

Perancangan Arsitektur Sistem *Digital Signage* secara Terpusat pada Negara Berkembang

Designing A Centralized System Architecture of Digital Signage in Developing Countries

Rahmat Yasirandi¹, Andrian Rakhmatsyah², Ridhwan Alifudin³

^{1,2,3}Fakultas Informatika; Universitas Telkom, Jl. Telekomunikasi Bandung (022) 7564108

e-mail: ^{*}batanganhitam@telkomuniversity.ac.id, ²kangandrian@telkomuniversity.ac.id,

³ridhwan@student.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Banyak hal yang mendukung para stakeholder di Negara maju lebih beralih ke sistem digital signage untuk urusan signage, salah satu yang paling berperan adalah efisiensi. Efisiensi manajemen konten dan pendistribusian konten adalah salah satu yang utama yang dimunculkan. Dengan penyesuaian kebutuhan dan sumber daya, Negara berkembang juga dapat mengimplementasikan dan merasakan dampak manfaat dari sistem ini. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan rancangan arsitektur sistem digital signage secara terpusat yang tepat untuk Negara berkembang. Dengan harapan bahwa sistem yang dikembangkan memiliki kemampuan layanan dan memiliki tujuan yang tetap sesuai dari sistem digital signage itu sendiri. Terbukti dengan hasil evaluasi terhadap sistem yang dibangun dapat membuktikan hipotesa H0 dan hipotesa H1. Menyatakan bahwa sistem yang dibangun tetap memiliki kemampuan skalabilitas dan performansi yang baik, dengan dapat dilihatnya hasil RTT di setiap DS Client bernilai 0,09 detik ketika jumlah DS Client mencapai 20 unit. Begitu juga pada hasil throughput di setiap DS client bernilai 5.9 Mbps ketika jumlah DS Client mencapai 20 unit. Dimana dengan nilai 5.9 Mbps tersebut, telah memenuhi kebutuhan minimum bandwidth untuk memberikan layanan distribusi konten berupa video hingga 1080p.

Kata kunci—Digital Signage, Distribusi Konten, Negara Berkembang.

Abstract

One of the most important that support advertising stakeholder in developed countries move to digital signage is efficiency factor. Efficiency of content management and content distribution are two of the main purposes of digital signage. By adjusting needs and resources, developing countries can also implement and get the impact of this system benefits. This study aims to provide designing a centralized of digital signage is appropriate for developing countries. By hypothesis that the system developed has service capabilities to deliver an objective of digital signage itself. Evidenced by evaluation results of the system are proven the hypothesis H0 and hypothesis H1. Stating that the system built still has performance of scalability, with the result of RTT on each DS Client is 0.09 s when DS Clients reaches 20 units. Likewise, the result of Throughput on each DS Client is 5.9 Mbps when DS Clients reaches 20 Units. Where the value of 5.9 Mbps is over minimum bandwidth requirement to provide contents (videos 1080p) distribution services.

Keywords—Digital Signage, Content Distribution, Developing Countries.

1. PENDAHULUAN

Secara umum *digital signage* adalah sistem manajemen kontrol terhadap *digital display* yang memuat *signage* [1]. Dengan kata lain, sistem ini akan menggantikan tradisional *signage* atau *static signage* seperti poster dan *billboard* menjadi sebuah *digital display*. Berbeda dari *over-the-air broadcast* pada televisi, sistem *digital signage* memiliki definisi lebih spesifik.

Sebuah sistem yang mengirimkan beragam konten secara bersamaan kepada setiap display-nya yang mungkin sama atau berbeda konten untuk setiap display-nya. Peluang transisi *signage* ini telah dibuktikan melalui statistik pendapatan perusahaan *signage* di Negara maju, di rentang waktu dari tahun 2007 menuju 2010 telah mengalami kenaikan sebanyak 6 kali lipat akibat beralih ke *digital signage* [2].

