

# RANCANG BANGUN DIPLEKSER UNTUK PEMANCAR TELEVISI ULTRA HIGH FREQUENCY (UHF)

**Trie Handayani**

Jurusan Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta  
Jl. Babarsari, CT, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281, Telp/Fax: (0274) 485390/487249  
e-mail : nonoi\_18172@yahoo.com

## **Abstract**

*The development of television technology in Indonesia has growth rapidly. This fast growth is marked by the presence of 10 private television stations. Establishing a television station requires a lot of expense especially to build transmitter and tower antenna. This paper presents a research to design and built the diplexer system for merging two transmitter signals transmitted by an antenna transmitter. This design is conducted by using two copper pipes with diameter 3.2 cm and 1.4 cm. The use of different sizes of diameter is intended to obtain impedance characteristic ( $Z_0$ ) equal to  $50 \Omega$ . The copper pipe is designed to form a system diplexer with open and close end of transmission. There are two mixing frequency tested, those are 620 MHz ( at terminal A) and 600 MHz (at terminal B). The result shows that terminal A acts as a band pass filter for frequency around 620 MHz and a filter stop band for frequency around 600 MHz . Terminal B acts as a band pass filter for frequency around 600 MHz and as a stop band for frequency around 620 MHz. Based on the results obtained, this diplexer can be applied to merge two television transmitters with carrier frequency of 600 MHz and 620 MHz within a single antenna.*

*Keywords: diplexer, characteristic impedance, transmission*

## **Abstrak**

*Perkembangan teknologi televisi di indonesia mengalami pertumbuhan yang cukup pesat. Hal ini ditandai dengan makin banyaknya stasiun-stasiun televisi swasta yang hingga saat ini berjumlah sekitar 10 stasiun. Pembangunan sebuah stasiun televisi tentunya membutuhkan biaya yang cukup besar terutama untuk mendirikan pemancar dan tower antenna. Penelitian yang dilakukan adalah merancang bangun sebuah sistem diplexer untuk menggabungkan dua buah sinyal pemancar yang akan dipancarkan oleh satu antenna pemancar. Rancang bangun dilakukan dengan menggunakan dua buah pipa tembaga yang memiliki diameter masing-masing 3,2 cm dan 1,4 cm. Pipa tembaga tersebut dirancang untuk membentuk sebuah sistem diplexer dengan menggunakan sifat saluran transmisi ujung akhir terbuka dan tertutup. Penentuan diameter ini dimaksudkan untuk memperoleh impedansi karakteristik ( $Z_0$ ) sama dengan  $50 \Omega$ . Adapun frekuensi yang akan digabungkan adalah frekuensi 620 MHz (pada terminal A) dan frekuensi 600 MHz (pada terminal B). Hasil pengujian menunjukkan bahwa terminal A bersifat sebagai band pass filter untuk frekuensi sekitar 620 MHz dan bersifat sebagai band stop filter untuk frekuensi sekitar 600 MHz. Demikian pula untuk terminal B bersifat sebagai band pass filter untuk frekuensi sekitar 600 MHz dan bersifat sebagai band stop untuk frekuensi sekitar 620 MHz. Dengan demikian diplexer ini dapat digunakan untuk menggabungkan dua buah pemancar televisi dengan frekuensi pembawa 600 MHz dan 620 MHz menggunakan sebuah antena.*

*Kata kunci : diplexer, impedansi karakteristik, transmisi*

## **1. PENDAHULUAN**

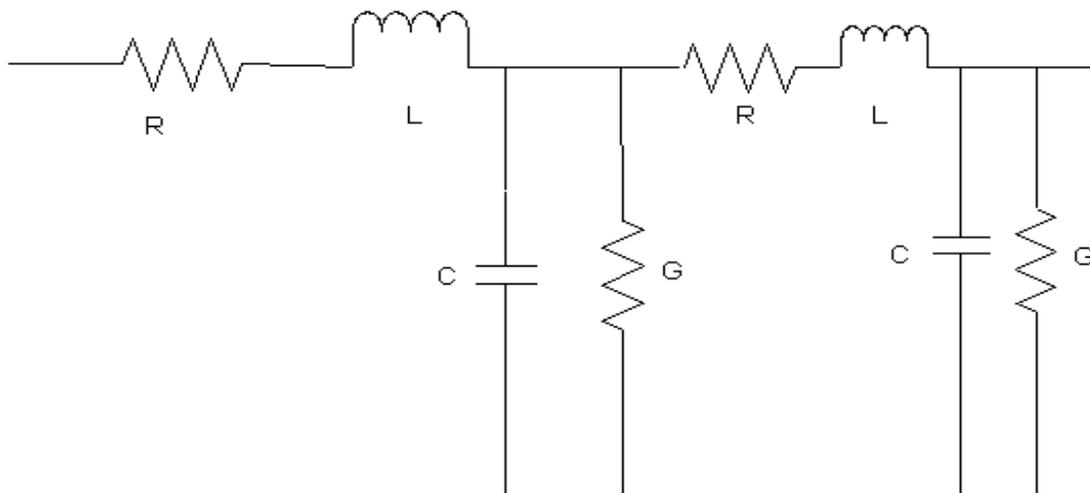
Perkembangan teknologi televisi di Indonesia mengalami pertumbuhan yang cukup pesat. Hal ini ditandai dengan makin banyaknya stasiun-stasiun televisi swasta yang hingga saat ini berjumlah lebih dari 10 stasiun. Televisi adalah salah satu penemuan paling penting dalam teknologi. Televisi memiliki dua buah frekuensi yaitu Very High Frequency (VHF) dan

