



UNIVERSITAS INDONESIA

**PEMANFAATAN PRINSIP *SUPERHETERODYNE* DALAM
PENGIRIMAN SINYAL RADIO KONTROL MELALUI
KOMUNIKASI TELEPON SATELIT UNTUK APLIKASI
PENGENDALI HELIKOPTER JARAK JAUH**

SKRIPSI

DATONG YUDISTIRA A.
0405030265

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JANUARI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PEMANFAATAN PRINSIP *SUPERHETERODYNE* DALAM
PENGIRIMAN SINYAL RADIO KONTROL MELALUI
KOMUNIKASI TELEPON SATELIT UNTUK APLIKASI
PENGENDALI HELIKOPTER JARAK JAUH**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana

DATONG YUDISTIRA A.

0405030265

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JANUARI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : DATONG YUDISTIRA A.

NPM : 0405030265

Tanda Tangan :

Tanggal : Depok, 7 Januari 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Datong Yudistira A.

NPM : 0405030265

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Pemanfaatan Prinsip *Superheterodyne* Dalam Pengiriman Sinyal Radio Kontrol Melalui Komunikasi Telepon Satelit Untuk Aplikasi Pengendali Helikopter Jarak Jauh

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Elektro, Fakultas Teknik Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Djamhari Sirat, M.Sc., Ph.D ()

Penguji : Prof. Dr. Ir. Harry Sudibyo S., DEA. ()

Penguji : Dr. Ir. Feri Yusivar M.Eng. ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 7 Januari 2010

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

Ir. Djamhari Sirat, M.Sc. Ph.D.

Selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, serta pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tugas akhir ini.

Tak lupa pula saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Dr. Ir. Arman Djohan Diponegoro, M.Sc. selaku dosen pembimbing 2 yang telah banyak membantu banyak hal dalam penyusunan tugas akhir ini.
- (2) Orang tua saya, ibunda Supriati, ibu yang mengetahui diriku seutuhnya, dahaga dari letihku, ayahanda Soedarmadji, ayah adalah cambuk dari semangatku, warisan kemauan keras kudapat darinya; serta kakanda Guntur, kakak yang selalu membantu banyak hal kepada diriku.
- (3) Semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan dan penyusunan tugas akhir ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 7 Januari 2010

Penulis

DATONG YUDISTIRA A.

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : DATONG YUDISTIRA A.
NPM : 0405030265
Program Studi : Teknik Elektro
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-FreeRight)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PEMANFAATAN PRINSIP *SUPERHETERODYNE* DALAM PENGIRIMAN
SINYAL RADIO KONTROL MELALUI KOMUNIKASI TELEPON SATELIT
UNTUK APLIKASI PENGENDALI HELIKOPTER JARAK JAUH

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/memformat-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada Tanggal : 7 Januari 2010
Yang menyatakan

(DATONG YUDISTIRA A.)

ABSTRAK

Nama : DATONG YUDISTIRA A.
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : PEMANFAATAN PRINSIP *SUPERHETERODYNE* DALAM
PENGIRIMAN SINYAL RADIO KONTROL MELALUI
KOMUNIKASI TELEPON SATELIT UNTUK APLIKASI
PENGENDALI HELIKOPTER JARAK JAUH

Skripsi ini merancang pemanfaatan prinsip superheterodyne dalam pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi telepon satelit untuk aplikasi pengendali helikopter jarak jauh. Helikopter radio kontrol adalah salah satu alat yang dapat digunakan untuk kegiatan pemantauan daerah rawan yang tidak terjangkau di Indonesia. Namun penggunaan helikopter radio kontrol memiliki kelemahan yaitu jangkauannya yang terbatas serta cakupannya yang tidak luas.

Pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi telepon satelit adalah salah satu solusi dari permasalahan tersebut. Pemanfaatan prinsip superheterodyne digunakan untuk mengubah frekuensi dari remote kontrol menjadi frekuensi asli dari radio kontrol tanpa frekuensi pembawa. Frekuensi tersebut kemudian akan dikirimkan melalui telepon satelit untuk selanjutnya diteruskan melalui satelit.

Kata kunci: Helikopter, Radio Kontrol, Superheterodyne, Telepon Satelit.

ABSTRACT

Name : DATONG YUDISTIRA A.
Study Program : Electrical Engineering
Title : UTILIZATION OF SUPERHETERODYNE PRINCIPLE IN
SENDING RADIO CONTROL SIGNAL THROUGH
SATELLITE PHONE COMMUNICATION APPLICATION
FOR HELICOPTER CONTROLLER DISTANCE AWAY

This thesis designs utilization of superheterodyne principle in sending radio control signals through satellite phone communications to application helicopters controller distance away. Helicopter radio control is one tool that can be used for monitoring activities that are not prone areas in Indonesia affordable. However, the use of radio-controlled helicopter has the disadvantage of limited scope and the coverage is not widespread.

Radio control signal transmission via satellite telephone communication is one solution to these problems. Utilization of superheterodyne principle is used to change the frequency of the remote control to the original frequency of the radio control without carrier frequency. This frequency is then sent via satellite phone for the next transmitted via satellite.

Key Word: Helicopter, Radio Control, Superheterodyne, Satellite Phone.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN	3
1.4 BATASAN MASALAH	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB 2. LANDASAN TEORI	5
2.1 RADIO KONTROL	5
2.1.1 Prinsip Kerja Radio Kontrol	6
2.1.2 Modulasi Radio Kontrol.....	7
2.1.3 Frekuensi Radio Kontrol	7
2.1.4 Daya Jangkau Radio Kontrol	8
2.1.5 Frekuensi Bentrok Radio Kontrol	8
2.2 PENERIMA RADIO SUPERHETERODYNE	10
2.3 KOMUNIKASI SATELIT	14
2.3.1 Kelebihan dan Kelemahan Komunikasi Satelit.....	14
2.3.2 Jenis-Jenis Satelit	15
2.3.3 Telepon Satelit	16

BAB 3. PERANCANGAN SISTEM	18
3.1 KONFIGURASI UMUM SISTEM.....	18
3.2 PRINSIP KERJA SISTEM	19
3.2.1 Fungsi Rangkaian Mixer 2	22
3.2.2 Fungsi Mixer Audio	23
3.3 PERANCANGAN SISTEM	24
3.3.1 Perancangan Sistem Channel 1	28
3.3.2 Perancangan Sistem Channel 2	30
3.3.3 Perancangan Sistem Channel 3	32
3.3.4 Perancangan Sistem Keseluruhan	34
BAB 4. PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM.....	37
4.1 HASIL PERANCANGAN SISTEM	37
4.2 PENGUJIAN SISTEM.....	38
4.2.1 Menampilkan Sinyal Keluaran Dari Remote Radio Kontrol Dengan Osiloskop	38
4.2.2 Menampilkan Sinyal Masukan Pada Rangkaian Superheterodyne Dengan Osiloskop	40
4.2.3 Menampilkan Sinyal Keluaran Lokal Oscilator Pada Rangkaian Superheterodyne Dengan Osiloskop.....	42
4.2.4 Menampilkan Sinyal Keluaran Intermediate Frekuensi Pada Rangkaian Superheterodyne Dengan Osiloskop.....	44
4.2.5 Menampilkan Sinyal Keluaran Detektor Pada Rangkaian Superheterodyne Dengan Osiloskop	45
4.2.6 Menampilkan Sinyal Keluaran Rangkaian mixer Dengan Osiloskop	47
4.2.7 Menguji Pengiriman Sinyal Melalui Telepon Satelit	49
4.3 ANALISIS SISTEM	50
4.3.1 Analisis Pengujian Pertama	50
4.3.2 Analisis Pengujian Kedua	51
4.3.3 Analisis Pengujian Ketiga	51
4.3.4 Analisis Pengujian Keempat	52
4.3.5 Analisis Pengujian Kelima	52

4.3.6 Analisis Pengujian Keenam	53
4.3.7 Analisis Pengujian Ketujuh	53
BAB 5. KESIMPULAN	55
DAFTAR REFERENSI	56
DAFTAR PUSTAKA	57



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Contoh Radio Kontrol	5
Gambar 2.2 Blok Diagram Prinsip Kerja Sistem Radio Kontrol.....	6
Gambar 2.3 Blok Diagram Penerima Radio Superheterodyne	12
Gambar 2.4 Contoh Proses Konversi Frekuensi	13
Gambar 2.5 Arsitektur Komunikasi Satelit	14
Gambar 3.1 Konfigurasi Umum Sistem	18
Gambar 3.2 Proses Konversi Frekuensi Pada Rangkaian Superheterodyne	19
Gambar 3.3 Bagian-Bagian Dalam Rangkaian Superheterodyne	20
Gambar 3.4 Rangkaian Mixer	22
Gambar 3.5 Rangkaian Mixer Audio.....	23
Gambar 3.6 Helikopter Radio Kontrol.....	24
Gambar 3.7 Rangkaian Superheterodyne.....	25
Gambar 3.8 Blok Diagram IC AN 7224	25
Gambar 3.9 Telepon Satelit.....	26
Gambar 3.10 Antena Telepon Satelit	27
Gambar 3.11 Diagram Alir Perancangan Sistem Untuk Channel 1	28
Gambar 3.12 Diagram Alir Perancangan Sistem Untuk Channel 2.....	30
Gambar 3.13 Diagram Alir Perancangan Sistem Untuk Channel 3.....	32
Gambar 3.14 Diagram Alir Perancangan Sistem Keseluruhan	35
Gambar 4.1 Rancang Bangun Sistem	37
Gambar 4.2 Sinyal Keluaran Remote Kontrol channel 1.....	38
Gambar 4.3 Sinyal Keluaran Remote Kontrol channel 2.....	39
Gambar 4.4 Sinyal Keluaran Remote Kontrol channel 3.....	39
Gambar 4.5 Sinyal Masukan Rangkaian Superheterodyne channel 1	40
Gambar 4.6 Sinyal Masukan Rangkaian Superheterodyne channel 2.....	41
Gambar 4.7 Sinyal Masukan Rangkaian Superheterodyne channel 3.....	41
Gambar 4.8 Sinyal Keluaran Lokal Osilator channel 1.....	42
Gambar 4.9 Sinyal Keluaran Lokal Osilator channel 2.....	43
Gambar 4.10 Sinyal Keluaran Lokal Osilator channel 3.....	43

Gambar 4.11 Sinyal Keluaran Intermediate Frekuensi	44
Gambar 4.12 Sinyal Keluaran Detektor channel 1	45
Gambar 4.13 Sinyal Keluaran Detektor channel 2	46
Gambar 4.14 Sinyal Keluaran Detektor channel 3	46
Gambar 4.15 Sinyal Keluaran Rangkaian Mixer channel 1	47
Gambar 4.16 Sinyal Keluaran Rangkaian Mixer channel 2	48
Gambar 4.17 Sinyal Keluaran Rangkaian Mixer channel 3.....	48
Gambar 4.18 Blok Diagram Pengujian Ketujuh	49
Gambar 4.19 Kondisi Sinyal Radio Kontrol Siap Dikirim.....	50
Gambar 4.20 Kondisi Telepon Satelit Mencari Satelit	54

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Channel-Channel Radio Kontrol Pada Frekuensi 27 MHz	8
Tabel 3.1 Komponen dalam mixer audio	23
Tabel 3.2 Fungsi Pin-Pin Pada IC AN 7224	26
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pertama	40
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kedua	42
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Ketiga	44
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Keempat	45
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kelima	47
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Keenam.....	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Posisi geografis Indonesia yang cukup strategis dengan diapit oleh dua benua besar Asia dan Australia dan dua samudra luas Hindia dan Pasifik serta terletak di jalur khatulistiwa dengan keadaan struktur negara kepulauan yang terdiri atas ribuan pulau-pulau besar maupun kecil, menyebabkan wilayah Indonesia menjadi wilayah yang rawan untuk disusupi oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab. Indonesia juga berbatasan laut dengan sembilan negara, dengan tiga diantaranya juga merupakan perbatasan darat yaitu dengan negara Malaysia, Papua New Guinea, dan Timor Leste, oleh karena itu wahana kedirgantaraan memegang peranan yang sangat penting untuk mewujudkan negara kesatuan Indonesia yang berdaulat baik di darat, laut, maupun di udara.

Selain daripada itu pada beberapa tahun belakangan ini, wilayah Indonesia sering disusupi oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab baik itu pihak asing maupun pihak gerakan pemberontakan. Sayangnya sering kali tindakan tersebut tidak diketahui secara cepat dan tepat oleh pihak yang berwenang, dalam hal ini adalah pihak militer. Sehubungan dengan fakta tersebut diperlukan usaha untuk mengantisipasi hal tersebut yaitu dengan melakukan pemantauan di titik-titik yang rawan di Indonesia. Salah satu cara untuk pemantauan wilayah di Indonesia adalah dengan menggunakan helikopter radio kontrol (tanpa awak). Helikopter radio kontrol dapat digunakan oleh pihak militer sebagai alat memantau serta mematai-matai wilayah-wilayah yang dinilai rawan di Indonesia. Namun terdapat kekurangan dari sistem pemantauan dengan menggunakan helikopter radio kontrol yaitu keterbatasannya yang tidak dapat menjangkau daerah yang cakupannya cukup luas atau dengan kata lain helikopter radio kontrol memiliki keterbatasan pada daya jangkauannya yang sempit. Sebenarnya permasalahan dari kekurangan tersebut dapat diatasi, salah satu cara dan solusi yang dapat dilakukan adalah dengan membuat suatu perancangan dari pengendali helikopter radio kontrol jarak jauh dengan menggunakan komunikasi satelit.

Adapun sistem komunikasi satelit merupakan sistem komunikasi yang handal karena memiliki cakupan area yang luas dibandingkan dengan sistem komunikasi yang lain. Sistem komunikasi satelit ini memungkinkan manusia untuk dapat berkomunikasi dimana saja, meskipun di tengah laut atau hutan belantara sekalipun. Sementara itu, teknologi komunikasi dengan menggunakan satelit dewasa ini mengalami perkembangan yang ditandai dengan penggunaan jasa telekomunikasi satelit yang juga semakin meningkat. Dengan kelebihan yang dimiliki oleh sistem komunikasi satelit ini, maka dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk dapat dijadikan sebagai bagian dalam sistem pemantauan wilayah di Indonesia. Satelit sebagai alat komunikasi memiliki spesifikasi dalam segi pemanfaatan. Salah satunya adalah jasa pelayanan data. Salah satu satelit yang beredar di wilayah udara Indonesia dan yang menyediakan layanan seperti yang disebutkan adalah satelit ACeS Garuda.

Sistem pengendali helikopter radio kontrol jarak jauh dengan menggunakan komunikasi satelit ini dapat dibagi menjadi dua bagian utama. Bagian yang pertama adalah sistem transmisi dan bagian kedua adalah sistem penerima. Bagian yang pertama atau pada sistem transmisinya itu mencakup sistem dari mulai remote kontrol sampai dengan satelit sedangkan bagian yang kedua atau pada sistem penerimanya itu mencakup sistem mulai dari satelit sampai dengan receiver helikopter. Dan pada kesempatan kali ini kami membahas masalah hanya pada sistem transmisi saja.

Dengan menggabungkan fungsi dari helikopter radio kontrol sebagai alat yang dapat digunakan untuk memantau dan mematai-matai wilayah dan fungsi satelit sebagai alat komunikasi yang memiliki cakupan area yang luas serta fungsi rangkaian superheterodyne yang dapat melakukan proses konversi frekuensi maka kami akan merancang pemanfaatan prinsip superheterodyne dalam pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi telepon satelit untuk aplikasi pengendali helikopter jarak jauh.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat dirumuskan masalah yaitu bagaimana merancang sebuah perangkat pemanfaatan prinsip superheterodyne dalam pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi telepon satelit untuk aplikasi pengendali helikopter jarak jauh. Rumusan masalah dapat diperinci menjadi dua pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang pemanfaatan prinsip superheterodyne dalam pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi telepon satelit untuk aplikasi pengendali helikopter jarak jauh?
2. Bagaimana mengubah frekuensi radio kontrol helikopter menjadi frekuensi yang kompatibel untuk proses transmisi dengan telepon satelit?

1.3 TUJUAN

Tujuan tugas akhir ini adalah merancang pemanfaatan prinsip superheterodyne dalam pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi telepon satelit untuk aplikasi pengendali helikopter jarak jauh melalui layanan satelit AceS Garuda dan sistem transmisi dengan menggunakan perangkat telepon satelit PASTI/Byru.

1.4 BATASAN MASALAH

Permasalahan yang akan dibahas dalam perancangan sistem ini dibatasi pada:

1. Perancangan pemanfaatan prinsip superheterodyne dalam pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi telepon satelit untuk aplikasi pengendali helikopter jarak jauh.
2. Perancangan menggunakan helikopter radio kontrol 3 channel dengan frekuensi 27.145 MHz.
3. Perancangan menggunakan rangkaian superheterodyne dengan IC AN 7224.
4. Perancangan menggunakan telepon satelit PASTI/Byru tipe FR-190 G.
5. Perancangan dibatasi hanya pada pengiriman sinyal radio kontrol mulai dari remote kontrol hingga transmisi dengan telepon satelit.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan tugas akhir ini disusun berdasarkan sistematika sebagai berikut.

Bab 1 Pendahuluan

Berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab 2 Landasan Teori

Berisikan teori-teori pendukung serta perangkat-perangkat yang digunakan yaitu, bagian pertama menjelaskan radio kontrol, bagian kedua menjelaskan tentang Superheterodyne, dan bagian ketiga menjelaskan tentang komunikasi satelit.

Bab 3 Perancangan Sistem

Berisikan Konfigurasi Umum Sistem, Prinsip Kerja Sistem, Perancangan Sistem.

Bab 4 Pengujian dan Analisis Sistem

Berisikan hasil perancangan, pengujian sistem dan analisis pada setiap pengujian sistem.

