

ANALISIS HIDDEN NODE PADA JARINGAN WIRELESS FIDELITY (Wi-Fi) DI TELKOM UNIVERSITY

ANALYSIS HIDDEN NODES ON NETWORK WIRELESS FIDELITY (Wi-Fi) IN TELKOM UNIVERSITY

Winana Aperta Libar¹, Dr.Ir. Erna Sri Sugesti,M.Sc², Dr. Doan Perdana,S.T.,M.T³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom, Bandung

¹apertalibar@students.telkomuniversity.ac.id, ²ernasugesti@telkomuniversity.ac.id,

³doanperdana@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Standar IEEE yang berkembang saat ini adalah 802.11n memiliki mekanisme akses RTS/CTS yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz dan 5 GHz. Mekanisme RTS/CTS berfungsi untuk menghindari akibat tabrakan atau *collision* pada *station* dalam satu cakupan *access point* yang disebabkan oleh *Hidden Station*. Di Universitas Telkom 802.11n telah diterapkan, namun belum terdeteksinya *user* yang menggunakan frekuensi 5 GHz. Dibutuhkan penelitian implementasi pengaruh *hidden station* pada frekuensi 5 GHz di Universitas Telkom menggunakan simulasi.

Pada tugas akhir ini menggunakan perangkat lunak yaitu *Network Simulator 3.25 (NS3.25)*. untuk mendeteksi pengaruh *hidden station* digunakan tiga parameter yang terdiri dari *throughput*, *delay*, dan *packet delivery ratio (PDR)*. Simulasi yang dirancang menggunakan tiga skenario berdasarkan tiga metode yang telah di tentukan yaitu Metode A, Metode B dan Metode C perbedaan dari masing-masing metode tersebut adalah posisi lokasi *station* dan *hidden station* dan komposisi jumlah *station* dalam rentang 10 hingga 30 *station*, setiap komposisi dilakukan penambahan jumlah *station* dengan interval kelipatan lima. Hal ini dilakukan untuk membandingkan ketiga metode tersebut dalam penggunaan mekanisme akses RTS/CTS.

Berdasarkan tiga metode yaitu Metode A, Metode B dan Metode C. Pada ketiga metode ini dapat disimpulkan *throughput*, PDR yang dihasilkan berbanding lurus dengan peningkatan jumlah *station* dan *hidden station*, dan terjadi peningkatan *delay* yang disebabkan oleh *collision*. Namun berdasarkan perancangan simulasi penggunaan RTS/CTS dapat digunakan ketika jumlah *station* lebih dari 20 *station* pada Metode A dan Metode B sedangkan Metode C tidak dapat digunakan. karena terdapat data *frame* RTS/CTS yang menyebabkan proses akses transmisi menjadi lambat sehingga berkurangnya nilai *throughput* dan PDR akibat *packet loss*.

Kata kunci : *Hidden node, RTS/CTS, throughput, delay, PDR*

Abstract

The current growing IEEE standard is 802.11n has RTS / CTS access arms that work at 2.4 GHz and 5 GHz frequencies. RTS / CTS mechanism works to avoid collisions or collisions on the station in a scope of access point that is attacked by Hidden Station. In Telkom University 802.11n has been applied, but not yet detected users who use the 5 GHz frequency. It takes research implementation of the influence of hidden station at 5 GHz frequency at Telkom University using simulation.

In this final project using software that is *Network Simulator 3.25 (NS3.25)*. To detect the effect of hidden station used three parameters consisting of *throughput*, *delay*, and *packet delivery ratio (PDR)*. The simulation is designed using three scenarios based on the three methods that have been determined that Method A, Method B and Method C difference from each Each of these methods is the position of the station location and the hidden station and the composition of the number of stations in the range of 10 to 30 stations, each composition is done by adding the number of stations with five-fold intervals. This is done to compare the three methods in using RTS / CTS access mechanism.