Ultra High Frequency (UHF). Kedua frekuensi ini telah sama-sama menggunakan satelit dan fiber optic sejak tahun 1970 untuk proses pengiriman informasi baik itu untuk siaran berita ataupun acara lainnya. Pertelevision di Indonesia diawali pada tahun 1962 oleh TVRI di Jakarta dengan menggunakan transmitter televisi Very High Frequency (VHF). Pada tahun 1987, yaitu lahirnya stasiun penyiaran televisi swasta pertama di Indonesia, dan transmitter televisi (TV) swasta pertama tersebut memakai alokasi frekuensi pada pita Ultra High Frequency (UHF) [1].

Pemancar merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari penyiaran televisi. Dari peralatan ini dipancarkan sinyal *Radio Frequency* (RF) yang terdiri dari sinyal gambar dan sinyal suara. Untuk memancarkan suatu gelombang atau sinyal RF maka diperlukan suatu antena pemancar yang akan mengubahnya menjadi gelombang elektro magnetik dan diterima oleh antena penerima [2]. Sebuah stasiun televisi umumnya menggunakan satu antena pemancar. Dalam perkembangannya untuk lebih mengoptimalkan kinerja, sebuah antena pemancar digunakan untuk memancarkan dua atau lebih sinyal televisi. Untuk keperluan tersebut menggunakan piranti tambahan yang disebut diplexer [3].

Diplexer adalah sebuah piranti tiga terminal yang memisahkan sinyal-sinyal input menjadi dua port output. Sebuah diplexer memultipleks dua port ke satu port. Pada dasarnya diplexer tersusun atas dua band pass filter dengan frekuensi yang berbeda [4]. Dalam perancangan diplexer konvensional dibutuhkan rangkaian kombinasi dengan transformer impedance untuk dua band pass filter pada port input sehingga membentuk sambungan T atau Y [5, 6].

Saluran transmisi baik yang memakai kabel tembaga ataupun menggunakan pipa dapat berfungsi sebagai rangkaian elektronika yaitu dapat berupa rangkaian R, L, dan C [8]. Selain itu saluran transmisi juga dapat digunakan sebagai filter [7]. Adapun rangkaian ekuivalen untuk saluran transmisi dengan menggunakan pipa koaksial ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian ekuivalen saluran transmisi

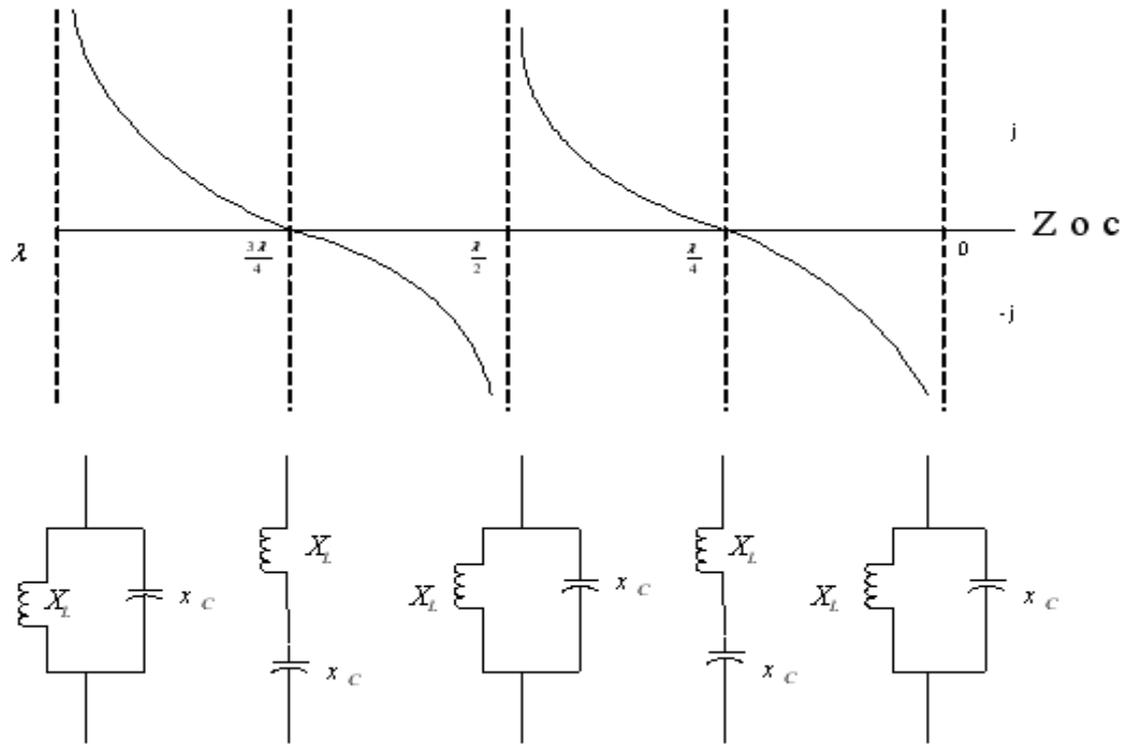
Besarnya impedansi karakteristik saluran transmisi berupa kabel koaksial adalah:

