

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan dan Analisa

1. Perancangan Ideal

Tabel 5. Hasil Perhitungan *Link Budget*

FSL (dB)	101,687
Absorption Loss (dB)	0,006
Total Loss	101,693
Tx Power (dBm)	28
Received Sensitivity (dBm)	-92
Antena Gain (dBi)	24
Received Input Level (dBm)	-25,693
Flat Fade Margin (dB)	66,307
Multipath Fading Probability	$1,54 \times 10^{-7}$
Probability of reaching	$2,34 \times 10^{-7}$
Probability of exceeding BER of 10^{-6}	$3,604 \times 10^{-14}$

Jarak antara kampus A dan kampus B adalah 1,2 km sehingga rugi-rugi di sepanjang lintasan jaringan tersebut 101,687 dB dan rugi-rugi karena pengaruh atmosfer sebesar 0,006 dB. Total *loss* disepanjang lintasan kampus A dan kampus B Politeknik Kesehatan Tanjung Karang adalah 101,693 dB. Perangkat yang digunakan adalah radio dengan tipe *Engenius EOR 7550*, radio ini menghasilkan daya pancar sebesar 28 dBm dan *received sensitivity* sebesar -92 dBm. Sedangkan antenna yang akan diimplementasikan adalah antenna TDJ-2400A *Square Grid Parabolic Antenna*. Hal ini dikarenakan *gain* yang dihasilkan adalah 24 dBi, selain itu antenna tipe ini memiliki *beamwidth*

horizontal 10° dan *beamwidth* vertikal 14° . Antena dengan tipe *grid* mempunyai kelebihan yang lain, diantaranya adalah design dari antena tersebut yang bolong. Hal ini sangat bermanfaat untuk menahan tiupan angin yang kencang ketika antena telah dipasang.

Daya pancar sebesar 28 dBm dan gain antena 24 dBi akan memperoleh level daya yang diterima oleh *input* penerima sebesar -25,693 dBm, dan nilai ini berada diatas level penerima sinyal minimum yaitu -92 dBm. Sinyal yang diterima oleh *input* penerima akan mempengaruhi kualitas *link* dari suatu jaringan. Selisih antara *received input level* terhadap level penerima sinyal minimum akan mempengaruhi *margin* dari suatu jaringan. Semakin besar selisih antara *received input level* dan level penerima minimum, akan semakin baik pula kinerja dari suatu link tersebut. *flat fade margin* merupakan cadangan daya pada sisi penerima yang digunakan untuk mengantisipasi pengaruh *fading* akibat *thermal noise*. Berdasarkan perhitungan, diperoleh *margin* 66,307 dB yang dapat beroperasi disepanjang lintasan, dan mempunyai sambungan radio yang tinggi dan kualitas yang baik terhadap cuaca buruk dan gangguan atmosfer lainnya. Probabilitas terjadinya *fading* pada lintasan jamak berdasarkan perhitungan adalah $1,54 \times 10^{-7}$. Faktor lapangan seperti keadaan iklim dan tekstur tanah akan menyebabkan terjadinya *fading*. Selain itu, terjadinya *fading* juga dipengaruhi oleh frekuensi dan jarak lintasan. Semakin tinggi frekuensi yang digunakan dan semakin jauh jarak antara *transceiver* dan *receiver* maka kemungkinan terjadinya *fading* akan semakin tinggi. Probabilitas *fading* yang diterima pada penerimaan *receiver* adalah $2,34 \times 10^{-7}$. *Fading* yang akan diterima pada sisi

receiver dipengaruhi dari nilai *flat fade margin*. *Flat fade margin* merupakan cadangan daya pada sisi penerima yang digunakan untuk mengantisipasi pengaruh *fading* akibat *thermal noise*. Semakin besar nilai dari *flat fade margin* maka *fading* yang diterima akan semakin kecil. Probabilitas BER > 10^{-6} adalah $3,604 \times 10^{-14}$. Nilai BER yang dihasilkan baik, hal ini dikarenakan kemungkinan bit yang dikirimkan untuk gagal dikirim adalah kecil dan nilai BER yang dihasilkan tidak akan melebihi dari 10^{-6} .

