



# KILAT

## JURNAL KAJIAN ILMU DAN TEKNOLOGI

Dian Hartanti ;  
Wisnu Hendro Martono

Dine Tiara Kusuma;  
Iriansyah BM Sangadji

Faisal

Grace Gata;  
Lilis Kurniawati

Indah Handayarsi;  
Agnes Paradiana Putri

Irma Wirantina Kustanrika

Adi Wibowo;  
Sinka Wilyanti;  
Mauludi Manfaluthy

Meilan Agustin

Roni Kartika Pramuyanti

Diana Permatasari;  
Safitri Juanita

Yessy Asri;  
Alvin Kurnia Niwes

Rahma Farah Ningrum;  
Puji Catur Siswipraptini;  
Dian Hartanti

PENETAPAN TITIK PENDETEKSI ANTRIAN KENDARAAN PADA PEREMPATAN LAMPU LALU LINTAS

SEGMENTASI PENILAIAN KOMPETENSI ALUMNI STT-PLN MENGGUNAKAN MODEL KLASTER FUZZY CLUSTERING MEANS (FCM)

EFEKTIFITAS PENERAPAN *MULTI-CRITERIA DECISION MAKING* (MCDM) DALAM PEMILIHAN PERANGKAT LUNAK LAYANAN PENGOLAH PEMUNGUTAN SUARA ELEKTRONIK DENGAN MENGGUNAKAN *EXPERT CHOICE*

DESAIN APLIKASI ADMINISTRASI UNTUK MENGONTROL PEMESANAN BARANG PADA PERCETAKAN

PERENCANAAN ULANG PERKERASAN LENTUR *UNTREAD BASE* PADA JALAN SUMBER CANGKRING – WONOJOYO KECAMATAN GURAH KABUPATEN KEDIRI

ANALISA KUAT TARIK BATANG ROTAN SEBAGAI PENGGANTI TULANGAN BETON

STUDI IMPLEMENTASI *ADAPTIVE CODING AND MODULATION* PADA SATELIT PALAPA C

RANCANGAN PENERAPAN *LEAN SERVICE* DI DEPARTEMEN *SERVICE CONTROL* GUNA MENINGKATKAN PELAYANAN TERHADAP PELANGGAN INTERNAL DI GEDUNG KANTOR PUSAT PT XYZ TBK

NANTENA ALUMUNIUM GUNA OPTIMASI TRANSMISI GELOMBANG RADIO

APLIKASI KRIPTOGRAFI MENGGUNAKAN ALGORITMA AES-128 (*ADVANCED ENCRYPTION STANDARD* -128) BERBASIS WEB PADA LABORATORIUM ICT TERPADU UNIVERSITAS BUDI LUHUR

MODUL PEMBELAJARAN PLTA BERBASIS *AUGMENTED REALITY*

ANALISIS FAKTUAL KETERBATASAN PEMANFAATAN SARANA DAN PRASARANA PENUNJANG PROSES BELAJAR MENGAJAR DI LINGKUNGAN STT- PLN

ISSN 2089-1245



9 772089 124519

SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN (STT-PLN)

KILAT	VOL.5	NO.2	HAL. 79 - 163	OKTOBER 2016	ISSN 2089 - 1245
-------	-------	------	---------------	--------------	------------------

# **STUDI IMPLEMENTASI ADAPTIVE CODING AND MODULATION PADA SATELIT PALAPA C**

**Adi Wibowo, ST; Sinka Wilyanti, ST., MT; Mauludi Manfaluthy, ST., MT**

Email: [mauludi@gmail.com](mailto:mauludi@gmail.com)

Jurusan Teknik Elektro, 112217016

Kampus, STTJ (Sekolah Tinggi Teknologi Jakarta)

## **Abstrak**

Sampai dengan saat ini, penyelenggaraan jaringan komunikasi satelit masih menghadapi berbagai tantangan dalam implementasinya. Tantangan tersebut antara lain mengenai besarnya biaya penyelenggaraan, kapasitas transmisi yang terbatas serta jaringan satelit yang relatif rentan terhadap redaman, obstacle dan interferensi yang akan mempengaruhi performansi jaringan

Berbagai macam teknik digunakan untuk mengurangi keterbatasan tersebut, dan salah satunya adalah menggunakan teknik ACM (Adaptive Coding and Modulation).

