DESIGN AND DEVELOPMENT OF 72.83 MHZ SIGNAL BOOSTER TRANSMITTER TO INCREASE THE REMOTE CONTROL COVERAGE

Catur Budi Waluyo[1], Arina Rizqiyah[2], Denny Dermawan[3]
Program Studi Teknik Elektro
Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto
Jl. Janti Blok R Lanud Adisutjipto Yogyakarta
[1]catur_budiwaluyo@yahoo.co.uk

Abstract

In the development of wireless communication, controlling an unmanned aircraft over long distances is a challenge. One technique to make it happen is by using a signal booster that can increase the range of the Unmanned Aerial Vehicle controller. So that the range in controlling Unmanned Aerial Vehicle using Remote Control (RC) can be further away.

The Signal booster operated at 72.83 MHz frequency was designed with four levels of amplifier with 2SC930, 2SC2053 and 2SC1971 series transistors. This signal booster was designed to be operated in class A for level I, II, III, and class C for level IV with the matching impedance circuit namely type T and L. In the transmitter, the antenna was used omnidirectionally. The test method was carried out by means of power measurement and VSWR (Voltage Standing Wave Ratio).

Based on the design of the frequency used 72.83MHz with a bandwidth of 30kHz. The amplitude peak level was -27dBm with a reference level of 0 dBm. The measurement results show the signal booster can work at a frequency of 72.83 MHz with an output power of 4.5 watts or a gain of 16.58 dB and approaching the designer's results. The measured Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) which measures 1.1 with a minimum VSWR limit of 1. So that based on these measurements the signal booster results are successfully designed and produce a very small reflection factor coefficient of 0.09 and 0.048.

Keywords: Signal Booster, Amplifier, Remote Control

Abstrak

Pada perkembangan komunikasi *wireless,* pengendalian suatu pesawat tanpa awak dengan jarak yang jauh merupakan sebuah tantangan. Salah satu teknik untuk mewujudkannya yaitu dengan menggunakan penguat sinyal (*signal booster*) yang dapat menambah jangkauan pengendali pesawat tersebut. Sehingga jangkauan dalam pengendalian pesawat tanpa awak menggunakan *Remote Control* (RC) dapat semakin jauh.

Signal booster yang dioperasikan pada frekuensi 72,83 MHz ini dirancang dengan empat tingkat penguat dengan transistor seri 2SC930, 2SC2053 dan 2SC1971. *Signal booster* ini dirancang dioperasikan pada kelas A untuk tingkat I, II, III, dan kelas C untuk tingkat IV dengan rangkaian penyesuai impedansi yang digunakan yaitu tipe T dan L. Pada bagian transmiter, antenna yang digunakan *omnidirectional*. Metode pengujian dilakukan dengan cara pengukuran daya dan VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*).

Berdasarkan perancangan frekuensi yang digunakan 72.83MHz dengan *bandwidth* 30kHz. Level puncak *amplitudo* yang dihasilkan sebesar -27dBm dengan dengan *reference level* 0 dBm. Hasil pengukuran menunjukkan penguat dapat bekerja pada frekuensi 72,83 MHz dengan daya keluaran 4,5 watt atau *gain* sebesar 16,58 dB dan mendekati hasil perancangan. *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) yang diukur sebesar 1.1 dengan batas minimal VSWR yaitu 1. Sehingga berdasarkan pengukuran tersebut maka hasil *signal*

booster yang dirancang berhasil dan menghasilkan koefisien faktor pantul yang sangat kecil sebesar 0.09 dan 0.048.
Kata kunci: *Signal booster*, Penguat, *Remote Control*

1. Pendahuluan

Pada perkembangan teknologi kedirgantaraan, sekarang banyak pesawat tanpa awak yang digunakan dalam berbagai aplikasi kehidupan sehari-hari, baik dalam foto udara sampai pengiriman paket dalam e-commerce. Pesawat awak ini juga disebut dengan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) yang juga digunakan dalam bidang telekomunikasi untuk membawa sistem komunikasi 4G LTE (Waluyo, 2016; Waluyo & Iskandar, 2015). Sistem pengendalian UAV bisa secara manual maupun dengan otomatis. Pengendalian manual dengan cara menggunakan *Remote Control* (RC) sebagai pengendali utama.

