

Rekayasa Ulang Sistem *Event Ticketing* Secara *Online* Berbasis Website Dengan Penambahan Sistem *Streaming On Site* pada PT. Cipta Wisata Medika

Ahmad Syaifudin Ramadhan¹, Anita Qoiriah²

^{1,3} Jurusan Teknik Informatika, Universitas Negeri Surabaya

¹ahmad.19076@mhs.unesa.ac.id

²anitaqoiriah@unesa.ac.id

Abstrak— *Online event ticketing (E-Ticketing)* merupakan aktivitas dokumentasi, manajemen, dan penjualan tiket acara yang dilakukan secara *online*. Aktivitas ini mampu mempermudah segala aktivitas dalam tiketing acara baik dari sisi penyelenggara (*organizer*) dan pembeli tiket. *E-Ticketing* pada umumnya dapat dilakukan pada situs web *e-ticketing management*.

Terkait dengan makin berkembangnya sistem *e-ticketing management*, dalam hal ini, PT. Cipta Wisata Medika dengan salah satu platform *e-ticketing management*-nya (agendakota). Membutuhkan peningkatan layanan pada sistem yang sudah ada saat ini. Mengingat jenis *event* yang diadakan saat ini tidak hanya bersifat *offline*, namun juga *online* dan hibrid (*event* yang diselenggarakan secara *online* dan *offline* dalam satu waktu). Sehingga platform *e-ticketing management* saat ini, membutuhkan fitur *streaming on site* terintegrasi untuk menyelenggarakan *event* secara *online* dan hibrid. Dengan fitur tersebut, akan membuat manajemen dan pelaksanaan *event online* dan hibrid menjadi lebih praktis, tanpa harus menggunakan platform terpisah untuk melakukan *streaming event* tersebut.

Dari penelitian ini, diperoleh hasil berupa sistem *streaming on site* yang terintegrasi dengan platform *e-ticketing* agendakota. Dengan sistem *streaming* tersebut terdiri dari dua jenis *streaming* yaitu satu arah dan *video conference*. Yang dibangun berdasarkan protokol RTMP – HLS dan SRTP dengan WebRTC API. Kedua jenis sistem *streaming* tersebut, telah mampu untuk digunakan sebagai layanan *streaming event online* dan hibrid dengan baik, berdasarkan hasil pengujian sistem yang telah dilakukan dalam penelitian ini. Dimana sistem *streaming* satu arah digunakan untuk *event* yang tidak membutuhkan interaksi aktif antara peserta dan *organizer*. Sedangkan untuk kebalikannya, dapat menggunakan sistem *streaming video conference*.

Kata Kunci— *Streaming, RTMP, HLS, SRTP, WebRTC, streaming satu arah, streaming video conference*

I. PENDAHULUAN

Online event ticketing (E-ticketing) merupakan cara mendokumentasikan proses penjualan secara *online* yang hasil keluarannya berupa tiket untuk memudahkan orang melakukan pembelian berbagai tiket acara melalui situs web. Dalam proses transaksi tiket secara *online* ini, pembayaran dapat dilakukan melalui *transfer*. Sehingga tidak diperlukan lagi untuk mengantri ditempat penjualan tiket. Dengan metode *e-ticketing* ini akan memudahkan segala aktivitas dalam *ticketing event* baik bagi pembeli maupun penyelenggara acara (*organizer*). Pencatatan penjualan akan tercatat secara otomatis sehingga akan meminimalisir kehilangan data transaksi dari pembeli.

PT. Cipta Wisata Medika adalah perusahaan yang berbadan hukum dengan salah satu usahanya yaitu berkaitan dengan layanan pengiklanan *event* dan *event organizer*. Adapun deskripsi dari bentuk usaha ini meliputi media periklanan, penyelenggara acara (*event organizer*), perencana acara (*event planning*), manajemen acara (*event management*), *event ticketing*, komunikasi pemasaran (*marketing communication*), *event activation*, gerakan komunitas, dan konten kreatif. Selama beroperasi, perusahaan melakukan aktivitas tersebut dengan media sosial dan platform digital serupa. Namun seiring dengan perkembangan zaman, perusahaan saat ini telah memiliki platform sendiri untuk memfasilitasi kegiatan usaha *event ticketing*, *event organizer*, dan *event management*. Permasalahannya, saat ini pelaksanaan *event* tidak hanya dilakukan secara langsung di tempat pelaksanaan (*offline*). Melainkan ada juga ada juga *event* yang dilaksanakan secara *online* dan ada pula yang dilaksanakan secara *online* dan *offline* bersamaan (*event hybrid*). Sedangkan pada aktivitas *e-ticketing event* saat ini lebih khususnya pada PT. Cipta Wisata Medika belum memiliki media yang menangani aktivitas *event online* dan *hybrid*, melainkan sebatas layanan *event ticketing* saja. Sehingga untuk mengadakan jenis *event – event* tersebut, *organizer* harus membuat media *streaming* terpisah serta pembagian *url meet* secara manual kepada masing - masing pembeli tiket. Sehingga aktivitas penyelenggaraan acara menjadi tidak praktis lagi dan membuat sistem *e-ticketing event* yang sudah ada saat ini kurang menarik bagi *organizer*. Dikarenakan mengharuskan *organizer* bekerja dua kali di dua platform terpisah.

Dengan berdasarkan permasalahan yang ada saat ini, maka dibutuhkan sistem *streaming on site* terintegrasi pada sistem yang sudah ada saat ini. Mengacu pada jurnal dari Yuli Christyono dkk, pada kesimpulannya menyebutkan bahwa penggunaan teknologi *streaming* berbasis HLS untuk pengiriman data video, memiliki delay yang cukup rendah serta dapat memenuhi standar delay dari ITU T G.1010. Sehingga peneliti akan mempertimbangkan metode ini untuk rekayasa sistem saat ini.

Jadi pada penelitian ini, akan dilakukan rekayasa ulang pada sistem *online event ticketing* PT. Cipta Wisata Medika yang difokuskan pada penambahan fitur *streaming event on site*. Serta rekayasa ulang pada alur *event ticketing* pada proses manajemen tiket mengikuti perkembangan dari adanya fitur *streaming event on site*. Di dalam pengembangan ini, direncanakan bahwa *event* yang pelaksanaannya bersifat *online*

maupun hibrid, dapat melakukan streaming secara langsung di website ini kepada para user yang telah membeli tiket event tersebut.

Untuk hasil penambahan fitur streaming *on site* ini, nantinya akan dilakukan pengujian berdasarkan standar kualitas perangkat lunak ISO 9126. Tujuannya untuk mengetahui apakah sistem yang sudah dikembangkan layak digunakan sebagai layanan streaming. Pengujian didasarkan pada aspek fungsionalitas, kebergunaan, efisiensi, kehandalan, pemeliharaan, dan portabilitas.

Penelitian Terkait

Menurut Rhesa Elian Nugroho dalam jurnalnya tahun 2018 yang berjudul “Pembuatan Sistem ‘ETICK’ (Event Registration and Ticketing) Menggunakan Framework Laravel”, bahwa kegiatan massal atau event saat ini penyelenggara terkadang mengalami kendala dalam mengumpulkan cukup banyak peserta disini lain masyarakat juga perlu untuk mengetahui informasi lengkap mengenai event yang akan diselenggarakan. Kemudian dalam pengelolaan peserta event tersebut sering kali masih menggunakan sistem manual di mana para peserta perlu datang ke tempat penyelenggara untuk mendapatkan tiket sebagai bukti keikutsertaannya. Pengelolaan peserta tersebut menjadi kurang efisien dan efektif dari segi waktu dan tempat bagi penyelenggara maupun calon peserta event. Sehingga dengan hasil perancangan sistem Event Registration and Ticketing dapat digunakan sebagai sarana promosi event dan media untuk melakukan pembelian tiket event sehingga lebih memudahkan para event organizer dan calon peserta.

