

Kinerja Jaringan WLAN untuk Komunikasi Pasca Bencana

Sofyan Basuki dan Ni Ketut Hariyawati Dharmi
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Jenderal Achmad Yani
sofyan.basuki@lecture.unjani.ac.id, niketuthd@yahoo.com

Abstrak

Setelah terjadi bencana, suplai daya listrik terputus dan infrastruktur sistem komunikasi pada umumnya mengalami kerusakan. Tim evakuasi dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) atau Badan Nasional Pencarian dan Pertolongan (BASARNAS) dan tim paramedik memerlukan komunikasi untuk kegiatan penyelamatan dan koordinasi. Dengan bantuan balon udara sebagai *repeater*, fotovoltaiik dan baterai cadangan sebagai catu dayanya, maka teknologi komunikasi *Wireless Local Area Network* (WLAN) dapat digunakan untuk menggantikan sistem komunikasi lainnya dan menjangkau lebih luas di area bencana. Modifikasi topologi jaringan WLAN ini disimulasikan menggunakan *Network Simulator* NS2 untuk mengetahui kelayakan dan kinerjanya dengan asumsi rugi kabel 0 dB dan *Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP) dari *transmitter* 30 dBm. Pada skenario jarak ketinggian balon udara dari 100 sampai 150 meter, sistem tetap menunjukkan kinerja yang stabil dan pada skenario jumlah *host* dari 15 sampai 45 *user*, sistem masih mampu memenuhi trafik transfer dokumen elektronik, komunikasi media sosial dan gambar bergerak sesuai standar yang ditetapkan IEEE_802.11b-1999.

Kata kunci: Balon, bencana, internet, NS2, WLAN

1. Pendahuluan

Infrastruktur jaringan telekomunikasi dan sumber jala-jala listrik mengalami kerusakan atau terputus setelah terjadi bencana alam. Dalam keadaan ini, baik awak media, keluarga korban, tim evakuasi dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Badan Nasional Pencarian dan Pertolongan (BNPP) dan tim paramedik akan mengalami krisis komunikasi untuk membantu kecepatan kegiatan penyelamatan dan koordinasi seluruh tim dengan pusat komando. Pada kondisi darurat seperti ini gelombang sinyal *Wireless-Fidelity* (Wi-Fi) yang diperpanjang dengan bantuan balon udara sebagai *repeater* dapat menjadi salah satu alternatif sistem komunikasi yang cepat dan efisien dalam pembangunan, operasional, dan pemeliharaannya (FCC, 2014).

Teknologi akses yang populer saat ini adalah teknologi nirkabel. Wi-Fi Alliance mendefinisikan Wi-Fi sebagai produk WLAN yang mengacu pada standar IEEE 802.11 (Heywood, 1996). Karakteristik utama standar IEEE 802.11 WLAN adalah mobilitas tinggi, fleksibilitas, kemudahan dan kecepatan instalasi, *scalable*, dan biaya pemeliharaan yang lebih efisien.

Cakupan gelombang WLAN dari sebuah *Transceiver* berupa *Access Point* (AP) memiliki jangkauan maksimum hingga 100 meter di luar ruangan dalam kondisi *Line of Sight* (LOS) (Yuhefizar, 2008). Jangkauan gelombang diperluas dengan memasang *repeater* pada balon udara. Trafik data yang dibutuhkan pada umumnya adalah transfer dokumen liputan area bencana, komunikasi *simple text* seperti melalui aplikasi media sosial dan liputan gambar bergerak. Penggunaan level aplikasi *File Transfer Protocol* (FTP), *Simple Mail Transfer Protocol* (SMTP), dan *Constant Bi Rate* (CBR) dapat mewakili kebutuhan ini (Walrand, 1991).

Target dari penelitian ini adalah implementasi sistem komunikasi tanggap bencana yang dapat dibangun dengan mudah, murah, dan tetap handal sehingga secara tidak langsung membantu semua pihak terutama pemerintah dalam proses pemulihan bencana dari sisi penyediaan dan pertukaran informasi yang cepat dan tepat.

