

Metode Pengukuran Perbandingan *Gain* Terhadap *Noise* Pada Frekuensi *L Band* dan *X Band*

Measuring Method Gain to Noise Ratio at L Band and X Band Frequency

Arif Hidayat^{1*)}, Dedi Irawadi², S.T.A Munawar¹ dan Ayom Widipadminto²

¹Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Parepare

²Pusat Teknologi Data Penginderaan Jauh

*)E-mail: arif.hidayat@lapan.go.id

ABSTRAK - Antena adalah salah satu ujung tombak penerimaan data penginderaan jauh. Rasio *Gain* Terhadap *Noise* diperlukan sebagai elemen kehandalan sistem penerima data satelit. Nilai *Gain* terhadap *Noise* adalah nilai real penguatan antena. Rasio *Gain* terhadap *Noise* minimal di tentukan oleh besarnya daya efektif yang dikirimkan oleh satelit. Sinyal satelit yang dikirimkan dari luar angkasa teredam oleh ruang bebas di antariksa. Semakin tinggi nilai rasio *Gain* to *Noise* semakin bagus kemampuan antena semakin baik karena memiliki nilai *fading margin* yang tinggi sehingga gangguan terhadap sinyal dapat di hindari. Pengukuran Rasio *Gain* terhadap *Noise* dilakukan secara berkala agar dapat diketahui perubahan nilai agar kehandalan antena dalam menerima data satelit tetap terjaga. Metode pengukuran menggunakan *noise* dari matahari dibandingkan dengan tanpa *noise*. Metode pengukuran dapat digunakan sebagai referensi di pengukuran di seluruh stasiun bumi di Indonesia.

Kata kunci: antena, stasiun bumi, *gain* terhadap *noise*, satelit

ABSTRACT - Antenna is one of spearheads in receiving remote sensing data. Gain to Noise ratio is considered as an element of reliability for satellite data receiving systems. Value of Gain to Noise is the value of real antenna gain. The Gain to Noise Ratio is at least determined by the amount of effective power sent by the satellite. Satellite signals sent from outer space are muffled by free space in space. The quality of the antenna is depending on the Gain to Noise Ratio against the fading margins, so that disturbance to the signal can be avoided . The measurement of the Gain to Noise Ratio is carried out periodically so that changes in value can be known so that the reliability of the antenna in receiving satellite data can be maintained. The measurement method uses noise from the sun compared to without noise. The measurement method can be used as a standard in measuring all ground stations in Indonesia.

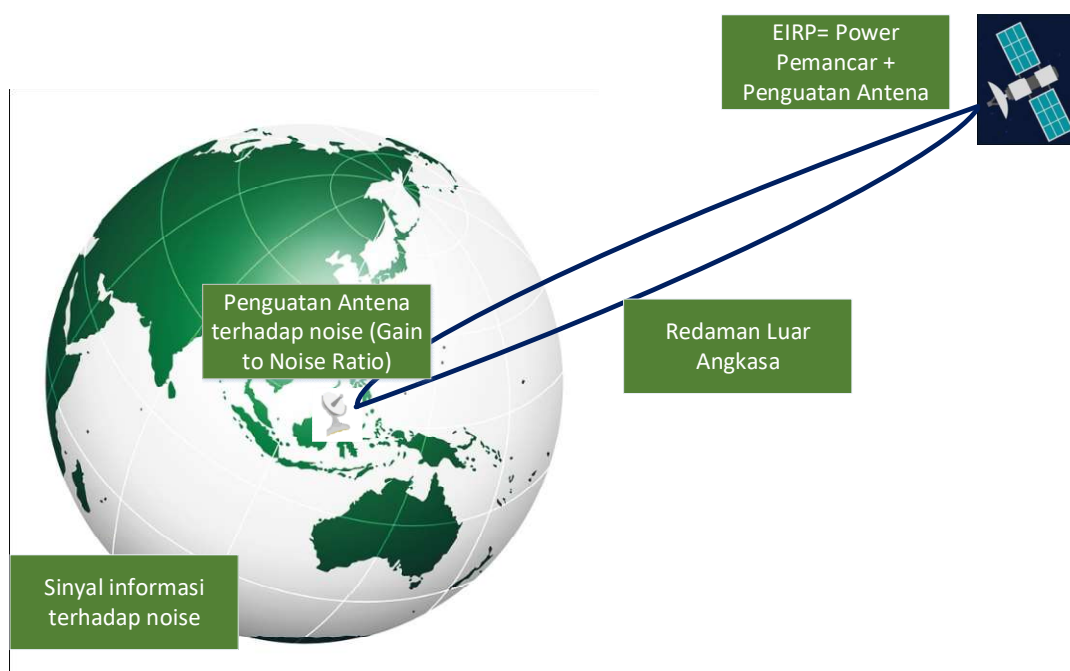
Keywords: antenna, ground station, gain to noise, satellite

