

ANALISIS KINERJA TEKNIK *CARRIER IN CARRIER* (CnC) PADA SISTEM KOMUNIKASI SATELIT TETAP DI OPERASI RIG PENGEBORAN LEPAS PANTAI

R. Yovi Manova Mansur

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya, Indonesia.
Email: yovi.manova@umtas.co.id

Abstrak

Operasi rig pengeboran sumur migas di lepas pantai merupakan salah satu jenis pekerjaan yang intensif di dunia, karena selain memiliki risiko pekerjaan yang berbahaya juga membutuhkan biaya sewa harian yang tinggi. Untuk itu dibutuhkan sarana pendukung operasi yang handal, termasuk sistem komunikasi. Sistem komunikasi di Rig biasanya menggunakan sistem komunikasi satelit, atau sering disebut sistem *Very Small Aperture Terminal* (VSAT). Saat ini sistem komunikasi membutuhkan lebar pita kanal yang besar untuk mengakomodasi kebutuhan banyak aplikasi, baik telepon, surel, internet dan sistem monitoring *real-time*. Biaya terbesar pada sistem VSAT adalah pita kanal atau transponder. Jika dibandingkan dengan biaya operasional harian rig tentu sangat rendah, namun efisiensi harus dilakukan di setiap biaya operasional, termasuk VSAT. Salah satu teknik untuk mengurangi pemakaian lebar pita kanal transponder adalah *Carrier in Carrier* (CnC), yang dapat mengurangi lebar pita transponder hingga 40%. Pada penelitian ini, kinerja Teknik CnC di sebuah rig pengeboran dianalisis. Analisis menunjukkan bahwa teknik CnC kurang bagus jika digunakan pada operasi yang intensif di rig pengeboran lepas pantai, namun masih mungkin digunakan pada operasi lain yang tidak intensif.

Kata Kunci: VSAT, CnC, Rig, Satelit komunikasi.

Abstract

The operation of offshore oil and gas wells drilling rig is one of the intensive work in the world, because it has the high risk operation and requires high daily rental cost. The operation support system is required to have high reliability, including communication system. The communication system at Rig is usually use a satellite communication system, or seldom called as a *Very Small Aperture Terminal* (VSAT) system. Recently the communication system required high bandwidth to accommodate the requirement many applications, such as telephony, e-mail, internet and real time monitoring system. The most expensive cost in VSAT system is the bandwidth or transponder cost, compare to Rig daily cost it will very small, but efficiency must be applied to any operational cost, including VSAT. One of the techniques available to reduce the transponder bandwidth is *Carrier in Carrier* (CnC), which can reduce the use of transponder bandwidth in conventional mode by 40%. In this research, the performance of CnC technique at a drilling rig is being analysed. The analysis shown that CnC technique is not quite good for intensive operation at offshore drilling rig, but it may still acceptable for other non-intensive operation.

Keywords: VSAT, CnC, Rig, Satellite Communication.

1. Pendahuluan

Operasi rig pengeboran sumur migas di lepas pantai merupakan salah satu jenis pekerjaan yang intensif, karena selain memiliki risiko pekerjaan yang berbahaya juga membutuhkan biaya sewa harian yang tinggi, mencapai US\$75.000 per hari untuk rig *Jack up* di Asia

Tenggara [1]. Agar tidak terjadi keterlambatan operasi atau bahkan kecelakaan kerja yang menyebabkan kerugian biaya yang tinggi, dibutuhkan sarana pendukung operasi yang handal.

Salah satu sarana pendukung operasi rig pengeboran adalah sarana komunikasi. Karena lokasinya di lepas pantai yang jauh dari infrastruktur telekomunikasi umum, maka sistem komunikasi satelit atau sering disebut dengan VSAT (*Very Small Aperture Terminal*) merupakan satu-satunya pilihan.

Saat ini aplikasi komunikasi semakin beragam, mulai dari komunikasi telepon, surat elektronik, internet, dan bahkan sistem monitor langsung operasi pengeboran. Semua aplikasi tersebut dibutuhkan untuk membuat keputusan setiap pekerjaan yang berlangsung terus menerus selama 24 jam, karenanya selalu dibutuhkan setiap saat. Namun banyaknya aplikasi berarti pula semakin besar pula lebar pita transponder yang dibutuhkan, padahal pada sistem komunikasi satelit biaya terbesar terletak pada lebar pita transponder yang digunakan. Saat ini biaya sewanya pita transponder bisa mencapai US\$2700/MHz per bulan [2].