2. Metode

Arsitektur jaringan WLAN berpedoman pada standar yang dikeluarkan oleh IEEE 802.11. Saat ini teknologi nirkabel 802.11 telah sampai pada rec. 802.11r. Pada makalah ini, AP yang digunakan menggunakan versi WLAN 802.11b yang memiliki kemampuan laju data kecepatan tinggi hingga 11 Mbps pada pita frekuensi 2,4 GHz. Teknologi 802.11b menggunakan metoda akses media *Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance* (CSMA/CA) yang sama sebagaimana didefinisikan pada versi standarnya. Karena *overhead* pada protokol CSMA/CA, *throughput* maksimum 802.11b prakteknya mencapai hingga 5,9 Mbit/s jika menggunakan protokol transport *Transmission Control Protocol* (TCP) dan 7,1 Mbit/s jika menggunakan protokol *User Datagram Protocol* (UDP) (IEEE Std 802.11TM, 2007).

Dari ke tiga topologi utama untuk mengkonfigurasi jaringan WLAN yaitu *Independent Basic Service Set* (IBSS), *Basic Service Set* (BSS), dan *Extended Basic Service Set* (EBSS), peneliti menggunakan konfigurasi BSS dimana administrasi terpusat diperankan oleh sebuah AP sebagai *Base-Station Node* yang diletakkan di darat. Sinyal dari AP ini kemudian dipancarluaskan oleh perangkat *repeater* yang diletakkan di balon.

Info Makalah:

Dikirim : 10-25-2018;
Revisi 1 : 11-23-2018;
Revisi 2 : 12-05-2108;
Diterima : 12-21-2018.

Penulis Korespondensi:

Telp : +62-8532-0900-567
e-mail : sofyan.basuki@lecture.unjani.ac.id

Proses modifikasi jaringan komputer untuk teknologi akses menggunakan Wireless LAN dilakukan di *Network Layer*, *Data Link Layer*, dan *Physical Layer* dari model *Open System Interconnection* (OSI). Pengujian dilakukan dengan pengukuran di *Application Layer*, *Presentation Layer*, *Session Layer*, dan *Transport Layer*.

Tabel 1. Spesifikasi Jaringan Modifikasi WLAN dengan *Repeater* pada Balon

No	Parameter	Spesifikasi
1	Standar Teknologi WLAN	802.11b
2	Frekuensi Kerja	2,4 GHz
3	Daya Pancar <i>Access Point</i> (P_T)	0,1 Watt = 20 dBm
4	Jenis Antena AP/ <i>Gain</i> (G_T)	<i>Directional</i> / 10 dBi
5	Penguatan <i>Repeater</i> (G_{Rep})	30 dB
6	Penguatan Antena TRx <i>Repeater</i> (G_G)	masing-masing 15 dBi
7	Protokol Ruting AP	DSDV
8	<i>Throughput</i> Maksimum WLAN	11 Mbps
9	Manajemen Antrian WLAN	<i>Drop Tail</i> (FIFO)
10	Daya Pancar <i>Handphone</i> max. (P_{TH})	24 dBm
11	Penguatan antena <i>Handphone</i> (G_{TH})	0 dB
12	<i>Rx Sensitivity</i> AP ($R_x Scv AP$)	-90 sd -80 dBm
13	<i>Rx Sensitivity Handphone</i> ($R_x Scv HP$)	-104 sd -90 dBm

Transmisi gelombang radio Wi-Fi yang melewati kanal udara akan mengalami rambatan langsung atau pantulan, pembelokan, dan hamburan sebelum diterima oleh penerima sehingga perangkat penerima akan mengalami fluktuasi daya sinyal terima yang disebut *Fading*. Model-model yang digunakan untuk menggantikan kondisi ini secara umum terbagi dua yaitu *Path Loss Propagation* dan model *Fading* akibat propagasi *multipath* (Rec. ITU-R F.1093-1,1997).

Dari beberapa jenis propagasi ini, karena gelombang dari *repeater* di balon ke terminal penerima di *user* tidak banyak mengalami pembelokan dan hamburan, maka pengaruh propagasi *multipath* dapat diabaikan. Disamping itu kebanyakan pendekatan model propagasi hanya cocok untuk komunikasi *user* yang bergerak di lingkungan banyak pantulan, hamburan dan pembelokan gelombang akibat gedung, pepohonan atau kendaraan yang bergerak. Oleh sebab itu untuk topologi komunikasi ini model sederhana yang mendekati keadaan lingkungan bencana adalah :

a. Free Space Path Loss (Goldsmith, 2005)

Model *Path Loss* yang paling umum adalah rugi udara bebas (*Free Space Loss*), yaitu rugi atau redaman yang dialami oleh gelombang radio selama menjalar dalam kondisi LOS antara *transmitter* sampai *receiver* dimana tidak mengalami halangan diantaranya. Model ini digunakan pada penelitian karena diasumsikan antara AP di darat, *repeater* di balon dan perangkat penerima di *user* tidak ada penghalang dan *multipath fading* yang terjadi bisa diabaikan .

