain dalam kasus *Massively Multiplayer Online Role-Playing Games (MMORPG)*. Peneliti memperoleh skor subjektif *QoE* keseluruhan juga meneliti korelasi antara *QoE* keseluruhan dan fitur kualitas berikut yang diperoleh dari pemain yaitu: interaktivitas, pendalaman, dan ketidakstabilan. Hasil dari penelitian yang melibatkan 55 peserta yang bermain *World of Warcraft* menunjukkan bahwa skill pemain dan konteks sosial mempengaruhi skor evaluasi peserta. Dan *jerkiness* dan *packet loss* diperoleh secara signifikan menurunkan *QoE*, sementara *latency* tidak memberi dampak yang kuat.

3. Sistem yang Dibangun

3.1. Gambaran Umum Sistem

Tugas akhir ini membangun perangkat *game console* berbasis mikrokontroler menggunakan *HTTP Web Server* sebagai protokol komunikasi. Analisis terbagi menjadi 2 yaitu analisis *Quality of Service* dan *Quality of Experience*. Data *Quality of Service* diperoleh menggunakan *Wireshark* dan data *Quality of Experience* diperoleh dari kuesioner pengguna perangkat yang telah dibangun. Dalam pengambilan data terdapat beberapa tahapan antara lain *capture data* menggunakan *wireshark*, kuesioner pengguna, menghitung *average round trip time (RTT)* dan *jitter*, menghitung jumlah *packet data* yang *duplicate* dan *retransmission*. Lalu dilanjutkan dengan analisis lebih lanjut dengan perbandingan dari hasil data *Quality of Service* dengan *Quality of Experience*.

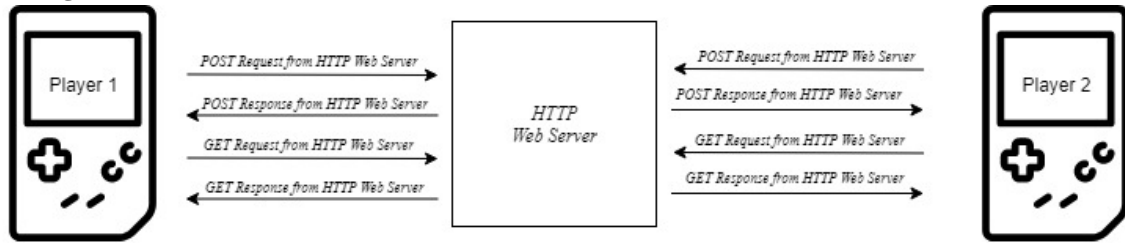
3.2. Alur Sistem



Gambar 1. Alur Sistem pada *Multiplayer Online Game*

Gambar 1. Menunjukkan alur sistem yang diimplementasi pada *Multiplayer Online Game*. Saat pemain pertama memilih permainan yang diinginkan, sistem akan mengirimkan sinyal *ready* pada *server* sebelum memulai permainan. Apabila pemain tidak menerima sinyal *ready* dari lawan pemainnya maka masing-masing pemain saling menunggu sampai saling menerima sinyal *ready*. Setelah saling menerima sinyal *ready* masing-masing pemain saling mengirimkan data permainan ke *server*. Hasil data permainan yang dikirimkan disimulasikan oleh perangkat yang telah diimplementasikan. Permainan akan terus berlangsung sampai salah satu pemain menang atau kalah. Setelah permainan berakhir maka pemenang dari permainan ditampilkan pada perangkat.

3.3. Diagram Sistem



Gambar 2. Diagram Sistem pada HTTP Web Server dan perangkat

Gambar 2. menunjukkan diagram sistem pada HTTP Web Server dan perangkat yang digunakan. Pada permainan *Pingpong*, nilai data yang dikirim dan diterima dari masing-masing pemain adalah posisi *slider* pemain, koordinat bola, skor pemain, dan sinyal *status*. Sebelum melakukan pengiriman data terlebih dahulu akan dibentuk menjadi *array char*, sehingga kinerja dari permainan *Pingpong* masing-masing perangkat menjadi lebih cepat karena data yang dikirimkan hanya satu, alih-alih mengirimkan banyak data secara satu-satu.

Pada permainan *Tictactoe*, nilai data yang dikirim dan diterima dari masing-masing pemain adalah koordinat baris dan kolom dari karakter, giliran pemain, dan sinyal *status*. Yang membedakan dari *Pingpong* adalah hanya koordinat baris dan kolom yang dibentuk menjadi *array char*, agar pengiriman nilai data giliran pemain tidak dilakukan secara terus-menerus sehingga mengakibatkan kesalahan pada algoritma permainan.

3.4 Parameter yang Diukur

3.4.1 Round Trip Time

Round Trip Time (RTT) adalah parameter yang menentukan lama waktu *packet* yang dikirimkan pengirim menuju penerima, dan kembali lagi ke pengirim. Apabila *RTT* semakin rendah maka data yang dikirimkan akan semakin cepat, begitu juga sebaliknya. Dalam penelitian ini *RTT* digunakan sebagai perbandingan terhadap penilaian *QoE*. *RTT* diambil dari *average round trip time* dari data satu pengguna.

$$\text{average RTT} = \frac{\text{total RTT}}{\text{total packet}} \quad (1)$$

3.4.2 Jitter

Jitter adalah penyimpangan dari periode waktu sebenarnya dalam jaringan. *Jitter* dapat disebabkan dari berbagai faktor-faktor seperti kemacetan jaringan, *collision*, dan gangguan sinyal [12]. Dalam penelitian ini *jitter* digunakan sebagai perbandingan terhadap penilaian *QoE*. Sebelum menghitung *jitter* terlebih dahulu menghitung total variasi waktu yang diperoleh melalui penjumlahan keseluruhan variasi waktu yang telah dihitung.

$$\text{variasi waktu} = |\text{waktu delay } x - \text{waktu delay } x + 1| \quad (2)$$

$$\text{Jitter} = \frac{\text{total variasi waktu}}{(\text{total packet} - 1)} \quad (3)$$

3.4.3 Retransmission

Retransmission adalah kumpulan permintaan (*request*) dalam jaringan yang bertujuan untuk melakukan pengiriman ulang *packet* yang rusak atau hilang dalam pengiriman [13]. Dalam penelitian ini *retransmission* diambil dari data *wireshark* setiap pengguna menggunakan *display filter* yaitu `ip.addr == [local address perangkat] && ip.addr == [local address server] && tcp.analysis.retransmission`.

