

**RANCANGAN SWEEPER FREKUENSI YANG DAPAT
BERDAYA GUNA UNTUK MENDETEKSI GANGGUAN INTERFERENSI
RADIO PADA SISTEM KOMUNIKASI SATELIT
DI STASIUN PENGENDALI UTAMA (SPU) CIBINONG**

Esthi Handarbeni⁽¹⁾, Feti Fatonah,SE.,MSi⁽²⁾, Dian Anggraini Purwaningtyas.,SSiT.,MT⁽³⁾

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug – Tangerang

ABSTRAK : Proses transmisi data pada zaman dahulu masih menggunakan sistem telekomunikasi terestrial, namun karena sistem telekomunikasi terestrial memiliki keterbatasan dalam jangkauan wilayah, waktu penginstalasian dan lain sebagainya, maka dikembangkan sistem telekomunikasi dengan menggunakan satelit. Seiring dengan perkembangan teknologi, kebutuhan komunikasi dengan menggunakan satelit juga semakin meningkat. Perubahan lingkungan global dan teknologi telekomunikasi yang berkembang pesat telah mendorong terjadinya perubahan cara pandang dalam penyelenggaraan telekomunikasi, sehingga perlu adanya penataan penyelenggaraan telekomunikasi nasional. Pada tahun 1980 Indonesia mendirikan badan usaha untuk jasa pelayanan telekomunikasi internasional bernama PT. Indonesian Satellite Cooperation (INDOSAT) yang terpisah dari PERUMTEL. Berdasarkan PP No.25/ 1991 PERUMTEL berubah bentuk menjadi perusahaan perseroan (Persero) Telekomunikasi Indonesia. Penyelenggaraan telekomunikasi secara khusus antara lain untuk keperluan meteorologi dan geofisika, *broadcast* radio dan televisi, navigasi, penerbangan, *search and rescue*, dan lain sebagainya. Dalam masa pengoperasiannya, sistem komunikasi satelit tidak luput dari berbagai macam gangguan. Salah satu permasalahan yang sering muncul dalam penyelenggaraan komunikasi satelit yaitu interferensi radio. Interferensi radio adalah gangguan yang dimunculkan oleh stasiun bumi yang terinduksi oleh frekuensi radio (88-108 MHz) dan ikut dipancarkan ke satelit. Salah satu kasus yang baru terjadi pada bulan Februari 2015 lalu, dimana salah satu siaran radio terdeteksi oleh Unit Pengendalian Komunikasi Satelit (Dalkomsat) ikut terpancar ke satelit Telkom-1. Interferensi ini dapat menyebabkan sinyal *carrier* yang ditransmisikan oleh stasiun bumi pelanggan satelit Telkom-1 mengalami degradasi. Selain itu, dampak dari interferensi ini juga berpengaruh terhadap satelit itu sendiri, seperti misalnya beban pada transponder bertambah sehingga transponder menjadi *over* saturasi, dan yang paling fatal yaitu menyebabkan kerusakan pada satelit tersebut.

Kata Kunci : *Telekomunikasi, Satelit, Interfensi, Frekuensi*

ABSTRACT : The process of data transmission in the past was still using terrestrial telecommunication system, but because terrestrial telecommunication system has limited area coverage, installation time and so forth, then developed telecommunication system by using satellite. Along with the development of technology, communication needs by using satellites is also increasing. Changes in the global environment and rapidly growing telecommunication technologies have led to a change in the way of view in telecommunication provision, so the need for structuring of national telecommunications. In 1980 Indonesia established a

business entity for international telecommunication service called PT. Indonesian Satellite Cooperation (INDOSAT) which is separate from PERUMTEL. Based on PP No.25 / 1991 PERUMTEL changed into a company company (Persero) Telekomunikasi Indonesia. Telecommunication operation specifically for meteorological and geophysical purposes, broadcast radio and television, navigation, aviation, search and rescue, and so forth. In the course of its operation, satellite communications systems are not spared from a variety of disorders. One of the problems that often arise in the implementation of satellite communications is radio interference. Radio interference is a disorder generated by radio frequency induced radio stations (88-108 MHz) and is transmitted to satellites. One of the new cases occurred in February 2015, where one of the radio broadcasts detected by the Satellite Communications Control Unit (Dalkomsat) was transmitted to the Telkom-1 satellite. This interference may cause the carrier signal transmitted by satellite subscriber station Telkom-1 to be degraded. In addition, the impact of this interference also affects the satellites themselves, such as the burden on the transponder increases so that the transponder becomes over-saturated, and the most fatal of causing damage to the satellite.

Keywords : *Telecommunication, Satellite, Interference, Frequency*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses transmisi data pada zaman dahulu masih menggunakan sistem telekomunikasi terestrial, namun karena sistem telekomunikasi terestrial memiliki keterbatasan dalam jangkauan wilayah, waktu penginstalasian dan lain sebagainya, maka dikembangkan sistem telekomunikasi dengan menggunakan satelit. Seiring dengan perkembangan teknologi, kebutuhan komunikasi dengan menggunakan satelit juga semakin meningkat. Perubahan lingkungan global dan teknologi telekomunikasi yang berkembang pesat telah mendorong terjadinya perubahan cara pandang dalam penyelenggaraan telekomunikasi, sehingga perlu adanya penataan penyelenggaraan telekomunikasi nasional.

