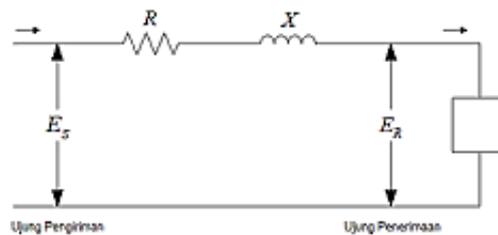


BAB II TINJAU PUSTAKA

2.1 Saluran Transmisi

Suatu saluran transmisi jika dilihat dari sudut pandang rangkaian akan mempunyai resistansi dan induktansi yang terbentuk dari kawat penghantar, serta konduktansi dan kapasitansi shunt dari dielektrikum yang terdapat diantara penghantar, yang bersama-sama membentuk admitansi shunt dari saluran. Saluran transmisi diartikan sebagai suatu susunan yang membawa perambatan gelombang elektromagnetik dari titik α ke titik β . Pada saluran transmisi permukaan sepanjang propagasi berada dalam daerah z dengan frekuensi ω sehingga nilai gelombang sebesar $\beta = \omega/c$, maka z dalam daerah waktu tergantung dari tegangan dan arus.



Gambar 2.1 Saluran Transmisi dan Variabelnya.^[7]

Pada gambar 2.1 ditunjukkan variabel resistansi, induktansi, kapasitansi, dan konduktansi. Resistansi efektif atau R dari suatu penghantar adalah kemampuan suatu kabel saluran transmisi untuk menghambat aliran arus listrik, resistansi ini yang menyebabkan rugi daya pada saluran transmisi. Induktansi adalah sifat rangkaian yang menghubungkan tegangan yang diimbaskan oleh perubahan fluks dengan kecepatan perubahan arus. Kapasitansi pada saluran transmisi adalah akibat beda potensial antara penghantar, baik antara penghantar-penghantar maupun antara penghantar-tanah. Konduktansi sebagai ukuran kemampuan suatu bahan untuk mengalirkan muatan dan dalam standar SI mempunyai satuan siemens (S). Nilai konduktansi yang besar menunjukkan bahan tersebut mampu mengkonduksikan arus dengan baik, dan nilai konduktansi yang rendah menunjukkan bahan itu susah mengalirkan muatan.

2.2 Penyesuaian Impedansi

Penyesuaian impedansi merupakan penyepadanan impedansi beban atau antenna dengan impedansi karakteristik dalam saluran transmisi. Suatu saluran transmisi yang diberi beban seperti impedansi karakteristik mempunyai *standing wave ratio (SWR)* yang sama dengan satu, dan mentransmisikan sejumlah daya dengan tidak adanya pantulan. Juga efisiensi transmisi menjadi optimum jika tidak ada daya yang dipantulkan. Penyesuaian impedansi dalam saluran transmisi memiliki pengertian yang berbeda dengan dalam teori rangkaian. Dalam teori rangkaian, transfer daya maksimum membutuhkan impedansi beban sama dengan impedansi sumber. Penyesuaian seperti ini disebut dengan penyesuaian konjugasi.