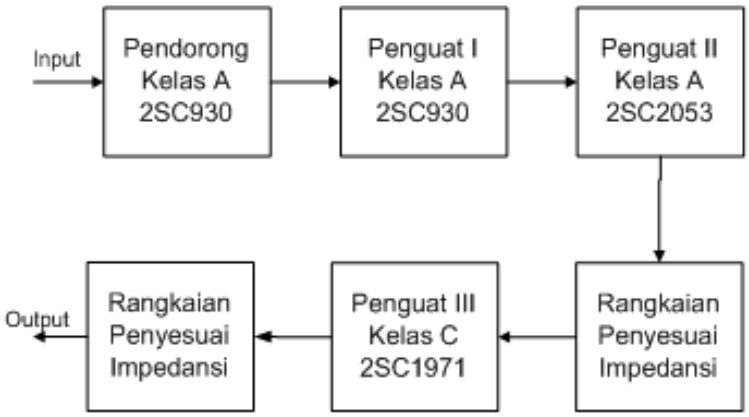
Pada Penelitian ini untuk pengendalian pesawat UAV dengan cara manual. Sehingga pesawat dikendalikan hanya dengan menggunakan RC. Menurut (Waluyo, 2014) jangkauan komunikasi tanpa kabel juga dipengaruhi oleh frekuensi yang digunakan, semakin kecil frekuensi yang digunakan maka jarak jangkauan juga semakin dekat. Pada penelitian ini frekuensi yang digunakan yaitu 72.83MHz. Dengan frekuensi yang digunakan maka jarak jangkauan hanya mencapai 34.58 meter. Selain frekuensi yang digunakan menurut (Waluyo, 2014), untuk meningkatkan jarak jangkauan sistem komunikasi tersebut yaitu dengan menambah daya pancar.

Untuk memaksimalkan penerbangan pesawat UAV maka untuk meminimalisasi terjadinya *Loss Contact* maka pada penelitian ini membuat suatu perangkat yang digunakan untuk meningkatkan daya pancar tanpa mengubah frekuensi yang digunakan.

2. Metode Penelitian

2.1 Blok diagram sistem *signal booster*

Pada penguat sinyal (*signal booster*) pada penelitian ini terdiri dari beberapa blok diagram seperti pada Gambar 1.

