

Realisasi Penguat untuk Sistem Receiver ADS-B dan Transmitter S-Band untuk Satelit Nano

1st Muhammad Rafli Raihansyah

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

mrafliraihansyah@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Nachwan Mufti Adriansyah

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

nachwanma@telkomuniversity.ac.id

3rd Edwar

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

edwarm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak - Dalam beberapa tahun ini, perkembangan satelit nano seperti *Cubesat* mengalami peningkatan. *Cubesat* merupakan salah satu jenis nano satelit yang mengalami perkembangan pesat dalam beberapa tahun ini. Hal ini dikarenakan *Cubesat* memiliki tingkat kompleksitas yang lebih rendah dari pada satelit konvensional. Sehingga membuat biaya pembuatan *Cubesat* bisa relative lebih murah dibandingkan dengan satelit konvensional.

Pada umumnya setiap *Cubesat* yang diluncurkan pasti memiliki *payload*. *Payload* adalah komponen utama dari satelit yang menjalankan fungsi spesifik atau misi yang diinginkan. *Payload* bisa beragam dan dapat dirancang untuk berbagai tujuan, seperti pengamatan Bumi, komunikasi, ilmiah, navigasi, pemantauan lingkungan, serta bisa digunakan sebagai pemantau transportasi dan keamanan. Penelitian ini berfokus pada perancangan penguat LNA (*Low Noise Amplifier*) dan HPA (*High Power Amplifier*) untuk sistem pemantauan udara menggunakan ADS-B dan Transmitter S-Band sebagai *Payload* pada satelit nano.

Penelitian ini menggabungkan desain, simulasi, dan pengujian nyata untuk memvalidasi kinerja penguat LNA dan HPA dalam sistem receiver ADS-B dan transmitter S-Band. Hasil eksperimental menunjukkan bahwa penguat yang diusulkan berhasil mencapai target kinerja dengan baik. Penerapan penguat ini pada satelit nano diharapkan dapat meningkatkan efektivitas komunikasi antara satelit dan stasiun darat, berkontribusi pada perkembangan teknologi satelit nano yang lebih canggih.

Kata kunci—*Cubesat, Payload, Penguat, ADS-B, S-Band*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan satelit nano semakin pesat dari tahun ke tahunnya. Hal ini bisa dilihat dari data peluncuran nano satelit dalam 10 tahun terakhir mengalami peningkatan [1]. Hal ini membuat satelit nano yang diluncurkan memiliki *payload* atau misi yang beragam dan dapat dirancang untuk berbagai tujuan, seperti pengamatan Bumi, komunikasi, ilmiah, navigasi, pemantauan lingkungan, serta bisa digunakan sebagai pemantau transportasi dan keamanan.

Sistem pengawasan udara yang digunakan saat ini adalah sistem pengawasan udara berbasis radar. Namun sistem pengawasan ini memiliki beberapa kekurangan seperti waktu pembaruan posisi secara realtime yang terbatas, biaya instalasi yang mahal serta terbatasnya cakupan radar untuk wilayah lautan. Diliat dari wilayah Indonesia yang terdiri dari 67% lautan [2], Pembangunan radar untuk mencakup daerah

tersebut akan memakan biaya yang besar. Maka dibutuhkan pengembangan sistem pengawasan udara generasi berikutnya untuk menutup kekurangan tersebut.

Sehingga kami mengusulkan menggunakan ADS-B yang diintegrasikan pada *Cubesat* sebagai solusi dari sistem pengawasan udara generasi selanjutnya. Hal ini juga sejalan dengan upaya pengembangan teknologi pemantauan aeronautika dalam ruang udara Indonesia.

II. KAJIAN TEORI

A. ADS-B

Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) adalah sistem teknologi penerbangan yang digunakan untuk melacak dan berbagi informasi antara pesawat terbang dan stasiun darat atau pesawat lainnya [3]. Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi lalu lintas udara dengan menyediakan informasi real-time tentang posisi, kecepatan, dan identifikasi pesawat kepada pihak terkait

B. S-Band

Spektrum S-Band merupakan bagian dari rentang gelombang mikro elektromagnetik yang telah ditentukan oleh standar yang disusun oleh IEEE untuk frekuensi gelombang radio. Kisaran frekuensi yang diakomodasi oleh S-Band berkisar antara 2 hingga 4 GHz, yang memotong batas tradisional antara UHF (Ultra High Frequency) dan SHF (Super High Frequency), tepatnya pada 3 GHz.

C. LNA

Low Noise Amplifier (LNA) adalah komponen elektronik yang menguatkan sinyal dengan frekuensi rendah tanpa menambah noise yang signifikan. LNA biasanya digunakan sebagai bagian depan dari sistem penerima radio-frekuensi. Beberapa karakteristik penting LNA diantaranya adalah Gain dan Noise Figure [4].