3.4.4 Duplicate

Duplicate adalah *packet data* yang terkirim lebih dari sekali dan diterima oleh penerima lebih dari sekali. Pengirim akan mengirim *duplicate* apabila terjadi *packet loss* atau *packet data* sampai tidak berurutan. Dalam penelitian ini *duplicate* diambil dari data *wireshark* setiap pengguna menggunakan *display filter* yaitu `ip.addr == [local address perangkat] && ip.addr == [local address server] && tcp.analysis.duplicate_ack`.

3.4.5 QoE Index

QoE index adalah indeks penilaian dari *feedback* yang diberikan dari pengguna. *QoE index* merupakan rata-rata nilai dari seluruh pertanyaan yang dijawab oleh pengguna. Semakin besar *QoE index* maka pengguna semakin puas dan menjadi *feedback* yang positif dalam penilaian. Dalam penelitian ini *QoE index* diambil dari rata-rata hasil kuesioner pengguna. *Index score* dari setiap butir pertanyaan dijumlah dan dibagi total dari total pertanyaan.

Pertanyaan untuk menghitung *QoE index* ada sebanyak sepuluh butir pertanyaan. Pertanyaan diberikan setelah pengguna menyelesaikan kedua permainan (*Pingpong* dan *Tictactoe*), pengguna diwajibkan untuk mengisi kuesioner yang berisi 10 pertanyaan untuk setiap permainan dimana setiap pertanyaan memiliki rentang skor dari satu sampai dengan lima yang dinamakan dengan *rating scale*. Setelah pengguna mengisi kuesioner tersebut, maka skor dari setiap pertanyaan tersebut dikalkulasikan dengan menggunakan rumus *Mean Opinion Score (MOS)*. Dari hasil tersebut akan dikategorikan dengan menggunakan skala *5-point absolute category rating (ACR)* [14]. Tabel I. Menunjukkan nilai *MOS* dengan skala *5-point absolute category rating*.

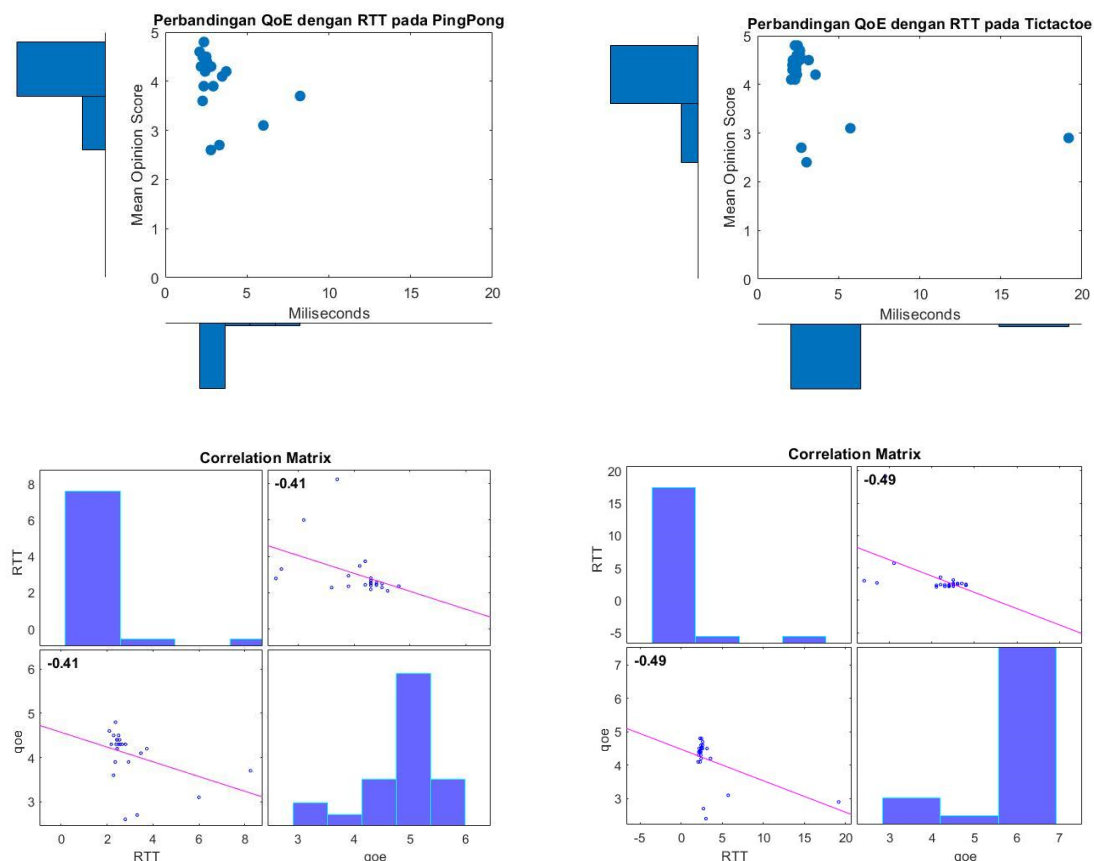
Tabel I. Nilai *MOS* beserta skala *5-point absolute category rating (ACR)*

Nilai	1	2	3	4	5
Kategori	Sangat Buruk	Buruk	Cukup	Baik	Sangat Baik

4. Evaluasi

2.2. Hasil Pengujian

2.2.1. Perbandingan *Quality of Experience* dengan *RTT*



Gambar 3. Perbandingan dan *Correlation Coefficient* dari *Quality of Experience* dengan *RTT* pada permainan *Pingpong* dan *Tictactoe*

