

Implementasi Jaringan *Wireless Mesh* Berbasis Protokol Babel Untuk *Video Streaming* Menggunakan *Codec H.264*

Hilkya Dwima Palembang¹, Widhi Yahya², Reza Andria Siregar³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹hilkya.palembangan@gmail.com, ²widhi.yahya@ub.ac.id, ²reza@ub.ac.id

Abstrak

Wireless mesh network adalah sebuah jaringan yang terdiri dari beberapa perangkat yang saling terhubung untuk mengirim dan menerima data, serta berperan sebagai *relay* untuk pengiriman data pada lingkup jaringan yang kecil. Karena proses *video streaming* dalam sebuah jaringan membutuhkan koneksi antara *server* dengan *client* yang berjalan terus-menerus dan *real time*, maka *codec* yang digunakan, ukuran video, serta lokasi *server* dan *client* berpengaruh terhadap kualitas *video streaming*. Standar yang direkomendasikan untuk *video streaming* agar dapat berjalan dengan lancar yaitu nilai *jitter* tidak lebih atau sama dengan 10 ms sampai 50 ms, serta *packet loss* tidak lebih dari 0.5%. Pada penelitian ini, dilakukan pengujian *video streaming* pada sebuah jaringan *wireless mesh* berbasis protokol *routing* Babel dengan jumlah perangkat yang terbatas menggunakan *codec H.264* dan *MJPEG*. Dari pengujian yang dilakukan, ditentukan nilai kualitas layanan jaringan pada setiap skenario pengujian dan *codec* yang digunakan berupa *delay*, *throughput*, *jitter*, dan *packet loss*, lalu hasil pengujian antara *codec H.264* dan *MJPEG* dibandingkan. Setelah dilakukan pengujian, *codec H.264* memiliki nilai *packet loss* sebesar 2.14% sedangkan *codec MJPEG* memiliki nilai *packet loss* sebesar 5.03%. *Codec H.264* memiliki nilai *jitter* sebesar 164154.38 ms sedangkan *codec MJPEG* memiliki nilai *jitter* sebesar 305.67 ms. *Codec H.264* memiliki nilai *throughput* sebesar 0.016 MB/s sedangkan *codec MJPEG* memiliki nilai *throughput* sebesar 0.047 MB/s. *Codec H.264* memiliki nilai *delay* sebesar 0,036 ms sedangkan *codec MJPEG* memiliki nilai *delay* sebesar 0.0306 ms. Nilai *jitter* serta *packet loss* dari pengujian dengan menggunakan *codec H.264* tidak memenuhi nilai standar yang direkomendasikan untuk *video streaming*.

Kata kunci: *video streaming, wireless mesh network, babel, h.264*

Abstract

Wireless mesh network is a network consisting of several devices that are connected to each other to send and receive data, and act as a *relay* for sending data on a small network scope. Because *video streaming* process in a network requires connection between the server and the client that runs continuously and *real time*, so the *codec* used, the size of the video, and the location of the server and client affect the quality of *video streaming* results. Recommended standards for *video streaming* to run smoothly is that the *jitter* value is no more or equal to 10 ms to 50 ms, and *packet loss* is not more than 0.5%. In this study, testing of *video streaming* is carried out on a *wireless mesh network* based on *Babel routing* protocol with a limited number of devices using *H.264* and *MJPEG* codecs. The quality of network service in each test scenario is determined in the form of *delay*, *throughput*, *jitter*, and *packet loss*, then the test results between *H.264* and *MJPEG* codecs are compared. After testing, *H.264* codec has *packet loss* value of 2.14% while the *MJPEG* codec has *packet loss* value of 5.03%. *H.264* codec has a *jitter* value of 164154.38 ms while the *MJPEG* codec has a *jitter* value of 305.67 ms. *H.264* codec has a *throughput* value of 0.016 MB/s while *MJPEG* codec has a *throughput* value of 0.047 MB/s. *H.264* codec has a *delay* value of 0.036 ms while the *MJPEG* codec has a *delay* value of 0.0306 ms. *Jitter* and *packet loss* value from testing using the *H.264* codec do not meet the recommended standard values for *video streaming*.