2. Perancangan Vendor

Tabel 6. Hasil Perhitungan *Link Budget Vendor*

FSL (dB)	101,687
Absorption Loss (dB)	0,006
Total Loss	101,693
Tx Power (dBm)	27
Received Sensitivity (dBm)	-89
Antena Gain (dBi)	24
Received Input Level (dB)	-26,617
Flat Fade Margin (dB)	62,383
Multipath Fading Probability	$1,54 \times 10^{-7}$
Probability of reaching	$5,77 \times 10^{-7}$
Probability of exceeding BER of 10^{-6}	$8,896 \times 10^{-14}$

Free Space Loss (FSL) merupakan redaman sinyal yang terjadi akibat dari media udara yang dilalui oleh gelombang radio antara pemancar dan penerima. Perambatan gelombang radio di ruang bebas akan menghalangi penyebaran energi disepanjang lintasannya sehingga terjadi kehilangan energi. Dalam perhitungan *free space loss* panjang lintasan dan frekuensi yang menjadi peran utama, hal ini dikarenakan semakin jauh panjang lintasan propagasi dan semakin tinggi frekuensi yang digunakan akan menyebabkan

free space loss yang lebih tinggi. Jarak antenna dari Kampus A dan Kampus B Politeknik Kesehatan Tanjung Karang adalah 1,2 km, sehingga loss yang dihasilkan adalah 101,687 dB. Total *loss* disepanjang lintasan kampus A dan kampus B Politeknik Kesehatan Tanjung Karang adalah 101,693 dB.

Received input level (Pr) adalah level daya yang diterima pada input penerima. Pr diperoleh dari total *gain* perangkat yang digunakan dikurangi total *loss* disepanjang lintasan. Dalam perhitungan ini, level daya yang diterima oleh *input* penerima adalah -26,67 dBm dan berada diatas level penerima sinyal minimum yaitu -89 dBm. Dari perhitungan diperoleh bahwa dengan *margin* 62,383 dB dapat beroperasi disepanjang lintasan mempunyai sambungan radio yang tinggi dan kualitas yang baik terhadap cuaca buruk dan gangguan atmosfer lainnya. Probabilitas terjadinya *fading* pada lintasan jamak berdasarkan perhitungan adalah $1,54 \times 10^{-7}$. Terjadinya *fading* pada lintasan jamak dipengaruhi oleh faktor lapangan diantaranya tekstur tanah, iklim dan gedung-gedung yang ada disekitar lintasan sinyal.

Probabilitas *fading* yang diterima pada penerimaan *receiver* adalah $5,77 \times 10^{-7}$. *Fading* yang akan diterima pada sisi *receiver* dipengaruhi dari nilai *flat fade margin*, hal ini dikarenakan *flat fade margin* merupakan cadangan daya pada sisi penerima yang digunakan untuk mengantisipasi pengaruh *fading* akibat *thermal noise*. Semakin besar nilai dari *flat fade margin* maka *fading* yang diterima akan semakin kecil.

Probabilitas BER $> 10^{-6}$ adalah $8,896 \times 10^{-14}$. Nilai BER yang dihasilkan baik karena BER yang dihasilkan tidak melebihi 10^{-6} dan berdasarkan perhitungan kemungkinan bit yang *error* adalah sangat kecil.

Berdasarkan perhitungan *link budget*, rancangan yang dihasilkan mempunyai nilai *margin* yang besar. Dengan nilai *margin* yang besar menunjukkan performa dari *link* radio tersebut handal. Sehingga kemungkinan untuk gagalnya jumlah bit yang dikirim akan semakin kecil. Namun performa link yang sudah baik tidak sesuai dengan tinggi antena yang masih dibawah kriteria LOS. Tinggi antena sangat mempengaruhi dalam proses pengiriman sinyal. Hal ini dikarenakan apabila tinggi antena tidak memenuhi kriteria LOS maka sinyal yang akan dikirimkan akan mengalami pemantulan dan menyebabkan terjadinya pelemahan sinyal. Yang harus diperhatikan dalam menentukan tinggi antena adalah kelengkungan bumi, daerah *fresnel*, dan tinggi penghalang disepanjang lintasan sinyal.