1. PENDAHULUAN

Sebuah sistem komunikasi dapat berjalan apabila sinyal informasi yang dikirimkan dari pemancar ke penerima tidak mengalami kerusakan (Hidayat dkk., 2019), (Hidayat dkk., 2017). Satelit mengirimkan sinyal melalui pemancar yang diperkuat oleh antena dan dikirimkan ke bumi. Sinyal satelit yang dikirimkan oleh pemancar di luar angkasa ditambah dengan *gain* antena di luar angkasa sering kita sebut sebagai *Effective Isotropic Radiated Power* (*Mpb* dan *Pamungkas*, 2014). Sinyal tersebut melewati ruang hampa di luar angkasa dan teredam ketika mencapai di permukaan bumi sinyal tersebut mengalami pengurangan daya yang sangat banyak karena perjalanannya melewati jarak antara pemancar dan penerima (Hidayat dkk., 2014). Untuk mendapatkan sinyal informasi diperlukan sebuah antena yang memiliki kemampuan dalam menguatkan sinyal yang dipancarkan oleh satelit. Nilai sinyal terhadap *noise* di demodulator atau sering di sebut sebagai *Carrier to Noise Ratio* menjadi parameter yang haru dipenuhi (Hidayat dkk., 2017).

Untuk mendapatkan nilai C/N sesuai dengan kebutuhan C/N yang dipersyaratkan demodulator dibutuhkan *gain to noise* antenna yang memenuhi *link budget* (Hidayat dkk., 2014). Nilai C/N yang dipersyaratkan oleh demodulator sebenarnya adalah *Energy bit per noise* yang dihitung dalam suatu lebar *bandwidth* dibagi dengan *bit rate* yang dibawa (Hidayat dkk., 2014). Besarnya *Energy bit per noise* (EB/No) ditentukan menggunakan grafik antara modulasi yang dipakai oleh satelit dan *Bit error rate* (BER) yang dipersyaratkan agar sinyal tidak mengalami kerusakan sampai di demodulator (Hidayat dkk., 2014).

Pengukuran antenna dilakukan agar status kondisi G/T dapat dimonitor. Hal ini untuk menghindari terjadinya kerusakan antenna. Apabila pengukuran dilakukan secara rutin maka kerusakan kecil dapat di ketahui lebih awal. Pengukuran dilakukan dengan mengambil gelombang elektromagnetik dari matahari kemudian dilakukan perhitungan nilai panas pada hari tersebut sehingga didapatkan nilai yang maksimal (Judianto, 2010).



Gambar 1. Ilustrasi Pengiriman Data Satelit Penginderaan Jauh Ke Bumi

Untuk mengetahui lebih lanjut kita akan membahas bagian bagian dari antenna.