$$Z_0 = 138 \times \log \frac{b}{a} \quad (1)$$

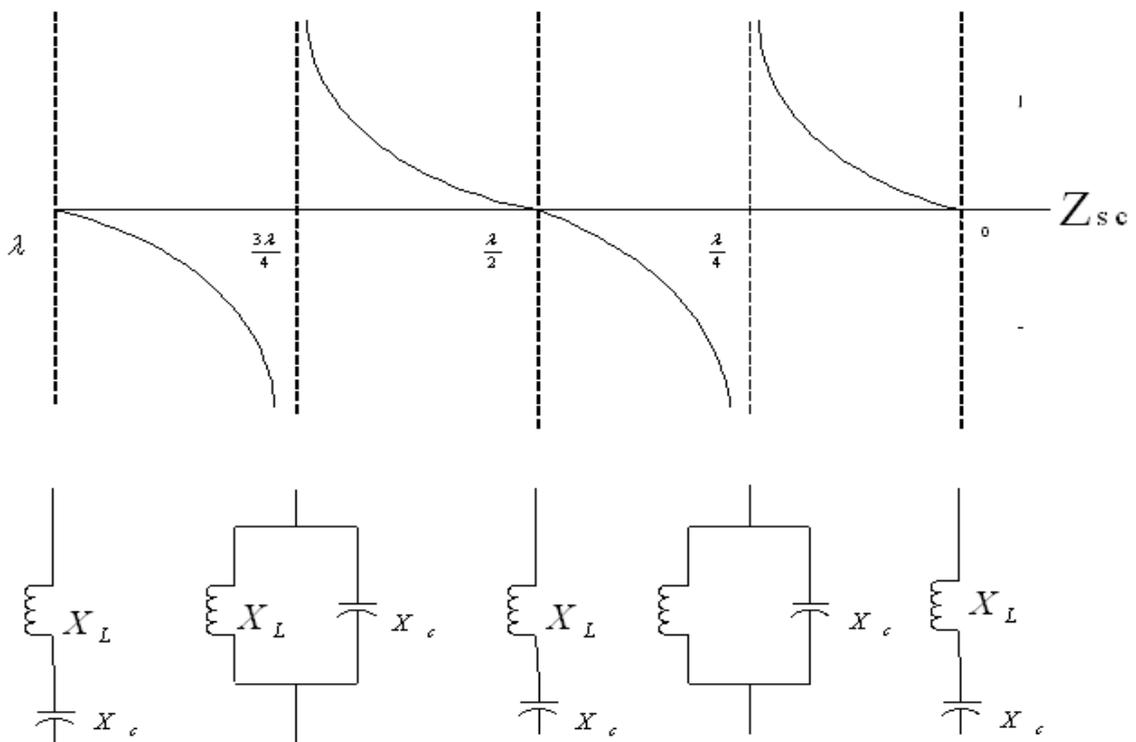
dengan a : diameter konduktor luar dalam cm

b : diameter konduktor dalam dalam cm

Rangkaian ekuivalen serta sifat saluran transmisi pada saluran dengan ujung akhir terbuka dapat ditunjukkan dengan Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian ekuivalen saluran transmisi ujung akhir terbuka



Gambar 3. Rangkaian ekuivalen pada saluran transmisi ujung akhir tertutup

Saluran transmisi dengan ujung akhir tertutup memiliki impedansi sama dengan nol, sehingga arus pada titik ini adalah maksimal dan tegangannya adalah minimal nol. Pada titik-titik yang berjarak  $1/2\lambda$ ,  $1\lambda$  dan seterusnya sifat saluran transmisi adalah resonan seri, sedangkan pada titik dengan jarak  $1/4\lambda$ ,  $3/4\lambda$ ,  $5/4\lambda$ ,  $7/4\lambda$  dan seterusnya sifat saluran transmisi adalah resonan paralel. Adapun rangkaian ekuivalen saluran dengan ujung akhir tertutup ditunjukkan pada Gambar 3.

