ANALISIS RELIABILITAS *ACCESS POINT* PADA JARINGAN WLAN 802.11n UNTUK KERETA CEPAT JAKARTA - SURABAYA

RELIABILITY ANALYSIS OF WLAN 802.11n ACCESS POINT FOR TRAIN JAKARTA - SURABAYA

Inda Izzatin Tujza[1], Dr. Ir. Erna Sri Sugesti, M.Sc[2], Dr. Doan Perdana, S.T.,M.T[3]
[1,2, 3]Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom
[1]**indaizzatit@student.telkomuniversity.ac.id**, [2]**ernasugesti@telkomuniversity.ac.id**,
[3]**doanperdana@telkomuniversity.ac.id**

Abstrak

Kereta merupakan transportasi yang paling banyak digunakan untuk proses mobilisasi pekerja dari satu kota ke kota lainnya. Hal ini disebabkan laju kereta yang cepat sehingga waktu perjalanan menjadi lebih singkat. Efisiensi waktu selama perjalanan sangat dibutuhkan agar tetap produktif, khususnya bagi pekerja yang membutuhkan layanan internet.

Pengadaan layanan internet dikereta perlu mempertimbangkan faktor reliabilitas baik dari aspek fisik maupun jaringan. Penelitian ini melakukan analisis terhadap reliabilitas *access point* dari aspek fisik dan jaringan. Analisis aspek fisik dilakukan berdasarkan kriteria yang ditetapkan oleh IEC 60077, sedangkan analisis pada aspek jaringan dilakukan berdasarkan nilai QoS yang dimiliki setiap *access point*. Skenario pengujian QoS dilakukan dengan meletekan *access point* ditengah gerbong kereta, dengan jumlah *user* 20, 30, 40, dan 52. Simulasi QoS dilakukan menggunakan Network Simulator 3.26 dengan memasukkan parameter tambahan berupa redaman sebesar 17 dB sebagai akibat yang ditimbulkan dari material pada gerbong kereta.

Berdasarkan dua aspek tersebut, dapat diketahui bahwa *access point* terbaik jika ditinjau dari faktor nilai stres dan reliabilitas yaitu Huawei AP9131DN dengan nilai stres sebesar 125 dan reliabilitas sebesar 99.99921875%. apabila ditinjau dari faktor QoS, *access point* terbaik yaitu Teldat APR222n dengan nilai *throughput* sebesar 43.8059275 kbps, nilai *delay* sebesar 74.41269 ms, dan nilai *jitter* sebesar 7.27849 ns.

Kata kunci : Reliabilitas, Stres, Access Point, Delay, Jitter, Throughput, Packet Loss

Abstract

Train is the most widely used transportation for the process of mobilizing workers from one city to another. This becomes even shorter. Time efficiency during the trip is needed so that it remains productive, especially for workers who need internet service.

The procurement of internet services must consider the reliability factors from physical and network aspects. This research analyzes the reliability of access points from physical and network aspects. Analysis of physical aspects is carried out based on the criteria determined by IEC 60077, while analysis on the aspect of the network is carried out based on the QoS values required for each access point. The QoS testing scenario is done by erupting the access point in the middle of the train car, with a number of users 20, 30, 40, and 52. QoS simulations are carried out using Network Simulator 3.26 using parameters adding attenuation of 17 dB as a result of material on the train cars.

Based on these two aspects, the best access point can be known if viewed from the stress and reliability value factors, namely Huawei AP9131DN with a stress value of 125 and reliability of 99.99921875%. It is estimated that in terms of the QoS factor, the best access point is Teldat APR222n with a throughput value of 43.8059275 kbps, a delay value of 74.41269 ms, and a jitter value of 7.27849 ns

.