Pada tahun 1980 Indonesia mendirikan badan usaha untuk jasa pelayanan telekomunikasi internasional bernama PT. Indonesian Satellite Corporation (INDOSAT) yang terpisah dari PERUMTEL. Berdasarkan PP No.25/ 1991 PERUMTEL berubah bentuk menjadi perusahaan perseroan (Persero) Telekomunikasi Indonesia. Penyelenggaraan telekomunikasi secara khusus antara lain untuk keperluan meteorologi dan geofisika, *broadcast* radio dan televisi, navigasi, penerbangan, *search and rescue*, dan lain sebagainya. Dalam masa pengoperasiannya, sistem komunikasi satelit tidak luput dari berbagai macam gangguan. Salah satu permasalahan yang sering muncul dalam penyelenggaraan komunikasi satelit yaitu interferensi radio. Interferensi radio adalah gangguan yang dimunculkan oleh stasiun bumi yang terinduksi oleh frekuensi radio (88-108 MHz) dan ikut dipancarkan ke satelit. Salah satu kasus yang baru terjadi pada bulan Februari 2015 lalu, dimana salah satu siaran radio terdeteksi oleh Unit Pengendalian Komunikasi Satelit (Dalkomsat) ikut terpancar ke satelit Telkom-1. Interferensi ini dapat menyebabkan sinyal *carrier* yang ditransmisikan oleh stasiun bumi pelanggan satelit Telkom-1 mengalami degradasi. Selain itu, dampak dari interferensi ini juga

berpengaruh terhadap satelit itu sendiri, seperti misalnya beban pada transponder bertambah sehingga transponder menjadi *over* saturasi, dan yang paling fatal yaitu menyebabkan kerusakan pada satelit tersebut. Berbagai masalah yang dapat ditimbulkan akibat interferensi radio mendorong penulis untuk membuat sebuah rancangan *sweeper* frekuensi yang dapat berdaya guna untuk mendeteksi gangguan interferensi radio pada sistem komunikasi satelit di Stasiun Pengendali Utama (SPU) Cibinong.

1.2 Rumusan Masalah

Didasari latar belakang masalah yang telah diuraikan tersebut, penulis merumuskan beberapa masalah, yaitu :

1. Bagaimana dasar sistem komunikasi satelit secara umum?
2. Bagaimana interferensi radio dapat muncul pada sistem komunikasi satelit?
3. Bagaimana desain rancangan *sweeper* frekuensi untuk mendeteksi gangguan interferensi radio pada komunikasi satelit?
4. Apakah rancangan *sweeper* frekuensi ini dapat berdaya guna untuk mendeteksi masalah gangguan interferensi radio pada sistem komunikasi satelit di Stasiun Pengendali Utama (SPU) Satelit Cibinong?

1.3 Tujuan Dan kegunaan Penelitian

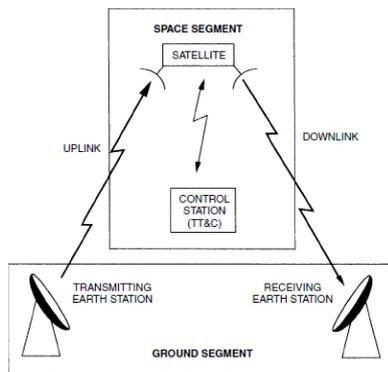
Tujuan dan kegunaan dari penelitian ini adalah untuk memberikan pengetahuan mengenai bagaimana merancang alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi gangguan interferensi radio pada komunikasi satelit.

2. TINJAUAN LITERATUR

2.1 Komunikasi Satelit Secara Umum

Komunikasi satelit adalah penyampaian atau pendistribusian informasi dalam berbagai bentuk menggunakan satelit di angkasa pada frekuensi gelombang mikro. Satelit berperan sebagai sebuah *repeater* (pengulang) untuk menguatkan sinyal yang diterima kemudian memancarkan kembali ke bumi dengan

mengubah frekuensi *uplink* menjadi frekuensi *downlink*.



Gambar Sistem Komunikasi Satelit

Frekuensi *uplink* (6 GHz) dan *downlink* (4 GHz) berbeda karena satelit tidak dapat menerima dan mentransmisi dengan frekuensi yang sama pada kondisi operasi terus-menerus tanpa interferensi. Jadi sinyal-sinyal yang diterima dari suatu stasiun bumi pada satu frekuensi harus ditransmisikan kembali dengan frekuensi yang lain. Berikut merupakan tabel pengalokasian frekuensi untuk satelit telekomunikasi:

Use	Downlink freq. (MHz)	Uplink freq.(MHz)
	<i>Fixed service</i>	
Commercial (C-band)	3700-4200	5925-6425
Military (X-band)	7250-7750	7900-8400
Commercial(K-band)		
Domestic	11700-12200	14000-14500

Tabel Alokasi Frekuensi Satelit Telekomunikasi

a. Ground Segment

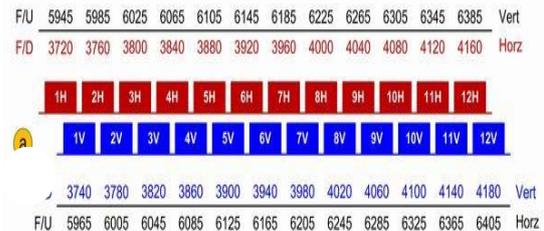
Ground segment adalah seluruh perangkat yang berada di bumi. Pada dasarnya perangkat ini dikategorikan menjadi dua, yaitu SPU (Stasiun Pengendali Utama) yang berfungsi sebagai pengontrol dan pengendali satelit, dan SB (Stasiun Bumi) yang berfungsi untuk komunikasi dua arah.

b. Space Segment

Space segment adalah bagian dari telekomunikasi satelit yang berada di luar angkasa. Komunikasi satelit modern terdiri dari *repeater* multikanal (transponder). Fungsi *transponder* adalah untuk penguatan

International	10950-11200 11450-11700 17700-21200	27500-31000
Maritime	<i>Mobile Service</i> 1535-1542.5	1635-1644
Aeronautical	1543.5-1558.8 <i>Broadcast Service</i> 2500-2535 11700-12750 <i>Telemetry, Tracking, Command</i> 137-138,401-412,1525-1540	1645-1660 2655-2690

sinyal, pemisahan kanal RF yang berdekatan, dan pengalihan frekuensi. Pada komunikasi satelit yang menggunakan C-Band, *bandwidth* yang tersedia adalah 500 MHz, yang dibagi lagi menjadi *subband* yang disebut transponder. Setiap transponder memiliki *bandwidth* 36 MHz dengan *guardband* antar transponder sebesar 4 MHz. Sehingga dalam 500 MHz terdapat 12 transponder.