Jika dibandingkan dengan biaya operasional keseluruhan operasi Rig biaya ini memang relatif kecil, namun prinsip efisiensi biaya tetap harus diterapkan dari setiap biaya operasi, karenanya sistem komunikasi pun tetap harus melakukan efisiensi dengan tetap mempertahankan kualitas sistem dan kinerjanya.

Beberapa teknologi dapat diterapkan pada sistem komunikasi satelit untuk mengurangi biaya operasionalnya, salah satunya adalah teknik *Carrier in Carrier* (CnC). Teknik ini dapat menghemat lebar pita transponder hingga 40% dengan kecepatan transmisi data yang sama.

Pada penelitian ini, peneliti mengamati dan menganalisis kinerja teknik CnC yang digunakan pada kondisi operasional yang intensif. Selanjutnya, menguji efektifitas kinerja teknik CnC, khususnya pada penghematan biaya sewa pita frekuensi/ transponder satelit jika dibandingkan dengan kinerja sebenarnya.

2. Landasan Teori

2.1 Sistem Komunikasi Satelit

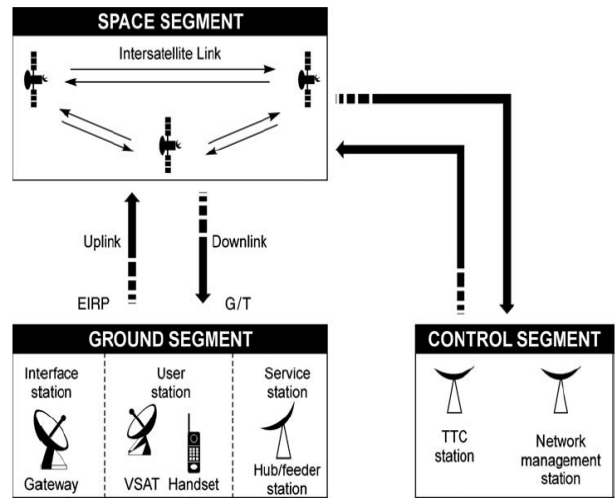
Sistem komunikasi satelit terdiri dari segmen stasiun luar angkasa, segmen pengendali dan segmen darat [3] seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1**.

Uplinks dan *downlinks* merupakan frekuensi radio yang termodulasi. Pada komunikasi digital kinerja link menggunakan dasar ukuran *bit error rate* (BER) dan biasanya diukur berdasarkan rasio E_b/N_0 , yaitu rasio antara energi per bit terhadap kerapatan *noise*.

2.2 Very Small Aperture Terminal (VSAT)

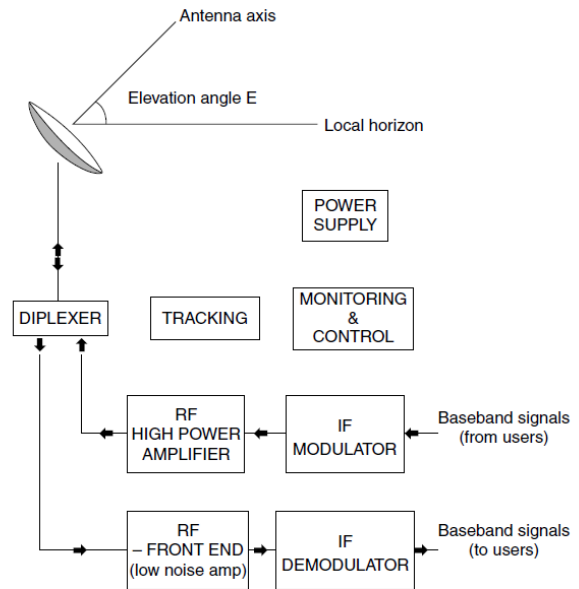
VSAT merupakan perangkat stasiun bumi yang memiliki ukuran diameter kurang dari 2.4m [4]. VSAT biasanya digunakan pada fasilitas komunikasi *private*, dan biasanya digunakan untuk komunikasi dua arah untuk

menghubungkan kantor operasi di tempat terpencil. Konfigurasi perangkat VSAT ditunjukkan **Gambar 2**.



Gambar 1: Segmen Sistem Komunikasi Satelit [3].