Keywords: *video streaming, wireless mesh network, babel, h.264*

1. PENDAHULUAN

Wireless mesh network muncul sebagai sebuah pilihan untuk *next-generation wireless networking*. *Wireless mesh network* memiliki beberapa keunggulan yang membuatnya banyak digunakan, antara lain toleransi terhadap *network failure*, kemudahan pengaturan jaringan dan kemampuan *broadband* yang dimilikinya, serta kemudahan pemeliharaan dan biaya yang dibutuhkan terbilang murah. *Wireless mesh network* bersifat *self-organized* dan *self-configured*, dengan *node* yang ada di dalam jaringan secara otomatis membentuk jaringan ad-hoc dan mampu mempertahankan jaringan mesh yang terbentuk. (Kalbkhani, 2011).

Salah satu pemanfaatan *wireless mesh network* adalah untuk berbagi konten *multimedia* antar *node* yang berada di dalam jaringan. Karena proses *video streaming* memanfaatkan jaringan antar perangkat yang digunakan, kualitas jaringan sangat menentukan kualitas dari video yang diterima oleh *client* pada saat melakukan *video streaming*. Standar jaringan untuk pengiriman data ini disebut juga *Quality of Service* (QoS). QoS untuk sebuah jaringan pada umumnya ditentukan dari *delay*, *jitter*, *throughput*, dan *packet loss*. Nilai *service-level agreement* (SLA) yang direkomendasikan untuk pengiriman video pada jaringan agar proses *video streaming* dapat berjalan dengan lancar adalah nilai *jitter* tidak lebih atau sama dengan 10 ms sampai 50 ms, serta *packet loss* tidak lebih dari 0,5% (Muralidharan, 2016)

Untuk menentukan bagaimana setiap *node* dalam sebuah jaringan terhubung dengan *node* lain secara optimal dibutuhkan protokol *routing*. Babel adalah sebuah *routing protocol* berbasis *distance-vector* yang dapat digunakan untuk jaringan *wireless mesh* maupun jaringan *wired*. Babel *routing protocol* bersifat proaktif, dimana protokol *routing* ini secara aktif membangun dan mempertahankan jalur data saat digunakan untuk proses transfer maupun saat *idle*. Hal ini memungkinkan pengiriman data melalui jaringan dengan *latency* rendah karena sudah memiliki jalur data yang optimal (Abolhasan, 2009)

Untuk mengolah media berupa *video* yang kemudian akan di-*stream* dibutuhkan *codec*. Salah satu *codec* yang sering digunakan untuk kompresi data video di internet adalah H.264. *Codec* ini didesain untuk menyediakan kompresi video agar video dapat ditransmisikan melalui

jaringan *wireless* dengan *bandwidth* yang rendah.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini difokuskan pada pemanfaatan protokol *routing* Babel untuk membuat sebuah jaringan *wireless mesh*, yang nantinya akan digunakan untuk transmisi konten multimedia dari satu *node* menuju *node* lain dengan menggunakan *codec* H.264. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan jaringan *wireless mesh* berbasis Babel *routing protocol* untuk melakukan *video streaming* H.264 dan mengetahui hasil kinerjanya. Sebagai pembanding, pengujian yang sama akan dilakukan menggunakan *codec* yang sudah lama digunakan untuk perangkat video yaitu *codec* MJPEG, kemudian hasil dari kedua pengujian tersebut akan dibandingkan untuk mengetahui bagaimana pengaruh perbedaan *codec* terhadap kinerja video streaming pada jaringan *wireless mesh* berbasis protokol *routing* Babel. Diharapkan bahwa penggunaan *codec* H.264 untuk *video streaming* pada jaringan *wireless mesh* berbasis protokol Babel dapat memenuhi nilai SLA yang menjadi standar rekomendasi untuk *video streaming*.