D. HPA

High Power Amplifier (HPA) adalah komponen elektronik yang menguatkan sinyal dengan frekuensi tinggi dan daya besar. HPA biasanya digunakan sebagai bagian akhir dari sistem pemancar radio-frekuensi. Beberapa karakteristik penting pada HPA diantaranya adalah Gain dan Bandwidth [5].

III. DESAIN SISTEM DAN REALISASI

A. Link Budget

Dalam melakukan perancangan LNA dan HPA, perhitungan link budget dilakukan untuk mengetahui apakah sistem ADS-B dan S-Band yang dirancang untuk payload Satelit nano pada *Low Earth Orbit* dengan ketinggian 500 km memiliki daya receive yang memadai agar sistem bisa berjalan dengan baik. Dibawah ini adalah hasil perhitungan link budget untuk ADS-B dan S-Band.

TABEL 1
Perhitungan Link Budget ADS-B

Parameter	Unit	Value	
		Best	Worst
Transmitter E.I.R.P	dBm	51	51
Satellite Orbit	Km	500	815
Elevation Angle	degree	90	50
Slant range	Km	500	636,7
Free Space Path Loss	dB	147,1	149,3
Gain Rx	dBi	3	3
Feeder Loss	dB	0,5	0,5
Gain Amplifier	dB	15,9	15,9
Amplifier Noise Figure	dB	2,3	2,3
Margin	dBm	5	2,8

TABEL 2
Perhitungan Link Budget S-Band

Parameter	Unit	Value	
		Best	Worst
Power Transmit	dBm	20	20
Satellite Orbit	Km	500	500
Elevation Angle	degree	90	30
Slant range	Km	500	909,425
Free Space Path Loss	dB	154,025	159,221
Gain Tx	dBi	3	3
Feeder Loss	dB	0,5	0,5
Gain Amplifier	dB	14,1	14,1
Amplifier Noise Figure	dB	2,1	2,1

Margin	dBm	10,8	5,7
--------	-----	------	-----

B. Desain Board

Berdasarkan perhitungan link budget yang sudah dilakukan. Modul LNA yang digunakan pada perancangan kali ini adalah PGA-102+ dari minicircuit. Kemudian untuk modul HPA yang digunakan pada perancangan kali ini adalah LHA-1+ yang didapat dari minicircuit juga. Perancangan desain *board* LNA dan HPA dilakukan dengan menggunakan *software* Eagle, desain *board* yang dibuat tentunya harus disesuaikan dengan *datasheet* komponen agar mendapatkan performa yang baik. Setelah dilakukan desai *board* pada *software* Eagle, tahap selanjutnya adalah melakukan proses pencetakan desain *board* dan integrasi *board* dengan komponen LNA dan HPA yang digunakan. Berikut ini adalah hasil cetak dan integrasi komponen pada LNA dan HPA.



GAMBAR 1
Board LNA

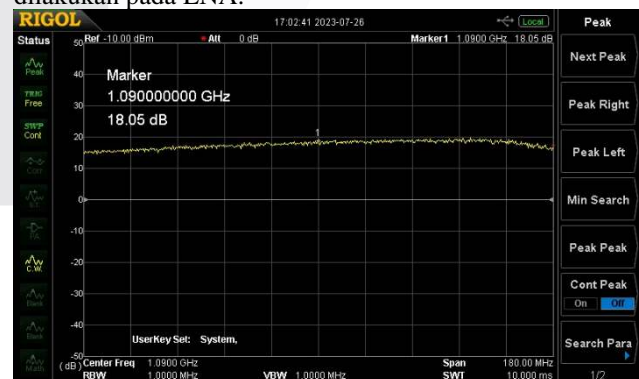


GAMBAR 2
Board HPA

IV. HASIL PENGUKURAN

A. Hasil Pengukuran LNA.

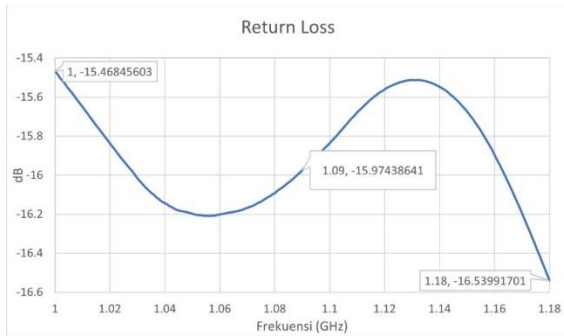
Pengukuran yang dilakukan pada board LNA adalah pengukuran Gain, Return Loss dan VSWR. Pengukuran gain dilakukan untuk mengetahui nilai gain dari board LNA yang sudah dicetak sebelumnya. Pada pengukuran kali ini diperlukan alat alat seperti Spektrum Analyzer DSA 815 dan Power Supply. Berikut ini adalah hasil pengukuran Gain yang dilakukan pada LNA.



