

PERANCANGAN DAN REALISASI PENGUAT DERAU RENDAH 1.691,64 – 1.692,64 MHz UNTUK STASIUN BUMI PADA SISTEM SATELIT GEO-KOMPSAT-2A

DESIGN AND REALIZATION OF LOW NOISE AMPLIFIER 1,691.64 – 1,692.64 MHz FOR GROUND STATION IN SATELLITE GEO-KOMPSAT-2A SYSTEM

Intan Rahmatika, Heroe Wijanto², Edwar³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

¹intanrahmatika@student.telkomuniversity.ac.id, ²heroe@telkomuniversity.ac.id,

³edwarm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Satelit Geo-Kompsat-2A (GK-2A) merupakan salah satu satelit meteorologi yang berfungsi untuk memberikan informasi mengenai keadaan cuaca seperti deteksi awan, suhu permukaan laut, kondisi atmosfer dan masih banyak lagi yang berkaitan dengan meteorologi. Satelit GK-2A berada pada orbit geostasioner dengan ketinggian 35.786 km dengan longitudinal 128,2°. Satelit berada pada jarak yang cukup jauh dan banyaknya gangguan yang terjadi maka diperlukan sebuah Penguat Derau Rendah (LNA). LNA ini berfungsi meningkatkan level sinyal terima dan menekan level *noise* yang dihasilkan sehingga dapat diproses oleh *stage* selanjutnya. LNA yang diharapkan dari Tugas Akhir ini memiliki *Noise Figure* serendah mungkin, harus sanggup bekerja pada rentang frekuensi antara 1.691,64 - 1.692,64 MHz, memiliki derau internal serendah mungkin dan sensitivitas untuk dapat menerima sinyal yang lemah. Pengujian kinerja LNA dilakukan dengan cara menghitung secara matematis dan menguji data hasil pengukuran dengan spesifikasi yang diinginkan dan diaplikasikan pada stasiun bumi untuk mendapatkan hasil berupa citra dari satelit GK-2A menggunakan bantuan perangkat Raspberry pi 3, RTL-SDR dan piranti lunak *Goesreceive*. Hasil dari Tugas Akhir ini didapatkan *Low Noise Amplifier* yang memiliki *gain* sebesar 8 dB dan *Noise figure* sebesar -2,7 dB dan mampu menerima sinyal dari satelit GK-2A.

Kata Kunci: Stasiun bumi, Penguat Derau Rendah, *Gain*, *Noise Figure*

Abstract

Geo-Kompsat-2A (GK-2A) satellite is one of the meteorological satellites that serves to provide information about weather conditions such as cloud detection, sea surface temperature, atmospheric conditions and many more related to meteorology. GK-2A satellite is in geostationary orbit at an altitude of 35,786 km with a longitudinal 128.2°. The satellite is at a considerable distance and the amount of interference that occurs is required a Low Noise Amplifier (LNA). This LNA serves to increase the level of the receive signal and suppress the resulting noise level so that it can be processed by the next stage. The LNA expected from this Final Task has the lowest Noise Figure possible, should be able to work on frequency bands between 1,691.64 - 1,692.64 MHz, have the lowest internal noise and sensitivity to be able to receive weak signals. LNA performance testing is done by mathematically calculating and testing measurement data with the desired specifications and applied to earth stations to obtain results in the form of imagery from GK-2A satellites using the help of Raspberry pi 3 devices, RTL-SDR and *Goesreceive* software. The result of this final project is a Low Noise Amplifier has a gain of 8 dB and Noise Figure of -2.7 dB and is able to receive signals from the GK-2A satellite.