Beberapa negara maju telah siap mengimplementasikan sistem ini, dengan dibuktikan mudahnya menemukan *display digital* secara *indoor* maupun *outdoor* di berbagai area publik [3]. Beberapa ragam gedung yang bersifat area publik adalah mal, supermarket, bioskop, hotel, area olahraga, bank, dan area fasilitas kesehatan seperti rumah sakit ataupun klinik [2]. Bagi para stakeholder, menjamin setiap informasi tersampaikan kepada publik terkait layanan yang diberikan adalah sesuatu yang diutamakan. Tak terkecuali penerapan *digital signage* di publik seperti universitas yang diimplementasikan pada area akademik, dimana sistem akan membantu membagikan informasi terkait universitas [4]. Penelitian ini mencoba menjadikan mahasiswa sebagai *receiver* dan pihak kampus sebagai *distributor* konten. Membuat informasi dikelola secara terpusat merupakan hal yang dimunculkan sebagai keunggulan pada sistem *digital signage* dalam penelitian tersebut. Dengan adanya *information-centric* maka manajemen terhadap konten berupa pemantauan, perubahan, dan lainnya akan lebih mudah.

Dilain sisi, penelitian tentang penambahan fungsi selain untuk menampilkan konten pada *digital display* menjadi topik yang cukup banyak diteliti. Adanya kamera yang dapat melakukan rekognisi terhadap jumlah *viewer* yang sedang melihat *digital display* juga telah dilakukan [3]. Sistem tersebut akan merekam data terkait jumlah *viewer* dan durasi *viewer* terhadap setiap konten yang ditampilkan. Selanjutnya akan dilakukan analisis dan evaluasi tingkat efektifitas sistem terhadap pasar. Karena informasi yang didapat dari hasil pengolahan data tersebut akan sangat membantu stakeholder dalam menentukan keputusan kedepannya. Ada juga yang penelitian yang membuat interaksi dengan *digital display viewer* melalui penggunaan *device (mobile phone)*. Mencoba menawarkan model komunikasi *one-to-one case (one digital signage and one mobile phone)* untuk kebutuhan reservasi, dan *one-to-many case (one digital signage and many mobile phones)* untuk kebutuhan pemungutan suara [5]. Penelitian ini menyatakan bahwa membangun interaksi antara *stakeholder/* pengelola konten dan *viewer* juga perlu diperhatikan. Sehingga tujuan awal membangun sistem ini dapat tercapai.

Dalam pembahasan implementasi sebuah sistem tidak terlepas dari arsitektur/ model yang menjadi acuan selama pengembangan. Beberapa penelitian tentang perancangan model untuk sistem *digital signage* mendefinisikan bahwa sistem ini umumnya memiliki empat komponen yaitu *Displays, Applications, Schedulers, dan Handlers* [6,7]. *Display* digambarkan sebagai sebuah perangkat yang dapat menampilkan konten yang didistribusikan. Dan sebuah *interface* untuk yang melakukan manajemen konten disebut sebagai *Applications*. Dimana *Applications* akan terintegrasi dengan *Schedulers* dan *Handlers* untuk melakukan manipulasi konten. Selain penelitian di atas, ada juga paradigma tentang kebutuhan layanan dalam mengimplementasikan suatu *digital signage system*, terdapat empat bagian yaitu *Software, Network, Advertising, dan Displays* [2]. *Software* didefinisikan sebagai *tools* yang membantu interaksi antara *viewer* dan pemilik konten. Ada dua tipe dari *Software*, satu diposisikan sebagai *Software* yang bertugas untuk menampilkan konten pada *display monitor*. Satu lagi diposisikan sebagai *Software* bagi manajemen konten untuk stakeholder pemilik konten. Selanjutnya adalah *Network*, bagaimana pemilihan cara *server* melakukan pendistribusian konten kepada setiap *monitor display*. Ini penting untuk diketahui karena arsitektur jaringan yang tepat dan sesuai, sangat mempengaruhi efisiensi sumber daya yang lain. Selanjutnya *Advertising*, bagaimana sistem memberikan layanan ragam jenis konten. Konten dalam *digital signage* biasanya dalam bentuk tulisan, gambar, bahkan dalam bentuk animasi/ video. Terakhir adalah bagian *Displays, Displays* dalam hal ini adalah perangkat yang digunakan untuk menampilkan konten. Perangkat yang tepat dalam *digital signage system* adalah yang dapat menampilkan konten berupa digital. Beberapa yang sering berupa *Plasma Displays, LCDs, LED Display, Projection Screen* maupun

Electronic Paper. Pemilihan Perangkat ini sebaiknya didasarkan dari karakteristik tempat dimana *display* akan diletakkan.