3. Perbandingan Hasil Perancangan

Tabel 7. Perbandingan hasil Perancangan

Parameter	Perancangan Penulis	Perancangan Vendor
Standar	IEEE 802.11b	IEEE 802.11b
Tinggi antena	27,28 meter	24 meter
Jenis Radio	<i>Engenius EOR 7550</i>	<i>Engenius EOC 2610</i>
Tipe Modulasi	HR-DSSS	HR-DSSS
Daya Pancar	28 dBm	27 dBm
<i>Received Sensitivity</i>	-92 dBm	-89 dBm
Jenis Antena	TDJ 2400A <i>Square Grid Parabolic Antenna</i>	TDJ 2400A <i>Square Grid Parabolic Antenna</i>
Gain Antena	24 dBi	24 dBi
EIRP	52 dB	51 dB
FSL	101,687 dB	101,687 dB
<i>Athmospheric Absorbtion Loss</i>	0.006 dB	0.006 dB
<i>Received Input Level</i>	-25,693 dB	-26,617 dB
<i>Flat Fadding Margin</i>	66,307 dB	62,383 dB
<i>Multipath Fadding Probability</i>	$1,54 \times 10^{-7}$	$1,54 \times 10^{-7}$
<i>Probabilty of Reaching</i>	$2,34 \times 10^{-7}$	$5,77 \times 10^{-7}$
<i>Probability of exceeding BER of 10^{-6}</i>	$3,604 \times 10^{-14}$	$8,896 \times 10^{-14}$

Perancangan ini menggunakan standar IEEE 802.11b, hal ini dikarenakan IEEE 802.11b memiliki transfer data yang lebih cepat dari standar lainnya yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz. Selain itu standar IEEE 802.11b dapat mengurangi resiko terjadinya gangguan sinyal (interferensi) dari peralatan *microwave*, telepon tanpa kabel dan peralatan elektronik lainnya yang menggunakan gelombang radio dengan frekuensi 2,4 GHz. Untuk menghindari tabrakan /*collision* dalam proses transmisi data, 802.11b menggunakan metode *Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance* (CSMA/CA). Tujuan digunakannya metode ini agar peralatan atau sebuah *device* ingin mengirimkan data, peralatan tersebut harus mendengarkan

dahulu informasi yang diberikan oleh *device* lain. Dengan demikian resiko terjadinya *collision* akan berkurang.

Tinggi antenna yang dirancang oleh penulis berbeda dengan tinggi antenna yang dirancang oleh vendor. Hal ini dapat terjadi karena dalam menentukan tinggi antenna, harus memenuhi kriteria LOS, hal ini dikarenakan gelombang yang terpancar dari antenna pemancar langsung menuju antenna penerima dan tidak merambat melalui permukaan tanah. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan kriteria LOS ada, diantaranya adalah tinggi penghalang, faktor kelengkungan bumi, dan daerah *fresnel*. Faktor kelengkungan bumi yang digunakan penulis dalam perancangan ini adalah $4/3$, hal ini dikarenakan *path profile* yang digunakan dalam menggambar ketinggian antenna adalah *path profile* $4/3$. Daerah *fresnel* pada lintasan gelombang radio sebisa mungkin harus bebas dari penghalang, hal ini dilakukan untuk mengurangi redaman sepanjang lintasan. Dengan tinggi antenna 27.28 meter maka tinggi antenna tersebut telah memiliki daerah *fresnel* I yang bebas penghalang yang akan menghindari hilangnya gelombang radio dari garis pandang. Tinggi antenna yang terlalu tinggi juga tidak efektif jika digunakan dalam perancangan ini, hal ini disebabkan apabila tinggi antenna yang dirancang terlalu tinggi akan menyebabkan redaman oleh gas (atmosfer). Redaman oleh gas dapat terjadi dikarenakan pada prinsipnya gas-gas di atmosfer akan menyerap sebagian energi pada gelombang radio. Sedangkan tinggi antenna yang telah dirancang oleh vendor belum memenuhi kriteria LOS. Hal ini dikarenakan tinggi antenna tersebut tidak memiliki daerah *fresnel* I yang bebas penghalang. Apabila daerah *fresnel* I tidak bebas penghalang

