

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

Perkembangan teknologi nano-satelit, khususnya CubeSat telah merevolusi pendekatan konvensional terhadap peluncuran dan pengoperasian satelit. CubeSat memiliki ukuran yang kecil dan bobot ringan yang memiliki massa berkisar 1-10 kg, biasanya dalam satuan U (1U = 10x10x10 cm), dan dirancang agar ekonomis dalam biaya produksi, integrasi, dan peluncurannya [1] - [3]. Inovasi ini membuka akses lebih luas terhadap pemanfaatan teknologi satelit baik dibidang akademik, militer maupun industri sipil.



Gambar 1. 1 CubeSat 1U

Namun, keberhasilan misi CubeSat sangat ditentukan oleh efektivitas subsistem komunikasinya. Antena merupakan komponen utama dalam subsistem ini karena berfungsi sebagai media transmisi dan penerimaan sinyal antara satelit dan stasiun bumi. Desain antena yang ideal untuk CubeSat harus mempertimbangkan beberapa batasan seperti ukuran, bobot, efisiensi radiasi, keandalan, serta kemampuan untuk memenuhi kebutuhan misi tanpa mengganggu sistem lain di dalam CubeSat.

Antena deployable sering digunakan pada CubeSat karena mampu mencapai panjang efektif resonansi tanpa mengganggu batas dimensi CubeSat. Namun, antena deployable membutuhkan sistem mekanis tambahan untuk dapat berfungsi, seperti motor, pegas atau *thermal knife*. Hal ini menambah kompleksitas dan risiko kegagalan, karena tidak jarang terjadi kegagalan deploy di orbit yang menyebabkan misi kehilangan kemampuan komunikasi secara total.



Gambar 1. 2 Antena Deployable Untuk CubeSat

Sebagai respons terhadap keterbatasan dan risiko antena deployable, dikembangkanlah solusi berupa antena non-deployable. Antena jenis ini tidak memerlukan mekanisme pembukaan setelah peluncuran, melainkan terintegrasi langsung pada body atau PCB CubeSat. Keunggulannya adalah peningkatan keandalan dan kemudahan integrasi. Namun, tantangan utama dalam pengembangan antena non-deployable terletak pada bagaimana merancang antena yang tetap efisien meskipun dalam keterbatasan fisik dan frekuensi rendah seperti UHF atau LoRa.

Antena non-deployable harus mampu bekerja pada frekuensi UHF, yaitu pada frekuensi 437 MHz dengan performa optimal dalam hal gain, return loss, VSWR, dan pola radiasi. Selain itu, desain antena harus mendukung karakteristik omnidirectional dan polarisasi sirkular agar komunikasi tetap stabil meskipun orientasi satelit berubah di orbit. Kebutuhan ini menuntut pendekatan desain antena yang presisi tinggi, penggunaan material berkualitas, dan metode simulasi elektromagnetik yang cermat.

Dengan semua pertimbangan tersebut, maka perancangan antena non-deployable untuk CubeSat menjadi suatu topik yang penting dan mendesak. Keberhasilan desain ini dapat menjadi solusi dalam mengurangi risiko kegagalan komunikasi, meningkatkan efisiensi penggunaan ruang pada CubeSat, dan membuka peluang pengembangan CubeSat yang lebih handal di masa depan.

1.2 Analisis Masalah

1.2.1 Aspek Teknis

Pada antena deployable, menghadirkan beberapa permasalahan teknis, di antaranya adalah kompleksitas mekanisme pembukaan dan potensi malfungsi saat peluncuran. Mekanisme seperti pegas atau *thermal knife* dapat gagal bekerja karena getaran ekstrem saat peluncuran atau kondisi ruang hampa di orbit. Selain itu, komponen konektor dan sambungan antena yang tidak stabil dapat menyebabkan kerugian daya sinyal, *noise*, bahkan kegagalan

total dalam komunikasi. Pada sisi non-deployable, tantangan utama adalah pencapaian resonansi di frekuensi rendah pada dimensi yang sangat terbatas.

1.2.2 Aspek Kompabilitas

Dimensi ukuran CubeSat 1U yang hanya 10x10x10 cm memberikan batas fisik yang ketat bagi komponen internal, termasuk antena. Antena yang digunakan harus sepenuhnya berada dalam dimensi ini, dan tidak boleh mengganggu komponen lain yang terintegrasi didalam CubeSat. Dalam desain non-deployable, antena harus dipasang di permukaan atau langsung pada PCB dengan toleransi dimensi yang sangat kecil.