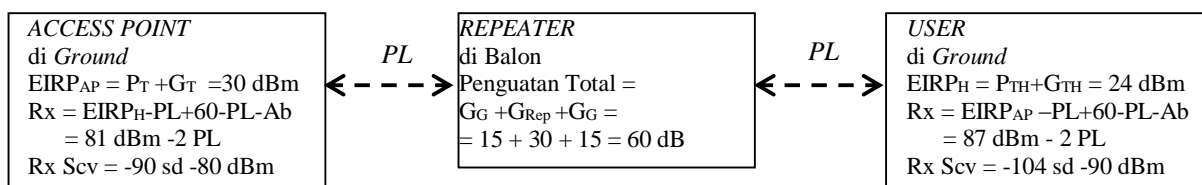
$$\frac{P_R}{P_T} [dB] = PL_{(FS)} [dB] = 32.45 + 20 \log f \text{ (MHz)} + 20 \log d \text{ (km)} \tag{1}$$

b. Model Two Ray Ground Reflection (Goldsmith, 2005)

Model ini merupakan pengembangan langsung dari model *Free Space* yang diformulasikan secara matematis oleh Friis. Pada model *Two Ray Ground* selain *receiver* menerima gelombang langsung juga menerima satu gelombang pantulan. Asumsi ini hanya menyederhanakan kasus dimana seharusnya gelombang pantul dapat berasal dari banyak jalur. Model ini secara matematis dapat didekati dengan rumus Friis:

$$\frac{P_R}{P_T} = G_T G_R \left(\frac{h_1 h_2}{d^2} \right)^2 \tag{2}$$

Diagram blok jaringan dan perhitungan *power link budget* diperlihatkan pada gambar 1. Redaman yang terjadi pada jaringan hanya disebabkan oleh redaman rambat di udara (PL) serta redaman total maksimum *chasing* perangkat di sisi AP dan *user* (*body loss*) $A_b = 3$ dB. *Penetration Loss* dianggap 0 dB karena komunikasi berada di *outdoor*.



Gambar 1. Diagram Blok Modifikasi Jaringan

Data-data numerik spesifikasi pada AP dan telepon genggam seluler di *user* diperoleh berdasarkan pada nilai rata-rata dari beberapa produk AP antara lain D-Link, Linksys, TP-Link, Ubiquiti, Netgear serta beberapa merek *handphone* seluler Nokia, Iphone, Samsung (Scheck, 2013). Berdasarkan pada konfigurasi jaringan dan perhitungan *link budget* pada gambar 1, maka diperoleh hasil perhitungan daya terima Rx *downlink* di sisi *user* dan *uplink* di sisi AP pada tabel 2 di bawah.

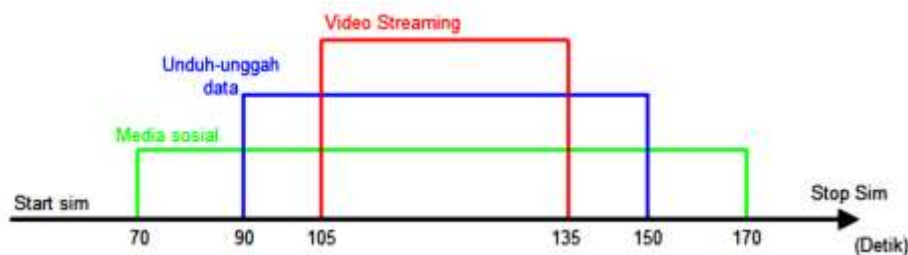
Tabel 2. Power Link Budget Uplink dan Downlink System

No	Tinggi Balon (m)	PL (dB)	Downlink (dBm)	Uplink (dBm)
			AP ke User	User ke Ap
1	50	74	-61	-67
2	100	80	-73	-79
3	150	83,6	-80,2	-86,2
4	200	86	-85	-91

