

# Penyelesaian Perhitungan pada Matching Saluran Transmisi $\lambda/4$ Menggunakan Pemrograman Berbasis Website

Viving Frendiana<sup>1</sup>, Muhammad Teddy Rahmansyah<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta  
Jl. Prof. DR. G. A. Siwabessy, Kampus Baru UI, Beji, Depok, Jawa Barat, 16424, Indonesia

E-mail: [viving.frendiana@elektro.pnj.ac.id](mailto:viving.frendiana@elektro.pnj.ac.id)

## Abstrak

Rangkaian *matching* dengan saluran transmisi  $\lambda/4$ , sering disebut juga dengan *impedance transformer*  $\lambda/4$ , adalah saluran transmisi atau pemandu gelombang (*waveguide*) dengan  $1/4$  panjang gelombang ( $\phi$ ) yg diterminasi dengan impedansi beban. Pada banyak aplikasi diinginkan kondisi tak adanya refleksi pada sambungan saluran transmisi. Oleh sebab itu untuk mengeliminasi refleksi akibat perbedaan impedansi beban dengan impedansi gelombang, dipakai teknik penyamaan/penyesuaian impedansi (*impedance matching techniques*). Penyepadanan impedansi dilakukan dengan tujuan untuk menyepadankan impedansi beban dengan impedansi karakteristik pada saluran transmisi agar saluran transmisi dapat *matching*, sehingga proses transmisi pada sejumlah daya tidak terjadi pantulan yang mengakibatkan seluruh daya yang ditransmisikan dapat diserap. Pada penelitian ini, dirancang penyelesaian rangkaian *matching* saluran transmisi  $\lambda/4$  menggunakan pemrograman berbasis *website*. Hasil perhitungan simulasi menggunakan aplikasi *website* didapat nilai impedansi pada saluran transmisi dengan transformator  $\lambda/4$  sesuai dengan perhitungan persamaan matematis. Proses *matching* pada perhitungan ini mensyaratkan impedansi beban yang riil.

*Keywords: Impedansi, Pemrograman berbasis web, Rangkaian matching, Sistem transmisi, Transformator  $\lambda/4$*

## Abstract

*The matching circuit with a  $\lambda/4$  transmission line, often called an impedance transformer  $\lambda/4$ , is a transmission line or waveguide with a  $1/4$  wavelength ( $\phi$ ) terminated by the load impedance. In many applications a condition of no reflection is desired at the transmission line connection. Therefore, to eliminate reflections due to differences in load impedance and wave impedance, impedance matching techniques are used. Impedance matching is carried out with the aim of matching the load impedance with the characteristic impedance on the transmission line so that the transmission line can be matched, so that the transmission process for a certain amount of power does not occur reflections which result in all transmitted power being absorbed. In this study, the completion of the  $\lambda/4$  transmission line matching circuit was designed using website-based programming. The results of the simulation calculations using the website application obtained the impedance value on the transmission line with the  $\lambda/4$  transformer according to the calculation of the mathematical equation. The matching process in this calculation requires a real load impedance.*

*Keywords: Impedance, Matching circuit, Transmission system, Web-based programming,  $\lambda/4$  transformer*

## 1. Pendahuluan

Rangkaian *matching* bertugas untuk melakukan pemadanan dari impedansi beban ke saluran transmisi penyambung. Secara umum, teknik pemadanan bersifat *narrow band*, berlaku secara sempurna hanya pada suatu titik frekuensi tertentu.

Pada banyak aplikasi diinginkan kondisi tak adanya refleksi pada sambungan saluran transmisi. Oleh sebab

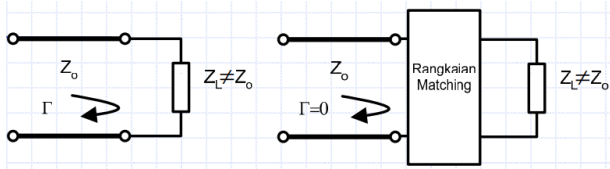
itu untuk mengeliminasi refleksi akibat perbedaan impedansi beban dengan impedansi gelombang, dipakai teknik penyamaan/penyesuaian impedansi (*impedance matching techniques*). Prinsip kerjanya adalah menyisipkan sebuah rangkaian *matching* di antara beban dan saluran transmisi yang akan dipasangkan [1].