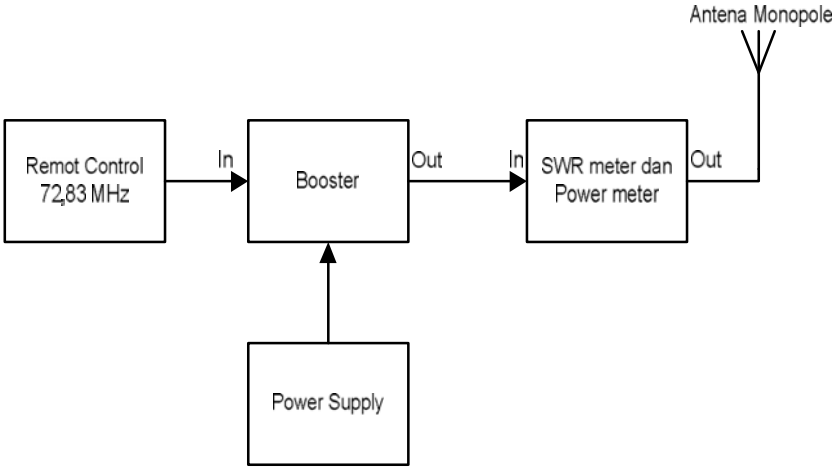


Gambar 1. Blok diagram *signal booster*

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa sinyal masukan di proses dengan menggunakan transistor 2SC930 pada blok pendorong dan penguat 1 kelas A, kemudian masuk ke transistor 2SC2053 penguat II kelas A dengan daya 1 watt dan melalui rangkaian penyesuai impedansi agar sinyal yang di kirimkan terjadi transfer daya maksimum setelah itu sinyal di proses oleh blok diagram penguat III kelas C dengan komponen yang digunakan transistor 2SC1971 setelah itu masuk blok diagram rangkaian penyesuai impedansi dengan keluaran daya maksimum 6 Watt dengan pengoperasian *frekuensi cutoff* 175MHz.

2.2 Skema pengukuran dengan menggunakan *signal booster*

Untuk membandingkan hasil pengujian daya dan *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) antara yang menggunakan *signal booster* dan tanpa menggunakan *signal booster* dapat dilihat pada skema Gambar 2. Pengukuran dilakukan pada kondisi tidak *line of sight* dan lokasi pengujian merupakan padat penduduk.



Gambar 2. Skema pengujian daya keluaran dan VSWR dengan menggunakan *signal booster*.

Perhitungan penguatan pada rangkaian ini dengan menggunakan Persamaan 1.

$$Gain_{dB} = 10\log\frac{P_{out}}{P_{in}} \quad (1)$$

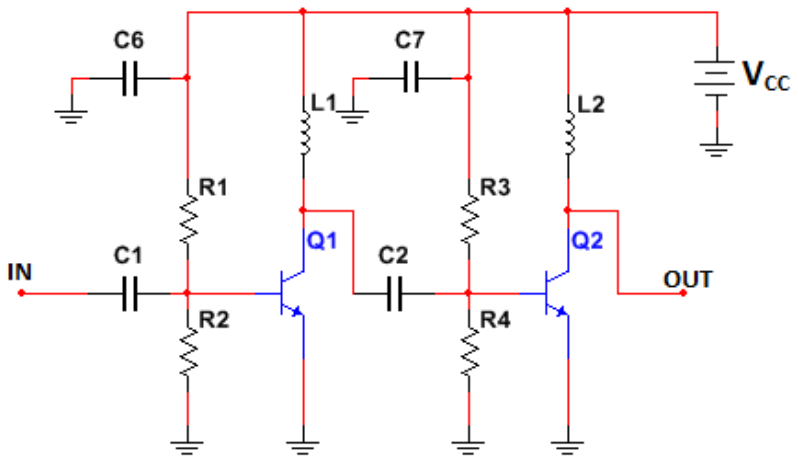
Spesifikasi dari perancangan pada penelitian ini, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi perancangan dari *signal booster*

Spesifikasi	**Nilai**
Daya Keluaran (watt)	5
VSWR	1≤VSWR ≤ 1,5
Gain (dB)	17

2.3 Skema rangkaian Buffer

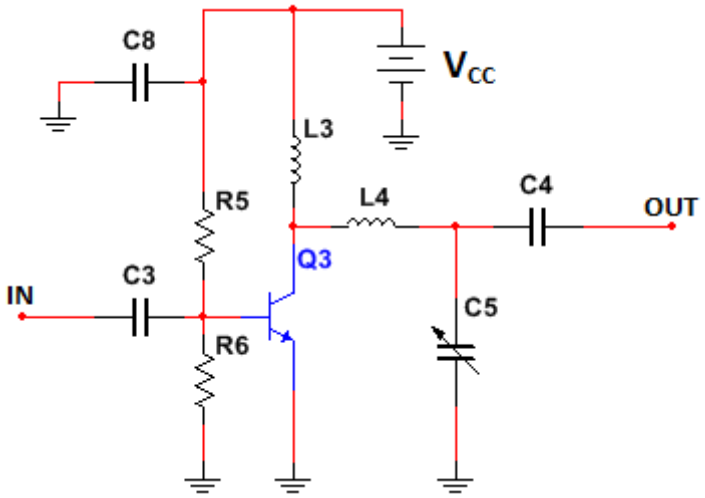
Rangkaian *buffer* merupakan rangkaian penguat awal atau penguat tingkat satu. Pada rangkaian *buffer* ini digunakan komponen aktif transistor 2SC930. Namun untuk mendorong daya masukan bagi transistor seri 2SC930 ini ditambahkan sebuah rangkaian pendorong dengan menggunakan transistor seri 2SC903 (Tahap dkk, 2013; Putra,2012; wedlock,1969), hal ini dikarenkan daya keluaran dari *remote control* yang sangat kecil yaitu kurang lebih 100 mW. Gambar 3 merupakan rangkaian *buffer* yang digunakan dalam perancangan *signal booster* ini.