Bab 5 Kesimpulan

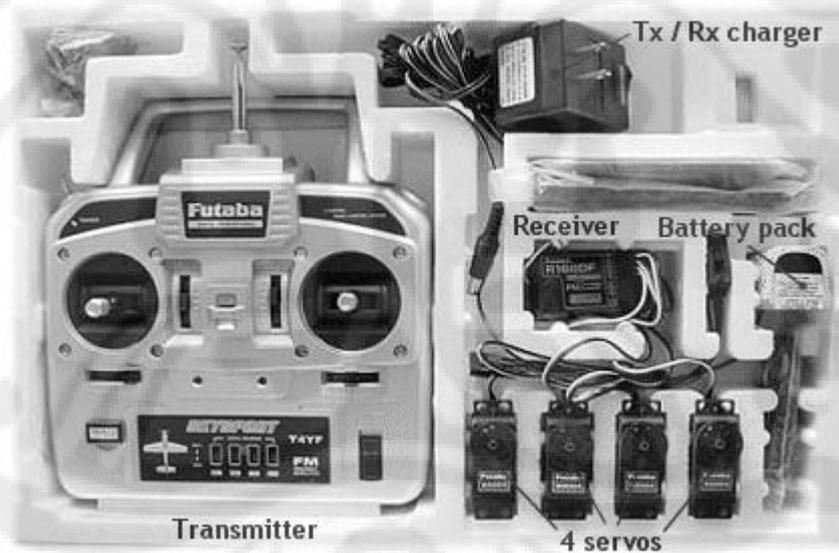
Berisikan kesimpulan yang didapat dari tugas akhir ini.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 RADIO KONTROL

Radio kontrol adalah suatu sistem pengendalian dengan menggunakan gelombang radio [1]. Sistem kendali jarak jauh yang digunakan untuk mengendalikan pesawat terbang, helikopter, roket, maupun mobil-mobilan sebenarnya merupakan contoh yang sederhana dari sistem pengendalian dengan menggunakan gelombang radio. Berbeda dengan sistem remote control untuk alarm mobil atau untuk pengatur televisi yang umumnya menggunakan tombol tekan sebagai input pengendaliannya, sistem kendali radio atau yang selanjutnya disebut radio kontrol ini lebih banyak menggunakan potensiometer sebagai inputnya.



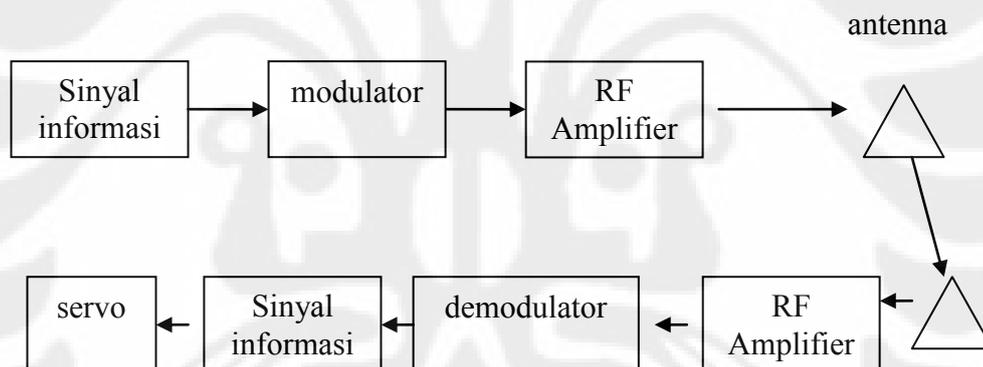
Gambar 2.1 Contoh Radio Kontrol [1]

Sistem radio kontrol pada awalnya memang ditujukan untuk keperluan militer, yakni untuk mengendalikan peluru kendali yang tidak berawak yang dilepaskan dari pesawat terbang untuk menghancurkan daerah lawan. Namun pada saat ini radio kontrol sudah banyak digunakan orang untuk mengendalikan berbagai sistem, baik untuk keperluan riset, industri, rekreasi maupun keperluan

rumah tangga. Berbagai jenis pesawat terbang model, helikopter, perahu, mobil-mobilan bahkan robot mainan saat ini sudah dilengkapi radio control.

Secara umum sistem radio kontrol terdiri dari sebuah Pemancar atau Transmitter, sebuah Penerima atau Receiver dan beberapa buah Servo sebagai penggerak [1]. Baterai sebagai sumber daya diperlukan oleh bagian Pemancar maupun bagian Penerima. Pemancar atau Transmitter bertugas menerima perintah kendali dari orang yang mengendalikan dan merubahnya menjadi sinyal elektronik dan mengirimkannya melalui gelombang radio ke udara. Bagian Penerima atau Receiver bertugas menerima informasi gelombang radio, menerjemahkan sinyal elektroniknya menjadi perintah gerak yang dikirimkan ke servo. Selanjutnya Servo bertugas melaksanakan perintah gerak elektronik menjadi gerakan mekanik ke posisi tertentu yang diinginkan.

2.1.1 Prinsip Kerja Radio Kontrol



Gambar 2.2 Blok Diagram Sistem Radio Kontrol

Gambar 2.2 di atas memperlihatkan prinsip kerja dari sistem radio kontrol. Prinsip kerja dari sistem radio kontrol adalah pertama pergerakan tuas pengendali radio kontrol akan mengubah-ubah besaran nilai resistansi pada potensiometer dalam remote kontrol. Perubahan nilai resistansi dari potensiometer ini menyebabkan komponen-komponen pada remote kontrol akan membuat suatu sinyal informasi. Sinyal informasi tersebut kemudian akan diteruskan ke modulator untuk dimodulasi. Sinyal modulasi keluaran modulator kemudian akan di amplifier terlebih dahulu sebelum di pancarkan oleh antena.

Kemudian pada bagian penerima radio kontrol sinyal tersebut akan diterima oleh antena. Kemudian sinyal tersebut diamplifier kembali sebelum masuk ke demodulator untuk di demodulasi. Hasil demodulasi adalah sinyal informasi yang akan diterjemahkan oleh rangkaian penerima radio kontrol menjadi suatu gerak mekanik oleh servo.

2.1.2 Modulasi Radio Kontrol

Seperti halnya sistem pemancar radio yang kita kenal saat ini, pada sistem radio kontrol juga menggunakan berbagai metoda modulasi seperti halnya modulasi amplitudo (AM), modulasi frekuensi (FM) dan modulasi kode pulsa (PCM) [1]. Dari segi kualitas dan tentunya juga diikuti dengan ekonomisnya radio kontrol dengan gelombang FM lebih baik dibandingkan yang menggunakan gelombang AM. Sedangkan radio kontrol yang menggunakan gelombang PCM memiliki sistem perlindungan agar tidak dapat di kacaukan oleh gelombang radio asing yang frekuensinya sama.

2.1.3. Frekuensi Radio Kontrol

Frekuensi kebanyakan sistem radio kontrol yang dipasarkan saat ini di seluruh dunia menggunakan jalur frekuensi operasi 27 Mhz, 29 Mhz, 35 Mhz, 40 Mhz, 50 Mhz dan 72 Mhz serta 75 Mhz [1]. Di dalam setiap jalur terdapat berpuluh-puluh kanal yang dapat digunakan diantaranya ada sekitar 30 kanal di frekuensi 27 Mhz, 50 kanal di frekuensi 29 Mhz dan lebih dari seratus kanal tersedia di frekuensi lainnya [1]. Selisih frekuensi antara kanal satu dengan kanal lainnya adalah 10-20 kHz untuk radio type mutakhir.

Bila terjadi frekuensi bentrok memang jika dilihat dari jalur frekuensi yang disediakan dan banyaknya kanal yang tersedia yang jumlahnya mencapai ratusan, kelihatannya sudah agak sulit untuk menemui seseorang yang menggunakan radio kontrol yang frekuensinya bentrok atau sama dengan radio kontrol lain yang beroperasi di saat yang sama dan di tempat yang sama. Jadi sebenarnya kemungkinan frekuensi radio kontrol satu bentrok dengan frekuensi radio kontrol lainnya adalah cukup kecil walaupun tetap ada saja kemungkinannya.

Tabel 2.1 Channel-Channel Radio Kontrol Pada Frekuensi 27 MHz

1		26.965	16		27.115
2	black/grey	26.975	17	orange/yellow	27.125
3		26.985	18		27.135
4	brown	26.995	19	yellow	27.145
5		27.005	20		27.155
6		27.015	21		27.165
7	brown/red	27.025	22	yellow/green	27.175
8		27.035	23		27.185
9	red	27.045	24	green	27.195
10		27.055	25		27.205
11		27.065	26		27.215
12	red/orange	27.075	27	green/blue	27.225
13		27.085	28		27.235
14	range	27.095	29	blue	27.245
15		27.105	30		27.255

2.1.4. Daya Jangkau Radio Kontrol

Daya jangkau untuk radio kontrol yang bekerja di jalur AM tidak sejauh dan seluas jika dibandingkan dengan radio kontrol yang bekerja di jalur FM dan PCM karena efisiensi dari Tx-nya rendah. Untuk radio kontrol yang beroperasi dengan sistem modulasi FM maupun PCM penggunaan baterainya juga relatif lebih hemat dibandingkan dengan radio kontrol yang bekerja dengan gelombang AM. Beberapa radio kontrol yang ditujukan untuk mengendalikan pesawat terbang dan mobil model biasanya dirancang untuk mempunyai daya jangkau yang lebih pendek dari 300 meter. Dengan kenyataan ini sebaiknya hati-hati jika akan menggunakan radio kontrol untuk mengendalikan pesawat terbang model atau helikopter, sebab begitu pesawat terbang model anda mengudara terlalu jauh kemudian bisa-bisa sudah berada diluar jangkauan kendali (out of control) [1].

2.1.5. Frekuensi Bentrok Radio Kontrol

Frekuensi bentrok terjadi bila satu frekuensi digunakan oleh sebuah radio control kemudian ada radio kontrol lain yang bekerja di frekuensi tersebut, maka akan terjadi suatu gejala yang di kalangan penggemar radio amatir dikenal dengan istilah jamming atau beradu frekuensi [1]. Mengingat bahwa radio control umumnya diproduksi dengan daya pancar yang sama yakni 500 mW, maka tidak dikenal istilah adu kekuatan pemancar sewaktu

jamming. Yang ada hanyalah hadirnya gelombang interferensi yang membawa informasi kacau. Untuk radio kontrol yang menggunakan gelombang transmisi PCM, kekacauan informasi yang diterima oleh Receiver akan disaring oleh sistem perlindungan fail safe-nya. Sistem fail safe yang dimiliki oleh radio kontrol yang beroperasi dengan gelombang PCM dapat mendeteksi kekacauan gelombang radio yang diakibatkan oleh jamming. Sistem ini selanjutnya memutuskan untuk tidak mengikuti dan mengabaikan informasi dari gelombang radio yang diterimanya. Berbeda dengan radio kontrol yang beroperasi dengan gelombang AM maupun FM, yang tidak mempunyai sistem perlindungan seperti itu. Akibatnya gelombang interferensi akibat jamming akan diterima sebagai sinyal informasi dan diteruskan ke servo.

Ada beberapa cara yang dianjurkan untuk menanggulangi bentrokan frekuensi khususnya sebelum kita mengoperasikan radio kontrol ini untuk misalnya menerbangkan pesawat terbang model atau helikopter. Yang pertama adalah dengan cara berhati-hati dalam mengoperasikan radio kontrol di lapangan apakah ada yang frekuensinya tepat sama dengan yang anda miliki. Jika tidak ada frekuensi yang sama dengan radio kontrol anda maka dapat diambil kesimpulan radio kontrol anda ini aman untuk dioperasikan. Cara lain yang bisa ditempuh adalah dengan menggunakan alat yang disebut monitor Frekuensi Radio Control. Alat ini berfungsi persis seperti radio penerima FM yang biasa kita dengarkan di rumah tiap hari. Dengan mengatur frekuensi-nya pada frekuensi radio kontrol yang akan kita operasikan, monitor akan memperdengarkan gelombang yang memodulasi frekuensi tersebut jika memang ada. Jika ternyata tidak terdengar apa-apa, maka dapat dipastikan frekuensi tersebut aman untuk digunakan oleh radio kontrol kita.

Meskipun pengecekan frekuensi sudah memberikan tanda aman, kita sebagai pengguna radio kontrol untuk menerbangkan pesawat terbang model harus melakukan satu test lagi terhadap sistem kendali tersebut yakni yang disebut dengan pengecekan daya jangkau (range check). Caranya biasanya adalah dengan melihat bahwa dalam jarak minimal 30 meter antara pemancar dan penerimanya, perintah kemudi masih dapat diterima dan dilaksanakan dengan baik walaupun antena teleskopik pada pemancar tidak ditarik

keluar. Dengan kondisi antena seperti itu radio kontrol masih dapat beroperasi dengan baik, maka dapat diyakini apabila antenanya terpasang sistem kendali tersebut akan dapat menjangkau jarak yang cukup jauh.

Tidak seperti halnya mobil radio kontrol, jenis pesawat seperti helikopter mempunyai sistem pengendalian yang sedikit kompleks. Masalahnya adalah bahwa di dalam sistem pengendalian helikopter terdapat 2 atau 3 fungsi yang harus bisa diaktifkan oleh satu buah stick kemudi, jadi disini telah terjadi pencampuran antar channel. Pencampuran antara channel (mixing) ini sebenarnya bisa juga dilaksanakan di radio ckontrol biasa dengan bantuan beberapa buah konektor dan tuas-tuas tertentu. Tentu saja hal ini tidak praktis. Beberapa contoh helikopter radio kontrol adalah Futaba 8 UHPS, Futaba 9 ZHPS, JR 388 S, JR PCM 10 S serta Airtronics Stylus 8Ch PCM.

Sebenarnya sistem radio kontrol yang saat ini beredar di pasaran sifatnya universal, artinya bisa dipergunakan untuk berbagai hal misalnya di satu saat kita pergunakan untuk pesawat terbang model dan di saat lain kita pindahkan sistemnya untuk mengendalikan helikopter maupun mobil-mobilan. Sebuah pemancar radio kontrol akan dapat menggerakkan berpuluh-puluh servo dengan beberapa receiver yang beroperasi di frekuensi yang sama. Dengan kenyataan ini banyak aeromodeler mempunyai sebuah pemancar radio kontrol untuk mengendalikan beberapa pesawat dan helikopternya.

2.2 PENERIMA RADIO SUPERHETERODYNE

Secara umum penerima radio terdiri menjadi dua jenis yaitu yang pertama adalah penerima radio AM dan yang kedua adalah penerima radio FM. Namun dalam pembahasan ini yang hanya akan dibahas adalah jenis yang pertama yaitu penerima radio AM Superheterodyne.

Penerima radio AM Superheterodyne berfungsi untuk menerima sinyal termodulasi AM dan melakukan proses demodulasi terhadap sinyal tersebut [2]. Sinyal tersebut pertama kali diterima oleh antena, dan kemudian dilakukan pemilihan sinyal yang diinginkan dari semua sinyal yang dapat diterima oleh antena. Sinyal yang dipisahkan tersebut kemudian diperkuat sampai pada suatu

tingkat yang dapat digunakan. Proses selanjutnya adalah demodulasi sinyal radio yaitu proses pemisahan sinyal informasi dari sinyal carrier / sinyal pembawa yang dilakukan di demodulator AM atau detektor AM.

Penerima - penerima AM model lama yang dipakai untuk penerimaan sinyal yang dimodulasi amplitudo biasanya menggunakan prinsip frekuensi radio yang ditala atau *tuned radio frequency* (TRF). Pada penerima ini, sinyal termodulasi yang diterima akan melalui proses penguatan pada sebuah rantai penguat yang masing-masing ditala pada frekuensi yang sama dan kemudian diikuti rangkaian detektor. Penerima semacam ini mempunyai selektivitas sinyal berbatasan yang buruk, terutama bila diharuskan untuk menala pada cakupan - cakupan frekuensi yang lebar.

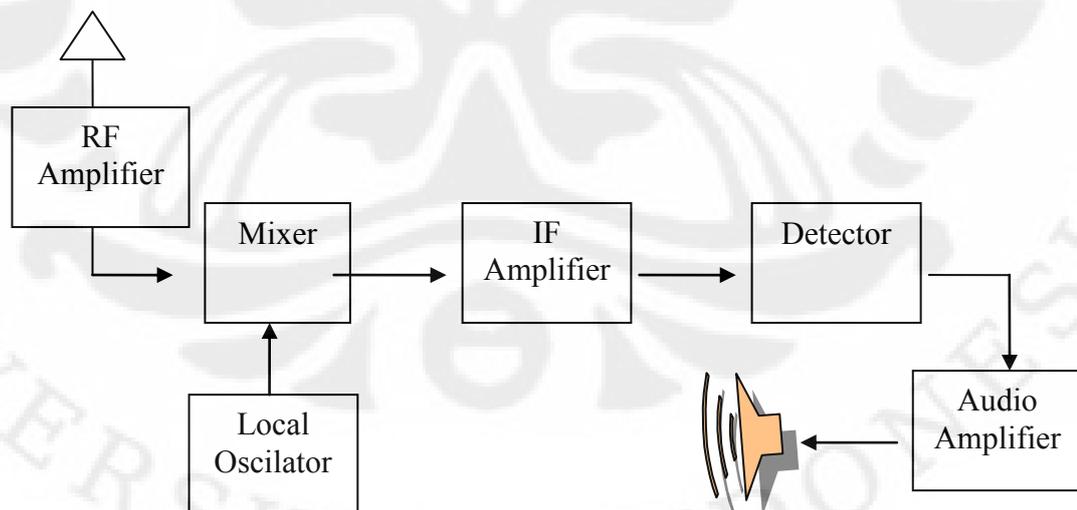
Penerima superheterodyne dikembangkan untuk memperbaiki selektivitas saluran berbatasan (*adjacent channel selectivity*) ini dengan menempatkan bagian terbesar dari selektivitas frekuensi pada tingkat-tingkat frekuensi antara (*intermediate frekuensi* / IF) setelah konversi frekuensi yang pertama. Adalah jauh lebih mudah untuk mendapatkan selektivitas ini pada *intermediate frekuensi*, karena rangkaian-rangkaian tinggal tetap-ditala pada IF, dan tidak berubah-ubah meskipun dipilih stasiun-stasiun yang berbeda.