Penyepadanan impedansi dilakukan dengan tujuan untuk menyepadankan impedansi beban dengan impedansi karakteristik pada saluran transmisi agar saluran transmisi

dapat *matching*, sehingga proses transmisi pada sejumlah daya tidak terjadi pantulan yang mengakibatkan seluruh daya yang ditransmisikan dapat diserap.

Tujuan *matching impedance*:

- Memaksimalkan daya kirim dari sumber ke beban.
- Meminimalisasi rugi – rugi di saluran transmisi.
- Memaksimalkan S/No pada input penerima.
- Meminimalisasi distorsi signal di saluran transmisi.



Gambar 1. Prinsip Teknik Rangkaian Matching [1]

Ada dua jenis transformator impedansi (rangkaian *matching*) yang bekerja pada interval frekuensi yang sempit (*narrow band*) dan yang lebar (*broad band*) [1].

$$Z_{in} = Z_t \left\{ \frac{Z_L + jZ_t \tan 2\pi/\lambda(L)}{Z_t + jZ_L \tan 2\pi/\lambda(L)} \right\} \quad (1)$$

Pada transformator  $\lambda/4$ , pada bagian L (panjang) diubah menjadi  $\lambda/4$  lambda. Sehingga menghasilkan persamaan:

$$Z_{in} = Z_t \left\{ \frac{Z_L + jZ_t \tan 2\pi/\lambda(\lambda/4)}{Z_t + jZ_L \tan 2\pi/\lambda(\lambda/4)} \right\} \quad (2)$$

Dari persamaan di atas dapat disederhanakan lagi, sehingga menghasilkan persamaan:

$$Z_{in} = Z_0 = \frac{Z_t^2}{Z_L} \quad (3)$$

Persamaan di atas dapat disederhanakan lagi menjadi:

$$Z_t = \sqrt{Z_0 Z_L} \quad (4)$$

Keterangan:

$Z_t$  = Impedansi transformator  $\lambda/4$

$Z_0$  = Impedansi karakteristik

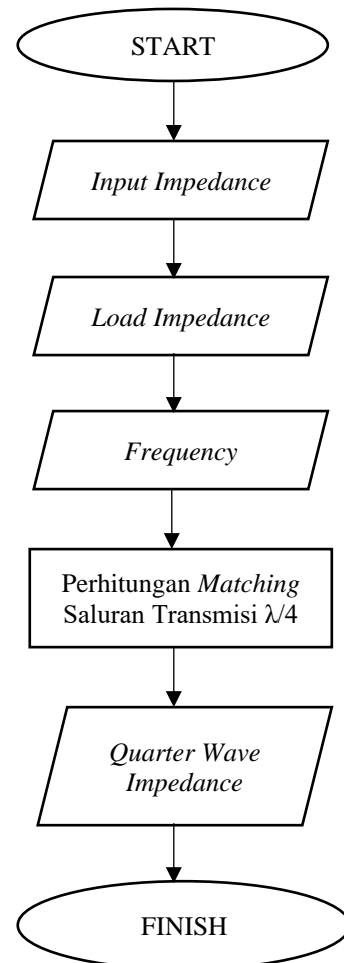
$Z_L$  = Impedansi beban

Selama ini dalam pengamatan rangkaian *matching* saluran transmisi  $\lambda/4$  didesain menggunakan dua cara: perhitungan persamaan matematis dan menggunakan bantuan *smithchart*. Seiring berkembangnya zaman, perlu penyelesaian untuk mendapat ketelitian yang baik dan dalam waktu yang singkat maka perlu bantuan teknologi komputer. Pada penelitian ini, dirancang penyelesaian rangkaian *matching* saluran transmisi  $\lambda/4$  menggunakan pemrograman berbasis *website*. Pada pemrograman berbasis *website* perlu menggabungkan

minimal beberapa bahasa pemrograman, yaitu: HTML, CSS, JavaScript dan PHP MySQL.