Gambar Alokasi Frekuensi Transponder C-Band

2.1 Gangguan Interferensi Radio

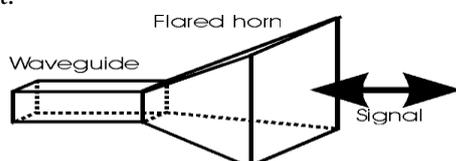
Penggunaan Spektrum Frekuensi Radio dan Orbit Satelit telah diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 53 Tahun 2000 dalam Penjelasan Umum Alinea pertama dinyatakan bahwa spektrum frekuensi radio dan orbit satelit merupakan sumber daya alam terbatas, dan penggunaan spektrum frekuensi radio harus sesuai dengan peruntukannya serta tidak saling mengganggu, mengingat sifat spektrum frekuensi radio dapat merambat ke segala arah tanpa mengenal batas wilayah negara. Dalam masa pengoperasian satelit banyak ditemukan gangguan, salah satunya yaitu interferensi radio. Interferensi radio adalah interferensi yang dimunculkan oleh stasiun bumi yang terinduksi oleh frekuensi radio (88 – 108 MHz) dan ikut dipancarkan ke satelit akibat instalasi antena stasiun bumi yang buruk. Berdasarkan data tahun 2007 (Januari – September) gangguan radio merupakan penyumbang 9% dari seluruh gangguan satelit TELKOM-1 dan TELKOM-2. Frekuensi radio terinterferensi dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Freq radio (MHz)} = (90 + (70 - (\text{CF XPDR terganggu} - \text{Freq interferensi} + 50)))$$

Dampak dari interferensi radio terhadap stasiun bumi antara lain beban (*loading*) *solid state power amplifier* dan *up-converter* akan bertambah, serta sumber interferensi mengalami degradasi sinyal. Sedangkan dampak terhadap satelit yaitu beban (*loading*) pada transponder bertambah, mengganggu *carrier* yang beroperasi di transponder, dan transponder mengalami *over saturasi*.

2.2 Antena Horn

Antena *horn* adalah salah satu jenis antena *microwave* banyak dipakai untuk peralatan komunikasi karena kekuatan *gain* dan kemampuan daya total yang besar dalam memancarkan gelombang elektromagnetik. Ada beberapa jenis antena *horn*, yaitu Antena *horn* sektoral bidang-E (gambar 2-3a), antena *horn* sektoral bidang-H (gambar 2-3b), antena *horn* piramidal (gambar 2-3c) dan antena conical (gambar 2-3d). Pada perancangan tugas akhir ini akan digunakan antena *horn* jenis piramidal yang merupakan gabungan antara antena *horn* sektoral bidang-H dan bidang-E. Antena *horn* piramidal memiliki bentuk yang sangat baik untuk digunakan pada frekuensi tinggi, umumnya dioperasikan pada frekuensi di atas 1000 MHz. Antena ini merupakan kombinasi dari antena sektoral bidang E dan bidang H, sehingga memiliki bentuk seperti piramida terpotong yang mulutnya melebar ke arah bidang medan listrik (E) dan bidang magnet (H). Antena *horn* jenis ini umumnya berbasis *rectangular waveguide*. Kelebihan antena *horn* piramida antara lain mempunyai *gain* yang tinggi, *directivity* yang baik, dan mudah untuk dibuat. Untuk mendapatkan kapasitas pengarahan antena terbaik dan pancaran radiasi yang sempit maka nilai direktivitas-nya perlu dibuat seoptimum mungkin. Semakin sempit pancaran radiasi maka intensitas radiasinya menjadi semakin kuat.



Gambar Antena *horn* piramidal

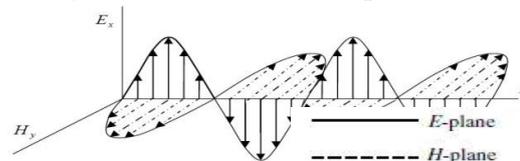
a. Polarisasi

Gelombang elektromagnetik ialah gelombang yang mempunyai sifat listrik dan sifat magnet secara bersamaan. Gelombang dikarakteristikan oleh panjang gelombang dan frekuensi. Panjang gelombang (λ) memiliki hubungan dengan frekuensi (f) dan kecepatan (v) yang ditunjukkan dengan persamaan berikut:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Dimana kecepatan (v) bergantung pada medium. Ketika medium rambat adalah hampa udara (*free space*), maka : $v = c = 3 \times 10^8$ m/s.

Polarisasi dari gelombang radiasi didefinisikan sebagai bagian dari gelombang elektromagnetik yang menggambarkan arah perubahan waktu dan besarnya relatif magnitude dari vektor medan listrik. Polarisasi antena mengacu pada polarisasi vektor medan listrik dari gelombang radiasi. Dengan kata lain, posisi dan arah medan listrik dengan mengacu permukaan bumi atau tanah menentukan gelombang polarisasi. Suatu gelombang terpolarisasi linear bila getaran dari gelombang tersebut selalu terjadi dalam satu arah saja. Arah ini disebut arah polarisasi.



Gambar Gelombang terpolarisasi linear

b. Pola radiasi

Pola radiasi yakni pernyataan secara grafis yang menggambarkan sifat radiasi dari antena (pada medan jauh) sebagai fungsi dari arah dan penggambarannya dapat dilihat pada diagram pola radiasi yang sudah diplot sesuai dengan hasil pengukuran sinyal radiasi dari suatu antena. Pola radiasi antena umumnya terdiri dari sebuah *lobe* utama (*main lobe*) dan beberapa *lobe* kecil (*minor lobe*).

c. Directivity

Direktivitas (pengarahan) dari sebuah antena adalah perbandingan kerapatan daya maksimum terhadap daya rata-rata, semakin kecil sudut pancar maka semakin bagus

direktivitasnya. Direktivitas sebuah antenna diukur berdasarkan *beam-width*, sudut yang dibentuk oleh perpanjangan garis dari tengah antenna membentuk kurva 3-dB. Antena *horn* memiliki sudut *beam* pada *range* 10° - 60° . Pola direktivitas menunjukkan pola radiasi horizontal antenna.