Based on three method that is Method A, Method B and Method C. In this three method can be concluded *throughput*, PDR yielded is proportional to increase of station number and hidden station, and happened increase of *delay* caused by *collision*. However, based on the design simulation the use of RTS / CTS can be used when the number of stations more than 20 stations in Method A and Method B while Method C can not be used. Because there are data frame RTS / CTS that cause process of access of transmission become slow so that decreasing value of *throughput* and PDR caused by *packet loss*.

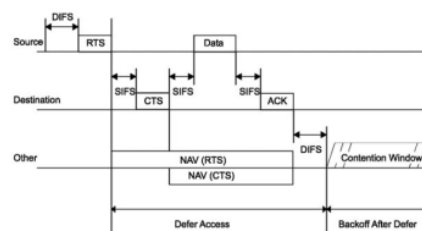
Key word : IEEE 802.11n, *Hidden node, RTS/CTS, throughput, delay* dan PDR

1. Pendahuluan

Universitas Telkom telah mengimplementasikan penggunaan Wi-Fi. Frekuensi kerja pada jaringan Wi-Fi Universitas Telkom yaitu berada pada frekuensi 2,4 GHz dan 5 GHz dengan standar IEEE 802.11n. Penggunaan Wi-Fi yang cukup tinggi membutuhkan dukungan lalu-lintas data secara *real-time*. Dalam hal ini tidak selamanya jaringan Wi-Fi selalu dalam kondisi yang baik, maka harus dilakukan pengujian kinerja jaringan Wi-Fi yaitu *Quality of service* (QoS). QoS adalah parameter yang diterapkan dalam jaringan *Wide Area Network* (WAN) yang memungkinkan *Administrator* jaringan untuk dapat menangani berbagai efek akibat terjadinya gangguan dalam jaringan Wi-Fi. Parameter QoS antara lain *delay*, *jitter*, *packet loss*, dan *throughput*. QoS dibutuhkan untuk meminimalkan terjadinya *packet loss*, *delay*, dan *jitter*. Jika jumlah antrian data yang semakin meningkat maka QoS bekerja untuk memprioritaskan layanan misalnya *traffic voice*, *traffic buffering*, *traffic video streaming* pada jaringan Wi-Fi. Berdasarkan teori standar IEEE 802.11n memiliki mekanisme RTS/CTS dan maksimum data rate 600 Mbps yang mampu melayani lebih dari ratusan pengguna Wi-Fi[4]. Mekanisme RTS/CTS diharapkan dapat menangani *hidden station* (*Hidden Node*) untuk meminimalisir terjadinya *collision* [14]. Namun dalam kondisi *real* tidak dapat menjamin jika 802.11n dapat melayani ratusan pengguna serta tidak menutup kemungkinan terjadinya *collision*. Keberadaan *hidden station* menimbulkan *collision* antar *station*. Untuk mengetahui bagaimana kondisi *real* dalam penggunaan 802.11n maka diperlukan pengumpulan data dan informasi. Pada Tugas Akhir ini dilakukan penelitian, analisis dan simulasi mengenai pengaruh *hidden station* pada 802.11n.

2. Tinjauan Teori

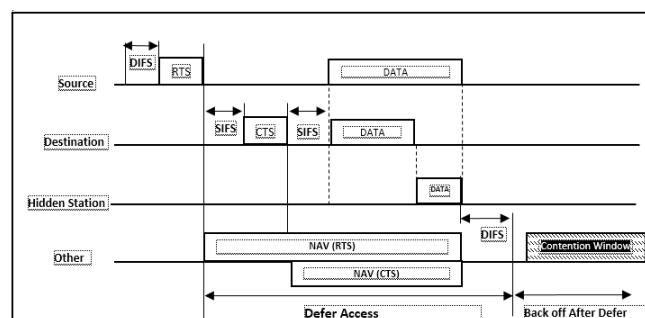
Metode akses medium yang lain adalah *Request to Send/Clear to Send* (RTS/CTS). Metode ini bersifat opsional pada setiap *station*. Pengembangan metode RTS/CTS adalah dengan penambahan pengiriman *frame control* berupa *frame RTS* dan *frame CTS* untuk meminimalisir terjadinya *collision* dan mengurangi efek *hidden node*.^[3] Mekanisme RTS/CTS dijelaskan melalui Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Mekanisme RTS/CTS dan NAV