akan menyebabkan redaman yang cukup tinggi, dan akan menyebabkan gelombang radio disepanjang lintasan mengalami *multipath fading*. Dengan demikian, akan menyebabkan kualitas sinyal yang akan diterima pada *receiver* menjadi kurang optimal.

Jenis Radio yang digunakan dalam perancangan yang dirancang oleh penulis adalah *Engenius EOR 7550*. Jenis radio ini mempunyai daya pancar yang cukup besar yaitu 28 dBm dan *received sensitivity*-nya -92 dB. Sedangkan jenis radio yang digunakan vendor adalah *engenius EOC 2610*, mempunyai daya pancar 27 dBm dan *received sensitivity* -89 dB. Jenis radio yang digunakan oleh penulis lebih baik dikarenakan daya pancar yang dihasilkan lebih besar dan *receive sensitivity*-nya pun lebih kecil. Besarnya daya sinyal yang diterima akan mempengaruhi besarnya daya sinyal yang harus dipancarkan dari pemancar. Dengan memperbesar daya pancar maka sinyal yang akan diterima pada sisi penerima tidak akan lebih kecil dari batas toleransi perangkat penerima.

Tipe modulasi yang digunakan *High Rate Direct Sequence Spread Spectrum* (HR-DSSS), hal ini dilakukan untuk mencapai kecepatan transmisi sebesar 11 Mbps. HR-DSSS akan kompatibel dengan DSSS jika metode *encode*-nya menggunakan *Complementary Code Keying* (CCK).

Antena yang digunakan dalam perancangan ini menggunakan tipe dan jenis antena yang sama yaitu antena *square grid parabolic* tipe TDJ 2400A. Hal ini dikarenakan antena ini mampu menghasilkan *gain* sebesar 24 dBi dan termasuk dalam antena *directional* yang cocok digunakan dalam komunikasi

point to point. Selain itu antena ini mempunyai desain bolong yang digunakan untuk pengisian angin.

EIRP merupakan nilai efektif daya yang dipancarkan oleh antena pemancar. Nilai EIRP dipengaruhi oleh daya pancar, *gain* antena dikurangi dan rugi-rugi yang ada pada kabel. Berdasarkan perhitungan penulis EIRP yang dihasilkan adalah 52 dB, sedangkan hasil perhitungan berdasarkan perangkat yang digunakan oleh vendor adalah 51 dB. Nilai yang dihasilkan berbeda dikarenakan daya pancar yang digunakan oleh penulis lebih besar daripada daya pancar yang digunakan oleh vendor.

Received Input Level hasil perancangan penulis lebih baik daripada hasil rancangan vendor, hal ini dikarenakan dengan jumlah gain yang lebih besar maka level daya yang akan diterima pada *input* penerima akan semakin baik.

Flat fading margin atau kinerja radio *link* dari rancangan penulis lebih baik daripada perancangan vendor, hal ini dikarenakan selisih antara *received input level* dengan *receive threshold level* rancangan penulis lebih besar dibandingkan rancangan vendor. Semakin besar *flat fade margin* yang dihasilkan maka kualitas sinyal yang akan diterima pada *receiver* akan semakin baik.

Kesamaan lokasi dalam perancangan ini menyebabkan nilai yang dihasilkan pada perhitungan bernilai sama yaitu $1,54 \times 10^{-7}$. Hal ini menyebabkan kemungkinan terjadinya *fading* pada lintasan jamak akan memiliki nilai yang sama.