Keywords: Reliability, Stress, Access Point, Delay, Jitter, Throughput, Packet Loss

1. Pendahuluan

Kereta api merupakan sarana transportasi darat yang banyak digunakan oleh seluruh lapisan masyarakat sebagai pilihan utama transportasi antar kota[1]. Kereta api banyak diminati karena beberapa pertimbangan seperti harga tiket terjangkau, waktu perjalanan cukup singkat, tingkat keselamatan tinggi, dan pelayanan yang ditawarkan oleh jasa transportasi. Pelayanan yang disediakan selama perjalanan, terus dilakukan pembaharuan guna memberikan layanan yang maksimal. Pembaharuan dilakukan dengan melihat kebutuhan penumpang selama laju perjalanan.

Pencapaian produktifitas yang tinggi selama perjalanan dibutuhkan kelancaran komunikasi sehingga dapat mengakses data dalam keadaan apapun. Oleh karena itu dibutuhkam peningkatan pelayanan dalam hal akses komunikasi, berupa pengadaan layanan akses internet. Pengadaan layanan akses internet pada kereta diperlukan perencanaan jaringan WLAN yang tepat serta pemilihan perangkat (*access point*) yang tepat. Pemilihan perangkat yang tepat ditujukan untuk menjamin performasi jaringan yang dihasilkan serta menjamin ketahanan perangkat tersebut untuk dapat bekerja dibawah pengaruh lingkungan kereta. Beberapa faktor yang mempengaruhi reliabilitas jaringan dalam kereta yaitu getaran yang ditimbulkan sebagai efek dari laju kereta yang cukup tinggi dan redaman yang ditimbulkan dari material penyusun gerbong kereta (*carbon fiber*). Material *carbon fiber* memiliki redaman sekitar 17dB yang dapat mempengaruhi kekuatan sinyal yang dihasilkan oleh *access point*.

Pada penelitian sebelumnya [2], telah dilakukan pemilihan access point dengan pertimbangan berupa *coverage area* yang mencakup 90% sisi kereta. Tugas Akhir ini lebih memfokuskan dalam pembahasan reliabilitas *access point* dengan pertimbangan beberapa faktor yaitu menggunakan spesifikasi minimal yang telah dilakukan di penelitian [2], sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan IEC 60077, memiliki nilai reliabilitas yang tinggi, memiliki nilai stress yang rendah selama laju kereta, dan memiliki nilai QoS tertinggi. Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil dari faktor-faktor tersebut pada setiap *access point* untuk memperkirakan peragkat *access point* terbaik yang dapat bekerja pada kondisi kereta.

2. Dasar Teori

2.1 *Wireless Local Area Network* (WLAN)

Wireless Local Area Network (WLAN) yaitu suatu jenis jaringan komputer yang menggunakan gelombang radio sebagai media transmisi data. Informasi atau data ditransfer dari satu komputer ke komputer yang lainnya menggunakan gelombang radio. WLAN memiliki pengertian yaitu sekumpulan standar yang digunakan untuk jaringan lokal nirkabel (WLAN) yang didasari pada spesifikasi IEEE 802.11n

2.2 Standar WLAN 802.11n

IEEE 802.11n-2009 adalah sebuah perubahan standar jaringan *wireless* untuk meningkatkan *throughput* yang lebih besar dari standar sebelumnya. Fitur utama WLAN berstandar IEEE 802.11n yaitu memiliki kemampuan untuk menerima dan mengirimkan sinyal WiFi dengan menggunakan antena lebih dari satu atau yang disebut dengan *multiple-input multiple-output* (MIMO). Tabel 1 menunjukkan spesifikasi WLAN 802.11n.