Acknowledgement (ACK) adalah paket *frame* yang dikirimkan oleh STA penerima apabila paket yang dikirimkan oleh STA pengirim telah berhasil diterima seluruhnya. Paket ACK yang digambarkan melalui Gambar 2.1 Jika terdapat satu STA menerima pesan *request* RTS dari STA lain, maka STA penerima harus mengirim *frame* CTS. *Frame* ini dikirim setelah periode SIFS sebagai balasan yang tertuju pada STA pengirim jika ditemukan bahwa medium sedang *idle*. Sedangkan, jika diketahui medium tidak dalam kondisi *idle*, maka STA penerima tidak harus membalas dengan pesan CTS. Setelah STA pengirim mengirimkan RTS, maka STA harus menunggu dalam durasi *CTS Timeout*. Jika tidak ada balasan CTS dalam durasi *CTS Timeout*, maka STA pengirim dapat menyimpulkan bahwa pengiriman RTS tersebut gagal dan akan memulai prosedur *backoff*.^[15]

Gambar 2.12 merupakan hasil mekanisme akses RTS/CTS *with hidden station*, dimana proses yang terjadi adalah ketika terdapat paket data yang dikirim menuju *destination* membutuhkan waktu tunggu selama DIFS. Ketika kondisi dalam keadaan *idle* maka, paket data dikirim ke *destination*. Sebelum paket data sampai di tujuan, kondisi jalur transmisi diperiksa kembali selama waktu tunggu SIFS. Selama proses pengiriman data ini, terjadi *packet loss* yang menyebabkan sebagian data pindah ke *hidden station*. Jadi keberadaan *hidden station* dalam suatu jaringan, mempengaruhi proses transmisi data yang kemudian dapat menyebabkan terjadi *packet loss*.



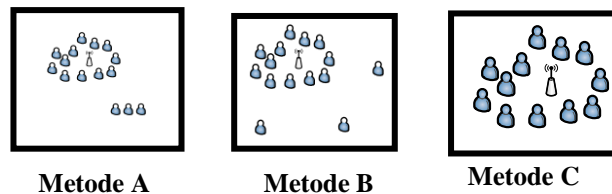
Gambar 2.12 Mekanisme RTS/CTS *with Hidden Station*

3. Pemodelan Sistem

Tugas Akhir ini dirancang dan disimulasikan untuk memenuhi kebutuhan sistem yaitu:

1. Simulasi pembagian *station* dengan menggunakan tiga metode terdiri dari metode A, metode B, dan metode C;
2. Jaringan Wi-Fi bekerja menggunakan standar IEEE 802.11n pada frekuensi 5 GHz;
3. *Bandwidth access point* yang digunakan 40 MHz;
4. Menggunakan skema mekanisme RTS/CTS dan tanpa menggunakan RTS/CTS;
5. Simulasi menggunakan *Network Simulator 3.25 (NS3.25)*;

Model Sistem pada Gambar 3.1 memiliki kondisi *hidden station* yang menggunakan tiga metode yaitu Metode A, Metode B, dan Metode C. Metode A terdiri dari dua posisi yang berbeda, dimana sebagian besar *station* berdekatan dengan posisi *access point*, sedangkan sebagian kecil *station* dengan posisi berkelompok berada jauh dari *access point* tersebut adalah *hidden station*. Metode B tidak jauh berbeda dengan kondisi Metode A. Akan tetapi posisi *hidden station* berjauhan satu sama lainnya. Sedangkan Metode C adalah kondisi normal atau kondisi tanpa adanya *hidden station*.