Kemungkinan *fading* yang akan diterima pada *receiver*, untuk rancangan penulis adalah $2,34 \times 10^{-7}$ dan rancangan vendor adalah $5,77 \times 10^{-7}$. Nilai yang dihasilkan dari rancangan penulis lebih baik, hal ini dikarenakan margin yang dihasilkan lebih besar dibandingkan rancangan vendor. Semakin besar nilai *margin* yang diberikan maka kemungkinan terjadinya *fading* akan semakin kecil.

Kemungkinan jumlah bit yang gagal dikirim dipengaruhi oleh *fading* yang diterima. Semakin besar *fading* yang diterima maka kemungkinan jumlah bit yang gagal dikirim semakin besar.

Dilihat dari kinerja radio *link*, rancangan penulis sedikit lebih baik daripada rancangan vendor. Hal ini terbukti dari hasil perhitungan *link budget* yang telah dilakukan. Namun dari segi biaya, rancangan penulis sedikit lebih mahal. Hal ini dikarenakan adanya biaya tambahan untuk menambah tinggi antena dan harga radio yang digunakan juga sedikit lebih mahal.

B. Pengukuran *Quality of Service* (QoS)

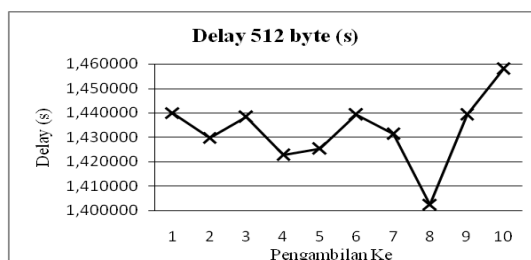
Pengukuran *Quality Of Service* (QoS) pada jaringan bertujuan untuk mengetahui kondisi dari jaringan yang digunakan. Pada dasarnya dalam setiap komunikasi data pada suatu jaringan (LAN & WLAN) kemungkinan paket yang dikirim dapat tertunda, hilang dan rusak saat dikirimkan dari sumber ke tujuannya. Pengukuran terhadap jaringan dilakukan untuk mengetahui lamanya waktu tunda dalam proses transmisi, kecepatan transfer data yang dihasilkan, dan banyaknya jumlah paket

yang hilang atau rusak. Hasil pengukuran yang dilakukan dapat menunjukkan unjuk kerja (*performance*) dari jaringan tersebut.

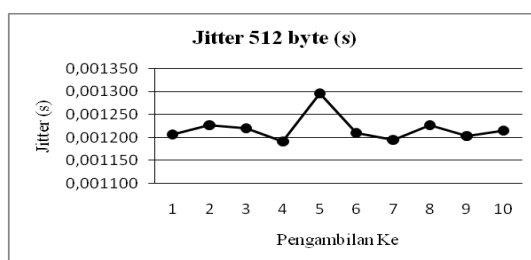
Pengukuran dilakukan terhadap jaringan *backbone* yang telah dibangun di Politeknik Kesehatan Tanjung Karang. Jenis paket yang digunakan dalam pengukuran ini adalah *Transmission Control Protocol* (TCP). Hal ini dikarenakan sifat dari TCP yang handal atau *reliable*, *connection oriented*, dan *full duplex*. Sedangkan ukuran paket yang digunakan adalah paket dengan ukuran 512 *byte* dan 1024 *byte*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui QoS masing-masing ukuran paket, dengan paramater yang dipakai adalah *Bit Rate*, *delay* dan *jitter*.

Alat yang digunakan dalam pengukuran ini adalah D-ITG versi 2.6.1d. alasan digunakan D-ITG ini dikarenakan dalam penggunaannya lebih mudah dibandingkan *software* yang lainnya.