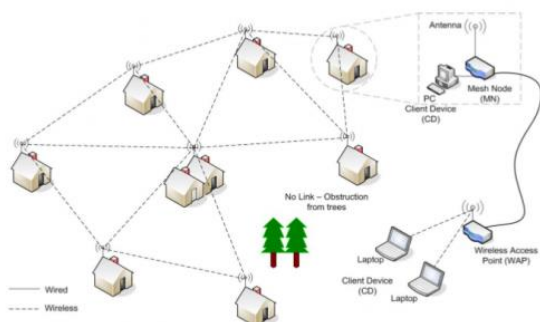
2. LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1 *Wireless Mesh Network*

Wireless mesh network merupakan sebuah jaringan dimana setiap *node* yang terhubung secara *wireless* tidak hanya mengirimkan atau menerima *data* saja, namun juga berfungsi sebagai *relay* untuk *node* lain. Dalam sebuah *wireless mesh network*, koneksi jaringan disebarkan diantara beberapa *node* yang saling terhubung untuk berbagi jaringan di sebuah cakupan *area* sehingga membentuk sebuah topologi *mesh*. (Virgi, 2017)

Mesh node merupakan sebuah perangkat yang memiliki cara kerja serupa dengan sebuah *wireless router*. Pada umumnya *node* bekerja dengan menggunakan standar WiFi 802.11a, b, atau g untuk terhubung dengan *node* lainnya, serta dengan pengguna. Seluruh *node* dikonfigurasi sedemikian rupa untuk dapat saling terkoneksi dengan *node* lainnya pada jaringan yang besar. Pengiriman informasi dilakukan dari titik A (pengirim) menuju titik B (penerima) dengan melompati satu *node* ke *node* lainnya. Tiap *node* secara otomatis akan memilih jalur tercepat dan paling aman dengan metode yang disebut *dynamic routing*. Contoh

infrastruktur Wireless Mesh Network dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Infrastruktur Wireless Mesh Network

2.2 Babel Routing Protocol

Babel *routing protocol* adalah sebuah protokol routing berbasis *distance vector* yang dirancang berdasarkan algoritma *Bellman-Ford*, namun dengan beberapa penyesuaian yang mencegah terjadinya formasi *looping*, atau memastikan bahwa *loop* yang muncul akan menghilang seiring waktu dan tidak akan muncul kembali. Babel *routing protocol* memiliki beberapa kelebihan, antara lain dapat digunakan pada jaringan berbasis kabel yang relatif stabil maupun jaringan *wireless* yang sangat dinamis, memiliki pilihan metrik yang fleksibel (berdasarkan *hop count*, *packet loss*, *radio diversity*, dan *delay based*), dukungan terhadap jaringan IPv4 dan IPv6, dukungan untuk *source-specific routing*, serta implementasinya yang relatif kecil, sehingga mudah untuk digunakan pada sistem terintegrasi (Chroboczek, 2011).

Pada saat Babel mendeteksi adanya koneksi dengan jaringan *wireless*, Babel menonaktifkan seluruh optimalisasi yang ada dan menggunakan metrik berdasarkan *packet loss* yang dirancang untuk MAC 802.11 (WiFi) atau disebut juga metrik ETX. Hal ini untuk memastikan bahwa routing tidak terganggu oleh kelemahan dari jaringan *wireless*. Karena Babel menggunakan *triggered updates* dan *explicit request* untuk informasi *routing*, pada umumnya Babel langsung terhubung setelah pengukuran kualitas jaringan selesai dilakukan.

2.3 H.264 Video Codec

H.264 adalah sebuah *video codec* yang digunakan sebagai standar *video codec* internasional terbaru. *Codec* ini memiliki

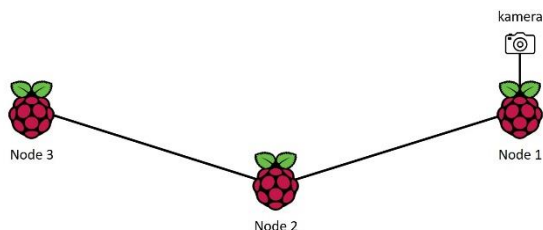
keunggulan dibandingkan *codec* lainnya dengan kemampuan untuk menekan *bitrate* pada video agar ukuran video bisa lebih minim dibandingkan aslinya. H.264 menggunakan teknik kompresi dengan memprediksi *interframe* (Schwarz, et al., 2016). Jadi dalam sebuah video yang memiliki ribuan *frame* di dalamnya, terdapat beberapa *frame* yang serupa dengan *frame-frame* sebelumnya. Teknik kompresi yang digunakan oleh *codec* H.264 mempertimbangkan tiap *frame* yang serupa tersebut untuk di-encode.