Tabel 1 Spesifikasi WLAN 802.11n[3]

IEEE 802.11n SALIENT FEATURES	
PARAMETER	**IEE 802.11n *STANDARD***
Maximum data rate (*Mbps*)	600
RF Band (*GHz*)	2,4 or 5
Modulation	CCK, DSSS or OFDM
Number of spatial streams	1, 2, 3, or 4
Channel width (MHz)	20 or 40

2.4 *Access Point*

Access point adalah perangkat jaringan yang mampu menciptakan jaringan local nirkabel. *Access point* berfungsi untuk melakukan transmisi dan penerimaan sinyal dari *client* sehingga memungkinkan antar perangkat dapat terhubung ke jaringan *wireless* dengan menggunakan SSID yang sama. Gambar 1 berikut menunjukkan bentuk fisik *access point.*

Gambar 1 *Access Point*

2.4 Standar IEC

International Electrotechnical Commission (IEC) merupakan organisasi internasional yang bekerja untuk menyusun dan menerbitkan standar internasional di bidang *electrotechnology***.** IEC 60077 menentukan kondisi

dan persyaratan umum untuk semua peralatan listrik yang dipasang di kereta. Standar dasar yang wajib ada dalam kelayakan sebuah perangkat terdiri dari tiga jenis yaitu *product information*, *normal service condition*, dan *constructional and performance requirements*. Tiga hal dasar tersebut akan diuraikan ke dalam beberapa kriteria, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Standar pada IEC 60077[4]

Product Information	**Normal Service Condition**	***Constructional and Performance Requirements***
Nature of information	*General*	*Fire protection*
Marking	*Temperature*	*Temperature rise*
Instructions for storage, installation, operation , and maintenance	*Humidity*	*Electromagnetic compability*
	Vibration and shock	*Ability to withstand vibration and shock*

2.5 Stres Perangkat

Tingkat stres setiap perangkat bergantung pada beberapa faktor seperti kenaikan suhu yang ekstrim, power *dissipation* hingga komponen yang bekerja didalamnya. Getaran yang terjadi selama laju kereta dapat menyebabkan penurunan performansi pada komponen perangkat. Secara umum stres perangkat dapat dinyatakan dengan persamaan berikut [5]:

$$\sigma = \frac{M\gamma}{S} \quad (2.1)$$

dimana : σ = stress perangkat (kg/cm^2)
M = massa (kg)
S = luas penampang (cm^2)
γ = akselerasi (m/s^2)

2.6 *Reliability*

Reliability atau kehandalan adalah peluang dari suatu sistem dapat berfungsi seperti yang diharapkan untuk interval waktu tertentu di bawah kondisi yang ditetapkan. *Realibility* menunjukkan kinerja yang diberikan oleh suatu sistem, yang dinyatakan dengan persamaan berikut[6]

$$R = 1 - FR \quad (2.2)$$

$$FR = \frac{1}{MTBF(\text{jam})} = \frac{1}{8760MTBF(\text{tahun})} \quad (2.3)$$

$$MTBF\ (jam) = \frac{\text{Waktu total beroperasi}}{\text{Jumlah kegagalan}} \quad (2.4)$$

$$MTBF = \frac{MTBF(\text{jam})}{8760} \quad (2.5)$$

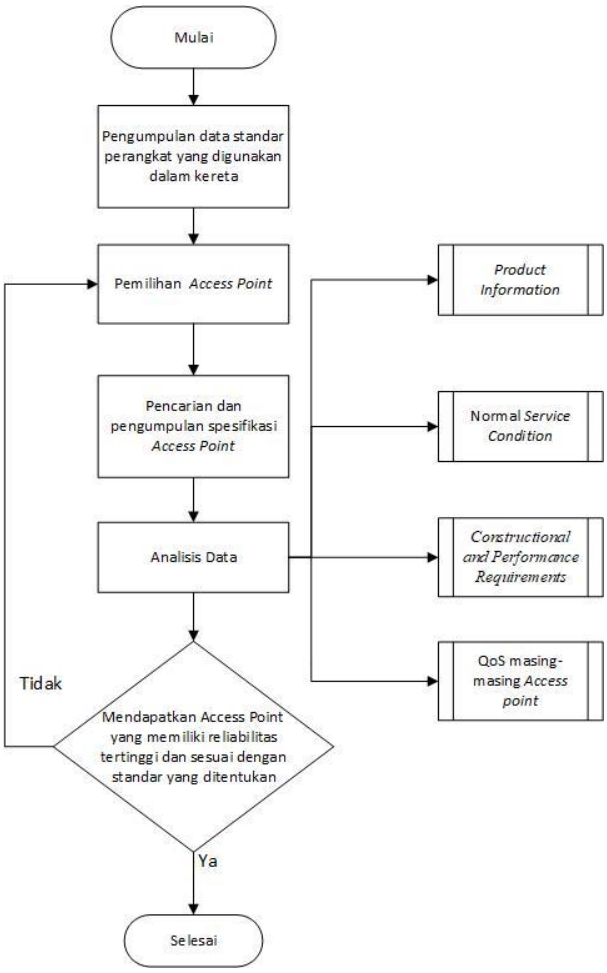
dimana : R = *Reliability*
FR = *Failure Rate* (tingkat kerusakan sepanjang operasi sistem)
MTBF = *Mean Time Between Failure*