Latar belakang penelitian ini tidak lepas dari apa yang didapat negara maju terkait manfaat dan efek sosial komunikasi ketika menerapkan *digital signage*. Tetapi kondisi sistem yang dibangun menyerupai *digital signage* yang telah ada pada gedung publik di Indonesia masih memiliki keterbatasan. Beberapa ada yang masih bersifat manual, ataupun dengan kata lain belum ada manajemen konten yang tepat. Sedangkan kebutuhan akan pertukaran informasi pada gedung-gedung publik tersebut sangatlah tinggi dan cepat. Interaksi dari setiap pemilik kepentingan di dalam gedung publik tersebut juga wajib diperhatikan, Maka tidak bisa dipungkiri keberadaan dari setiap *display monitor* sangatlah membantu pada setiap gedung publik tersebut. Meskipun setiap gedung publik memiliki konten yang berbeda-beda, tapi secara tujuan sama yaitu memberikan informasi terkait layanan yang dimiliki.

Sehingga bagaimana cara agar manfaat dari teknologi pendistribusian informasi masal ini juga dapat dirasakan oleh negara-negara berkembang. Tetapi dalam implementasinya, membutuhkan penyesuaian karena adanya perbedaan sumber daya dan kebutuhan yang mendasar di Negara berkembang. Dibutuhkannya arsitektur sistem yang dapat menyesuaikan keadaan di Negara berkembang tersebut, tanpa harus menghilangkan tujuan utama dari *digital signage* itu sendiri. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem arsitektur dari platform manajemen konten pada layanan *digital signage*. Dimana dapat menjadi acuan pengembangan dan memudahkan pengembang dalam langkah awal yaitu analisa kebutuhan sistem.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini diawali dengan kajian terhadap penelitian terkait untuk ditarik manfaat dan keberlanjutannya yang telah dipaparkan pada bagian sebelumnya. Selanjutnya akan dijabarkan perancangan dari arsitektur sistem yang diusulkan secara menyeluruh. Tahapan dimulai dengan analisa terhadap konten, dan dilanjutkan dengan perancangan *infrastructure*, dan terakhir perancangan arsitektur *platform*. Dan akan dipaparkan hipotesa terhadap rancangan arsitektur sistem yang diusulkan tersebut. Selanjutnya untuk membuktikan hipotesa sebelumnya, dilakukan implementasi sesuai rancangan arsitektur dan evaluasi terhadap sistem yang dibangun. Diakhir bagian akan ada kesimpulan dan saran terkait hasil utuh dari penelitian ini.

2.1 Analisis Konten

Konten merupakan wujud dari informasi yang ingin didistribusikan dalam sebuah sistem *digital signage*. Maka dari itu tahap awal dari pengembangan sistem ini diawali dengan analisa konten. Pada tahap ini, pengembang menentukan format apa yang mungkin dilayani oleh platform nanti. Pemilihan format konten yang ingin dilayani disesuaikan dengan informasi yang ingin disampaikan. Dapat dilihat pada Tabel 1, beberapa format dari konten yang umum dan telah terimplementasikan adalah animasi, video, *text-only*, *slides/ simultaneous photos*, ataupun kombinasi dengan atau tanpa audio. Dan untuk kaitannya dengan mengimplementasikan *digital signage system* di Negara berkembang, seharusnya semua format dari konten dapat dimungkinkan untuk dilayani.