2.4 Motion JPEG Video Codec

Motion JPEG adalah sebuah format kompresi video yang terdiri dari gambar-gambar berformat JPEG yang dirangkai menjadi sebuah video (Vö, 2008). MJPEG memiliki skema kompresi *intraframe*, dimana seluruh bagian dari *frame* dikompres menjadi sebuah gambar JPEG, sehingga kualitas video pada saat diterima oleh *client* tidak memiliki penurunan yang signifikan dibandingkan format *codec* lainnya yang menggunakan skema kompresi *interframe*. Karena MJPEG mengkompresi video dengan menyimpan setiap *frame* menjadi gambar JPEG secara utuh, video dengan *codec* ini pada umumnya memiliki *file size* yang lebih besar dibandingkan dengan *video codec* lainnya, sehingga saat digunakan untuk *video streaming* membutuhkan *bandwidth* serta *storage* yang lebih besar.

3. PERANCANGAN DAN PENGUJIAN

Pengujian dilakukan dengan menempatkan setiap perangkat yang digunakan sebagai *node* sesuai dengan posisinya pada rancangan topologi jaringan, dengan memperhatikan sinyal *wireless radio* yang menjangkau setiap *node* yang berhubungan. Setelah itu, dilakukan konfigurasi *interface* jaringan dan instalasi paket *routing* Babel pada setiap *node* yang tersedia. Untuk *node* pertama yang berfungsi sebagai *server*, proses instalasi dan set up kamera yang terhubung pada *node server* dilakukan dengan menggunakan aplikasi VLC. Rancangan topologi untuk penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rancangan Topologi Penelitian

Proses pengujian dilakukan dengan mengatur konfigurasi gambar yang akan ditampilkan pada *node server* dengan beberapa pengaturan sesuai dengan skenario yang ditentukan, kemudian melakukan proses *stream* melalui VLC pada *node server*, lalu mengakses *interface* kamera dari *node server* melalui node yang terhubung dengan *node server*, baik secara langsung (*single hop*) maupun tidak langsung (*multi-hop*). Proses ini dilakukan beberapa kali dengan mengganti konfigurasi video yang berada pada *server*. *Codec* yang akan digunakan pada penelitian ini adalah H.264, serta penelitian yang sama akan dilakukan dengan menggunakan *codec* MJPEG sebagai perbandingan, karena *codec* ini merupakan salah satu *codec* yang banyak digunakan untuk *streaming*, terutama untuk *surveillance*.

Dari seluruh hasil pengujian ini, akan diambil hasil dari pengiriman dan penerimaan paket dari masing-masing skenario dan dibandingkan hasilnya dengan nilai SLA yang direkomendasikan. Parameter perbandingan yang digunakan adalah *packet loss* (%), *jitter* (ms), *throughput* (MB/s), dan *delay* (ms).

4. HASIL PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan topologi jaringan sesuai dengan yang telah dirancang sebelumnya. Pengujian dilakukan dengan beberapa skenario yang berbeda dengan menggunakan *codec* H.264 dan MJPEG sebagai pembanding. Skenario topologi yang akan digunakan yaitu skenario topologi 2 *node* (*single hop*) dan skenario topologi 3 *node* (*multi-hop*). Pada setiap skenario terdapat beberapa konfigurasi resolusi video *live streaming* yang digunakan, antara lain:

- Format resolusi video SQCIF (128x96)
- Format resolusi video QCIF (176x144)
- Format resolusi video CIF (352x288)
- Format resolusi video 4CIF (704x576)

Pada skenario 2 *node*, *node 2* sebagai *client* terhubung langsung dengan *node 1* sebagai *server* dan melakukan akses kamera yang

terhubung dengan *node server*. Sedangkan untuk skenario 3 *node*, *node 3* sebagai *client* terhubung langsung dengan *node 1* sebagai *server* melalui *node 2* dan melakukan akses kamera yang terhubung dengan *node server*. Dari pengujian ini dilihat hasil pengiriman paket dan dibandingkan hasilnya dari kedua *codec* yang digunakan. Perbandingan hasil *packet loss* dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Perbandingan *Packet Loss* Skenario 2 *Node*

