

POWER ATTENUATION 10 dB UNTUK RADIO FREKUENSI 3 – 30 MHZ

Sudirman

Dosen STT Duta Bangsa Cikarang Utara, Bekasi

dirmanrobot@gmail.com

Abstrak-Attenuator RF merupakan rangkaian pasif yang digunakan untuk mengurangi level daya sinyal tanpa mengubah bentuk gelombang secara signifikan. Pada sistem komunikasi radio frekuensi tinggi (HF) 3 MHz – 30 MHz, attenuator sering digunakan untuk pengujian pemancar, pencocokan impedansi, proteksi alat ukur, dan pengaturan level sinyal. Penelitian ini membahas perancangan attenuator daya sebesar 10 dB dengan impedansi karakteristik 50 Ω pada rentang frekuensi HF. Metode yang digunakan adalah perhitungan teoritis attenuator tipe π (phi) , tipe T dan pengujian langsung menggunakan pesawat HF SSB Vertex standar system 600 sebagai sumber . Hasil perhitungan untuk menurunkan daya keluaran menjadi sekitar 10% dari daya masukan dengan tetap mempertahankan impedansi sistem sebesar 50 Ω , diperoleh nilai $R_1 = 96,2475$ Ohm dan $R_2 = 71,15125$ Ohm untuk model PHI dan untuk model T , $R_1 = 25,9742$ Ohm, $R_2 = 35,13,642$ Ohm. Berdasarkan ketersediaan komponen maka attenuator model PHI menggunakan nilai resistor $R_1 = 100$ Ohm, $R_2 = 68$ Ohm dan untuk model T, nilai $R_1 = 27$ Ohm dan $R_2 = 33$ Ohm. Sehingga secara teori diperoleh nilai attenuasi untuk attenuator model PHI secara perhitungan adalah 9,6287 dB, sedangkan model T Adalah 10,4662 dB. Sedangkan dari pengukuran yang dilakukan rata-rata attenuasi untuk attenuator model PHI adalah 9,564 dB, untuk attenuator model T adalah 8,386 dB.

Kata kunci: attenuator RF, 10 dB, radio frequency, HF, impedansi 50 ohm.

1.PENDAHULUAN

Dalam sistem komunikasi radio frekuensi tinggi (High Frequency/HF), pengaturan level daya sinyal merupakan hal yang sangat penting. Pemancar radio, alat ukur RF, dan sistem antena membutuhkan kestabilan impedansi agar transfer daya berlangsung maksimal dan refleksi sinyal dapat diminimalkan.

Salah satu metode yang umum digunakan untuk menurunkan level daya adalah attenuator RF. Attenuator bekerja dengan menyerap sebagian energi sinyal menggunakan kombinasi resistor sehingga amplitudo sinyal berkurang sesuai nilai atenuasi yang diinginkan.

Atenuasi sebesar 10 dB merupakan nilai yang sering digunakan dalam sistem RF karena mampu menurunkan daya menjadi sekitar sepersepuluh dari daya awal tanpa mengubah karakteristik impedansi sistem.

2. Dasar Teori

2.1 Pengertian Atenuasi

Atenuasi adalah pengurangan amplitudo atau daya sinyal ketika melewati suatu media atau rangkaian. Hubungan antara daya input dan daya output dalam satuan desibel dirumuskan sebagai:

$$A_{dB} = 10 \log \left(\frac{P_{in}}{P_{out}} \right)$$

Untuk attenuator 10 dB:

$$10 = 10 \log \left(\frac{P_{in}}{P_{out}} \right)$$

sehingga:

$$\frac{P_{out}}{P_{in}} = 0.1$$

Artinya daya keluaran hanya sebesar 10% dari daya masukan.

Misalkan daya input:

$$P_{in} = 100 \text{ Watt}$$

Maka daya output attenuator 10 dB adalah:

$$P_{out} = \frac{P_{in}}{10}$$

$$P_{out} = 10 \text{ Watt}$$

Daya yang hilang pada resistor:

$$P_{loss} = P_{in} - P_{out}$$

$$P_{loss} = 100 - 10 = 90 \text{ Watt}$$

Sehingga resistor attenuator harus memiliki rating daya yang cukup besar agar tidak mengalami overheating.

2.2 Frekuensi HF

Rentang frekuensi HF berada pada:

- 3 MHz sampai 30 MHz

Rentang ini digunakan untuk:

- komunikasi amatir radio,
- komunikasi maritim,
- komunikasi militer,
- siaran gelombang pendek.