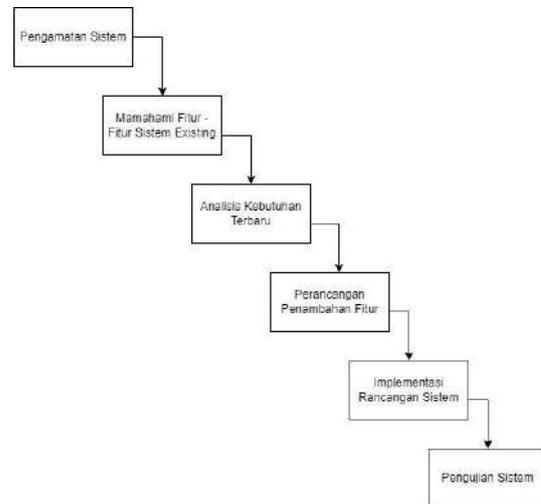
Kemudian pada jurnal dari Yohanes Priadi Wibisono dkk tahun 2020 dengan judul “Analysis of Event Marketing, Registration, and Digitalized Ticketing” penggunaan aplikasi event ticketing memudahkan panitia penyelenggara dalam menangani promosi, dan pendaftaran. Sehingga Proses pengadaan acara yang panjang dan membutuhkan waktu, tenaga, biaya yang banyak dapat disederhanakan dengan menggunakan teknologi berupa aplikasi.

Berdasarkan jurnal yang berkaitan dengan pengembangan sistem e-ticketing event tersebut, disebutkan bahwa pengembangan sistem e-ticketing event ditujukan untuk membantu organizer mempermudah pelaksanaan event. Sehingga berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, maka peneliti akan merekayasa sistem event ticketing yang telah ada ini dengan penambahan sistem media streaming terintegrasi, untuk meningkatkan kualitas layanan bagi organizer yang menggunakan sistem ini. Online event ticketing pada bisnis ini ditujukan untuk pelaksanaan event yang bersifat online, offline, maupun hibrid atau event yang diadakan secara online dan offline sekaligus.

II. METODE PENELITIAN

Sistem yang direkayasa ulang ini bernama Agendakota.id. Metode yang diterapkan pada penelitian ini adalah dengan

melakukan pengamatan terlebih dahulu terhadap sistem event ticketing saat ini. Pengamatan dilakukan secara spesifik untuk mengetahui fitur atau fasilitas dalam sistem tersebut. Sehingga dapat diketahui bagaimana alur event ticketing bekerja dan



kemudian dilakukan re-engineering penambahan sistem streaming on site terhadap sistem yang ada.

Gambar 1 Diagram Proses Re- Engineering

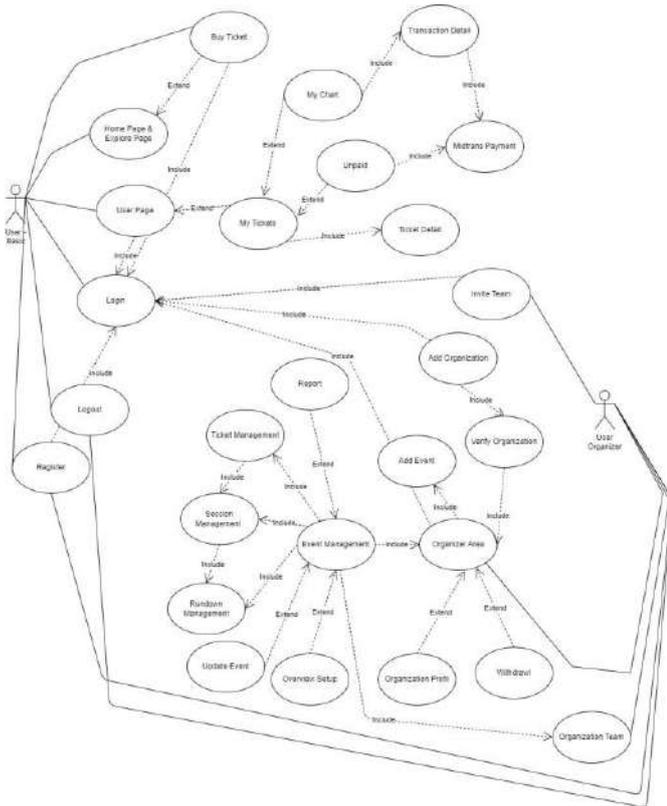
Gambar 1 diatas adalah diagram proses *re – engineering* sistem *e-ticketing* agendakota ini. Dengan setia tahapan akan dijelaskan berikut ini.

A. Pengamatan sistem

Tahapan awal untuk melakukan penelitian adalah mengamati bagaimana sistem event ticketing saat ini bekerja. Tujuannya yaitu untuk memahami proses – proses yang terjadi di dalam sistem. Sehingga akan dimudahkan untuk mengetahui kekurangan sistem terhadap kebutuhan yang sering digunakan saat ini.

B. Memahami fitur sistem yang ada (*existing*)

Gambar 2 merupakan diagram use case sistem event ticketing yang sudah ada saat ini (*existing*). Diagram tersebut menunjukkan alur kerja dan interaksi sistem dengan aktor atau pengguna. Serta juga menggambarkan fitur – fitur yang dimiliki sistem event ticketing. Dalam diagram tersebut, peneliti hanya memberikan gambaran umum dan fitur – fitur utama dari sistem event ticketingnya pada sisi pengguna layanan. Dan untuk fitur pendukung atau penunjang event ticketing tidak peneliti sertakan. Dan juga fitur sistem yang berada pada hak akses admin tidak akan dibahas. Karena fokus penelitian hanya pada proses di sisi pengguna layanan. Berdasarkan diagram tersebut, fitur sistem terbagi menjadi dua kelompok berdasarkan aktor pengaksesnya. Adapun aktor berserta fitur – fitur *existing* dari sistem event ticketing berdasarkan diagram tersebut sebagai berikut.



Gambar 2 Diagram Use Case existing sistem event ticketing agendakota

Gambar 2 merupakan *use case* sistem yang ada saat ini (*existing*). Adapun alur sistemnya secara garis besar terbagi menjadi dua hak akses. Yaitu *user basic* dan *user organizer*.

1. User Basic

Hak akses yang pertama yaitu *user basic* dengan aktor yaitu *user* yang akan mengikuti dan membeli tiket *event*. Proses yang dilalui *user* untuk mengikuti sebuah *event* dimulai dengan mencari *event* yang dituju pada *home page* web. Di dalam detail *event* akan disediakan tombol untuk membeli tiket *event*-nya. Setelah pembelian tiket selesai, *user* akan diarahkan ke menu *my tickets* sebagai tempat daftar tiket yang sudah dibeli. Dengan mengklik salah tiket di dalam menu tersebut, *user* akan disajikan tampilan detail tiket. Yang dilengkapi dengan tombol *join stream* untuk bergabung ke *streaming event*, apabila *event* bersifat tidak *offline*.

2. User Organizer

Hak akses yang kedua yaitu *user organizer* dengan aktor yaitu *user* yang akan mendaftarkan *event* pada layanan sistem ini. Untuk mendaftarkan sebuah *event* di dalam layanan web app ini, pengguna terlebih dahulu harus mendaftar sebagai *organizer*. Kemudian, pengguna akan memiliki hak akses untuk mendaftarkan *event* beserta dengan hak akses manajemen data organisasi dan anggota tim. Setelah *event* terdaftar di dalam sistem, pengguna (*organizer*) dapat pula melakukan perubahan data terkait kebutuhan *event*.

Beberapa diantaranya yaitu manajemen jadwal atau rundown serta sesi dan tiket *event*.

C. Analisis kebutuhan (Kebutuhan terbaru)

Analisis kebutuhan merupakan analisis yang dibutuhkan untuk menentukan detail kebutuhan pada penelitian rekayasa ulang sistem event ticketing berbasis website. Dalam penelitian ini akan dilakukan rekayasa ulang yang difokuskan pada penambahan sistem streaming event on site. Dan dilakukan rekayasa juga pada alur event ticketing mengikuti pembaruan sistem yang ada. Adapun analisis kebutuhan dibagi menjadi analisis kebutuhan non-fungsional dan fungsional.

1. Analisis kebutuhan non-fungsional

Penelitian ini menggunakan server lokal pada tahap pengembangan dan VPS server untuk pengujiannya. Dengan server memerlukan resource untuk menjalankan PHP server bersamaan dengan MySQL server, dan NodeJS server. Sehingga dibutuhkan perangkat yang dapat mendukung penelitian ini agar dapat berjalan dengan lancar dan sesuai tujuan, kebutuhan non fungsional dibagi menjadi beberapa bagian :

a. Kebutuhan perangkat keras server (Hardware)

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian guna mewujudkan tujuan penelitian yaitu VPS server sebagai uji coba sistem dengan spesifikasi berikut :

- Prosesor : AMD EPIC 2 Core
- RAM : 4.00 GB
- Penyimpanan : SSD NVME 80 GB
- Sistem Operasi : Ubuntu Server 20.04 LTS

b. Kebutuhan perangkat lunak (Software)

Perangkat lunak berfungsi untuk pengoperasian dan pengukuran perangkat lunak yang direkayasa ulang pada penelitian ini.