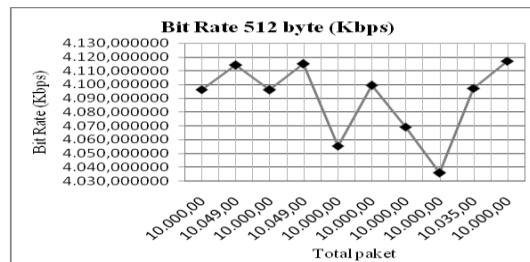
1. Hasil Pengukuran untuk ukuran paket 512 *byte*



a. Grafik *Delay*



b. Grafik *Jitter*

c. Grafik *Bit Rate*Gambar 29. a. Grafik *Delay*, b. Grafik *Jitter*, c. Grafik *Bit Rate*

Delay adalah waktu tunda yang diperlukan suatu paket data untuk sampai ke penerima. Semakin kecil *delay* yang dihasilkan berarti semakin baik pula proses transmisi paket data dari pengirim ke penerima. TCP adalah *full-duplex*, *connection-oriented*, *reliable* dan protokol yang akurat, tapi semua kondisi ini ditambah dengan pengecekan kesalahan sehingga menyebabkan *delay*. Berdasarkan data grafik *delay* pada gambar 29, *delay* tertinggi terjadi saat pengukuran data kesepuluh yaitu 1,457 detik, hal ini disebabkan karena panjangnya antrian data akibat terjadinya kemacetan pada saat proses transmisi yang dilakukan oleh TCP. Pada grafik ini *delay* yang paling kecil terjadi saat pengukuran kedelapan yaitu 1,4025 detik. Hal ini dapat terjadi karena sepanjang proses transmisi paket data, antrian yang terjadi tidak terlalu panjang sehingga *delay* yang dihasilkan juga kecil.

Jitter merupakan variasi dari *delay*, dimana nilai *jitter* diperoleh dari simpangan atau selisih *delay* paket data terakhir dengan *delay* paket data sebelumnya. Berdasarkan grafik, nilai *jitter* yang tertinggi terjadi saat pengukuran kelima yaitu 0,001296 detik. Hal ini disebabkan, saat proses transmisi simpangan atau selisih *delay* saat pengukuran kelima sangat besar. Semakin besarnya simpangan *delay*

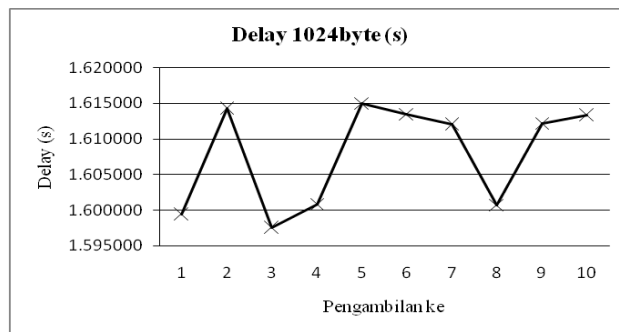
tersebut akan mengakibatkan nilai *jitter* juga semakin besar. Sedangkan nilai *jitter* yang terkecil terjadi saat pengukuran keempat yaitu 0,001192 detik, hal ini disebabkan karena saat proses transmisi simpangan atau selisih *delay* saat pengukuran sangat kecil. J sepanjang proses transmisi paket data *delay* yang dihasilkan konstan, maka *jitter* yang dihasilkan juga akan semakin baik.