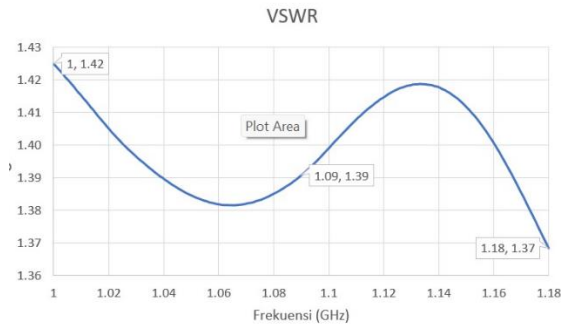
GAMBAR 3
Hasil Pengukuran Gain LNA

Pengujian yang dilakukan pada board LNA dengan menggunakan Alat Spektrum Analyzer pada frekuensi 1090 Mhz dan mendapatkan gain sebesar 18.05 dB. Kemudian dilakukan pengukuran Return Loss dan VSWR.

Pengukuran Return Loss dan VSWR pada LNA dilakukan untuk mengetahui nilai dari Return Loss dan nilai VSWR pada board LNA yang sudah dicetak sebelumnya. Pada pengukuran kali ini diperlukan alat alat seperti Vector Network Analyzer, Power Supply serta kabel lainnya. Pengujian yang dilakukan pada board LNA dengan menggunakan alat VNA pada frekuensi 1090 Mhz didapatkan hasil pengukuran VSWR dan *return loss* menggunakan VNA seperti dibawah ini.



GAMBAR 4
Hasil Pengukuran Return Loss LNA

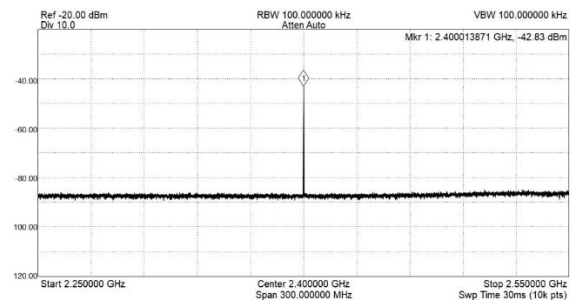


GAMBAR 5
Hasil Pengukuran VSWR LNA

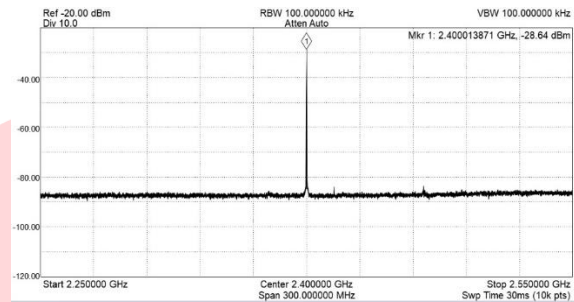
Dari gambar diatas didapatkan hasil pengukuran yang pada board LNA yang sudah dicetak mendapatkan hasil untuk nilai return loss sebesar $-15,97$ dB pada frekuensi 1.09 Ghz dan untuk nilai VSWR yang didapatkan adalah 1.39 pada frekuensi 1,09 Ghz.

B. Hasil Pengukuran HPA

Pengukuran yang dilakukan pada board HPA adalah pengukuran Gain, Return Loss dan VSWR. Pengukuran gain dilakukan untuk mengetahui nilai gain dari board HPA yang sebelumnya sudah dicetak. Pada pengukuran kali ini diperlukan alat – alat seperti Signal Generator, Power Supply dan Signal Hound. Berikut ini adalah hasil pengukuran Gain yang dilakukan.



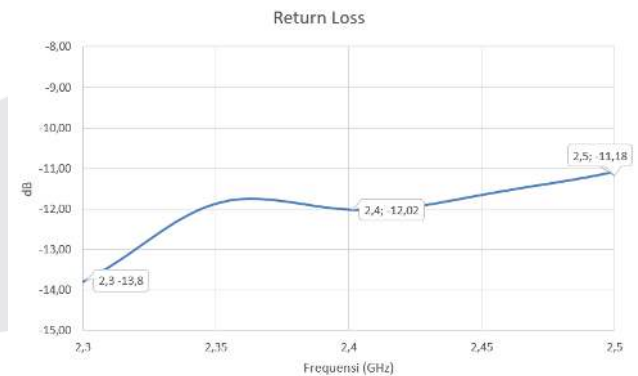
GAMBAR 6
Pengukuran Gain kondisi HPA mati