2.3 Attenuator Tipe π (Phi)

Attenuator tipe π terdiri dari dua resistor shunt dan satu resistor seri.

$$R_1 = Z_0 \left(\frac{10^{\left(\frac{A_{dB}}{20}\right)} + 1}{10^{\left(\frac{A_{dB}}{20}\right)} - 1} \right)$$

$$R_2 = \frac{Z_0}{2} \left(10^{\left(\frac{A_{dB}}{20}\right)} - \frac{1}{10^{\left(\frac{A_{dB}}{20}\right)}} \right)$$

Dengan:

R_1 = Resistor shunt

R_2 = Resistor seri

Z_0 = Impedansi Output

AdB = Attenuasi

Untuk mempermudah menghitung besarnya R_1 dan R_2 , dapat digunakan melalui web:

<https://www.digikey.com/en/resources/conversion-calculators/conversion-calculator-attenuator>

Pi Attenuator Calculator

A Pi Attenuator uses a single series resistor, and two shunts to ground (input and output) to attenuate a signal. This calculator lets the user enter in the desired attenuation needed shunt resistors (R1) and series resistor (R2).

PI Bridged-Tee Reflection Tee

ATTENUATION (dB): 10

IMPEDANCE: 50

R1: 96.2475 Ω

R2: 71.15125 Ω

FORMULAS

$$R_1 = Z_0 \left(\frac{10^{\frac{AdB}{20}} + 1}{10^{\frac{AdB}{20}} - 1} \right)$$

$$R_2 = \frac{Z_0}{2} \left(10^{\frac{AdB}{20}} - \frac{1}{10^{\frac{AdB}{20}}} \right)$$

Gambar 1 Phi attenuator calculator

Dengan Attenuasi 10 dB, dan impedansi output $Z_0 = 50 \text{ Ohm}$, diperoleh nilai $R_1 = 96.2475 \text{ Ohm}$ dan $R_2 = 71.15125 \text{ Ohm}$

Mode T

Attenuator tipe T terdiri dari dua resistor seri dan satu resistor shunt. Rumus yang d

$$R_1 = Z_0 \left(\frac{10^{\frac{AdB}{20}} - 1}{10^{\frac{AdB}{20}} + 1} \right)$$

$$R_2 = 2 \cdot Z_0 \left(\frac{10^{\frac{AdB}{20}}}{10^{\frac{AdB}{20}} - 1} \right)$$

Dengan:

R_1 = Resistor seri

R_2 = Resistor shunt

Z_0 = Impedansi Output

AdB = Attenuasi

Untuk mempermudah menghitung besarnya R_1 dan R_2 , dapat digunakan melalui web:

<https://www.digikey.com/en/resources/conversion-calculators/conversion-calculator-attenuator>

Tee Attenuator Calculator

This Tee Attenuator Calculator will calculate the values of R1 and R2. Please enter in the needed attenuation and the impedance of the line to be matched.

PI Bridged-Tee Reflection Tee

ATTENUATION (dB): 10

IMPEDANCE: 50 Ω

R1: 25.9747 Ω

R2: 35.13642 Ω

FORMULAS

$$R_1 = Z_0 \left(\frac{10^{\frac{AdB}{20}} - 1}{10^{\frac{AdB}{20}} + 1} \right)$$

$$R_2 = 2Z_0 \left(\frac{10^{\frac{AdB}{20}}}{10^{\frac{AdB}{20}} - 1} \right)$$

Gambar 2 T-attenuator calculator

Dengan Attenuasi 10 dB dan impedansi output $Z_0 = 50 \text{ Ohm}$, maka diperoleh nilai :

$R_1 = 25.9747$

$R_2 = 35.13642$

3. Metodologi Perancangan

3.1 Spesifikasi

Pada perancangan ini ada beberapa spesifikasi yang digunakan, antara lain:

Spesifikasi perancangan:

Tabel 1 Spesifikasi perancangan

Parameter	Nilai
Frekuensi kerja	3 MHz - 30 MHz
Atenuasi	10 dB
Impedansi	50 Ohm
Attenuator model	Phi dan T

Spesifikasi Alat yang digunakan:

1. Pesawat HF SSB Vertex Standar sytem 600 dengan daya output 100 Watt
2. Power meter/SWR merek Daiwa CNW-419 Antenna Tuner
3. Dummy Load Resistor RFR 50 Ohm/250 Watt