Pada penelitian ini dibuat sistem diplexer untuk frekuensi 600 MHz (terminal B) dan 620 MHz (terminal A). Terminal A dirancang sebagai *band pass filter* untuk frekuensi sekitar 620 MHz dan *band stop filter* untuk frekuensi sekitar 600 MHz sedangkan terminal B dirancang sebagai *band pass filter* untuk frekuensi 600 MHz dan *band stop filter* untuk frekuensi 620 MHz.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada perancangan ini digunakan dua buah pipa tembaga dengan diameter konduktor dalam sebesar 1,4 cm dan diameter konduktor luar 3,2 cm, sehingga besarnya impedansi karakteristik,  $Z_0$  dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1) sebagai berikut:

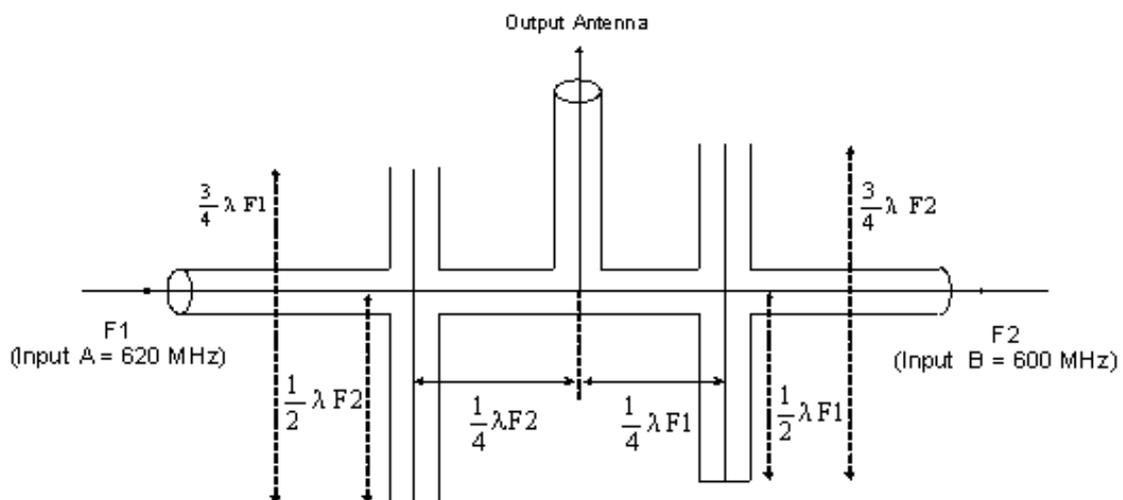
$$Z_0 = 138 \times \log \frac{b}{a} = 138 \times \log \frac{3,2}{1,4} \approx 49,5 \Omega$$

Perancangan alat dilakukan berdasarkan pada sifat saluran dengan ujung akhir terbuka dan ujung akhir tertutup, dan dalam penelitian ini digunakan keduanya. Perancangan untuk *band stop filter* menggunakan sifat saluran ujung akhir tertutup dan untuk *band pass filter* [9] menggunakan sifat saluran ujung akhir terbuka. Pada frekuensi 600 MHz, panjang gelombang adalah sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{600 \cdot 10^6} = 0,5 \text{ m}$$

sedangkan panjang gelombang untuk frekuensi 620 MHz adalah sebesar:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{620 \cdot 10^6} \approx 0,48 \text{ m}$$



Gambar 4. Konstruksi diplexer untuk frekuensi 600 MHz dan 620 MHz

panjang gelombang dari kedua frekuensi ini akan dijadikan sebagai acuan rancangan diplexer dengan ukuran  $\frac{1}{4}\lambda, \frac{1}{2}\lambda, \frac{3}{4}\lambda$ , dan  $1\lambda$ , untuk masing-masing frekuensi baik pada saluran transmisi dengan ujung akhir terbuka maupun tertutup. Rancangan sistem diplexer untuk frekuensi 600 MHz dan 620 MHz ditunjukkan dalam Gambar 4. Terminal A dirancang sebagai *band pass filter* untuk frekuensi sekitar 620 MHz dan *band stop filter* untuk frekuensi sekitar 600 MHz sedangkan terminal B dirancang sebagai *band pass filter* untuk frekuensi 600 MHz dan *band stop filter* untuk frekuensi 620 MHz.