1.1 Bagian bagian antenna antara lain

1.1.1 Main Reflektor

Main reflektor mengumpulkan sinyal yang dipancarkan oleh satelit, *main reflektor* rata-rata berbentuk mangkuk besar. Besarnya penguatan suatu antenna tergantung dari diameter main reflektornya. Semakin besar main reflektornya semakin tinggi nilai penguatan. Sinyal elektromagnet yang ada dikumpulkan oleh main reflektor kemudian dipantulan ke sub reflektor (Soleh dkk., 2019).

1.1.2 Sub Reflektor

Sub reflektor berfungsi menerima hasil pantulan main reflektor dan memantulkan kembali sinyal yang diterima ke *feed horn*.

1.1.3 Feed Horn

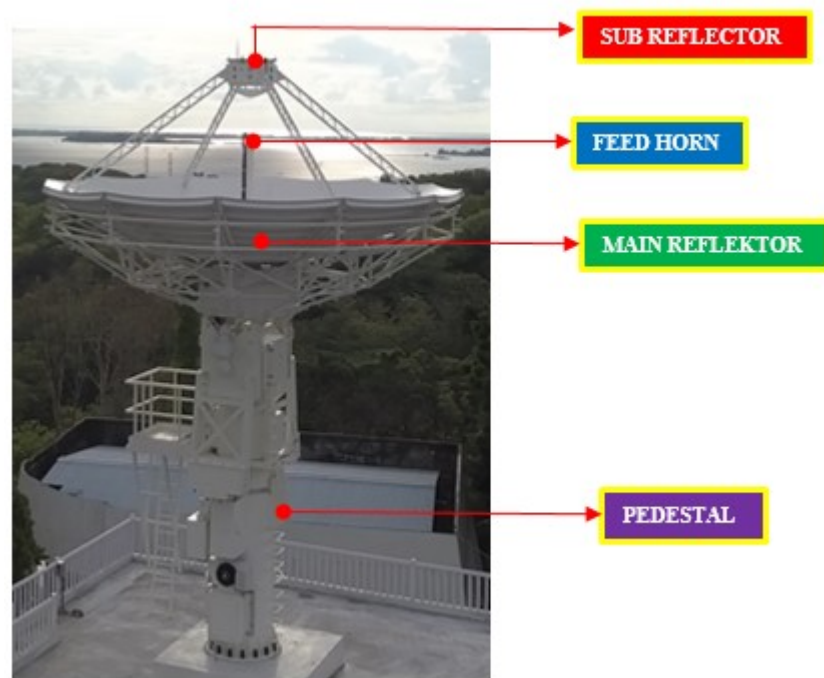
Feed horn adalah antenna yang berbentuk tanduk di dalam antenna ini terdapat antenna dipole atau yang menerima pancaran dari sub reflektor (Sukarta dkk., 2016).

1.1.3 LNA

LNA (*low noise amplifier*) berfungsi menguatkan sinyal yang diterima di *feed horn*. Nilai penguatan ini digunakan untuk mendapatkan sinyal yang cukup untuk dikirimkan ke *down converter*.

1.1.4 Down Converter

Down converter adalah perangkat yang menurunkan frekuensi dari frekuensi tinggi *X Band* ke frekuensi rendah *Intermediate Frequency (IF)* (Palantei dkk., 2017). Frekuensi yang digunakan di frekuensi IF adalah frekuensi di kisaran UHF yaitu 720 MHz. Penurunan frekuensi ini dilakukan agar data yang dikirimkan dari antenna ke demodulator tidak teredam.



Gambar 2. Bagian-bagian antenna.

2. METODE PENGUKURAN

Pengukuran G/T menggunakan gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari. Dalam ini matahari sebagai pemancar transmitter.