Gambar 3 Rangkaian Pendorong dan *Buffer* (Nugroho,2002; Handayane,2012;Herdiana,2012)

2.4 Skema rangkaian *Driver*

Rangkaian driver menggunakan transistor dengan seri 2SC2053. Rangkaian driver pada penelitian ini menggunakan penguat kelas A dengan konfigurasi *common emitter*. Komponen pada rangkaian *driver* hampir sama seperti rangkaian pendorong dan *buffer* yaitu terdiri dari rangkaian bias pembagi tegangan. R_5 dan R_6 merupakan bias pembagi tegangan untuk penguat tingkat sebelumnya atau disebut juga $Z_{In\ Stage\ III}$. Adapun L_3 merupakan hambatan kolektor (R_C) dari penguat tingkat *driver* atau disebut juga Z_{Out}. Untuk rangkaian driver dapat dilihat pada gambar 4.

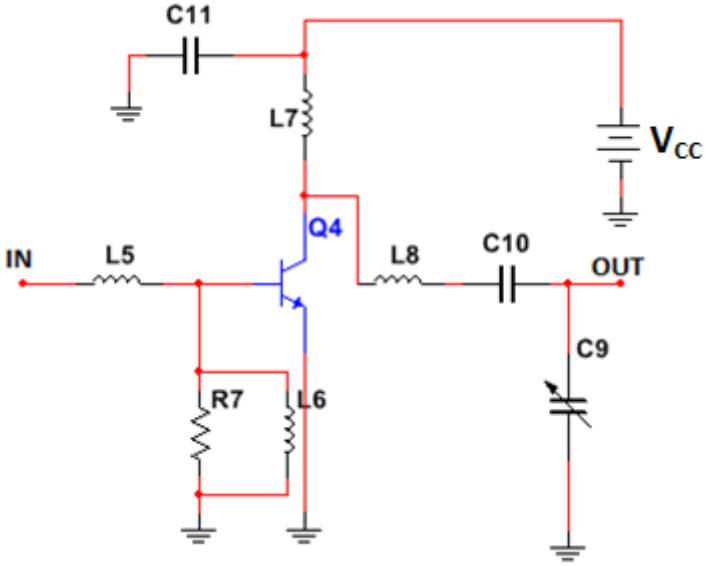


Gambar 4 Rangkaian *driver* (Utomo, 2012)

2.5 Skema Rangkaian Final *Amplifier*

Pada rangkaian *final amplifier* menggunakan penguat kelas C. Skematik dari rangkaian *final amplifier* mempunyai kesamaan dengan rangkaian *driver* yaitu terdiri dari RFC (RF *Choke*) yang berfungsi sebagai masukan biasanya disebut hambatan sumber (Z_{In}) dan juga dan induktor sebagai hambatan kolektor ataupun sebagai keluaran (Z_{Out}). RFC (*Choke*) tersusun dari resistor yang diparalelkan dengan lilitan. Pada akhir rangkaian ini juga terdapat rangkaian penyesuai impedansi guna menyesuaikan impedansi keluaran dari rangkaian *final amplifier* dengan beban. Rangkaian penyesuai impedansi pada *final*

amplifier ini juga menggunakan komponen L dan C serta menggunakan konfigurasi tipe L. Untuk rangkaian Final dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian final