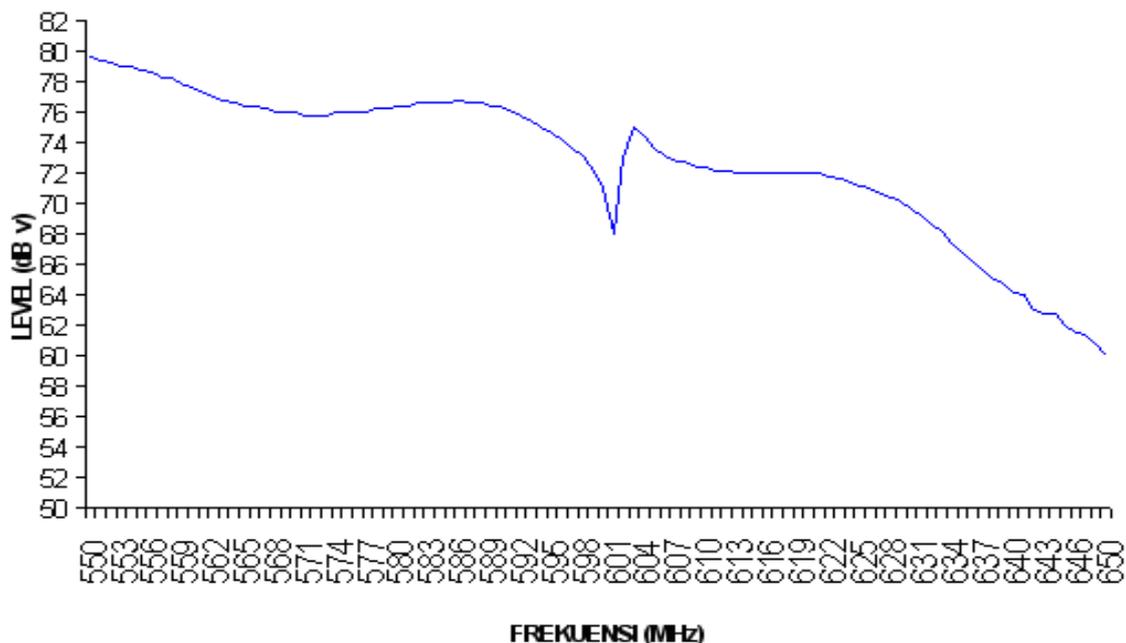
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian alat dilakukan sebanyak empat kali yaitu:

- Pengujian dengan input pada terminal A dan output pada terminal antenna dengan terminal B dipasang beban tiruan  $50 \Omega$ .
- Pengujian dengan input pada terminal B dan output pada terminal antenna dengan terminal A dipasang beban tiruan  $50 \Omega$ .
- Pengujian dengan input pada terminal A dan output pada terminal B dengan terminal antenna dipasang beban tiruan  $50 \Omega$ .
- Pengujian dengan input pada terminal B dan output pada terminal A dengan terminal antenna dipasang beban tiruan  $50 \Omega$ .

Level tegangan input dibuat tetap untuk berbagai frekuensi yaitu  $92 \text{ dB}\mu\text{v}$ .

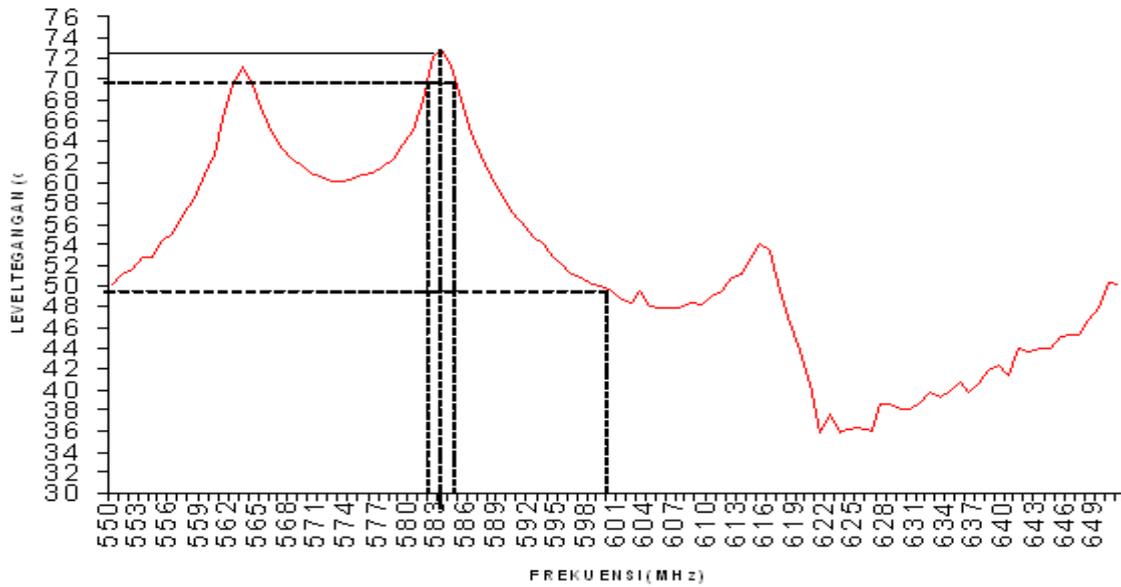
Hasil pengujian dengan input pada terminal A dan output diukur pada antenna ditunjukkan pada Gambar 5. Hasil pengujian menunjukkan bahwa level output tertinggi adalah pada frekuensi 550 MHz, yakni  $79,6 \text{ dB}\mu\text{v}$  dan frekuensi 601 MHz yakni  $68 \text{ dB}\mu\text{v}$ . Disini sudah dapat diamati bahwa jika input pada terminal A akan melemahkan sinyal pada frekuensi disekitar 600 MHz.