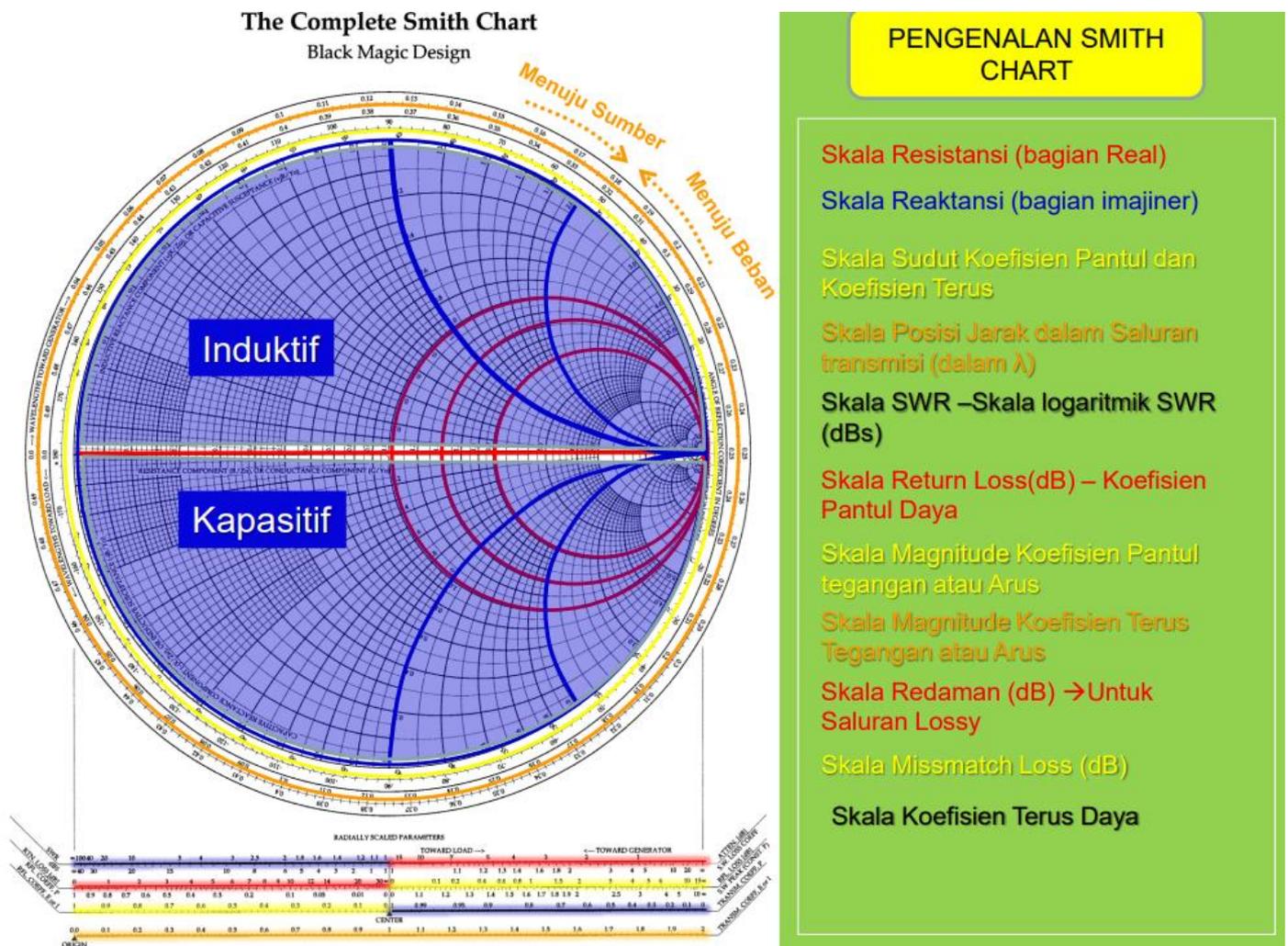
Dalam saluran transmisi, penyesuaian mempunyai pengertian memberikan beban yang sama dengan impedansi karakteristik saluran. Tujuan utama dilakukannya penyesuaian impedansi adalah untuk menyesuaikan impedansi satu ke impedansi yang lain agar terjadi konektivitas antar media. Media disini dapat diartikan sebagai suatu jaringan atau rangkaian yang berupa suatu sumber, saluran transmisi dan beban atau penerima. Bila impedansi kedua media tersebut tidak sama, maka akan terdapat daya yang dipantulkan. Daya pantul ini dapat mengurangi daya yang dikirimkan. Akibatnya daya yang sampai pada penerima menjadi sangat kecil dan kemungkinan tidak dapat dideteksi oleh penerima.

Oleh sebab itu untuk meminimalisasi refleksi akibat perbedaan impedansi beban dengan impedansi gelombang, digunakanlah teknik penyesuaian impedansi (*impedance matching techniques*). Yang prinsip kerjanya adalah menyisipkan sebuah rangkaian matching di antara beban dan saluran transmisi yang akan dipasangkan. Ada beberapa macam metode penyesuaian impedansi yaitu metode saluran trafo $\frac{1}{4} \lambda$, rangkaian LC stub tunggal dan stub ganda.