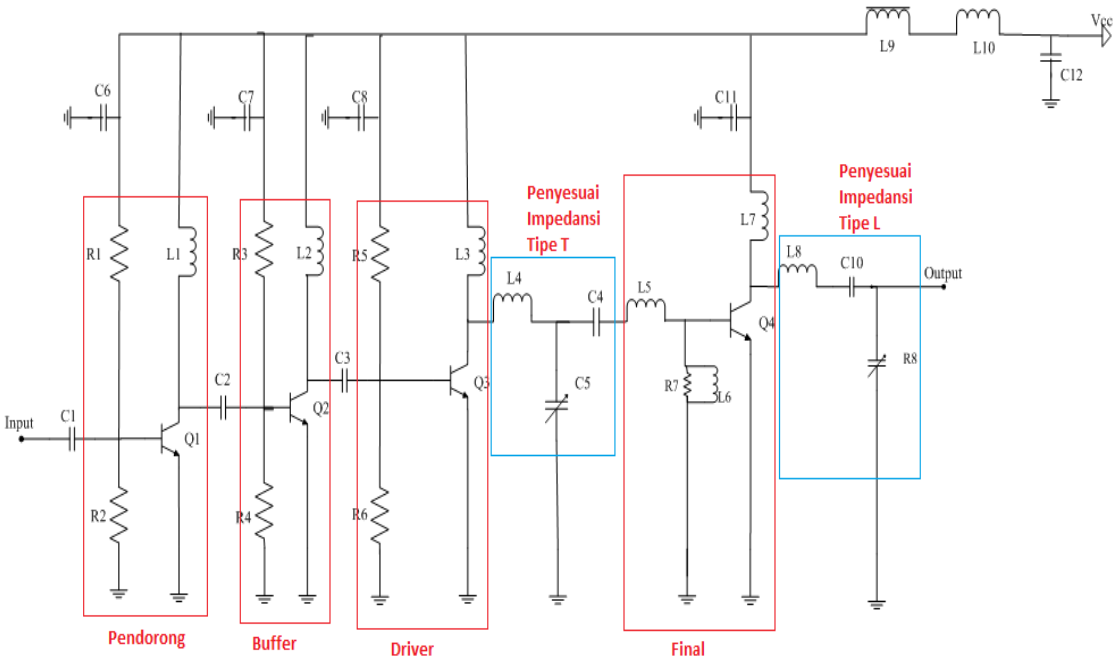
2.6 Pengukuran daya dan VSWR

Pada tahap ini dilakukan pengukuran daya yang dipancarkan oleh *remote control* dengan menggunakan *power* meter. Selain itu juga dilakukan pengukuran menggunakan *spectrum analyzer* untuk mengetahui besarnya daya keluaran secara lebih jelas dan spektrum sinyal guna mengetahui kemungkinan terjadinya interferensi sinyal radio dengan frekuensi kerja yang digunakan. Sedangkan untuk mengetahui nilai *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) dengan VSWR meter.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Skema Rangkaian *signal booster*

Perancangan dari perangkat *signal booster* terdiri dari perancangan bias transistor sebagai pendorong, B*uffer*, *Driver*, Penyesuai Impedansi dan perancangan penguat final. Untuk setiap rangkaian tersebut dikombinasikan menjadi rangkaian penguat sinyal atau *signal booster* seperti pada Gambar 6.