Gambar 3.1 Model Sistem Kondisi *Hidden Station Area*

Terdapat tiga skenario yang digunakan berdasarkan metode yang sesuai dengan perancangan. Skenario I menggunakan Metode A, Skenario II menggunakan Metode B dan Skenario III menggunakan Metode C, tiga komposisi *station* skenario tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Table 3.1 Skenario Perancangan Simulasi

Komposisi	Metode A	Metode B	Metode C
1	8 station + 2 hidden station	8 station + 2 hidden station	8 station
2	12 station + 3 hidden station	12 station + 3 hidden station	12 station
3	16 station + 4 hidden station	16 station + 4 hidden station	16 station
4	20 station + 5 hidden station	20 station + 5 hidden station	20 station
5	24 station + 6 hidden station	24 station + 6 hidden station	24 station

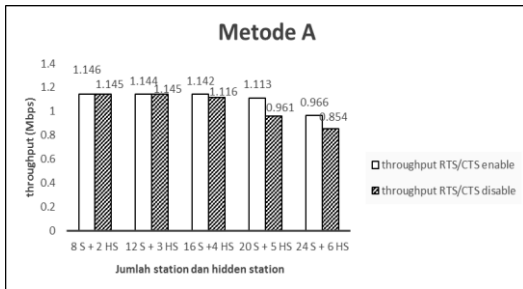
Berdasarkan Tabel 3.1 tampak bahwa pada Metode A dan Metode B memiliki jumlah *station* dan *hidden station* yang sama sedangkan Metode C berbeda. Hal ini dilakukan untuk mengetahui level pengaruh *hidden station* terhadap *station* yang ada. Pada setiap metode terdiri dari 5 komposisi, komposisi 1 hingga komposisi 5 dilakukan penambahan jumlah *station* dengan interval kelipatan lima *station*. Terdapat beberapa parameter yang akan mempengaruhi hasil simulasi dari ketiga metode tersebut yang terdiri dari *throughput*, *delay* dan *Packet Deliver Ratio (PDR)*. Perancangan simulasi dibutuhkan beberapa parameter spesifikasi simulasi dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Spesifikasi Simulasi

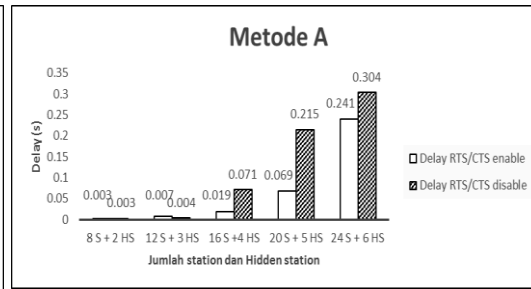
Parameter	Nilai
Frekuensi	5 GHz
Simulation time	5 s
Interval time value	0,01 packet/s
Range propagation	14,4 m
position located	<i>random</i>
Standar wireless	802.11n
Mekanisme simulasi	RTS/CTS <i>enable</i> and RTS/CTS <i>decibel</i>

4. Hasil Simulasi

4.1 pengaruh hidden station pada Metode A



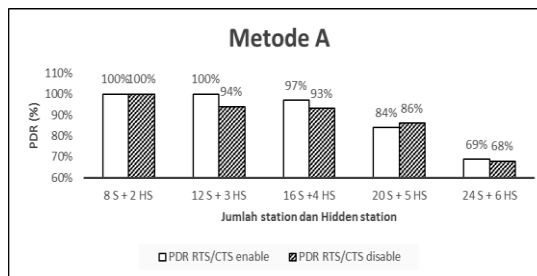
Gambar 4.1 pengaruh *throughput* pada Metode A