2.3 Smith Chart

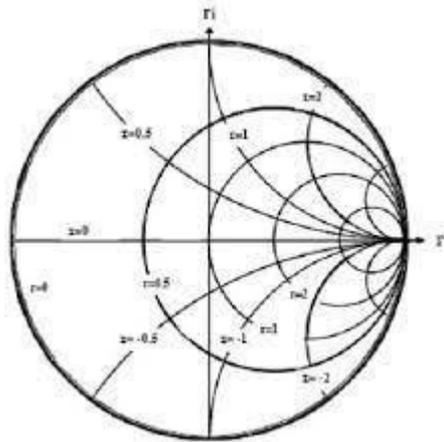
Penggunaan *smith chart* dalam saluran transmisi berfungsi untuk memudahkan dalam melakukan penyesuaian impedansi pada saluran transmisi. Penyelesaian masalah dengan menggunakan *smith chart* ini, sering disebut dengan penyelesaian masalah secara grafis. Sehingga akurasi hasil yang diperoleh sangat

tergantung dari ketepatan kita pada saat memetakan titik-titik dan mentransformasinya ke titik-titik lain dalam smith chart tersebut. Semakin presisi pada saat memetakan dan mentransformasi titik-titik tersebut, semakin akurat pula hasil yang diperoleh. Dibanding dengan menggunakan perhitungan, relatif lebih banyak waktu dan tenaga diperlukan untuk memecahkan persoalan dengan dasar bilangan kompleks tersebut, dibanding dengan perhitungan pada operasi dengan bilangan nyata. Untuk membantu pemecahan tersebut, dapat digunakan suatu peta (chart), yang dikenal dengan Peta Smith atau *Smith Chart*.



Gambar 2.2 Peta Smith (*Smith Chart*) dan bagian-bagiannya.^[2]

Peta Smith merupakan kombinasi antara 2 (dua) kelompok lingkaran-lingkaran yang mewakili resistansi atau bagian riil (r) dan reaktansi atau bagian imajiner (x). Kelompok pertama, lingkaran-lingkaran dengan harga r tetap, yang bertitik pusat $\Gamma_r = r/r+1$ dan $\Gamma_i = 0$, serta berjari-jari $\{1/(1+r)\}$. Harga r mempunyai nilai antara 0 sampai ∞ ; $0 \leq r \leq \infty$. Jika $r = 0$, maka jari-jari lingkaran adalah satu dengan titik pusat $\Gamma_r = 0$ dan $\Gamma_i = 0$. Untuk $r = \infty$, maka jari-jari lingkaran = 0,5 dan bertitik pusat di $\Gamma_r = 1$ dan $\Gamma_i = 0$.^[10]



Gambar 2.3 Kombinasi bagian riil(r) dan bagian imajiner(x).^[10]

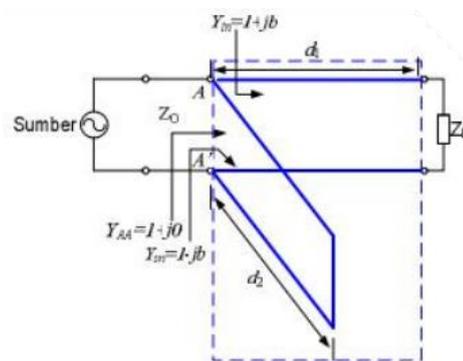
Smith chart sendiri memiliki beberapa fungsi antara lain:

1. Mengeplot Impedansi Beban dan Admitansi Beban
2. Menentukan SWR, Koefisien Pantul, Return Loss, Missmatch Loss pada titik di saluran transmisi.
3. Menentukan Impedansi Input (Z_{in}) jika beban diketahui, sekaligus menentukan Koefisien pantul input, return loss input dll.
4. Menentukan Impedansi Beban jika Impedansi Input diketahui.
5. Menentukan Panjang saluran jika Kondisi di beban dan di input saluran diketahui
6. Merancang Trafo $\lambda/4$
7. Merancang Stub Tunggal (seri/paralel)
8. Merancang Stub Ganda (Seri/paralel)
9. Merancang Lumped Elemen *Matching Impedance*.

