

Analisis Utilisasi *Bandwidth* dan *Power* pada Modulasi QPSK *Transponder* *Extended C-Band* Transmisi *Loopback* pada Satelit Telkom 3S

Bandwidth and Power Utilization Analysis on QPSK Transponder Modulation Extended C- Band Loopback Transmission on Telkom 3S Satellite

Intan Rizqiyani Nur Faizah^{1,*}, Imam Muhammadi Pradono Budi², Shinta Romadhona³

^{1,2,3}*Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi,
Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
JL. DI Panjaitan No.128 Purwokerto, 53147, Jawa Tengah, Indonesia*

^{1,*}Penulis Korespondensi : 16101019@ittelkom-pwt.ac.id,

² imam@ittelkom-pwt.ac.id, ³ shinta@ittelkom-pwt.ac.id

Received on 28-01-2020, accepted on 20-10-2020, published on 31-01-2020

Abstrak

Sistem komunikasi satelit memiliki jangkauan yang sangat luas. *Bandwidth* dan *power* merupakan sumber daya yang terbatas dan mahal sehingga diperlukan adanya optimalisasi utilisasi *bandwidth* dan *power*. Kondisi optimalisasi adalah apabila perbandingan persentase jumlah *carrier bandwidth* dan *power* 1:1. Kondisi optimalisasi dipengaruhi oleh perhitungan *link budget*, penggunaan modulasi yang tepat dan pengaturan FEC. Teknik modulasi QPSK, dengan FEC yang digunakan adalah $\frac{3}{4}$, $\frac{7}{8}$, dan 0,93 menggunakan antena *Hub* 9 m dan VSAT SCPC berdiameter 2,4 m dan *data rate* sebesar 1024 kbps. Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan hasil perbandingan jumlah *carrier bandwidth* dan jumlah *carrier power* pada modulasi QPSK yang paling baik untuk digunakan adalah pada FEC 0,93 sekalipun belum mencapai kondisi optimalisasi dengan nilai persentase yang dihasilkan sebesar 65,7 %. Sedangkan, FEC yang paling buruk untuk digunakan adalah FEC $\frac{3}{4}$ dengan hasil persentase sebesar 52,2 %.

Kata Kunci: Satelit Telkom 3S, *Bandwidth*, *Power*, FEC, QPSK.

Abstract

Satellite communication systems have a very wide range. Bandwidth and power are limited and expensive resources, so it is necessary to optimize the utilization of bandwidth and power. The optimization condition is when the ratio of the percentage of the number of carrier bandwidth and power is 1:1. Optimization conditions are influenced by link budget calculations, use of appropriate modulation and FEC settings. The QPSK modulation technique, with the FEC used is $\frac{3}{4}$, $\frac{7}{8}$, and 0.93 using a 9 m Hub antenna and a 2.4 m diameter VSAT SCPC and a data rate of 1024 kbps. Based on the results of this study, the results of the comparison of the number of carrier bandwidth and the amount of carrier power in the QPSK modulation are the best to use is the FEC 0.93 even though it has not yet reached the optimization condition with the resulting percentage value of 65.7%. Meanwhile, the worst FEC to use is FEC with a percentage yield of 52.2%.

Keywords: Telkom 3S Satellite, *Bandwidth*, *Power*, FEC, QPSK.

I. PENDAHULUAN

Sistem komunikasi satelit memiliki kapasitas yang besar dan memiliki kecepatan yang tinggi, serta dapat menjangkau sampai ke wilayah terpencil. Pengoperasian suatu satelit *bandwidth* dan *power* menjadi parameter utama. Terdapat dua kondisi kapasitas *transponder* yaitu bisa merupakan *bandwidth limited* atau *power limited*. Kondisi yang paling baik adalah saat berada pada kondisi optimum, dimana persentase penggunaan *bandwidth* setara dengan persentase pemakaian *power limited* [1].