Gambar 4.2 pengaruh *Delay* pada Metode A

Grafik Gambar 4.1 yang berarsir merupakan kondisi RTS/CTS *disable*. Jumlah *station* [S:8-16 || HS:2-4] menghasilkan nilai *throughput* yang hampir mendekati sama. Hal ini disebabkan jumlah *station* masih di bawah 20 *station*. Jumlah *station* [S:20-24 || HS:5-6] pada Gambar 4.1 RTS/CTS *enable* dapat digunakan karena terjadi peningkatan nilai *throughput* dibandingkan pada saat RTS/CTS *disable*. RTS/CTS *enable* dapat mengatasi pengaruh *hidden station* jika jumlah *station* lebih dari 20 *station*, dimana permintaan transmisi yang tinggi pada jaringan dapat diatasi dengan proses *handshaking* yaitu RTS/CTS dan ACK. Jadi Mekanisme akses RTS/CTS dan ACK pada standar 802.11n dalam satu jaringan efektif meminimalisir pengaruh *hidden station*

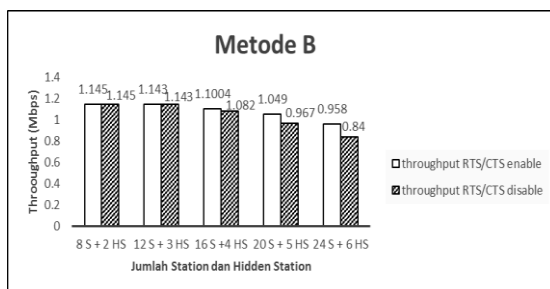
Jumlah [S:16-24 || HS:4-6] pada Gambar 4.2 terjadi peningkatan *delay* yang cukup signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan *hidden station* dan peningkatan jumlah *station* dapat menyebabkan *collision*, sehingga menyebabkan *packet loss* yang tinggi, *packet loss*. Jumlah *station* [S:16-24 || HS:4-6], *delay* mengalami peningkatan hal ini terjadi karena semakin meningkat jumlah *station* dan *hidden station* mempengaruhi kepadatan trafik pada jaringan sehingga probabilitas *collision* terjadi sangat tinggi, namun ketika RTS/CTS *enable*, *delay* yang diperoleh jauh lebih baik dibandingkan pada saat RTS/CTS *disable*.



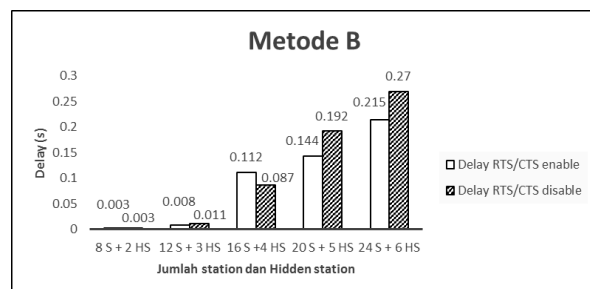
Gambar 4.3 pengaruh PDR pada Metode A

Untuk meningkatkan nilai *Packet Delivery Ratio* (PDR) agar lebih baik, maka digunakan RTS/CTS *enable*. Pada Gambar 4.3 grafik tidak berarsir menunjukkan ada pengaruh RTS/CTS terhadap PDR. Namun terjadi anomali pada *station* penerima dengan jumlah [S:20 || HS:5]. Anomali untuk jumlah *station* tersebut ketika RTS/CTS *disable* terjadi, karena saat paket data yang diterima banyak yang hilang. Hal tersebut terjadi karena pada proses transmisi terdapat *hidden station*, sehingga data yang terkirim tidak 100% diterima oleh tujuan, karena sebagian data diterima oleh *hidden station* yang mengakibatkan adanya *packet loss*.

4.2 pengaruh hidden station pada Metode B



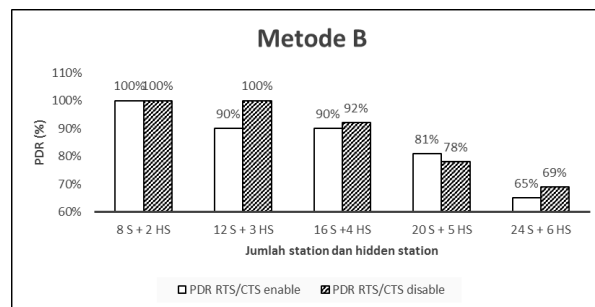
Gambar 4.4 pengaruh *throughput* pada Metode B