Keywords : Earth Station, Low Noise Amplifier, *Gain*, *Noise Figure*

1. Pendahuluan

Satelit mempunyai peranan penting dalam menyatukan Indonesia, yang merupakan Negara Kepulauan. Untuk bisa memantau wilayah Indonesia baik laut maupun daratan serta kondisi permukaan bumi diperlukan informasi dari Satelit Cuaca agar menjadi lebih efektif dan efisien. Satelit Geo-Kompsat-2A (GK-2A) merupakan satelit meteorologi generasi kedua yang menggantikan satelit *Communication, Ocean, and Meteorological Satellite* (COMS) [1]. Karena itu, untuk mendapatkan sinyal informasi dari satelit dengan ketinggian 35.786 km dari bumi sulit didapatkan sehingga jika hanya mengandalkan antena penerima untuk mendapatkan sinyal informasi akan banyak *noise* yang mengganggu sinyal penerima sehingga hasil yang diterima oleh antena belum cukup baik. Penguat Derau Rendah (LNA) adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk memperkuat sinyal yang diterima oleh antena penerima serta meredam *noise* yang terjadi pada sinyal tersebut. Oleh sebab itu, di perlukannya penambahan perangkat pada antena yaitu LNA. Satelit GK-2A menampilkan informasi berupa citra.

2. Dasar Teori

2.1 Satellite Geo Kompsat 2A (GK-2A)

Satelit Geo-Kompsat-2A merupakan satelit meteorologi generasi kedua yang menggantikan Satelit *Communication, Ocean, and Meteorological Satellite* (COMS) [1]. Satelit GK-2A diluncurkan pada tanggal 5 Desember 2018. Satelit GK-2A berada pada posisi orbit *Geostationery Earth Orbit* (GEO) yaitu dengan ketinggian 35.786 km dengan longitudinal $128,2^\circ$. Satelit ini bekerja pada frekuensi 1.692,14 MHz. Satelit GK-2A ditujukan untuk beberapa misi meteorologi, diantaranya adalah melanjutkan dan meningkatkan misi observasi meteorologi COMS, memantau cuaca buruk dan memantau polusi udara.

2.2 Penguat Derau Rendah (LNA)

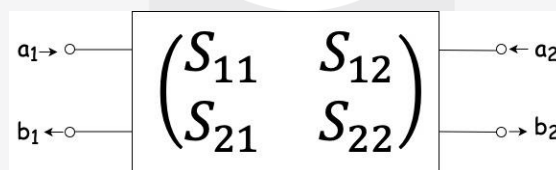
Penguat Derau Rendah (LNA) adalah komponen penguat pada sisi penerima (*receiver*) yang berfungsi memperkuat sinyal yang sangat rendah dan meredam *noise* yang terjadi pada sinyal tersebut [2]. LNA merupakan komponen penting pada bagian *receiver* dalam realisasi sistem komunikasi nirkabel, komunikasi satelit [3]. LNA harus ditempatkan sedekat mungkin dengan antena, hal ini dimaksud untuk mengurangi rugi-rugi pada *feedlin*. Parameter yang harus diperhatikan saat perancangan LNA yaitu *gain*, *Noise Figure*, *input* dan *output matching impedance*, serta kestabilan [3].

2.2.1 Bipolar Junction Transistor (BJT)

BJT adalah perangkat aktif *Radio Frequency* (RF) yang banyak digunakan dikarenakan mudah rangaikan prategangannya serta ekonomis dan kualitasnya bagus.

2.3 S-Parameter

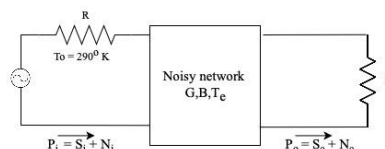
Scattering parameter atau disebut juga S-Parameter adalah suatu parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas dari suatu perangkat penguat. S-Parameter juga merupakan suatu nilai yang terdapat ada *datasheet* transistor, biasanya transistor RF, yang digunakan untuk performansi dan perancangan suatu *amplifier*. S-Parameter jauh lebih mudah digunakan dan diukur daripada Z-Parameter dan Y-Parameter. Berikut adalah gambar dari S-Parameter :



Gambar 2. Blok S-Parameter.

2.4 Noise Figure

Noise Figure adalah perbandingan antara *noise* yang dihasilkan perangkat dalam kenyataan dibandingkan dengan *noise* pada perangkat ideal. *Noise figure* merupakan nilai yang paling penting pada LNA [4].