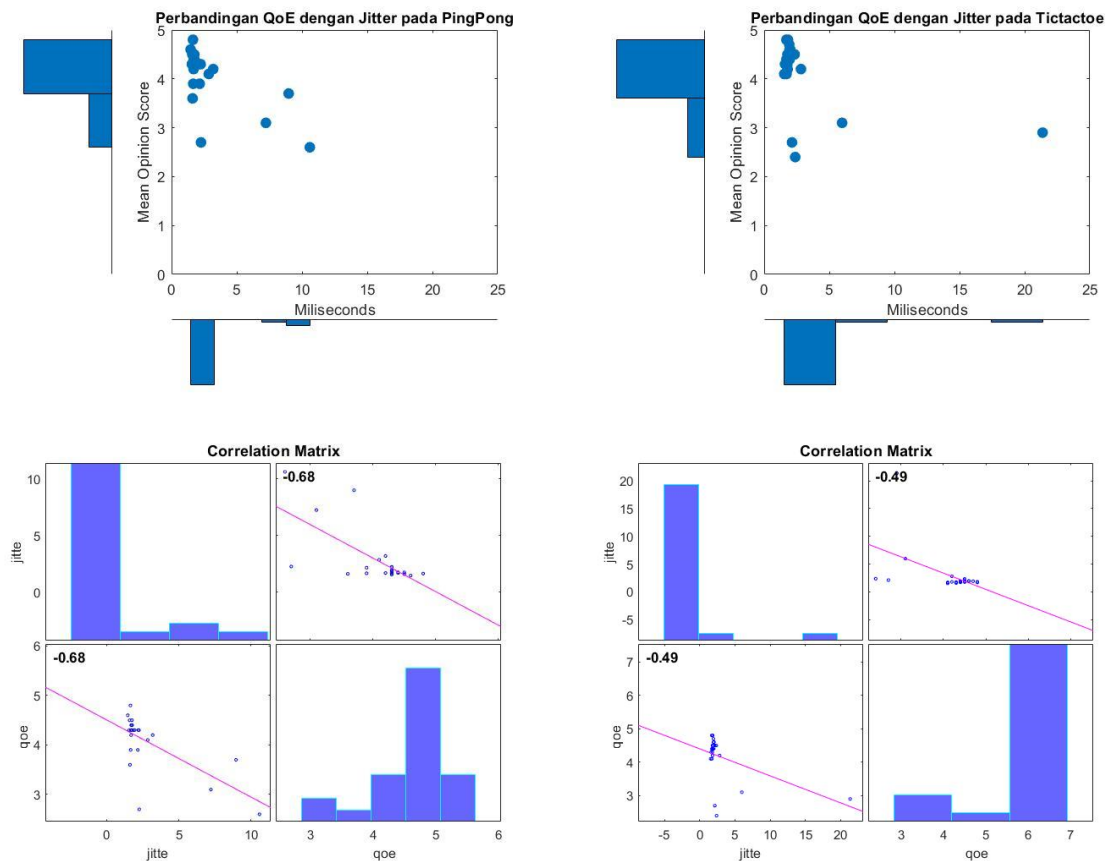
Gambar 3. Menunjukkan permainan *Pingpong* bahwa *RTT* lebih dominan dari rentang 0ms sampai 5ms, dan pada *QoE* lebih dominan dari rentang 4 *MOS* sampai 5 *MOS*. Pada permainan *Tictactoe* menunjukkan bahwa *RTT* lebih dominan dari rentang 0ms sampai 5ms, dan pada *QoE* lebih dominan dari rentang 4 *MOS* sampai 5 *MOS*.

Tabel II. Analisis Perbandingan *QoE* dengan *RTT* pada Permainan *Pingpong* dan *Tictactoe*

Permainan	<i>RTT</i> Terbesar (ms)	<i>RTT</i> Terkecil (ms)	Rata-rata <i>RTT</i> (ms)	<i>MOS</i> Tertinggi	<i>MOS</i> Terendah	Rata-rata <i>MOS</i>
Pingpong	8.243	2.101	2.995	4.8	2.6	4.070
Tictactoe	19.177	2.076	3.332	4.8	2.4	4.162

Hasil yang diperoleh dari *histogram* dan Tabel II pada *Pingpong* terdapat data yang memiliki nilai *RTT* yang terbesar tetapi berada di bawah rata-rata *QoE* pengguna, tetapi pada Gambar 3 menunjukkan grafik *Correlation Coefficient* yang memberikan hasil -0.41 tidak mendekati -1. Berdasarkan hasil tersebut dapat ditemukan bahwa dari grafik *correlation coefficient* menunjukkan parameter *RTT* tidak berpengaruh terhadap hasil *QoE* pengguna pada permainan *Pingpong*. Pada *Tictactoe* terdapat data yang memiliki nilai *RTT* yang tinggi juga memiliki nilai *QoE* yang dibawah rata-rata tetapi pada Gambar 3 menunjukkan terdapat *Correlation Coefficient* yang memberikan hasil -0.49 dan tidak mendekati -1. Berdasarkan hasil tersebut dapat ditemukan bahwa dari grafik *correlation coefficient* menunjukkan parameter *RTT* tidak berpengaruh terhadap hasil *QoE* pengguna pada permainan *Tictactoe*.

2.2.2. Perbandingan *Quality of Experience* dengan *Jitter*



Gambar 4. Perbandingan dan *Correlation Coefficient* dari *Quality of Experience* dengan *Jitter* pada permainan *Pingpong* dan *Tictactoe*