## 2. Metode Penelitian

Rangkaian *matching* dengan saluran transmisi  $\lambda/4$ , sering disebut juga dengan *impedance transformator*  $\lambda/4$ , adalah saluran transmisi atau pemandu gelombang (*waveguide*) dengan  $1/4$  panjang gelombang ( $\varphi$ ) yg diterminasi dengan impedansi beban. Rangkaian ini menampilkan input dari dua impedansi yang diterminasi. Rangkaian ini mirip dengan konsep stub, tapi rangkaian stub diterminasi dengan rangkaian pendek atau rangkaian terbuka dan panjangnya ditentukan untuk menghasilkan impedansi yang diperlukan. Tetapi rangkaian *matching* dengan saluran transmisi  $\lambda/4$  bekerja sebaliknya, rangkaian ini menentukan panjang dan terminasinya dirancang untuk menghasilkan impedansi yang dibutuhkan. Hubungan antara karakteristik impedansi ( $Z_0$ ), impedansi input ( $Z_{in}$ ), dan impedansi beban ( $Z_L$ ) adalah  $Z_{in}/Z_0 = Z_0/Z_L$ .

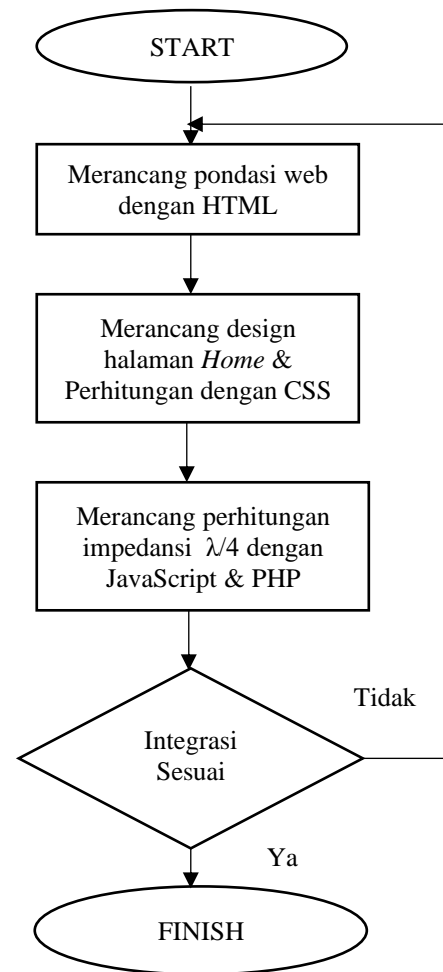


Gambar 2. Flowchart Perhitungan Matching Salauran Transmisi  $\lambda/4$

Metode saluran trafo  $\lambda/4$  adalah salah satu metode penyesuaian impedansi dimana sebagai penyesuaian impedansi digunakan saluran dengan panjang  $\lambda/4$  dengan menentukan harga impedansi karakteristik sedemikian rupa sehingga dicapai *matching* impedansi dari dua media yang dihubungkan. Proses *matching* ini menyaratkan impedansi beban yang riil