Persentase utilisasi *bandwidth* dan *power* selalu berbeda persentasenya padahal untuk mencapai kondisi optimalisasi nilai jumlah *carrier bandwidth* harus sama jumlah *carrier power*. Kondisi optimalisasi *bandwidth* dan *power* dapat dicapai dengan menggunakan modulasi dan FEC yang tepat, perhitungan *link budget* [2]. Sehingga, pemilihan modulasi sangat berpengaruh dalam mencapai kondisi optimalisasi seperti menggunakan modulasi QPSK dengan FEC $\frac{3}{4}$, $\frac{7}{8}$, dan 0,93 menggunakan modem *Teledyne Paradise Datacom Satellite Modem* dengan transmisi *loopback* menggunakan antena hub berdiameter 9 m dan VSAT SCPC berdiameter 2,4 m yang dilakukan di PT. Aplikanusa Lintasarta. Sehingga penggunaan *bandwidth* dan *power* dapat digunakan dengan optimal, oleh karena itu biaya perusahaan dapat ditekan seminimal mungkin.

Pada penelitian ini, penulis melakukan sebuah analisis terhadap *bandwidth* dan *power* dengan perbandingan nilai FEC $\frac{3}{4}$, $\frac{7}{8}$, dan 0,93 pada teknik modulasi QPSK, dengan perhitungan *link budget end-to-end* untuk mendapatkan nilai optimum *transponder* satelit dengan biaya seminimal mungkin pada VSAT-SCPC yang dilakukan di Stasiun Bumi Indosat Jatiluhur, Purwakarta.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Bandwidth dan Power

Bandwidth atau lebar pita frekuensi merupakan *Roll off factor* dari jumlah bit dalam satu simbol yang terhitung kedalam kecepatan informasi (FEC). Dalam penghitungan *bandwidth* terdapat pengkodean *digital* yang berfungsi untuk deteksi dan koreksi kesalahan dan memperbaiki BER yang akan menunjukkan kesalahan pada transmisi *digital*. Pengkodeannya menggunakan FEC *coding*. FEC akan menambah jumlah *bit* yang dikirim sehingga *bit rate* meningkat tetapi tidak memperpanjang waktu transmisi [3].

$$BW_{occ} = \frac{\left(\frac{DR}{FEC}\right)}{Mod} \times (1 + Roll\ off\ factor) \quad (1)$$

$$Symbol\ Rate = \frac{\left(\frac{DR}{FEC}\right)}{Mod} \quad (2)$$

Di mana: DR, FEC, Mod, dan α adalah *Data Rate* (kbps), *Forward Error Correction* [4], Modulasi, dan *Roll off factor* ($0 \leq \alpha \leq 1$) [3].

Dari segi *bandwidth* dapat dilihat jumlah *carrier* dalam satu *transponder* yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$jumlah\ carrier = \frac{BW_{xpdtr}}{BW_{ALL}} \quad (3)$$

Sedangkan, untuk menghitung operasi *power transponder* sebagai berikut:

$$Power_{Sat.Operasi} = EIRP_{Sat.Saturasi} - OBO \quad (4)$$

Dari segi *power*, jumlah *carrier* dalam satu *transponder* dapat dirumuskan dengan:

$$Jumlah\ Carrier = EIRP_{Sat.Saturasi} - OBO + Power\ occupied \quad (5)$$

$$\text{perbandingan BW dan PWR} = \frac{\text{jumlah carrier bandwidth}}{\text{jumlah carrier power}} \times 100\% \quad (6)$$

Di mana BW_{OCC} , OBO , BW_{XPNDR} , dan $EIRP_{\text{Sat.Saturasi}}$ adalah *Bandwidth Occupied*, *Output Backoff*, *Bandwidth Transponder*, dan *Effective Isotropic Radiated Power Satelit Saturasi* [3].

B. Teknik Modulasi QPSK

Pada modulasi QPSK atau *Quadrature Phase Shift Keying* sinyal pembawa mempresentasikan empat keadaan fasa untuk menyatakan empat simbol, dengan satu simbol terdiri atas dua bit yaitu “00”, “01”, “10”, dan “11”. Pada modulasi QPSK nilai $m = 2$ yang berarti $2^m = 4$ [5].

C. Satelit Telkom 3S

Komunikasi satelit memiliki jangkauan yang sangat luas yang bisa menjangkau daerah terpencil. Satelit Telkom 3S merupakan satelit milik Telkom Indonesia berada di orbit GEO (*Geostationary Earth Orbit*). Satelit Telkom 3S memiliki lintasan berbentuk lingkaran dengan sumbu rotasi yang sama dengan bumi dan ditempatkan pada posisi yang berada di atas equator. Jangkauan Satelit Telkom 3S adalah seluruh wilayah Indonesia, Asia tenggara, dan juga sebagian Asia Timur. Peluncuran satelit Telkom pada tanggal 15 Februari 2017 pada pukul 04.39 WIB di *Guiana Space Center, Kourou, Guyana* Perancis dengan menggunakan roket Ariane 5 ECA VA235 milik perusahaan peluncur satelit yaitu *Arianespace Europe*. Satelit Telkom 3S berada di posisi orbit 118° dengan umur satelit 17 tahun dan bermassa 3550 kg.