2.7 Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) adalah kemampuan sebuah jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik lagi bagi layanan trafik yang melewatinya. QoS merupakan sebuah sistem arsitektur *end to end* dan bukan merupakan sebuah *feature* yang dimiliki oleh jaringan. *Quality of Service* suatu *network* merujuk ke tingkat kecepatan dan keandalan penyampaian berbagai jenis beban data di dalam suatu komunikasi[7].

2.7 Diagram Alir

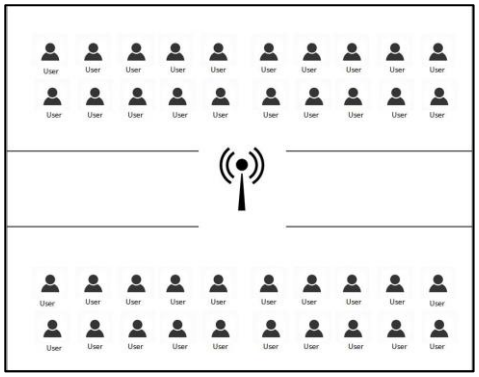
Proses pembuatan penilitian ini dilakukan secara bertahap seperti yang terlihat pada Gambar 2. Ketika sudah mendapatkan data yang dibutuhkan mengenai standar perangkat yang dapat digunakan di dalam kereta, dilakukan pencarian spesifikasi perangkat *access point*, kemudian dilakukan simulasi untuk mengetahui QoS dari masing-masing *access point*.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

2.8 Skenario Penelitian

Skenario ini digunakan untuk mengetahui kinerja *access point* dengan melihat parameter QoS yang dimilikinya. Skenario penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 3 Skenario Simulasi

Gambar 3 menunjukkan skenario simulasi penelitian, dimana *access point* diletakkan ditengah gerbong. Simulasi dilakukan sebanyak empat kali pada setiap *access point* dengan jumlah *user* yang berbeda yaitu 20 *user*, 30 *user*, 40 *user*, dan 50 *user*. Proses simulasi ini terdapat tambahan redaman sebesar 17 dB sebagai pengaruh material yang ada pada gerbong kereta. Selain jumlah *user* dan redaman, terdapat inputan lain seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi Simulasi *Access point*

Tipe *Access Point*	Antena Gain	*Transmit power*	*Noise Figure*
Cisco WAP371	5.4 dBi	12 dBm	10 dB
Netgear WNAP320	5 dBi	20 dBm	10 dB
Aruba IAP215	5 dBi	18 dBm	10 dB
Huawei AP9131DN	5 dBi	25 dBm	10 dB
Teldat APR222n	5 dBi	23 dBm	10 dB

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perhitungan Stres Perangkat

Pada penelitian ini perhitungan rentang stres perangkat menggunakan asumsi parameter komponen terkecil berupa *chip capacitor*. Pertimbangan dari asumsi ini yaitu karena *chip capacitor* merupakan kompenen terkecil yang selalu ada pada setiap rangkaian pembentuk *access point*. Sedangkan asumsi komponen terbesarnya berupa pcb *access point* yang digunakan.