d. *Beamwidth*

Beamwidth adalah besarnya sudut pancaran *lobe* utama antenna dimana semakin kecil *bandwidth* semakin fokus sebuah antenna dalam memancarkan *power*nya. Semakin besar *power* dalam *lobe* utama, semakin jauh antenna dapat berkomunikasi. *Bandwidth* sangat penting pada frekuensi *microwave* karena spektrum yang dipancarkan pada *microwave carrier* biasanya sangat besar sehingga sejumlah informasi dapat dibawa.

e. *Waveguide*

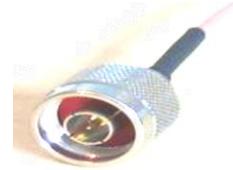
Waveguide adalah saluran tunggal yang berfungsi untuk memandu gelombang elektromagnetik (*microwave*) dengan frekuensi 300 MHz – 300 GHz pada arah tertentu. *Waveguide* terbuat dari konduktor logam (biasanya terbuat dari brass atau aluminium) yang berongga didalamnya. Saluran ini digunakan sebagai pemandu gelombang dari suatu sub sistem ke sub sistem yang lain. *Waveguide* berisi udara yang mempunyai karakteristik mendekati ruang bebas, sehingga pada *rectangular waveguide* medan listrik (E) harus tegak lurus di permukaan dinding *waveguide*. Untuk medan magnetik (H) juga harus sejajar di permukaan dinding *waveguide*.

2.3 Transmission line

a. Konektor N

Konektor ini merupakan salah satu konektor pertama yang sanggup membawa gelombang mikro tanpa pelemahan yang besar. Konektor N memiliki impedansi 50 ohm dan 75 ohm. Konektor berimpedansi 75 ohm banyak digunakan pada infrastruktur TV kabel sedangkan versi 50 ohm sering digunakan pada infrastruktur komunikasi data nirkabel.

Terdapat 2 jenis konektor tipe N yaitu tipe N male dan tipe N female. Penulis memilih menggunakan konektor tipe N karena dapat dilalui frekuensi sampai 18 GHz. Konektor N male juga banyak digunakan sebagai konektor antenna pada WLAN.



Gambar Konektor N-Male



Gambar Konektor N-Female

b. Kabel RG-58

RG 58 merupakan salah satu tipe kabel koaksial yang digunakan untuk membawa daya RF rendah. Kabel ini memiliki impedansi karakteristik 50 ohm. Kebanyakan antenna dan peralatan WLAN didesain untuk bekerja pada kabel dengan impedansi karakteristik 50 ohm. Istilah RG berasal dari terminologi militer AS yang merupakan singkatan dari *Radio Grade*.^[4] Kabel koaksial Thinnet atau Kabel RG-58 disebut juga dengan kabel BNC (*British Naval Connector*). Penulis menggunakan kabel RG 58 karena kelebihanannya adalah mudah dipakai untuk instalasi dalam ruangan (fleksibel), dan dapat langsung dihubungkan ke *spectrum analyzer* menggunakan konektor BNC. Kabel koaksial jenis ini banyak dipergunakan di kalangan radio amatir terutama untuk *transceiver* yang tidak memerlukan *output* daya yang besar.



Gambar Kabel Koaksial RG 58

2.4 Aluminium

Aluminium merupakan logam non-ferrous yang paling banyak digunakan di dunia,

dengan pemakaian tahunan sekitar 24 juta ton. Aluminium dengan densitas 2.7 g/cm^3 sekitar sepertiga dari densitas baja (8.83 g/cm^3), tembaga (8.93 g/cm^3), atau kuningan (8.53 g/cm^3), mempunyai sifat yang unik, yaitu: ringan, kuat, dan tahan terhadap korosi pada lingkungan luas termasuk udara, air (termasuk air garam), petrokimia, dan beberapa sistem kimia. Penulis memilih aluminium dengan ketebalan 0.5 mm karena mudah ditekuk dalam proses pembuatan antena, bahannya mudah ditemukan di pasaran dan harganya yang terjangkau.

3. KERANGKA BERPIKIR

Gangguan interferensi radio merupakan salah satu kendala operasi komunikasi satelit yang sering terjadi. Interferensi radio dapat berakibat fatal bagi operasi satelit seperti rusaknya data satelit yang diterima (*data corruption*), *miss orientation tracking*, dan kerusakan pada sistem penerima di satelit. Oleh karena itu, gangguan interferensi ini harus segera diatasi dengan cepat dan tepat. Dengan mengetahui teori dasar mengenai sistem komunikasi satelit, gangguan interferensi radio, perhitungan dimensi corong dan waveguide, serta pemilihan bahan aluminium untuk membuat antena *horn*, maka penulis bermaksud untuk membuat suatu rancangan *sweeper* frekuensi untuk mendeteksi gangguan interferensi radio pada sistem komunikasi satelit.

4. KONSEP RANCANGAN

4.1 Desain Perancangan

Penanggulangan masalah interferensi sinyal pada sistem komunikasi satelit idealnya harus bisa diatasi sesegera mungkin, karena jika dibiarkan berlarut-larut dapat merugikan pihak *customer* satelit, pihak stasiun radio, dan yang paling fatal yaitu dapat merugikan satelit itu sendiri. Melihat pentingnya penanganan masalah tersebut, maka perlu perangkat untuk mendukung kegiatan mendeteksi sinyal yang mengganggu proses transmisi data dari dan ke satelit. Di SPU Cibinong saat ini sudah ada perangkat lunak untuk mendeteksi interferensi yakni Siecams ILS (*Interference Locator System*) namun hasil deteksi perangkat lunak ini masih terdapat *error area* sebesar 5 sampai 10 Km. Maka dibutuhkan alat yang lebih

akurat dan efisien untuk mendeteksi sumber gangguan, maka dari itu penulis merancang *sweeper* frekuensi guna mendeteksi interferensi radio dengan menghubungkan antena *horn* ke *spectrum analyzer*.