2.1 Prosedur Pengukuran

Pengukuran dilakukan dengan mengarahkan antenna ke matahari kemudian diukur dan dicatat daya di penerima. Proses ini disebut mengukur *hot sky* (Qin dan Wang, 2008). Kemudian antenna diarahkan ke arah azimuth dan elevasi yang tidak ada pemancarnya proses ini disebut *cold sky* (Waranon dkk., 2016). Proses selanjutnya yang menghitung nilai Y. dimana nilai Y adalah didapatkan dengan persamaan berikut ini (Daim dkk., 2015), (Judianto, 2010):

$$Y = \frac{P_{sun}}{P_{cold sky}} \dots \dots \dots (1)$$

dimana :

P_{sun} = Power yang diterima antenna saat diarahkan ke matahari

$P_{cold sky}$ = Power yang diterima saat antenna tidak menghadap ke matahari

Nilai Y ini akan di substitusikan ke persamaan G/T

2.2 Faktor Koreksi Beam Antena (Beam Size Correction)

Selain nilai perbandingan hot sky dan cold sky(Y) komponen lain yang harus dihitung adalah nilai L atau nilai beam correction. Menurut Judianto (2010), nilai L untuk antenna yang mempunyai beam diatas 2 derajat dapat menggunakan nilai 1. Sementara untuk antenna yang beam nya kurang dari 2 derajat dapat diambil pendekatan persamaan sebagai berikut:

$$L = 1 + 0.38 (Ws/Wa)^2 \dots\dots\dots(2)$$

dengan nilai Ws dan Wa sebagai berikut

- Ws = Diameter radio sun pada frekuensi operasi (fo)
- Wa = Lebar beam antenna pada setengah daya (3 dB)

Diameter radio sun (Ws) sangat bergantung dengan frekuensi yang digunakan. Tabel nilai Ws menurut Judianto adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Diameter radio sun (Ws)

Frekuensi (MHz)	Ws (derajat)
3000	0.5
2500	0.55
2218.75	0.5781
2203.00	0.57971
2202.881	0.57969
2202.148	0.57978
2199.218	0.58
1420	0.6
400	0.7

Untuk frekuensi diatas 3 GHz nilai diameter radio sun dapat dianggap 0.5

2.3 Perhitungan G/T

Perhitungan G/T dilakukan dengan menggunakan persamaan 2 (Daim dkk., 2015), (Johannsen dan Titus, 1986).

$$\frac{G}{T} = \frac{8 \pi kL}{\lambda^2 \Phi(f)} \frac{(Y - 1)}{(f)} + et \dots\dots\dots (3)$$

dimana nilai masing masing adalah

$\pi = 3.14$

$K = \text{Boltzmann's constant } (1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}^{-1})$

$\lambda = \text{wavelength (Panjang gelombang) (m). Panjang gelombang dapat diukur menggunakan } \lambda = 1/f,$

dimana frekuensi yang digunakan adalah frekuensi tengah 8.250.000.000 Hz

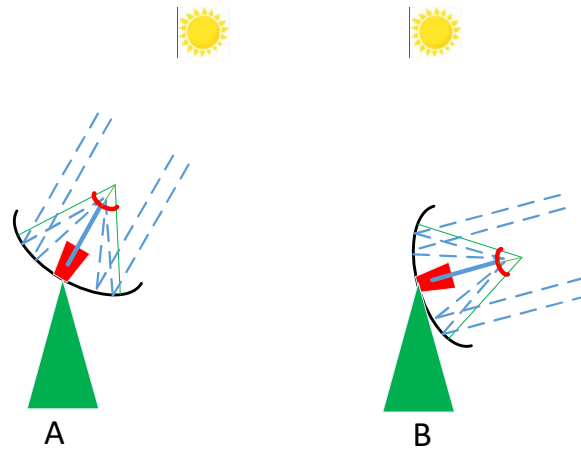
$\Phi(f) = \text{radiation flux-density of the radio star as a function of}$

$f,$ frequency ($W/(m^2 \cdot Hz)$). Radio flux density didapat dari emisi gelombang electromagnet matahari hari ini. Data ini dapat diambil dari <ftp://ftp.swpc.noaa.gov/pub/lists/radio/rad.txt>

$$Y = \frac{P_{sun}}{P_{cold\ Sky}}$$

et = error correction factor.