Prinsip *superheterodyne* terjadi apabila jika dua buah sinyal sinusoida dengan frekuensi berbeda dicampur, sehingga keduanya mengalikan atau saling menambah dan sinyal keluaran akan mengandung komponen-komponen sinyal pada frekuensi - frekuensi yang merupakan jumlah, selisih, dan masing-masing dari kedua frekuensi asal tersebut [2]. Juga akan terdapat campuran-campuran harmonisa dari sinyal-sinyal ini, tetapi jika kedua frekuensi dasar dipilih dengan hati-hati, ini tidak akan saling mengganggu (*interference*). Istilah *superheterodyne* adalah singkatan dari *supersonic heterodyne*, yang dapat diartikan sebagai pembangkitan frekuensi-frekuensi campuran di atas batas pendengaran.

Tingkat pertama dari sebuah penguat RF ditala, yang kegunaan utamanya adalah untuk memperbaiki perbandingan S/N. Tingkat ini juga memberikan sedikit perbaikan dalam selektivitas RF dan penurunan pancaran kembali dari osilator (*oscillator re-radiation*). Keluaran dari tingkat RF tala diumpankan ke masukan sinyal dari sebuah rangkaian osilator-penyampur dimana terjadi

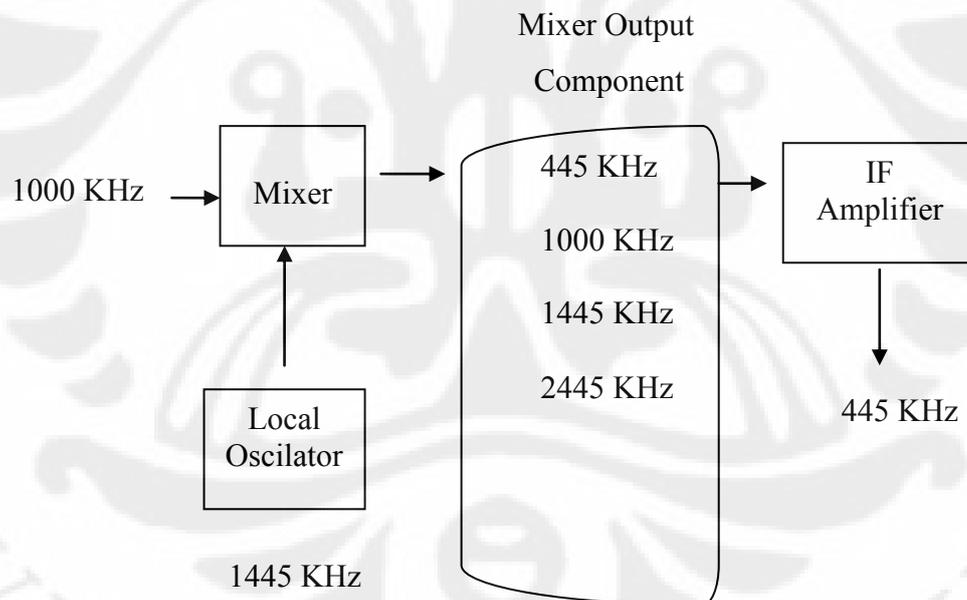
pembangkitan frekuensi-frekuensi campuran (*heterodyning*). Rangkaian osilator biasanya ditala dengan penalaan kapasitansi, dan ketiga kapasitor tala (*tuning capacitor*) disatukan (*ganged*) secara mekanis pada sebuah sumbu dan tombol pengaturan bersama. Osilator dan penyampur dapat merupakan rangkaian-rangkaian terpisah, atau dapat juga dikombinasikan seperti dalam rangkaian penyampur autodyne [2].

Keluaran penyampur (frekuensi selisih untuk konversi ke-bawah dalam penerima) diumpankan ke dua buah penguat tala IF, yang ditala-tetap dan mempunyai cukup selektivitas untuk menolak sinyal-sinyal dari saluran yang berbatasan. Keluaran dari penguat IF dimasukkan ke detektor, dimana sinyal audio dihasilkan kembali, atau didemodulasi (*demodulated*). Detektor juga menyediakan sinyal-sinyal untuk pengaturan perolehan otomatis (*Automatic Gain Control =AGC*). Sinyal AGC dikenakan pada satu atau beberapa dari penguat IF dan RF. Keluaran audio diteruskan melalui sebuah pengatur volume ke penguat audio, yang biasanya terdiri dari satu penguat tegangan tingkat-rendah yang diikuti oleh sebuah penguat daya, dan akhirnya dihubungkan ke sebuah pengeras suara. Adapun blok diagram dari penerima radio superheterodyne dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.3 Blok Diagram Penerima Radio Superheterodyne. [2]

Pada level pertama adalah RF Amplifier. Penggunaan RF Amplifier dimaksudkan untuk memperkuat sinyal Radio Frekuensi yang diterima oleh antenna, penguatan ini diperlukan karena sinyal mengalami atenuasi selama proses transmisi sampai tiba di penerima. Level selanjutnya adalah mixer. Mixer mempunyai dua buah masukan, masukan yang pertama adalah keluaran dari RF Amplifier, serta masukan yang kedua adalah gelombang yang dibangkitkan dari lokal osilator. Fungsi dari level kedua ini adalah untuk mencampur sinyal dari antenna yang telah dikuatkan dengan gelombang yang dibangkitkan dari lokal osilator guna menghasilkan sinyal berfrekuensi baru yang berbeda yang disebut juga dengan intermediate frekuensi. Intermediate frekuensi ini lebih stabil dibandingkan dengan sinyal radio frekuensi sehingga lebih mudah untuk di demodulasi. Level yang ketiga adalah pendemodulasian sinyal intermediate frekuensi pada detektor sehingga frekuensi informasi dapat dipisahkan dari frekuensi pembawanya.

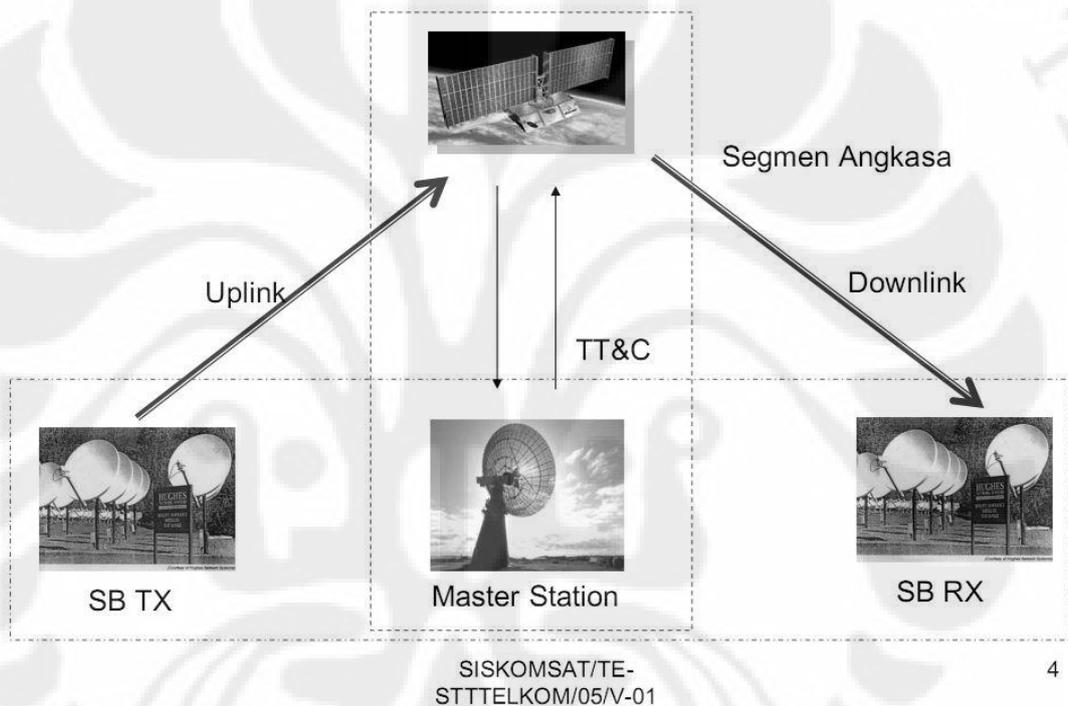


Gambar 2.4 Contoh Proses Konversi Frekuensi

2.3 KOMUNIKASI SATELIT

Satelit adalah alat elektronik yang mengorbit bumi yang mampu bertahan sendiri [3]. Bisa diartikan sebagai repeater yang berfungsi untuk menerima sinyal gelombang microwave dari stasiun bumi, ditranslasikan frekuensinya, kemudian diperkuat untuk dipancarkan kembali ke arah bumi sesuai dengan coveragenya yang merupakan lokasi stasiun bumi tujuan atau penerima.

Arsitektur Komunikasi Satelit



Gambar 2.5 Arsitektur Komunikasi Satelit [3]

2.3.1 Kelebihan dan Kelemahan Komunikasi Satelit

Seperti media komunikasi pada umumnya, komunikasi satelit juga memiliki kelebihan serta kekurangan dibandingkan sarana komunikasi lainnya. Adapun beberapa kelebihan dari komunikasi satelit [3]:

- ✓ Cakupan yang sangat luas yaitu satu negara, region, bahkan satu benua
- ✓ Kecepatan bit akses tinggi & Bandwith yang tersedia cukup lebar

- ✓ Komunikasi dapat dilakukan baik satu titik ke titik lainnya maupun dari satu titik ke banyak titik
- ✓ Sangat baik untuk daerah yang kepadatan penduduknya jarang dan belum mempunyai infrastruktur telekomunikasi
- ✓ Instalasi jaringan segmen bumi yang cepat
- ✓ Karakteristik layanan yang seragam
- ✓ Layanan yang independen terhadap lokasi

Kekurangan Komunikasi Satelit :

- ✓ Delay propagasi yang besar
- ✓ Rentan terhadap pengaruh atmosfer
- ✓ Sangat sensitif terhadap cuaca dan Curah Hujan yang tinggi.
- ✓ Modal pembangunan awal yang besar
- ✓ Biaya komunikasi untuk jarak jauh dan jarak pendek relatif sama
- ✓ Hanya ekonomis jika jumlah user banyak
- ✓ Sun Outage, Sun outage adalah kondisi yang terjadi pada saat bumi-satelit-matahari berada dalam satu garis lurus.. Energi thermal yang dipancarkan matahari pada saat sun outage mengakibatkan interferensi sesaat pada semua sinyal satelit, sehingga satelit mengalami kehilangan komunikasi dengan stasiun bumi.

2.3.2 Jenis–Jenis Satelit

Ada banyak jenis satelit yang terdapat di luar angkasa. Satelit-satelit tersebut mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Adapun jenis-jenis satelit antara lain [3] :

1. Satelit astronomi adalah satelit yang digunakan untuk mengamati planet, galaksi, dan objek angkasa lainnya yang jauh.
2. Satelit cuaca. Satelit ini membantu ahli meteorologi untuk meramalkan cuaca atau melihat apa yang terjadi pada suatu waktu. Satelit jenis ini diantaranya TIROS, COSMOS dan GOES. Mereka menyimpan kamera di dalam tubuhnya untuk dikirim ke bumi, baik melalui posisi geostasioner maupun kutub orbit.

3. Satelit komunikasi adalah satelit buatan yang dipasang di angkasa dengan tujuan telekomunikasi menggunakan radio pada frekuensi gelombang mikro. Kebanyakan satelit komunikasi menggunakan orbit geosinkron atau orbit geostasioner. Komponen terpentingnya adalah transponder yakni sebuah radio yang menerima percakapan dalam satu frekuensi, kemudian memperkuatnya serta mentransmisikannya kembali ke bumi melalui frekuensi lain. Dalam sebuah satelit komunikasi, terdapat ratusan hingga ribuan transponder,
4. Satelit pengamat Bumi adalah satelit yang dirancang khusus untuk mengamati Bumi dari orbit, seperti satelit reconnaissance tetapi ditujukan untuk penggunaan nonmiliter seperti pengamatan lingkungan, meteorologi, pembuatan map, dll.
5. Satelit navigasi adalah satelit yang menggunakan sinyal radio yang disalurkan ke penerima di permukaan tanah untuk menentukan lokasi sebuah titik dipermukaan bumi. Salah satu satelit navigasi yang sangat populer adalah GPS milik Amerika Serikat selain itu ada juga Glonass milik Rusia. Bila pandangan antara satelit dan penerima di tanah tidak ada gangguan, maka dengan sebuah alat penerima sinyal satelit (penerima GPS), bisa diperoleh data posisi di suatu tempat dengan ketelitian beberapa meter dalam waktu nyata.
6. Satelit mata-mata adalah satelit pengamat Bumi atau satelit komunikasi yang digunakan untuk tujuan militer atau mata-mata.
7. Stasiun angkasa adalah struktur buatan manusia yang dirancang sebagai tempat tinggal manusia di luar angkasa. Stasiun luar angkasa dibedakan dengan pesawat angkasa lainnya oleh ketiadaan propulsi pesawat angkasa utama atau fasilitas pendaratan; Dan kendaraan lain digunakan sebagai transportasi dari dan ke stasiun.

2.3.3 Telepon Satelit

Telepon satelit adalah suatu layanan telekomunikasi berupa telepon tanpa kabel yang menempatkan base transceiver stationnya di udara atau di angkasa sehingga memiliki jangkauan lebih luas dibanding telepon berbasis GSM yang

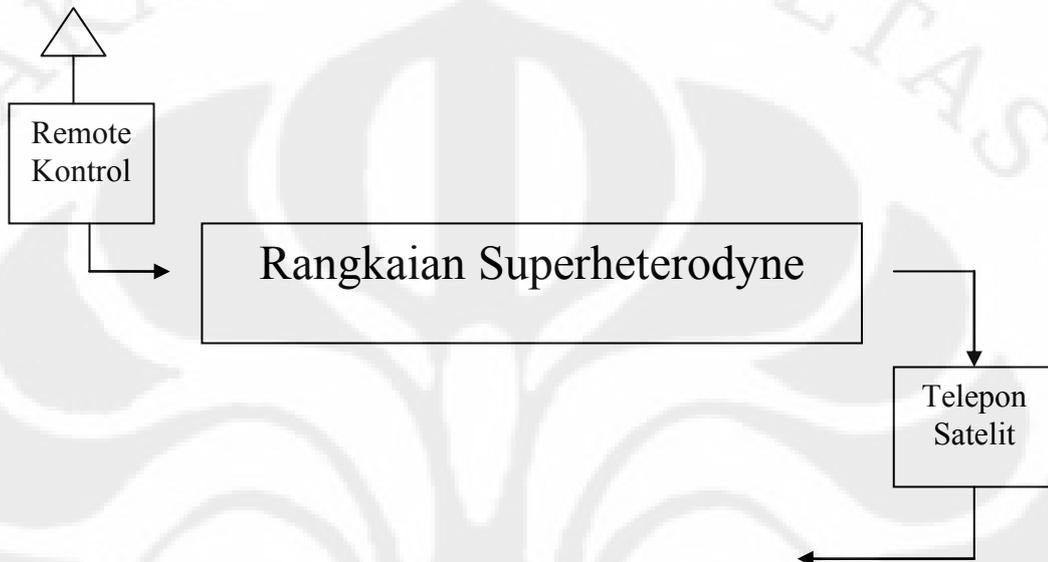
menempatkan BTS-nya di darat [4]. Karena memiliki jangkauan yang luas, telepon satelit dapat digunakan di daerah pegunungan, pedalaman hingga di tengah lautan. Berbeda dengan telepon GSM yang jangkauannya terbatas, telepon satelit tidak menggunakan infrastruktur yang ada di bumi untuk melakukan panggilan. Tujuan awal diciptakannya telepon satelit terutama adalah untuk menjembatani komunikasi bagi industri yang berada di sebuah tempat yang sulit dan mahal untuk dikembangkan prasarana telekomunikasinya.