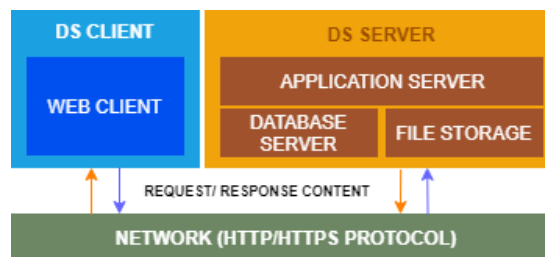
Tabel 1 Tipe Konten pada Sistem Digital Signage

Tipe Konten	Effectiveness
<i>Slides/ Simultaneous Photos</i>	Menampilkan informasi berupa gambar statis yang detail, seperti poster kegiatan atau acara lainnya.
Animasi	Menarik perhatian dengan karakteristik yang

	tidak nyata, imajinasi.
Video	Mendesripsikan informasi yang lebih luas dan durasi yang lebih lama, tepat untuk informasi terkait bangunan maupun benda yang memiliki komponen yg detail.
<i>Text-only</i>	Sederhana dan langsung tepat sasaran, efektif untuk penyampaian informasi yang lugas dan tanpa basa basi.
Audio	Baik digunakan pada kondisi display monitor yang tenang dan tidak banyak suara gangguan. Membantu menambah ketertarikan viewer, karena termotivasi melihat dan mendengar secara bersamaan.

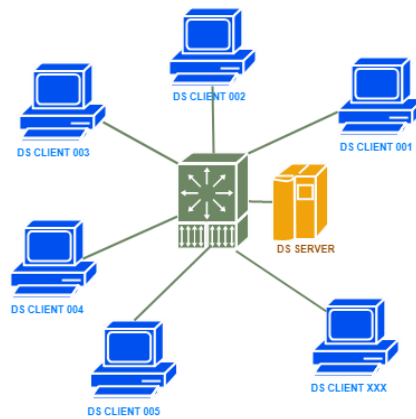
2.2. Perancangan System Infrastructure

Saat pengembangan sebuah sistem yang cukup kompleks, dibutuhkan sebuah rancangan infrastruktur yang dapat menjadi pedoman selama implementasi. Dengan melihat kebutuhan *digital signage system* di Negara berkembang, diajukan sebuah prinsip *distributed computing model* yang umumnya biasa disebut *client-server* [8]. Pada rancangan penelitian ini, sisi *client* selanjutnya akan disebut dengan DS (*Digital Signage*) *Client*, dan untuk *server* disebut dengan DS (*Digital Signage*) *Server*. Terlihat pada Gambar 1, bagaimana DS *Server* bisa memberikan layanan untuk *platform*, maka dibutuhkan *Application Server* untuk menyimpan platform yang dikembangkan. Lalu untuk mengintegrasikan dan manajemen penyimpanan data dan file-file kebutuhan konten maka perlu dipersiapkan *Database Server* dan *File Storage* pula pada sisi DS *Server*.



Gambar 1 Relasi Kebutuhan *Client* dan *Server*

Berdasarkan hasil analisa pada fase sebelumnya bahwa konten yang didistribusikan memiliki ragam format. Maka dibutuhkan sebuah *protocol transport* yang dapat menjamin keutuhan konten. Selain itu pula, HTTP/HTTPS Protocol sendiri membutuhkan *handshaking* pada *end-to-end* sehingga dapat *reliable* and *connection-oriented*. Sedangkan kebutuhan dari DS *Client* hanyalah *web browser*, sebagai *http client* yang membantu menerjemahkan dan menyajikan layanan konten yang diberikan oleh DS *Server*.