Gambar 5. Grafik hasil pengujian dengan input A dan output antenna

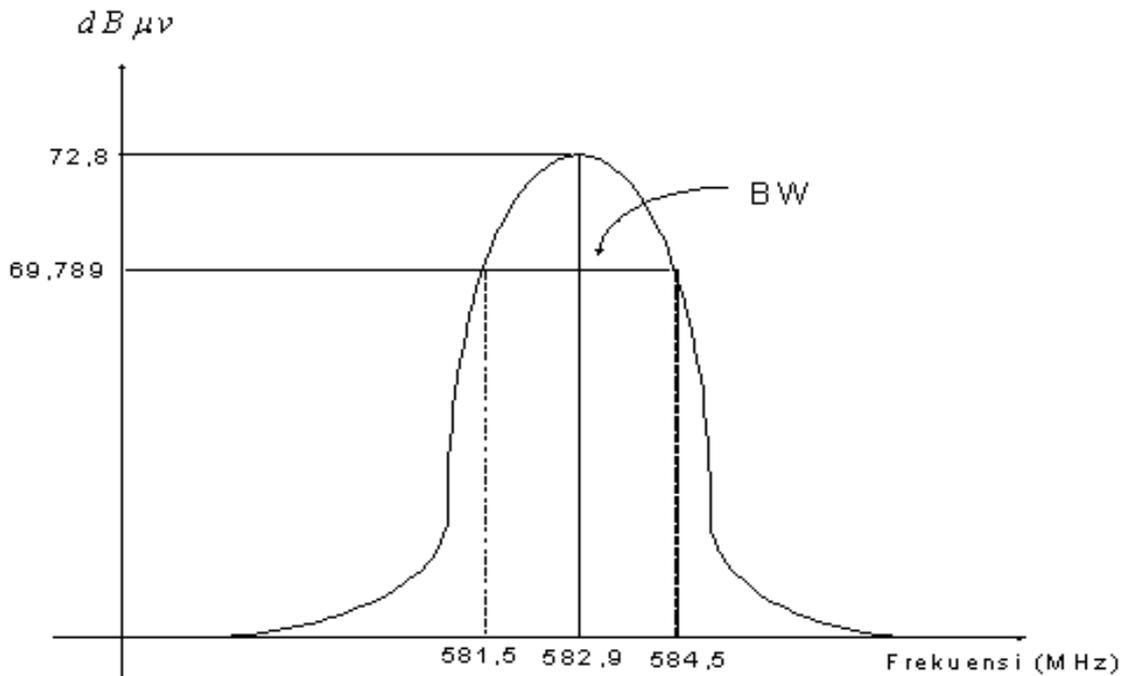
Hasil pengujian dengan input pada terminal B dan output diukur pada antenna ditunjukkan pada Gambar 6. Bentuk gelombang keluaran pada antenna dengan input B menunjukkan puncak level tertinggi adalah pada frekuensi 582,9 MHz yakni  $72,8 \text{ dB}\mu\text{v}$ , sedangkan pada frekuensi 600 MHz level keluaran adalah  $49,4 \text{ dB}\mu\text{v}$ , sehingga rangkaian ini

lebih cocok untuk masukan sinyal dengan frekuensi 582,9 MHz. Fungsi band stop filter sudah bisa diamati yakni terjadi pelemahan sinyal pada frekuensi sekitar 620 MHz.