1) Software pengembangan perangkat lunak

- a) Google Chrome versi 108.0.5359.126 (Official Build) (64-bit)
- b) Operating System Ubuntu 20.04 LTS
- c) PHP server versi 7.4.3
- d) NGINX server versi 1.23.2
- e) RTMP modul untuk NGINX
- f) MySQL server versi 8.0.30
- g) Visual Studio Code versi 1.74.3

2) Software pengukuran hasil rekayasa sistem (kualitas layanan streaming)

- a) TestRTC (Tes kualitas WebRTC)
- b) WebRTCPerf Test (Benchmark WebRTC server)
- c) BlazeMeter (HLS streaming test)
- d) dJMeter + hls plugin (HLS streaming test)
- e) Sysstat (System Statistic – Ubuntu)

c. Keamanan (Security)

Sistem yang direkayasa ulang membutuhkan keamanan dalam aktivitas streaming. Keamanan dalam proses streaming tersebut, dikembangkan

pada akses layanan streaming, serta akses pengiriman data siaran (streaming) ke dalam server. Keamanan ditujukan untuk membuat layanan streaming yang bersifat multiuser streamer, multichannel per user streamer, dan multiviewer yang didasarkan data dari ID transaksi e-ticketing.

d. Skalabilitas (Skalability)

Untuk penelitian ini, rancangan sistem diatur untuk skalabilitas maksimal 500 user dengan mengutamakan pada bagian streaming. Sistem diharapkan mampu untuk mengatasi dua streaming event berbeda dalam waktu yang bersamaan yang masing masing pesertanya kurang lebih 250 user. Namun dalam penelitian ini, jika biaya yang dibutuhkan untuk mencapai skala tersebut terlalu besar, maka peneliti akan membatasi skala pengujian menjadi lebih kecil menyesuaikan biaya penelitian.

e. Peforma (Peformance)

Rekayasa ulang sistem untuk penelitian ini, diharapkan bahwa sistem dapat bekerja dengan normal dan optimal dengan pengaturan pada streaming sistem untuk bekerja dengan minimal bitrate 1000kbps.

f. Pengukuran Perangkat Lunak

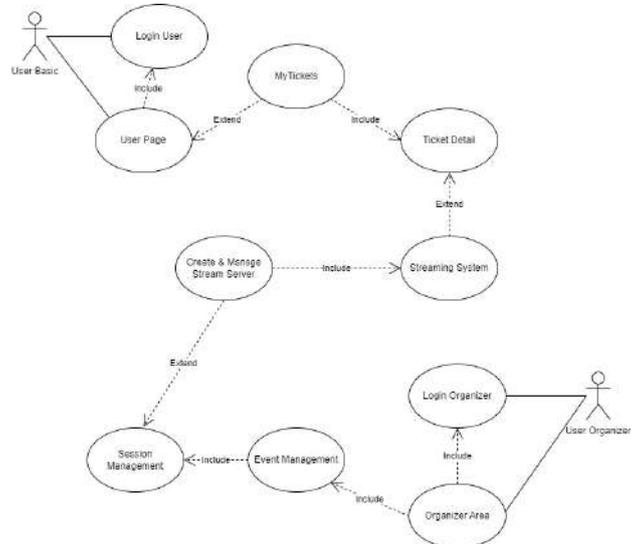
Penelitian ini, membutuhkan pengukuran perangkat lunak hasil dari rekayasa ulang sistem. Metode pengukuran didasarkan pada persepsi pengguna website dan hasil dari pengukuran menggunakan tool pengukuran kualitas streaming. Perangkat lunak yang diukur hanya sebatas hasil dari rekayasa penelitian ini saja. Adapaun hal – hal yang akan diukur oleh peneliti, yaitu didasarkan pada faktor kualitas menurut ISO 9126 yang meliputi enam karakteristik kualitas sebagai berikut :

- 1) Functionality (Fungsionalitas)
- 2) Usability (Kebergunaan)
- 3) Efficiency (Efisiensi)
- 4) Reliability (Kehandalan)
- 5) Maintainability (Pemeliharaan)
- 6) Portability (Portabilitas)

2. Analisis kebutuhan fungsional

Kebutuhan fungsional merupakan jenis kebutuhan yang terkait dengan proses – proses apa saja yang akan dilakukan oleh sistem. PT. Cipta Wisata Medika membutuhkan sistem pelayanan jual – beli tiket event beserta dengan sistem informasi untuk manajemen event. Adapun kebutuhan tersebut telah terpenuhi dengan sistem yang sudah ada saat ini. Namun, sekarang muncul kebutuhan untuk mengintegrasikan sistem manajemen dengan layanan streaming untuk mengadakan event on-site di dalam website jual – beli dan manajemen tersebut. Agar seorang event organizer dapat mengatur dan mendaftarkan kegiatan yang membutuhkan tempat streaming, sehingga user yang sudah membeli tiket event tersebut dapat

menyaksikan siaran (streaming) dari tiket event secara langsung pada website tersebut hanya dengan meng-klik tombol gabung streaming. Karena adanya kebutuhan terhadap penambahan sistem streaming on site tersebut, maka terjadi penambahan alur dan fitur pada use case sistem yang sudah ada (existing). Yang digambarkan pada gambar diagram 3.



Gambar 3 Daigram UCD sistem streaming on site terintegrasi

Gambar 3, merupakan use case diagram yang telah ditambahkan fitur dan alur untuk sistem streaming on site. Diagram tersebut merupakan potongan dari keseluruhan use case existing system sebelumnya yang terpengaruh dengan penambahan sistem streaming ini. Sedangkan untuk alur dan fitur yang tidak mengalami perubahan, tidak peneliti sertakan pada diagram tersebut.

Diagram tersebut, menunjukkan bahwa sistem streaming nantinya akan terintegrasi dengan tiket detail dan manajemen sesi event. Sehingga untuk pengaksesannya bagi user basic dapat dilakukan pada halaman detail tiket yang sudah dibeli. Sedangkan untuk user organizer, dapat mengaksesnya melalui fitur manajemen sesi ketika akan memalui atau memasuki antarmuka sistem streaming.

D. Perancangan penambahan fitur

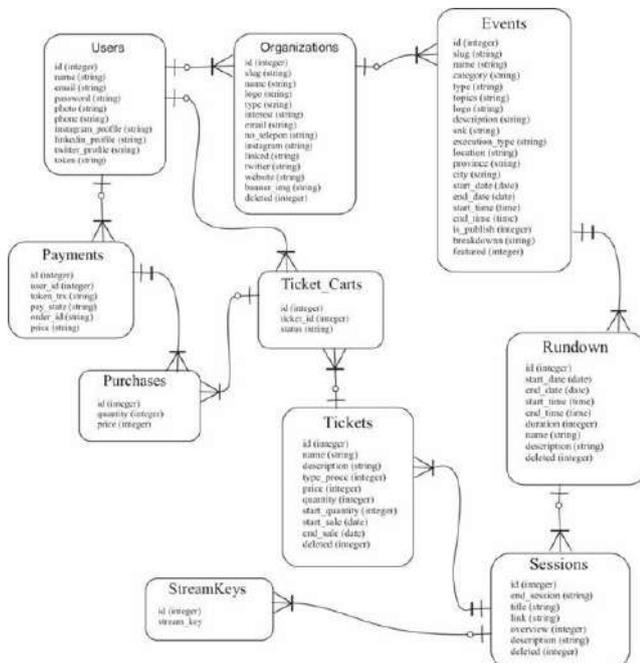
1. Perancangan basis data

Pada penyusunan basis data penelitian ini, peneliti akan memaparkan entitas – entitas utama pada basis data yang berhubungan dengan penelitian rekayasa ulang penambahan sistem streaming on-site. Sehingga entitas yang digunakan untuk fitur – fitur pendukung sistem yang tidak terpengaruh penelitian, tidak akan peneliti bahas.