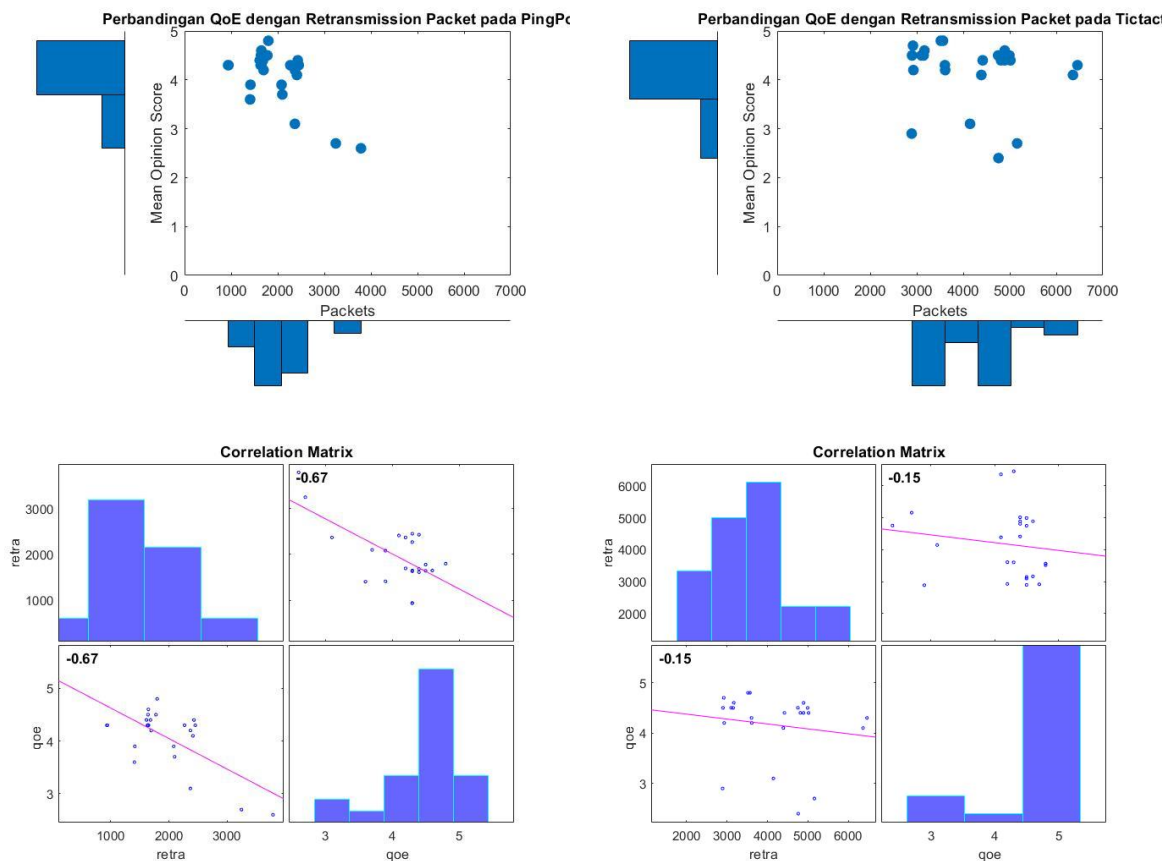
Gambar 4. Menunjukkan pada permainan *Pingpong* bahwa *jitter* lebih dominan dari rentang 0ms sampai 5ms, dan pada *QoE* lebih dominan dari rentang 4 *MOS* sampai 5 *MOS*. Pada permainan *Tictactoe* menunjukkan bahwa *jitter* lebih dominan dari rentang 0ms sampai 5ms, dan pada *QoE* lebih dominan dari rentang 4 *MOS* sampai 5 *MOS*.

Tabel III. Analisis Perbandingan *QoE* dengan *Jitter* pada Permainan *Pingpong* dan *Tictactoe*

Permainan	<i>Jitter</i> Terbesar (ms)	<i>Jitter</i> Terkecil (ms)	Rata-rata <i>Jitter</i> (ms)	<i>MOS</i> Tertinggi	<i>MOS</i> Terendah	Rata-rata <i>MOS</i>
Pingpong	10.599	1.459	2.791	4.8	2.6	4.070
Tictactoe	21.377	1.540	2.908	4.8	2.4	4.162

Hasil yang diperoleh dari *histogram* permainan *Pingpong* terdapat data yang melebihi rata-rata hasil *jitter* tetapi memiliki nilai *QoE* yang dibawah rata-rata *QoE* pengguna, tetapi pada Gambar 4 menunjukkan terdapat *Correlation Coefficient* yang memberikan hasil -0.68 mendekati -1. Berdasarkan hasil tersebut dapat ditemukan bahwa dari grafik *correlation coefficient* menunjukkan parameter *jitter* berpengaruh terhadap hasil *QoE* pengguna pada permainan *Pingpong*, apabila nilai *jitter* semakin kecil maka hasil *QoE* pengguna menjadi lebih baik. Dari *histogram* permainan *Tictactoe* terdapat beberapa data yang memiliki nilai *jitter* yang besar dan memiliki nilai *QoE* yang dibawah dari rata-rata *QoE* pengguna, tetapi pada Gambar 4 menunjukkan terdapat *Correlation Coefficient* yang memberikan hasil -0.49 tidak mendekati -1. Berdasarkan hasil tersebut dapat ditemukan bahwa dari grafik *correlation coefficient* menunjukkan parameter *jitter* tidak berpengaruh terhadap hasil *QoE* pengguna pada permainan *Tictactoe*.

2.2.3. Perbandingan *Quality of Experience* dengan *Retransmission*

**Gambar 5.** Perbandingan dan *Correlation Coefficient* dari *Quality of Experience* dengan *Retransmission* pada permainan *Pingpong* dan *Tictactoe*

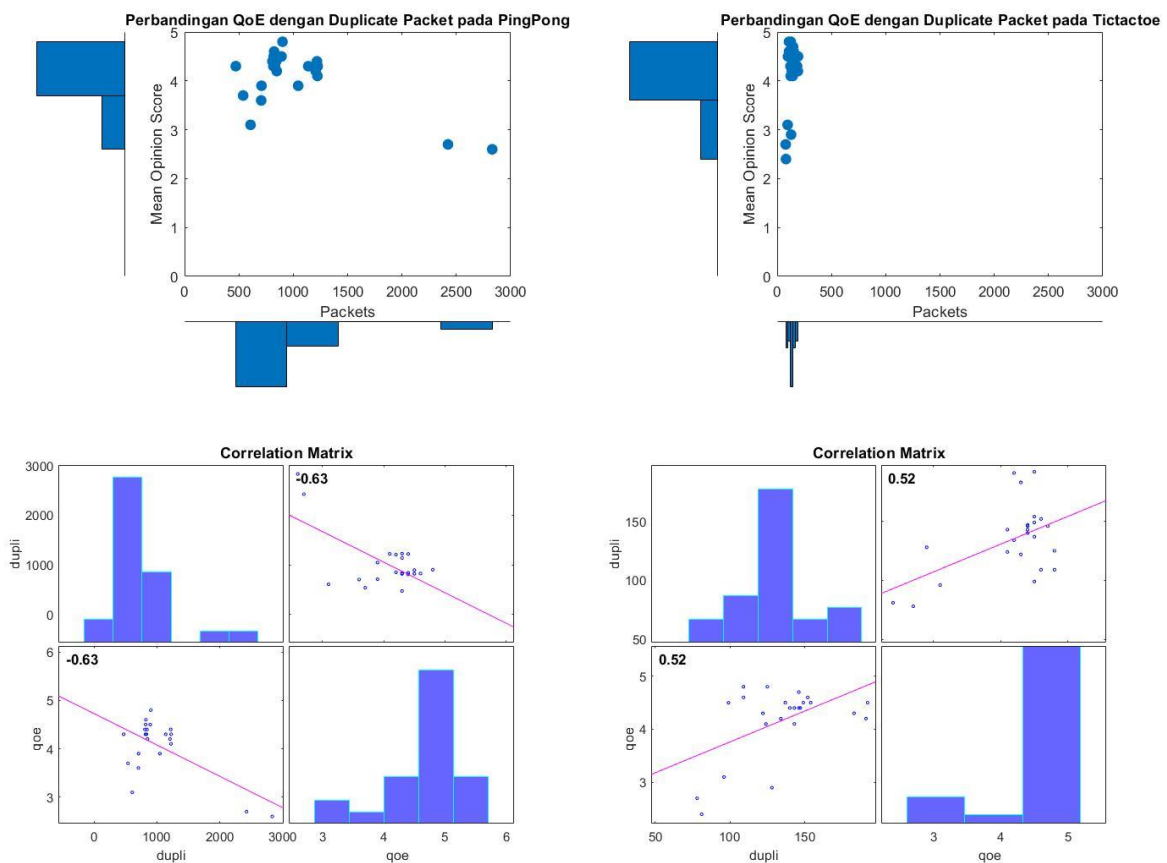
Gambar 5. Menunjukkan pada permainan *Pingpong* bahwa *retransmission* lebih dominan dari rentang 1000 *packets* sampai 2000 *packets*, dan pada *QoE* lebih dominan dari rentang 4 *MOS* sampai 5 *MOS*. Pada permainan *Tictactoe* menunjukkan bahwa *retransmission* lebih dominan dari rentang 4000 *packets* sampai 5000 *packets*, dan pada *QoE* lebih dominan dari rentang 4 *MOS* sampai 5 *MOS*.