D. VSAT SCPC (Single Channel Per Carrier)

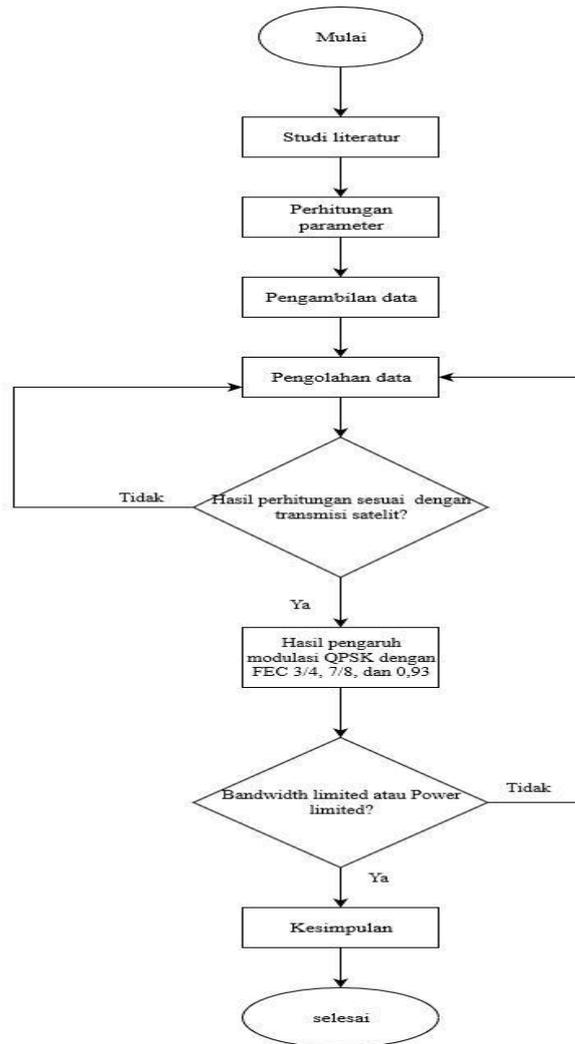
SCPC atau *Single Channel per Carrier* merupakan salah satu bentuk transmisi dari komunikasi satelit dimana proses transmisi dilakukan pada *single carrier* yang telah ditentukan sebelumnya. Pada SCPC dapat dilakukan *uplink* pada *transponder* yang sama dari banyak lokasi.

Setiap kanal suara pada SCPC memiliki *carrier* tersendiri yang dibagi menjadi 2 mode operasi sebagai berikut:

1. PAMA (*Permanent Assignment Multiple Access*) merupakan menggunakan frekuensi *carrier* dengan tujuan yang sudah tetap dan membutuhkan kelancaran hubungan yang cukup baik.
2. DAMA (*Demand Assignment Multiple Access*) memiliki frekuensi *carrier* dan tujuan komunikasi yang berubah-ubah tergantung pada frekuensi pembawa yang tersedia dan oleh komputer pengendalinya. Sistem DAMA sangat cocok untuk kota yang mempunyai system trafik yang rendah [6].