Adaptive Coding and Modulation (ACM) merupakan teknologi yang dapat mengubah modulasi dan Forward Error Correction (FEC) dari suatu link secara otomatis, untuk mengkompensasi perubahan kondisi link. Perubahan kondisi link ini dapat berupa kondisi cuaca, sebagai contoh hujan, atau juga perubahan frekuensi radio di lingkungan (RF), seperti perubahan level, dan interferensi. Adaptive Coding and Modulation (ACM) memiliki potensi untuk meningkatkan availabilitas jaringan satelit dan juga dapat mengoptimalkan bandwidth yang tersedia sehingga dapat menghasilkan kecepatan data yang maksimal.

Studi ini bertujuan untuk mempelajari cara kerja sistem Adaptive Coding and Modulation, hubungan dan pengaruh implementasi sistem Adaptive Coding and Modulation terhadap performansi jaringan.

*Kata kunci :Adaptive Coding and Modulation, ACM, Jaringan Komunikasi Satelit*

## **A. PENDAHULUAN**

### **A.1 Latar Belakang**

Saat ini, jaringan komunikasi *terrestrial* (*microwave / kabel*) sudah digunakan dan diimplementasikan secara luas untuk menyediakan layanan komunikasi, baik suara, video, maupun komunikasi data ke konsumen. Namun, masih ada kasus dimana metode akses alternatif masih harus digunakan, sebagai contoh : masyarakat di daerah yang terisolir, atau yang bepergian menggunakan kapal, kereta, pesawat, tidak mudah untuk dijangkau oleh infrastruktur atau jaringan komunikasi *terrestrial*. Disinilah jaringan komunikasi satelit dapat digunakan. Jaringan satelit dapat menjangkau area dimana jenis komunikasi lain tidak dapat lakukan. Jaringan komunikasi satelit dapat beroperasi dimanapun selama masih dalam wilayah *footprint* atau cakupan satelit.

Namun, biaya yang diperlukan untuk dapat menyelenggarakan jaringan komunikasi satelit masih lebih mahal dibandingkan dengan penggunaan jaringan komunikasi *terrestrial*. Selain itu, link komunikasi menggunakan satelit juga relatif lebih rentan terhadap perubahan cuaca, dan juga interferensi.

Keterbatasan lain adalah kapasitas transmisi jika dibandingkan dengan jaringan *terrestrial*. Pada kasus tertentu, penyedia jasa layanan satelit memiliki keterbatasan *bandwidth* transponder untuk dapat memberikan layanan sesuai dengan kecepatan data yang diinginkan.

Salah satu tantangan besar yang dihadapi oleh operator jaringan satelit adalah keterbatasan *transponder* dan harga *transponder* yang mahal. Sehingga sampai saat ini masih menjadi tujuan yang terus menerus bagi operator jaringan satelit untuk

dapat memberikan layanan yang lebih besar menggunakan sumber daya yang terbatas dan mahal ini sambil disisi lain memelihara atau bahkan memperbaiki kualitas layanan yang diberikan kepada konsumen. Salah satu solusi untuk optimasi bandwidth yang saat ini ditawarkan adalah *Adaptive Coding and Modulation* (ACM). ACM merupakan teknologi yang dapat mengubah modulasi dan *Forward Error Correction* (FEC) dari suatu jaringan secara otomatis, untuk mengkompensasi perubahan kondisi jaringan. Perubahan kondisi jaringan ini dapat berupa kondisi cuaca, sebagai contoh hujan, atau juga perubahan frekuensi radio di lingkungan (RF), seperti perubahan level, interferensi. Pada jaringan komunikasi satelit standar atau *Constant Coding and Modulation* (CCM), link satelit *full duplex* antara dua *ground segment* menggunakan modulasi dan FEC yang tetap untuk masing-masing arah transmisi (*uplink* dan *downlink*). Teknologi ACM dapat mengubah secara otomatis modulasi dan FEC dengan mengimplementasikan rangkaian 'feedback' yang berisi informasi performansi link. Rangkaian ini dapat dikombinasikan pada jaringan yang ada atau menggunakan jaringan terpisah. Pada kondisi normal, *symbol rate* dari suatu link satelit harus konstan untuk memastikan lebar *bandwidth* tetap sama di satelit, oleh karena itu, untuk menyesuaikannya, *data rate* diubah sebagai kompensasi perubahan modulasi dan FEC pada ACM. Dengan adanya perubahan otomatis ini, akan memastikan jaringan komunikasi satelit tetap terjaga *availability*-nya.