4.2 Penentuan Alat dan Bahan

Komponen utama pada alat *sweeper* frekuensi ini adalah antena *horn* beserta *waveguide*nya. Adapun bahan yang diperlukan, antara lain:

1. Plat aluminium ukuran 1 x 2 m dengan ketebalan 0.5 mm
2. N - konektor (*male* dan *female*) dan adapter konektor SMA
3. Kuningan dengan ukuran diameter 0.5 mm
4. Kabel RG-58 dengan ukuran panjang 1 m
5. Paku rivet
6. Mur dan baut
7. Lem *silicon* dan *power glue*

Peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan antena *horn*, antara lain:

1. *Drilling machine*
2. *Holder*
3. Mata bor Olso ukuran 15 mm, 3 mm, dan 2.5 mm
4. *Cramping*
5. *Cutter / Gergaji*
6. Penggaris
7. Solder dan kawat timah

4.3 Kriteria Perancangan

Komponen utama dari perancangan alat *sweeper* frekuensi ini adalah antena *horn* yang dihubungkan ke *spectrum analyzer* sebagai sistem penerima. *Spectrum analyzer* berfungsi untuk menampilkan pergerakan sinyal yang ditangkap oleh antena *horn*. Saat antena diarahkan semakin dekat kepada sumber interferensi maka sinyal yang ditangkap oleh *spectrum analyzer* akan semakin kuat. Kemudian dari sinyal yang ditangkap tersebut akan dianalisis apakah sinyal tersebut merupakan sinyal yang menyebabkan interferensi radio pada *customer* satelit atau tidak. Berikut adalah gambar blok rancangan alat *sweeper* frekuensi:

1. Antena *horn*
Antena *horn* (corong) merupakan salah satu antena *microwave* yang banyak dipakai sebagai pemancar untuk satelit dan peralatan komunikasi di seluruh dunia karena memiliki *gain* yang maksimal pada frekuensi UHF maupun SHF. Oleh karena itu pada perancangan alat *sweeper* frekuensi ini penulis bermaksud membuat

rancangan antenna *horn* yang dapat bekerja optimum pada frekuensi diatas 1 GHz untuk mendeteksi sinyal *uplink* dari stasiun bumi ke satelit maupun sinyal *downlink* dari satelit ke stasiun bumi Rancangan antenna *horn* pada peralatan *sweeping* ini bersifat *receive only* dengan kriteria dapat menangkap frekuensi transponder C-band yakni 5945 MHz – 6405 MHz. Kriteria lain seperti *gain*, *VSWR*, *directivity*, dan bentuk pola radiasi tidak dapat diuji coba karena keterbatasan *range* frekuensi pada alat ukur yang ada di Laboratorium Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara, sehingga kriteria yang ditentukan hanya frekuensi *uplink* yang ditangkap oleh antenna.

2. *Spectrum Analyzer*

Spectrum Analyzer adalah sebuah alat ukur yang digunakan untuk mengetahui distribusi energi dari suatu spektrum frekuensi sinyal listrik yang diukur. Alat ini dapat menunjukkan bentuk dari sinyal yang dipancarkan oleh pemancar, dan pada beberapa tipe tertentu *spectrum analyzer* terdapat fasilitas untuk mendengarkan *voice* dari sinyal yang ditangkap, sehingga dapat membantu proses pendeteksian apakah sinyal yang terdeteksi merupakan sinyal interferensi radio atau bukan. Pada perancangan alat *sweeper* ini penulis memilih untuk menggunakan *Spectrum Analyzer* yang cakupan frekuensinya lebih dari 4 GHz sebagai sistem penerima (*receiver*), dikarenakan keterbatasan waktu dan bahan kajian dalam membuat sistem penerima yang akurat untuk menerima frekuensi tinggi. Selain dua komponen utama yang telah diuraikan diatas, ada beberapa peralatan tambahan yang dapat digunakan untuk mendukung kegiatan *sweeping* frekuensi, diantaranya adalah:

- a). Kompas
- b). *Speaker*
- c). Teropong

5. Pembahasan

5.1 Gambaran Umum Sistem Rancangan

SPU Cibinong memiliki unit kerja yang bertugas untuk mencegah dan menganalisa kesalahan atau gangguan yang terjadi pada transponder serta sistem telekomunikasi satelit, yaitu pada unit TFH (*Transponder Fault Handling*). Salah satu tugas yang

ditangani oleh unit TFH adalah *sweeping* sinyal interferensi. Secara sistematis rancangan *sweeper* frekuensi ini berfungsi untuk mencari sumber sinyal yang dianggap mengganggu *customer* satelit dalam proses transmisi data. Proses pendeteksian sinyal dapat dilakukan menggunakan antenna *horn* C-band yang dihubungkan ke *spectrum analyzer* sebagai *receiver*. Antenna *horn* menjadi pilihan karena dinilai paling efektif digunakan pada *Ultra High Frequency* (UHF) antara 300 MHz – 3 GHz maupun *Super High Frequency* (SHF) antara 3 GHz – 30 GHz.

5.2 Tahapan Perancangan

Komponen utama dalam rancangan *sweeper* frekuensi ini adalah antenna *horn* yang dapat digunakan untuk menangkap frekuensi *uplink*.

Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan antenna *horn*:

1. Menentukan karakteristik antenna
Tahapan awal dalam proses pembuatan antenna adalah menentukan frekuensi kerja dari antenna yang akan dibuat. Penulis membuat antenna yang berfungsi sebagai antenna penerima pada frekuensi satelit telekomunikasi transponder C-band, yakni 5945 MHz – 6405 MHz dengan *peak power level* lebih besar dari -70 dBm.
2. Menentukan jenis dan bahan antenna
Dalam pembuatan alat untuk mendeteksi gangguan sistem komunikasi satelit penulis memilih jenis antenna *horn* piramidal. Hal ini dikarenakan antenna akan digunakan untuk mendeteksi sinyal *uplink* yang dipancarkan ke transponder satelit. Transponder satelit komunikasi memiliki dua polarisasi berbeda, yakni vertikal dan horizontal. Sehingga apabila gangguan interferensi radio terdapat pada transponder vertikal, maka *sweeping* menggunakan antenna *horn* piramidal yang diarahkan secara vertikal. Jika gangguan interferensi radio pada transponder horizontal, maka *sweeping* menggunakan antenna *horn* yang diarahkan secara horizontal. Hal ini dapat menjadi lebih efektif daripada menggunakan antenna *horn* E-sektoral atau H-sektoral saja. Untuk pemilihan bahan rancangan antenna *horn* piramidal, penulis menggunakan bahan plat alumunium dengan ketebalan 0.5 mm. Bahan tersebut dipilih karena alumunium merupakan bahan yang mudah didapat di pasaran, harganya relatif murah,

dan mudah untuk ditebuk serta memiliki struktur bahan yang ringan dengan nilai pendekatan cepat rambat yang sama dengan tembaga yaitu 95% atau 0.95. Oleh karena antenna *horn* ini berfungsi sebagai antenna penerima saja, maka aluminium tidak akan mudah panas karena tidak ada *power input* besar yang diberikan ke antenna *horn*.