Tabel IV. Analisis Perbandingan *QoE* dengan *Retransmission* pada Permainan *Pingpong* dan *Tictactoe*

Permainan	<i>Retransmission</i> Terbesar (<i>packets</i>)	<i>Retransmission</i> Terkecil (<i>packets</i>)	Rata-rata <i>Retransmission</i> (<i>packets</i>)	<i>MOS</i> Tertinggi	<i>MOS</i> Terendah	Rata-rata <i>MOS</i>
Pingpong	3787	935	1958.375	4.8	2.6	4.070
Tictactoe	6456	2891	4182.625	4.8	2.4	4.162

Hasil yang telah diperoleh dari *histogram* dan Tabel IV, permainan *Pingpong* terdapat data yang memiliki *packet retransmission* berada di rentang 3000 hingga 4000 *packets* dan memiliki nilai *QoE* pengguna yang dibawah dari rata-rata *QoE* pengguna, tetapi pada Gambar 5 menunjukkan terdapat *Correlation Coefficient* yang memberikan hasil -0.67 mendekati -1. Berdasarkan hasil tersebut dapat ditemukan bahwa dari grafik *correlation coefficient* menunjukkan parameter *Retransmission* berpengaruh terhadap hasil *QoE* pengguna pada permainan *Pingpong*, semakin kecil *Retransmission* yang diperoleh maka hasil *QoE* pengguna menjadi lebih baik. Pada hasil yang diperoleh dari *histogram* permainan *Tictactoe* terdapat data yang melebihi rata-rata *retransmission* tetapi memiliki nilai *QoE* yang berada diatas rata-rata *QoE* pengguna. Kemudian terdapat beberapa data yang berada di rentang 3000 hingga 5000 yang memiliki nilai *QoE* yang dibawah dari rata-rata *QoE* pengguna, tetapi pada Gambar 5 menunjukkan *Correlation Coefficient* memberikan hasil -0.15 tidak mendekati -1. Berdasarkan hasil tersebut dapat ditemukan bahwa dari grafik *correlation coefficient* menunjukkan parameter *Retransmission* tidak berpengaruh terhadap hasil *QoE* pengguna pada permainan *Tictactoe*.

2.2.4. Perbandingan *Quality of Experience* dengan *Duplicate*

**Gambar 6.** Perbandingan dan *Correlation Coefficient* dari *Quality of Experience* dengan *Duplicate* pada permainan *Pingpong* dan *Tictactoe*

Gambar 6. Menunjukkan pada permainan *Pingpong* bahwa *duplicate* lebih dominan dari rentang 500 *packets* sampai 1000 *packets*, dan pada *QoE* lebih dominan dari rentang 4 *MOS* sampai 5 *MOS*. Pada permainan *Tictactoe* menunjukkan bahwa seluruh *duplicate* berada di rentang 0 hingga 500 *packets*, dan pada *QoE* lebih dominan dari rentang 4 *MOS* sampai 5 *MOS*.

Tabel V. Analisis Perbandingan *QoE* dengan *Duplicate* pada Permainan *Pingpong* dan *Tictactoe*

Permainan	<i>Duplicate</i> Terbesar (ms)	<i>Duplicate</i> Terkecil (ms)	Rata-rata <i>Duplicate</i> (ms)	<i>MOS</i> Tertinggi	<i>MOS</i> Terendah	Rata-rata <i>MOS</i>
Pingpong	2830	471	1009.167	4.8	2.6	4.070
Tictactoe	192	78	134.5	4.8	2.4	4.162

Hasil yang telah diperoleh dari *histogram* dan Tabel V, pada permainan *Pingpong* terdapat data yang melebihi rata-rata nilai *duplicate* berada di antara 2500 *packets* dan data tersebut memiliki nilai *QoE* yang dibawah dari rata-rata *QoE* pengguna tetapi pada Gambar 6 menunjukkan grafik *Correlation Coefficient* yang memberikan hasil -0.63 mendekati -1. Berdasarkan hasil tersebut dapat ditemukan bahwa dari grafik *correlation coefficient* menunjukkan parameter *Duplicate* berpengaruh terhadap hasil *QoE* pengguna pada permainan *Pingpong*, semakin kecil nilai *Duplicate* semakin bagus nilai *QoE* pengguna. Dan pada hasil yang telah diperoleh dari *histogram* pada permainan *Tictactoe* terdapat data yang memiliki nilai *QoE* yang dibawah dari rata-rata *QoE* pengguna walaupun nilai *duplicate* yang diperoleh berada di rata-rata *duplicate*, tetapi pada Gambar 6 menunjukkan terdapat *Correlation Coefficient* yang memberikan hasil 0.52 mendekati 1. Berdasarkan hasil tersebut dapat ditemukan bahwa dari grafik *correlation coefficient* menunjukkan parameter *Duplicate* berpengaruh terhadap hasil *QoE* pengguna pada permainan *Tictactoe*, semakin besar nilai *duplicate* semakin bagus nilai *QoE* pengguna.