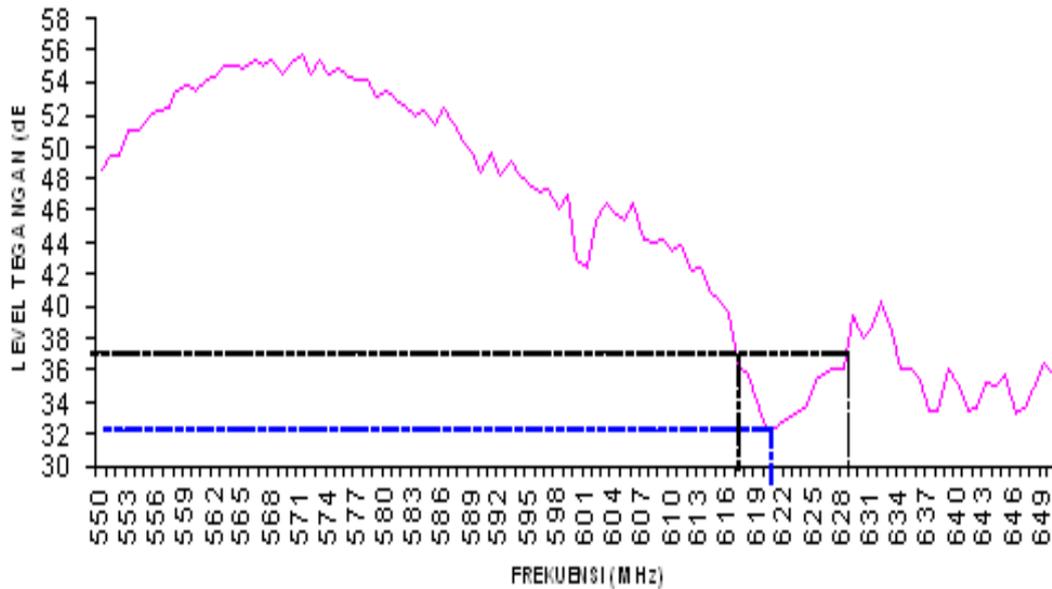
Gambar 6. Grafik hasil pengujian dengan input B dan output antenna

Jika diinginkan menghitung frekuensi batas bawah dan batas atas (-3dB) dari bidang lewatannya, maka dapat dipresentasikan seperti terlihat pada Gambar 7. Adapun pengujian dengan input pada terminal A dan output pada terminal B diperoleh hasil seperti pada Gambar 8.

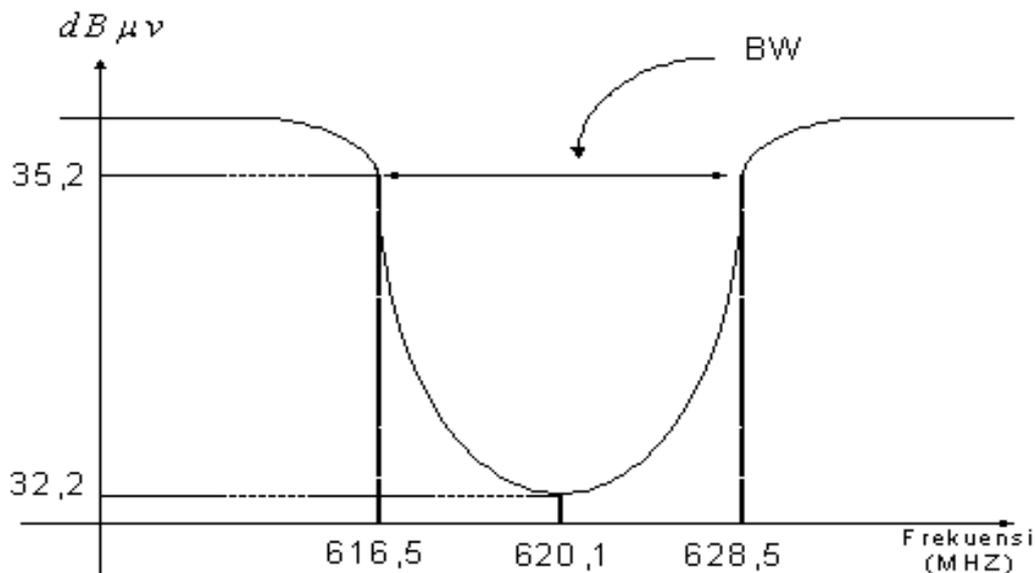


Gambar 7. Representasi *band pass filter* frekuensi 582,9 MHz

Gambar 8. menunjukkan hasil yang sesuai dengan pengujian terdahulu yakni terminal B berfungsi sebagai *band stop filter* [9] untuk frekuensi sekitar 620 MHz, terlihat bahwa level tegangan pada frekuensi 600 yakni 43 dB $\mu$ v dan level terendah pada frekuensi 620,1 MHz yakni 32,2 dB $\mu$ v, batas frekuensi bawah dan frekuensi atas (+3dB) bidang hentian bisa ditampilkan seperti pada Gambar 9.