Komunikasi dapat berlangsung jika daya terima Rx > sensitivitas penerimaan Rx Scv. Komunikasi yang handal akan memperhitungkan kemungkinan gangguan dan perubahan cuaca yang menyebabkan daya terima lebih kecil dari perhitungan di tabel 2, sehingga implementasi di lapangan mempersyaratkan bahwa daya terima 10 sampai 20 dB di atas Rx Scv (Mikrotik, 2018). Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa untuk komunikasi *downlink* pada jarak 200 m daya terima Rx = -85 dBm sangat dekat dengan Rx Scv di sisi User -90 dBm. Pada komunikasi *uplink* mulai jarak ketinggian 100 m, daya terima Rx = -79 dBm sangat dekat dengan Rx Scv di sisi AP -80 dBm. Ke dua hal ini menyebabkan turunnya kinerja komunikasi. Untuk memastikan apakah konfigurasi jaringan modifikasi WLAN ini dapat memenuhi kebutuhan, maka akan dilakukan pengujian pada sistem yang dimodelkan menggunakan perangkat lunak *Network Simulator 2 (NS-2)*.

Penelitian dilakukan dengan metode pemodelan sistem melalui pendekatan simulasi tipe *Event Driven Simulation* karena pada umumnya trafik data mempunyai karakteristik interval waktu kedatangan tidak tetap (Ghanbari dkk., 1997). Simulasi jaringan dibangun menggunakan perangkat lunak berbasis *object oriented* yaitu NS-2 yang dibangun dengan menggunakan 2 bahasa pemrograman, yaitu C++ dan Tcl/Otcl.

Ruang lingkup simulasi balon udara ini memiliki durasi 100 detik. Penggunaan level aplikasi FTP, SMTP, dan CBR diatur ukuran pakatnya menyesuaikan kebutuhan ini. FTP mewakili data unduh dan unggah, SMTP mewakili media sosial, sedangkan generator trafik CBR mewakili *video streaming* (Wirawan dkk., 2004). Masing masing tipe trafik data di jalankan pada lintang waktu berbeda sebagaimana diperlihatkan di gambar 2.



Gambar 2. Grafik Lintang Waktu Simulasi

Parameter *Quality of Services (QoS)* yang digunakan meliputi: *throughput*, *packet drop*, dan *packet delay*. Dalam jaringan komputer, QoS tidak digunakan sebagai ukuran capaian tingkat pelayanan, tetapi semacam mekanisme kendali pemesanan sumber daya jaringan yang memberikan prioritas yang berbeda pada aplikasi, *user* dan aliran data untuk memberikan tingkat kinerja yang pasti.