Gambar 3. *Noise Figure* pada jaringan yang bersifat *noise*.

$$NF = SNR_{in} - SNR_{out} \quad (2.1)$$

2.5 Stabilitas

Dalam merancang suatu LNA kestabilan merupakan faktor yang sangat penting karena kestabilan tersebut menentukan apakah suatu sistem tersebut layak digunakan[5].

$$K = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |\Delta|^2}{2|S_{12}S_{21}|} > 1 \quad \text{dimana } K = \text{faktor kestabilan} \quad (2.2)$$

$$\Delta = S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21} \quad (2.3)$$

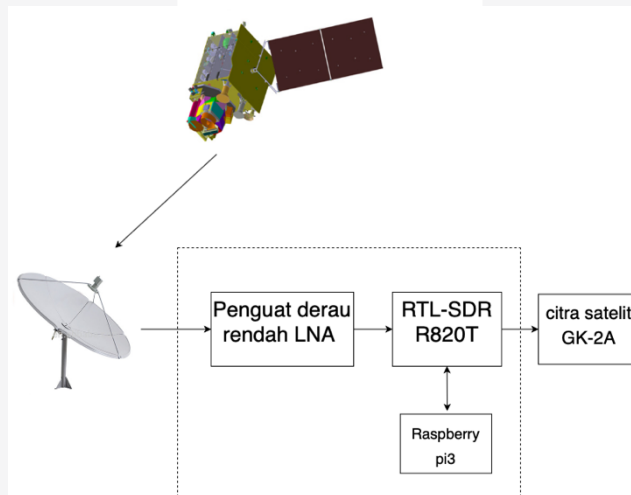
Ada beberapa jenis dan syarat kestabilan dari penguat, yaitu [8]:

1. Stabil, yaitu kondisi jika $K > 1$ dan $|\Delta| < 1$. Penguat selalu stabil untuk pemilihan Γ_s dan Γ_L sembarang pada smithchart.
 - a) *Unconditionally stable*, $\|C_s - R_s\| > 1$ untuk $|S_{22}| < 1$ dan $\|C_L - R_L\| > 1$ untuk $|S_{11}| < 1$.
 - b) *Conditionally stable* $\|C_s - R_s\| < 1$ untuk $|S_{22}| < 1$ dan $\|C_L - R_L\| < 1$ untuk $|S_{11}| < 1$.
2. Berpotensi tidak stabil (*Potentially stable*), yaitu kondisi jika $K < 1$ dan $|\Delta| > 1$. Penguat masih bisa stabil untuk daerah tertentu saja, sehingga menentukan Γ_s dan Γ_L tidak boleh sembarangan. Pemilihan Γ_s dan Γ_L hanya pada daerah yang stabil pada *smithchart*.

3 Perancangan Sistem

3.1 Desain Sistem

Skema blok sistem dari perancangan LNA ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 4. Skema Blok Sistem.

Pada Gambar 3.1 dijelaskan bahwa blok sistem tersebut memiliki subsistem yaitu LNA sebagai penguat dan dapat mengurangi *noise*. LNA diletakan pada sisi penerima tepat setelah antena. LNA harus diletakan sedekat mungkin dengan antena untuk mengurangi rugi-rugi pada *feedline*. LNA yang di rancang harus memiliki perhitungan yang tepat dengan *Link Budget*.

3.2 Spesifikasi

Spesifikasi LNA frekuensi 1.692,14 MHz untuk stasiun bumi satelit GK-2A mengacu pada perhitungan *link budget* untuk mendapatkan *gain* yang dibutuhkan agar sinyal informasi yang masuk tidak hilang teredam *noise*. Oleh karena itu berikut adalah spesifikasi LNA pada Tugas Akhir ini :

1. Frekuensi kerja : 1692.14 MHz
2. *Bandwidth* : ≤ 1 MHz

3. *Gain* : ≥ 10 dB
4. *Noise Figure* : ≤ 2 dB

3.3 Pemilihan Transistor

Transistor yang digunakan adalah NPN Silicon RF Transistor seri BFU530X dari NXP dengan parameter – parameter seperti s-parameter, *Noise Figure*, kesetimbangan.