Massa dari *chip capacitor* memiliki nilai sebesar 0,1 *ounce* atau 0,002kg, dengan dimensi (L x W x T) kurang lebih 0,08 x 0,05 x 0,055 *inches* atau sekitar 0,2 x 0,12 x 0,13 cm[8]. Dari dimensi tersebut diperoleh nilai luas penampang sebagai berikut

S = L x W ..... (4.1)

S = 0,5 x 0,15 = 0,075 cm^2 = 7,5 x 10^{-6} m^2

sehingga dapat dihitung tingkat stres untuk komponen *chip capacitor* dengan menggunakan persamaan (2.1) sebagai berikut

$$\sigma = \frac{0{,}002 \text{ x } 0{,}75}{7{,}5 \text{ x } 10^{-6}} = 200$$

Tabel 1. Rentang Stres *Access Point*

Tipe Perangkat	Massa (kg)	Dimensi (cm)	Luas Penampang (m^2)	Akselerasi (m/s^2)	Stres (kg/cm^2)	Rentang stres (kg/cm^2)
Cisco WAP371	0,74	20x21x2,4	0,042	0,75	13,214	186,786
Netgear WNAP320	0,886	22,375x23,376x2,4	0,052	0,75	12,779	187,221
Aruba IAP215	0,86	19x20,5x2,4	0.039	0,75	16.538	183,462
Huawei AP9131DN	1.2	15x8x2,4	0,012	0,75	75	125
Teldat APR222n	2.2	18x19x2,4	0,034	0,75	48,246	151,754

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai rentang stres terbesar dimiliki oleh *access point* Cisco WAP371 dan nilai terkecil dimiliki oleh Huawei AP9131DN. Untuk mempertahankan lifetime perangkat, nilai stres yang dihasilkan harus dijaga seminimum mungkin. Semakin besar nilai stres yang dimiliki oleh perangkat *access point* berpotensi akan semakin mempersingkat *lifetime* dari perangkat tersebut.

3.2 Perhitungan *Reliability*

Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan nilai *reliability* pada setiap *access point*. *Reliability* tertinggi dimiliki oleh Huawei AP913DN dengan nilai 99.99921875 dan *reliability* terkecil dimiliki oleh Cisco WAP371 dengan nilai 99.998%. Berdasarkan hasil perhitungan di atas dapat dilihat kelima *access point* tersebut memiliki nilai *reliability* yang tinggi mencapai 99.99%. Jika dilihat berdasarkan nilai *reliability* ini, masing-masing *access point* memiliki tingkat keandalan yang setara. Namun jika dilihat dari aspek material fisik, terdapat tiga buah *access point* yang kurang *reliable* untuk digunakan di kereta, karena memiliki material *casing* berbahan dasar plastik, sehingga kurang kuat untuk menahan getaran yang terjadi selama pengoperasian. Tiga *access point* tersebut yaitu Cisco WAP371, Netgear WNAP210, dan Aruba IAP215.

Tabel 2 Perhitungan *Reliability*

Tipe Perangkat	MTBF (*hours*)	*Failure Rate*	*Reliability* (%)
Cisco WAP371	50000	$2x10^{-5}$	99.9980000
Netgear WNAP320	46599	$2.14597x10^{-5}$	99.99785403
Aruba IAP215	53897	$1.85539x10^{-5}$	99.99814461
Huawei AP9131DN	128000	$7.8125x10^{-6}$	99.99921875
Teldat APR222n	117000	$8.54701x10^{-6}$	99.9991453

3.3 Performansi *Quality of Service*

3.3.1 *Throughput*

Tabel 3. menunjukkan hasil dari simulasi *throughput* yang dimiliki oleh setiap *access point*. Saat *user* berjumlah 20 nilai *throughput* terendah dimiliki oleh Cisco WAP371 dengan *throughput* 43.69668 kbps, sedangkan *access point* lainnya memiliki nilai *throughput* yang sama besar yaitu 43.7198 kbps. Persamaan nilai *throughput* tersebut disebabkan oleh jumlah pengguna yang masih sedikit sehingga perbedaan nilai *throughput* cenderung sangat kecil. Persamaan nilai ini juga terjadi ketika *user* berjumlah 30, masing-masing *access point* memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 43.720176 kbps.