Kelebihan dan Kekurangan Telepon Satelit [4]

- (+) Membuat suatu hubungan dengan orang-orang yang tinggal di daerah terpencil dan tidak terhubung jaringan telepon kabel maupun GSM
- (+) Telepon satelit memiliki jangkauan area telepon yang sangat luas sehingga mudah untuk memantau suatu daerah yang sedang dalam kondisi porak poranda akibat bencana alam
- (+) Untuk daerah berstatus militer sangat berbahaya, tetap dapat membuat suatu hubungan dengan telepon satelit walaupun jaringan telepon GSM terputus
- (+) Menghubungkan dua lokasi yang sangat jauh dalam waktu yang singkat
- (+) Menjangkau hingga ke tengah samudera
- (-) Biaya yang dikeluarkan operator telepon untuk operasional sangat besar sehingga operator hanya berjumlah sedikit
- (-) Biaya konsumen untuk melakukan panggilan lebih besar dibandingkan GSM
- (-) Ukuran telepon yang cukup besar
- (-) Harus berada di ruang terbuka yang langitnya terlihat apabila ingin melakukan panggilan karena jangkauan satelit tidak dapat menembus ruangan
- (-) Apabila ingin menggunakan telepon di dalam ruangan, harus memasang antena di tempat yang terlihat oleh langit sehingga terjangkau oleh satelit

BAB III PERANCANGAN SISTEM

3.1 KONFIGURASI UMUM SISTEM



Gambar 3.1. Konfigurasi Umum dari Sistem

Secara umum konfigurasi dari perancangan pemanfaatan prinsip superheterodyne dalam pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi satelit untuk aplikasi pengendali helikopter jarak jauh adalah seperti terlihat pada gambar 3.1 di atas. Konfigurasi tersebut terdiri dari remote kontrol, rangkaian superheterodyne, serta telepon satelit. Remote kontrol berfungsi memancarkan sinyal radio kontrol untuk kemudian diterima rangkaian superheterodyne. Rangkaian superheterodyne berfungsi sebagai proses frekuensi konverter. Frekuensi konverter diperlukan yaitu sebagai pengubah frekuensi remote kontrol menjadi frekuensi aslinya tanpa frekuensi pembawa. Telepon satelit berfungsi mengirimkan sinyal radio kontrol. Selain itu digunakan juga perangkat-perangkat tambahan yaitu sebuah rangkaian mixer guna mengkonversi frekuensi keluaran rangkaian superheterodyne menjadi frekuensi yang kompatibel untuk masukan telepon satelit, serta sebuah mixer audio yang menghubungkan rangkaian mixer dengan telepon satelit. Mixer audio ini berfungsi untuk mengabungkan sinyal-

sinyal keluaran dari rangkaian mixer yang akan menuju telepon satelit. Konfigurasi ini dirancang untuk diaplikasikan pada pengiriman sinyal radio kontrol melalui telepon satelit.



Gambar 3.2. Proses Konversi Frekuensi pada Rangkaian Superheterodyne

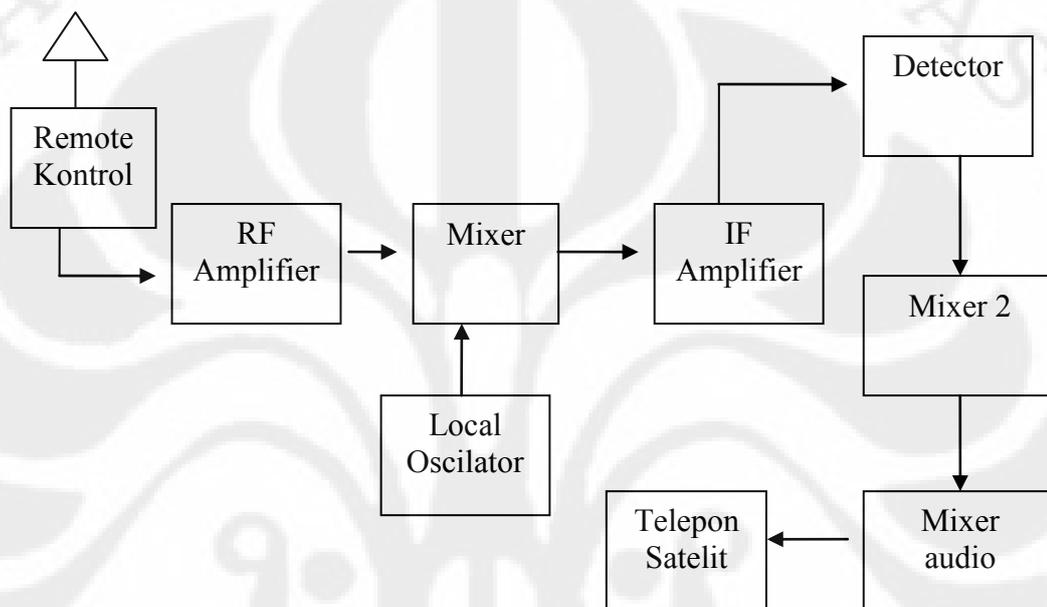
3.2 PRINSIP KERJA SISTEM

Fungsi secara umum dari pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi telepon satelit untuk aplikasi pengendali helikopter jarak jauh adalah membuat suatu konfigurasi dan perancangan dengan pemanfaatan prinsip superheterodyne dalam pengiriman sinyal radio kontrol melalui telepon satelit dan dalam hal ini akan diterapkan untuk aplikasi pengendali helikopter jarak jauh.

Adapun prinsip kerja utama dari pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi telepon satelit untuk aplikasi pengendali helikopter jarak jauh adalah pemanfaatan prinsip superheterodyne dalam perubahan frekuensi. Perubahan frekuensi diperlukan untuk mengubah frekuensi remote kontrol menjadi frekuensi baru. Frekuensi baru yang dihasilkan tersebut adalah frekuensi asli dari radio kontrol dengan sudah tanpa frekuensi pembawa. Frekuensi tersebut kemudian di konversi lagi dengan menggunakan rangkaian mixer hingga menjadi frekuensi yang kompatibel untuk masukan pada telepon satelit. Dengan demikian pada aplikasinya akan dapat diterapkan pada helikopter radio kontrol yang dapat

dikendalikan dari jarak yang jauh serta mempunyai cakupan daya jangkauan yang luas.

Dengan prinsip kerja utamanya tersebut maka pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi telepon satelit untuk aplikasi pengendali helikopter jarak jauh ini akan dapat berfungsi sesuai dengan yang apa yang telah dibuat dalam perancangan yang dilakukan sebelumnya.



Gambar 3.3. Bagian-Bagian Dalam Perancangan Sistem

Atau secara lebih jelas dari prinsip kerja dari perancangan sistem ini terlihat seperti pada gambar 3.3 di atas. Prinsip kerja ini diawali dengan sinyal frekuensi yang dipancarkan dari remote kontrol (f_r) diterima oleh rangkaian superheterodyne. Sinyal ini kemudian diperkuat dahulu oleh Radio-Frequency Amplifier pada rangkaian superheterodyne. Selanjutnya sinyal frekuensi (f_r) tersebut dicampur di dalam suatu mixer dengan suatu frekuensi yang berasal dari lokal osilator (f_o), sehingga akan didapatkan superposisi dari f_r dengan f_o , yang oleh karena itu disebut prinsip superheterodyne. Hasil dari keluaran mixer adalah gelombang dengan frekuensi baru yaitu $f_r - f_o$ dan $f_r + f_o$ disamping f_r dan f_o itu sendiri. Gelombang dengan frekuensi $f_r - f_o$ ini biasa disebut juga dengan intermediate frekwensi (IF). Pada IF akan mendapatkan suatu gelombang yang

lebih stabil, yang merupakan gelombang dengan frekuensi pembawa yang lebih kecil dari f_r . Sinyal IF ini kemudian akan masuk ke bagian detektor pada rangkaian superheterodyne. Hasil sinyal frekuensi keluaran dari detektor tadi adalah sinyal asli dari radio kontrol dengan sudah tanpa frekuensi pembawa. Sinyal ini kemudian teruskan dahulu ke rangkaian mixer untuk diubah menjadi frekuensi yang kompatibel untuk masukan pada telepon satelit. Selain itu rangkaian audio mixer juga digunakan untuk dilakukan suatu penggabungan dari sinyal-sinyal yang menuju telepon satelit.

Prinsip itulah yang akan diterapkan pada perancangan pemanfaatan prinsip superheterodyne dalam pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi telepon satelit, untuk diaplikasikan pada sistem pengendali helikopter jarak jauh.

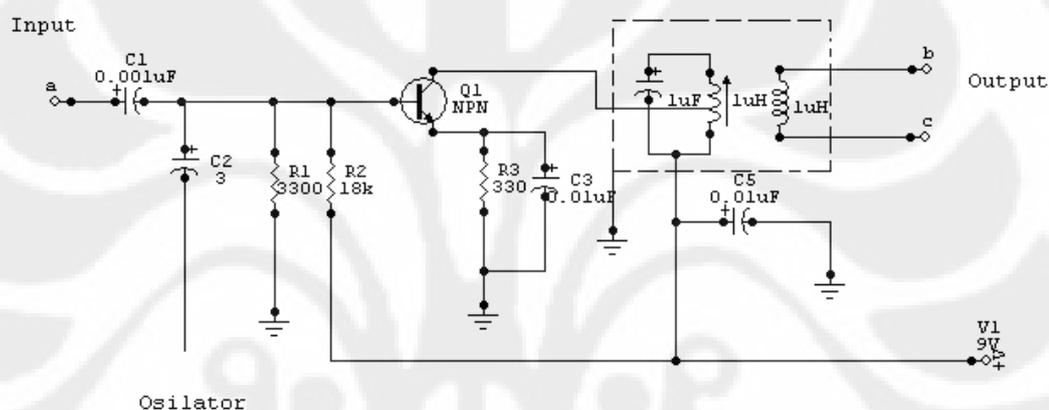
Secara garis besar, sistem ini menggunakan pemanfaatan dari prinsip superheterodyne. Dimana pada pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi telepon satelit ini menerapkan prinsip superheterodyne guna mengkonversi sinyal frekuensi dari remote kontrol menjadi sinyal frekuensi asli dari remote kontrol dengan sudah tanpa frekuensi pembawa dan akan menjadi frekuensi masukan untuk telepon satelit.

Setelah frekuensi remote kontrol tersebut telah dikonversi menjadi frekuensi baru yang merupakan adalah frekuensi aslinya dari radio kontrol kemudian akan di ubah menjadi frekuensi yang kompatibel untuk masukan pada telepon satelit, dengan sebelumnya dihubungkan ke audio mixer terlebih dahulu untuk selanjutnya diteruskan menuju telepon satelit.

3.2.1 Fungsi Rangkaian Mixer 2

Rangkaian mixer 2 yang digunakan dalam perancangan adalah rangkaian yang berfungsi untuk mengkonversi sinyal keluaran detektor rangkaian superheterodyne menjadi sinyal dengan frekuensi yang kompatibel untuk masukan pada telepon satelit.

Adapun rangkaian mixer yang digunakan dalam perancangan terdiri dari komponen-komponen antara lain kapasitor, resistor, transistor serta filter untuk melewatkan sinyal yang diinginkan yaitu sinyal berfrekuensi rendah.

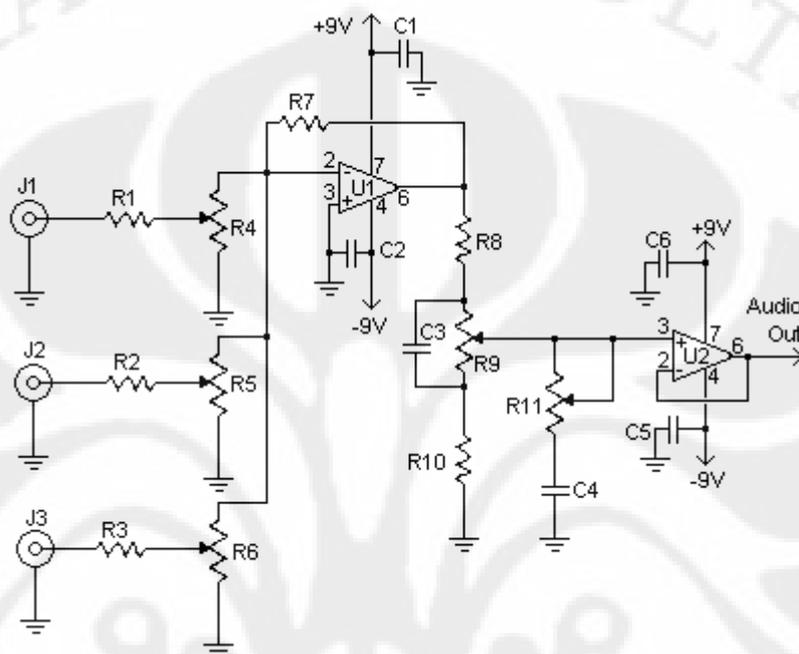


Gambar 3.4. Rangkaian Mixer

Prinsip kerja secara umum dari rangkaian mixer pada gambar 3.4 di atas adalah ketika suatu sinyal keluaran detektor, baik itu sinyal channel 1, channel 2, maupun channel 3 yang memasuki rangkaian akan mengalami proses perubahan frekuensi. Proses konversi frekuensi dilakukan dengan cara mencampur sinyal masukan dengan suatu sinyal yang dibangkitkan oleh osilator untuk memperoleh sinyal frekuensi yang diinginkan. Proses ini sama untuk tiap channelnya baik untuk channel 1, channel 2, dan channel 3, yang membedakan proses untuk tiap channel adalah frekuensi yang dibangkitkan oleh osilator untuk menghasilkan frekuensi yang diinginkan.

3.2.2 Fungsi Mixer Audio

Mixer audio yang digunakan dalam perancangan adalah rangkaian yang berfungsi untuk mengabungkan sinyal-sinyal keluaran dari mixer 2 untuk sinyal tersebut dilewatkan menuju telepon satelit.



Gambar 3.5 Rangkaian mixer audio

Tabel 3.1 Komponen-komponen dalam mixer audio

Part	Total Qty.	Description	Substitutions
R1, R2, R3	3	1K 1/4W Resistor	
R4, R5, R6	3	10K Logarithmic Pot	
R7	1	1Meg 1/4W Resistor	
R8, R10	2	10K 1/4W Resistor	
R9, R11	2	100K Linear Pot	
C1, C2, C5, C6	4	0.1uF Ceramic Disc Capacitor	
C3, C4	2	22nF Ceramic Disc Capacitor	
U1, U2	2	741 Op Amp	
J1, J2, J3	3	Input Jacks Of Your Choice	
MISC	1	Board, Wire, Knobs, IC Sockets	

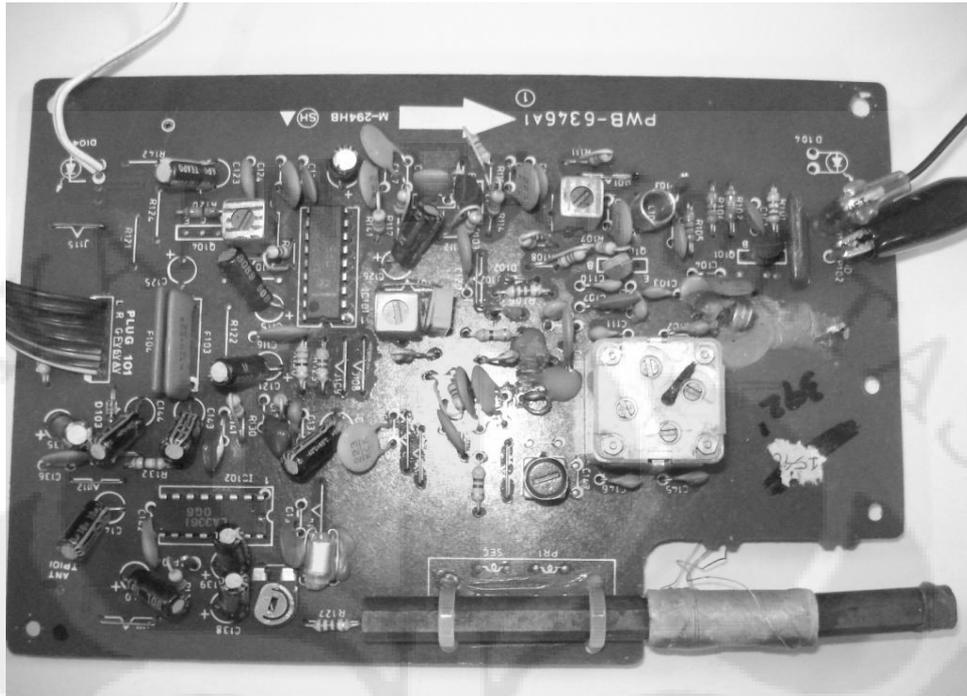
3.3 PERANCANGAN SISTEM

Dalam perancangan dari pemanfaatan rangkaian superheterodyne dalam pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi telepon satelit untuk aplikasi

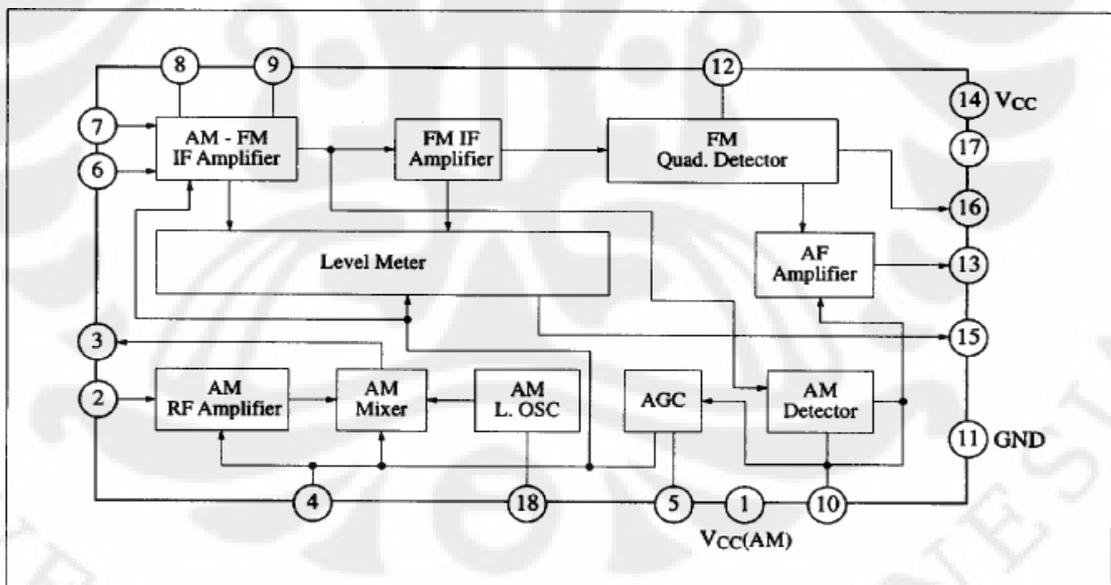
pengendali helikopter jarak jauh ini digunakan beberapa peralatan. Peralatan-peralatan tersebut antara lain helikopter radio kontrol, rangkaian superheterodyne, rangkaian mixer, mixer audio, serta telepon satelit. Helikopter radio kontrol yang digunakan dalam perancangan ini adalah helikopter radio kontrol Falcon VII, 3 Channel, serta berfrekuensi 27.145 MHz. Sedangkan telepon satelit yang digunakan dalam perancangan ini adalah telepon satelit jenis PASTI/Byru. Selain itu untuk lebih memudahkan didalam membuat perancangan juga digunakan rangkaian penerima radio superheterodyne serta rangkaian mixer. Rangkaian superheterodyne yang digunakan adalah rangkaian superheterodyne dengan menggunakan IC AN 7224. IC AN 7224 adalah sebuah IC yang dirancang untuk multifungsi AM maupun FM untuk menghasilkan Intermediate Frekuensi (IF). Sedangkan rangkaian mixer berfungsi mengkonversi sinyal keluaran rangkaian superheterodyne menjadi frekuensi yang kompatibel untuk masukan pada telepon satelit. Dan mixer audio berfungsi untuk menggabungkan sinyal-sinyal keluaran mixer yang menuju telepon satelit.