### **A.2 Rumusan Masalah**

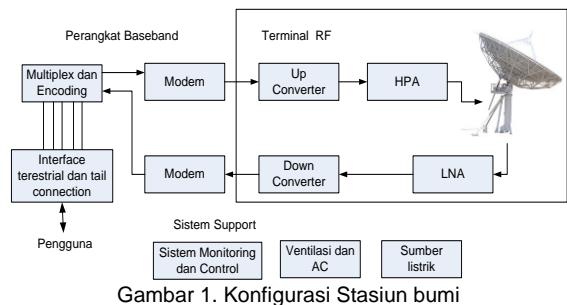
Adanya perubahan bandwidth serta data rate yang berakibat pada perubahan kondisi jaringan akibat adanya perubahan kondisi cuaca, seperti

hujan, perubahan frekuensi radio di lingkungan (RF), perubahan level, dan interferensi.

## B. TINJAUAN PUSTAKA

### B.1 Kajian Teoritis

#### 1. Konfigurasi Stasiun Bumi



Gambar 1. Konfigurasi Stasiun bumi

Pada konfigurasi stasiun bumi secara garis besar terbagi menjadi beberapa elemen. Elemen terminal RF terdiri dari antena, sistem HPA (*High Power Amplifier*), sistem LNA (*Low Noise Amplifier*), dan *upconverter – downconverter*. *Upconverter* dan HPA merupakan elemen *transmit* atau *uplink* dari stasiun bumi, sedangkan LNA dan *down-converter* merupakan elemen *receive* atau *downlink* dari stasiun bumi. *Up-converter* berfungsi untuk mengkonversi gelombang RF keluaran dari modulator menjadi gelombang mikro. Hal ini karena keluaran modulator bukan merupakan gelombang mikro, namun *intermediate frequency* (IF) dengan frekuensi tengah 70 MHz atau menggunakan frekuensi L-Band. HPA (*High Power Amplifier*) terhubung ke *port polarisasi* pada *feed antena*. HPA merupakan elemen aktif untuk meningkatkan power gelombang mikro dari keluaran *upconverter* agar mencapai level power yang cukup untuk operasional *uplink*. HPA harus memiliki *bandwidth* yang sesuai untuk beroperasi pada frekuensi gelombang mikro yang ditentukan dan mencakup *bandwidth RF* dari jenis *carrier* yang digunakan. Untuk kebutuhan power yang besar, digunakan HPA tabung *vacuum* seperti *Klystron Power Amplifier* (KPA) dan *Travelling Wave Tube Amplifier* (TWTA). Untuk kebutuhan power yang lebih rendah dapat digunakan jenis *Solid State Power Amplifier* (SSPA). Low Noise Amplifier (LNA) juga terhubung pada *port polarisasi* sisi penerima pada *feed antena*. Gelombang mikro yang diterima oleh antena masih lemah, sehingga diperlukan untuk memperkuat level power sinyal tersebut agar dapat diproses selanjutnya. LNA melakukan tugas tersebut dan sekaligus menyaring *noise* yang ada, karena jika *noise* tidak disaring maka *level noise* tersebut akan ikut naik bersama dengan sinyal data sehingga tidak dapat diproses. Pada prakteknya, LNA ditempatkan sedekat mungkin dengan *feed antenna*. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi redaman sehingga akan meningkatkan penguatan efektif dari LNA dan sekaligus mengurangi *noise* yang diterima oleh LNA. *Down-converter* bekerja berkebalikan dengan *up-converter*, yaitu untuk mengkonversi gelombang mikro menjadi *intermediate frequency* (IF) sebagai masukan dari demodulator.