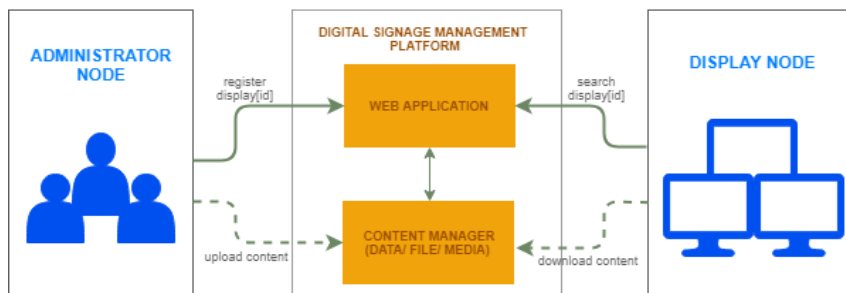


Gambar 2 Topologi Infrastruktur Jaringan

Selanjutnya dapat dilihat pada Gambar 2, topologi jaringan yang dirancang membentuk topologi star. Dengan tujuan agar informasi dikelola secara terpusat. Dimana pusat dari topologi adalah *DS Server* yang menyimpan dan menjalankan seluruh proses pengolahan konten, dan setiap *node* lainnya yang terhubung disebut dengan *Digital Signage (DS) Client*. *DS Client* dapat berupa *administrator node* untuk melayani antarmuka untuk manajemen konten bagi stakeholder ataupun *digital display node* yang bertugas untuk menampilkan konten. Lebih jauh lagi alur konten antara *DS server* dan *DS Client* akan terlihat pada penjelasan selanjutnya di bagian perancangan arsitektur *platform*.

2.3. Perancangan *Platform Architecture*

Pada tahap ini dipaparkan bagaimana rancangan dari arsitektur *platform* yang ditawarkan. Melanjutkan dari hasil pada bagian sebelumnya tentang perspektif bahwa kemungkinan akan banyak *display node* yang dilayani oleh *platform*. Maka setiap *display node* wajib diberikan id yang unik [9].



Gambar 3 *Platform Architecture* dari Sistem *Digital Signage*

Untuk memudahkan pencarian dan melakukan manipulasi konten untuk setiap *node* tertentu. Maka jika dilihat dari arsitektur yang diusulkan pada Gambar 3, *Digital Signage Management Platform* diposisikan sebagai *DS Server*, dan selanjutnya *administrator node* dan *display node* diposisikan sebagai *DS Client*. Kemampuan dari *administrator node* adalah dapat melakukan penambahan konten pada id tertentu dan tugas dari *display node* adalah menampilkan konten yang sesuai dengan id-nya.

Selanjutnya terkait hipotesa dari hasil implementasi sistem *digital signage* di Negara berkembang yang mengacu rancangan arsitektur yang diusulkan adalah

H0: Informasi dari sistem yang dikembangkan dapat tersampaikan ke konsumen/*display node viewer* sesuai dengan tujuan dari *digital signage* itu sendiri.

H1: Layanan dari sistem yang dikembangkan dapat mempertahankan performansi terhadap skalabilitas dari jumlah *display node* tertentu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari rancangan arsitektur yang telah dilakukan pada bagian sebelumnya adalah dimulai dari menentukan format konten. Untuk implementasi, penggunaan audio pada digital display perlu dianalisa, karena terkait kondisi ramai di gedung area publik di Negara berkembang. Sehingga dalam implementasi sistem pada penelitian ini, pemilihan format kombinasi antara teks dan video/ animasi/ slides akan lebih maksimal dalam penyampaian informasi dibandingkan dengan suara.

Tabel 2 Informasi Komponen dari DS Server

Komponen	Spesifikasi
Processor	Intel Core i7 CPU 3.6 GHz
Memori Utama	8GB RAM
Sistem Operasi	Ubuntu
Application Server	Apache HTTP Server
Database Server	MySQL Server
Network Interface	WiFi