Gambar 3.6 Helikopter Radio Kontrol



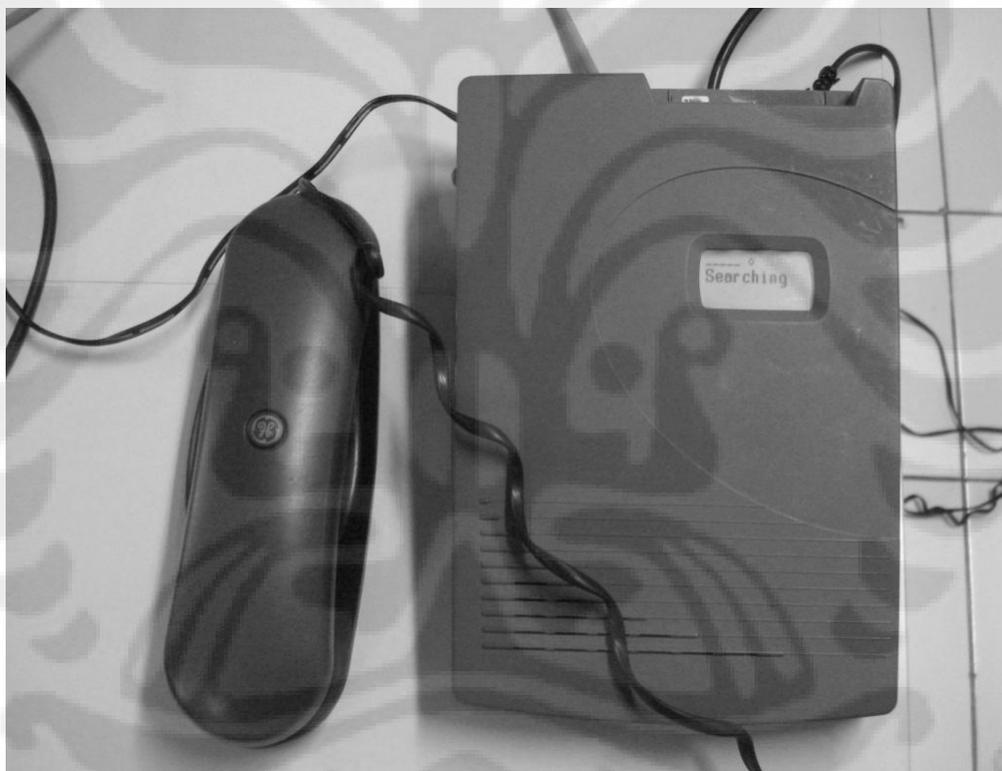
Gambar 3.7 Rangkaian Superheterodyne



Gambar 3.8 Blok Diagram IC AN 7224. [4]

Tabel 3.2 Fungsi pin-pin pada IC AN 7224. [4]

Pin no.	Pin Name	Pin no.	Pin Name
1	Vcc (AM)	10	AM Detector Output
2	AM RF Amplifier	11	GND
3	AM Mixer Output	12	FM Detector Coil
4	AGC Output (2)	13	AF Output
5	AGC Output (2)	14	Vcc
6	AM IF Amplifier Input	15	Level Power output
7	FM IF Amplifier Input	16	AFC Output
8	IF By-pass	17	Reference Voltage
9	IF By-pass	18	Local Oscilator



Gambar 3.9 Telepon Satelit



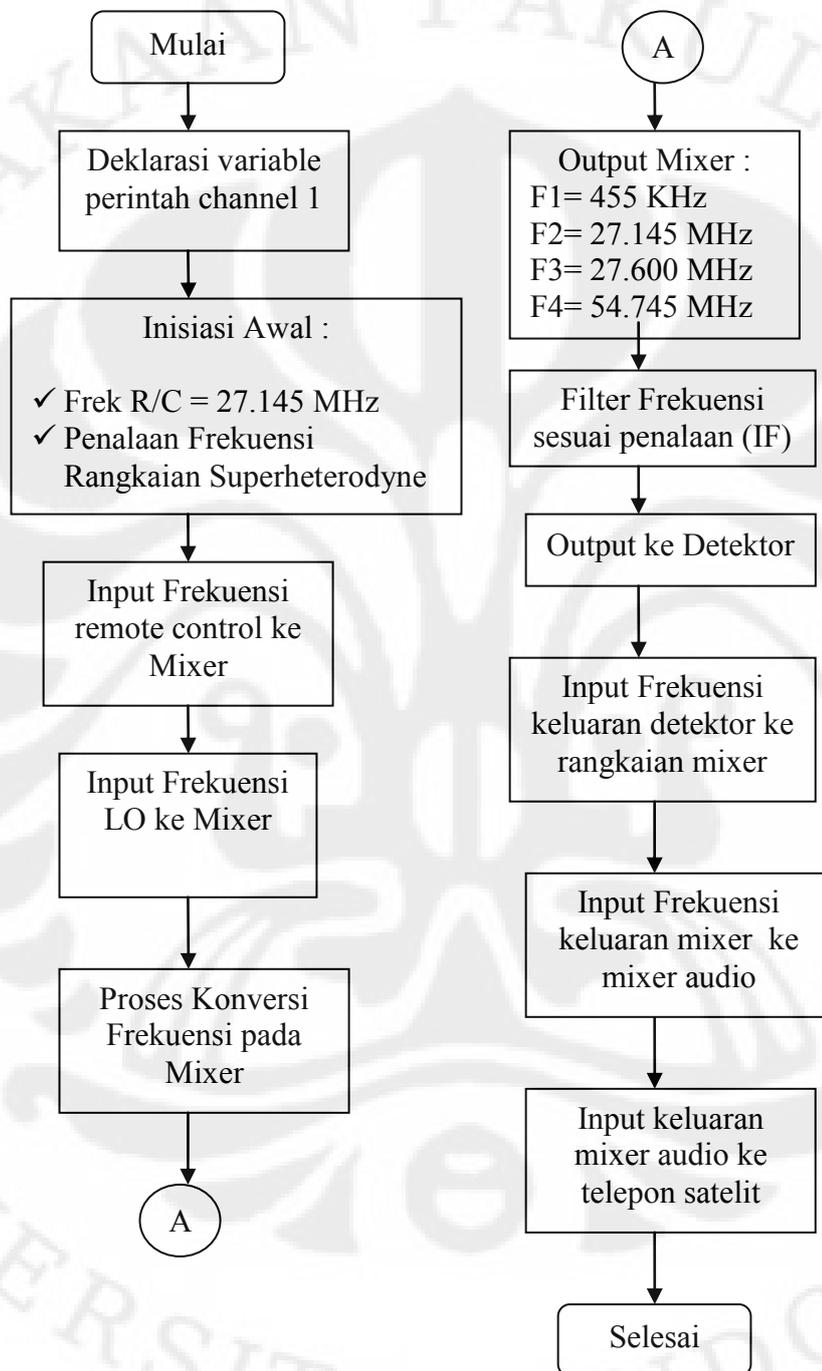
Gambar 3.10 Antena Telepon Satelit

Selain itu untuk memudahkan dalam perancangan sistem ini akan dibagi menjadi tiga bagian berdasarkan masing-masing channel dari radio kontrol yang digunakan. Berdasarkan informasi yang tertera pada radio kontrol yang digunakan besar frekuensi ketiga channel tersebut yaitu channel 1 yang berfungsi untuk pengendali naik dan turun serta mempunyai $f = 27.145$ MHz, channel 2 yang berfungsi untuk maju dan mundur serta mempunyai frekuensi $f = 27.155$ MHz, serta yang terakhir channel 3 yang berfungsi untuk belok kanan dan kiri serta mempunyai frekuensi $f = 27.165$ MHz.

Selain itu, untuk menyesuaikan frekuensi dari remote radio kontrol dengan rangkaian superheterodyne maka frekuensi penerimaan pada rangkaian superheterodyne perlu dilakukan penalaan agar dapat bersesuaian dengan frekuensi pada remote radio kontrol. Setelah bersesuaian frekuensi maka frekuensi dari remote radio kontrol dapat ditangkap oleh rangkaian superheterodyne sehingga proses pengiriman sinyal radio kontrol melalui telepon satelit dapat dilakukan.

3.3.1 Perancangan Sistem Channel 1

Berikut ini adalah diagram alir dari prinsip kerja sistem pada channel 1:

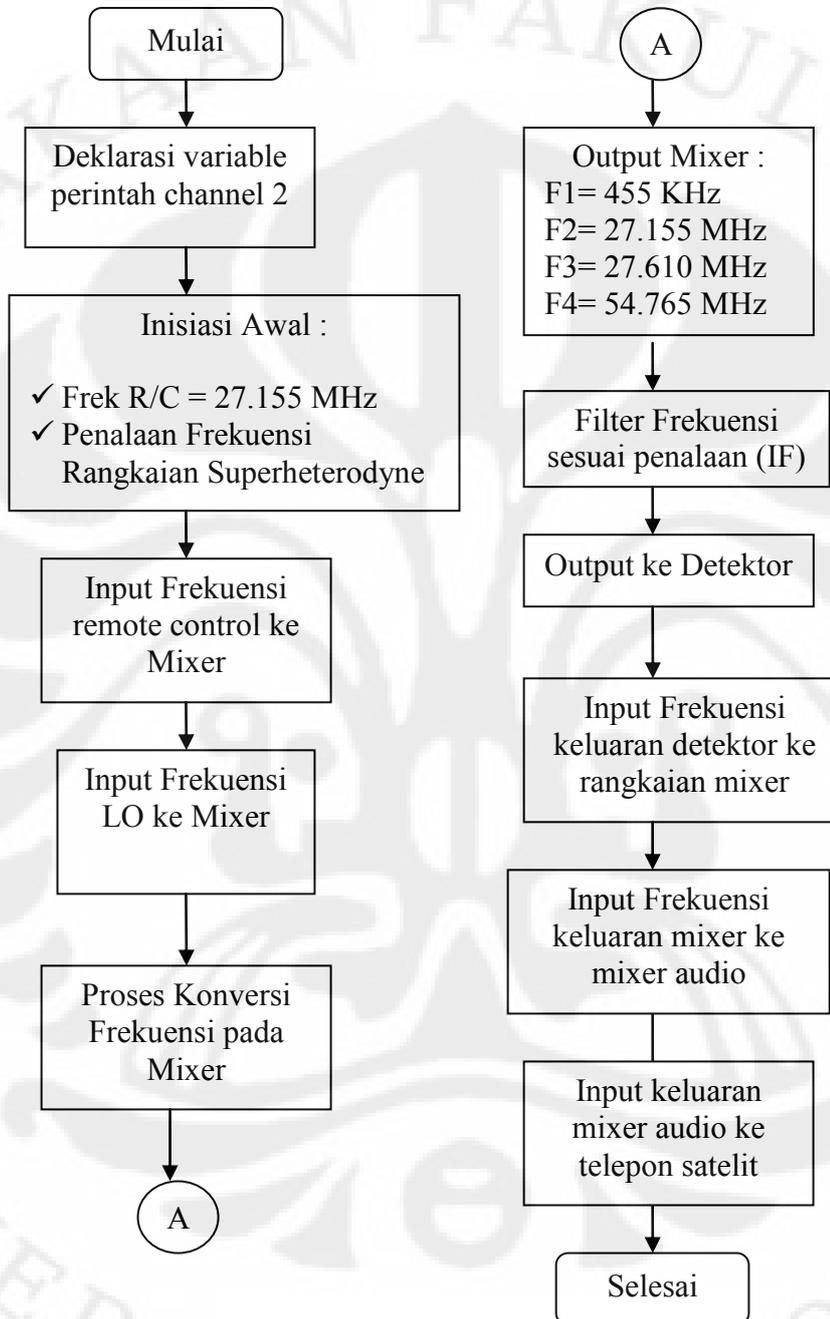


Gambar 3.11. Diagram Alir Perancangan Sistem Untuk Channel 1

Terlihat pada gambar 3.11. di atas merupakan diagram alir prinsip kerja dari perancangan sistem untuk channel 1. Berdasarkan diagram alir pada gambar di atas, perancangan diawali dengan pendeklarasian variabel perintah channel 1 yaitu yang berfungsi untuk naik dan turun. Setelah deklarasi perintah maka inisiasi awal sistem dilakukan yaitu untuk frekuensi R/C sebesar 27.145 MHz, serta penalaan frekuensi pada rangkaian superheterodyne sesuai dengan frekuensi pada remote radio kontrol. Kemudian setelah inisiasi, maka inputkan sinyal frekuensi remote kontrol ke mixer. Selanjutnya inputkan juga sinyal frekuensi yang dibangkitkan oleh lokal osilator ke mixer. Kemudian akan terjadi proses konversi frekuensi pada mixer. Hasil dari proses tersebut, mixer akan menghasilkan keluaran frekuensi sebesar $f_1 = 455 \text{ KHz}$, $f_2 = 27.145 \text{ MHz}$, $f_3 = 27.600 \text{ MHz}$, dan $f_4 = 54.745 \text{ MHz}$. Dari frekuensi-frekuensi tersebut sistem hanya akan meneruskan sinyal yang mempunyai frekuensi disekitar $f = 455 \text{ KHz}$ seperti yang telah ditala sebelumnya. Kemudian sinyal frekuensi tersebut akan diteruskan ke bagian detektor. Hal selanjutnya sinyal frekuensi tersebut akan diteruskan ke rangkaian mixer untuk dilakukan konversi frekuensi menjadi frekuensi yang kompatibel untuk masukan pada telepon satelit. Mixer audio juga digunakan untuk kemudian diteruskan untuk menjadi inputan pada telepon satelit untuk dikirimkan.

3.3.2 Perancangan Sistem Channel 2

Berikut ini adalah diagram alir dari prinsip kerja sistem pada channel 2:

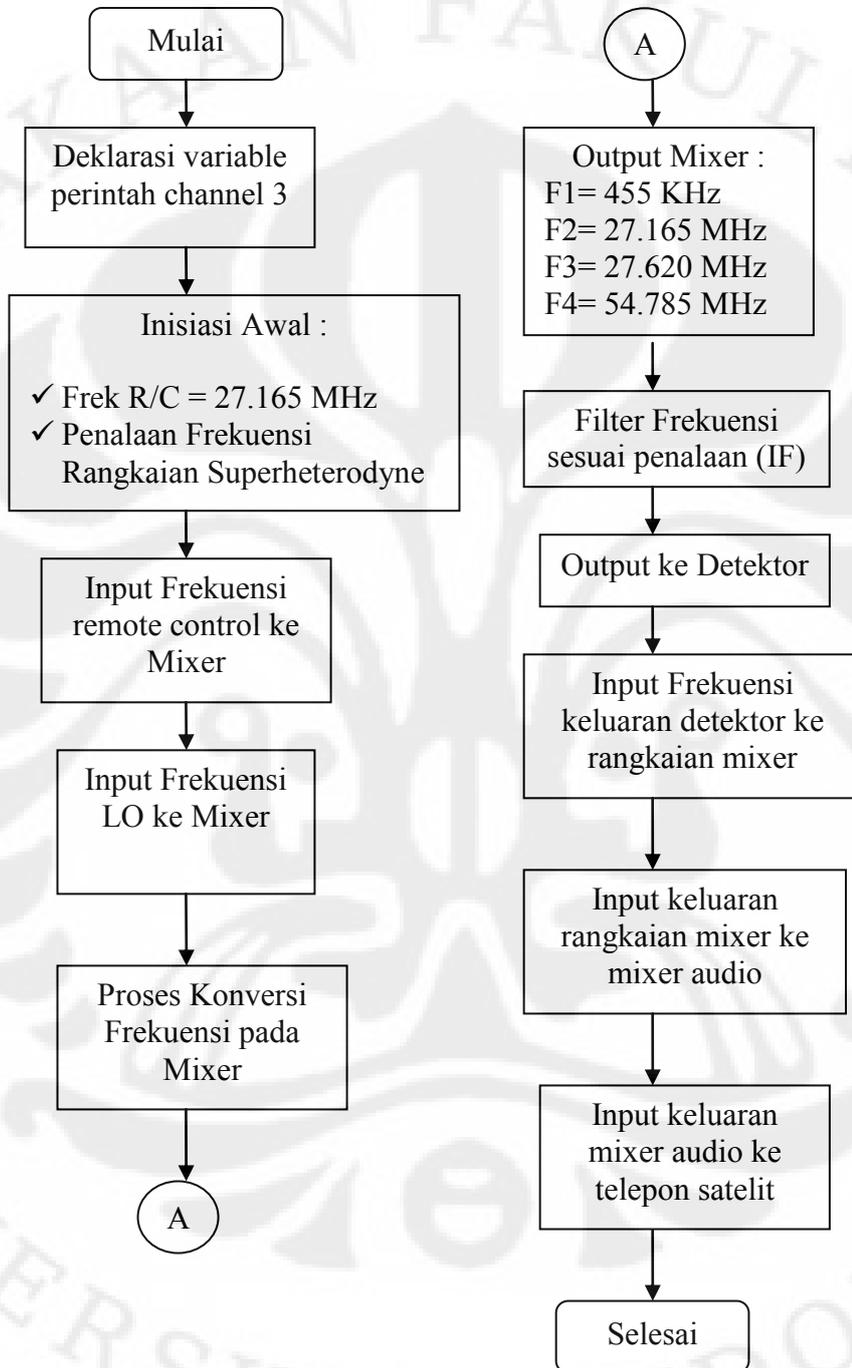


Gambar 3.12. Diagram Alir Perancangan Sistem Untuk Channel 2

Terlihat pada gambar 3.12. di atas merupakan diagram alir prinsip kerja dari perancangan sistem untuk channel 2. sama halnya dengan berdasarkan diagram alir pada gambar di atas, perancangan diawali dengan pendeklarasian variabel perintah channel 1 yaitu yang berfungsi untuk naik dan turun. Setelah deklarasi perintah maka inisiasi awal sistem dilakukan yaitu untuk frekuensi R/C sebesar 27.155 MHz, serta penalaan frekuensi pada rangkaian superheterodyne sesuai dengan frekuensi pada remote radio kontrol. Kemudian setelah inisiasi, maka inputkan sinyal frekuensi remote kontrol ke mixer. Selanjutnya inputkan juga sinyal frekuensi yang dibangkitkan oleh lokal osilator ke mixer. Kemudian akan terjadi proses konversi frekuensi pada mixer. Hasil dari proses tersebut, mixer akan menghasilkan keluaran frekuensi sebesar $f_1 = 455 \text{ KHz}$, $f_2 = 27.155 \text{ MHz}$, $f_3 = 27.610 \text{ MHz}$, dan $f_4 = 54.765 \text{ MHz}$. Dari frekuensi-frekuensi tersebut sistem hanya akan meneruskan sinyal yang mempunyai frekuensi disekitar $f = 455 \text{ KHz}$ seperti yang telah ditala sebelumnya. Kemudian sinyal frekuensi tersebut akan diteruskan ke bagian detektor. Hal selanjutnya sinyal frekuensi tersebut akan diteruskan ke rangkaian mixer untuk dilakukan konversi frekuensi menjadi frekuensi yang kompatibel untuk masukan pada telepon satelit. Mixer audio juga digunakan untuk kemudian diteruskan untuk menjadi inputan pada telepon satelit untuk dikirimkan.