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil antara lain, penggunaan *HTTP Web Server* pada *Pingpong* dapat digunakan, tetapi harus memperhatikan nilai *Jitter*, *Retransmission*, dan *Duplicate* karena parameter tersebut berpengaruh pada hasil *QoE* pengguna dan penggunaan *HTTP Web Server* pada *Tictactoe* juga dapat digunakan, tetapi parameter yang harus diperhatikan hanya *Duplicate* dan memberikan nilai *QoE* pengguna yang baik apabila nilai *duplicate* yang diperoleh semakin besar. Kemudian hasil rata-rata *QoE* yang diperoleh dari permainan *Pingpong* adalah sebesar 4.07 *MOS* dan pada permainan *Tictactoe* sebesar 4.16 *MOS* yang merupakan kategori “Baik” juga responden memilih permainan *Tictactoe* dibanding *Pingpong*.

Saran yang diberikan dari hasil pengujian dan analisis yang ada adalah dengan menambahkan jenis permainan yang berbeda agar dapat ditemukan pengaruh dari *RTT*, *jitter*, *retransmission*, dan *duplicate* yang lebih rinci dan mendalam serta pengguna tidak merasa cepat bosan ketika bermain. Kemudian, melakukan pengujian di kondisi jaringan yang lebih bervariasi seperti *mobile hotspot*, *public internet access*, atau jaringan internet manapun yang digunakan oleh banyak pengguna. Terakhir bias ditambah jumlah responden dan pertanyaan sehingga data yang diperoleh akan lebih banyak dan lebih terperinci untuk dianalisis.

Daftar Pustaka

- [1] J. Van Looy, C. Courtois, M. De Vocht, and L. De Marez, “Player Identification in Online Games: Validation of a Scale for Measuring Identification in MMOGs,” *Media Psychol.*, vol. 15, no. 2, pp. 197–221, 2012.
- [2] C. S. Gokhale and A. Traulsen, “Evolutionary Multiplayer Games,” *Dyn. Games Appl.*, vol. 4, no. 4, pp. 468–488, 2014.
- [3] W.-C. Lee, W. Si, L.-J. Chen, and M. C. Chen, “HTTP,” in *Proceedings of the 20th International Conference on Advances in Geographic Information Systems - SIGSPATIAL '12*, 2012.
- [4] A. Vazquez and A. Vazquez, “Web Server,” in *Learn CentOS Linux Network Services*, 2016.
- [5] R. Kowert, J. Vogelgesang, R. Festl, and T. Quandt, “Psychosocial causes and consequences of online video game play,” *Comput. Human Behav.*, vol. 45, pp. 51–58, 2015.
- [6] E. N. on Q. of E. in M. S. and S. Qualinet, “Qualinet white paper on definitions of quality of experience,” 2012.
- [7] E. Howard, C. Cooper, M. P. Wittie, S. Swinford, and Q. Yang, “Cascading Impact of Lag on User Experience in Cooperative Multiplayer Games,” *Netw. Syst. Support Games (NetGames)*, 2013, p. 10, 2013.
- [8] P. H. Tseng, N. C. Wang, R. M. Lin, and K. T. Chen, “On the battle between lag and online gamers,” *2011 IEEE Int. Work. Tech. Comm. Commun. Qual. Reliab. CQR 2011*, 2011.
- [9] P. Chen and M. El Zarki, “Perceptual view inconsistency: An objective evaluation framework for online game quality of experience (QoE),” *Annu. Work. Netw. Syst. Support Games*, 2011.
- [10] M. Wijnants *et al.*, “Quality of service and quality of experience correlations in a location-based mobile multiplayer role-playing game,” *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 6972 LNCS, pp. 101–112, 2011.
- [11] M. Suznjevic, L. Skorin-Kapov, and M. Matijasevic, “The impact of user, system, and context factors on gaming QoE: A case study involving MMORPGs,” *Annu. Work. Netw. Syst. Support Games*, pp. 4–9,

2013.

- [12] M. H. Weik and M. H. Weik, "jitter," in *Computer Science and Communications Dictionary*, 2006.
- [13] A. J. Abu, B. Bensaou, and J. M. Wang, "Interest packets retransmission in lossy CCN networks and its impact on network performance," 2014.
- [14] ITU-T, "P.800.2 : Mean opinion score interpretation and reporting," p. 16, 2013.

Lampiran

A. Rekap Data Penelitian

Tabel VI. Hasil rekap data *QoS* dan *QoE* pada penelitian permainan *Pingpong*

Pengguna	Total Packet	Average RTT (ms)	Jitter (ms)	Retransmission (packets)	Duplicate (packets)	QoE Score (MOS Unit)
Christian Siergi Mahesa	22491	2.365134091	8.97760827	2098	539	3.7
Eveline Paramita Pradana	39731	2.101952727	2.257421596	3246	2423	2.7
Frans Yoga	25396	2.503953662	7.231851782	2368	607	3.1
Lucia Tannya Diandra	46335	2.288402663	10.59908866	3787	2830	2.6
Febrian Rizky	16201	2.544318919	1.612627469	1407	705	3.6
Gandhi Anindito	16290	2.447818572	1.66188084	1415	708	3.9
Chando Anggara Natanael						
Batubara	23961	2.424781966	2.15692187	2082	1045	3.9
Elroy yehezkiel S	26141	2.80463261	1.835472839	2269	1138	4.3
Hutomo Aji Prasetyo	27743	2.659714628	2.851235996	2411	1222	4.1
Alfin Pratama Salim	27270	2.560987505	3.190774909	2369	1206	4.2
Maulana Zulkifar	19386	2.559679735	1.698423317	1684	842	4.4
Hafizh Fauzandi	19522	2.501841048	1.690155679	1696	848	4.2
Aditiyan Iswahyudin	28156	2.398973748	1.742543989	2451	1225	4.3
Charly Haholongan						
Situmorang	20708	2.184746369	1.641439272	1798	901	4.8
Joshua Chrisdiyanto	20477	3.728097799	1.589830289	1778	892	4.5
Alwan Muzakki Hadi	18997	2.436959259	1.672435092	1649	827	4.3
Gemilang Pratama						
Ramadhan Putra	18878	3.475511755	1.745304709	1641	820	4.5
Aldiyan MT	27954	2.934868978	1.69827421	2430	1218	4.4
I Ketut Sudika Kertayasa	10844	2.356079634	2.192477912	943	472	4.3
A.A. Gde Ratu Pemayun	10754	8.243083671	2.234093834	935	471	4.3
Farhan Achmadisa						
Budyannna	18798	2.282868048	1.555052774	1634	817	4.3
Taffy Andira Kaljabar	18962	5.999419382	1.45992031	1648	824	4.6
Yesintha Indra Karina						
Wibowo	19006	3.307206597	1.938113917	1648	832	4.3
Wahyu Ilham Nugroho	18583	2.78848712	1.762078033	1614	808	4.4