Metode akses yang populer digunakan adalah FDMA (*Frequency Division Multiple Access*), karena membutuhkan lebih sedikit daya pancar. TDMA (*Time Division Multiple Access*) juga banyak digunakan namun dianggap tidak efisien karena kepadatan disisi *uplink* kecil. Metode lainnya adalah DAMA (*Demand Assign Multiple Access*), dan CDMA (*Code Division Multiple Access*).

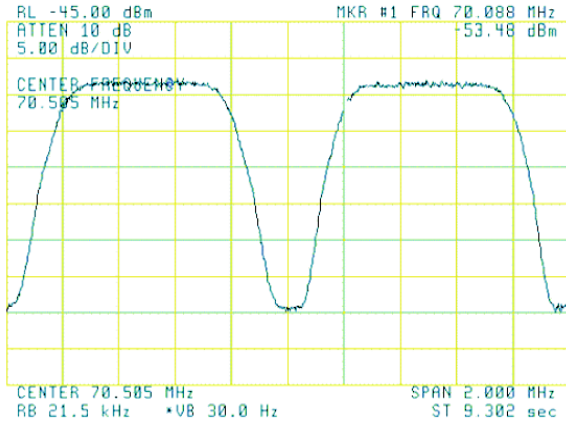


Gambar 2: Konfigurasi perangkat VSAT [3].

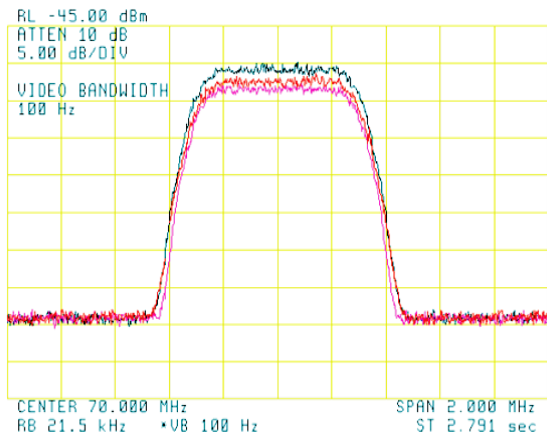
2.3 Teknik Carrier in Carrier (CnC)

Teknik CnC adalah salah satu teknik penghematan lebar pita frekuensi di sistem komunikasi satelit yang memanfaatkan teknik *adaptif cancelation* yang membuat sinyal *carrier transmit* dan penerimaan dapat menggunakan pita frekuensi yang sama [5].

Gambar 3 menunjukkan tipikal *link* satelit dua arah penuh dimana dua sinyal *carrier* berdekatan satu sama lain. Sedangkan, **Gambar 4** menunjukkan dua sinyal *carrier* operator yang tumpang tindih, sehingga berbagi spektrum yang sama.



Gambar 3: Sinyal Carrier SCPC (*Single Channel Per Carrier*) konvensional [5].

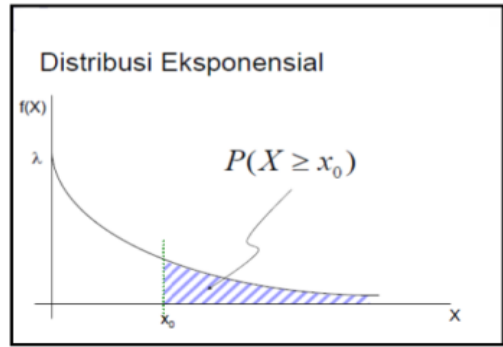


Gambar 3: Sinyal Carrier SCPC (*Single Channel Per Carrier*) dengan CnC [5].

Teknik *Carrier in Carrier* menghasilkan efisiensi spektrum dengan menggunakan Teknik Modulasi dan koreksi yang rendah, Secara teoritis efisiensi spektrum dan daya yang dapat dihasilkan adalah 50%, namun dari pengujian link simetris dengan modulasi QPSK, LDPC 2/3 penghematan maksimum yang bisa didapat adalah 40% baik spektrum maupun daya pancar [5].

2.4 Distribusi Eksponensial

Probabilitas data dapat didekati menggunakan distribusi kontinyu eksponensial. Distribusi ini digunakan untuk memodelkan kasus selang waktu antara dua kejadian dari suatu peristiwa (waktu antara kedatangan). **Gambar 5** menunjukkan Grafik distribusi eksponensial secara detail.