Selanjutnya melihat dari kebutuhan dan sumberdaya yang dimiliki di Negara berkembang, aplikasi berbasis web dapat menjadi aplikasi yang tepat dalam memberikan layanan. Semua kebutuhan sumber daya dari *platform* yang dikembangkan ini sudah semestinya diutamakan pemilihan yang bersifat *Open*. Tidak hanya Bahasa pemrograman dalam pengembangan aplikasi pada *DS Server*, tapi juga seluruh *server* yang ada pada *DS Server* harus bersifat *opensource*. Dengan tujuan agar menekan biaya produksi pada saat implementasi layanan DS di Negara berkembang. Maka pada penelitian ini, dikembangkanlah aplikasi menggunakan bahasa pemrograman HTML5, CSS3, dan Javascript untuk bagian depan/ *front-end*. Dan Bahasa pemrograman PHP dan SQL untuk bagian belakang/ *back-end*. Seperti terlihat pada Tabel 2, Aplikasi itu akan disimpan dalam *server* yang bersifat *opensource* juga, yaitu Apache HTTP Server dan MySQL server. Semua *server* dijalankan di atas Sistem Operasi Ubuntu. Selanjutnya terkait spesifikasi *hardware* yang dipakai pada penelitian ini, *DS server* merupakan sebuah *Personal Computer* (PC) yang memiliki memori utama sebesar 4GB dan i3 CPU 2.7GHz sebagai prosesornya. Sedangkan untuk membangun topologi jaringan antar *DS Server* dan Seluruh *DS Client*, digunakanlah *interface* jaringan berupa wifi. Pada *Display Node* (DS Client) dapat berupa *Hardware* apapun asalkan mendukung komunikasi dari protocol HTTP/HTTPS dan dapat mengoperasikan *web browser* yang bersifat *Open Source*. Web browser pada *DS Client* bertugas untuk menampilkan informasi/ konten yang diberikan oleh *DS Server*. Karena dalam kasus ini, format konten yang diberikan layanan adalah berupa *Video Streaming*. Maka untuk kebutuhan minimum dari sebuah *web browser* yang di *install* pada *DS server* adalah versi yang dapat mendukung format video HTML5 seperti H.264, Ogg Theora, dan WebM.

Pengujian terhadap sistem dilakukan dalam beberapa skenario pengujian, diantaranya *Compatibility Testing* dan *Performace of Scalability Testing* [10,11]. Pada pengujian yang pertama, yaitu *Compatibility Testing*, pengujian ini berfokus pada tingkat kemungkinan layanan dari *DS Server* dapat diterima oleh berbagai jenis platform *hardware* dari *DS Client*. Terlihat pada Tabel 3, Skenario pada *Compatibility Testing*. Dimulai dari Pra-Kondisi yang harus dipenuhi oleh sistem, kemudian dilanjutkan kriteria dan prosedur apa saja yang harus dilakukan saat melakukan pengujian. Dan untuk prosedur pada pengujian adalah dengan mencoba setiap jenis perangkat dari *DS Client* yang mungkin menjadi *digital display*. Akan dilihat apakah tidak terjadinya *corrupt/fault-request* saat menampilkan konten pada web browser di DS Client.

Tabel 3 Skenario *Compatibility Testing*

Jenis Tes	<i>Compatibility Testing</i>
Pra-Kondisi	Status DS Server sedang <i>running</i>
Kriteria	DS Client meminta layanan konten
Prosedur Tes	Setiap DS Client akan melakukan permintaan layanan konten.
Ekspektasi	Permintaan konten dilayani jika komponen dari DS mendukung, dan jika tidak akan ditolak.

Dan hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 4. Bahwa hasilnya adalah semua jenis *device* dapat dan mampu menampilkan konten secara normal. Itu karena setiap *device* memiliki minimum kebutuhan komponen grafis, memori, maupun prosesor yang mendukung untuk *browser* melakukan *streaming video* secara *realtime*. Tapi mungkin *device* berupa Mini PC seperti Raspberry Pi yang paling tepat untuk diimplementasikan pada sistem *digital signage* di Negara berkembang. Dari segi biaya juga lebih murah dibandingkan dengan *device* lain, dan dari ukuran monitor untuk *digital display* juga lebih mudah menyesuaikan. Karena ukuran monitor yang cukup besar/ mulai dari 17 inch ke atas, sangat mempengaruhi kepedulian manusia untuk melihat dan memperhatikan sebuah *digital display* [5]. Sehingga hipotesa H0 dapat dinyatakan terbukti. Digital node yang disediakan oleh sistem dapat memberikan informasi yang jelas dan diterima.