Tabel 3. Parameter Kinerja

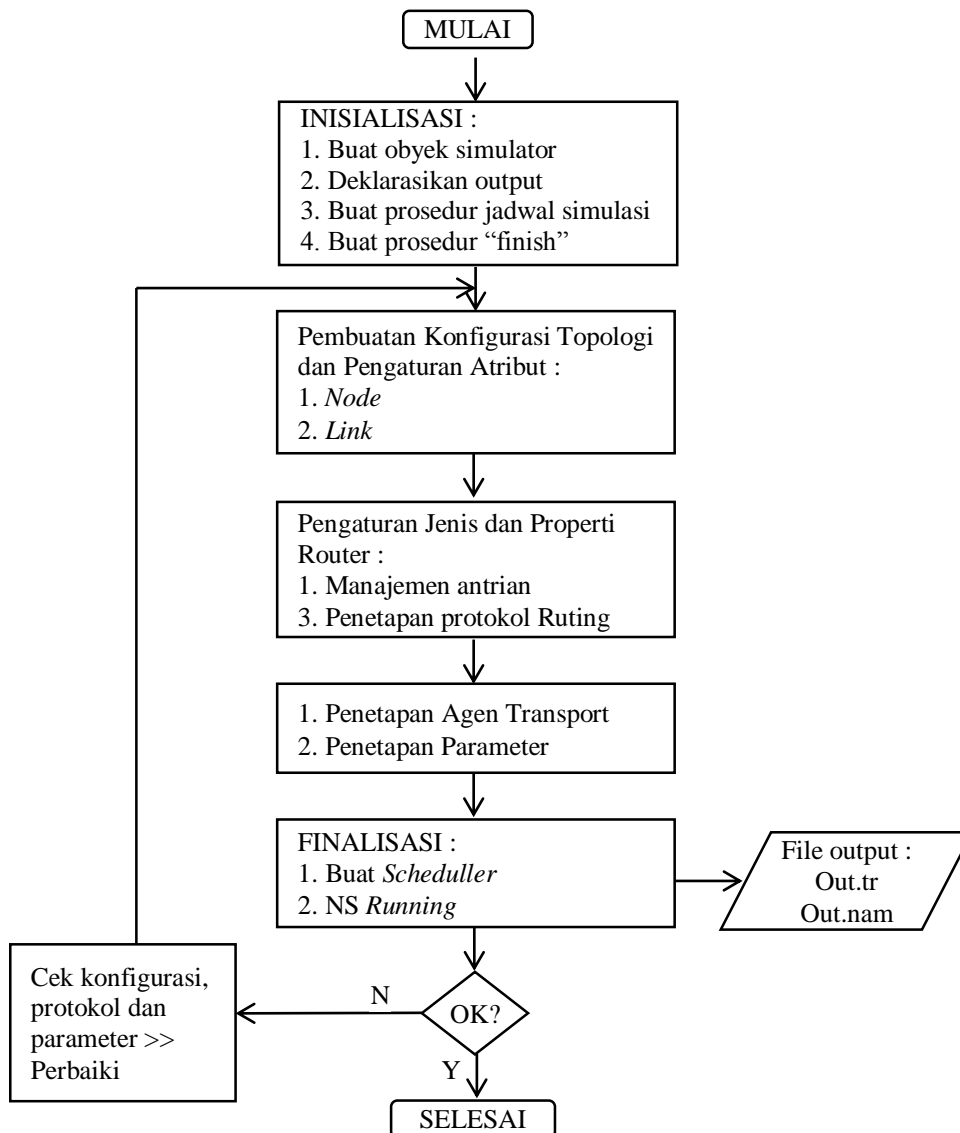
No	Parameter	Besaran
1	QoS	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Throughput</i> • <i>Delay</i> • <i>Packet Drop</i>
2	Variabel	<ul style="list-style-type: none"> • Jarak • Jumlah <i>user</i> • Waktu • Ukuran Paket

Throughput adalah ukuran seberapa besar data yang berhasil diterima oleh *user* tidak termasuk data yang hilang atau dibuang akibat *buffer router* yang telah penuh atau adanya kongesti pada jaringan terhadap waktu yang diperlukan oleh paket selama transmisi.

End to end Delay. Perhitungan *end to end delay* dilakukan berdasarkan pada selisih waktu yang diperlukan oleh paket sejak dikirimkan oleh *server* dan waktu paket diterima oleh *user*.

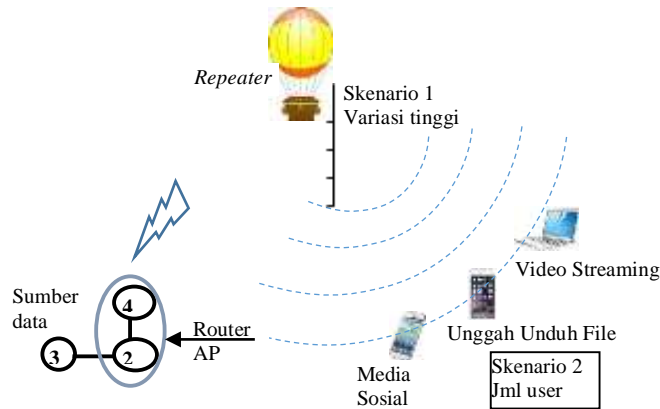
Packet Loss atau paket hilang dipakai untuk mengetahui jumlah atau persentase paket yang dibuang atau hilang sebagai salah satu cara untuk mengetahui bagaimana jaringan dapat beradaptasi terhadap melonjaknya kebutuhan trafik data.

Gambar 3 memperlihatkan diagram alir tahap pembangunan simulasi NS.



Gambar 3. Tahap Pembangunan Simulasi NS2 (Issariyakul, 2009).