Basis data berfungsi sebagai penyimpanan terhadap id atau kode unik yang akan digunakan untuk mendukung fungsionalitas sistem streaming. Kode unik tersebut digunakan sebagai pemisah koneksi streaming

antara grup satu dengan lainnya. Sehingga memungkinkan sistem dapat digunakan untuk pelaksanaan streaming lebih dari satu grup. Basis data yang digunakan untuk sistem streaming nantinya akan berinteraksi dengan sesi – sesi pada suatu event.

Gambar 4 Rancangan rekayasa ulang basis data



Skema rancangan pada gambar 4 adalah entitas – entitas dalam basis data yang berhubungan dalam penelitian rekayasa ulang penambahan sistem streaming ini. Fokus penelitian nantinya akan menggunakan interaksi antara entitas utama yaitu users dan events. Semua entitas dalam diagram ini kecuali entitas StreamKeys merupakan entitas yang sudah ada sebelumnya (existing). Penambahan basis data hanya terdapat pada entitas StreamKeys. Namun peneliti menyertakan entitas – entitas existing tersebut pada diagram ini untuk memudahkan penjelasan entitas StreamKeys bekerja.

Interaksi pada entitas users dalam sistem streaming ini yaitu ketika user memasuki halaman streaming. Dalam proses tersebut, akun user akan diverifikasi terlebih dahulu. Dengan menggunakan entitas payment dan purchase. Karena kedua entitas tersebut, membawahi id dari entitas tiket cart yang merupakan data riwayat pembelian tiket, baik yang terbeli maupun tidak terbeli. Dan pada proses verifikasi, akan melihat id status pembayaran pada tiket yang sudah dibeli. Yang kemudian id tiket tersebut digunakan untuk mengambil data sesi agar mendapat stream key sebagai kunci akses sistem streaming.

Kemudian pada entitas events, interaksinya pada sistem streaming, yaitu ketika organizer (user – organizer) mendaftarkan event dengan pelaksanaan bersifat online atau hibrid. Serta juga ketika organizer memulai atau mengakses streaming event miliknya.

Pada saat pendaftaran event, kode unik untuk streaming event akan dibuat otomatis setelah semua data berupa informasi dasar, rundown, dan sesi sudah disimpan dahulu oleh organizer. Dengan kondisi bahwa jenis pelaksanaan event adalah online atau hibrid. Penyimpanan data tersebut ditempatkan pada entitas stream key. Yang mana entitas tersebut membawahi id dari rundown sebagai parent-nya.

Kemudian saat organizer akan memulai atau mengakses sistem streaming, akun organizer tersebut akan divalidasi terlebih dahulu. Dimulai dari pengecekan akun tersebut terdaftar pada entitas organizer. Kemudian mengakses data entitas event untuk memastikan detail waktu. Dan berakhir dengan mengakses stream key.

2. Rancangan flow chart sistem

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan sebelumnya, peneliti memutuskan bentuk rancangan sistem streaming akan dibuat dengan menggunakan tiga protokol streaming. Yaitu protokol RTMP (Real Time Messaging Protocol), HLS (HTTP Live Streaming), dan SRTP (Secure Real-Time Transport Protocol). Peneliti merencanakan menggunakan ketiga protokol tersebut dikarenakan dalam sebuah event akan memungkinkan membutuhkan sistem live streaming yang bersifat satu arah misalnya streaming pada event bertipe konser atau hiburan, dan kadang juga membutuhkan komunikasi video dua arah misalnya pada event dengan tipe conference. Sehingga peneliti memutuskan untuk mengembangkan dua sistem streaming terintegrasi untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Pertama yaitu streaming dengan basis protokol RTMP dan HLS untuk aktivitas event yang hanya membutuhkan koneksi penyiaran satu arah. Pada fitur streaming ini, protokol RTMP digunakan untuk mengirimkan video ke server RTMP, kemudian server akan mengarahkan video ke protokol HLS untuk menangani proses live streaming-nya. Protokol HLS sendiri merupakan protokol streaming yang berjalan di atas HTTP server. Jadi pada fitur yang satu ini, video yang ditayangkan kepada user atau pengunjung event akan disiarkan secara terintegrasi pada website tersebut. Kedepannya, dalam penelitian ini, fitur streaming ini akan disebut sebagai streaming satu arah. Kemudian yang kedua yaitu mengembangkan sistem streaming dengan basis protokol SRTP dan API WebRTC. Pada fitur streaming ini, data audio dan video diperoleh dari API WebRTC secara lokal dan kemudian dikirim secara real-time menggunakan protokol SRTP oleh API ini sendiri. Fitur live streaming memungkinkan untuk terjadinya komunikasi dua arah secara real-time karena protokol SRTP berjalan dengan dasar UDP yang membuatnya dapat dengan cepat dan ringan mengirimkan data ke lawan komunikasi sehingga terjadi peer-connection antara dua browser atau lebih. Kedepannya fitur streaming

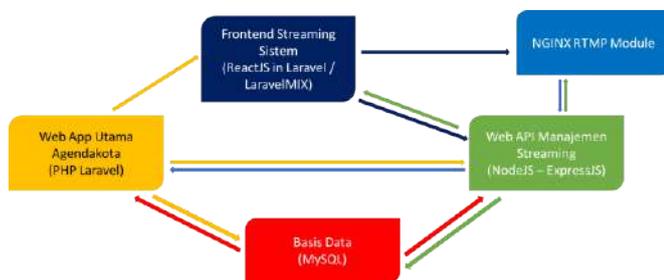
remote pinning video stream. Sinyal perintah remote pinning video merupakan perintah yang dikirim hanya dari host atau event organizer. Fungsinya sesuai dengan namanya yaitu pin video atau mengatur layout slide utama dari streaming.

Lalu untuk proses asinkron berikutnya yaitu proses yang hanya bisa dilakukan oleh host atau event organizer-nya saja. Proses tersebut adalah operasi manual untuk share media dan remote pinning video.

Pertama untuk proses share media yaitu fitur yang direncanakan memiliki fungsi untuk membagikan video dan audio baik dari kamera internal, external, bahkan layar dari komputer itu sendiri. Untuk cara kerja hampir sama dengan saat membuka koneksi baru. Yaitu dengan memanggil semua peserta yang terkoneksi untuk mengirimkan data video dan audio streaming dari fitur tersebut.

Kemudian untuk yang kedua yaitu proses remote pinning video. Proses ini bertujuan untuk me-remote atau mengendalikan layout utama dari streaming tersebut. Yaitu dengan mengatur video mana yang ingin di pin pada slide utama. Pada proses ini, setelah host melakukan pinning video, maka juga akan dilakukan penulisan data tentang video yang dipin pada local storage browser

E. Implementasi rancangan sistem



Gambar 10 Diagram implementasi rancangan sistem

Implementasi rancangan sistem, digambarkan dalam grafik pada gambar 10. Penerapan rekayasa ulang ini dilakukan terpisah dari sistem web app utama. Tujuannya untuk mempermudah perawatan dan pemeliharaan sistem, serta tidak terlalu mengubah sistem yang sudah jadi. Adapun implementasi rancangan tersebut dilakukan pada bagian web API manajemen streaming dan frontend streaming sistem. Sedangkan untuk RTMP modul, merupakan modul eksternal yang dipasang pada NGINX server untuk menangani streaming melalui protokol RTMP. Dan untuk basis data hanya dilakukan penambahan satu tabel sebagaimana pada rancangan sistem.

Pada bagian web API manajemen streaming, akan digunakan untuk proses autentikasi dan pengolahan request data streaming. Sehingga di dalamnya akan diterapkan

rancangan untuk pendaftaran dan pendaftaran sistem streaming (pembuatan dan penghapusan *stream key*). Kemudian rancangan autentikasi *user - organizer*, memulai dan mengakses streaming satu arah, serta penanganan koneksi dan autentikasi untuk streaming *video conference (PeerJS server)*.

Sedangkan untuk bagian *frontend* sistem streaming, ditujukan untuk membuat antarmuka pemulaian dan pengaksesan sistem streaming. Pembuatan *frontend* ini dilakukan terpisah dengan web app utama yang masih menggunakan HTML dan JavaScript *native*. *Frontend* ini dibuat dengan menggunakan *framework* ReactJS yang di-*compile* dengan fitur LaravelMix sehingga dapat berjalan bersama dalam satu *resource directory* web app utama. Sehingga tidak perlu membuat sub-domain sendiri untuk *frontend* sistem streamingnya. Di dalamnya dilakukan penerapan antarmuka untuk merancang alur streaming *video conference*, antarmuka untuk rancangan pemulaian dan pengaksesan streaming satu arah.