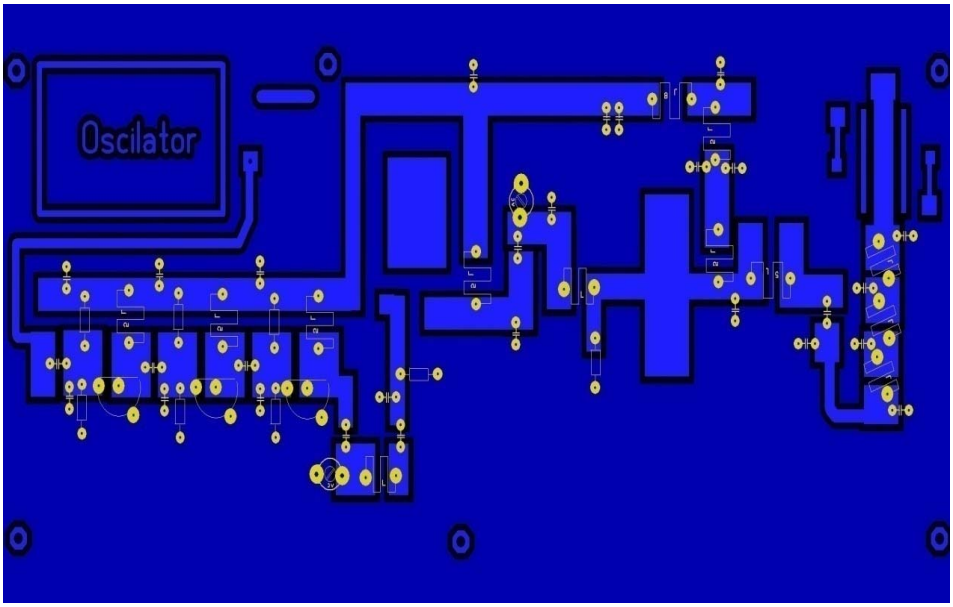


Gambar 6. Skema rangkaian *signal booster*

Berdasarkan skema rangkaian pada gambar 1 nilai toleransi masing-masing setiap komponen dapat dilihat pada Tabel 2. Setelah pembuatan skematik rangkaian langkah selanjutnya yaitu pembuatan *Printed Circuit Board* (PCB) rangkaian, untuk hasil pembuatan PCB dapat dilihat pada Gambar 7. Untuk hasil akhir penyolderan dan proses cetak PCB dapat dilihat pada Gambar 8.

Tabel 2. Notasi dan nilai komponen yang digunakan

No	Notasi	Tipe	Keterangan
1	R_1	Resistor	68 kΩ
2	R_2,R_4,R_6	Resistor	10KΩ
3	R_3	Resistor	47KΩ
4	R_5	Resistor	33KΩ
5	L_1, L_2, L_7, L_{10}	Induktor	5 lilit email 1 mm diameter 5 mm
6	L_3	Induktor	6 lilit email 1 mm diameter 5 mm
7	L_4, L_5	Induktor	2 lilit email 1 mm diameter 6 mm
8	L_7	Induktor	5 lilit email 1 mm diameter 6 mm
9	L_8	Induktor	3 lilit email 1 mm diameter 6 mm
10	L_9	Induktor	Toroida 10 lilit email 1 mm
11	Q_1, Q_2	Transistor	2SC930
12	Q_3	Transistor	2SC2053
13	Q_4	Transistor	2SC1971
14	RFC (R_7 dan L_6)	-	resistor 470 Ω dililit email 0,3 mm
15	C_1, C_2, C_3, C_4, C_{10}	Kapasitor	22 pF
16	C_6, C_7, C_8, C_{11}, C_{12}	Kapasitor	100 nF
17	Trimmer$_1$(C_5)	Kapasitor	s/d 47 pF
18	Trimmer$_2$(C_9)	Kapasitor	s/d 30 pF



Gambar 7. Rancangan *Printed Circuit Board* (PCB) dari rangkaian *signal booster*

Gambar 8. Hasil Penyolderan dan susunan komponen dari *signal booster*

3.2 Hasil Pengukuran daya dan VSWR

Berdasarkan hasil pengukuran daya dan nilai VSWR sesuai dengan diagram pengukuran pada Gambar 2 maka di hasilkan data pengujian yang disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan hasil pengujian daya keluaran menggunakan *power meter* pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa perancangan *signal booster* menghasilkan daya keluaran akhir maksimum 4,5 Watt pada tegangan pencatu 13,8 V dan dengan perhitungan pada Persamaan 1 menghasilkan penguatan sebesar 16.53 dB.