III. METODELOGI PENELITIAN

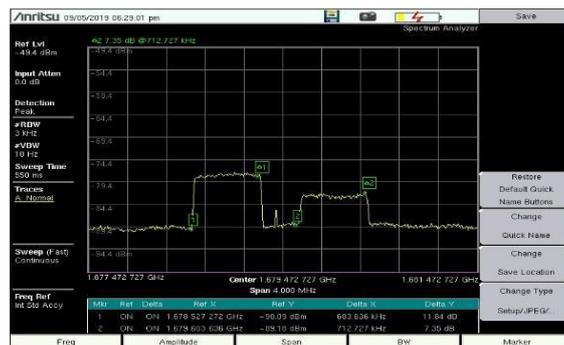
Penelitian ini menganalisis penggunaan *bandwidth* dan *power transponder C-Band* pada sebuah satelit tertentu guna untuk mendapatkan nilai optimalisasi satelit yang menggunakan teknik modulasi QPSK, 8-PSK dan simulasi untuk menunjukkan sinyal hasil perbandingan antara kedua modulasi tersebut. Model simulasi yang diimplementasikan dalam penelitian ini menggunakan program Sat Master. *Flowchart* penelitian dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1 Flowchart Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis utilisasi *bandwidth* dan *power* dilakukan dengan menggunakan dua teknik modulasi yaitu QPSK dengan nilai FEC sebesar $\frac{3}{4}$, $\frac{7}{8}$, dan $0,93$ pada *data rate* sebesar 1,024 Mbps. Transmisi satelit dilakukan dengan menggunakan antena hub berdiameter 9 m dan VSAT SCPC berdiameter 2,4 m secara *loopback* dengan menggunakan modem *Teledyne Paradise Datacom Satellite Modem*. Berdasarkan hasil transmisi satelit Telkom 3S didapatkan sinyal carrier dengan menggunakan modulasi QPSK pada FEC $\frac{3}{4}$ sebagai berikut :



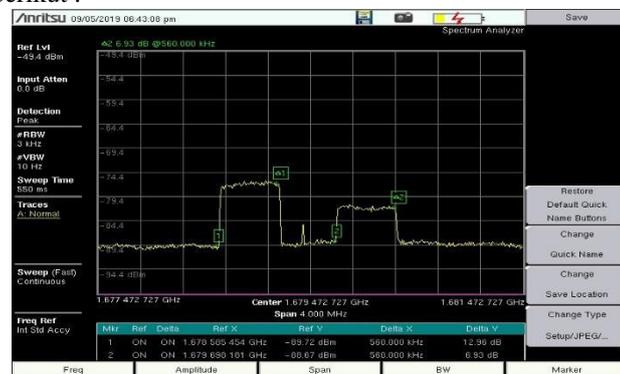
Gambar 2 Sinyal Carrier Modulasi QPSK FEC $\frac{3}{4}$.

Pada gambar 2 dapat dilihat bentuk sinyal *carrier* yang lebih besar merepresentasikan sinyal *carrier* yang dihasilkan oleh antenna hub 9 m sedangkan yang berada disampingnya merupakan representasi dari antenna diameter 2,4 m. Nilai *bandwidth* yang didapatkan pada transmisi satelit modulasi QPSK FEC ¾ adalah 683,636 kHz pada antenna 9 m, sedangkan pada antenna 2,4 m nilainya adalah 712,727 kHz. Sedangkan, *bandwidth occupied* yang telah dihitung di bab 3 dengan menggunakan QPSK FEC ¾ menghasilkan nilai sebesar 716,8 kHz Sehingga nilai *bandwidth* yang didapat dari hasil perhitungan rumus dan transmisi satelit hampir sama. Nilai C/N yang didapatkan oleh antenna berdiameter 9 m dengan menggunakan modulasi QPSK FEC ¾ adalah 11,84 dB yang sudah termasuk kedalam kategori *link* bagus. Sedangkan, untuk antenna 2,4 m mendapatkan nilai C/N sebesar 7,35 dB sedangkan dari hasil perhitungan dihasilkan nilai $\left(\frac{C}{N_0}\right)_{Up,HUB}^{-1}$ yang dihasilkan sebesar 15,34 dB, sedangkan $\left(\frac{C}{N_0}\right)_{Dn,REM}^{-1}$ sebesar 13,35 dB. Transmisi juga dilakukan dengan FEC sebesar 7/8:



Gambar 3 Sinyal Carrier Modulasi QPSK FEC 7/8.

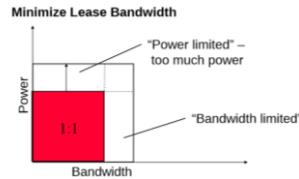
Nilai *bandwidth* yang didapatkan pada transmisi satelit modulasi QPSK FEC 7/8 adalah 618,181 kHz pada antenna 9 m, sedangkan pada antenna 2,4 m nilainya adalah 589,090 kHz. Nilai yang dihasilkan dari hasil transmisi satelit adalah 618,181 kHz sementara dari hasil perhitungan rumus adalah 614,399 kHz, sehingga nilai *bandwidth* yang didapat dari hasil perhitungan rumus dan transmisi satelit hampir sama maka sudah tepat nilai untuk perhitungan rumus. Sedangkan, nilai power yang dihasilkan pada antenna berdiameter 9 m menggunakan *power* sebesar -89,91 dBm, dan pada antenna berdiameter 2,4 m sebesar -89,00 dBm. Nilai C/N yang didapatkan oleh antenna berdiameter 9 m sebesar 12,35 dB yang sudah termasuk kedalam kategori *link* bagus. Sedangkan, antenna 2,4 m mendapatkan nilai C/N sebesar 7,07 dB. Hasil sinyal *carrier* untuk FEC 0,93 sebagai berikut :



Gambar 4 Sinyal Carrier Modulasi QPSK FEC 0,93.