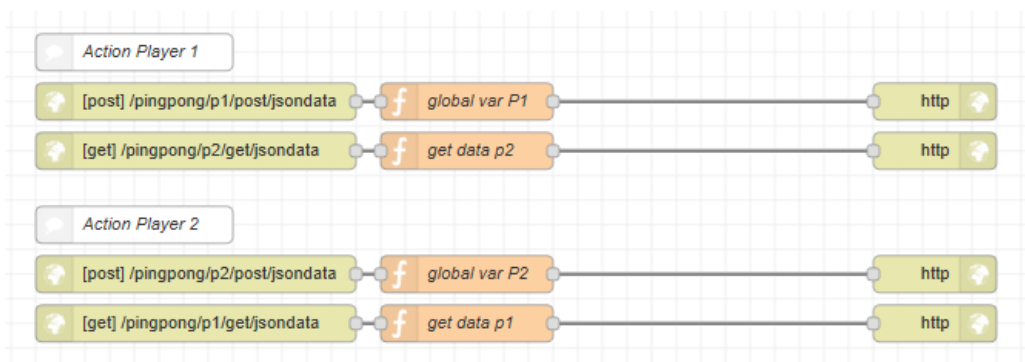
Tabel VII. Hasil rekap data *QoS* dan *QoE* pada penelitian permainan *Tictactoe*

Pengguna	Total Packet	Average RTT (ms)	Jitter (ms)	Retransmission (packets)	Duplicate (packets)	QoE Score (MOS Unit)
Christian Siergi Mahesa	44347	2.469052247	1.540505367	4389	124	4.1
Eveline Paramita Pradana	36487	2.309856726	1.59551872	3605	122	4.3
Frans Yoga	36122	2.615571537	1.703428449	3564	125	4.8
Lucia Tannya Diandra	50653	2.614382164	1.708669786	5015	146	4.4
Febrian Rizky	64054	2.421747692	1.714140946	6359	143	4.1
Gandhi Anindito	65264	3.15343843	1.777446302	6456	183	4.3
Chando Anggara Natanael						
Batubara	48627	2.593917132	1.77976638	4811	143	4.4

Elroy yehezkiel S	50478	2.562219535	1.786407552	4992	137	4.5
Hutomo Aji Prasetyo	31336	2.408575247	1.791089899	3101	99	4.5
Alfin Pratama Salim	36594	2.183713129	1.801710819	3611	134	4.2
Maulana Zulkifar	35614	2.387740647	1.825652206	3517	109	4.8
Hafizh Fauzandi	29709	2.280690094	1.894354209	2899	149	4.5
Aditayan Iswahyudin	49428	2.264698719	1.896348433	4890	140	4.4
Charly Haholongan Situmorang	29509	2.153603148	1.92476094	2919	146	4.7
Joshua Chrisdiyanto	32036	2.388951654	1.944493429	3166	109	4.6
Alwan Muzakki Hadi	44692	2.157366651	1.960162874	4418	147	4.4
Gemilang Pratama Ramadhan Putra	49417	3.576122326	2.002447122	4892	152	4.6
Aldiyan MT	48052	2.422610584	2.120747851	4750	154	4.5
I Ketut Sudika Kertayasa	51811	2.316832341	2.133704613	5158	78	2.7
A.A. Gde Ratu Pemayun	32124	2.076992295	2.335904368	3149	192	4.5
Farhan Achmadisa Budyannna	47811	5.723850897	2.380844112	4757	81	2.4
Taffy Andira Kaljabar	29883	19.17733761	2.82083311	2928	191	4.2
Yesintha Indra Karina Wibowo	41650	2.702904469	5.980533626	4146	96	3.1
Wahyu Ilham Nugroho	29031	3.023952559	21.3773919	2891	128	2.9