Pada saat *user* berjumlah 40, *throughput* tertinggi dimiliki oleh Teldat APR222n dengan nilai 43.8059275 kbps, dan *throughput* terendah dimiliki oleh Cisco WAP371 dengan nilai 43.5434325 kbps. Jika dilihat berdasarkan spesifikasi perangkat, Huawei APR222n memiliki nilai transmit power paling besar dibandingkan *access point* lainnya yaitu sebesar 25 dBm. Secara teoritis seharusnya Huawei APR222n memiliki nilai *throughput* yang paling tinggi, namun hasil simulasi *throughput* yang dimiliki Huawei APR222n cenderung lebih kecil dibanding *access point* lainnya. Hal tersebut disebabkan semakin besar nilai *transmit power* memiliki resiko semakin menaikan nilai interferensi yang dimilikinya.

Ketika *user* berjumlah 52, *throughput* tertinggi dimiliki oleh Netgear WNAP320. Hal ini terjadi karena nilai transmit power yang dimilikinya cukup tinggi yaitu 20 dBm. Oleh karena itu, ketika diberikan beban *user* yang semakin banyak, masih dapat mempertahankan nilai *throughput* yang dimilikinya. *Throughput* terkecil pada skenario *user* berjumlah 52 dimiliki oleh Aruba IAP215. Hal ini disebabkan oleh nilai transmit power yang dimiliki Aruba IAP215 cukup rendah yaitu 18 dBm, dengan antena gain 5 dBi.

Tabel 3. Perbandingan *Throughput*

Throughput				
Tipe *Access Point*	20 Node	30 Node	40 Node	52 Node
Cisco WAP371	43.69668	43.72017667	43.5434325	40.78230765
Netgear WNAP320	43.7198	43.72017667	43.7803375	42.05587885
Aruba IAP215	43.7198	43.72017667	43.59487	40.13726923
Huawei AP9131DN	43.7198	43.72017667	43.5824875	41.75594231
Teldat APR222n	43.7198	43.72017667	43.8059275	41.75594231

3.3.2 *Delay*

Tabel 4. Perbandingan *Delay*

Delay				
Tipe *Access Point*	20 Node	30 Node	40 Node	52 Node
Cisco WAP371	5.454485	30.40036	76.7043875	166.752456
Netgear WNAP320	5.3281315	30.40036	73.6111065	147.524612
Aruba IAP215	5.3281315	30.40036	72.8167293	169.428098
Huawei AP9131DN	5.3281315	30.40036	76.591832	147.324787
Teldat APR222n	5.3281315	30.40036	70.7035475	147.324787

Tabel 4. menunjukkan hasil simulasi *delay* pada setiap *access point*. Saat *user* berjumlah 20 dan 30, nilai *delay* yang dihasilkan cenderung hampir sama. Pada saat *user* berjumlah 20 nilai *delay* tertinggi dimiliki oleh Cisco WAP371 dengan *delay* sebesar 5.4544 ms, sedangkan *access point* lainnya memiliki nilai 5.3281 ms. Ketika *user* berjumlah 30 masing-masing *access point* memiliki nilai yang sama besar yaitu 30.40036 ms.