1.2.3 Aspek Ekonomi

Perancangan dan pengujian antena untuk aplikasi luar angkasa memerlukan peralatan dan fasilitas canggih, seperti laboratorium uji coba simulasi ruang angkasa, *anechoic chamber* dan VNA (Vector Network Analyzer). Biaya pengujian di laboratorium yang terakreditasi bisa mencapai jutaan rupiah per pengujian. Oleh karena itu, pendekatan desain yang efisien dan realistis dari segi biaya sangat dibutuhkan. Antena chip keramik UHF menjadi salah satu solusi karena harganya relatif rendah dan sudah banyak tersedia secara komersial.

1.3 Analisis Solusi yang Ada

Dalam penelitian sebelumnya telah didapatkan sejumlah temuan penting mengenai solusi yang terkait dengan pemasangan antenna pada satelit, yang dapat dipergunakan sebagai pedoman maupun acuan dalam mengembangkan sistem pemasangan antena satelit yang lebih baik.

1.3.1 Analisa Solusi yang Ada

Sistem antena *deployable* ISISPACE merupakan solusi yang dibuat dengan baik untuk komunikasi CubeSat yang berfokus pada keandalan, fleksibilitas, dan efisiensi daya. Namun terdapat beberapa hal yang akan menjadi suatu hambatan pada misi tertentu seperti halnya keterbatasan pada panjang antenna, daya RF maksimum, dan ketergantungan pada *thermal knife* yang memiliki resiko kegagalan jika ada kerusakan pada elemen pemanas atau sistem kontrol. Antena ini cocok digunakan untuk aplikasi komunikasi orbit rendah (LEO) di mana kebutuhan daya dan dimensi sistem seimbang dengan keandalannya [4].

1.3.2 Antena dengan Metode Mikrostrip

Dari berbagai metode yang dapat digunakan untuk merangkai antenna salah satu yang sering diterapkan dengan memasang antena secara langsung pada badan *CubeSat*, namun metode ini memiliki sejumlah keterbatasan. Karena antenanya berbentuk persegi panjang maka

pada frekuensi rendah dimensi antena lebih besar daripada *CubeSat*, hal ini berkaitan dengan efisiensi ruang dan performa antena saat diluncurkan ke ruang angkasa, terutama dalam menjaga keseimbangan dimensi yang akan digunakan, berat, dan frekuensi kerja yang digunakan [5].

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Perancangan antena *non-deployable* ini memiliki urgensi tinggi karena keterbatasan ruang dan diperlukan desain yang efektif untuk komunikasi jarak jauh pada frekuensi UHF/LoRa. Kompleksitas masalah terletak pada kombinasi beberapa tantangan teknis untuk menjaga konektivitas yang stabil tanpa bantuan mekanisme *deployable*. Perancangan antena harus memenuhi standar ukuran yang telah ditetapkan tanpa mengganggu struktur lain dari *CubeSat*. Untuk saat ini solusi yang telah ditemukan yaitu membuat Antena *Deployable* yang lebih sederhana dan meletakkan antena pada badan dari *CubeSat*. Maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang sistem antena non-deployable berbasis antena chip keramik UHF untuk aplikasi CubeSat 1U.
2. Menyesuaikan desain antena agar sesuai dengan spesifikasi komunikasi frekuensi 437 MHz.
3. Melakukan simulasi parameter performa antena seperti VSWR, return loss, gain, polarisasi, dan polaradiasi menggunakan VNA (*Vector Network Analyzer*), Antena Referensi yang telah teruji dan *Spectrum Analyzer*
4. Menghasilkan desain akhir yang memenuhi kriteria polarisasi sirkular dan polaradiasi *omnidirectional*.

1.5 Batasan Tugas Akhir

Tugas akhir ini memiliki beberapa batasan yang harus diperhatikan agar tetap terfokus pada topik yang relevan. Berikut ini adalah batasan masalah dalam tugas akhir ini :

1. Perancangan antena dibatasi hanya untuk sistem komunikasi CubeSat 1U berbasis frekuensi UHF (437 MHz).
2. Antena yang dirancang adalah tipe non-deployable dan tidak melibatkan mekanisme pembukaan mekanis.
3. Proses pengujian dilakukan dalam bentuk simulasi dengan alat seadanya yang tersedia di lingkungan kampus Universitas Telkom serta tanpa melakukan pengujian ketahanan antena saat berada di lingkungan luar angkasa.

4. Material yang digunakan dibatasi pada bahan-bahan yang tersedia secara komersial dan dapat dibeli di dalam negeri.
5. Perancangan difokuskan pada satu arah polarisasi sirkular RHCP (*Right-Hand Circular Polarization*) dengan performa optimal untuk komunikasi.