Elemen perangkat *baseband* berfungsi menghadirkan kemampuan layanan dasar dari stasiun bumi tersebut yaitu fungsi modulasi-demodulasi dan *Forward Error Correction* (FEC), metode akses jamak serta merupakan *interface* ke jaringan terestrisl. Jika elemen terminal RF biasanya sudah tetap untuk aplikasi tertentu, maka jumlah serta desain perangkat *baseband* harus disesuaikan agar dapat memenuhi *bandwidth* dan aplikasi komunikasi yang diinginkan oleh jaringan satelit. Hal utama pada elemen *baseband-IF* ini adalah *modulator* dan *demodulator* atau kombinasi dari keduanya yang disebut modem. Pada sisi penerima, *demodulator* mendeteksi sinyal yang datang dari *down-converter*, melakukan sinkronisasi data, melakukan *error correction* dan menghasilkan keluaran *bitstream* yang bersih. Pada sisi pemancar, *modulator* melakukan hal yang sama dengan arah berkebalikan. Konfigurasi khusus pada perangkat *baseband* tergantung pada jenis modulasi serta metode akses jamak yang akan digunakan. Pada gambar di atas, perangkat baseband terdiri dari modem digital dan TDM (*time division multiplexer*). Elemen elektronik lainnya adalah *interface terestrial* dan *tail connection*. *Interface* tersebut harus dirancang dengan benar agar layanan komunikasi dapat dialirkan melalui jaringan satelit tanpa mengganggu keseluruhan jaringan. Pada prakteknya, *interface* ini sudah standarkan menjadi sesuatu yang umum seperti Ethernet atau T1/E1. *Tail connection* sendiri dapat dihubungkan dengan kabel optik atau jaringan *microwave* menuju pusat layanan seperti gedung perkantoran atau kantor pusat telekomunikasi.

Elemen *system support* bertujuan untuk menjaga perangkat pada stasiun bumi tersebut tetap berfungsi dan bekerja dengan baik. Menjamin ketersediaan listrik dengan implementasi UPS (*Uninterruptible Power System*), sumber listrik alternatif seperti genset, serta menjaga suhu perangkat tetap berada pada suhu serta kelembaban optimal dengan menerapkan *Air Conditioning* atau ventilasi yang cukup pada ruangan. Selain itu juga menyediakan sistem monitoring agar seluruh perangkat dan sistem dalam stasiun bumi selalu dapat termonitor unjuk kerjanya.

#### 2. Modulasi

Modulasi merupakan proses perubahan suatu gelombang periodik sehingga suatu sinyal mampu membawa suatu informasi. Dengan proses modulasi, suatu informasi (biasanya berfrekuensi rendah/ *baseband*) dimasukkan ke dalam suatu gelombang pembawa (biasanya merupakan gelombang sinus berfrekuensi tinggi). Terdapat tiga parameter kunci pada suatu gelombang *sinusoidal*, yaitu amplitude, fase dan frekuensi. Ketiga parameter tersebut dapat dimodifikasi sesuai dengan sinyal informasi untuk membentuk sinyal termodulasi.

#### 3. Forward Error Correction (FEC)

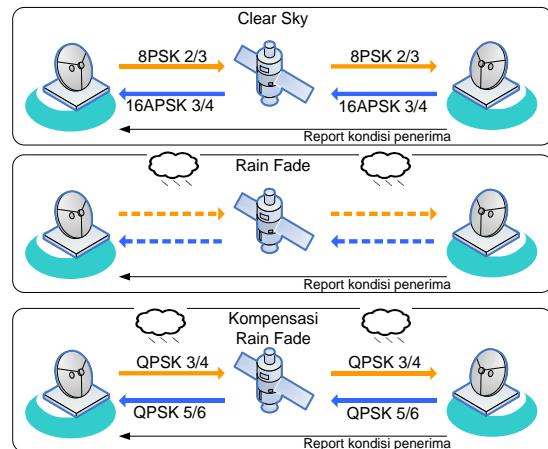
*Forward Error Correction* (FEC) merupakan teknik yang digunakan untuk mengontrol kesalahan dalam pengiriman data pada suatu kanal komunikasi. Ide dasarnya adalah dengan menambahkan error-

*correction code* pada sinyal informasi yang dikirim. Dengan demikian penerima akan dapat mendeteksi kesalahan yang terjadi pada pesan atau informasi yang dikirim, dan memperbaikinya tanpa harus mengirimkan ulang pesan atau informasi tersebut.