Gambar 4.5 pengaruh *delay* pada Metode B

Gambar 4.4 jumlah [S:8-12 || HS:2-3] menghasilkan nilai *throughput* yang hampir sama. Jumlah *station* dan *hidden station* yang digunakan semakin bertambah maka nilai *throughput* semakin menurun yang disebabkan oleh *hidden station* sama dengan yang terjadi pada Metode A. Jadi untuk meningkatkan nilai *throughput* digunakan mekanisme RTS/CTS. RTS/CTS *enable* digunakan untuk memperbaiki nilai *throughput* menjadi lebih baik dibandingkan RTS/CTS *disable*, terbukti pada jumlah [S:20-24 || HS:5-6] terjadi kenaikan *throughput* saat RTS/CTS *enable*. RTS/CTS *enable* dapat digunakan ketika berada pada rentang jumlah *station* lebih dari 20 *station*. Jumlah [S:8-16 || HS:2-4], ketika RTS/CTS *enable* tidak efektif, karena nilai *throughput* yang diperoleh tidak berubah sama dengan ketika RTS/CTS *disable*.

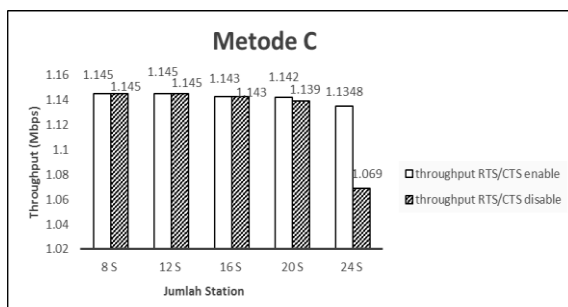
Fokus jumlah [S:16 || HS:4] mengalami peningkatan yang cukup jelas. Terdapat beberapa penyebab hal tersebut, salah satunya posisi *hidden station* yang tidak berkelompok atau berjauhan. Kondisi ini terjadi karena pada proses pengiriman data sebagian data diterima oleh *hidden station*, sehingga data tersebut mengalami *packet loss*. Pada paket data informasi terdiri dari PDU, PCI dan SDU serta *frame* RTS/CTS menyebabkan proses transmisi menjadi lama. Data yang dikirim yaitu 500 packet/s sehingga menyebabkan data yang dibawa terbebani dan proses transmisi akan melambat.



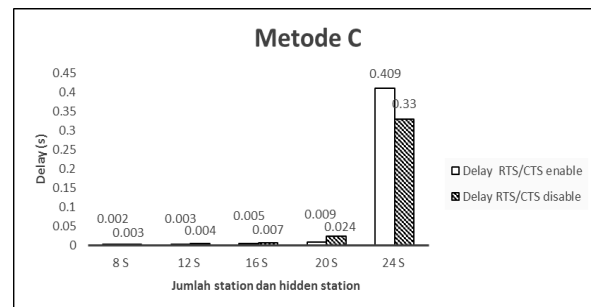
Gambar 4.6 pengaruh PDR pada Metode B

Metode B posisi *hidden station* yang berjauhan dapat saling mengganggu satu sama lain. *Hidden station* dan *station* yang berada dalam satu *range* yang sama saling berebut untuk melakukan transmisi untuk mengakses jaringan. Protokol UDP dapat mendeteksi paket data yang rusak dan dapat langsung menghilangkan paket data yang rusak tersebut, akibatnya paket data yang diterima mengalami pengurangan jumlah paket data terima. Jadi, dari hasil simulasi dengan bertambahnya jumlah *station* dan *hidden station* mengakibatkan bekurangnya data yang diterima akibat *packet loss* yang terjadi. Akibatnya, PDR mengalami penurunan hingga paket data yang diterima rata-rata kurang dari 100%. RTS/CTS *enable* pada Gambar 4.6 grafik yang tidak bersir merupakan salah satu solusi mengurangi pengaruh *hidden station*. Hasil simulasi yang diperoleh terdapat nilai PDR yang tidak konstan. Hal ini terjadi sama dengan PDR pada Metode A, karena terdapat *packet loss* pada proses transmisi akibatnya nilai PDR yang diperoleh mengalami penurunan. Nilai *packet loss* tersebut, dimana terdapat perbandingan nilai *packet loss* ketika RTS/CTS *disable* dan *enable*.