Gambar 4: Grafik Distribusi Eksponensial

Persamaan umum distribusi eksponensial adalah sebagai berikut [6-10]:

$$f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x}; & x \geq 0 \\ 0; & x < 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{Rata-rata } (\mu) = \frac{1}{\lambda} \quad (2)$$

$$\text{Standar deviasi } (\delta) = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \quad (3)$$

Maka persamaanya menjadi ,

$$P(X \geq x_0) = 1 - e^{-\lambda x_0} \quad (4)$$

dimana,

X = interval rata-rata

λ = parameter rata-rata

x₀ = rata-rata sampel yang ditanyakan

e = eksponensial = 2,71828

2.5 Transformasi Arcsin

Transformasi *Arcsin* digunakan apabila data dinyatakan dalam bentuk persentase atau proporsi. Umumnya data yang demikian mempunyai sebaran binomial [11-12]. Rumus Transformasi *Arcsin* adalah

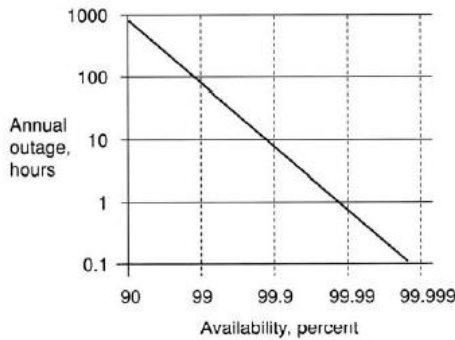
$$X' = ArcSin\left(\frac{X^2}{100}\right)\left(\frac{180}{\pi}\right) \quad (5)$$

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deduktif, dimana peneliti akan membuktikan jika penggunaan teknik *Carrier in Carrier* pada sistem komunikasi satelit tetap di operasi rig pengeboran memberikan efisiensi tanpa menurunkan kinerja link tersebut.

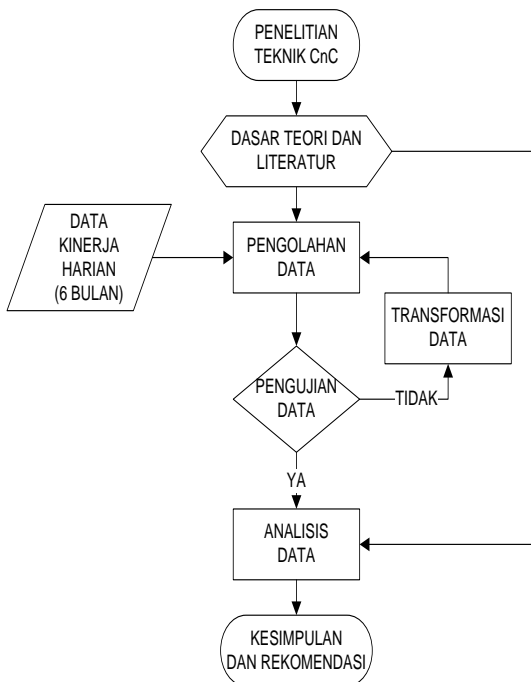
Penelitian dilakukan di lokasi stasiun bumi rig lepas pantai, yaitu dengan mengumpulkan data performa link dan melakukan pengujian transmisi data secara penuh pada saat-saat tertentu. Performa link yang didata adalah kinerja sistem komunikasi melalui utilitas TCP/IP Ping (*Packet Internet Gopher*) dari router yang di monitor.

Untuk kinerja sistem batasan minimal yang digunakan adalah 99% [13], atau setara dengan 87.6 jam dalam satu tahun. Grafik secara lengkap dapat dilihat pada **Gambar 6** di bawah ini.



Gambar 5: Kinerja Sitem Komunikasi Satelit [13].

Pengumpulan data dilakukan selama enam bulan, untuk selanjutnya dianalisis dan diambil kesimpulan hasilnya jika dibandingkan dengan referensi teori. Selanjutnya dengan pendekatan teori probabilitas dan statistik maka dapat dihitung probabilitas kinerja sistem berdasarkan data yang telah dikumpulkan. Alur penelitian dapat dilihat pada **Gambar 7** di bawah ini.