#### 4. Signal to Noise Ratio (SNR)

Merupakan ukuran yang digunakan untuk membandingkan level dari sinyal yang diinginkan terhadap level noise background, atau dapat didefinisikan sebagai perbandingan daya sinyal terhadap daya *noise*. SNR ditampilkan dalam satuan *decibel* (dB).

#### 5. Prinsip Kerja ACM



Gambar 2. Prinsip Kerja ACM

Jaringan komunikasi satelit dibangun dengan memperhitungkan *link margin* terhadap kemungkinan rugi-rugi atau redaman akibat hujan maupun *obstacle*. Dalam jaringan yang mengimplementasikan sistem ACM, ada rangkaian "feedback" yang berisi informasi kondisi level sinyal yang diterima. Jika terjadi redaman yang mengakibatkan penurunan level sinyal yang diterima hingga mendekati level *threshold*, maka akan dikirimkan "report" ke sisi pemancar sehingga akan dilakukan penyesuaian modulasi dan FEC yang digunakan. Begitu juga jika terjadi kenaikan level sinyal, contohnya jika cuaca sudah membaik, maka modulasi dan FEC akan secara otomatis berubah seperti semula.

### C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

#### C.1. Tujuan Penelitian

Meningkatkan reliabilitas data dengan mengoreksi kesalahan bit-bit selama transmisi guna memperbaiki kualitas layanan kepada konsumen dengan menempatkan ACM (*Adaptive Coding and Modulation*) dan FEC (*Forward Error Correction*).

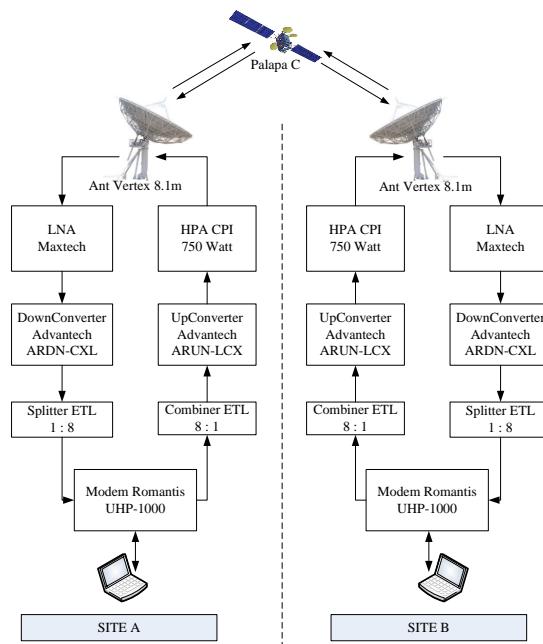
#### C.2. Manfaat Penelitian

Teknologi ACM dapat mengubah secara otomatis modulasi dan FEC dengan mengimplementasikan rangkaian 'feedback' yang berisi informasi performansi link.

### D. METODOLOGI PENELITIAN

#### D.1. Blok Diagram Implementasi

Gambar 3.1 di bawah menunjukkan blok diagram jaringan satelit yang diimplementasikan.



Gambar 3. Blok Diagram Implementasi

Perubahan mode jaringan komunikasi satelit untuk mode *Adaptive Coding and Modulation* (ACM) menjadi *Constant Coding and Modulation* (CCM) dan sebaliknya dilakukan dengan melakukan perubahan pengaturan parameter pada modem Romantis UHP-1000.

Tabel.1. Parameter Jaringan

Satelit	Palapa C, 146°E
Transponder	5H,Tx/Rx 6105/3880 MHz
LO UpConv	4900 MHz
LO DownConv	5150 MHz
Frek Modem A	Tx/Rx; 1207.4/1275.35 MHz
Frek Modem B	Tx/Rx; 1199.65/1267.4 MHz
Tx Symrate	Modem A 11500 kbps Modem B 1400 kbps
ModCod CCM	8PSK 3/4
ModCod ACM	Maks 16APSK 3/4 Min QPSK 3/4