3.3.3 Perancangan Sistem Channel 3

Berikut ini adalah diagram alir dari prinsip kerja sistem pada channel 3:

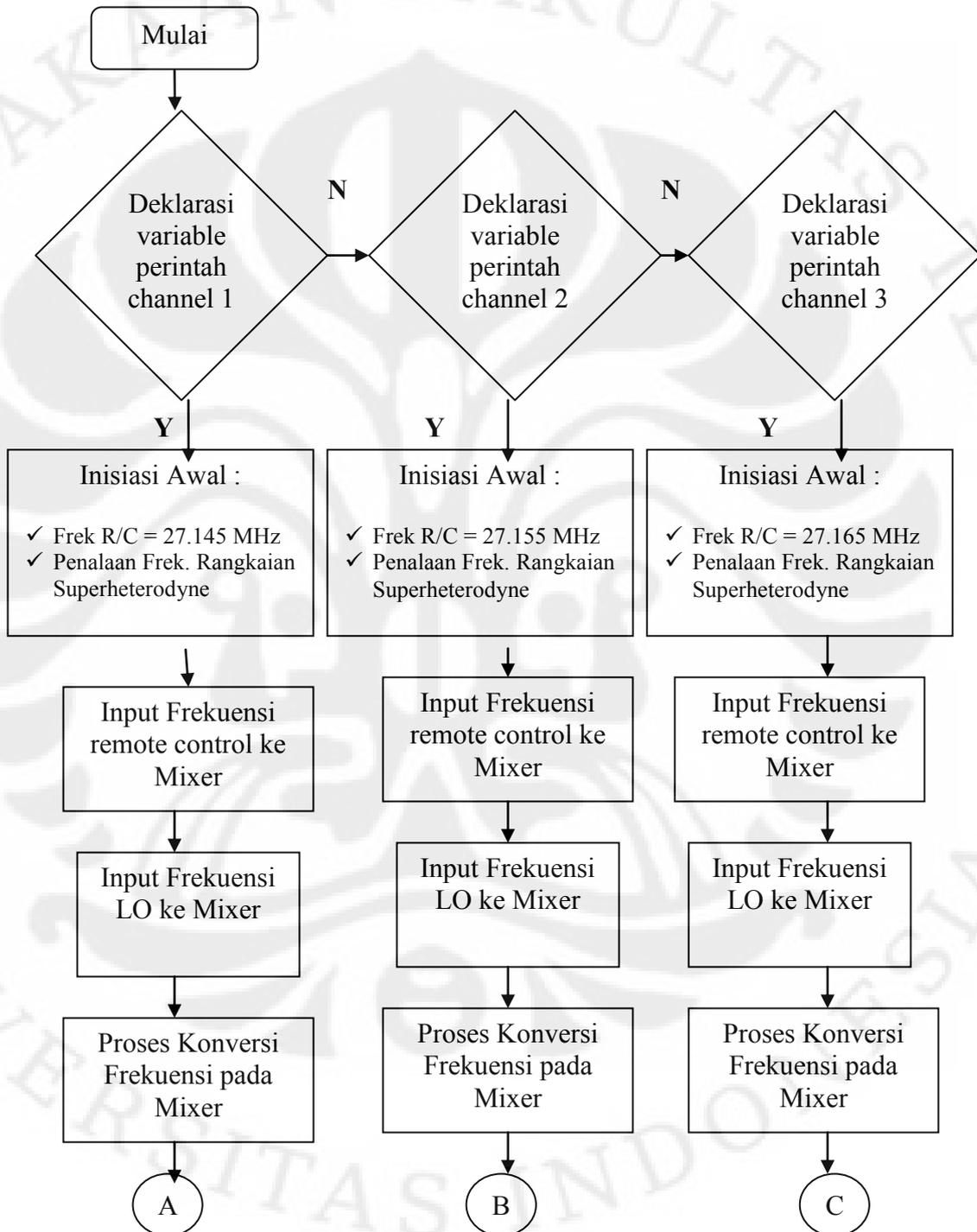


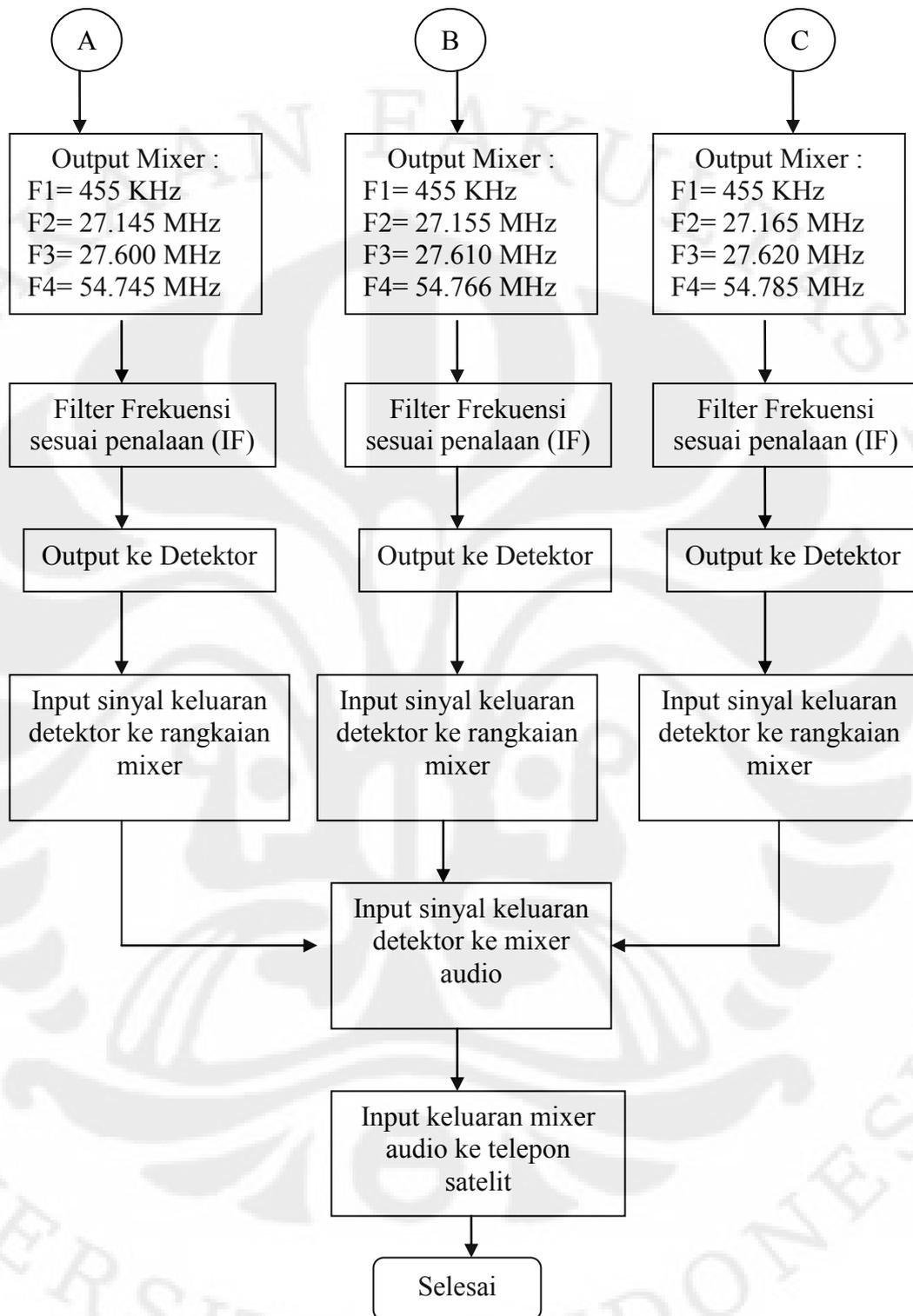
Gambar 3.13. Diagram Alir Perancangan Sistem Untuk Channel 3

Terlihat pada gambar 3.13. di atas merupakan diagram alir prinsip kerja dari perancangan sistem untuk channel 2. sama halnya dengan berdasarkan diagram alir pada gambar di atas, perancangan diawali dengan pendeklarasian variabel perintah channel 1 yaitu yang berfungsi untuk naik dan turun. Setelah deklarasi perintah maka inisiasi awal sistem dilakukan yaitu untuk frekuensi R/C sebesar 27.165 MHz, serta penalaan frekuensi pada rangkaian superheterodyne sesuai dengan frekuensi pada remote radio kontrol. Kemudian setelah inisiasi, maka masukkan sinyal frekuensi remote kontrol ke mixer. Selanjutnya masukkan juga sinyal frekuensi yang dibangkitkan oleh lokal osilator ke mixer. Kemudian akan terjadi proses konversi frekuensi pada mixer. Hasil dari proses tersebut, mixer akan menghasilkan keluaran frekuensi sebesar $f_1 = 455 \text{ KHz}$, $f_2 = 27.165 \text{ MHz}$, $f_3 = 27.620 \text{ MHz}$, dan $f_4 = 54.785 \text{ MHz}$. Dari frekuensi-frekuensi tersebut sistem hanya akan meneruskan sinyal yang mempunyai frekuensi disekitar $f = 455 \text{ KHz}$ seperti yang telah ditala sebelumnya. Kemudian sinyal frekuensi tersebut akan diteruskan ke bagian detektor. Hal selanjutnya sinyal frekuensi tersebut akan diteruskan ke rangkaian mixer untuk dilakukan konversi frekuensi menjadi frekuensi yang kompatibel untuk masukan pada telepon satelit. Mixer audio juga digunakan untuk kemudian diteruskan untuk menjadi inputan pada telepon satelit untuk dikirimkan.

3.3.4 Perancangan Sistem Keseluruhan

Berikut ini adalah diagram alir dari prinsip kerja sistem keseluruhan untuk ketiga channel.





Gambar 3.14. Diagram Alir Perancangan Sistem Keseluruhan

Terlihat pada gambar 3.14. di atas merupakan diagram alir prinsip kerja dari perancangan sistem secara keseluruhan untuk ketiga channel. Perancangan diawali dengan pendeklarasian variabel perintah, jika deklarasi perintah adalah channel 1 yaitu yang berfungsi untuk naik dan turun, maka inisiasi awal sistem dilakukan yaitu untuk frekuensi R/C sebesar 27.145 MHz, serta penalaan frekuensi pada rangkaian superheterodyne sesuai dengan frekuensi pada remote radio kontrol yaitu sebesar 27.145 Mhz juga. Kemudian jika deklarasi perintah adalah channel 2 yaitu yang berfungsi untuk maju dan mundur, maka inisiasi awal sistem dilakukan yaitu untuk frekuensi R/C sebesar 27.155 MHz, serta penalaan frekuensi pada rangkaian superheterodyne sesuai dengan frekuensi pada remote radio kontrol yaitu sebesar 27.155MHz juga. Dan terakhir jika deklarasi perintah adalah channel 3 yaitu yang berfungsi untuk belok kanan dan kiri, maka inisiasi awal sistem dilakukan yaitu untuk frekuensi R/C sebesar 27.165 MHz, serta penalaan frekuensi pada rangkaian superheterodyne sesuai dengan frekuensi pada remote radio kontrol yaitu sebesar 27.165 juga.

Setelah inisiasi, maka inputkan sinyal frekuensi remote kontrol ke mixer. Selanjutnya inputkan juga sinyal frekuensi yang dibangkitkan oleh lokal osilator ke mixer. Kemudian akan terjadi proses konversi frekuensi pada mixer.

Hasil dari proses tersebut, mixer akan menghasilkan keluaran frekuensi berbeda-beda untuk tiap channel, untuk channel 1 adalah sebesar $f_1 = 455 \text{ KHz}$, $f_2 = 27.145 \text{ MHz}$, $f_3 = 27.600 \text{ MHz}$, dan $f_4 = 54.745 \text{ MHz}$. untuk channel 2 adalah sebesar $f_1 = 455 \text{ KHz}$, $f_2 = 27.155 \text{ MHz}$, $f_3 = 27.610 \text{ MHz}$, dan $f_4 = 54.765 \text{ MHz}$, dan untuk channel 3 adalah sebesar $f_1 = 455 \text{ KHz}$, $f_2 = 27.165 \text{ MHz}$, $f_3 = 27.620 \text{ MHz}$, dan $f_4 = 54.785 \text{ MHz}$.

Dari frekuensi-frekuensi tersebut sistem hanya akan meneruskan sinyal yang mempunyai frekuensi disekitar $f = 455 \text{ KHz}$ seperti yang telah ditala sebelumnya. Kemudian sinyal frekuensi tersebut akan diteruskan ke bagian detektor. Kemudian dari detektor tiap-tiap channel, selanjutnya akan diteruskan ke rangkaian mixer, yang berbeda-beda untuk tiap channel, untuk di konversi menjadi frekuensi yang kompatibel untuk masukan pada telepon satelit.

BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

4.1 HASIL PERANCANGAN

Berdasarkan perancangan pada Bab 3, maka dibuatlah sistem secara keseluruhan. Gambar 4.1 memperlihatkan perangkat keras yang digunakan pada sistem yang telah dirancang pada Bab sebelumnya.



Gambar 4.1 Rancang Bangun Sistem

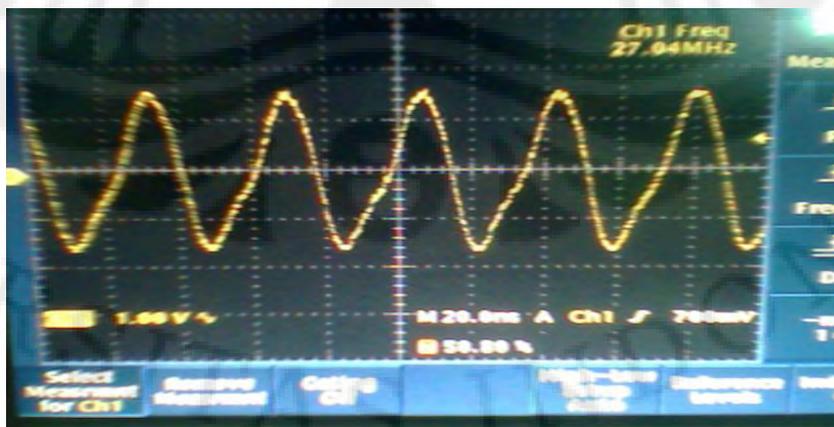
4.2 PENGUJIAN SISTEM

Dari perancangan sistem yang telah dibuat, dilakukanlah beberapa skenario pengujian yaitu adalah:

1. Menampilkan sinyal keluaran dari *remote kontrol* dengan osiloskop.
2. Menampilkan sinyal masukan pada rangkaian *superheterodyne* dengan osiloskop.
3. Menampilkan sinyal keluaran lokal osilator pada rangkaian *superheterodyne* dengan osiloskop
4. Menampilkan sinyal keluaran intermediate frekuensi pada rangkaian *superheterodyne* dengan osiloskop.
5. Menampilkan sinyal keluaran detektor pada rangkaian *superheterodyne* dengan osiloskop.
6. Menampilkan sinyal keluaran rangkaian mixer dengan osiloskop.
7. Menguji pengiriman sinyal pada telepon satelit.

4.2.1 Menampilkan Sinyal Keluaran Dari *Remote Control* Dengan Osiloskop

Menampilkan sinyal keluaran dari *remote radio control* pada osiloskop bertujuan untuk menguji berapakah frekuensi dari *remote radio control* yang digunakan. Pengujian pengukuran ini dilakukan dengan cara menghubungkan antenna pada remote kontrol dengan probe pada osiloskop. Gambar dibawah merupakan tampilan dari hasil pengukuran sinyal dari remote control dengan menggunakan osiloskop.