2.4 Jenis-Jenis Metode Penyesuaian Impedansi

2.4.1 Metode Stub Tunggal

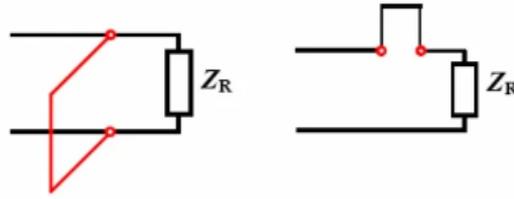
Penyesuai stub sering disebut sebagai bagian dari saluran transmisi yang biasanya impedansi karakteristiknya sama dengan saluran utama dengan ujung terbuka atau terhubung singkat, dan dihubungkan ke saluran utama. Untuk dapat menyesuaikan impedansi dua media yang dihubungkan, dilakukan dengan mengatur panjang stub l dan jarak dimana stub dipasang d yang diukur dari salah satu media, sehingga didapatkan penyesuaian impedansi. Lebih jelasnya dapat dilihat dari gambar 2.4.



Gambar 2.4 Penyesuaian Impedansi *Single Stub*.^[4]

Penyesuai stub sering diartikan sebagai bagian dari saluran transmisi yang impedansi karakteristiknya biasanya sama dengan saluran utama dengan ujung terbuka atau terhubung singkat, dan dihubungkan secara paralel dengan saluran utama. Untuk dapat menyesuaikan impedansi dua media yang dihubungkan, dilakukan dengan mengatur panjang stub l dan jarak dimana stub dipasang, dan yang diukur dari salah satu media, sehingga didapatkan penyesuaian impedansi.

Penyesuaian impedansi bisa dilakukan dengan menyisipkan suatu admitansi imajiner paralel dan seri dalam saluran transmisi. Admitansi ini bisa diperoleh dari potongan suatu saluran transmisi. Ujung dari stub bisa terbuka atau tertutup, tergantung dari admitansi Imajiner yang diinginkan.



Gambar 2.5 *Single Stub* Paralel dan Seri.^[9]

1. Stub Tunggal Seri

Dalam penyesuaian impedansi dengan stub tunggal secara seri konsep kerjanya adalah jika suatu impedansi di plot dalam *smith chart*, kemudian digerakkan dalam lingkaran koefisien pantul konstan (radius konstan) ke arah sumber, maka pada suatu lokasi akan memotong lingkaran $r = 1$. Transformasi ini menyatakan pergerakan disepanjang saluran transmisi dari beban menuju sumber.

Satu putaran penuh dalam smith chart menyatakan pergerakan sejauh $\frac{1}{2} \lambda$. Pada perpotongan tersebut, impedansi ternormalisasi $r + jx$ berubah menjadi $1 + jx'$. Setidaknya, dalam putaran tersebut, bagian real dari impedansi sama dengan impedansi karakteristik Z_0 (perhatikan perbedaan jx dengan jx'). Jika di titik ini saluran dipotong dan disisipkan suatu reaktansi murni $-jx'$, maka impedansi total dilihat pada perpotongan ini (dari arah sumber) adalah penjumlahan $1 + jx' - jx' = 1$. Dengan demikian saluran transmisi menjadi *matched* (sesuai).^[4]