Di dalam penelitian ini hanya dibahas 2 buah skenario yaitu skenario variasi ketinggian balon (skenario 1) dan skenario jumlah *user* dengan tinggi balon tetap (skenario 2). FTP mewakili data unduh dan unggah dalam kapasitas besar lebih dari 100 Kbyte, SMTP mewakili media sosial dengan data kapasitas kecil sekitar 1 Kbyte, sedangkan generator trafik CBR mewakili *video streaming* dengan kapasitas yang bervariasi antara 100 byte sampai 1K byte. Gambar 4 memperlihatkan konfigurasi modifikasi jaringan WLAN pada penelitian ini.

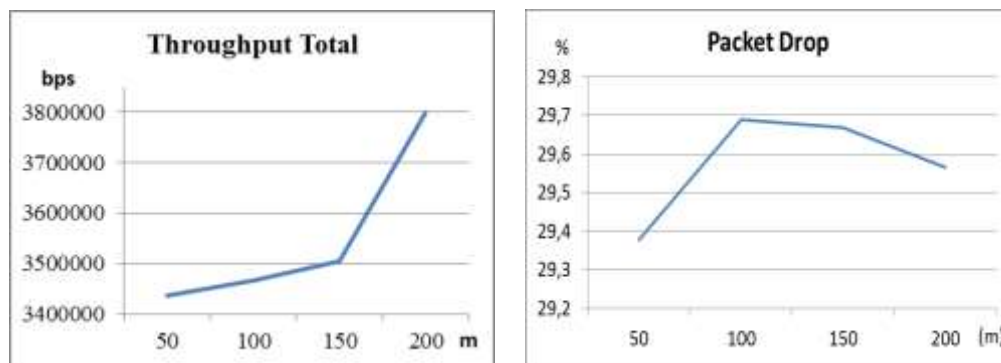


Gambar 4. Skenario Simulasi.

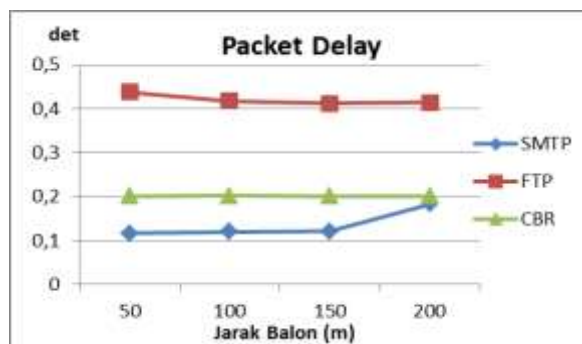
3. Hasil dan Pembahasan

Gambar 5 dan 6 adalah hasil *parsing* menggunakan aplikasi GAWK terhadap data luaran simulasi *network simulator* berupa out-file.tr yang disajikan dalam bentuk grafik. Parameter yang dihasilkan dari proses *parsing* adalah *End to end Delay*, *Throughput*, *Packet Loss/Drop*. Semua parameter tersebut diteliti terhadap variabel jumlah *host* yang terkoneksi aktif mengalirkan trafik CBR (*Video streaming*), FTP (*Messaging*) dan serta trafik SMTP (*E-mail*).

Hasil Skenario 1



Gambar 5. *Packet Drop* dan *Throughput* pada Skenario 1.



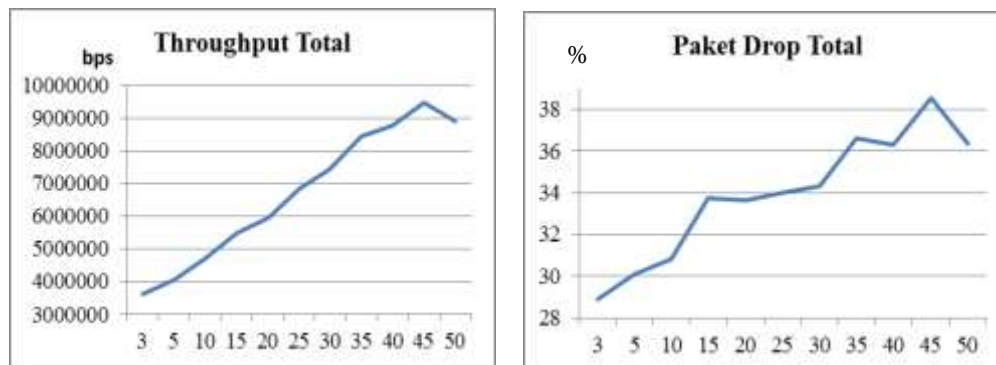
Gambar 6. *Packet Delay* pada Skenario 1.