Bit rate adalah jumlah *byte* yang diterima per *total time*. Sementara untuk mengetahui jumlah *byte* yang diterima, maka total paket dikalikan dengan ukuran paket yang digunakan dalam satuan bit. Dimana 1 *byte* adalah 8 bit. Berdasarkan pengukuran, *bit rate* yang dihasilkan bervariasi. Hal ini disebabkan karena *total time* setiap pengukuran berbeda dan total paket yang diterima juga berbeda. *Total time* adalah perbedaan waktu terima dari paket terakhir dan paket pertama. Pada saat pengukuran, terdapat total paket saat diterima melebihi total paket yang seharusnya yaitu 10000 paket. Hal ini dapat terjadi karena ketidak sempurnaan *software* D-ITG dalam membangkitkan data yang akan dikirim. Idealnya, saat ingin mengirimkan 1000 paket data dalam durasi waktu 10 detik, paket yang akan diterima adalah 10000 paket data. Ketidaksempurnaan *software* dalam membangkitkan data dapat dilihat pada grafik, dimana total paket yang diterima adalah 10049 dan 10035. Hal ini dapat terjadi dikarenakan *software* yang digunakan adalah buatan manusia sehingga wajar saja terjadi kesalahan. Berdasarkan grafik *bit rate* yang terbesar terjadi saat pengukuran terakhir yaitu 4,116 Mbps. Hal ini disebabkan karena pada saat mengirimkan total paket sebesar 1000 paket dalam durasi waktu 10 detik, *total time* yang diperlukan agar data tersebut dapat diterima adalah 9,949 detik. Sedangkan untuk *bit rate* yang terendah terjadi saat pengukuran kesembilan yaitu 4,035 Mbps. Hal tersebut

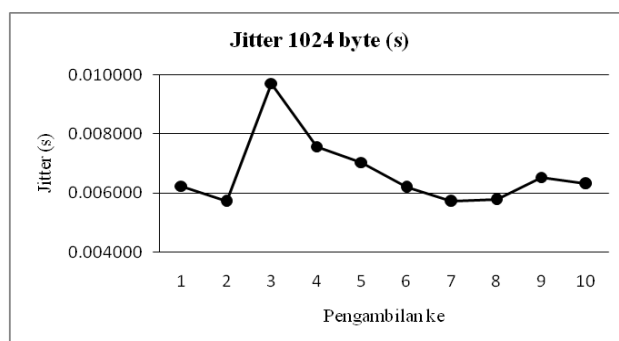
terjadi karena *total time* saat paket data diterima lebih lama waktunya yaitu 10,149 detik.

Berdasarkan data yang didapat selama 10 kali pengambilan data, diperoleh bahwa agar data dapat diterima pada penerima dalam durasi 10 detik ukuran paket data 512 *byte* memiliki *bit rate* rata-rata sebesar 4,0895 Mbps dengan *delay* 1,4325 detik dan *jitter* 0,001219 detik.

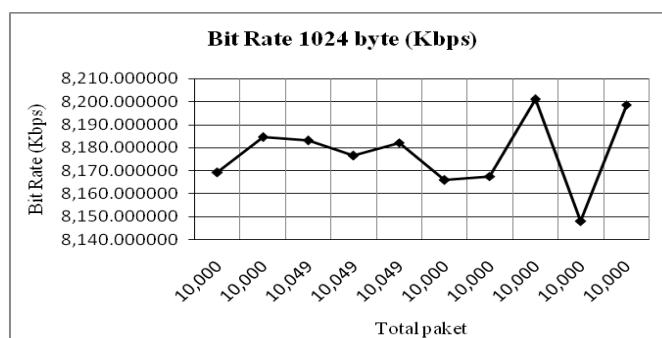
2. Hasil Pengukuran untuk ukuran paket 1024 *byte*



a. Grafik *Delay*



b. Grafik *Jitter*

a. Grafik *Bit Rate*Gambar 30. a. Grafik *Delay*, b. Grafik *Jitter*, c. Grafik *Bit Rate*

Delay adalah waktu tunda yang diperlukan suatu paket data untuk sampai ke penerima. Semakin kecil *delay* yang dihasilkan berarti semakin baik pula proses transmisi paket data dari pengirim ke penerima. Berdasarkan gambar 30 nilai *delay* yang dihasilkan tidak ada yang konstan, hal ini disebabkan karena selama proses transmisi data terjadi kepadatan pengguna jaringan yang menyebabkan panjangnya antrian sehingga data yang akan dikirimkan mengalami penundaan. Berdasarkan data grafik yang diperoleh, *delay* yang tertinggi adalah 1,614 detik. Hal ini dapat terjadi dikarenakan pada saat proses transmisi terjadi kepadatan pengguna trafik pada jaringan tersebut. Karena kepadatan pengguna tersebut menyebabkan panjangnya antrian paket data yang akan dikirimkan. *Delay* yang terendah adalah 1,597 detik, hal ini bisa saja terjadi karena selama proses transmisi jumlah pengguna jaringan tidak terlalu banyak sehingga dalam proses transmisi, data yang akan dikirimkan tidak mengalami *delay* yang lama akibat antrian jaringan.