3. Perhitungan panjang antenna
 Dalam merancang antenna *sweeper* frekuensi dilakukan tahapan sebagai berikut:

a. Hitung dimensi antenna *horn* frekuensi 6 GHz. Untuk menentukan panjang gelombang frekuensi pancaran dapat dihitung dengan:

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{c}{F} \\ &= \frac{3 \times 10^8}{6 \times 10^9} \\ &= 0.05 \text{ m} \end{aligned}$$

Antenna *horn* piramida memiliki efektif area sebesar 50% dari *aperture area*, jika a

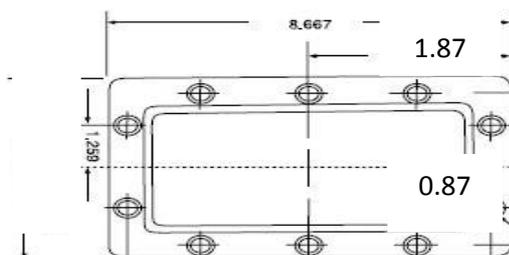
$$\begin{aligned} &= \frac{50}{100} = 0.5 \text{ maka:} \\ l_e &= l_h \\ &= \frac{(a)^2}{2\lambda} \\ &= \frac{(0.05)^2}{2(0.05)} \\ &= 2.5 \end{aligned}$$

Maka ukuran panjang sisi A dan sisi B corong dapat dihitung dengan rumus:

Gambar Dimensi Antena *Horn*

$$\begin{aligned} A &= \sqrt{3\lambda_0} l_h \\ &= \sqrt{3} \cdot 5 \text{ cm} \cdot 2.5 \\ &= 6.12 \text{ inch} \approx 15.5 \text{ cm} \\ B &= \sqrt{2\lambda_0} l_e \\ &= \sqrt{2} \cdot 5 \text{ cm} \cdot 2.5 \\ &= 5 \text{ inch} \approx 12.7 \text{ cm} \end{aligned}$$

Untuk antenna frekuensi C-band, jenis *waveguide* yang digunakan adalah WR-187 dengan ukuran dimensi mengacu pada ukuran standard pabrikan dari Narda Microwave Antenna yaitu 1.87 x 0.87 inch.



Gambar Ukuran Dimensi Waveguide

b. Buat desain ukuran corong antenna dan *waveguide* pada plat aluminium menggunakan spidol dan penggaris. Mengacu pada standard pabrik dari Narda Microwave Antenna, sudut kemiringan corong antenna bagian belakang dibuat sebesar 30°. Dan ukuran panjang dari mulut corong ke bagian belakang corong adalah 10.47 inch.

c. Proses selanjutnya yaitu pemotongan/*cutting* desain yang telah dibuat pada plat aluminium menggunakan *cutter*/gergaji.

d. Sisi lipatan antenna ditebuk dengan menggunakan *holder* untuk menahan sisi plat yang hendak ditebuk, setelah ditebuk kemudian direkatkan dengan lem silicon. Tunggu beberapa saat hingga lem merekat kuat antar sisi antenna.

e. Lakukan pengeboran menggunakan *drill machine* pada sisi plat yang telah direkatkan. Matabor yang digunakan yaitu jenis matabor Olso berukuran 2.5 mm untuk bagian corong antenna.

f. Setelah dibor, hubungkan antar sisi corong antenna menggunakan rivet.

g. Bagian corong telah selesai. Selanjutnya adalah proses pembuatan *waveguide*, pasang kuningan pada konektor N-male. Ukuran panjang kuningan dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\begin{aligned} \frac{1}{4} \lambda &= \frac{c}{F} \\ \frac{1}{4} \lambda &= \frac{3 \times 10^8}{6 \times 10^9} \\ &= 0.2 \text{ inch} \approx 0.5 \text{ cm} \end{aligned}$$

h. Kuningan yang telah dipasang pada konektor N-male kemudian disolder agar tidak mudah lepas dari dudukan konektor.

i. Pada sisi bawah *waveguide* dibor dengan ukuran matabor Olso 6 mm untuk memasukkan kuningan. Jarak antara kuningan dengan sisi ujung *waveguide* diatur sama dengan panjang kuningan, yaitu $\frac{1}{4} \lambda$.

j. Sisi yang akan dihubungkan dengan corong antenna dibor menggunakan matabor Olso berukuran 3 mm, kemudian dihubungkan dengan mur dan baut.

k. Setelah bagian *waveguide* tersambung dengan corong antenna, maka proses pembuatan antenna *horn* untuk *sweeper* frekuensi telah selesai dilakukan.

1. Sistem penerima (*receiver*) pada rancangan *sweeper* frekuensi ini adalah menggunakan alat ukur *spectrum analyzer* yang dihubungkan ke antena *horn* menggunakan kabel coaxial RG-58. *Spectrum analyzer* yang digunakan dalam uji coba rancangan harus memiliki rentang frekuensi yang dapat mencakup frekuensi antena, pada tahapan uji coba rancangan penulis menggunakan *Spectrum Analyzer* Anritsu MS2720T 9 KHz to 20 GHz.