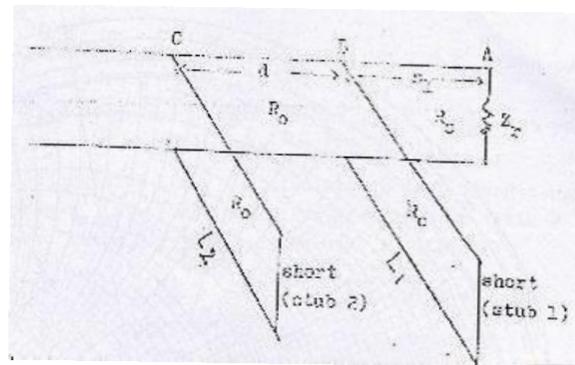
2. Stub Tunggal Paralel

Konsep kerja dari penyesuaian impedansi dengan stub tunggal paralel (shunt) adalah lebih mudah jika perhitungan dilakukan dalam admitansi. Elemen disisipkan pada jarak d_s dimana bagian real dari admitansi sama dengan admitansi karakteristik Y_0 . $Y' = Y_0 + j\beta$. Matching diperoleh dengan menggunakan elemen dengan susceptansi $-j\beta$, sehingga, $Y_1 = Y' - j\beta = Y_0$.^[4]

Elemen paralel bisa digantikan dengan suatu potongan saluran transmisi (stub) dengan panjang tertentu. Dalam desain penyesuaian impedansi dengan stub paralel, perlu dicari dua hal, yaitu lokasi stub dihitung dari beban (d_s) dan panjang stub (L_s) atau $Y_A = Y_{\text{stub}} + Y_d = Y_0 + 1/Z_0$. Dimana, Y stub adalah admitansi input stub Y_d adalah admitansi saluran pada lokasi stub sebelum stub dipasang.

2.4.2 Metode Stub Ganda

Rangkaian stub tunggal memiliki suatu kekurangan yakni jika beban pada stub tunggal mengalami suatu perubahan, akan dilakukannya tindakan yang perlu diambil yang bertujuan untuk mengantisipasinya tidaklah sederhana. Karenanya, diperkenalkan suatu rangkaian yang disebut sebagai rangkaian Stub Ganda, yang dimana dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2.6 Penyesuaian Impedansi Stub Ganda.

(Sumber : *DocPlayer.info*)

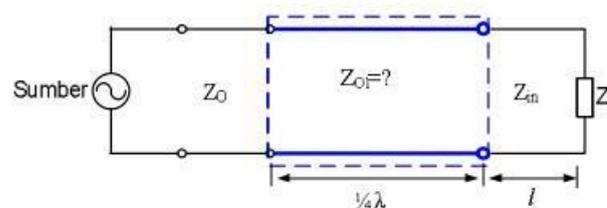
Tujuan dari rangkaian *matching* ini adalah untuk mengubah impedansi, sehingga konektor pada sisi saluran transmisi, yaitu konektor pada posisi $2L$ (di sisi kiri stub 2), memiliki impedansi sama dengan impedansi Dari bentuk gelombang saluran transmisi. Impedansi pada $2L$ dalam diagram Smith (Gambar 2.4) berada pada titik yang *matching*. *Stub 2* adalah yang mengoreksi komponen reaktif yang ada di posisi kanan, yaitu $2R$. Nilai komponen reaktif di sana tidak diketahui, tetapi di $2R$ yang dipelajari dengan metode *stub* tunggal adalah perubahan fiktif dalam suatu impedansi.

Untuk itu harus melalui sebuah *stub 1* dengan tujuan agar sampai ke beban yang dituju. Admitansi di posisi $1L$ menghasilkan suatu penjumlahan admitansi *stub 1*, dengan memiliki sifat yang reaktif dengan suatu admitansi beban. Jadi antara admitansi beban dan admitansi di posisi $1L$ hanya berbeda di bagian komponen imajiner. Apabila titik admitansi beban diketahui, maka titik admitansi $1L$ berada di atas lingkaran dengan konduktansi yang sama. Apabila lingkaran berputar, titik posisi admitansi beban akan bergeser ke sepanjang lingkaran

konduktansi yang bersifat konstan, menuju ke arah lingkaran berputar dengan tujuan mendapatkan $1L$. setelah itu akan kembali menuju sumber lagi.