Gambar 2 menunjukkan *flowchart* perhitungan *matching* saluran transmisi  $\lambda/4$ . Tahap pertama adalah menginput nilai dari impedansi input, impedansi beban dan frekuensi yang digunakan. Selanjutnya dilakukan proses perhitungan *matching* saluran transmisi  $\lambda/4$  menggunakan rumus  $Z_{01} = \frac{Z^2_{02}}{R_R}$ . Dari hasil perhitungan tersebut akan didapat nilai impedansi *matching* seperempat gelombang. Perhitungan diatas adalah untuk impedansi beban yang riil. Apabila impedansi beban tidak riil maka diperlukan proses untuk menjadikan riil terlebih dahulu dengan menambahkan sebuah saluran transmisi. Hasil transformasi ini menjadi riil, jika diputar sampai impedansi beban itu ke posisi tegangan maksimum (pada sumbu riil positif) atau ke posisi tegangan minimum (pada sumbu riil negatif) sehingga hanya satu panjang saluran transmisi tertentu saja yang harus dipasangkan Atau dengan cara menggunakan komponen kapasitor/induktor yang bertugas untuk mengkompensasikan komponen reaktif di beban, sehingga transformator  $\lambda/4$  didapatkan beban riil.

Pada Gambar 3 merupakan alur *flowchart* dari pembuatan sistem penyelesaian perhitungan *matching* saluran transmisi  $\lambda/4$ . Tahap pembuatan diawali dengan merancang dasar web dengan HTML (*Hypertext Markup Language*). HTML merupakan bahasa markup standar untuk membuat dan menyusun halaman dan aplikasi web. Langkah berikutnya merancang *design* halaman *home* dan halaman perhitungan menggunakan CSS (*Cascading Style Sheets*), langkah ini dibutuhkan untuk mengatur seluruh tampilan *website* sehingga terlihat lebih menarik. Kemudian langkah yang paling penting adalah merancang perhitungan impedansi  $\lambda/4$  menggunakan javascript dan php sehingga *website* lebih dinamis dan interaktif. Tahap terakhir adalah intergrasi semua bahasa pemrograman dan memastikan *website* berjalan sesuai dengan fungsionalitasnya.



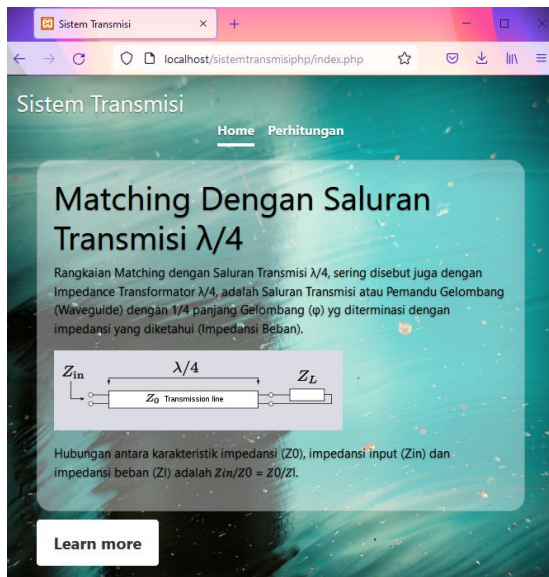
Gambar 3. *Flowchart* Pembuatan Sistem

### 3. Hasil dan Pembahasan

Program ini membutuhkan XAMPP untuk dijalankan. Folder program ini harus berada di *directory* khusus yang ada di dalam XAMPP. C:/xampp/htdocs/(folder program)

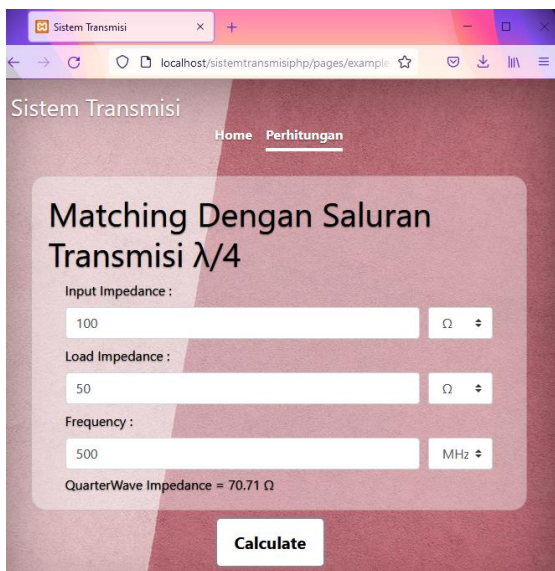
Cara menjalankan program:

1. Install XAMPP Control Panel
2. Aktifkan/start server apache yang ada di xampp-control-panel
3. Masuk ke web browser dan ketik <http://localhost/dashboard/>
4. Ganti url /dashboard/ menjadi folder program [http://localhost/\(folder program\)/](http://localhost/(folder program)/)
5. Untuk kasus ini: <http://localhost/sistemtransmisiphp/>



Gambar 4. Tampilan Halaman Home

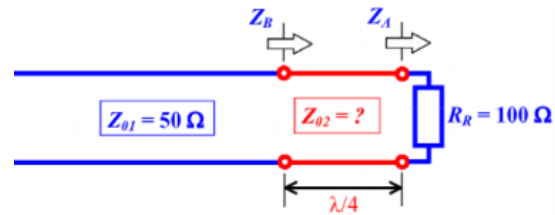
Gambar 4 menunjukkan tampilan halaman *home* yang berisi informasi perihal teori rangkaian *matching* dengan saluran transmisi  $\lambda/4$ . Apabila *button Learn more* diklik maka halaman akan dialihkan ke *website* wikipedia yang membahas tentang saluran transmisi dengan transformator  $\lambda/4$ .



Gambar 5. Tampilan Halaman Perhitungan

Pada Gambar 5 menampilkan hasil perhitungan dari sebuah rangkaian *matching* dengan saluran transmisi  $\lambda/4$  mempunyai impedansi beban yang riil. Impedansi adalah gabungan nilai hambatan yang dihasilkan oleh beban berupa resistor yang dihubungkan dengan kapasitor atau induktor. *Input Impedance* adalah impedansi input atau impedansi masukan dengan satuan Ohm. *Load Impedance* adalah impedansi beban dengan satuan Ohm.

Sedangkan *Frequency* adalah nilai frekuensi yang dipakai dengan satuan Hertz. Semua parameter yang diinputkan pada masing-masing *textfield* harus berupa angka, apabila yang diinputkan berupa huruf, karakter atau simbol maka akan muncul pesan “inputan harus berupa angka”. Impedansi input adalah sebesar 100 Ω dan impedansi beban sebesar 50 Ω. Sedangkan frekuensi disetting pada nilai 500 MHz.



Gambar 6. Rangkaian *Matching* dengan Transformator  $\lambda/4$  [1]

$$Z_B = \frac{Z_{02}^2}{R_R} = Z_{01}$$

$$Z_{02} = \sqrt{Z_{01} \cdot R_R}$$

$$Z_{02} = \sqrt{50 \cdot 100} = 70,71 \Omega$$

Sebuah rangkaian *matching* dengan saluran transmisi  $\lambda/4$  mempunyai impedansi beban yang riil ditunjukkan pada Gambar 6. Diketahui nilai input impedansi 50 Ω dan impedansi beban 100 Ω. Secara perhitungan didapat nilai impedansi pada saluran transmisi sebesar 70,71 Ω. Dari hasil perhitungan menggunakan rumus dan secara simulasi menggunakan aplikasi *website* didapatkan hasil yang sama yaitu nilai impedansi pada saluran transmisi dengan transformator  $\lambda/4$  adalah 70,71 Ω.