Dan untuk web app utama sendiri, juga mendapatkan beberapa rekayasa dalam hal autentikasi. Yaitu penambahan proses autentikasi ke web API ketika proses login di web app utama selesai dijalankan. Tujuannya yaitu untuk memperoleh token akses ke web API. Yang mana token tersebut akan dikonsumsi oleh *frontend* sistem streaming sebagai kunci akses *request* web API manajemen streaming. Serta juga digunakan web app utama untuk *request* pendaftaran dan un-registrasi sistem streaming ketika proses membuat, mengubah, dan menghapus sesi dijalankan.

F. Pengujian sistem

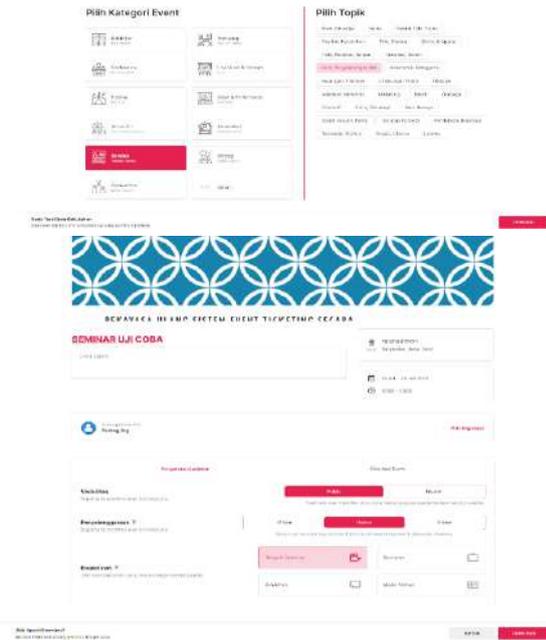
Dalam penelitian ini, pengujian akan terbagi menjadi enam aspek berdasar standar kelayakan perangkat lunak ISO 9126. Sehingga peneliti akan menjalankan pengujian dalam tiga tahapan dengan masing – masing tahapan akan mencakup beberapa aspek ISO 9126 tersebut. Yaitu pengujian *p2p (Peer to Peer)* dengan menggunakan beberapa *device* nyata yang mencakup aspek fungsionalitas. Kemudian pengujian kualitas layanan (QoS – *Quality of Service*) yang mencakup aspek kebergunaan dan efisiensi. Dan yang ketiga, yaitu pengujian performa dan kehandalan server dengan mencakup aspek kehandalan. Sedangkan untuk aspek pemeliharaan dan protabilitas ditentukan oleh cara pengembangan sistem.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

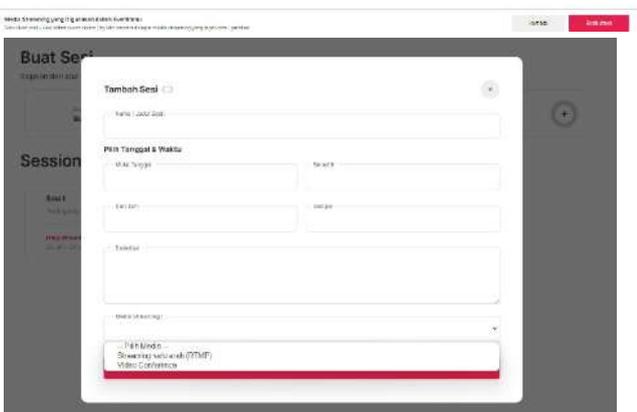
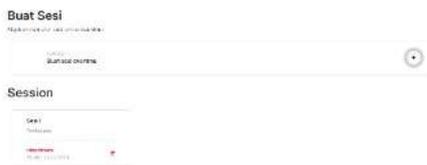
A. Tampilan sistem hasil implementasi

1. Registrasi *event*, *sesi*, dan streaming

Tampilan sistem yang pertama yaitu registrasi *event*, sesi, dan streaming. Pada gambar 11 ini, merupakan halaman bagi *organizer* untuk menginputkan detail informasi dasar *event* yang ingin didaftarkan.

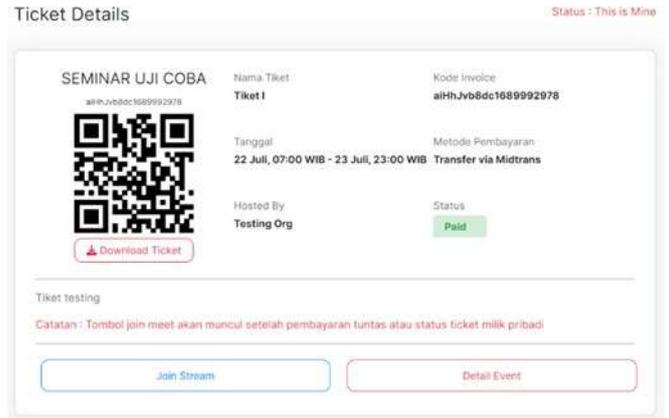


Gambar 11 Form input informasi dasar event



Gambar 12 Form membuat sesi dan memilih media streaming

Kemudian pada gambar 12, adalah tampilan untuk membuat sesi event sekaligus pemilihan media streaming event (jika event tidak offline). Halaman ini adalah lanjutan dari form input informasi dasar event. Organizer wajib menginputkan sesi event, karena akan menjadi data dasar untuk pembuatan tiket.

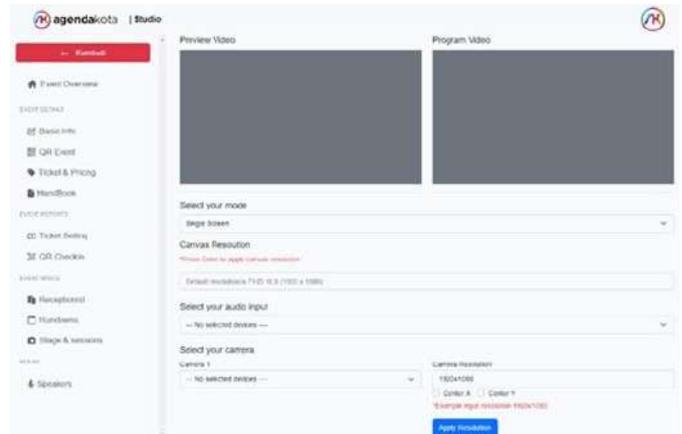


Gambar 13 Tiket detail

Gambar 13 adalah halaman detail tiket yang sudah terbeli. Halaman ini dapat diakses oleh user yang telah membeli tiket. Pada halaman ini pula, terletak tombol untuk mengakses streaming satu arah bagi pembeli tiket.

2. Streaming satu arah

Gambar 14 adalah antarmuka studio streaming internal untuk memulai streaming satu arah. Pemulaian streaming satu arah ini hanya dapat dilakukan oleh organizer event beserta anggota timnya. Sistem yang telah dikembangkan ini, memberikan dua opsi untuk memulai streaming satu arah. Opsi pertama yaitu melalui studio streaming internal yang integrasi dengan web app. Serta juga opsi streaming melalui software pihak ketiga seperti OBS studio.



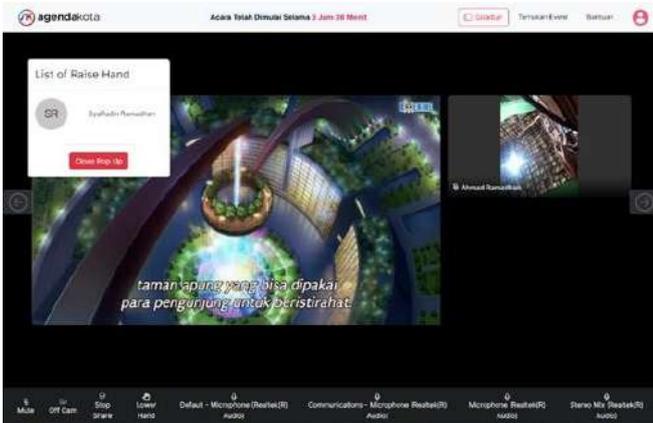
Gambar 14 Antarmuka studio streaming internal



Gambar 15 Antarmuka streaming satu arah

Dan untuk gambar 15 merupakan halaman atau antarmuka streaming satu arah itu sendiri. Atau halaman untuk melihat streaming video event.