Resolusi	H.264	MJPEG
SQCIF	0%	2.2%
QCIF	0.8%	0.9%
CIF	0.6%	0.0%
4CIF	0.5%	0.0%
Rata-Rata	0.5%	0.8%

Tabel 2. Perbandingan *Packet Loss* Skenario 3 *Node*

Resolusi	H.264	MJPEG
SQCIF	0.1%	2.2%
QCIF	0.0%	13.4%
CIF	14.5%	1.8%
4CIF	0.6%	19.7%
Rata-Rata	3.8%	9.3%

Dari hasil perbandingan *packet loss* pada skenario 2 *node* dan skenario 3 *node* di atas, rata-rata tingkat *packet loss* pada *video streaming* dengan *codec* H.264 lebih kecil dibandingkan dengan MJPEG. Nilai *packet loss* yang direkomendasikan untuk *video streaming* adalah tidak lebih dari 0,5%, yang artinya hasil pengujian *codec* H.264 yang memenuhi rekomendasi untuk *packet loss* adalah pengujian skenario 2 *node* dengan resolusi video SQCIF dan 4CIF, serta pengujian skenario 3 *node* dengan resolusi video SQCIF dan QCIF.

Untuk perbandingan hasil *jitter* dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Perbandingan *Jitter* Skenario 2 *Node*

Resolusi	H.264	MJPEG
SQCIF	5.40 ms	285.74 ms
QCIF	579.40 ms	286.99 ms
CIF	139765.65 ms	458.69 ms
4CIF	362483.96 ms	105.41 ms
Rata-Rata	125708.60 ms	284.21 ms

Tabel 4. Perbandingan *Jitter* Skenario 3 *Node*

Resolusi	H.264	MJPEG
SQCIF	6.04 ms	330.73 ms
QCIF	809763.83 ms	337.58 ms
CIF	312.04 ms	487.53 ms
4CIF	318.71 ms	152.69 ms
Rata-Rata	202600.15 ms	327.13 ms

Hasil *jitter* dari pengujian skenario 2 *node* dan 3 *node* menunjukkan peningkatan *jitter* pada

codec H.264 yang meningkat secara signifikan bersamaan dengan peningkatan resolusi video yang digunakan. Apabila dibandingkan, rata-rata hasil dari *jitter* pada H.264 jauh lebih besar dibandingkan dengan hasil *jitter* pada codec MJPEG. Nilai *jitter* yang direkomendasikan adalah tidak lebih dari antara 10 ms-50 ms, yang artinya hampir seluruh hasil pengujian pada codec H.264 melebihi hasil *jitter* yang direkomendasikan, kecuali pengujian dengan resolusi SQCIF pada skenario 2 node dan SQCIF pada skenario 3 node.

Untuk perbandingan hasil *throughput* dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Perbandingan *Throughput* Skenario 2 Node

Resolusi	H.264	MJPEG
SQCIF	0.001176 MB/s	0.038629 MB/s
QCIF	0.026765 MB/s	0.040380 MB/s
CIF	0.029045 MB/s	0.009799 MB/s
4CF	0.011401 MB/s	0.025466 MB/s
Rata-Rata	0.017097 MB/s	0.028569 MB/s

Tabel 6. Perbandingan *Throughput* Skenario 3 Node

Resolusi	H.264	MJPEG
SQCIF	0.001035 MB/s	0.041898 MB/s
QCIF	0.028361 MB/s	0.037861 MB/s
CIF	0.026577 MB/s	0.005300 MB/s
4CIF	0.010224 MB/s	0.179696 MB/s
Rata-Rata	0.016549 MB/s	0.066189 MB/s

Dari hasil pengujian di atas, nilai *throughput* pada codec H.264 rata-rata lebih kecil dibandingkan dengan codec MJPEG. Pada pengujian dengan skenario 2 node, hasil rata-rata *throughput* yang didapatkan menggunakan codec H.264 adalah 0.017 MB/s, sedangkan hasil rata-rata *throughput* yang didapatkan menggunakan codec MJPEG adalah 0.0285 MB/s. Pada pengujian dengan skenario 3 node, hasil rata-rata *throughput* yang didapatkan menggunakan codec H.264 adalah 0.0165 MB/s, sedangkan hasil rata-rata *throughput* yang didapatkan menggunakan codec MJPEG adalah 0.0661 MB/s.