L = Beam correction



Gambar 3. A. Hot sky saat antena mengarah matahari B. Cold Sky saat Antena Mengarah di luar matahari

3. PENGUKURAN DAN ANALISIS DATA

Pengukuran dilakukan pada antena berdiameter 3 Meter yang memiliki frekuensi L Band dengan X Band.

3.1 Solar Flux Power

Solar flux power berdasarkan data dari NOAA pada tanggal 25 Juni 2019 sebagai berikut :

```

:Product: Solar Radio Data          rad.txt
:Issued: 1452 UTC 25 Jun 2019
#
# Prepared by the U.S. Dept. of Commerce, NOAA, Space Weather Prediction Center
# Please send comments and suggestions to SWPC.Webmaster@noaa.gov
# Units: 10-22 W/m2/Hz
# Missing Data: -1
#
# Daily local noon solar radio flux values - Updated once an hour
#

```

Freq MHZ	Learmonth 0500 UTC	San Vito 1200 UTC	Sag Hill 1700 UTC	Penticton 1700 UTC	Penticton 2000 UTC	Palehua 2300 UTC	Penticton 2300 UTC
2019 Jun 24							
245	15	13	12	-1	-1	11	-1
410	24	28	26	-1	-1	22	-1
610	34	-1	34	-1	-1	21	-1
1415	45	45	54	-1	-1	43	-1
2695	60	-1	65	-1	-1	63	-1
2800	-1	-1	-1	68	68	-1	68
4995	106	117	111	-1	-1	96	-1
8800	224	228	223	-1	-1	156	-1
15400	519	548	536	-1	-1	459	-1
2019 Jun 25							
245	12	14	-1	-1	-1	-1	-1
410	25	32	-1	-1	-1	-1	-1
610	34	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1415	45	46	-1	-1	-1	-1	-1
2695	68	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2800	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
4995	107	118	-1	-1	-1	-1	-1
8800	219	232	-1	-1	-1	-1	-1
15400	531	552	-1	-1	-1	-1	-1

Gambar 4. Flux Power Tanggal 25 Juli.

3.2 Pengukuran pada frekuensi L Band

Pengukuran dan perhitungan di frekuensi L Band dilakukan di frekuensi 1702 MHz. Di frekuensi ini perhitungan nilai Sun optical (Ws) dilakukan agar dapat diketahui nilai Beam correction (L). Hasil pengukuran dan perhitungan dapat dilihat di Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Pengukuran Pada Frekuensi L Band antena 3 Meter
Pengukuran Y L dan G/T Antenna X Band LAPAN Diameter 3 Meter

Nama Antena	Lapan L Band 3 Meter Parepare	
Tanggal Pengukuran	25 Juli 2019	
Wakatu Pengukuran	6:39	
Elevasi Matahari	37.67	
Cuaca	Clear	
Lokasi	Parepare	
Latitude (deg, N)	3.98S	
Longitude (deg, W)	119.65E	
Tinggi (m)	97.00	
Nama Antena	Parepare 3 meter	
Diameter (m)	3.00	
Frequency (MHz)	1702.00	
Y Factor Measurements		
Psun (dBm)	Pcoldsky (dBm)	Y factor (dB)
-59.12	-65.80	6.7
Perhitungan Interpolasi Power Flux Matahari		
Frekuensi	05:00	17:00
1415	45	53
2695	68	63
Hasil Interpolasi		
1702.00	50.16	55.24
Perhitungan Sun Optical (Ws) Pada Frekuensi 1702 MHz		
Frekuensi	1420.00	2199.22
Ws	0.60	0.58
Hasil Interpolasi		
Frekuensi	1702.00	
Sun Optical HPBW Pada Frekuensi 17002 GHz (Ws)		0.59
Perhitungan G/T	Numerik	Logaritmik (dB)
Interpolasi Flux Matahari	50.9	17.0634425
Solar Flux ($W/m^2/Hz$)	5.086E-21	-202.9365575
Beamsize Correction(L)	1.0082094	0.03550757
3dB Beamwidth (deg)	3.9952996	6.01549357
Kuadrat Panjang Gelombang	0.0310687	-15.07676602
Y Factor	4.6558609	6.68
G/T	8.0907621	9.079894323
G/T (dB/K) pada saat sudut pengetesan		9.08