3. Streaming video conference



Gambar 16 Antarmuka streaming video conference

Tampilan sistem berikutnya yaitu antarmuka streaming video conference pada gambar 16. Antarmuka ini adalah tempat untuk memulai sekaligus menyaksikan streaming event. User memiliki akses untuk switch on off mic dan kamera serta fitur raise hand. Dan organizer memiliki akses tambahan untuk share media dan remote pin layout.

B. Hasil pengujian sistem

Untuk pengujian sistem streaming ini, terbagi menjadi tiga tahapan pengujian. Dengan masing – masing tahapan akan mewakili beberapa aspek kelayakan sistem pada ISO 9126 kecuali aspek pemeliharaan dan portabilitas. Kedua aspek tersebut ditentukan oleh bagaimana cara sistem dikembangkan.

1. Pengujian peer to peer

Tahapan ini, merupakan aktivitas pengujian sistem secara langsung dengan perangkat keras yang nyata. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui keamanan dan fungsionalitas dari sistem yang telah dikembangkan. Pengujian ini akan mencakup aspek fungsionalitas pada ISO 9126. Pada pengujian p2p ini, penilaian akan menggunakan skala ordinal. Dimana variabel yang diukur nantinya bersifat non – numerik dan kualitatif, yang berupa tingkat keberfungsian suatu fitur sistem. Dengan urutan peringkat keberfungsian fitur tersebut sebagai berikut.

- 0 : Tidak berfungsi sama sekali atau gagal
- 1 : Hampir tidak berfungsi sama sekali
- 2 : Berfungsi, dengan sedikit bug
- 3 : Berfungsi, dengan sedikit keterlambatan respon
- 4 : Berfungsi dengan lancar

Tabel 1 adalah daftar fitur – fitur dalam aspek keamanan dan fungsionalitas yang diuji dalam sistem streaming ini, beserta dengan hasil pengujiaannya. Berdasarkan poin hasil pengujian pada tabel di atas, terdapat dua fitur pada aspek fungsionalitas dengan poin 3, yang artinya bahwa fitur tersebut mengalami sedikit keterlambatan respon ketika tombolnya diklik. Sehingga sistem yang telah dikembangkan ini, telah memenuhi kebutuhan yang telah disebutkan pada analisis kebutuhan fungsional dan non fungsional sebelumnya.

Tabel 1 Pengujian peer to peer streaming video conference beserta hasilnya

Aspek	Fitur yang Diuji	Peringkat 0 - 4			
		0	1	2	3
Keamanan	Tidak bisa masuk room tanpa login	4	4	4	4
	Tanpa tiket, yang sudah dibeli, tidak bisa masuk room	4	4	4	4
	User standar tidak bisa share media & pinning remote	4	4	4	4
	User tidak bisa mengubah id koneksinya	4	4	4	4
	Tidak bisa memulai ulang streaming diluar batas akhir pelaksanaan event dan sebelum hari H	4	4	4	4
Fungsionalitas	SWTC on off mic	4	4	3	4
	switch on off camera	4	4	4	4
	Slide kanan kiri layout stream	4	4	4	4
	Lyaout pinning dan share media autostart	4	4	4	4
	raise hand	4	4	4	3
	Share media & remote pinning untuk organizer	4	4	4	4
	Auto remote pinning saat organizer rejoin	4	4	4	4
	multi host / organizer	4	4	4	4

Tabel 2 Pengujian peer to peer streaming satu arah beserta hasilnya

Aspek	Fitur yang Diuji	Peringkat 0 - 4			
		0	1	2	3
Keamanan	Tidak bisa menonton streaming tanpa token login	4	4	4	4
	Tanpa tiket, yang sudah dibeli, tidak bisa menonton streaming	4	4	4	4
	Tidak bisa mengunduh video dan url tanpa access_token	4	4	4	4
	User standar / non - organizer tidak bisa memulai streaming	4	4	4	4
	Tidak bisa memulai ulang streaming diluar batas akhir pelaksanaan event dan sebelum hari H	4	4	4	4
Fungsionalitas	tayangan Video streaming dapat dimundurkan kembali dengan batas maksimal durasi satu jam setelah acara selesai	4	4	4	4
	Fitur perluasan tampilan video	4	4	4	4
	Fitur muat ulang manual jika terjadi kendala koneksi	4	4	4	4
	Video streaming beesifat live	4	4	4	4
	Fitur pause video streaming	4	4	4	4

Selanjutnya yaitu pengujian sistem streaming satu arah secara peer to peer. Dengan daftar hasil pengujian fitur – fitur aspek keamanan dan fungsionalitas terdapat pada tabel 2. Berdasarkan poin – poin yang diperoleh pada tabel tersebut, semuanya memperoleh poin 4, sehingga dapat diketahui bahwa fungsionalitas dan keamanan pada sistem tersebut sudah bekerja dengan baik. Dan sebagai tambahan, peneliti juga menghitung keterlambatan video streaming dari kondisi aslinya (live streaming) pada fitur ini. Dan didapati bahwa video memiliki keterlambatan 15 detik setelah video disiarkan secara langsung. Keterlambatan tersebut, selain dari sisi protokol penyiarannya sendiri, juga disebabkan oleh jumlah fragment video yang dibentuk untuk ditayangkan ke user.

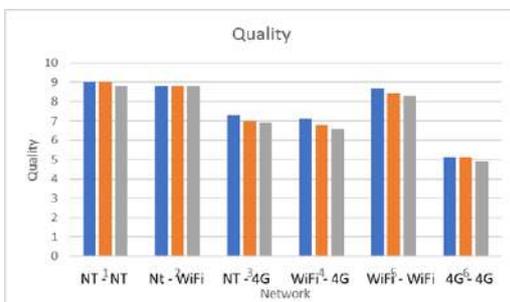
2. Pengujian kualitas streaming

Pengujian kualitas akan mencakup aspek kebergunaan dan efisiensi pada ISO 9126. Dalam pengujian ini akan diukur seberapa bagus kualitas streaming yang diperoleh oleh sistem ini. Sehingga akan mampu untuk menentukan tingkat kebergunaan dan efisiensi.

Pertama, yaitu pengujian kualitas untuk sistem streaming *video conference*. Pengujian kualitas layanan ini, menggunakan tool pengujian online melalui website TestRTC. Peneliti hanya mampu melakukan uji kualitas streaming dengan koneksi simulasi sebanyak dua user. Hal ini karena keterbatasan tool pengujian yang hanya mampu membuat dua simulasi koneksi. Peneliti sampai saat ini, belum menemukan tool pengujian lain yang setara dengan TestRTC. Adapun untuk tool uji yang bersifat lokal (WebRTCPerf), tidak dapat digunakan untuk mendapatkan data hasil yang akurat. Karena pada tool tersebut hanya bekerja pada satu perangkat komputer dan satu jaringan walapun tool tersebut mampu untuk membuat lebih dari dua virtual user koneksi.

Tabel 3 Kode profil jaringan pengujian

Jaringan	Bandwidth	Latency	Packet Loss
NT	No Throttling	No Throttling	No Throttling
WiFi Reguler	30 Mbps	30 ms	0,1 %
4G	4 Mbps	10 ms	0,1 %



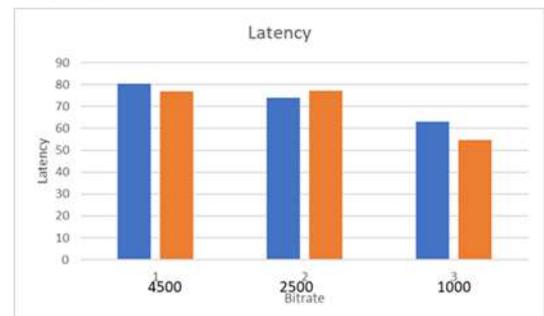
Gambar 17 Grafik kualitas streaming video conference

Gambar 17 diatas merupakan grafik kualitas streaming video conference. Nilai kualitas merupakan rangkuman sejumlah parameter statistik pengujian yang sudah dihitung secara otomatis oleh tool TesstRTC ini. Parameter tersebut

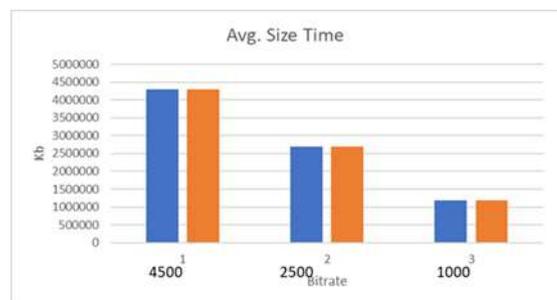
meliputi bitrate video – audio putput dan input, serta RTT video – audio output dan input. Nilai rentang dari kualitas ini yaitu dari satu sampai dengan sepuluh, dengan sepuluh adalah nilai tertinggi dari kualitas streaming. Warna pada masing – masing batang menggambarkan kombinasi dari jenis video. Warna biru untuk kombinasi video HD – HD, orange untuk kombinasi HD – FHD, dan abu – abu untuk FHD – FHD.