Jitter merupakan variasi *delay* yang terjadi akibat selisih waktu atau interval kedatangan paket pada penerima. Berdasarkan data grafik, nilai *jitter* tertinggi

yaitu 0.009720 detik. Hal ini dapat terjadi dikarenakan selisih waktu atau interval kedatangan paket pada penerima besar. Semakin besar interval waktunya maka nilai *jitter* akan semakin besar. *Jitter* dapat terjadi karena proses transmisi yang tidak sempurna. Tumbukan antar paket dan kemacetan jaringan yang terjadi selama proses transmisi menjadi penyebab terjadinya *jitter*. Selain itu media transmisi menjadi penyebab terjadinya *jitter*, hal ini dikarenakan apabila media transmisi yang digunakan mengalami gangguan maka akan menyebabkan *delay* yang bervariasi dan interval waktu kedatangan paket akan semakin besar. Oleh karena itu agar *jitter* yang dihasilkan tidak semakin besar maka sebaiknya interval waktu kedatangan paket harus konstan. Semakin tinggi nilai *jitter* maka dapat menyebabkan *error* pada data yang akan ditransmisikan.

Total paket yang diterima tidak semuanya berjumlah 10000 paket. Total yang diterima adalah 10049 paket yang seharusnya diterima adalah 10000 paket data. Hal ini disebabkan karena kinerja *software* yang tidak berjalan sebagaimana mestinya. Apabila total paket yang diterima tidak sesuai dengan yang seharusnya akan menyebabkan semakin besarnya standar deviasi *delay* yang dihasilkan. Dimana dalam hal ini standar deviasi *delay* digunakan untuk mengetahui seberapa jauh penyimpangan *delay* saat proses transmisi data. Dengan adanya penambahan total paket akan menyebabkan *bit rate* yang dihasilkan juga akan berbeda-beda. Selain dipengaruhi oleh total paket yang diterima *bit rate* juga dipengaruhi oleh total waktu dimana data yang dikirimkan sampai pada penerima. Berdasarkan data grafik pada gambar 30, *bit rate* yang paling tinggi terjadi disaat pengukuran kedelapan. Dimana total paket yang diterima sama dengan total paket yang diterima dengan total waktu transmisi 9,989 detik. Sedangkan *bit rate* yang

terendah terjadi saat pengukuran kesembilan yaitu 8,148 Mbps. *Bit rate* setiap data dapat berbeda-beda dikarenakan *bit rate* dipengaruhi oleh *delay*, total paket yang diterima, dan total waktu selama proses transmisi. Untuk idealnya, sebuah jaringan yang memiliki kualitas yang baik adalah memiliki *bit rate* yang tinggi dengan *delay* dan *jitter* yang kecil.

Berdasarkan data yang didapat selama 10 kali pengambilan data, diperoleh bahwa agar data dapat diterima pada penerima dalam durasi 10 detik ukuran paket data 1024 *byte* memiliki *bit rate* rata-rata sebesar 8,1776 Mbps dengan *delay* 1,6078 detik dan *jitter* 0,006679 detik.

Packet Loss berdasarkan data yang telah diambil bernilai nol. Hal ini dikarenakan dari sifat dari *Transmission Control Protocol* (TCP). Selain dikarenakan sifat dari TCP, paket drop yang dihasilkan dapat bernilai nol dapat dibuktikan dari data hasil percobaan, dimana tidak adanya paket yang berkurang hingga paket tersebut sampai kepada penerima.