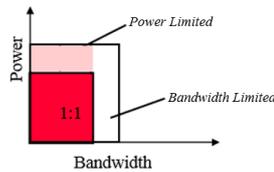
Nilai *bandwidth* yang didapatkan pada transmisi satelit modulasi QPSK FEC 0,93 adalah 560,000 kHz pada antenna 9 m, sedangkan pada antenna 2,4 m nilainya adalah 560,000 kHz, sementara dari hasil perhitungan rumus adalah 578,063 kHz sehingga nilai *bandwidth* yang didapat dari hasil perhitungan rumus dan transmisi satelit hampir sama maka sudah tepat nilai untuk perhitungan rumus. Nilai *power* yaitu untuk antenna berdiameter 9 m menggunakan *power* sebesar -89,72 dBm, sedangkan untuk antenna berdiameter 2,4

m menggunakan nilai *power* sebesar -88,67 dBm. Nilai C/N yang didapatkan oleh antenna berdiameter 9 m dengan menggunakan dengan FEC 0,93 adalah 12,96 dB yang sudah termasuk kedalam kategori *link* bagus. Sedangkan, untuk antenna 2,4 m mendapatkan nilai C/N sebesar 6,93 dB.



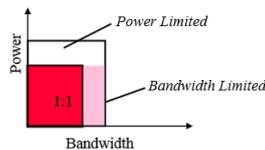
Gambar 5 Grafik Power Limited dan Bandwidth Limited.

Pada gambar 5 merupakan grafik optimalisasi nilai *bandwidth* dan *power* untuk menspesifikasikan apakah nilai transmisi pada modulasi dan FEC yang digunakan termasuk kedalam nilai *bandwidth limited* atau *power limited*. Penggunaan *bandwidth* dan *power* dikatakan mencapai optimalisasi apabila perbandingan diantara keduanya adalah 1:1. *Power limited* merupakan kondisi dimana dalam transmisi satelit menggunakan terlalu banyak *power* sehingga tidak mencapai nilai optimalisasi. Berikut merupakan grafik kondisi *power limited* :



Gambar 6 Grafik Power Limited.

Pada gambar 6 merupakan grafik representasi dari kondisi *power limited* dimana kondisi tersebut melebihi batas perbandingan 1:1 yang terlihat didalam grafik berwarna merah muda diatas perbandingan *power limited* dan *bandwidth limited*, sedangkan kondisi *bandwidth limited* dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 7 Grafik Bandwidth Limited.

Dikatakan *bandwidth limited* adalah apabila nilai perbandingan antara *power* dan *bandwidth* tidak 1:1 ini artinya *bandwidth* yang digunakan melebihi dari yang seharusnya. Nilai *bandwidth limited* dapat dilihat pada grafik berwarna merah muda ke arah samping.

Berdasarkan persamaan 2.6 untuk modulasi QPSK dengan FEC $\frac{3}{4}$ pada bagian *hub* didapatkan hasil 52,2 % dengan jumlah *carrier Bandwidth* sebesar 50,223 *carrier*, dan jumlah *carrier power* sebesar 96,09 *carrier*, dan dibagian *remote* didapatkan persentase sebesar 52,7 %. Sedangkan, pada FEC $\frac{7}{8}$ dihasilkan persentase perbandingan *bandwidth* dan *power* pada bagian *hub* sebesar 61%, dan pada *remote* sebesar 61,6%. Pada FEC 0,93 didapatkan hasil sebesar 65% pada bagian *hub*, dan 65,7% pada bagian *remote*. Sehingga, FEC yang terburuk untuk digunakan pada modulasi QPSK adalah FEC $\frac{3}{4}$ dengan nilai persentase yang paling sedikit, sementara pada FEC 0,93 masih dapat digunakan, namun untuk semua FEC yang digunakan termasuk kedalam kondisi *power limited* karena *power* yang digunakan terlalu banyak sehingga tidak optimal dan terjadi pemborosan penggunaan *power*.