Dari grafik tersebut dapat diartikan bahwa besaran kualitas berbanding lurus dengan kualitas dari jenis jaringan yang digunakan. Makin tinggi bandwidth dan makin rendah hambatan dalam jaringan, maka kualitas streaming makin baik pula. Dan nilai dari jenis video yang digunakan untuk streaming, tidak memberikan efek yang besar terhadap nilai kualitas layanan. Dikarenakan nilai kualitas adalah rangkuman semua parameter penilaian, maka dengan hampir samanya nilai kualitas dalam satu kombinasi jaringan walaupun profil videonya berbeda, telah menunjukkan keefisienan sistem yang telah dikembangkan ini. Dan juga dengan nilai kualitas terendah masih disekitar angka 5 (setengah) dengan kondisi jaringan paling rendah, juga menunjukkan sistem mampu memberikan kualitas streaming yang baik dalam kondisi jaringan yang rendah.

Untuk pengujian kualitas layanan streaming satu arah, akan diambil sampel pada nilai *latency* pemuatan video. Karena sistem penyiaran video kepada *user* di sistem ini didasarkan pada protokol HLS, yang mana data *fragment* video akan dikirimkan secara langsung, tanpa ada perubahan kualitas. Sehingga dipastikan bahwa kualitas video yang dikirim dan diterima adalah sama tergantung dari perangkat pengirimnya. Jadi, untuk mengetahui kualitas streaming, peneliti hanya mengambil nilai *latency* sebagai perwakilan pengamatan kualitas.



Gambar 18 Grafik nilai latency pengujian streaming satu arah



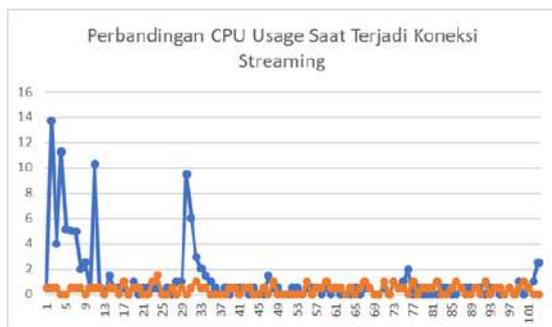
Gambar 19 Grafik ukuran file berdasarkan bitrate video

Gambar 18 di atas adalah grafik yang menunjukkan rata – rata latency streaming satu arah dari setiap proses

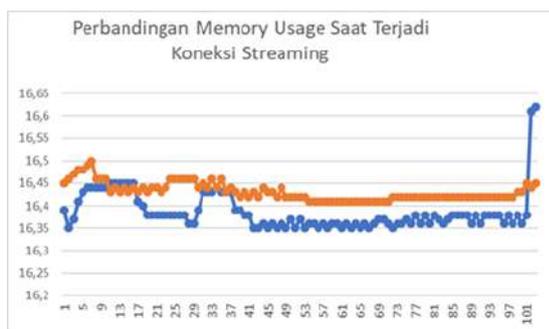
permintaan data file video. Pola grafik tersebut serupa dengan grafik gambar 19 yang menunjukkan hubungan nilai bitrate terhadap ukuran data. Sehingga dalam sistem streaming satu arah ini, nilai *latency* dipengaruhi oleh nilai bitrate video dan juga kualitas jaringan. Dalam uji coba ini, jaringan yang digunakan bertipe *no – throthling* atau tanpa hambatan. Dan didapati nilai *latency* yang cukup rendah yaitu 80ms pada bitrate video 4500 Kbps. Sedangkan standar ITU G 1010, untuk streaming video, *latency* tertinggi pada 10s. Jadi dengan nilai *latency* tersebut, maka sistem streaming satu arah yang telah dikembangkan ini memiliki efisiensi waktu pemuatan yang baik dan juga kebergunaan yang memadai sebagai fitur streaming *event* pada sistem utamanya.

3. Pengujian peforma dan kehandalan server

Pada pengujian ini, ditujukan untuk mengetahui batas kemampuan server dari streaming sistem yang sudah dikembangkan. Pengujian ini akan mencakup aspek kehandalan sistem pada ISO 9126. Dengan tujuan untuk melihat kemampuan sistem menangani proses streaming.



Gambar 20 Grafik perbandingan aktivitas CPU menangani streaming video conference antara 5 dan 20 user

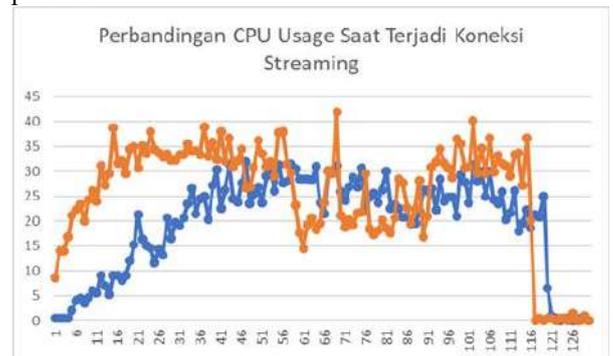


Gambar 21 Grafik perbandingan penggunaan memori server menangani streaming video conference antara 5 dan 20 user

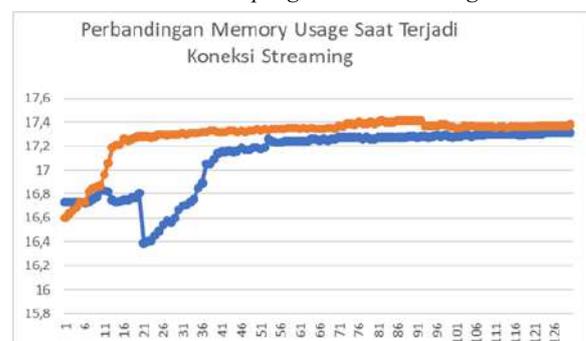
Dari grafik pada gambar 20 diatas, terlihat pola aktivitas CPU yang meningkat pada user terkoneksi yang berjumlah dua puluh (warna biru). Namun melihat dari bentuk simpangan tersebut, tampak bahwa kenaikan aktivitas hanya terjadi sejenak dan paling banyak terjadi pada detik – detik awal pengujian. Sehingga dapat diketahui bahwa pengaruh antara jumlah user koneksi dengan aktivitas CPU terbesar terjadi saat awal – awal koneksi atau saat user membuat koneksi satu sama lain. Jika koneksi antar user sudah terbentuk, maka aktivitas CPU akan menurun sebagaimana terlihat pada grafik tersebut.

Sedangkan pada gambar 21, terlihat aktivitas penggunaan memori yang tidak menentu. Namun cenderung hampir sama pada 16,4% baik saat terdapat 5 user maupun 20 user. Sehingga dapat disebut bahwa penggunaan memori hanya termakan sedikit.

Jadi dengan simpangan aktivitas tertinggi sebesar 13,71% dan memori 16,62%. Serta bentuk pola aktivitas CPU yang hanya terjadi lonjakan saat awal koneksi dan juga penggunaan memori yang cenderung hampir sama walaupun berbeda jumlah user. Maka dapat diperkirakan sistem streaming ini, akan mampu untuk menampung jumlah user 6 – 7 kali lebih banyak dari pengujian ini (20 user) sebagai batas aman jika koneksi terjadi serentak di waktu yang hampir sama.