3.3.1 S-Parameter

Pada *datasheet* tidak tercantum nilai s-parameter untuk frekuensi 1.692,14 MHz oleh maka s-parameter didapatkan dengan menggunakan *software* bantu. Berikut nilai s-parameter yang didapatkan :

Nilai S Parameter :

$$S_{11} = 0,452 < 166,725^\circ$$

$$S_{12} = -0,056 < -98,315^\circ$$

$$S_{21} = 16,145 < -11,814^\circ$$

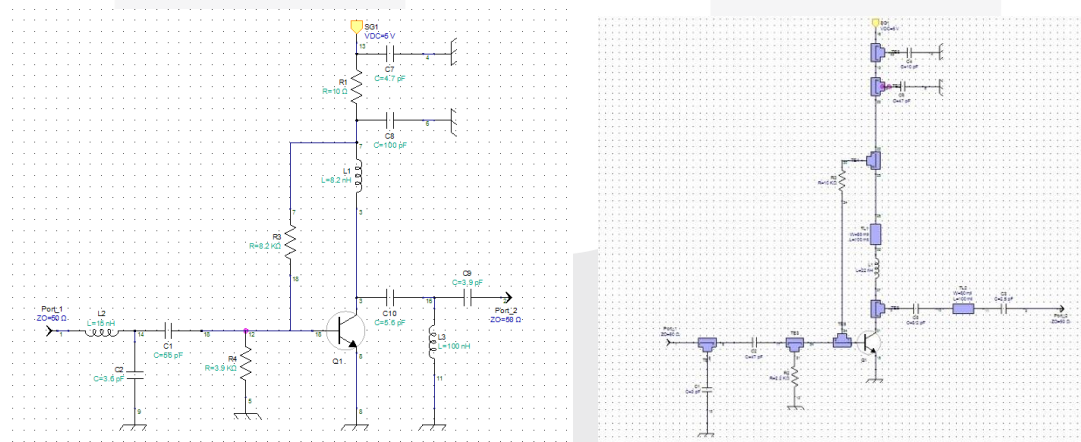
$$S_{22} = -0,517 < -90,336^\circ$$

3.3.2 Stabilitas

Stabilitas atau biasa disebut Faktor kestabilan merupakan parameter penting dalam perancangan penguat yang digunakan mencegah terjadinya osilasi. Faktor kestabilan berdasarkan nilai parameter *scatter* (parameter S) yang sudah di simulasikan. Pada Persamaan 2.2 dan 2.3 didapatkan nilai $\Delta = 1,14$ dan $K = 0,654$ dimana $K < 1$ yang artinya transistor tidak stabil (*potentially unstable*).

3.4 Perancangan LNA

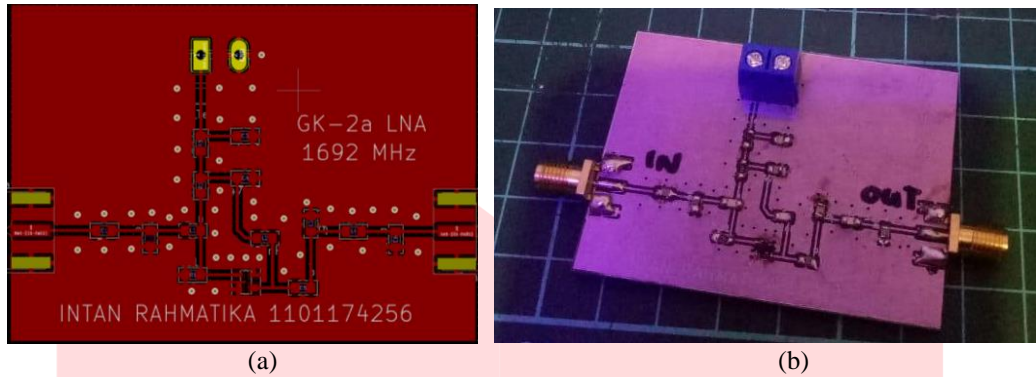
Pada rangkaian LNA di *datasheet* transistor memiliki *gain* dan *Noise Figure* yang optimal pada frekuensi kerja 866 MHz, sehingga dibutuhkan perubahan komponen dan optimasi agar hasil dapat memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan. Perancangan awal rangkaian LNA mengikuti *datasheet* BFU530X.