Tabel 3 Tabel Pengujian Daya dan VSWR pada *Remote Control* dengan *Signal Booster*

Tingkat	Catu Tegangan (*Volt*)	Daya Masukan (*Watt*)	Daya Keluaran (*Watt*)	VSWR
Driver	13,8	0,1	0,5	1,2
Final	13,8	0,1	4,5	1,1

Berdasarkan pengukuran dengan menggunakan *Spektrum Analyzer* dapat diketahui bahwa sinyal yang dipancarkan mempunyai *bandwidth* sebesar 30 kHz yaitu dari 72,8 MHz sampai dengan 72,83 MHz. Selain itu juga dapat dilihat bahwa spektrum yang dihasilkan dari *signal booster* memiliki *amplitudo* puncak -27 dBm dengan *reference level* 0 dBm. Sedangkan spektrum derau yang dihasilkan dengan *amplitudo* -40 dBm dengan *reference* level 0 dBm. Sehingga berdasarkan pengukuran level spektrum sinyal yang dihasilkan *signal booster* masih di atas ambang dari level derau yang dihasilkan. Berdasarkan nilai VSWR pada Tabel 3 tersebut maka nilai koefisien faktor pantul sebesar 0.09 dan 0.048.

4. Kesimpulan

Pada perancangan penguat sinyal pada penelitian ini dengan frekuensi yang digunakan 72.83MHz, penguatan yang di hasilkan 16.52dB dengan daya keluaran 4.5 watt. Sinyal yang dipancarkan mempunyai bandwidth 30kHz dengan level puncak amplitudo yang dihasilkan sebesar -27dBm dengan *reference level* 0 dBm. *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) yang diukur sebesar 1.1 dengan batas minimal VSWR yaitu 1.

Daftar Pustaka

Handayane, 2012, *Realisasi Penguat Daya RF 5 Watt Untuk Pemancar Televisi Pada Band Frekuensi 174-181 MHz*, Tugas Akhir, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Banding, Bandung.

Herdiana, 2012, *Desain dan Realisasi Driver Penguat Daya Pada Pengirim MS GSM (Frekuensi 890-915 MHz)*, Tugas Akhir, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung.

Nugroho, Sapto, 2012, *Rancang Bangun Penguat RF*, Skripsi, Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang.

Putra, T. H, Hendrantoro, dan Endroyono, 2012, *Perancangan dan Pembuatan Tahap RF Uplink 145.9 MHz Portable Transceiver Satelit IINUSAT-01*, Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, ITS, Surabaya

Tahap, P., Wiyah, R. A., & Hendrantoro, G. (2013). Downlink 2 . 4 GHz Untuk Pengiriman Citra Pada Sistem Komunikasi Satelit Nano. *Jurnal Teknik POMITS*, *2*(1), 160–165.

Utomo, Mardi, 2012, *Pemancar FM*, Majalah Elektron-TH.XVIII, https://purwanto1987.wordpress.com/2012/07/18/desain-penguat-daya-rf-dari-majalah-elektron-itb/, diakses pada tanggal 3 April 2017.

Wedlock, B.D., dan Roberge, J.K., *Electronic Components and Measurement*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1969.

Waluyo, C. B. (2014). Analisa Performansi Dan Coverage Wireless Local Area Network 802.11 B/G/N Pada Pemodelan Sistem E-Learning. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)*, (November), 69–74.

Waluyo, C. B. (2016). Analisis Mimo Untuk Peningkatan Kapasitas Sistem Seluler 4G Lte Pada Sistem Komunikasi High Altitude. *Jurnal Angkasa*, *VIII*(Nomor 2), 111–120.

Waluyo, C. B., & Iskandar. (2015). Performance analysis for mimo lte on the high altitude platform station. *International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, *4*(5), 308–313. https://doi.org/10.11591/eecsi.4.1105