Gambar 22 Diagram perbandingan aktivitas CPU server antara 10 dan 50 user untuk pengaksesan streaming satu arah



Gambar 23 Diagram perbandingan aktivitas memori server antara 10 dan 50 user untuk pengaksesan streaming satu arah

Gambar 22 dan 23 di atas, masing – masing adalah diagram perbandingan aktivitas CPU dan penggunaan memori antara sepuluh dan lima puluh user yang mengakses sistem streaming ini. Warna biru adalah visualiasi dari aktivitas pada 10 user, dan orange untuk 50 user. Dari simpangan grafik pada aktivitas CPU maupun penggunaan memori, terlihat pada bagian tengah aktivitas, kedua garis hampir menyentuh satu titik yang sama. Perbedaannya terletak pada bagian awal aktivitas, yang mana pada jumlah user yang lebih banyak, grafik melonjak lebih tajam pada jumlah user sebanyak lima puluh.

Jadi dengan berdasarkan tampilan kedua grafik tersebut, dapat diketahui bahwa kedua aktivitas akan menyentuh titik puncak aktivitas yang hampir sama pada tengah – tengah aktivitas yang sedang berlangsung. Dan untuk aktivitas CPU tertinggi yaitu 41,92% dan untuk memori yaitu 17,41%. Sehingga akan diperkirakan server sistem mampu untuk

menampung akses user sebanyak 2 – 2.5 kali lebih banyak dari data pengujian ini ditambah dengan satu organizer pengirim data streaming sebagai batas amannya.

IV. KESIMPULAN

Penerapan rekayasa ulang untuk penambahan sistem streaming on site terintegrasi pada web app event ticketing ini dapat dilakukan dengan menerapkan protokol komunikasi jaringan satu arah pada event yang tidak membutuhkan respon dari peserta secara aktif. Dan dapat pula dengan menerapkan protokol komunikasi jaringan dua arah apabila event membutuhkan respon aktif dari peserta sebagaimana aktivitas video konferensi dilakukan. Kemudian untuk mempermudah penerapan penambahan sistem guna rekayasa ulang, sistem baru dapat dikembangkan secara terpisah dari web app utama. Sehingga akan bekerja sebagai backend Web API yang dikhususkan untuk menangani proses streaming. Serta dengan membuat komponen – komponen terpisah untuk bagian frontend sistem streaming.

Hasil pengujian *peer to peer* sistem pada tabel 1 dan 2 didapati semua fungsi yang dibutuhkan untuk mendukung aktivitas streaming event dapat berjalan dengan lancar dan minim kendala. Sebagaimana terlihat bahwa hampir semua fitur pada aspek fungsionalitas dan keamanan mendapatkan poin empat, terkecuali dua fitur yang mengalami keterlambatan respon karena faktor jaringan.

Dan hasil pengujian pada kualitas streaming video conference tertinggi pada skor 9 dari 10 dan terendah pada skor 4,9 dari 10. Sedangkan untuk sistem streaming satu arah mendapatkan latency tertinggi pada 80,25ms dan terendah 54,53ms dari standar latency tertinggi 10s berdasarkan ITU T G.1010. Sehingga dapat disebut bahwa sistem telah memenuhi aspek kebergunaan dan efisiensi.

Lalu untuk performa dan kehandalan server dari sistem streaming video conference dan satu arah masing – masing dengan jumlah user terhubung yaitu 25 dan 50 didapati penggunaan CPU tertinggi 13,71% dan 41,92%. Dengan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa sistem yang sudah dikembangkan ini cukup handal menangani akses streaming dengan jumlah *user* tersebut sedangkan beban CPU belum mencapai 50%.

Serta untuk pemeliharaan dan portabilitas sistem, juga sudah tercapai. Karena sistem streaming ini, dikembangkan secara terpisah dari web app utama. Yaitu dengan membuat web API manajemen streaming yang dikhususkan untuk manajemen data streaming dan autentikasinya. Serta juga *forntend* yang dipisahkan dari *resource* utama, membuatnya dapat dengan mudah untuk diperbaiki lagi apabila ada pembaruan.

V. SARAN

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, beberapa saran diberikan untuk kepentingan penelitian dan pengembangan sistem streaming on site berbasis protokol RTMP, HLS, dan SRTP kedepannya. Berikut saran yang diberikan :

1. Pengembangan streaming satu arah dengan kombinasi protokol RTMP dan HLS dapat dilakukan perhitungan kebutuhan delay terlebih dahulu untuk hasil yang optimal.

2. Pembuatan algoritma untuk mengatur kualitas video dan audio dapat diterapkan pada streaming satu arah ataupun video conference (berbasis SRTP) untuk membuat streaming menjadi lebih lancar.

3. Penerapan algoritma manajemen request dapat diterapkan pada streaming video conference untuk mengatur sejumlah request seperti on – off mic dan camera serta raise hand untuk menghindari penumpukan dan keterlambatan.

4. Untuk alat pengujian diharapkan menggunakan device dan jaringan terpisah untuk menghasilkan data yang akurat.

5. Jumlah dan faktor pengujian sistem dapat diperbanyak untuk dapat mengetahui kemampuan sistem dengan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nugroho, Rhesa Elian. (2018). Pembuatan Sistem Informasi “ETICK” (Event Registration and Ticketing) Menggunakan Framework Laravel. Indonesian Journal of Applied Information (IJAI). 3(1): 11 – 16.
- [2] Wibisono, Yohanes Priadi dkk. (2020). Analysis of Event Marketing, Registration, and Digitalized Ticketing. Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi. 6(1): 44 – 49.
- [3] Triansyah, Jully & Kusdaryono, Aries. (2017). Model Live Video Streaming Pada RED5 Menggunakan Metode PPDIIO Dengan Protokol RTMP dan 3G Untuk Smartphone Android. Jurnal Teknik Informatika (JIKA) Universitas Muhammadiyah Tangerang (UMT). 1(1): 35 – 45.
- [4] Nurhasana dkk. (2020). Analisis QoS Video dan Audio Streaming Dengan RTMP (Real Time Messaging Protocol). Jetri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro. 18(1): 77 – 90.
- [5] Nurrohman, Anif & Abdurrohman, Maman. (2018). High Performance Streaming Based on H264 and Real Time Messaging Protocol (RTMP). 2018 6th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT). 6(doi: 10.1109/ICoICT.2018.8528770):174 – 177.
- [6] Hoppe, Christian & Uhl, Tadeus. (2018). Video Streaming over IP using the DASH Technique. Journal Of Telecommunications and Information Technology. 2(doi: 10.26636/jtit.2018.125318): 3 – 7.
- [7] Wahyudi. (2020). Pengembangan Aplikasi Sistem E-Ticketing Konser Musik Dengan Seating Number Pada Website Motikdong.com. Jurnal Teknik Informatika (JIKA) Universitas Muhammadiyah Tangerang. 4(1): 21 – 28.
- [8] Febyran, Rizky. (2020). Web-Based Event Seminar Registration Information System Application. Jurnal Riset Informatika. 2(3): 159 – 168.
- [9] Wibisono, Yohanes Priadi dkk.(2019). e-Vent: Support System for Event Registration. International Conference On Applied Information Technology and Inovation (ICAITI). 2(doi: 10.1109/ICAITI48442.2019.8982127): 215 – 220.
- [10] Susanto, Tommy Andreas dkk. (2017). Pengembangan Video Broadcasting Server Untuk Live Streaming Menggunakan Nginx dan RTMP Dengan Studi Kasus Teleconference. Jurnal Infra. 5(1): 228 – 233.
- [11] Lailela, Septi Noer & Kusumadiarti, Rini Suwartika. (2018). Pengukuran Kualitas Perangkat Lunak Aplikasi Sisfo_Nilai di Politeknik Piksi Ganesha Berdasarkan ISO 9126. Jurnal E-KOMTEK (Elektro-Komputer-Teknik). 2(2): 84 – 100.
- [12] Gaol, Tiurma Lumban. (2015). Kajian Business Process Re-Engineering Sistem Informasi Perpustakaan: Studi Kasus Institut Teknologi Del. Jurnal Dokumentasi Dan Informasi (Jurnal BACA). 36(2): 163 – 172.
- [13] “Pentingnya Business Process Re-Engineering (Bpr) Bagi Ukm”, yd.blog.um.ac.id, 4 November 2020, 21 Juli 2023, <http://yd.blog.um.ac.id/pentingnya-business-process-re-engineering-bpr-bagi-ukm/>