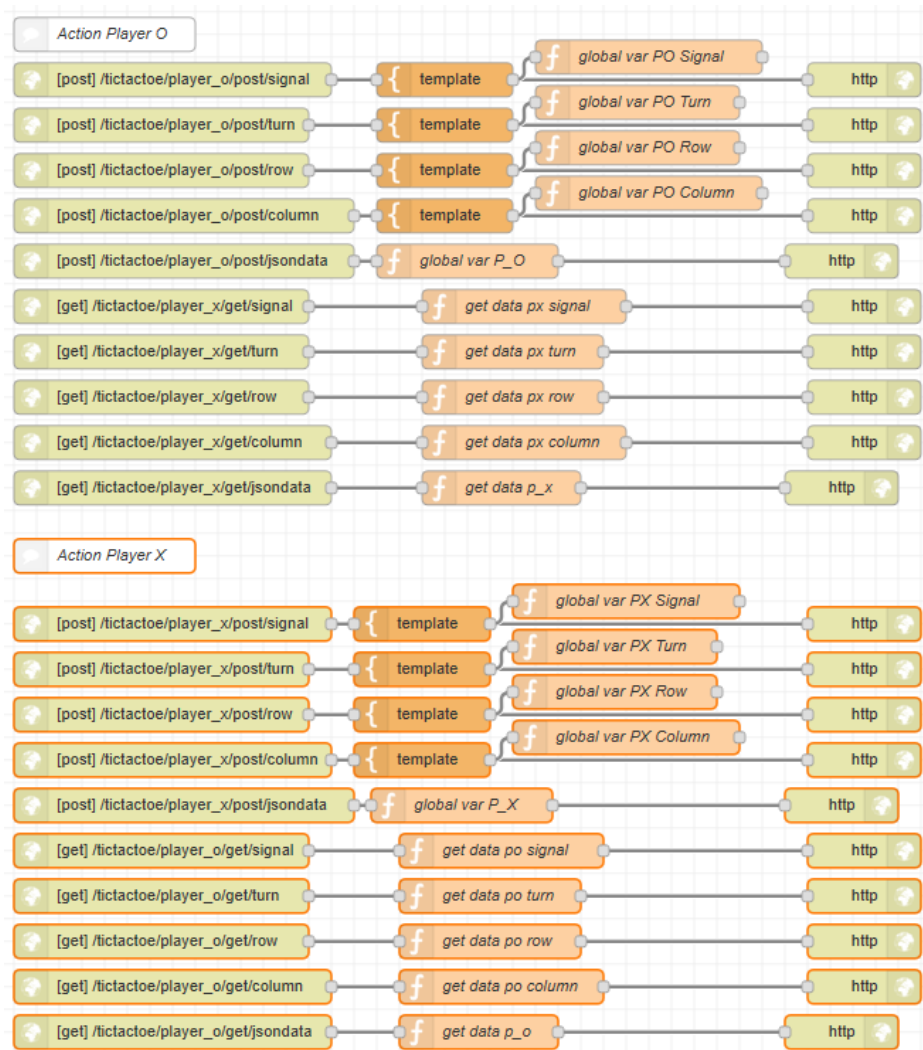
B. Konfigurasi *HTTP Web Server*

1. Permainan *Pingpong*



Gambar 7. Konfigurasi *HTTP Web Server* pada aplikasi *NODE-RED*

2. Permainan *Tictactoe*



Gambar 8. Konfigurasi *HTTP Web Server* pada aplikasi *NODE-RED*

C. Survei yang dilaksanakan pada penelitian

Daftar 10 Pertanyaan Penelitian *QoE* pada Permainan *Pingpong* dan *Tictactoe*:

1. Anda memberi perhatian penuh saat bermain.
2. Anda menikmati permainan ini.
3. Bagaimana tingkat *User Performance* Anda? (Catatan: *User Performance* adalah tingkat kemampuan Pengguna untuk menyelesaikan objektif, yaitu mengalahkan lawan).
4. Bagaimana kualitas permainan secara keseluruhan?
5. Bagaimana kualitas video/animasi dari permainan ini?
6. Pemain jarang/tidak pernah mengalami *Lag*(keterlambatan respon).
7. Pemain tidak merasa terganggu dengan *Lag* (keterlambatan respon) pada permainan.
8. Pemain merasa seperti bagian dari permainan ini.
9. Pemain akan mencoba gaya bermain yang baru setiap kali bermain kembali.
10. Pemain akan bermain kembali dengan kualitas permainan seperti ini.

D. Data Survei

Tabel VIII. Hasil Survei Kuesioner Pada Penelitian Permainan Pingpong

Nama Pengguna	Skor Kuesioner									
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10
Christian Siergi Mahesa	5	3	5	2	2	5	4	3	5	3
Eveline Paramita Pradana	4	4	4	2	2	1	1	3	3	3
Frans Yoga	3	4	4	3	3	2	2	3	3	4
Lucia Tannya Diandra	3	3	3	2	2	2	2	3	4	2
Febrian Rizky	5	4	4	3	4	2	3	4	4	3
Gandhi Anindito	5	4	4	4	4	4	3	4	3	4
Chando Anggara Natanael Batubara	5	4	4	4	4	3	3	4	4	4
Elroy yehezkiel S	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4
Hutomo Aji Prasetyo	4	5	5	4	4	3	4	4	4	4
Alfin Pratama Salim	5	5	5	4	4	3	4	4	4	4
Maulana Zulkifar	4	5	4	4	4	4	5	4	5	5
Hafizh Fauzandi	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4
Aditiyan Iswahyudin	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4
Charly Haholongan Situmorang	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5
Joshua Chrisdiyanto	4	5	5	5	4	4	4	4	5	5
Alwan Muzakki Hadi	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4
Gemilang Pratama Ramadhan Putra	4	5	5	4	4	4	5	5	5	4
Aldiyan MT	4	5	5	4	4	4	4	4	5	5
I Ketut Sudika Kertayasa	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4
A.A. Gde Ratu Pemayun	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4
Farhan Achmadisa Budyannna	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5
Taffy Andira Kaljabar	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5
Yesintha Indra Karina Wibowo	4	5	5	4	4	5	4	4	4	4
Wahyu Ilham Nugroho	4	4	5	4	5	5	4	5	4	4

Tabel IX. Hasil Survei Kuesioner Pada Penelitian Permainan Tictactoe

Nama Pengguna	Skor Kuesioner									
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10
Christian Siergi Mahesa	5	4	4	2	2	1	1	3	4	3
Eveline Paramita Pradana	4	3	4	1	2	1	1	2	3	3
Frans Yoga	3	3	4	4	5	2	2	3	3	2
Lucia Tannya Diandra	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2
Febrian Rizky	5	4	4	5	4	4	4	3	4	4
Gandhi Anindito	5	5	5	5	4	4	4	3	4	4
Chando Anggara Natanael Batubara	4	5	5	4	4	4	4	5	4	5
Elroy yehezkiel S	4	5	5	4	4	4	5	5	4	5
Hutomo Aji Prasetyo	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4

Alfin Pratama Salim	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4
Maulana Zulkifar	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4
Hafizh Fauzandi	5	5	5	4	4	4	4	4	3	4
Aditiyan Iswahyudin	4	5	5	4	4	5	4	4	5	4
Charly Haholongan Situmorang	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5
Joshua Chrisdiyanto	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5
Alwan Muzakki Hadi	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4
Gemilang Pratama Ramadhan Putra	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5
Aldiyan MT	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
I Ketut Sudika Kertayasa	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4
A.A. Gde Ratu Pemayun	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4
Farhan Achmadisa Budyannna	4	5	4	4	4	5	5	4	4	5
Taffy Andira Kaljabar	5	4	5	5	5	5	5	4	4	4
Yesintha Indra Karina Wibowo	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5
Wahyu Ilham Nugroho	4	4	5	4	4	5	5	4	5	5