Pada VSAT SCPC (*Single Channel per Carrier*) jenis PAMA setiap *carrier* dimodulasi oleh *voice* tunggal atau dari rendah ke medium *bit rate data*. Pada transmisi *voice*, sinyal *carrier* adalah alokasi *voice* dan hanya menggunakan 40% *power* atau menghemat 60% *power* pada *transponder* satelit. Namun,

berdasarkan hasil dari perhitungan dan transmisi satelit secara langsung didapatkan penggunaan *power* yang berlebih pada modulasi QPSK dengan FEC sebesar $\frac{3}{4}$ dimana jumlah *carrier power* mendapatkan yaitu pada *hub* didapatkan 96,09 *carrier* dimana lebih besar dari jumlah *carrier bandwidth* yang dihasilkan sebesar 50,223 *carrier*, dan pada *remote* didapatkan jumlah *carrier power* sebesar 95,18 *carrier*, sedangkan jumlah *carrier bandwidth* sebesar 50,223 *carrier*. Pada penelitian ini juga didapatkan kondisi optimal yaitu dengan menggunakan modulasi 8-PSK dengan FEC sebesar 0,93 dan didapatkan nilai perbandingan 1:1 dengan jumlah *carrier power* sebesar 96,03 *carrier* dan jumlah *carrier bandwidth* sebesar 93,415 *carrier* pada *hub*, dan jumlah *carrier power* sebesar 96,05 *carrier* dan jumlah *carrier bandwidth* sebesar 93,415 *carrier*.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh hasil perhitungan *link budget* yang dilakukan dengan menggunakan rumus dari perhitungan yang kemudian dibandingkan dengan hasil transmisi satelit secara langsung dihasilkan FEC yang paling layak digunakan pada modulasi QPSK dengan *data rate* sebesar 1024 kbps pada Satelit Telkom 3S adalah pada FEC 0,93 yang menghasilkan persentase sebesar 65%, pada bagian *hub* dengan jumlah *carrier bandwidth* sebesar 62,276 *carrier* dan jumlah *carrier power* sebesar 95,72 *carrier*, dan pada bagian *remote* sebesar 65,7% dengan jumlah *carrier bandwidth* sebesar 62,276 *carrier*, dan jumlah *carrier power* sebesar 94,67 *carrier*. Penggunaan VSAT SCPC dapat menghemat penggunaan *power transponder* sebanyak 60% jika pemilihan modulasi dan FEC yang tepat. Jika tidak tepat akan menyebabkan *overload power* sehingga *transponder* dapat saturasi.

REFERENSI

- [1] V. Rosana, "Analisis Kinerja Sistem Komunikasi Satelit Telkom-2 pada Tingkat Modulasi BPSK, QPSK, 8PSK, dan 16QAM," Universitas Telkom, Bandung, 2007.
- [2] A. A. Situmeang, "Analisa Performansi Sistem Komunikasi Satelit Chinasat-11 pada Tingkat Modulasi BPSK, QPSK, 8PSK dan 16 QAM," Institut Teknologi Telkom Purwokerto, 2017.
- [3] S. Ariyanti and B. A. Purwanto, "Analisis kinerja penggunaan modulasi QPSK, 8PSK, 16QAM pada satelit Telkom-1," *Buletin Pos dan Telekomunikasi*, vol. 11, no. 1, p. 45, 2015.
- [4] D. Pratiwi and M. Gafar, "Pengaruh Perubahan Modulasi Terhadap Bandwidth Dan Kualitas Link Sistem Komunikasi Satelit," *Sainstech J. Penelit. dan Pengkaj. Sains dan Teknol.*, vol. 25, no. 2, pp. 47–53, 2018.
- [5] Louis J. Ippolito Jr., *Satellite Communications Systems Engineering: Atmospheric Effects, Satellite Link Design and System Performance, 2nd Edition*, 2nd ed. Washington DC: John Wiley & Sons, Inc., 2017.
- [6] G. Jonathan and C. Y. Marpaung, "Pengaturan Level Sistem SCPC-FM untuk Memperoleh Performansi yang Baik dalam Sistem Komunikasi Satelit," Bandung.