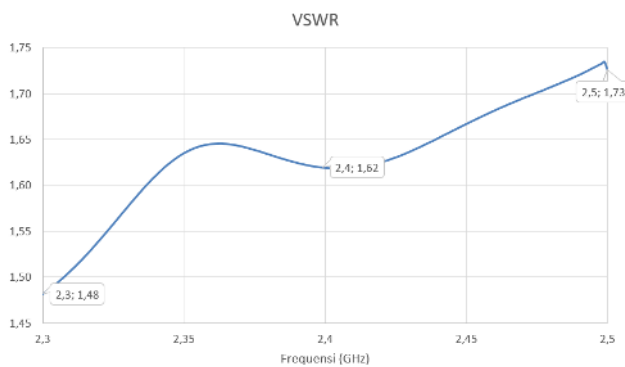
GAMBAR 7
Pengukuran Gain kondisi HPA menyala

Dari gambar 6 dan 7 bisa dilihat perbedaan level daya pada saat HPA tidak dialiri daya dan saat HPA dialiri daya. Saat HPA dialiri daya bisa dilihat daya yang diterima adalah $-28,64$ dBm kemudian saat HPA tidak dialiri daya didapat nilai $-42,83$ dBm. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa gain pada HPA adalah 14,09 dB. Kemudian dilakukan juga pengukuran Return Loss dan VSWR.

Pengukuran Return Loss dan VSWR pada HPA dilakukan untuk mengetahui nilai dari Return Loss dan nilai VSWR pada board HPA yang sudah dicetak sebelumnya. Pada pengukuran kali ini diperlukan alat alat seperti Vector Network Analyzer, Power Supply serta kabel lainnya. Berikut ini adalah hasil pengukuran yang didapat.



GAMBAR 8
Hasil Pengukuran Return Loss HPA



GAMBAR 9
Hasil Pengukuran VSWR HPA

Diliat dari gambar diatas, pada pengukuran nilai VSWR dan Return Loss untuk HPA pada frekuensi 2,4 Ghz didapatkan nilai VSWR sebesar 1,7 dan untuk nilai Return Loss didapatkan nilai sebesar -11,8 dB.

V. KESIMPULAN

Pada perancangan Low Noise Amplifier dan High Power Amplifier untuk Sistem Receiver ADS-B dan Transmitter S-Band untuk satelit nano mendapatkan hasil yang baik. Untuk komponen yang digunakan sebagai modul LNA adalah PGA-102+. Sedangkan untuk komponen yang digunakan sebagai modul HPA adalah LHA-1+. Hasil pengukuran Gain pada LNA dan HPA menunjukkan hasil yang lebih baik dari perhitungan link budget. Kemudian pada pengukuran Return Loss dan VSWR pada LNA dan HPA juga didapatkan nilai yang bagus. Untuk hasil pengukuran Return Loss pada LNA dan HPA mendapatkan nilai dibawah -10 dB yang dimana untuk nilai Return Loss merupakan nilai yang bagus. Kemudian untuk hasil pengukuran VSWR pada LNA dan HPA didapatkan nilai antara 1 sampai 2 yang dimana merupakan nilai yang baik pada VSWR. Sehingga dapat

disimpulkan perancangan LNA dan HPA menggunakan komponen PGA-102+ dan LHA-1+ berhasil dilakukan.

REFERENSI

- [1] E. Kulu, "Nanosat Database," [Online]. Available: <https://www.nanosats.eu/>.
- [2] P. Oki, "Konservasi Perairan Sebagai Upaya menjaga Potensi Kelautan dan Perikanan Indonesia," 1 July 2020. [Online]. Available: <https://kkp.go.id/djprl/artikel/21045-konservasi-perairan-sebagai-upaya-menjaga-potensi-kelautan-dan-perikanan-indonesia#:~:text=Terbentang%20dari%20Sabang%20hingga%20Merauke,juta%20km2%20yang%20berupa%20daratan.> [Diakses 31 December 2022].
- [3] S. S. F. M. Maharani Putri Ade Fistania, "Rancang Bangun Sistem Pemantau Penerima Sinyal Automatic Dependent Surveillance - Broadcast (ADS-B) Berbasis Raspberry Pi dan Antena Ground Plane sebagai Antena Penerima," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 2, no. 9, 2 September 2022.
- [4] C.-Y. C. Y.-T. L. W.-C. L. Ching-Hsiang Hsu, "A 18-24GHz Low Noise Amplifier with Filter," IEEE, Changhua, Taiwan, 2022.
- [5] J. H. J. W. M. S. N. U. Julian Bohler, "Ultra-High-Bandwidth Power Amplifiers: A Technology Overview and Future Prospects," IEEE, 2022.