5.3 Uji Coba Rancangan

Untuk mengetahui apakah rancangan antena *horn* dapat berdaya guna untuk kegiatan *sweeping* sinyal gangguan, maka perlu adanya uji coba rancangan dengan menggunakan peralatan yang memadai. Untuk melakukan uji coba rancangan antena horn frekuensi C-band, penulis menggunakan peralatan 8360 *Series Synthesized Sweeper* milik PT Telekomunikasi Indonesia di SPU Cibinong. *Synthesized Sweeper* ini dapat digunakan untuk mengetahui besaran frekuensi yang dapat ditangkap oleh rancangan antena *horn*. Tahapan yang dilakukan yaitu:

1. Atur peralatan 8360 *Series Synthesized Sweeper* dengan parameter berikut:
 - Power Level : - 20 dBm
 - Span : 40 MHz
 - Sweep time : 200 ms
2. Hubungkan antena *horn* pemancar dengan 8360 *Series Synthesized Sweeper* menggunakan kabel RF coaxial RG-58.
3. Atur parameter *spectrum analyzer* sebagai berikut:
 - RBW : 1 MHz
 - VBW : 10 KHz
 - Span : 40 MHz
4. Hubungkan *spectrum analyzer* dengan rancangan antena *horn* menggunakan kabel RF coaxial RG-58.
5. Atur jarak antara antena pemancar dan penerima sejauh ± 2 meter.
6. Atur *center frequency* pada *spectrum analyzer* dan *continuous wave frequency* pada *sweeper synthesizer* naik 40 MHz secara berkala dimulai dari frekuensi 5945 MHz, 5985 MHz, 6025 MHz, sampai dengan 6385 MHz untuk pengarahannya horizontal. Perhatikan pergerakan sinyal yang ditangkap oleh rancangan antena *horn* pada *spectrum analyzer*.
7. Atur *center frequency* pada *spectrum analyzer* dan *continuous wave frequency*

pada *sweeper synthesizer* naik 40 MHz secara berkala mulai dari frekuensi 5965 MHz, 6005 MHz, 6045 MHz sampai dengan 6405 MHz untuk pengarahannya vertikal. Perhatikan pergerakan sinyal yang ditangkap oleh rancangan antena *horn* pada *spectrum analyzer*.

8. Catat *peak power level* yang ditangkap oleh rancangan antena *horn*. Setelah diketahui bahwa rancangan antena *horn* dapat berdaya guna untuk menangkap frekuensi transponder C-band, maka selanjutnya akan diuji coba simulasi *sweeping*. Oleh karena data mengenai kegiatan *sweeping* merupakan rahasia perusahaan, maka simulasi akan dimisalkan nama radio dan frekuensinya. Berikut tahapan simulasi *sweeping* sinyal interferensi radio:

1. Berdasarkan laporan dari salah satu *customer* bahwa sistem pemancarnya mengalami gangguan, diketahui frekuensi *customer* tersebut 6121 MHz.
2. Atur frekuensi 6121 MHz pada *spectrum analyzer* di unit Dalkomsat (Pengendalian Komunikasi Satelit). Dengarkan suara siaran radio yang terdengar pada frekuensi tersebut.
3. Setelah mendengarkan suara yang terdeteksi di *spectrum analyzer*, didapatkan informasi bahwa siaran radio XYZ 106.00 MHz ikut terpancar oleh frekuensi *customer* ke satelit Telkom-1.
4. Lacak lokasi stasiun radio XYZ dari *Google Maps*. Kemudian diketahui posisi stasiun radio XYZ berada di Jalan Raya Margonda Depok.
5. Tentukan rute *sweeping* pada radius 5-10 Km dari sekitar stasiun radio XYZ, yaitu dimulai dari Jalan Raya Mampang, Jalan Raya Pitara, Jalan Raya Kartini, Jalan Raya Nusantara, Jalan Dewi Sartika, Jalan Raya Beji, Jalan Raya Juanda, Lenteng Agung, dan Jalan Akses UI.
6. Siapkan peralatan yang dibutuhkan untuk *sweeping*, antara lain antena *horn* yang sudah diuji coba oleh 8360 *Series Sweeper Synthesizer*, *spectrum analyzer* Anritsu MS2720T yang memiliki rentang frekuensi diatas 4 GHz dan terdapat mode *voice*. Bila diperlukan, siapkan pula *headset* atau *speaker* untuk dapat mendengar suara siaran radio secara lebih jelas.

7. Mulai perjalanan *sweeping* dengan rute yang berurut, bila diperlukan gunakan bantuan GPS untuk menyisir antena pemancar di sepanjang yang ditempuh. Selama perjalanan, antena *horn* diarahkan secara vertikal karena frekuensi gangguan (6121 MHz) mendekati transponder 5V (6125 MHz).
8. Sambil mengarahkan antena *horn* ke arah kanan dan kiri jalan, perhatikan sinyal yang tertangkap pada *spectrum analyzer*, dan dengarkan suara yang tertangkap.
9. Perhatikan *spectrum analyzer*, apabila pada *center frequency* muncul sinyal yang *peak power level* nya melebihi -70 dBm namun tidak terdengar ada suara siaran radio, maka bisa dipastikan bahwa sinyal tersebut bukan sinyal interferensi radio.
10. Apabila pada *center frequency* muncul sinyal yang *peak power level*nya tinggi, kemudian samar-samar terdengar suara radio, maka perlu ditelusuri rute yang mengarah kepada tingginya sinyal level yang diterima *spectrum analyzer* dengan tetap mengarahkan antena *horn* ke arah stasiun pemancar di sekitar jalan. Semakin dekat sumber interferensi nya, maka akan semakin jelas suara siaran radio yang ditangkap oleh *spectrum analyzer*. Dalam hal ini sebaiknya memasang *speaker* pada *spectrum analyzer* agar suara bisa terdengar jelas.
11. Saat antena *horn* menunjuk salah satu stasiun pemancar, dan pada *spectrum analyzer* muncul sinyal yang *peak power level*nya melebihi -70 dBm, serta terdengar suara siaran radio secara jelas, maka dapat dipastikan bahwa pemancar tersebut merupakan sumber gangguan interferensi yang terinduksi oleh frekuensi broadcast radio sehingga ikut terpancarkan ke satelit. Pada *spectrum analyzer* tertangkap sinyal dengan *peak power level* sebesar -61.69 dBm pada *center frequency* yang telah diatur sebelumnya yaitu 6121 MHz.