Tabel 4 Hasil pengujian *Compatibility Testing*

Perangkat	Ukuran Monitor (Inci)	Hardware Compatible
<i>Smart Tablet</i>	10"	Iya
Laptop	14"	Iya
Mini PC + Monitor Eksternal	17", 19", 21" (Upgradable)	Iya

Pengujian berikutnya adalah *Performance of Scalability Testing*. Meneruskan kesimpulan dari pengujian sebelumnya, bahwa display node yang dipilih adalah berupa Mini PC. Sehingga untuk pengujian kali ini *DS Client* adalah Raspberry Pi versi 3 b+ dengan sistem operasi Raspbian. Pengujian ini memiliki tujuan untuk melihat ketahanan sistem dengan menguji performa jaringan dalam pendistribusian konten.

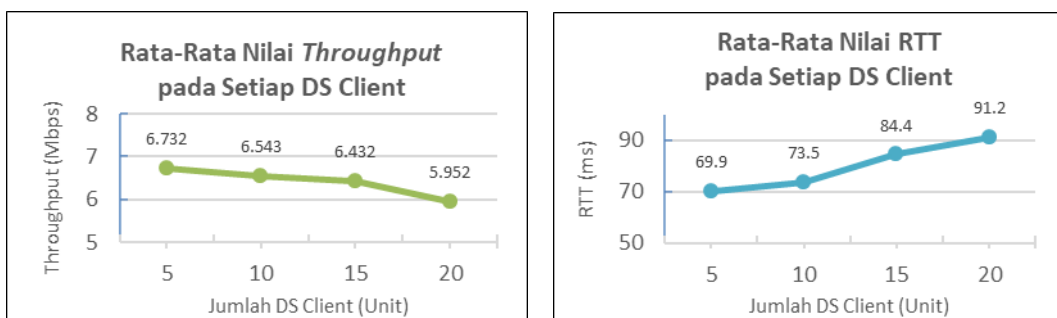
Tabel 4 Skenario *Performance of Scalability Testing*

Jenis Tes	<i>Performance of Scalability Testing</i>
Pra-Kondisi	Status DS Server sedang <i>running</i>
Kriteria	Melihat <i>Throughput</i> dan RTT dari DS Client
Prosedur Tes	Peningkatan jumlah DS Client yang meminta layanan konten
Ekspektasi	Nilai rata-rata <i>Throughput</i> pada DS Client akan berbanding terbalik dengan jumlah DS Client dan rata-rata RTT pada DS Client akan berbanding lurus dengan jumlah DS Client yang sedang terhubung, tapi 2 nilai tersebut akan tetap dalam batas normal untuk mengirimkan konten.

Skenario pengujian dapat dilihat dari Tabel 4, ekspektasinya adalah nilai dari rata-rata *Throughput* pada setiap *DS Client* dan rata-rata RTT (*Round Time Trip*) pada setiap *DS Client* pada kelipatan jumlah tertentu tidak akan berubah terlalu signifikan. Nilai *Throughput* yang didapat pada setiap *DS Client* mengartikan jumlah bandwidth yang mungkin bisa didapatkan *DS Client* dari *DS Server* dalam selang waktu tertentu. Sedangkan RTT bertujuan untuk melihat

waktu tempuh permintaan koneksi antara *DS Client* dengan *DS Server*. Dan untuk mendapatkan dua nilai tersebut, maka akan dijalankan *tools* dari bawaan Linux yaitu *Httping* pada setiap *DS Client* secara bersamaan.