Gambar 6: Diagram Proses Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

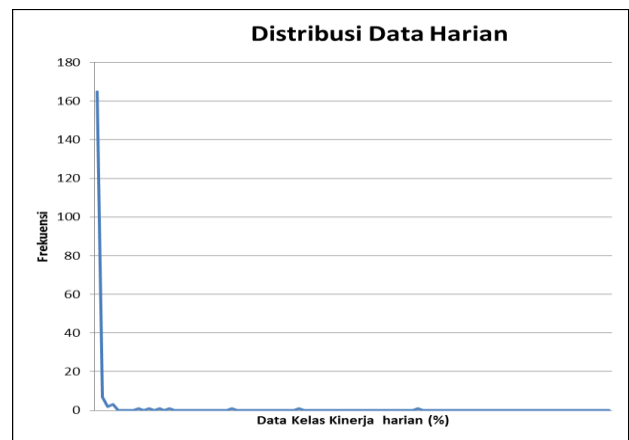
Tabel 1 menunjukkan kinerja sistem bulanan selama masa pengamatan dan pengumpulan data. Kinerja sistem dipisahkan sesuai dengan penyebab terjadinya gangguan, yaitu gangguan karena frekuensi radio dan gangguan bukan karena masalah frekuensi radio. Dimana selanjutnya data yang akan digunakan hanya jika gangguan berhubungan dengan frekuensi radio saja.

Pada **Tabel 1** selama enam bulan operasi, rata-rata Kinerja sistem komunikasi satelit (VSAT) dengan teknik CnC hanya mencapai Kinerja 96.70%. Jika melihat gangguan yang berhubungan dengan gangguan frekuensi radio dan sinkronisasi sistem, sebesar 98.29 %.

Jika merunut kepada besaran minimum standar kinerja sebesar 99% maka sistem dengan teknik CnC ini berada dibawah batas normalnya.

Selama masa pengamatan, sistem mengalami gangguan frekuensi sebanyak 17 kali dengan rata-rata durasi gangguan harian sebesar 166.71 menit per kejadian atau 27.17 menit rata-rata per hari operasional.

Berikut adalah kinerja sistem harian selama masa pengamatan dan pengumpulan data. Pada **Gambar 8** terlihat bahwa data tidak terdistribusi dengan normal, untuk itu data awal ditransformasikan menggunakan transformasi ArchSin.



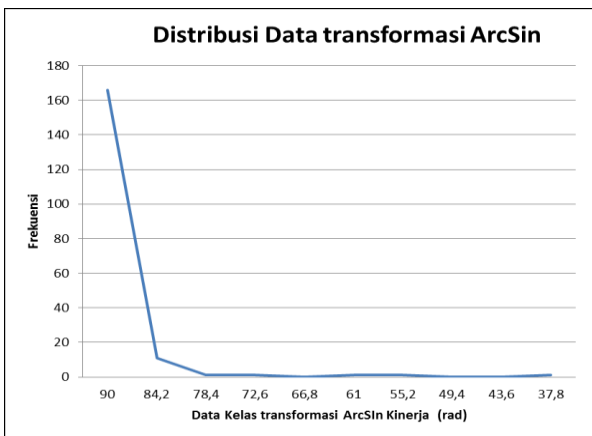
Gambar 7: Grafik distribusi kinerja harian dengan kelas persentase

Selanjutnya, Pada **Gambar 8** menunjukkan Grafik Distribusi kinerja harian dengan transformasi ArcSin. Dapat dilihat bahwa data terdistribusi secara eksponensial sehingga dengan menggunakan pendekatan persamaan (1) kita memperoleh nilai rata-rata (μ) = 87.65 dan standar deviasi (δ) = 6.17. Dengan menggunakan persamaan (2) maka kita dapat memperoleh nilai

$$\lambda = \frac{1}{\mu} = 0.0114$$

Tabel 1: Kinerja Sistem Komunikasi VSAT dengan CNC selama Maret-Agustus 2016

No	Bulan	Rata-rata Kinerja	Total Downtime	Gangguan Radio Frekuensi (RF)		Gangguan Non-RF	
		% per bulan	(Menit)	(Menit)	(%)	(Menit)	(%)
1	Mar 2016	96.29%	1655.57	1655.57	3.71%	0.00	0.00%
2	Apr 2016	99.82%	79.34	79.34	0.18%	0.00	0.00%
3	Mei 2016	99.47%	235.30	235.30	0.53%	0.00	0.00%
4	Jun 2016	91.68%	3593.44	2484.21	5.75%	1109.23	2.57%
5	Jul 2016	93.02%	3114.88	14.85	0.03%	3100.03	6.85%
6	Agu 2016	99.94%	26.21	26.21	0.06%	0.00	0.00%
Rata-rata		96.70%		749.25	1.71%		1.57%