Untuk memastikan apakah sinyal yang tertangkap ini merupakan sinyal interferensi, maka dapat dibuktikan dengan perhitungan rumus:

$$\text{Freq siaran radio} = (90 + (70 - (\text{CF XPDR terganggu} - \text{Freq interferensi} + 50)))$$

$$106 = (90 + (70 - (6125 - \text{Freq Interferensi} + 50)))$$

$$106 - 90 = 70 - (6125 - \text{Freq Interferensi} + 50))$$

$$16 - 70 = -6125 + \text{Freq Interferensi} - 50$$

$$-54 + 50 + 6125 = \text{Freq Interferensi}$$

$$\text{Freq Interferensi} = 6121 \text{ MHz}$$

Dengan perhitungan tersebut dapat dibuktikan bahwa frekuensi interferensi yang terdeteksi adalah benar yaitu 6121 MHz, dimana pada frekuensi tersebut sinyal siaran radio XYZ terpancar ke satelit dan mengganggu frekuensi yang mendekati transponder 5 V yakni 6125 MHz.

5.4 Interpretasi Hasil Uji Coba Rancangan

1. Hasil Pengukuran *Peak Power Level*

Dari hasil pengukuran level sinyal interferensi pada lebar pita 5945 MHz – 6405 MHz menggunakan 8360 *Series Synthesized Sweeper* di SPU Cibinong dengan antena yang dipasang secara horizontal, antena dapat menangkap sinyal frekuensi dengan rata-rata level sinyal cukup tinggi (>-70 dBm), dimana pada level tersebut sangat berpotensi

Dimensi yang melebar dari corong *waveguide* digunakan sebagai sumber radiasi utama dari antena *microwave*. Sinyal akan dikumpulkan pada bagian corong sehingga pancaran menjadi fokus pada area yang diarahkan. *Waveguide* dapat berdiri sendiri sebagai antena namun penguatannya belum maksimal sehingga digunakan corong untuk membantu penguatan, sebab ukuran dimensi dari corong juga akan mempengaruhi penguatan dari antena.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian, uji coba, dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem komunikasi satelit secara umum terdiri atas *ground segment* (stasiun bumi dan stasiun pengendali) dan *space segment* (transponder). Dimana sinyal yang ditransmisikan oleh stasiun bumi diterima oleh transponder satelit, kemudian dipancarkan kembali ke stasiun bumi dengan frekuensi yang berbeda.
2. Interferensi radio dapat muncul sebagai akibat dari penginstalasian antena

pemancar yang buruk, sehingga memungkinkan sinyal siaran radio terinduksi ke antena pemancar dan ikut terpancarkan ke satelit.

3. Desain rancangan *sweeper* untuk menangkap frekuensi *uplink* pada transponder C-band (5945 MHz – 6405 MHz) dapat menggunakan antena dari alumunium yang dibentuk menjadi sebuah corong dan *waveguide* dengan perhitungan yang tepat untuk antena C-band. Bentuk corong dibuat jenis piramidal yang merupakan gabungan antara E-sektoral dan H-sektoral agar bisa menangkap frekuensi pada polarisasi horizontal dan vertikal dari transponder. Antena *horn* kemudian dihubungkan ke *spectrum analyzer* sebagai sistem penerima.

6.2 Saran

1. Perhitungan ukuran dimensi antena *horn* dan pemilihan bahan akan sangat berpengaruh terhadap hasil uji coba rancangan. Gunakan alumunium yang lebih tebal dan permukaan corong harus rata untuk mendapatkan pola radiasi yang baik serta *peak power level* yang tinggi.
2. Dan untuk laboratorium di Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia, khususnya program studi Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara, agar dapat melengkapi alat ukur untuk menghitung antena yang memiliki frekuensi diatas 4 GHz. Alat ukur yang memadai dapat digunakan sebagai media untuk mendukung kegiatan praktik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kusmaryanto, Sigit. Komunikasi Satelit: Diktat: Universitas Brawijaya
2. Sistem Komunikasi Satelit. Dipetik Desember 26, 2012, dari unsri.ac.id: www.unsri.ac.id/upload/arsip/Tugas%20A%20KHIR.doc
3. Pamungkas, W. (2006). Diktat Kuliah Siskomsat. Purwokerto: AKATEL Sandhy Putra

4. Kusmaryanto, Sigit. -. Komunikasi Satelit: Diktat. Malang: Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
5. Judianto, Chusnul Tri. Analisis Potensi Gangguan Interferensi Microwave Link Terhadap Operasi Satelit Lapan-A3 di Stasiun Bumi Rumpin
6. Prawira, Tinno Daya. 2010. Analisis Cross Polarization Pada Layanan VSAT Satelit Telkom-1 [skripsi]. Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro: Depok.
7. Ruzal Julysar Putra Dhani, Budi Aswoyo. Perancangan dan Pembuatan Antena Horn Dual Piramidal Dual Polarisasi Untuk Aplikasi Wimax di Indonesia. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
8. Prapto, Triyoga. Optimasi Perencanaan Antena Horn Piramida Dengan Menggunakan Algoritma Genetik. Universitas Diponegoro.
9. Hugh D. Young dan Roger A. Freedman. 2003. Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid 2. Jakarta: Erlangga.)
10. Purwata, Putu Gede. 2003. Studi Perbandingan Antena Horn Beralur dan Horn Biasa. Surabaya : Undergraduate Thesis, Electrical Engineering.
11. Balanis, A. Constantine. 2005. Antenna Theory Analysis Design, Third Edition. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.)
12. Santoso, Imam, dkk. Makalah Seminar Tugas Akhir Perancangan dan Analisis Antena Jaringan Area Lokal Nirkabel 2.4 GHz. Universitas Diponegoro.
13. ASM International. (1990). ASM Handbook Volume 2: Properties and Selection: Nonferrous and Special-Purpose Material. Metal Park Ohio: ASM International