Dari grafik *throughput* gambar 5 dapat dilihat bahwa jaringan masih dapat memberikan *throughput* lebih besar pada jarak yang lebih tinggi. Pada ketinggian yang rendah paket dibuang meningkat tajam karena selain cakupan sinyal AP yang terbatas juga rugi propagasi *multipath* berkontribusi mempengaruhi kualitas sinyal terima baik di *host* maupun di AP. Mulai ketinggian 100 meter *packet drop* menurun dan *throughput* meningkat ketika cakupan sinyal meluas dan jarak pandang AP dengan *user* lebih terbuka dimana benda-benda penghalang dan yang bergerak tidak lagi dominan berkontribusi dalam rugi propagasi.

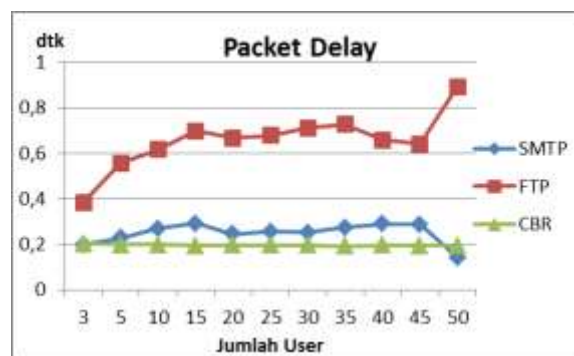
Dari grafik *packet delay* gambar 6, terlihat bahwa trafik CBR yang dijalankan di atas protokol transport UDP tetap mempertahankan *delay* pengiriman paket-paketnya. Kombinasi aplikasi CBR dengan transport UDP ini akan mengirimkan data secara konstan sebanyak mungkin dan menghiraukan paket data yang dibuang. Hal ini menyebabkan aplikasi FTP yang sedang berjalan di atas lapisan transport TCP akan mengalami kepadatan trafik dan susah untuk dapat menerima paket ACK. Dengan demikian, aplikasi FTP akan berhenti mengirimkan data yang baru selama data yang lama masih belum mendapat balasan dari lawan bicara (paket ACK). Pada keadaan ini seluruh paket FTP mengalami penundaan rata-rata menurun karena paket baru terhalangi.

Semakin besar ketinggian AP pada balon yaitu mulai ketinggian 150 meter, aplikasi SMTP mengambil kesempatan dengan cara mengisi kekosongan kanal yang ada. *Packet delay* pada aplikasi SMTP akan meningkat akibat bertambahnya paket SMTP yang mulai memasuki jaringan. Ini menyebabkan peningkatan jumlah paket yang mengalami penundaan.

Hasil Skenario 2



Gambar 7. *Packet Drop dan Throughput* pada Skenario 2.



Gambar 8. *Packet Delay* pada Skenario 2.

Dari grafik *throughput* gambar 7, dapat dilihat bahwa peningkatan *throughput* data berbanding lurus dengan bertambahnya *host*. Tetapi jaringan nyata memiliki batas kemampuan dalam menangani trafik data. Terlihat mulai jumlah *host* 45, *throughput* menurun dan bersamaan dengan itu paket yang dibuang juga turun disebabkan beban ruting semua *node host* dan AP meningkat menyebabkan baik *throughput* dan *packet drop* juga turun.

Gambar 8 menjelaskan, bahwa aplikasi CBR tetap dapat mempertahankan laju bitnya tanpa memperhatikan beban ruting dan trafik aplikasi lainnya. Trafik CBR yang konstan ini harus mengorbankan aplikasi lainnya baik SMTP maupun FTP sejak jumlah *host* 45. *Delay* trafik FTP meningkat, sedangkan trafik SMTP justru berperilaku mengurangi paket yang dikirim mengakibatkan *delay* rata-rata paket SMTP menurun sehingga efek keseluruhan *throughput* menurun.

Kesimpulan

Simulasi menunjukkan bahwa komunikasi darurat masih bisa berjalan walaupun ukuran kinerjanya menurun ketika jumlah *host* bertambah, sedangkan jarak jangkauan maksimum WiFi 802.11, perubahan ukuran kinerjanya relatif sedikit dan masih bisa membuka komunikasi pada saat kondisi darurat berlangsung.