Gambar 9: Grafik Distribusi kinerja harian dengan transformasi ArcSin

Dengan batas kinerja sebesar 99%, maka jika ditransformasikan ke dalam bentuk ArcSin maka X' batas = 84.6. Maka Probabilitas $X \geq 99\%$ menjadi:

$$\begin{aligned}
 P(x' \geq 84.6) &= 1 - e^{-\lambda x'} \\
 &= 1 - e^{-(0.0114)(84.6)} \\
 &= 1 - e^{-0.9652} \\
 &= 1 - 0.3809 \\
 &= 0.6191 \\
 &= 61.91\%
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

Maka probabilitas terjadinya kinerja $\geq 99\%$ hanya **61.91%** atau lebih kecil. Jika kita menginginkan probabilitas terjadinya sebesar 99% maka kinerja minimum dapat di hitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 1 - e^{-\lambda x'} &= 0.99 \\
 e^{-\lambda x'} &= 0.01 \\
 -\lambda x' &= \ln 0.01 = -4.605
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

Sehingga, kita mendapatkan nilai x' di bawah ini:

$$x' = \frac{4.605}{\lambda} = \frac{4.605}{0.0114} = 403.96
 \tag{8}$$

Dengan menggunakan persamaan (5), maka persamaan menjadi:

$$403.96 = \text{ArcSin} \left(\frac{X^2}{100} \right) \left(\frac{180}{\pi} \right)
 \tag{9}$$

$$\begin{aligned}
 X &= \sqrt{\sin(2.24\pi)} = 0.9128 \\
 X &= 91.28\%
 \end{aligned}$$

Jadi berdasarkan data dengan probabilitas 99%, sistem Komunikasi satelit dengan teknik *Carrier in Carrier (CnC)*, kinerja sistem akan berkisar antara 91.28% hingga 100%, atau akan tetap mengalami kinerja sistem terendah 91.28%.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian di atas, maka kinerja teknik CnC kurang tepat digunakan pada kondisi operasional yang intensif, karena memiliki kinerja operasional yang rendah dibawah 99%, serta rentan mengalami gangguan.

Pemanfaatan teknik CnC dapat menghemat biaya lebar pita transponder satelit, namun untuk operasional yang intensif seperti operasi rig pengeboran lepas pantai maka penghematan tidak sebanding dengan kerugian yang terjadi akibat terhambatnya pekerjaan.

Pada teknik CnC rentan gangguan disisi frekuensi radio (*Transmit dan Receive*), hal ini dapat disebabkan karena sistem memerlukan sinkronisasi tambahan di sisi modem untuk mengatur waktu dari proses *adaptive cancellation*.

Daftar Pustaka

1. IHS Markit, (2016). *IHS Petrodata Offshore Rig Day Rate Trends*.
<https://www.ihm.com/products/oil-gas-drilling-rigs-offshore-day-rates.html>
2. P. Revillon dan S. Chenard, *Assessment Of C-Band Usage In Asian Countries*, France: Euroconsult (2014).
3. G. Maral dan M. Bousquet., *Satellite communications systems (5th ed.)*, West Sussex: John Wiley & Sons Ltd (2009).
4. D. Roddy, *Satellite communications (3rd ed.)*, New York: The McGraw-Hill Companies, Inc (2001).
5. Comtech EF Data Corporation, *Optimizing Satellite Communications Using DoubleTalk® Carrier-in-Carrier® & CDM-625 Advanced Satellite Modem*, Arizona : Comtech EF Data Corporation (2010).
6. L. J. Bain dan M. Engelhardt, *Introduction To Probability And Mathematical Statistics*, US: Duxbury Press (1992).
7. R. L. Ott, dan M. T. Longnecker., *The analysis of covariance." An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis. 5th ed.* California: Duxbury, Pacific Grove (2001).
8. G. Casella dan R. L. Berger, *Statistical Inference*. California: Pasific Grove (1990).
9. E. R. Walpole dan H. M. Raymond, *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur*, Bandung: Penerbit ITB, (1995).
10. W. Feller, *An introduction to probability theory and its application*, London: John Wiley & Sons (1968).
11. E. T. Lee dan J. Wang. *Statistical methods for survival data analysis*. New York: John Wiley & Sons (2003).
12. D. A. Powers, dan Y. Xie. *Statistical methods for categorical data analysis*. Vol. 106. New York: Academic Press (2000).
13. B. Elbert, *Introduction to Satellite Communication*, Norwood MA: Artech House, Inc (2008).