(a)

(b)

Gambar 5. Desain Rangkaian LNA (a) *Datasheet* (b) rangkaian setelah optim

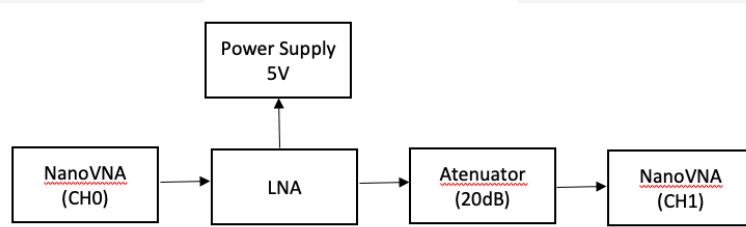


Gambar 6. Desain Rangkaian LNA (a) *Printed Circuit Board* (b) Realisasi LNA

4. Pembahasan

4.1 Pengujian LNA

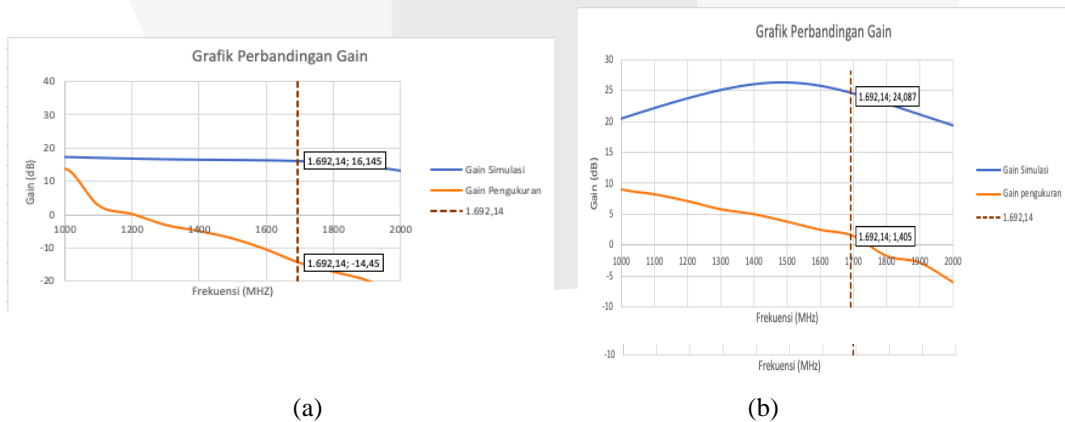
Gain pada komponen LNA adalah salah satu parameter yang penting, dimana *gain* atau penguatan yang berfungsi untuk menguatkan sinyal yang diterima pada sisi penerima yaitu LNA. Saat melakukan pengujian *Gain* pada LNA yang sudah direalisasikan didapatkan hasil yang tidak maksimal sehingga diperlukannya perubahan rangkaian untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Didapatkan hasil akhir seperti Gambar 6. Pengukuran realisasi LNA ini dilakukan menggunakan NanoVNA yang dilakukan pada titik pengujian frekuensi 1.692,14 MHz. Untuk skema pengujian realisasi LNA yaitu ditunjukkan pada Gambar 5.

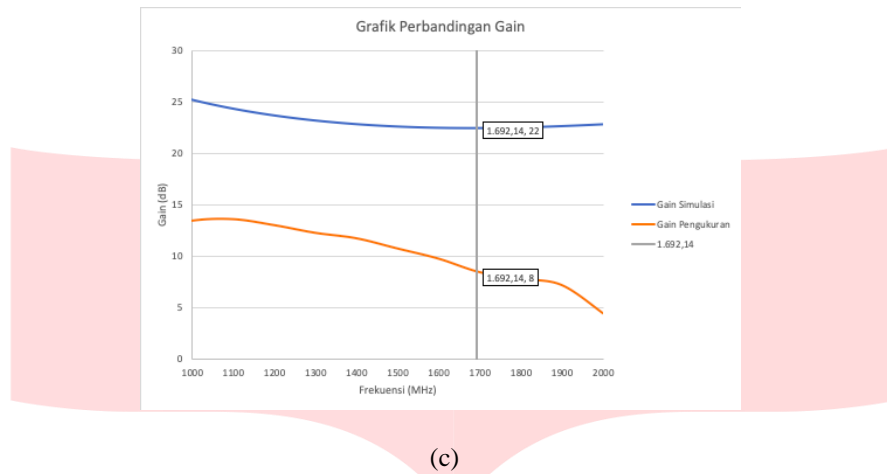


Gambar 5. Blok Diagram Pengujian

4.1.1 Pengujian *Gain*

Saat melakukan pengujian *Gain* pada LNA yang sudah direalisasikan didapatkan hasil yang tidak maksimal sehingga diperlukannya perubahan rangkaian untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