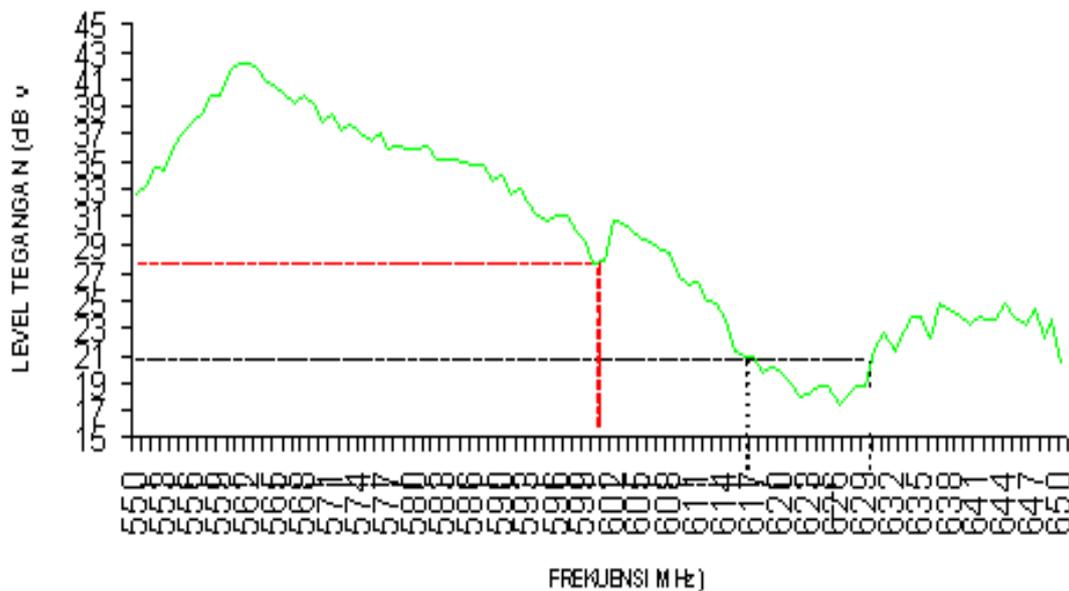


Gambar 8. Grafik hasil pengujian dengan input A dan output B



Gambar 9. Representasi *band stop filter* untuk frekuensi 620,1 MHz

Gambar 10. menunjukkan hasil pengujian dengan input pada terminal B dan output pada terminal A. Terlihat bahwa hasil ini menyerupai pengujian sebelumnya karena fungsinya memang sama walaupun input pada terminal A dan output pada terminal B atau sebaliknya. Level tegangan terendah pada frekuensi 626,2 (sekitar 620) MHz yakni 17,4 dB $\mu$ v dan level tegangan untuk frekuensi 600 MHz adalah 27,6 dB $\mu$ v.



Gambar 10. Grafik hasil pengujian dengan input B dan output A

#### 4. SIMPULAN

Paper ini telah menyajikan rancang bangun sebuah sistem diplexer untuk pemancar TV UHF yang menggabungkan dua buah sinyal pemancar yang akan dipancarkan oleh satu antenna pemancar. Sistem diplexer yang telah dirancang, menggunakan dua buah pipa tembaga dengan diameter berbeda memanfaatkan sifat saluran transmisi ujung akhir terbuka dan tertutup. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa rancangan sistem diplexer ini dapat digunakan untuk menggabungkan dua buah pemancar TV UHF dengan frekuensi pembawa 600 MHz dan 620 MHz dengan hanya sebuah antenna.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Darmadi, "Pemancar Televisi VHF dan UHF", The Television Consultants (TVC), <http://tvconsulto.com/?p=57>, 2009.
- [2]. Grob, B., "Basic Television and Video System", McGraw-Hill, New York, 1984.
- [3]. C.W. Tang and S.F.You, "Design the Duplexer and Dual Band Filter with Multiple Capacitively Loaded Coupled Lines", In IASTED Int. Antennna, Radar, and Wave Propag. Conf., Banff, AB, Canada, pp.161 -165, Juli. 8-10, 2004.
- [4]. Matthaei, G., Young, L., and Jones, E.M., "Microwave Filter, Impedance-Matching Networks and Coupling Structures", McGraw;Hill, New York, 1964.
- [5]. Strassner, B., and Chang.: "Wide-Band Low-Loss High-Isolation Microstrip Periodic-Stub Diplexer for Multiple-Frekuensi Application", IEEE Trans. Microw. Theory Tech, 49, (10), pp. 1818-1820, 2001.
- [6]. Bonache, J., et al., "Complementary Split Ring Resonator for Microstrip Diplexer Design", Electron. Lett, 41, (14), pp. 810-811, 2005.
- [7]. Coughlin, R.F. and Driscoll, F.F., "Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu", (terjemahan Semitro, H.W.), Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1986.
- [8]. Roody, R. and Coolen, J. "Komunikasi Elektronika", Edisi pertama, Erlangga, Jakarta, 1986.
- [9]. C. Quando, E. Rius, and C. Person, "An Original Topology of Dual-Band Filter With Trnsmission Zeros", in IEEE MTT-Int.Microw. symp.Dig., pp. 1093-1096, 2003.