2.4.3 Metode Saluran Trafo $\frac{1}{4} \lambda$

Metode saluran trafo $\frac{1}{4} \lambda$ adalah salah satu metode penyesuaian impedansi dimana sebagai penyesuaian impedansi digunakan saluran dengan panjang $\frac{1}{4} \lambda$ dengan menentukan harga impedansi karakteristik sedemikian rupa sehingga dicapai penyesuaian impedansi dari dua media yang dihubungkan. Pada Gambar 2.7 dapat dilihat contoh dari saluran $\frac{1}{4} \lambda$ dengan impedansi karakteristik Z_0 yang digunakan sebagai penyesuaian impedansi yang menghubungkan impedansi sumber ke beban.

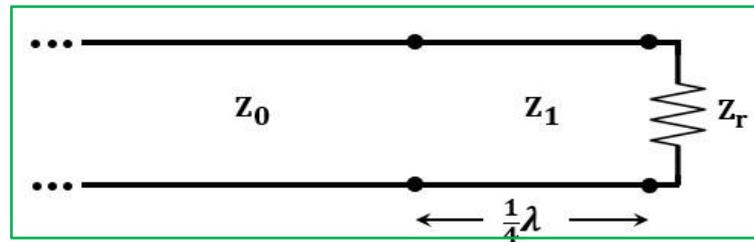


Gambar 2.7 Penyesuaian Impedansi Menggunakan Saluran $\frac{1}{4} \lambda$.^[4]

Karena untuk mendapatkan saluran dengan impedansi karakteristik kompleks dengan harga tertentu sangat sulit, maka penyesuaian impedansi saluran $\frac{1}{4} \lambda$ ini akan lebih baik jika digunakan untuk menyesuaikan dua media yang mempunyai impedansi resistif murni, karena yang dibutuhkan adalah saluran dengan panjang $\frac{1}{4} \lambda$ dan dengan impedansi karakteristik murni atau berarti bahwa saluran yang diperlukan adalah saluran tanpa rugi-rugi. Perlu diingat bahwa agar didapat saluran tanpa rugi-rugi, maka frekuensi kerja yang digunakan harus relative cukup tinggi. Biasanya saluran $\frac{1}{4} \lambda$ ini digunakan untuk penyesuaian impedansi antara dua saluran transmisi tanpa rugi-rugi yang berbeda impedansi karakteristik.

2.4.4 Metode Saluran $\frac{1}{4}$ Panjang Gelombang

Saluran dengan panjang $\frac{1}{4}$ panjang gelombang berfungsi sebagai “transformer” untuk menyepadankan beban Z_r ke impedansi sumber (masukan) Z_s .



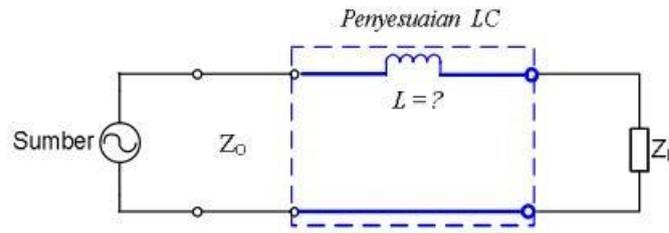
Gambar 2.8 Saluran $\frac{1}{4}$ Panjang Gelombang.

Saluran dengan panjang $\frac{1}{4} \lambda$ juga berfungsi sebagai Inverter Impedansi, artinya dapat mentransformasikan impedansi yang rendah menjadi tinggi atau sebaliknya, dari impedansi yang tinggi ditransformasikan ke impedansi rendah. Dalam penerapan saluran $\frac{1}{4} \lambda$ dipakai untuk penyepadaman saluran transmisi ke antena (resistif). Jadi impedansi antena R_A yang ingin disambungkan dengan suatu saluran yang mempunyai karakteristik R_o ($\neq R_A$), harus dihubungkan dengan saluran yang panjang $\frac{1}{4} \lambda$ dan impedansinya $(R_o R_A)^{1/2}$.

2.4.5 Metode Rangkaian LC

Selain menggunakan saluran transmisi, metode penyesuaian impedansi dapat pula dilakukan dengan menggunakan rangkaian yang terdiri dari komponen L dan C dalam konfigurasi L dan dipasang seri dengan kedua media yang akan disesuaikan impedansinya. Bila impedansi kedua media tersebut adalah resistansi murni, maka penyesuaian dilakukan dengan memakai komponen reaktansi murni sehingga tidak timbul kerugian daya dalam rangkaian penyesuaian impedansi tersebut.