3.2 Perhitungan Nilai Resistor

a. Untuk model PHI

Untuk menentukan nilai R_1 dan R_2 dilakukan dengan rumus berikut ini:

$$R_1 = Z_0 \left(\frac{10^{\frac{AdB}{20}} + 1}{10^{\frac{AdB}{20}} - 1} \right)$$

$$R_2 = \frac{Z_0}{2} \left(10^{\frac{AdB}{20}} - \frac{1}{10^{\frac{AdB}{20}}} \right)$$

Dengan:

R_1 = Resistor shunt

R_2 = Resistor seri

Z_0 = Impedansi Output

AdB = Attenuasi

Dengan AdB = 10 dB, dan $Z_0 = 50 \text{ Ohm}$, maka besarnya :

$$R_1 = Z_0 \left(\frac{10^{\frac{AdB}{20}} + 1}{10^{\frac{AdB}{20}} - 1} \right)$$

$$R_1 = 50 \left(\frac{10^{\frac{10}{20}} + 1}{10^{\frac{10}{20}} - 1} \right)$$

$$R_1 = 96.2475 \text{ OHM}$$

$$R_2 = \frac{Z_0}{2} \left(10^{\frac{AdB}{20}} - \frac{1}{10^{\frac{AdB}{20}}} \right)$$

$$R_2 = \frac{50}{2} \left(10^{\frac{10}{20}} - \frac{1}{10^{\frac{10}{20}}} \right)$$

$$R_2 = 71.15125 \text{ Ohm}$$

Karena kondisi actual nilai R_1 dan R_2 tersebut, tidak tersedia, maka dipilih nilai R_1, R_2 yang ada di pasaran, yaitu :

$R_1 = 100 \text{ Ohm}$

$R_2 = 68 \text{ Ohm}$

Berdasarkan nilai $R_1 = 100 \text{ Ohm}$, $R_2 = 68 \text{ Ohm}$, maka AdB = 9,6287 dan $Z_0 = 50,3718$, dengan Pin 100 Watt, maka :

$$P_o = \frac{P_{in}}{10^{\frac{AdB}{10}}}$$

$$P_o = \frac{100}{10^{\frac{9.6287}{10}}}$$

$$P_o = 10.8925 \text{ Watt}$$

b. Untuk model T

Attenuator tipe T terdiri dari dua resistor seri dan satu resistor shunt. Rumus yang d

$$R1 = Z_o \left(\frac{10^{\left(\frac{AdB}{20}\right)} - 1}{10^{\left(\frac{AdB}{20}\right)} + 1} \right)$$

$$R2 = 2 \cdot Z_o \left(\frac{10^{\left(\frac{AdB}{20}\right)}}{10^{\left(\frac{AdB}{20}\right)} - 1} \right)$$

Dengan:

R1 = Resistor seri

R2 = Resistor shunt

Zo = Impedansi Output

AdB = Attenuasi

Dengan AdB = 10 dB dan Zo = 50 Ohm, maka :

$$R1 = Z_o \left(\frac{10^{\left(\frac{AdB}{20}\right)} - 1}{10^{\left(\frac{AdB}{20}\right)} + 1} \right)$$

$$R1 = 50 \cdot \left(\frac{10^{\left(\frac{10}{20}\right)} - 1}{10^{\left(\frac{10}{20}\right)} + 1} \right)$$

$$R1 = 25.9747 \text{ Ohm}$$

$$R2 = 2 \cdot 50 \left(\frac{10^{\left(\frac{10}{20}\right)}}{10^{\left(\frac{10}{20}\right)} - 1} \right)$$

$$R2 = 35.13642 \text{ Ohm}$$

Karena kondisi actual nilai R1 dan R2 tersebut, tidak tersedia, maka dipilih nilai R1, R2 yang ada di pasaran, yaitu :

R1 = 27 Ohm

R2 = 33 Ohm

Berdasarkan nilai R1=27 Ohm, R2 = 33 Ohm, maka dihasilkan AdB = 10,4662 dan Zo = 50,1099, dengan Pin 100 Watt, maka :

$$P_o = \frac{P_{in}}{10^{\left(\frac{AdB}{10}\right)}}$$

$$P_o = \frac{100}{10^{\left(\frac{10,4662}{10}\right)}}$$

$$P_o = 8.9821 \text{ Watt}$$

Berdasarkan uraian diatas diperoleh data seperti pada table dibawah ini, yang menjelaskan antara hasil perhitungan secara teori dan komponen yang tersedia untuk nilai R1 dan R2. Berdasarkan nilai R1 dan R2 baik model PHI dan T, maka diperoleh juga nilai attenuasinya seperti pada table.