Kolom berwarna biru data diambil dari flux matahari

Kolom berwarna Hitam adalah data berdasarkan input

Kolom berwarna merah adalah hasil perhitungan

3.3 Pengukuran dan Perhitungan G/T Pada Antena X Band 3 Meter

Pengukuran dan perhitungan pada frekuensi X Band dapat dilihat di **Tabel 3** di bawah ini. Nilai *sun optical* (Ws) diambil 5 karena frekuensinya lebih dari 3 GHz.

Tabel 3. Pengukuran pada frekuensi X Band Antena 3 Meter

Pengukuran Y L dan G/T Antena X Band LAPAN Diameter 3 Meter		
Nama Antena	Lapan X Band 3 Meter Parepare	
Tanggal Pengukuran	25 Juli 2019	
Waktu Pengukuran	6:39	
Cuaca	Clear	
Lokasi	Parepare	
Latitude (deg, N)	3.98S	
Longitude (deg, W)	119.65E	
Tinggi (m)	97.00	
Nama Antena	Parepare 3 meter	
Diameter (m)	3.00	
Frekuensi (MHz)	8200.00	
Pengukuran Y		
P _{sun} (dBm)	P _{coldsky} (dBm)	Y factor (dB)
-42.8	-56.7	13.9
Perhitungan Interpolasi Power Flux Matahari		
Frekuensi	12:00	17:00
4995	118	111
8800	232	200
Hasil Interpolasi		
8200.00	214.02	185.97
Sun Optical HPBW Pada Frekuensi 8.25 GHz (Ws)	0.500	
Perhitungan G/T		
	Numerik	Logaritmik
Interpolasi Flux Matahari	244.0	23.87470838
Solar Flux (W/m ² /Hz)	2.44046E-20	-196.1252916
Beamsize Correction(L)	1.138144464	0.561973902
3dB Beamwidth (deg)	0.829268293	-0.813049397
Kuadrat Panjang Gelombang	0.001338489	-28.73385195
Y Factor	24.54708916	13.9
G/T	284.5546138	24.54165632