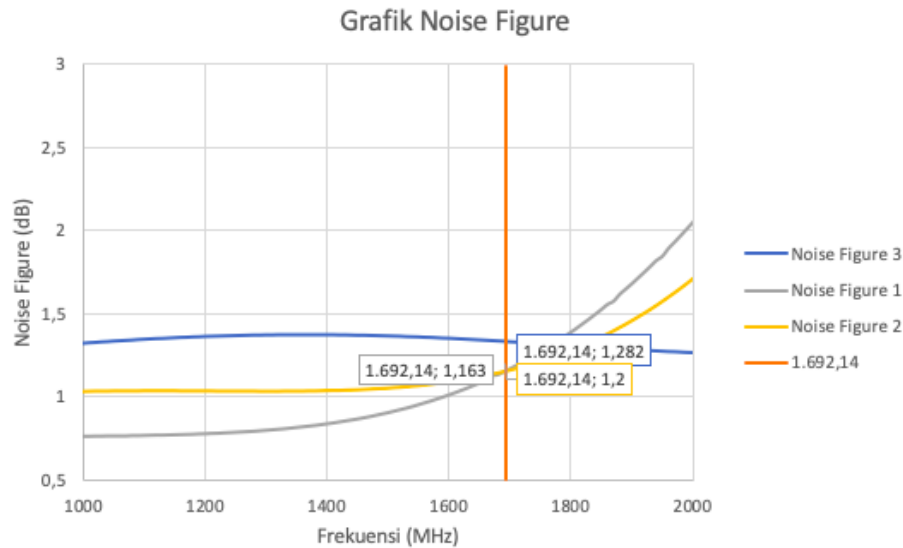




Gambar 6. Gain yang didapatkan (a) pengujian 1 (b) pengujian 2 (c) pengujian 3

4.1.2 Pengujian Noise Figure

Pengujian *Noise Figure* dapat dilakukan dengan perhitungan secara matematis. Perhitungan *Noise Figure* diambil dari hasil simulasi pada *software* bantu dan hasil yang didapat sebesar 1,282 dB. Nilai *Noise Figure* dapat diketahui juga dengan cara membanding *S/N input* dan *S/N output* pada *software* bantu untuk menangkap sinyal satelit GK-2A yaitu SDR#. *S/N input* pada gambar 9 didapatkan sebesar 8,9 dB sedangkan *S/N output* pada gambar 8 didapatkan 11,6 dB. Pada Persamaan 2.1 didapatkan hasil *Noise Figure* sebesar -2,7 dB. Nilai negatif yang dihasilkan *Noise Figure* memiliki arti *loss*. Rangkaian LNA menghasilkan *Noise Figure* ≥ 2 dB.



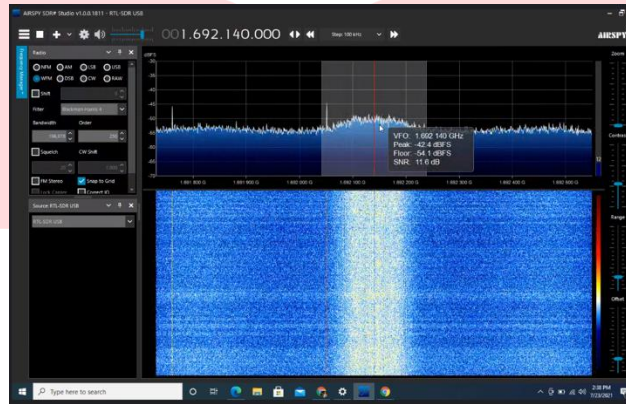
Gambar 7. Noise Figure

4.2 Pengambilan sinyal satelit GK-2A

Pengujian realisasi *Low Noise Amplifier* ini dilakukan seperti Gambar 8 dan pengambilan sinyal menggunakan *software* bantu yaitu SDR#.