#### D.2. Pengambilan Data



Gambar 4. Uji kestabilan jaringan

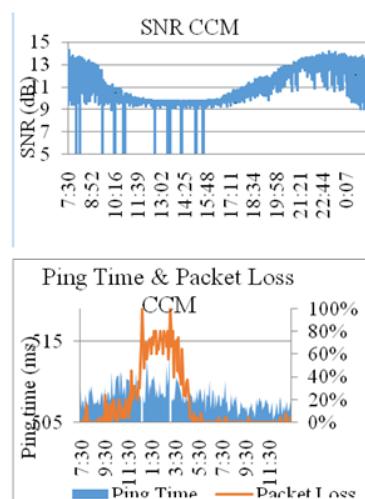
Setelah implementasi dilakukan dan jaringan terbentuk, kemudian diambil data sebagai bahan analisa. Data yang diambil bertujuan untuk melihat kestabilan link serta melihat sistem kerja ACM. Selain itu, sebagai bahan perbandingan, jaringan satelit yang telah dibangun dioperasikan dalam mode *Adaptive Coding and Modulation* (ACM) serta mode non ACM atau mode *Constant Coding and Modulation* (CCM).

Untuk melakukan pengujian kestabilan jaringan, maka komputer dihubungkan ke modem site A dan dilakukan tes ping secara kontinu ke modem site B. Tes ping ini dilakukan dengan bantuan aplikasi PRTG Network Monitor yang merupakan aplikasi berbasis web yang merupakan aplikasi untuk memonitor availabilitas dan penggunaan jaringan.

Untuk melihat perbedaan sistem kerja serta hubungannya dengan kestabilan jaringan, maka dilakukan pengambilan data SNR, Modulasi serta FEC Rate. Untuk melakukan pengambilan data SNR, modulasi dan code rate, maka komputer dihubungkan ke modem site B dan dilakukan pengambilan data yang dibutuhkan dari modem site B tersebut. Pengambilan data tersebut menggunakan aplikasi yang dibuat secara mandiri yang pada intinya berisi barisan perintah untuk mengambil data dari modem yang terhubung ke komputer.

## E. HASIL YANG TELAH DICAPAI

### E.1. Analisa Data

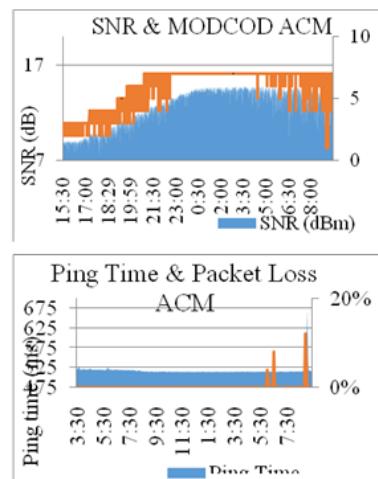


Gambar 5. Hasil SNR dan waktu Ping saat Implementasi CCM

Dari kedua grafik tersebut dapat terlihat bahwa perubahan nilai SNR akan mempengaruhi *ping time* serta *packet loss*, dimana saat SNR mengalami

penurunan, maka *ping time/latency* akan naik, demikian juga *packet loss* akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena dalam sistem CCM, modulasi dan *forward error correction* (FEC) akan selalu tetap. Dalam pengujian ini, modulasi yang digunakan adalah modulasi 8-PSK dengan FEC 3/4. Dengan parameter modcod tersebut, maka nilai SNR terendah adalah 8.2 dB. Sehingga jika nilai SNR turun semakin mendekati *threshold*, maka kualitas jaringan akan semakin tidak baik, dan jika nilai SNR melewati batas margin terendah, maka jaringan akan terputus.

### E.2. Hasil Implementasi ACM



Gambar 6. Hasil SNR dan waktu Ping saat Implementasi CCM

Dari hasil pengambilan data yang diperlihatkan oleh kedua grafik tersebut dapat ditunjukkan pengaruh penggunaan sistem ACM terhadap kestabilan sistem. Perubahan nilai SNR yang diterima oleh modem tidak mempengaruhi nilai *ping time* maupun *packet loss* yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan pada saat nilai SNR mengalami penurunan mendekati margin SNR terendah, maka setting modulasi dan FEC akan menyesuaikan dengan nilai SNR tersebut sehingga margin SNR yang diperoleh akan kembali meningkat.