Performance Metrics			
<b>First Contentful Paint</b> How quickly content like text or images are painted onto your page. A good user experience is 0.9s or less.	Good - Nothing to do here 627ms	<b>Time to Interactive</b> How long it takes for your page to become fully interactive. A good user experience is 2.5s or less.	Good - Nothing to do here 627ms
<b>Speed Index</b> How quickly the contents of your page are visibly populated. A good user experience is 1.3s or less.	OK, but consider improvement 1.6s	<b>Total Blocking Time</b> How much time is blocked by scripts during your page loading process. A good user experience is 150ms or less.	Good - Nothing to do here 0ms
<b>Largest Contentful Paint</b> How long it takes for the largest element of content (e.g. a hero image) to be painted on your page. A good user experience is 1.2s or less.	Good - Nothing to do here 627ms	<b>Cumulative Layout Shift</b> How much your page's layout shifts as it loads. A good user experience is a score of 0.1 or less.	Good - Nothing to do here 0

Gambar 7. *Performance Metrics*

Performa kinerja website dianalisa menggunakan GTmetrix untuk menganalisis dan mengoptimalkan situs web. Dari tabel *performance metrics* dapat diketahui nilai *First Contentful Paint* termasuk kategori bagus yaitu sebesar 627 ms. *First Contentful Paint* adalah parameter seberapa cepat konten seperti teks atau gambar di-load pada halaman website. Sedangkan nilai *speed index* tergolong baik dengan nilai berkisar 1.6 detik, namun

perlu ditingkatkan karena nilai *good user experience* yang baik untuk *speed index* adalah 1.3 detik atau kurang dari itu. Parameter lain seperti *Largest Contentful Paint*, *Time to Interactive*, *Total Blocking Time* dan *Cumulative Layout Shift* termasuk dalam kriteria bagus



**Gambar 8. Performance Report**

Website yang berhasil dibuat dihosting dengan nama *domain* <https://sistemtransmisi.000webhostapp.com/>. Kinerja website ditest dengan memilih Vancouver, Canada sebagai lokasi pengecekan tes kecepatan. Berdasarkan *performance report* diperoleh nilai performa 98% dan struktur 86% artinya performa dan kecepatan website sangat baik.

#### 4. Kesimpulan

Rangkaian *matching* dengan saluran transmisi  $\lambda/4$  bekerja dengan menentukan panjang dan terminasinya, dirancang untuk menghasilkan impedansi yang dibutuhkan. Hasil perhitungan simulasi menggunakan aplikasi *website* didapat nilai impedansi pada saluran transmisi dengan transformator  $\lambda/4$  sesuai dengan perhitungan persamaan matematis. Proses *matching* pada perhitungan ini mensyaratkan impedansi beban yang riil.

#### Daftar Acuan

- [1] M. Alaydrus, *Saluran Transmisi Telekomunikasi*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2009, p.107.
- [2] D.P. Wati, I. Santoso, A.A. Zahra, *Simulasi Smith Chart Untuk Penyesuaian Impedansi Tipe Trafo  $\lambda/4$  dan Tipe Single Stub*. Universitas Diponegoro, Semarang (2015).
- [3] B. S. Subagio, *Saluran Transmisi Frekuensi 850-950 MHz Menggunakan Teknologi Microstrip*. Politeknik Negeri Semarang, Semarang (2014).
- [4] Roger L. Freeman, "Fundamental of Telecommunication", John Wiley & Sons, 1999.
- [5] *Principle and Application of Optical Communication*, Ming Max, Liu Kang Mc-Graw Hill Companies, inc 1996.
- [6] M. Alaydrus, *Prinsip dan Aplikasi Antena*, Graha Ilmu, Jakarta, 2011.
- [7] B. S. Nugroho, F. Y. Zulkifli, and E. T. Rahardjo, *Lossy-Transmission-Line Analysis of Frequency Reconfigurable Rectangular-Ring Microstrip Antenna*. International Journal of Microwave Science and Technology (2014).
- [8] A. Dingli and S. Cassar, *An Intelligent Framework for Website Usability*. Advances in Human-Computer Interaction (2014).
- [9] D. Sulasih, A. Tarmuji, *Analisis Website Universitas Ahmad Dahlan dengan Metode Usability Testing*. Jurnal Sarjana Teknik Informatika (2015).
- [10] Nurhayati. *Analisa Website Puslit Indonesia Dengan Menggunakan Webqual Untuk Pengukuran Kualitas Website*. Jurnal Sistem Informasi dan Telematika (2013).