Tabel Nilai R1, R2 dan Attenuasi berdasarkan teori dan actual

NO	MODEL	NILAI R1 DAN R2 (OHM)		ATTENUASI (dB)		
		KOMPONEN	TEORI	AKTUAL	TEORI	AKTUAL
1	PHI	R1	96,2475	100	10	9,6287
		R2	71,1512	68		
2	T	R1	25,9747	27	10	10,4662
		R2	35,1364	33		

4. Implementasi Rangkaian

Rangkaian attenuator direalisasikan menggunakan jenis resistor karbon.

Komponen Attenuator model PHI : R1 = 1K Ohm/2 Watt, 10 buah diparalel R2 = 680 Ohm/2Watt, 10 buah diparalel

Komponen Attenuator model T : R1 = 270 Ohm/2 Watt, 10 buah diparalel R2 = 330 Ohm/2 Watt, 10 buah diparalel

Resistor yang diparalel ini bertujuan untuk mampu menahan panas yang dihasilkan, karena proses attenuasi dari 100 Watt ke 10 Watt. Sehingga secara teori resistor harus mampu menahan daya sebesar 90 Watt, yang akan berubah menjadi panas.

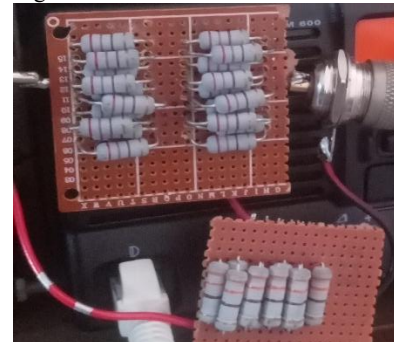
Pada peralatan attenuator sesungguhnya dipilih 10 buah resistor 2 Watt, yang diparalel. Sehingga daya yang mampu ditahan sekitar 20 Watt, dalam waktu singkat.

Adapun rangkaian attenuator PHI setelah dirangkai dalam penelitian ini seperti pada gambar:



Gambar 3 Photo PHI attenuator

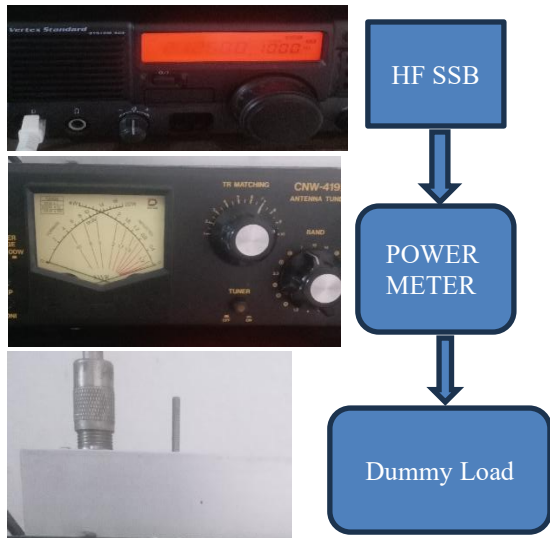
Adapun rangkaian attenuator T setelah dirangkai dalam penelitian ini seperti pada gambar:



Gambar 4 Photo T attenuator

Proses Pengujian:

1. Melakukan pengukuran daya output pada berbagai frekuensi dari pesawat SSB, dengan cara menghubungkan HF SSB dengan poer meter dan dummy load seperti pada gambar berikut ini:



Gambar 5 Blok diagram pengukuran daya output HF SSB
Dari pengukuran diperoleh data seperti pada table berikut:

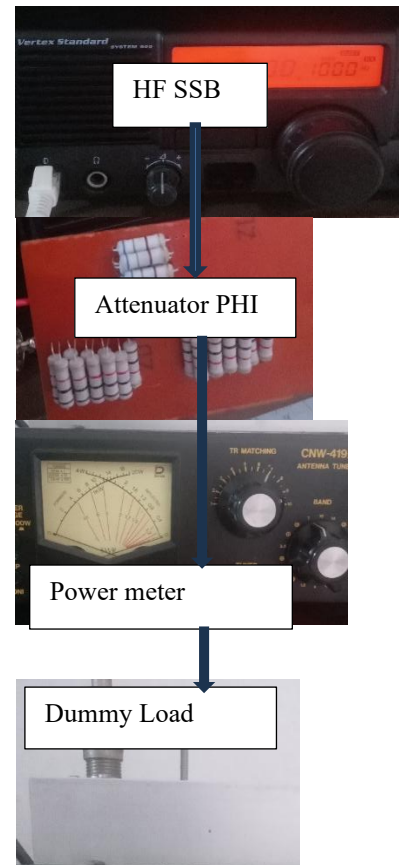
Tabel 3 Hasil pengukuran daya output HF SSB pada berbagai frekuensi

Frekuensi (MHz)	Daya Output (Po) HF SSB (Watt)
3.580	140
7.050	130
14.250	130
21.250	105
28.450	85

Dari hasil pengukuran daya tersebut, kemudian dilakukan proses pengukuran dengan memasang attenuator. Dimana daya output tersebut merupakan input dari attenuator.

Attenuator model PHI

Pada proses pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan output Pesawat SSB Vertex system 600 ke input Attenuator PHI, output attenuator PHI ke input Power meter Daiwa, output power meter ke dummy load 50 Ohm/250 Watt, seperti blok diagram berikut ini:



Gambar 6 Blok diagram pengukuran output PHI Attenuator

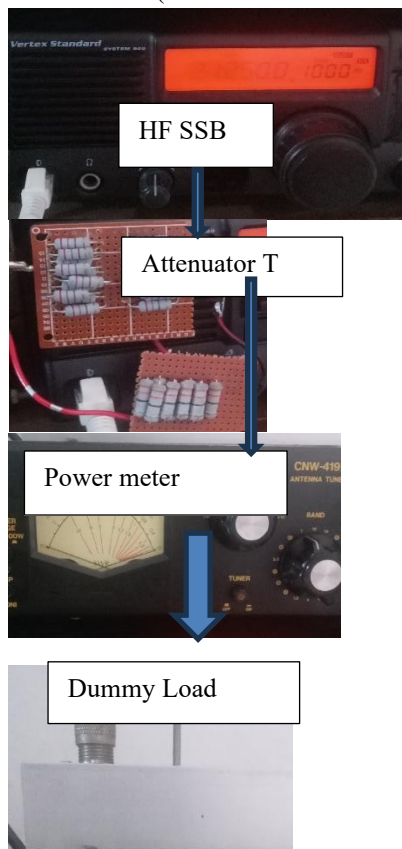
Kemudian mengatur frekuensi dan mencatat hasil pengukuran daya output setelah melewati attenuator, seperti pada table berikut ini:

Tabel 4 Hasil pengukuran daya output PHI-attenuator dan attenuasi yang dihasilkan

Frekuensi (MHz)	Pin (Watt)	Po (Watt)	Attenuasi(dB)
3.580	140	16.5	9.29
7.050	130	14	9.68
14.250	130	14	9.68
21.250	105	12	9.42
28.450	85	9	9.75

Attenuator model "T"

Pada proses pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan output Pesawat SSB Vertex system 600 ke input Attenuator model "T", output attenuator "T" ke input Power meter Daiwa, output power meter ke dummy load 50 Ohm/250 Watt, seperti blok diagram berikut ini:



Gambar 7 Blok diagram pengukuran daya output T-attenuator
Kemudian mengatur frekuensi dan mencatat hasil pengukuran daya output setelah melewati attenuator, seperti pada table berikut ini:

Tabel 5 Hasil pengukuran daya output T-attenuator dan attenuasi yang dihasilkan

Frekuensi (MHz)	Pin (Watt)	Po (Watt)	Atenuasi(dB)
3.580	140	19	8.67
7.050	130	18	8.59
14.250	130	19	8.35
21.250	105	16	8.17
28.450	85	13	8.15

Dari berbagai macam pengukuran diatas, dapat dibuat suatu table hasil pengukuran sebagai berikut:

Tabel 6 Hasil teori, pengukuran, attenuasi untuk attenuator model PHI dan T

N O	FREK.(MHz)	Day a Out put SSB	Daya ouput setelah dipasang attenuator			Attenuasi secara teori (dB)		Attenuasi hasil pengukuran	
			Te ori	P HI	T	PHI	T	PH I	T
1	3.580	140	14	16,5	19	9,629	10,4662	9,29	8,67
2	7.050	130	13	14	18			9,68	8,59
3	14.250	130	13	14	19			9,68	8,35
4	21.250	105	10,5	12	16			9,42	8,17
5	28.450	85	8,5	9	13			9,75	8,15