Perbandingan nilai *delay* dari kedua codec yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Perbandingan *Delay* Skenario 2 Node

Resolusi	H.264	MJPEG
SQCIF	0.043758 ms	0.015837 ms
QCIF	0.023792 ms	0.018565 ms
CIF	0.024881 ms	0.065707 ms
4CIF	0.049151 ms	0.025674 ms
Rata-Rata	0.035395 ms	0.031446 ms

Tabel 8. Perbandingan *Delay* Skenario 3 Node

Resolusi	H.264	MJPEG
SQCIF	0.048553 ms	0.015104 ms
QCIF	0.021075 ms	0.015307 ms
CIF	0.023728 ms	0.064657 ms
4CIF	0.053528 ms	0.024558 ms
Rata-Rata	0.036721 ms	0.029907 ms

Dari hasil pengujian di atas, nilai *delay* pada codec H.264 rata-rata lebih besar dibandingkan dengan codec MJPEG baik pada skenario 2 node maupun pada skenario 3 node. Pada pengujian dengan skenario 2 node, hasil rata-rata *delay* yang didapatkan menggunakan codec H.264 adalah 0.0353 ms, sedangkan hasil rata-rata *delay* yang didapatkan menggunakan codec MJPEG adalah 0.0314 ms. Pada pengujian dengan skenario 3 node, hasil rata-rata *delay* yang didapatkan menggunakan codec H.264 adalah 0.0367 ms, sedangkan hasil rata-rata *delay* yang didapatkan menggunakan codec MJPEG adalah 0.0299 ms.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain:

- Secara keseluruhan, rata-rata *packet loss* dan *throughput* pada codec H.264 lebih kecil dibandingkan dengan codec MJPEG, sedangkan rata-rata *jitter* dan *delay* pada codec H.264 lebih besar dibandingkan dengan codec MJPEG.
- Nilai rata-rata *packet loss* dan *jitter* pada pengujian dengan codec H.264 pada pengujian ini tidak memenuhi nilai SLA yang direkomendasikan untuk *video streaming*.

6. DAFTAR RUJUKAN

- Abolhasan, M. Hagelstein, B. Wang, J. C. P. 2009. *Real-world Performance of Current Proactive Multi-hop Mesh Protocols*. New South Wales: University of Wollongong
- Chroboczek, J. 2011. *The Babel Routing Protocol*. Paris: The University of Paris
- Muralidharan, B. Kumar, A. 2017. *Video Quality of Service (QoS) Tutorial*. California: Cisco
- Kalbkhani, H. Zali, B. 2011. *Video Streaming over Wireless Mesh Networks*. Iran: Urmia University
- Liu, D. Q. Baker, J. 2008. *Streaming Multimedia over Wireless Mesh Networks*. Indiana: Purdue University Port Wayne
- Raniwala, A. Chiueh, T. 2005. *Architecture and Algorithms for an IEEE 802.11-Based*

- Multi-Channel Wireless Mesh Network*.
New York: Stony Brook University
- Schwarz, H., Marpe, D., & Wiegand, T. 2006. *Overview Of The Scalable H.264/MPEG4-AVC Extension*. Berlin: Heinrich Hertz Institute.
- Virgi, W., Bhawiyuga, A., & Primananda, R. *Analisis Perbandingan Dampak Serangan Black Hole pada Peformansi Protokol Routing OLSR dan AODV di Jaringan Wireless Mesh Network*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, vol. 2, no. 3, p. 1017-1026, agu. 2017. ISSN 2548-964X. Tersedia pada: <<http://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/1024>> Tanggal Akses: 02 agu. 2018
- Võ, D. T. Nguyen, T. Q. 2008. *Quality Enhancement for Motion JPEG Using Temporal Redundancies*. IEEE Transactions On Circuits And Systems For Video Technology, Vol. 18, No. 5. Tersedia pada: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/4454237/>> Tanggal Akses: 02 agu. 2018
- Widodo, M. Muslim, R. Adi, B. 2014. *Implementasi Picture Streaming pada Jaringan Mesh Berbasis Protokol Babel Menggunakan Raspberry Pi untuk Pemantauan Jalan Raya*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)