Gambar 4.2 Sinyal Keluaran Remote Kontrol channel 1



Gambar 4.3 Sinyal Keluaran Remote Kontrol channel 2



Gambar 4.4 Sinyal Keluaran Remote Kontrol channel 3

Gambar 4.2, 4.3, dan 4.4 di atas memperlihatkan sinyal frekuensi dari remote radio kontrol. Hasil pengukuran sinyal untuk channel 1, channel 2, dan channel 3 dari dari remote radio kontrol dengan osiloskop menampilkan frekuensi yang berubah-ubah dalam kisaran 27 MHz sampai dengan 27.400 MHz. Untuk channel 1 sinyal frekuensinya yaitu sebesar 27 MHz – 27.318 MHz, channel 2 yaitu sinyal frekuensinya sebesar 27.013 MHz - 27.400 MHz, dan channel 3 sinyal frekuensinya yaitu sebesar 27.050 MHz – 27.384 MHz. Berubah-ubahnya frekuensi hasil pengukuran dengan osiloskop diakibatkan oleh karena keterbatasan kestabilan dari osiloskop dalam mengukur frekuensi dari remote

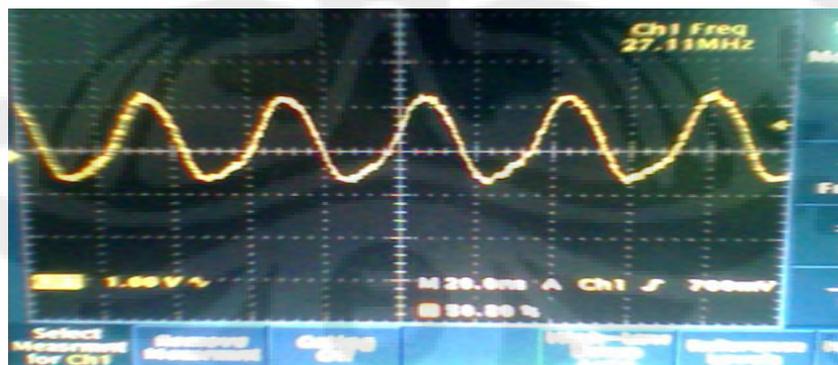
radio control. Namun secara rata-rata dapat dikatakan bahwa frekuensi remote radio kontrol adalah mendekati 27.145 MHz, 27.155 MHz, dan 27,165 MHz atau seperti spesifikasi yang tercantum.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pertama

Channel	Hasil Pengujian	Frekuensi seharusnya
channel 1	27.00 MHz- 27.318 MHz	27.145 MHz
channel 2	27.013 MHz- 27.400 MHz	27.155 MHz
channel 3	27.050 MHz- 27.384 MHz	27.165 MHz

4.2.2 Menampilkan Sinyal Masukan Pada Rangkaian *Superheterodyne* Dengan Osiloskop.

Pada pengujian ini dilakukan pengukuran terhadap sinyal masukan pada rangkaian superheterodyne dengan osiloskop yang bertujuan untuk mengetahui frekuensi yang ditangkap oleh rangkaian superheterodyne. Rangkaian superheterodyne ditala terlebih dahulu hingga dapat menangkap frekuensi dari remote radio kontrol. Setelah hal itu dilakukan, maka pengukuran dapat dilakukan dengan cara menghubungkan antenna pada rangkaian superheterodyne dengan probe pada osiloskop. Gambar dibawah merupakan tampilan dari hasil pengukuran sinyal masukan pada rangkaian superheterodyne dengan osiloskop.



Gambar 4.5 Sinyal Masukan Rangkaian Superheterodyne channel 1



Gambar 4.6 Sinyal Masukan Rangkaian Superheterodyne channel 2



Gambar 4.7 Sinyal Masukan Rangkaian Superheterodyne channel 3

Gambar 4.5, 4.6, dan 4.7 di atas memperlihatkan sinyal frekuensi yang diterima oleh rangkaian superheterodyne. Sama halnya dengan pengukuran sinyal pada remote radio kontrol, hasil pengukuran sinyal untuk channel 1, channel 2, dan channel 3 dengan osiloskop menampilkan frekuensi yang berubah-ubah dalam kisaran 27 MHz sampai dengan 27.400 MHz. Untuk channel 1 sinyal frekuensinya yaitu sebesar 27.102 MHz – 27.321 MHz, channel 2 yaitu sinyal frekuensinya sebesar 27.087 MHz - 27.354 MHz, dan channel 3 sinyal frekuensinya yaitu sebesar 27.030 MHz – 27.400 MHz.. Berubah-ubahnya frekuensi hasil pengukuran dengan osiloskop diakibatkan oleh karena

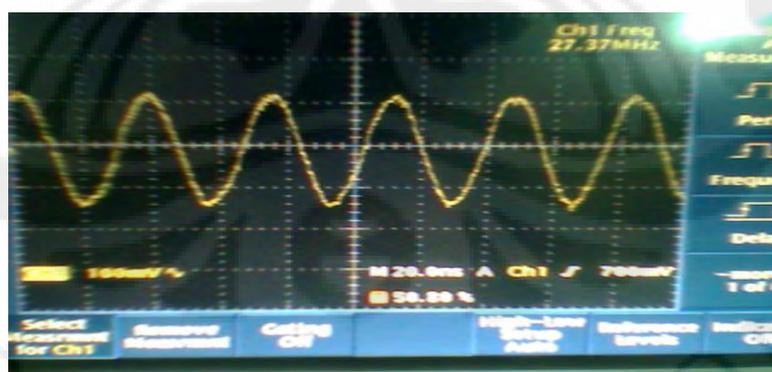
keterbatasan kestabilan dari osiloskop dalam mengukur frekuensi masukan pada rangkaian superheterodyne. Namun secara rata-rata dapat dikatakan bahwa frekuensi tersebut adalah mendekati 27.145 MHz, 27.155 MHz, dan 27,165 MHz, yaitu sama dengan frekuensi dari remote radio kontrol.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kedua

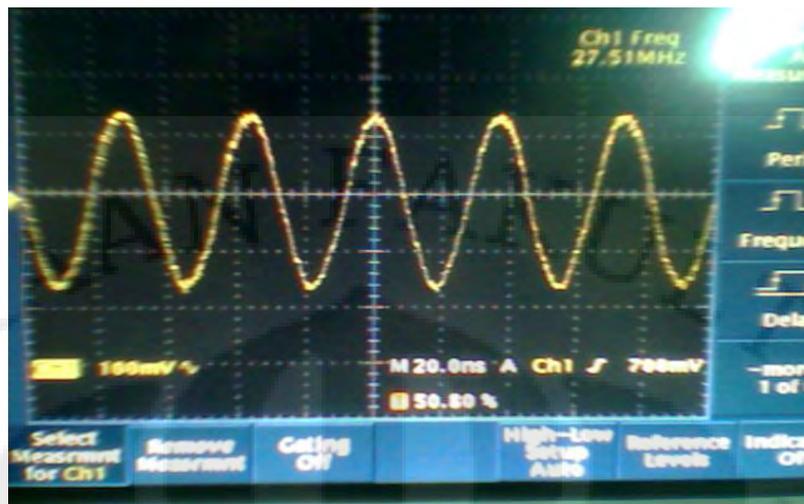
Channel	Hasil Pengujian	Frekuensi seharusnya
channel 1	27.102 MHz- 27.321 MHz	27.145 MHz
channel 2	27.087 MHz- 27.354 MHz	27.155 MHz
channel 3	27.030 MHz- 27.400 MHz	27.165 MHz

4.2.3 Menampilkan Sinyal Keluaran Lokal Oscilator Pada Rangkaian Superheterodyne Dengan Osiloskop

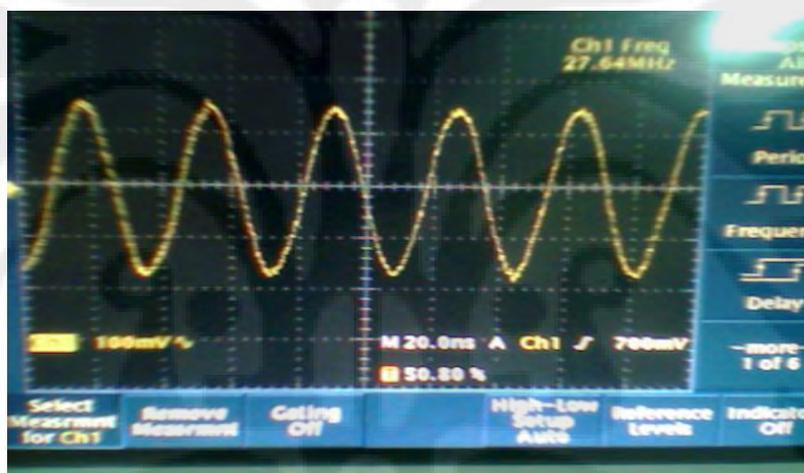
Pada pengujian ini dilakukan pengukuran terhadap sinyal keluaran lokal osilator pada rangkaian superheterodyne dengan osiloskop yang bertujuan untuk mengetahui besar frekuensi keluaran dari local osilator pada rangkaian superheterodyne. Pengujian ini dapat dilakukan dengan cara mengukur sinyal keluaran dari kaki 18 pada IC AN 7224 yang digunakan pada rangkaian superheterodyne dengan probe pada osiloskop. Gambar dibawah merupakan tampilan dari hasil pengukuran frekuensi keluaran dari lokal osilator pada rangkaian superheterodyne dengan osiloskop.



Gambar 4.8 Sinyal Keluaran Lokal Osilator channel 1



Gambar 4.9 Sinyal Keluaran Lokal Osilator channel 2



Gambar 4.10 Sinyal Keluaran Lokal Osilator channel 3

Gambar 4.8, 4.9, dan 4.10 di atas memperlihatkan sinyal frekuensi keluaran lokal osilator pada rangkaian superheterodyne. Hasil pengukuran sinyal untuk channel 1, channel 2, dan channel 3 dengan osiloskop menampilkan frekuensi yang berubah-ubah dalam kisaran 27.200 MHz sampai dengan 27.800 MHz. Untuk channel 1 sinyal frekuensinya yaitu sebesar 27.232 MHz – 27.721 MHz, channel 2 yaitu sinyal frekuensinya sebesar 27.210 MHz - 27.789 MHz, dan channel 3 sinyal frekuensinya yaitu sebesar 27.287 MHz – 27.800 MHz. Berubah-ubahnya frekuensi hasil pengukuran dengan osciloskop diakibatkan oleh karena keterbatasan kestabilan dari osiloskop dalam mengukur frekuensi. Namun secara rata-rata dapat dikatakan bahwa frekuensi tersebut adalah mendekati 27.600 MHz

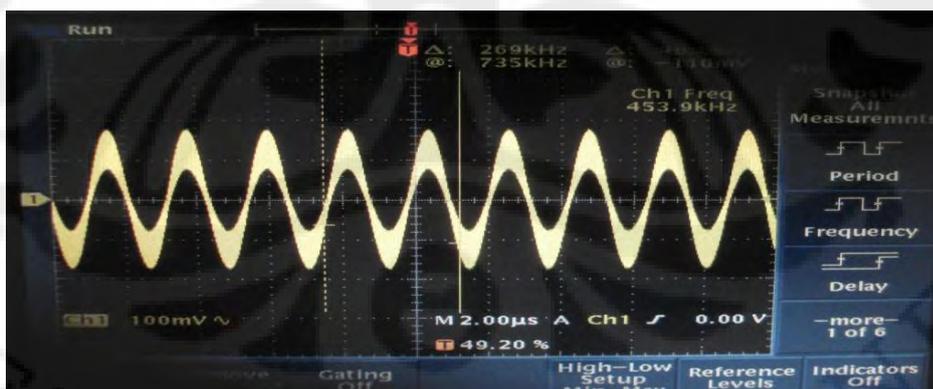
untuk channel 1, 27.610 MHz untuk channel 2, dan 27.620 MHz untuk channel 3, yaitu channel-channel frekuensi yang diharapkan untuk menghasilkan intermediate frekuensi pada rangkaian superheterodyne.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Ketiga

Channel	Hasil Pengujian	Frekuensi seharusnya
channel 1	27.232 MHz- 27.721 MHz	27.600 MHz
channel 2	27.210 MHz- 27.789 MHz	27.610 MHz
channel 3	27.287 MHz- 27.800 MHz	27.620 MHz

4.2.4 Menampilkan Sinyal Keluaran Intermediate Frekuensi Pada Rangkaian Superheterodyne Dengan Osiloskop.

Pada pengujian ini dilakukan pengukuran terhadap sinyal keluaran intermediate frekuensi pada rangkaian superheterodyne dengan osiloskop yang bertujuan untuk mengetahui besar frekuensi keluaran intermediate frekuensi pada rangkaian superheterodyne. Pengujian ini dapat dilakukan dengan cara mengukur sinyal keluaran dari kaki 8 atau 9 pada IC AN 7224 yang digunakan pada rangkaian superheterodyne dengan probe pada osiloskop. Gambar dibawah merupakan tampilan dari hasil pengukuran sinyal keluaran dari intermediate frekuensi pada rangkaian superheterodyne dengan osiloskop.



Gambar 4.11 Sinyal Keluaran Intermediate Frekuensi

Gambar 4.11 di atas memperlihatkan sinyal keluaran intermediate frekuensi pada rangkaian superheterodyne. Hasil pengukuran sinyal untuk channel 1, channel 2, dan channel 3 dengan osiloskop menampilkan frekuensi yang berubah-ubah dalam kisaran 400 KHz sampai dengan 500 KHz. Untuk channel 1

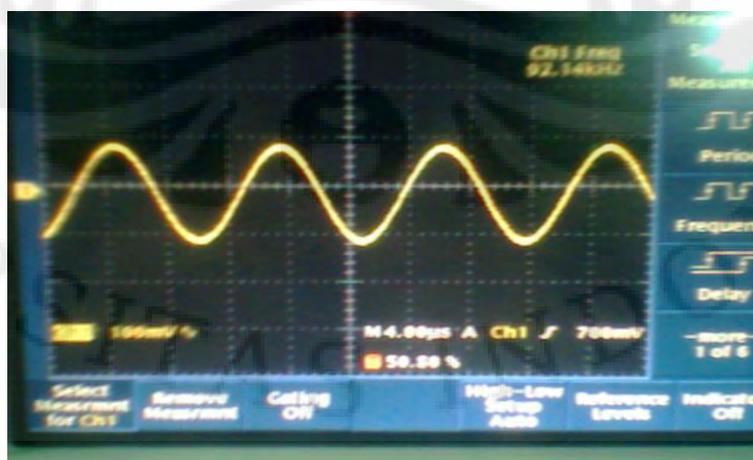
sinyal frekuensinya yaitu sebesar 400 KHz – 465 KHz, channel 2 yaitu sinyal frekuensinya sebesar 421 KHz - 487 KHz, dan channel 3 sinyal frekuensinya yaitu sebesar 419 KHz – 500 KHz. Berubah-ubahnya frekuensi hasil pengukuran dengan osciloskop diakibatkan oleh karena keterbatasan kestabilan dari osiloskop dalam mengukur frekuensi. Namun secara rata-rata dapat dikatakan bahwa frekuensi tersebut adalah mendekati 455 KHz, yaitu intermediate frekuensi yang diharapkan dihasilkan dari pengujian pada rangkaian superheterodyne.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Keempat

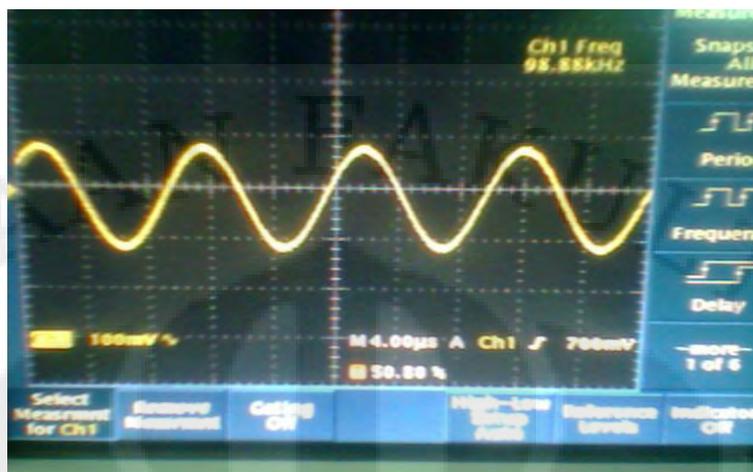
Channel	Hasil Pengujian	Frekuensi seharusnya
channel 1	400 KHz- 465 KHz	455 KHz
channel 2	421 KHz- 487 KHz	455 KHz
channel 3	419 KHz- 500 MHz	455 KHz

4.2.5 Menampilkan Sinyal Keluaran Detektor Pada Rangkaian Superheterodyne Dengan Osiloskop.

Pada pengujian ini dilakukan pengukuran terhadap sinyal keluaran detektor pada rangkaian superheterodyne dengan osiloskop yang bertujuan untuk mengetahui besar frekuensi keluaran detektor pada rangkaian superheterodyne. Pengujian ini dapat dilakukan dengan cara mengukur sinyal keluaran dari kaki 10 pada IC AN 7224 yang digunakan pada rangkaian superheterodyne dengan probe pada osiloskop. Gambar dibawah merupakan tampilan dari hasil pengukuran sinyal keluaran dari detektor pada rangkaian superheterodyne dengan osiloskop.



