

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem komunikasi satelit merupakan suatu sistem komunikasi yang memiliki daerah cakupan (*coverage/footprint*) yang luas, sehingga mampu menghubungkan semua penggunanya di manapun pengguna tersebut berada, baik dalam keadaan *fixed* maupun dalam keadaan *mobile* (dengan suatu konstelasi/*formation flying* tertentu) [1]. Satelit didesain dengan berbagai macam misi dan ukuran. Salah satu jenis satelit adalah satelit nano yang memiliki ukuran 1U ($10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$) dengan massa yang berkisar antara 1 – 10 kg dan misi yang relatif sederhana, misalnya untuk keperluan edukasi, *technology demonstration*, dan penggunaan operasional [2]. Satelit nano mengorbit pada orbit terendah, yaitu *Low Earth Orbit* (LEO) yang memiliki ketinggian antara 600 – 1000 km di atas permukaan bumi [3]. Pada umumnya, perancangan satelit nano ini melibatkan beberapa sub-sistem, diantaranya adalah sub-sistem *on-board computer* (OBC), *power*, *payload*, *attitude and determination control*, dan TTC (*Telemetry, Tracking, and Command*).

Sub-sistem TTC merupakan sub-sistem yang berfungsi untuk memantau dan mengontrol seluruh fungsi dan kondisi yang ada pada satelit dari *ground segment*. Dengan kata lain, TTC digunakan untuk pengukuran jarak jauh (*telemetry*), mengetahui letak posisi satelit yang mengorbit (*tracking*), dan mengirim perintah (*command*) untuk kemudian dilakukan suatu tindakan spesifik (pada satelit) yang menangani kejadian sesuai kebutuhan. Komunikasi TTC menggunakan gelombang radio termodulasi dengan jenis modulasi tertentu. Satelit nano biasanya menggunakan pita frekuensi VHF (*Very High Frequency*) dan UHF (*Ultra High Frequency*), serta L-band dan S-band yang memadai untuk komunikasi dengan *data rate* rendah [4], termasuk untuk komunikasi TTC. Di Indonesia, salah satu rentang frekuensi TTC satelit yang dialokasikan oleh ORARI (Organisasi Amatir Radio Indonesia) pada pita frekuensi UHF untuk komunikasi satelit amatir adalah 435 – 438 MHz, termasuk untuk TTC satelit nano. Pada tugas akhir ini, digunakan frekuensi 437.25 MHz (UHF) untuk komunikasi TTC. Penggunaan

frekuensi tersebut didasarkan pada ketetapan perancangan satelit nano Universitas Telkom (Tel-Usat). Dengan kata lain, seluruh riset dan pengembangan satelit nano tersebut menggunakan frekuensi 437,25 MHz sebagai frekuensi TTC-nya [5]. Adapun Tel-Usat merupakan satelit nano yang dirancang dengan misi penginderaan jarak jauh dan tersusun atas berbagai sub-sistem yang bekerja secara sinergi, termasuk sub-sistem TTC.

Ketika satelit nano berkomunikasi dengan bumi dari jarak yang cukup jauh, maka sinyal yang dikirimkan oleh satelit nano akan mengalami redaman – redaman atau interferensi yang diakibatkan oleh berbagai faktor, misalnya *free space loss*, attenuasi hujan, interferensi jaringan terestrial, *intermodulation interference*, *adjacent channel interference*, dan lain sebagainya. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu *Forward Error Correction* (FEC) yang terintegrasi pada kedua blok komunikasi (satelit nano dan *ground segment*). Salah satu jenis FEC adalah Bose–Chaudhuri–Hocquenghem (BCH), yang bersifat kuat untuk komunikasi dengan *data rate* rendah (kemampuan deteksi dan koreksi *error* hingga 25% dari jumlah bit yang digunakan), fleksibel, dan mudah untuk diimplementasikan [6]. Saat ini, beberapa satelit yang menggunakan BCH sebagai FEC-nya adalah LAPAN-A3 (status : masih beroperasi, dengan data rate 105 Mbps) [7]. Selain itu, terdapat pula NUTS-1 yang menggunakan BCH sebagai FEC-nya [8].

Pada tugas akhir ini, akan dirancang modul TTC untuk satelit nano yang hanya bisa diakses dan dikendalikan *ground station* tertentu (*ground station* TTC), dengan teknik EDAC/FEC BCH dan AX.25 sebagai syarat *framing* data komunikasi satelit amatir. Adapun skema penggunaan protokol AX.25 pada penelitian tugas akhir ini merupakan pengembangan dari penelitian tugas akhir mengenai AX.25 yang disusun oleh Saudara Yusuf Pradana Gautama [9].

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat prototipe modul TTC untuk satelit nano yang terintegrasi dengan *BCH code*;
2. Mengirimkan data TTC yang telah dienkapsulasi dengan format *frame* data pada protokol AX.25 dan di-*encode* dengan menggunakan *BCH*

code untuk kemudian diterima disegmen bumi (*ground segment*) dengan proses yang berkebalikan;

3. Menguji kinerja *BCH code* dalam hal deteksi dan koreksi *error*, serta memperkecil *Eb/No* untuk nilai BER (*Bit Error Rate*) yang bersesuaian.