Pada saat *user* berjumlah 40, mulai terlihat perbedaan nilai *delay* yang dimiliki setiap *access point*. *Delay* terendah dimiliki oleh Teldat APR222n dengan nilai 70.735475 ms dan *delay* terbesar dimiliki oleh Cisco WAP371 dengan nilai 76.7043875. Jika dibandingkan dengan hasil *throughput* yang terdapat pada sub bab 4.5.2, dapat disimpulkan bahwa nilai yang dihasilkan *throughput* akan mempengaruhi *output* pada nilai *delay*. Semakin

besar nilai *throughput* maka akan semakin kecil nilai *delay* yang dihasilkan. Pada saat *user* berjumlah 52, terdapat *delay* yang sangat besar pada setiap node yaitu lebih dari 150 ms. Hal ini menunjukkan satu buah *access point* tidak dapat digunakan untuk mencakup kebutuhan satu gerbong kereta.

3.3.3 Jitter

Tabel 5. menunjukkan perbandingan hasil *jitter* yang dimiliki oleh setiap *access point*. Pada saat *user* berjumlah 20 dan 30, nilai *jitter* yang dihasilkan hampir sama. Saat *user* berjumlah 20 *jitter* terbesar dimiliki oleh Cisco WAP371 dengan nilai 3.1494 ns, sedangkan *access point* lainnya memiliki nilai 3.11318 ns. Ketika *user* berjumlah 30 masing-masing *access point* memiliki *jitter* sebesar 6.17649 ns.

Pada saat *user* berjumlah 40, *jitter* terendah dimiliki oleh Teldat APR222n dengan nilai 7.24064838 ns dan *jitter* tertinggi dimiliki Cisco WAP371 dengan nilai 7.91126562 ns. Jika dibandingkan dengan hasil *delay* yang terdapat pada sub bab 4.5.2, dapat disimpulkan bahwa nilai yang dihasilkan *delay* akan mempengaruhi *output* yang dihasilkan *jitter*. Semakin besar nilai *delay* berbanding lurus dengan *output* yang dihasilkan *jitter*. Saat *user* berjumlah 52, *jitter* terendah dimiliki oleh Huawei AP9131DN dan Teldat APR222n dan *jitter* tertinggi dimiliki oleh Aruba IAP215.

Tabel 5 Perbandingan *Jitter*

Jitter				
Tipe *Access Point*	20 Node	30 Node	40 Node	52 Node
Cisco WAP371	3.1494117	6.1764995	7.9112656	7.9726474
Netgear WNAP320	3.1131879	6.1764995	7.2453758	7.9112656
Aruba IAP215	3.1131879	6.1764995	7.3025152	7.9769118
Huawei AP9131DN	3.1131879	6.1764995	7.322737	7.876718
Teldat APR222n	3.1131879	6.1764995	7.240648	7.876718

3.3.4 *Packet Loss*

Tabel 6. Perbandingan *Packet Loss*

Packet Loss				
Tipe *Access Point*	20 Node	30 Node	40 Node	52 Node
Cisco WAP371	0	0	0	3.84
Netgear WNAP320	0	0	0	3.84
Aruba IAP215	0	0	0	3.84
Huawei AP9131DN	0	0	0	3.84
Teldat APR222n	0	0	0	3.84

Tabel 6. menunjukkan perbandingan *packet loss* pada setiap *access point*. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa semua *access point* memiliki nilai yang sama pada saat *user* berjumlah 20, 30, dan 40 yaitu 0%. Pada saat *user* berjumlah 52, setiap access point memiliki dua buah *node* dengan *packet loss* 100%. Hal tersebut disebabkan oleh adanya *congestion traffic* yang terjadi karena kondisi *traffic* data yang berlebihan, sehingga terdapat beberapa *packet* yang terbuang.

3.3 Tinjauan Komprehensif Reliability dan QoS

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat untuk tiga buah *access point* berikut yaitu Cisco WAP371, Netgear WNAP320, dan Aruba IAP215 kurang *reliable* untuk digunakan dikereta. Hal tersebut disebabkan karena beberapa parameter *reliability* seperti material *casing*, stres, dan nilai *reliability* memiliki nilai yang rendah. *Access point* yang memungkinkan untuk digunakan di kereta yaitu Huawei AP9131DN dan Teldat APR222n.