Terlihat pada Gambar 4, ketika jumlah dari *DS client* ditingkatkan secara bertahap. Terlihat pada Gambar 5, nilai rata-rata *RTT* yang dihasilkan pada setiap *DS Client* untuk jumlah 20 *DS Client* masih 0.0912 detik. Kategori waktu tempuh yang sangat cepat dan baik untuk sebuah jaringan. Selanjutnya terkait rata-rata nilai *Throughput* yang didapat pada setiap *DS Client* mengalami penurunan yang tidak terlalu signifikan. Dan masih diatas jauh dari ambang batas *bandwith* yang dibutuhkan minimum hanya 0.512 Mpbs untuk melakukan video streaming dengan kualitas terbaik yaitu 1080p [12]. Sehingga hipotesa *H1* dinyatakan terbukti karena hingga 20 *DS Client*, performasi dari layanan yang diberikan oleh sistem *digital signage* ini masih dikategorikan memenuhi.



Gambar 4 Hasil Pengujian *Performance of Scalability Testing*

(*Throughput* sebelah Kiri dan *RTT* sebelah Kanan)

4. KESIMPULAN

Dari hasil rancangan arsitektur yang diusulkan sangat mampu dijadikan pedoman dalam pengembangan sistem *digital signage* di Negara berkembang. Karena hasil dari sistem yang telah diimplementasikan dan dievaluasi, mampu membuktikan hipotesa *H0* dan *H1*. Meskipun ada penyesuaian sumber daya dan kebutuhan, tapi tujuan dari sistem *digital signage* secara umum telah terwujud.

5. SARAN

Adapun area penelitian selanjutnya adalah difokuskan terkait *display node* yang lebih interaktif. Dan juga dapat dibahas terkait pengembangan protokol komunikasi dalam distribusi konten.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Keith Kelsen, 2012, *Unleashing the Power of Digital Signage Content Strategies for the 5th Screen*, Ed.5, Focal Press, Oxford.
- [2] Jimmy Schaeffler, 2008, *Digital Signage: Software, Networks, Advertising, and Displays*, Focal Press, Oxford.
- [3] Kuo-cheng Yin, Hsin-chieh Wang, Don-lin Yang, Jungpin Wu, 2012, A Study on the Effectiveness of Digital Signage Advertisement, *International Symposium on Computer, Consumer and Control*, Taichung, June 4-6.
- [4] Yilang Wu, Tatsuki Kawaguchi, Lei Jing, Junbo Wang, Zixue Cheng, 2017, Campus Digital Signage: Connection of Correlated Information between Distributor and Receiver, *International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops*, Taipei, March 27-29.
- [5] Hiroyuki Sato, Masakazu Urata, Kazuhiro Yoguchi, Noriyasu Arakawa, Naoyoshi Kanamaru, and Naoki Uchida, 2011, Linking Digital Signage with Mobile Phones, *15th International Conference on Intelligence in Next Generation Networks*, Berlin, October 4-10.
- [6] O. Storz, A. Friday, and N. Davies, 2006, Supporting Content Scheduling on Situated Public Displays, *Computers & Graphics*, no. 5, vol 30, hal 681-691.
- [7] O. Storz et al., 2006, Public Ubiquitous Computing Systems: Lessons from the e-Campus Display Deployments, *IEEE Pervasive Computing*, no. 3, vol 5, hal 40-47.
- [8] George Coulouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg, Gordon Blair, 2012, *Distributed Systems: Concepts and Design*, Ed.5, Addison Wesley, Massachusetts.
- [9] Martin Strohbach, Miquel Martin, 2011, toward a Platform for Pervasive Display applications in retail environments, *IEEE Pervasive Computing*, no. 2, vol 10, hal 19-27.
- [10] Esquiagola, J., Costa, L., Calcina, P., Fedrechski, G. and Zuffo, M., 2017, Performance Testing of an Internet of Things Platform, *2nd International Conference on Internet of Things, Big Data and Security*, Porto, October 24-26.
- [11] Ali Mesbah, Mukul R. Prasad., 2011, Automated Cross-Browser Compatibility Testing, *33rd International Conference on Software Engineering*, Waikiki, May 21-28.
- [12] Kuo-cheng Yin, Hsin-chieh Wang, Don-lin Yang, Jungpin Wu, 2011, Network Characteristics of Video Streaming Traffic, *ACM CoNEXT*, Tokyo, December 6-9.