Adapun manfaat dari dilakukannya penelitian tugas akhir ini adalah terciptanya prototipe modul TTC dalam skala laboratorium yang dapat digunakan sebagai acuan riset satelit nano kedepannya, khususnya mengenai riset satelit nano Tel-Usat.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini diantaranya :

1. Bagaimana skema perancangan dan alur kerja purwarupa sub-sistem TTC untuk satelit nano ?
2. Bagaimana cara pengiriman data TTC dengan enkapsulasi AX.25, dan *encoding* BCH serta proses sebaliknya (*decoding* dan dekapsulasi) ?
3. Bagaimana kinerja purwarupa yang dibuat dalam hal *Error Detection and Correction* (EDAC) dengan menggunakan BCH ?

1.4 Batasan Masalah

Permasalahan pada penelitian tugas akhir ini dibatasi pada :

1. Prototipe modul TTC untuk satelit nano memiliki ukuran yang disesuaikan dengan ukuran *cubesat* (1U);
2. Perangkat segmen angkasa (*space segment*) dibuat menjadi tiga layer, yaitu layer RF (*radio frequency*), OBC, dan baterai. Layer OBC dan baterai masing – masing dibuat sebagai penyuplai nilai data dari sensor – sensor (modul) yang digunakan dan catu daya ke seluruh modul atau sub-sistem yang membutuhkannya. Pada tugas akhir ini, layer OBC dan catu daya (baterai) tidak dibuat secara utuh, melainkan sebagai pendukung layer RF. Penelitian tugas akhir ini ditekankan pada skema sub-sistem TTC yang diterapkan, termasuk pada pengolahan data TTC

(enkapsulasi/dekapsulasi dengan protokol AX.25 dan *encoding/decoding* dengan BCH)

3. Penelitian tugas akhir ini menggunakan antena yang sudah jadi.
4. Kinerja prototipe modul TTC ditinjau pada frekuensi 437,25 MHz.
5. Filter, *High Power Amplifier* (HPA), dan *Graphical User Interface* (GUI) tidak dibuat pada penelitian tugas akhir ini. Data TTC akan ditinjau melalui serial monitor pada aplikasi Arduino IDE;
6. Sistem *ground segment* tidak dibuat secara utuh. Sistem *ground segment* hanya digunakan untuk analisa dan uji coba penerimaan/pengiriman data TTC dari/ke satelit nano.
7. Komunikasi antara perangkat segmen angkasa dan segmen bumi hanya ditinjau pada saat prototipe perangkat segmen angkasa diasumsikan sedang berada dalam jangkauan segmen bumi. Kondisi selama prototipe perangkat segmen angkasa diasumsikan sedang berada diluar jangkauan segmen bumi tidak diteliti dalam penelitian tugas akhir ini.
8. Komunikasi antar segmen yang diterapkan terintegrasi dengan AX.25. Setelah proses *handshaking* untuk pembangunan link komunikasi antar segmen berhasil dibangun, selanjutnya informasi data terenkapsulasi AX.25 akan dikirim dengan menggunakan *frame* UI (*Unnumbered Information*).
9. Prototipe modul TTC yang dibuat dikategorikan dalam skala laboratorium.

1.5 Metode Penelitian

Berikut adalah metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini :

1. Studi Literatur

Pada tahap ini, akan dipelajari konsep dan cara kerja sub-sistem TTC pada satelit nano.

2. Perencanaan dan Perancangan Sistem

Pada tahap ini akan dirancang desain dan komponen – komponen penyusun prototipe modul TTC. Selain itu, sebagian perancangan sistem akan dibuat dan dianalisa dengan bantuan simulasi.

3. Pengembangan dan Realisasi Sistem

Membuat prototipe modul TTC berdasarkan perencanaan desain yang telah ditentukan.

4. Pengujian Sistem

Setelah sistem direalisasikan, maka sistem tersebut akan diuji kemampuannya (dalam hal ini komunikasi data TTC antar segmen) dan diukur nilai BER (*Bit Error Rate*) terhadap SNR (*Signal to Noise Ratio*) untuk menganalisa kemampuan EDAC/FEC yang digunakan dengan bantuan software MATLAB. Selain itu, pengujian sistem juga dilakukan dengan cara melakukan uji komunikasi dalam jarak tertentu (*range test*) untuk kemudian ditinjau performansi algoritma encoding/decoding BCH yang telah diterapkan pada kedua segmen komunikasi untuk memperbaiki data yang rusak saat dilakukan pengujian tersebut. Adapun hasil konfigurasi frekuensi kerja modul TTC (yaitu pada frekuensi tengah 437,25 MHz) akan ditinjau/diukur pada *Spectrum Analyzer*.

5. Pemaparan Hasil Realisasi dan Pengujian Sistem serta Dokumentasi

Tahap ini dilakukan berdasarkan perencanaan, pengembangan, pembuatan, dan pengujian sistem pada tahap sebelumnya.