Jika kedua *access point* tersebut dibandingan dari aspek *reliability*, *access point* Huawei AP9131DN lebih baik dari Teldat APR222n. Hal ini disebebakan pada Tabel 2 terlihat bahwa nilai *reliability* Huawei AP9131DN lebih besar dari Teldat APR222n yaitu bernilai 99.99921875 %. Dari aspek QoS yang dimiliki, *access point* Teldat APR222n lebih baik dari Huawei AP9131DN. Hal ini terjadi karena nilai *throughput* yang dimiliki Teldat APR222n memiliki nilai yang lebih tinggi dari Huawei AP9131DN yaitu sebesar 43.8059275 kbps.

Tabel 6. Peninjauan Komprehensif Hasil Analisis *Reliability* dan QoS

Tipe Perangkat	Suhu Operasi			Kelembaban			Stres			Material *Casing*			Kenaikan Suhu			*Reliability*			QoS		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Cisco WAP371	✓					✓	✓			✓					✓	✓			✓		
Netgear WNAP320	✓					✓	✓			✓					✓	✓					✓
Aruba IAP215		✓				✓		✓		✓					✓		✓			✓	
Huawei AP9131DN			✓			✓			✓			✓			✓			✓	✓		
Teldat APR222n			✓			✓			✓			✓			✓			✓			✓

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis diatas dapat simpulkan bahwa:

1. Jika dilihat berdasarkan nilai *reliability* dan kemampuan bekerja di bawah pengaruh laju kereta, Huawei AP9131DN merupakan *acces point* yang terbaik karena memiliki nilai reliability terbesar yaitu 99.99921875% serta memiliki nilai stres yang paling kecil yaitu sebesar 125 kg/cm^2 dan *access point* tersebut merupakan *access point* yang dikhususkan untuk penggunaan dalam kereta.
2. Jika dilihat berdasarkan *Quality of Service* (QoS) yang dimiliki masing-masing perangkat, Teldat APR222n merupakan *acces point* yang terbaik karena memiliki nilai *throughput* terbesar yaitu 43.8059275 kbps dan memiliki nilai *delay* dan *jitter* yang rendah yaitu sebesar 70.735475 ms dan 7.24064838 ns.
3. Semakin besar nilai *transmit power* yang dimiliki oleh *access point* belum tentu memberikan output QoS yang tinggi, karena setiap kenaikan pada nilai *transmit power* dapat menaikan nilai interferensi yang dimiliki perangkat tersebut

Daftar Pustaka:

[1] R. Setyawan, *Analisa Tingkat Kepuasan Pengguna Kereta Api komuter Surabaya - Sidoarjo*, Tugas Akhir. Surabaya: Universitas Kristen Petra, 2003.

[2] L. P. A. S. Aryaningrum, *Perancangan dan Analisis Coverage Area Jaringan Wifi pada Gerbong Kereta Api Penumpang Eksekutif Jakarta-Bandung*, Tugas Akhir. Bandung: Telkom University, 2016.

[3] I. Poole, "IEEE 802.11n Standards," 2012.

[4] I. Standard, "lEC INTERNATIONAL STANDARD Electric equipment for rolling stock," vol. 1, 1999.

[5] I. Standard, "IEC INTERNATIONAL STANDARD Railways Application - Vibration and Shock Testing," vol. 1, 2010.

[6] F. Almoma, *Analisis Performansi Sistem Komunikasi Serat Optik Ring Jakarta Pada PT Indonesia Comnets Plus*, Tugas Akhir. Bandung: STT Telkom, 2006.

[7] Y. Kusmyadi, *Dasar Komunikasi Data*. Jakarta: Pustaka Media, 2011.

[8] H. N. Guarded and S. Sn, "Chip Capacitor Datasheet," vol. 025, no. 864, pp. 9–11, 1825.