Gambar 4.12 Sinyal Keluaran Detektor channel 1



Gambar 4.13 Sinyal Keluaran Detektor channel 2



Gambar 4.14 Sinyal Keluaran Detektor channel 3

Gambar 4.12, 4.13, dan 4.14 di atas memperlihatkan sinyal keluaran detektor pada rangkaian superheterodyne. Hasil pengukuran sinyal untuk channel 1, channel 2, dan channel 3 dengan osiloskop menampilkan frekuensi yang berubah-ubah dalam kisaran 90 KHz sampai dengan 103 KHz. Untuk channel 1 sinyal frekuensinya yaitu sebesar 90 KHz – 99 KHz, channel 2 yaitu sinyal frekuensinya sebesar 93 KHz – 100 KHz, dan channel 3 sinyal frekuensinya yaitu sebesar 97 KHz – 103 KHz. Berubah-ubahnya frekuensi hasil pengukuran dengan osiloskop diakibatkan oleh karena keterbatasan kestabilan dari osiloskop dalam mengukur frekuensi. Frekuensi keluaran detektor tersebut merupakan frekuensi asli dari remote radio kontrol dengan sudah tanpa frekuensi pembawa. Sehingga dapat dikatakan bahwa sinyal informasi dari remote radio kontrol mempunyai

frekuensi sekitar 93 KHz untuk channel 1, 97 KHz untuk Channel 2, dan 100 KHz untuk channel 3.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kelima

Channel	Hasil Pengujian	Frekuensi rata-rata
channel 1	90 KHz – 99 KHz	93 KHz
channel 2	93 KHz - 100 KHz	97 KHz
channel 3	97 KHz - 103 KHz	100 KHz

4.2.6 Menampilkan Sinyal Keluaran Rangkaian Mixer Dengan Osiloskop.

Pada pengujian ini dilakukan pengukuran terhadap sinyal keluaran rangkaian mixer untuk tiap-tiap channel dengan osiloskop yang bertujuan untuk mengetahui besar frekuensi keluaran rangkaian mixer untuk tiap-tiap channel sesuai dengan yang diharapkan yaitu sebesar frekuensi audio. Pengujian ini dapat dilakukan dengan cara memasukan sinyal keluaran detektor untuk tiap channel menjadi masukan pada rangkaian mixer. Kemudian masukan juga suatu sinyal osilator yang dibangkitkan yaitu sekitar 97 KHz untuk channel 1, 102 KHz untuk channel 2, dan 109 KHz untuk channel 3. Frekuensi keluaran rangkaian mixer inilah yang akan diukur dalam pengujian keenam ini. Gambar dibawah merupakan tampilan dari hasil pengukuran sinyal keluaran dari rangkaian mixer dengan osiloskop.



Gambar 4.15 Sinyal Keluaran rangkain mixer channel 1



Gambar 4.16 Sinyal Keluaran rangkaian mixer channel 2



Gambar 4.17 Sinyal Keluaran rangkaian mixer channel 3

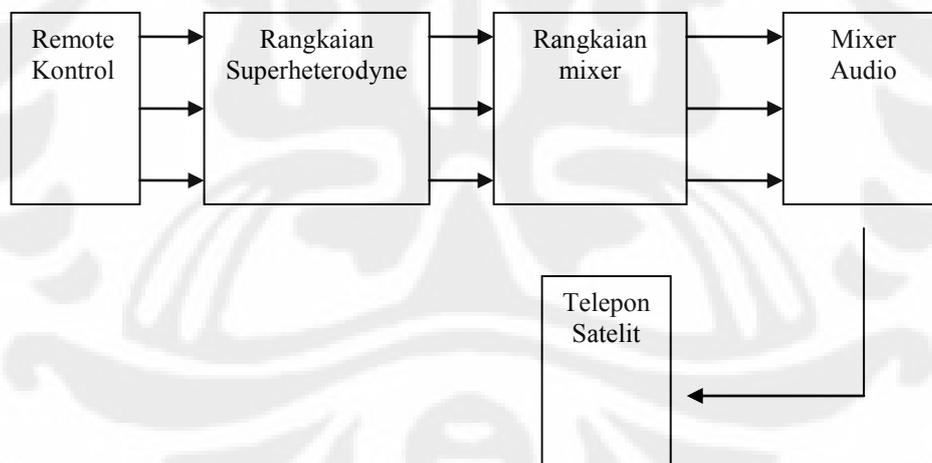
Gambar 4.15, 4.16, dan 4.17 di atas memperlihatkan sinyal keluaran rangkaian mixer untuk tiap-tiap channel. Hasil pengukuran sinyal untuk channel 1, channel 2, dan channel 3 dengan osiloskop menampilkan frekuensi dalam kisaran 4 KHz – 6KHz. Berdasarkan pengujian untuk channel 1 sinyal frekuensinya yaitu sebesar 4 KHz – 4.76 KHz, channel 2 yaitu sinyal frekuensinya sebesar 5 KHz – 5.71 KHz, dan channel 3 sinyal frekuensinya yaitu sebesar 6 KHz – 6.89 KHz. Berubah-ubahnya frekuensi hasil pengukuran dengan osiloskop diakibatkan oleh karena keterbatasan kestabilan dari osiloskop dalam mengukur frekuensi. Frekuensi keluaran rangkaian mixer merupakan sinyal frekuensi yang kompatibel untuk masukan pada telepon satelit. Sehingga dapat dikatakan bahwa sinyal mempunyai frekuensi sekitar 4 KHz untuk channel 1, 5 KHz untuk Channel 2, dan 6 KHz untuk channel 3.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Keenam

Channel	Hasil Pengujian	Frekuensi seharusnya
channel 1	4 KHz – 4.76 KHz	4 KHz
channel 2	5 KHz – 5.71KHz	5 KHz
channel 3	6 KHz – 6.89 KHz	6 KHz

4.2.7 Menguji Pengiriman Sinyal Melalui Telepon Satelit

Pada pengujian ini dilakukan pengiriman sinyal melalui komunikasi telepon satelit yang bertujuan untuk mengirimkan sinyal hasil keluaran dari rangkaian mixer melalui telepon satelit. Keluaran sinyal dari rangkaian mixer terlebih dahulu dihubungkan ke mixer audio. Dari mixer audio ini kemudian dihubungkan menuju telepon satelit. Pengujian ini dapat dilakukan dengan cara menghubungkan keluaran mixer audio, yang terhubung juga dengan rangkaian mixer, menjadi masukan pada telepon satelit untuk dikirimkan. Gambar 4.18 dibawah merupakan tampilan dari pengujian proses pengiriman sinyal melalui telepon satelit.



Gambar 4.18 Blok diagram Pengujian Ketujuh

Prinsip kerja secara umum dari pengujian keenam ini adalah sinyal-sinyal keluaran dari rangkaian mixer yang terdiri dari 3 channel tersebut akan di hubungkan terlebih dahulu ke mixer audio sebelum diteruskan menuju telepon satelit. Mixer audio yang digunakan dalam perancangan ini berfungsi untuk

mengatur penggabungan sinyal-sinyal keluaran dari rangkaian mixer untuk sinyal tersebut dilewatkan menuju telepon satelit.



Gambar 4.19 Kondisi Sinyal Radio Kontrol Siap Dikirim

Gambar 4.19 di atas memperlihatkan proses pengiriman sinyal melalui telepon satelit. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa sinyal tersebut telah siap untuk dikirimkan melalui telepon satelit. Pengiriman sinyal radio kontrol ini ditujukan pada telepon satelit lain pada sisi penerima. Jika sambungan antara telepon satelit sisi pengirim dan sisi penerima telah terjadi maka dapat dikatakan bahwa sinyal radio kontrol telah terkirim menuju telepon satelit lainnya di sisi penerima. Dengan demikian pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi satelit dengan pemanfaatan prinsip superheterdyne dapat diaplikasikan untuk pengendali helikopter jarak jauh.

4.3 ANALISIS SISTEM

Dari skenario pengujian yang dilakukan pada bagian 4.2, kita dapat menganalisis pengujian yang telah dilakukan. Adapun analisis yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

4.3.1 Analisis Pengujian Pertama

Pengujian pertama adalah pengujian pengukuran besar frekuensi dari remote radio kontrol yang digunakan. Hasil dari pengujian pertama ini dibutuhkan

dan digunakan untuk proses penalaan pada rangkaian superheterodyne. Rangkaian superheterodyne harus ditala yang bertujuan agar dapat menerima sinyal dari remote radio kontrol. Pada Gambar 4.2, 4.3, 4.4 terlihat sinyal dari remote radio kontrol mempunyai frekuensi yang selalu berubah-ubah dan berada dalam kisaran sebesar 27 MHz – 27.400 MHz, salah satu penyebab dari hal ini adalah ketidakstabilan dari osilator dalam mengukur frekuensi. Namun kisaran frekuensi ini masih dalam rentang frekuensi yang seharusnya yaitu sebesar 27.145 MHz.

4.3.2 Analisis Pengujian Kedua

Pengujian kedua adalah pengujian pengukuran besar frekuensi dari sinyal masukan pada rangkaian superheterodyne. Hasil dari pengujian kedua ini bertujuan untuk menguji bahwa sinyal dari remote radio kontrol telah diterima oleh rangkaian superheterodyne. Rangkaian superheterodyne yang telah menerima sinyal dari remote radio kontrol kemudian akan memproses sinyal tersebut. Pada Gambar 4.5, 4.6, 4.7 terlihat bahwa frekuensi sinyal pengujian kedua sama atau mendekati dengan frekuensi sinyal pada hasil pengujian pertama. Hal ini menunjukkan bahwa rangkaian superheterodyne telah menangkap sinyal dari remote kontrol.

Dan sama halnya pada pengujian pertama, pada Gambar 4.5, 4.6, 4.7 terlihat frekuensi sinyal masukan pada rangkaian superheterodyne yang selalu berubah-ubah, salah satu penyebab dari hal ini adalah ketidakstabilan dari osilator dalam mengukur frekuensi.

4.3.3 Analisis Pengujian Ketiga

Pengujian ketiga adalah pengujian pengukuran besar frekuensi dari lokal osilator pada rangkaian superheterodyne. Hasil dari pengujian ketiga ini bertujuan untuk menguji lokal osilator pada rangkaian superheterodyne telah menghasilkan sinyal frekuensi sesuai dengan yang diharapkan.

Teori superheterodyne AM menyebutkan bahwa besar frekuensi dari lokal osilator adalah frekuensi masukan ditambah dengan 455 KHz. Dengan besar sinyal masukan sebesar 27.145 MHz, 27.155 MHz, dan 27.165 MHz maka sesuai dengan teori superheterodyne AM tersebut, besar sinyal frekuensi dari lokal

osilator adalah 27.600 MHz., 27.610 MHz, dan 27.620 MHz. Pada Gambar 4.8, 4.9, 4.10 terlihat hasil pengukuran frekuensi sinyal dari lokal osilator pada rangkaian superheterodyne dengan osiloskop berada dalam range 27.200 – 27.800 MHz. Dari hasil pengukuran tersebut maka dapat disimpulkan bahwa hasil pengukuran dengan osiloskop dapat dikatakan sesuai dengan frekuensi yang seharusnya.

4.3.4 Analisis Pengujian Keempat

Pengujian keempat adalah pengujian pengukuran besar intermediate frekuensi pada rangkaian superheterodyne. Hasil dari pengujian keempat ini bertujuan untuk menguji sinyal keluaran intermediate frekuensi pada rangkaian superheterodyne telah menghasilkan sinyal frekuensi sesuai dengan yang diharapkan.

Sama halnya dengan analisis sebelumnya, teori superheterodyne AM menyebutkan bahwa besar intermediate frekuensi pada rangkaian superheterodyne adalah sebesar 455 KHz atau juga sama dengan frekuensi lokal osilator dikurangi dengan frekuensi masukan. Pada Gambar 4.11 terlihat hasil pengukuran frekuensi sinyal intermediate frekuensi pada rangkaian superheterodyne dengan osiloskop berada dalam range 400 – 500 KHz. Dari hasil pengukuran tersebut maka dapat disimpulkan bahwa hasil pengukuran dengan osiloskop dapat dikatakan sesuai dengan intermediate frekuensi yang seharusnya.

4.3.5 Analisis Pengujian Kelima

Pengujian kelima adalah pengujian pengukuran besar frekuensi sinyal keluaran dari detektor pada rangkaian superheterodyne. Hasil dari pengujian kelima ini bertujuan untuk menguji frekuensi sinyal keluaran dari detektor pada rangkaian superheterodyne.

Detektor pada rangkaian superheterodyne adalah bagian yang berfungsi sebagai proses demodulasi. Sehingga sinyal keluaran dari detektor merupakan sinyal frekuensi asli dengan sudah tanpa frekuensi pembawa. Pada Gambar 4.12, 4.13, 4.14 terlihat hasil pengukuran frekuensi sinyal keluaran detektor pada rangkaian superheterodyne dengan osiloskop berada dalam range 90 - 103 KHz.

Dari hasil pengukuran tersebut maka dapat disimpulkan bahwa frekuensi hasil pengukuran dengan menggunakan osiloskop tersebut merupakan frekuensi asli dari remote radio kontrol dengan sudah tanpa frekuensi pembawa. Sinyal berfrekuensi inilah yang akan diteruskan ke rangkaian mixer untuk kemudian melalui mixer audio dan kemudian diteruskan melalui telepon satelit, sehingga perancangan pengiriman sinyal radio kontrol melalui telepon satelit dapat dilakukan.

4.3.6 Analisis Pengujian Keenam

Pengujian keenam adalah pengujian pengukuran besar frekuensi sinyal keluaran dari rangkaian mixer. Hasil dari pengujian keenam ini bertujuan untuk menguji frekuensi sinyal keluaran dari rangkaian mixer untuk tiap-tiap channel.

Rangkaian mixer yang digunakan pada perancangan berfungsi sebagai pengkonversi frekuensi menjadi frekuensi yang kompatibel untuk masukan pada telepon satelit. Sehingga sinyal keluaran dari detektor dapat dikirimkan melalui telepon satelit. Pada Gambar 4.15, 4.16, 4.17 terlihat hasil pengukuran frekuensi sinyal keluaran rangkaian mixer dengan osiloskop sebesar sekitar 4 KHz untuk channel 1, 5 KHz untuk channel 2, dan 6 KHz untuk channel 3. Sinyal berfrekuensi inilah yang akan diteruskan mixer audio untuk kemudian diteruskan melalui telepon satelit, sehingga perancangan pengiriman sinyal radio kontrol melalui telepon satelit dapat dilakukan.

4.3.7 Analisis Pengujian Ketujuh

Pengujian ketujuh adalah pengujian pengiriman sinyal melalui telepon satelit. Hasil dari pengujian keenam ini bertujuan untuk menguji sinyal keluaran dari rangkaian mixer dan mixer audio telah siap dan telah dapat dikirimkan melalui telepon satelit.



Gambar 4.20 Kondisi Telepon Satelit Mencari Satelit

Telepon satelit dalam hal ini berfungsi sebagai media transmisi sinyal radio kontrol hasil keluaran dari rangkaian superheterodyne dan rangkaian mixer menuju sisi penerima. Sedangkan mixer audio berfungsi untuk mengatur penggabungan sinyal-sinyal keluaran dari rangkaian mixer untuk sinyal tersebut dilewatkan menuju telepon satelit.

Pada Gambar 4.20 terlihat bahwa telepon satelit dalam proses mencari satelit yang akan digunakannya. Sedangkan gambar 4.19 memperlihatkan bahwa telepon satelit telah siap untuk mengirimkan sinyal radio kontrol hasil keluaran dari rangkaian superheterodyne dan rangkaian mixer. Dari hasil pengujian keenam ini, maka dapat disimpulkan bahwa pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi telepon satelit dapat dilakukan. Dan pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi satelit ini dapat diterapkan untuk aplikasi pengendali helikopter jarak jauh.

BAB 5

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis sistem pada Bab 4, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sesuai dengan tujuan dari tugas akhir, penulis berhasil merancang pemanfaatan prinsip superheterodyne dalam pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi telepon satelit.
2. Rangkaian superheterodyne & rangkaian mixer berfungsi untuk mengubah frekuensi dari remote radio kontrol menjadi frekuensi yang kompatibel sebagai masukan telepon satelit.
3. Delay pada pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi telepon satelit terjadi pada proses *handshacking*.
4. Perancangan pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi telepon satelit sangat tergantung dengan kondisi cuaca dan atmosfer. Ketika kondisi cuaca mendung serta tidak mendukung maka pengiriman sinyal radio kontrol melalui komunikasi telepon satelit akan terganggu bahkan tidak bisa dilakukan.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Bandung Aeromodeling, Sistem Kendali Gelombang Radio. Artikel Internet: <http://www.budysucks.co.cc/2009/07/gelombang-radio-remote-control.html>
- [2] Superheterodyne Radio Receiver Basics. Artikel Internet : <http://www.electronics-radio.com/articles/radio/receivers/superheterodyne-radio/superhet-basics.php>
- [3] Setiawan, Deris., Komunikasi Data Teknologi Satelit. Artikel Internet : <http://www.ilkom.unsri.ac.id/new2008>
- [4] Dheddy, Abdi ST., Teknologi VSAT atau Telepon Satelit. Artikel Internet: <http://semut2007artikel.blogspot.com/2009/10/teknologi-vsatau-telepon-satelit.html>
- [5] Datasheet IC AN 7224. Artikel Internet : http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/A/N/7/2/AN7224.shtml

DAFTAR PUSTAKA

Pederson, Donald O., Analog Integrated Circuit For Communication, Springer, 2007.

Laster, Clay , The Beginner's Handbook of Amateur Radio Second Edition, McGraw-Hill, 2001.

Miller, Gary M., Modern Electronic Communication Second Edition, New Jersey, Prentice-Hall, 1983.

Organisasi Amatir Radio Indonesia, Buku Pegangan Amatir Radio Pemula dan Siaga, 2007.

Saparna, Agus dkk., Pengendali Jarak Jauh Perangkat Elektronik Dengan Gelombang Radio, 2005.