4.3 pengaruh hidden station pada Metode C



Gambar 4.7 pengaruh *throughput* pada Metode C

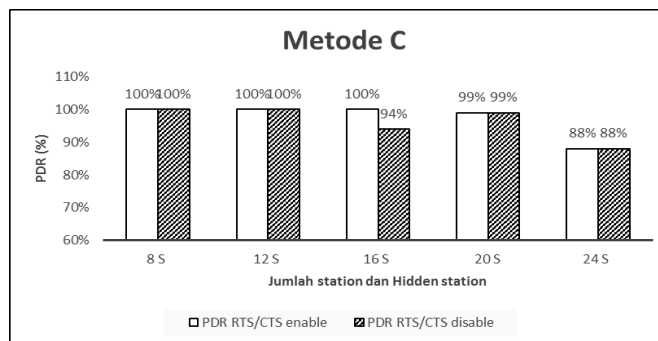


Gambar 4.8 pengaruh *delay* pada Metode C

Fokus pada [S:8-20], nilai *throughput* yang dihasilkan hampir mendekati nilai yang sama. Hal ini karena tidak ada *hidden station* yang mengganggu aktivitas jaringan. Pada [S:20], terjadi penurunan nilai *throughput* yang cukup signifikan dalam suatu jaringan, peningkatan jumlah *station* tersebut dapat menyebabkan probabilitas *collision* meningkat. Akibat kepadatan jumlah *station* semakin tinggi, terjadi penurunan nilai *throughput* meskipun tidak terdapat *hidden station*. Hal ini ditimbulkan oleh *station* melakukan perebutan akses transmisi data ke jaringan secara *random*.

Kepadatan trafik yang meningkat, maka permintaan akses transmisi menjadi lebih tinggi, Karena hal tersebut, setiap pengiriman paket data membutuhkan durasi yang cukup lama. Pada UDP, jika proses data terlalu lama kerusakan data pada saat transmisi rentan akan terjadi sehingga menyebabkan sebagian data menjadi hilang atau

packet loss. Kenaikan *delay* dari hasil simulasi ini menjelaskan bahwa pada jumlah *station* yang lebih dari 20 *station* RTS/CTS tidak dapat digunakan, karena tidak mampu meanggulangi peningkatan jumlah *station* yang semakin padat.



Gambar 4.6 pengaruh PDR pada Metode B

Jumlah [S:24], semakin tinggi jumlah kepadatan *station* dan *hidden station* maka kepadatan trafik semakin tinggi sehingga *station* berlomba untuk melakukan akses transmisi ke jaringan, sehingga nilai PDR juga mengalami penurunan. Grafik yang tidak bersir merupakan kondisi RTS/CTS *enable* dimana hasil nilai PDR sama dengan ketika RTS/CTS *disable*. Jumlah [S:16] mengalami pengurangan jumlah paket data yang diterima, maka RTS/CTS mampu menangani kondisi tersebut, Sehingga data yang diterima adalah 100%. Oleh sebab itu penggunaan RTS/CTS sebaiknya digunakan ketika adanya *hidden station* pada jumlah *station* yang padat atau tinggi

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis di atas dapat disimpulkan bahwa :