4.2.1 Validasi Pengambilan Data

Sensitivitas dari RTL-SDR yang digunakan bernilai -97 [6]. LNA dengan *gain* 8 dB berhasil menangkap sinyal satelit GK-2A, namun sinyal yang didapat masih sangat minim seperti yang terlihat pada Gambar 8 LNA sudah dapat dikatakan bekerja karena *Noise Figure* yang rendah, bisa menangkap sinyal dengan level daya sangat rendah, sanggup bekerja pada rentang frekuensi antara 1.691,64 - 1.692,64 MHz, dan mendapatkan *gain* sebesar 8 dB.



Gambar 8. Sinyal yang ditangkap oleh LNA

4.2.2 Perbandingan Hasil Uji

Perbandingan hasil uji LNA ini dilakukan dengan cara membandingkan sinyal yang diterima saat menggunakan LNA dan tanpa menggunakan LNA.



Gambar 9. Pengambilan Sinyal.

4.3 Analisis Umum

Hasil dari simulasi dan realisasi memiliki selisih yang jauh dikarenakan adanya *human error* pengaruh dari suhu saat penyolderan sehingga komponen tidak bekerja secara maksimal.

Tabel 1. Hasil Akhir

No	Parameter	Simulasi	Realisasi
1.	Kestabilan	0,654	-
2.	<i>Gain</i>	22 dB	8 dB
3.	<i>Noise Figure</i>	1,282 dB	-2,7 dB

5. Kesimpulan

1. LNA yang direalisasikan memiliki *gain* 8 dB, *Noise Figure* -2,7 dB, dan memiliki level daya yang rendah sehingga mampu menerima sinyal satelit GK-2A..
2. *Gain* yang didapatkan dari realisasi sebesar 30% dari simulasi
3. LNA berhasil menguatkan sinyal yang diterima oleh antenna pada stasiun bumi.

Pada perancangan LNA untuk Satelit GK-2A ini masih terdapat beberapa kekurangan. Sehingga penulis memberikan saran untuk pengembangan selanjutnya. Yaitu :

1. Simulasi yang dilakukan pada software harus memasukan data parameter dalam transistor yang akurat dan benar.
2. Perlu dioptimasi dengan cara metode *cascade* untuk menambahkan transistor pada rangkaian supaya hasil yang didapatkan lebih maksimal.
3. Penyolderan dilakukan dengan sangat hati-hati agar komponen terhubung sempurna.

Referensi

- [1] S. R. Chung, M. H. Ahn, K. S. Han, K. T. Lee, and D. Bin Shin, "Meteorological Products of Geo-KOMPSAT 2A (GK2A) Satellite," *Asia-Pacific J. Atmos. Sci.*, vol. 56, no. 2, p. 185, 2020, doi: 10.1007/s13143-020-00199-x.
- [2] D. Rahmawati, F. T. Elektro, and U. Telkom, "PERANCANGAN DAN REALISASI LOW NOISE AMPLIFIER (LNA) 1 , 265-1 , 275 GHz UNTUK APLIKASI SYNTHETIC APERTURE RADAR (SAR)," vol. 1, no. 1, pp. 303–309, 2014.
- [3] S. Mutmainah, G. Hendrantoro, I. Pendahuluan, N. N. Figu, and B. Dow, "Pada S -Band Frekuensi 2400 Mhz Untuk Stasium Bumi Satelit Nano," *J. Tek. Pomits*, vol. 2, no. 1, 2013.
- [4] C. Sun, H. Hu, and Q. Pang, "Design of a S-band low noise amplifier," *2014 IEEE Int. Conf. Commun. Probl. ICCP 2014*, pp. 258–261, 2014, doi: 10.1109/ICCP.2014.7062267.
- [5] D. M Pozar, *Microwave Engineering*, Fourth. United States of America: Aptara, inc., 2012.
- [6] RTL-SDR." RTL R820T".