Nilai *throughput* total rata-rata pada ketinggian balon udara 50 meter (minimum) adalah 3.437.551,29 bps dan pada ketinggian 200 meter (maksimum) adalah 3.798.867,76 bps. Sedangkan nilai *throughput* total rata-rata ketika jumlah *host* 3 unit (minimum) adalah 3.617.055,10 bps dan ketika jumlah *host* 50 unit (maksimum) adalah 8.909.948,34 bps.

Dari skenario 1 disimpulkan bahwa jarak ketinggian balon optimum adalah 150 meter sementara dari skenario 2 disimpulkan untuk jumlah *host* maksimum 45 agar kinerja jaringan paling optimal. Penelitian lanjutan yang dapat dilakukan adalah dengan mengatur protokol ruting yang berbeda, atau memilih manajemen bufer tertentu dan atau mengubah daya transmisi AP.

Ucapan Terima Kasih

Tim peneliti mengucapkan terimakasih kepada LPPM Unjani atas Hibah Internal Penelitian Kompetitif tahun 2016. Penulis juga berterima kasih kepada Laboratorium Telekomunikasi dan Informasi Jurusan Teknik Elektro UNJANI beserta laboran Ridwan Fauzi, yang telah membantu penulis dalam melakukan pengukuran dan pengambilan data.

Daftar Notasi

P_R	= Daya sinyal terima [Watt]
P_T	= Daya sinyal kirim [Watt]
PL	= <i>Path Loss</i> [dB]
dB	= Desibel [satuan]
h_1	= Tinggi <i>transmitter</i> [m]
h_2	= Tinggi <i>receiver</i> [m]
G_R	= Penguatan antena <i>receiver</i> [dB]
G_T	= Penguatan antena <i>transmitter</i> [dB]
f	= Frekuensi kerja [MHz]
d	= Jarak antara <i>transmitter</i> ke <i>receiver</i> [km]
Rx Scv	= Sensitivitas penerimaan

Daftar Pustaka

- Federal Communications Commission. (2016). *Emergency Communication*. Diakses tanggal 29 September 2014 dari <https://www.fcc.gov/consumers/guides/emergency-communications>
- Ghanbari M., Hughes C.J., Sinclair M.C., Eade, J.P. (1997). *Principles of Performance Engineering for Telecommunication and Information Systems*. The Institution of Engineering and Technology, Short Run Press Ltd, United Kingdom, London.
- Goldsmith, A. (2005). *Wireless Communication*. Cambridge University Press, London.
- Heywood, D. (1996). *Networking with Microsoft TCP/IP*. New Rider Publishing, United States of America, Indianapolis.
- IEEE Std 802.11TM (2007). *Part 11:Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications*. Diakses tanggal 2 Desember 2017 dari https://standards.ieee.org/standard/802_11-2007.html
- Issariyakul, T., & Hossain, E. (2012). *Introduction to Network Simulator 2 (NS2)*. In *Introduction to Network Simulator NS2* (pp. 21-40). Springer, Boston, MA, United States of America.
- Mikrotik. (2018). *Aplikasi Bantu Wireless*. Diakses tanggal 19 November 2018 dari http://www.mikrotik.co.id/artikel_lihat.php?id=48
- Rec. ITU-R F.1093-1. (1997). *Effects Of Multipath Propagation On The Design And Operation Of Line-Of-Sight Digital Radio-Relay Systems*, diakses tanggal 19 November 2018 dari https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/f/R-REC-F.1093-2-200604-I!!PDF-E.pdf
- Scheck, H. (2013). *User equipment receiver sensitivity : The forgotten mobile network efficiency factor*. *Nokia Solutions and Network*, diakses tanggal 19 November 2018 dari https://docbox.etsi.org/workshop/2013/201310_eeworkshop/s04_ee_applicationofmethodologies/nsn_scheck.pdf
- Walrand, J. (1991). *Communication Networks*. Aksen Associates, United States of America, New York.
- Wirawan, Bayu, A., dan Indarto E. (2004). *Mudah Membangun Simulasi dengan Network Simulator-2 (NS-2)*. Andi Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia.
- Yuhefizar. (2008). *10 Jam Menguasai Internet Teknologi dan Aplikasinya*. Elex Media Komputindo. Jakarta