1. *Hidden station* mempengaruhi performansi jaringan *wireless* berdasarkan hasil simulasi terjadi penurunan kinerja pada *throughput* dan PDR serta terjadi peningkatan *delay*.
2. Semakin padat jumlah *station* dan *hidden station* pada suatu jaringan maka mengakibatkan performansi *throughput*, PDR yang semakin menurun dan *delay* yang mengalami peningkatan waktu dalam pengiriman data karena probabilitas *collision* dan *packet loss*.
3. Pada simulasi ini menggunakan tiga metode yaitu Metode A, Metode B dan Metode C. Dari ketiga metode tersebut Metode C menghasilkan nilai parameter yang lebih baik karena tidak terdapat *hidden station* dari Metode A dan Metode B terdapat *hidden station* terbukti bahwa pada kedua metode ini sangat mempengaruhi performansi jaringan.
4. Hasil simulasi ketika jumlah *station* di bawah 20 *station*, maka penggunaan RTS/CTS tidak efektif. Namun ketika jumlah *station* lebih dari 20 *station* penggunaan RTS/CTS lebih efektif dan meningkatkan efisiensi jaringan.
5. RTS/CTS *enable*, Karena penggunaan RTS/CTS dibawah 20 *station* tidak mempengaruhi kinerja *throughput*, *delay*, dan PDR.

5.2 Saran

Sebagai pengembangan Tugas Akhir kedepannya agar lebih baik ditambahkan jumlah *station* dan *hidden station*, untuk proses simulasi menggunakan *bit rate* dan penambahan perbandingan hasil simulasi pada aplikasi UDP yaitu VoIP, *video streaming*, *video call* serta perbandingan UDP dan TCP/IP.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cisco. 2014. "Aironet Series 1700/2700/3700 Access Point Deployment Guide". [Online] Available at: http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/technology/apdeploy/8-0/Cisco_Aironet_3700AP.html. [Diakses tanggal 14 April 2017]
- [2] Cisco. 2016. "Cisco Aironet 1700 Series Access Points Data Sheet". [Online] Available at: <http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1700-series/datasheet-c78-732347.html> [Diakses tanggal 13 April 2017]
- [3] E. S. Sugesti, P. S. Priambodo, K. Ramli, dan B. Budiarjo, "Delay Bound Analysis for Hybrid Networks : Interoperable IEEE 802.11b/g WLAN over Fiber," dalam *ICUMT*, 2010
- [4] Goldsmith, Andrea. (2005). "*Wireless Communication*". Cambridge University Press.
- [5] J. Geier, *Designing and Deploying 802.11n Wireless Networks*, Cisco Press, Indianapolis, 2010
- [6] K. S. Phanse dan K. N. Gopinath, *A Brief Tutorial on IEEE 802.11n, AirTight Networks*.
- [7] Labrador, M.A, Wightman, P.M "Topology Control In Wireless Sensor Network" . Springer.
- [8] Learn the fundamentals of advanced wireless services from design to deployment. 2011. "*Deploying the cisco Mobility Service Engine for Advanced Wireless Service*". [Online] Available at: https://www.slideshare.net/Cisco_Mobility/deploying-advanced-wireless-services-using-cisco-mobility-services-engine. [Diakses tanggal 13 April 2017].
- [9] Poole, Ian. 2012. "*IEEE 802.11n Standards*". [Online] Available at: <http://www.radio-electronics.com/info/wireless/wi-fi/ieee-802-11n.php>. [Diakses tanggal 12 April 2017]
- [10] Radio theory and Wi-Fi. <http://www.homenethowto.com/wireless/radio-theory-and-wi-fi/>. [Diakses tanggal 11 April 2017]
- [11] S. Mulyanta, Edi, (2005). "pengenalan Protokol Jaringan Wireless Komputer". Penerbit ANDI
- [12] S. V. Labs, "Simulating a Wi-Fi Network," MHRD (NME-ICT), [Online]. Tersedia: <http://vlssit.iitkgp.ernet.in/ant/ant/5/theory/>. [Diakses 17 Juli 2017]
- [13] Sidharta, Y., & Widjaja, D. (2013). Perbandingan unjuk kerja protokol routing ad hoc on-demand distance vector (AODV) dan dynamic source routing (DSR) pada jaringan MANET.
- [14] The Institute of Electrical and Electronics Engineering, Part 11 : Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification, IEEE Standard 802.11, 2012