### E.3. Contoh Aplikasi

Dimisalkan ada pelanggan di kota Ambon menginginkan koneksi internet dengan datarate *upstream* 1 Mbps dan *downstream* 5 Mbps, dan operator penyedia jasa jaringan satelit di Jakarta akan menggunakan satelit Palapa C dengan diameter antenna 4.5m baik untuk sisi Jakarta maupun sisi Ambon, dengan modcod QPSK 5/6 untuk sistem CCM dan modcod maksimum 8PSK 5/6 dan minimum QPSK 5/6 untuk sistem ACM.

Tabel.2. Hasil perhitungan link budget

		Bandwidth Transponder	
		CCM	ACM
Up stream	1 Mbps	0.756 MHz	0.504 MHz
Down stream	5 Mbps	3.780 MHz	2.520 MHz

Dari tabel di atas terlihat bahwa penggunaan metode *Adaptive Coding and Modulation* memberikan keuntungan yaitu penghematan *bandwidth transponder*.

Implementasi *Adaptive Coding and Modulation* ini terbukti akan meningkatkan performansi sistem. Meskipun demikian, perubahan nilai modcod tersebut akan memiliki konsekuensi, yaitu perubahan *datarate* jaringan. Dari contoh perhitungan *link budget* di atas dapat terlihat bahwa perubahan modulasi dan FEC rate akan mempengaruhi *datarate* sebagai berikut :

Tabel.3. pengaruh datarate hasil implementasi FEC.

ACM	Cerah		Hujan	
	BW	Data rate	BW	Data rate
Up stream	0.504 MHz	1 Mbps	0.504 MHz	666.67 kbps
Down stream	2.520 MHz	5 Mbps	2.520 MHz	3.333 Mbps

## F. KESIMPULAN DAN SARAN

### F.1 Simpulan

Berdasarkan hasil implementasi jaringan komunikasi satelit dengan menggunakan metode *Constant Coding and Modulation* (CCM) dan *Adaptive Coding and Modulation* (ACM), beserta data-data yang diperoleh dari implementasi tersebut, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam sistem *Constant Coding and Modulation* (CCM), modulasi dan FEC rate yang digunakan akan selalu tetap setiap waktu.
2. Dalam sistem *Adaptive Coding and Modulation* (ACM), modulasi dan FEC rate yang digunakan akan dapat menyesuaikan sesuai setting *link margin* yang digunakan.
3. Perubahan modulasi dan FEC rate dalam sistem *Adaptive Coding and Modulation* (ACM) akan dapat lebih menjamin jaringan tetap dapat beroperasi pada saat SNR yang diterima lebih rendah melebihi batas bawah SNR untuk modulasi dan FEC rate tersebut, dengan mengubah modulasi dan FEC rate ke tingkat yang lebih rendah sehingga batas bawah SNR akan ikut turun.

4. Penggunaan sistem *Adaptive Coding and Modulation* (ACM) memungkinkan penyedia jasa jaringan satelit untuk melakukan penghematan *bandwidth* dibandingkan dengan menggunakan sistem *Constant Coding and Modulation* (CCM)
5. Perubahan modulasi dan FEC rate pada sistem *Adaptive Coding and Modulation* (ACM) akan diikuti oleh perubahan *datarate*.

### F.2 Saran

Sebaiknya pengujian implementasi ACM dan FEC dilakukan dalam kondisi serta waktu yang berbeda-beda guna memperoleh nilai variasi bandwidth dengan datarate yang berbeda-beda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Elbert, Bruce R. 2004. The Satellite Communication Applications Handbook, 2<sup>nd</sup> Edition. London : Artech House, Inc.
- Elbert, Bruce R. 2008. Introduction To Satellite Communication, 3<sup>rd</sup> Edition. London : Artech House, Inc.
- Roddy, Dennis. 2001. Satellite Communications, 3<sup>rd</sup> Edition. USA : McGraw-Hill.
- Hausman, Howard. 2008. Fundamentals Of Satellite Communications, Part 1. Makalah Seminar
- Anastasiadou, N dan Gardikis, G dan Nikiforidis, A dan Pangalos, S. ACM-Enabled Satellite Triple Play Over DVB-S2: A Techno-economic study. Jurnal Ilmiah.
- Lee, Jonathan dan Bilal, Awada dan Klein, Leslie. Why DVB S2/ACM. A C-Com White Paper. [www.c-comsat.com](http://www.c-comsat.com)