5. Hasil dan Pembahasan

Dari tabel 6 tentang hasil perhitungan teori, pengukuran untuk daya output setelah dipasang attenuator model PHI dan T, serta hasil perhitungan attenuasi berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan komponen Resistor R1 dan R2 yang tersedia dipasaran :

1. Besarnya daya output pesawat SSB , semakin tinggi frekuensi, terjadi penurunan daya output
2. Besarnya attenuasi secara teori 10 dB maka nilai $R1 = 96,2475 \text{ Ohm}$ dan $R2 = 71,15125 \text{ Ohm}$ untuk model PHI dan untuk model T , $R1 = 25,9742 \text{ Ohm}$, $R2 = 35,13,642 \text{ Ohm}$
3. Karena nilai $R1$, $R2$ berdasarkan teori tidak tersedia, maka di gunakan nilai resistor sesuai dengan komponen di pasaran, sehingga untuk model PHI nilai resistor $R1 = 100 \text{ Ohm}$, $R2 = 68 \text{ Ohm}$ dan untuk model T, nilai $R1 = 27 \text{ Ohm}$ dan $R2 = 33 \text{ Ohm}$
4. Berdasarkan nilai $R1$ dan $R2$ point 3 diatas, maka attenuasi yang diperoleh untuk attenuator model PHI secara perhitungan adalah 9,6287 dB, sedangkan model T Adalah 10,4662 dB.
5. Sedangkan dari pengukuran yang dilakukan rata-rata attenuasi untuk attenuator model PHI adalah 9,564 dB, sedangkan untuk attenuator model T adalah 8,386 dB
6. Perbedaan nilai attenuasi antara teori dan perhitungan untuk attenuator model PHI Adalah $9,629 - 9,564 = 0,065 \text{ dB}$, Sedangkan untuk model T Adalah $10,4662 - 8,386 = 2,0702 \text{ dB}$
7. Berdasarkan nilai $R1, R2$ yang tersedia dengan impedansi output 50 Ohm, hasil nilai rata-rata attenuasi untuk model PHI Adalah 89% sedangkan untuk model T adalah 85%.

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian , attenuator RF 10 dB tipe PHI dan T untuk frekuensi 3 MHz – 30 MHz :

1. Besarnya attenuasi secara teori 10 dB maka nilai $R1 = 96,2475 \text{ Ohm}$ dan $R2 = 71,15125 \text{ Ohm}$ untuk model PHI dan untuk model T , $R1 = 25,9742 \text{ Ohm}$, $R2 = 35,13,642 \text{ Ohm}$
2. Berdasarkan ketersediaan komponen maka attenuator model PHI menggunakan nilai resistor $R1 = 100 \text{ Ohm}$, $R2 = 68 \text{ Ohm}$ dan untuk model T, nilai $R1 = 27 \text{ Ohm}$ dan $R2 = 33 \text{ Ohm}$
3. Berdasarkan nilai $R1$ dan $R2$ point 2 diatas, maka attenuasi yang diperoleh untuk attenuator model PHI secara perhitungan adalah 9,6287 dB, sedangkan model T Adalah 10,4662 dB.
4. Sedangkan dari pengukuran yang dilakukan rata-rata attenuasi untuk attenuator model PHI adalah 9,564 dB, untuk attenuator model T adalah 8,386 dB
5. Berdasarkan nilai $R1, R2$ yang tersedia dengan impedansi output 50 Ohm, hasil nilai rata-rata attenuasi untuk model PHI adalah 89% sedangkan untuk model T adalah 85%. dari daya input yang diberikan

Daftar Pustaka

1. Ludwig, R., & Bretchko, P. *RF Circuit Design: Theory and Applications*. Pearson Education.
2. Bowick, C. *RF Circuit Design*. Newnes Publishing.
3. ARRL Handbook for Radio Communications.
4. Pozar, D. M. *Microwave Engineering*. Wiley.
5. Hayward, W. *Experimental Methods in RF Design*. ARRL Publications.
6. <https://www.digikey.com/en/resources/conversion-calculators/conversion-calculator-attenuator>
7. <https://www.invbat.com/309.html>