G/T (dB/K) pada saat sudut pengetesan	24.54
--	--------------

Kolom berwarna biru data diambil dari flux matahari

Kolom berwarna Hitam adalah data berdasarkan input

Kolom berwarna merah adalah hasil perhitungan

4. KESIMPULAN

Pengukuran G/T menggunakan matahari sebagai sumber daya dapat dilakukan pada antenna diameter 3 meter baik frekuensi *L Band* maupun *X Band*. Nilai *beam corection flux power* dari matahari dapat didapatkan dengan melakukan interpolasi data yang ada. Pengukuran pada antenna diameter 3 meter mendapatkan nilai 9.08 dB/T pada frekuensi *L Band* dan 24.54 pada frekuensi *X Band*. Metode pengukuran ini menjadi salah satu cara mendapatkan data G/T secara berkala.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada tim akusisi data stasiun bumi penginderaan jauh parepare yang telah memberikan bantuan selama ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Daim, T. J., Ismail, M., Salim, H., Khairul, M., Ismail, H., dan Mustapha, H. (2015). A Review of S-Band Antenna System G / T Measurement Technique, 5–10.
- Hidayat, A., Irawadi, D., Hikmaturokhman, A., dan Andrianingsih. (2019). Safe zone analysis of lightning protection system in antenna using radome. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 508, 012080. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/508/1/012080>
- Hidayat, A., Munawar, S., Suprijanto, A., dan Setyasaputra, N. (2014). Design And Implementation Web Based Expert System For Analizing Performance Of Antenna Seaspase 5.1. Teknologi Dirgantara, 12(2), 154–162. Retrieved from http://jurnal.lapan.go.id/index.php/jurnal_tekgan/article/view/2146/1945
- Hidayat, A., Munawar, S. T. A., Ramadhan, P. R., Setyasaputra, N., Takdir, S., Munawar, A., Setyasaputra, N. (2014). *Analisis Carrier To Interference Transmisi Gelombang Mikrowave Link X Band Dengan Downlink Satelit Penginderaan Jauh*. Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014, (70), 2–10.
- Hidayat, A., Munawar, S. T. A., Syarif, S., dan Achmad, A. (2017, July). LEO Antenna Ground Station Analysis Using Fast Fourier Transform. IEEE INAES 2017, 1–5. <https://doi.org/10.1109/INAES.2017.8068548>
- Hidayat, A., Suprijanto, A., Ramadhan, P. R., dan Munawar, S. T. A. (2017). Kajian Kebutuhan Spesifikasi Antena untuk Penerimaan Data Resolusi Sangat Tinggi Study of Antenna Specification Requirements for Very High Resolution Data Reception (pp. 117–124).
- Hidayat, A., Takdir, S., Munawar, A., Hadiyanto, A. L., dan Ramadhan, P. R. (2014). *Kalibrasi Arah Antena Dengan Metode Sun Pointing Pada Antena 3 Sumbu*. Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014, 89–96.
- Johannsen, K. G., dan Titus, A. N. D. L. E. O. (1986). Detennination of KU-Band Earth Station Antenna G / T Using the Moon as RF Source, IM(3), 344–348.
- Judianto, C. T. (2010). Kalkulasi Figure of merit Menggunakan Metoda Sun Tracking Pada Stasiun1.pdf, 4. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/265998384_KALKULASI_FIGURE_OF_MERIT_GT_MENGGUNAKAN_METODA_SUN_TRACKING_PADA_STASIUN BUMI_S-BAND_LAPAN-ISRO_BIAK
- Mpb, I., dan Pamungkas, W. (2014). Sistem Komunikasi Satelit (Teori Dan Praktik). (A. Publisher, Ed.) (1st ed.). Yogyakarta, Indonesia: Andi Publisher Yogyakarta.

- Palantei, E., Syarif, S., Hidayat, A., dan Munawar, S. T. A. (2017). *Low-cost switched array-wide band antenna for Search and Rescue disaster management*. Proceeding - 2017 3rd International Conference on Science and Technology-Computer, ICST 2017, 131–135. <https://doi.org/10.1109/ICSTC.2017.8011866>
- Qin, S. Y., dan Wang, X. Q. (2008). *Measurement and error analysis for C-band 15 meter TTdanC station antenna G/T using Taurus A*. 2008 International Conference on Microwave and Millimeter Wave Technology Proceedings, ICMMT, 2(3), 649–651. <https://doi.org/10.1109/ICMMT.2008.4540478>
- Soleh, M., Nasution, A. S., Hidayat, A., Gunawan, H., dan Widipaminto, A. (2019). Analysis of Antenna Specification for Very High Resolution Satellite Data Acquisition Through Direct Receiving System (Drs). *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)*, 15(2), 113. <https://doi.org/10.30536/ijreses.2018.v15.a2799>
- Sukarta, B., Hidayat, A., Munawar, S., dan Pratiwi, I. (2016). Desain Simulasi Antena Horn Conical Frekuensi 7.8 8.5.pdf (p. 92). Depok West Java: Remote Sensing Departement. Retrieved from <http://sinasinderaja.lapan.go.id/>
- Waranon, L., Karnngandee, P., dan Ritronnasak, R. (2016). Development of Automatic G / T Measurement Program for THAICHOTE Ground Station, 1, 970–971.