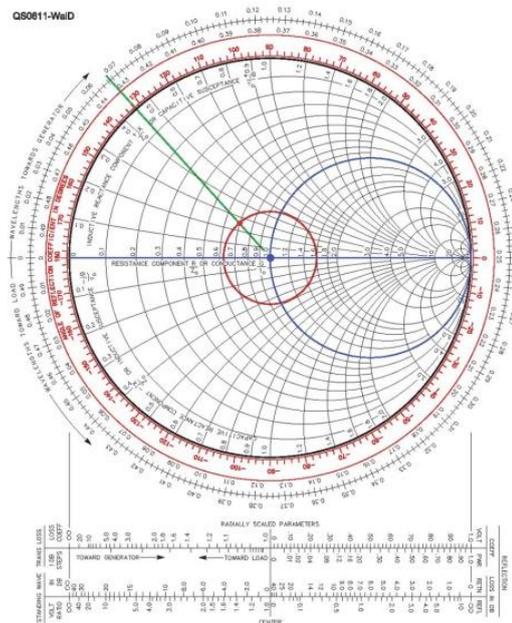
Tetapi bila impedansi kedua media tidak resistansi murni, maka penyesuaian impedansi akan mengandung komponen resistansi pula sehingga akan timbul kerugian daya didalam rangkaian matching impedansi tersebut. Oleh karena itu bila impedansi media tersebut tidak resistansi murni, komponen reaktansi dalam media tersebut harus dieliminir dengan cara memasang komponen reaktansi. Sehingga harga reaktansi media tersebut sama dengan nol.



Gambar 2.9 Penyesuaian Impedansi dengan Rangkaian LC.^[4]

2.5 Penyesuaian Impedansi Stub Tunggal

Penyesuaian stub banyak digunakan untuk menyesuaikan beberapa beban kompleks dengan jaringan utama. Tetap dalam keadaan terhubung singkat atau ujung terbuka pada jaringan, terhubung paralel atau seri pada jaringan di jarak yang diinginkan dari beban. Pada aplikasi jaringan kabel koaksial atau kabel sejajar, stub dihasilkan oleh perpotongan panjang yang tepat pada jaringan utama. Untuk menghasilkan perpotongan stub yang sesuai, maka dilakukanlah perhitungan dengan menggunakan diagram smith seperti pada gambar 2.10.

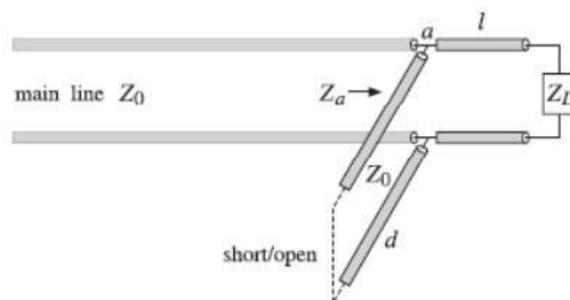


Gambar 2.10 Diagram Smith Stub Tunggal.

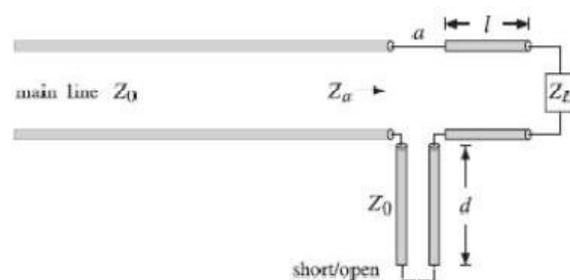
(Sumber : DocPlayer.info)

Stub terhubung singkat biasanya lebih banyak digunakan karena stub ujung terbuka diperbolehkan menyebar dari titik akhirnya. Bagaimanapun, pada microwave menghubungkan rangkaian yang bekerja pada jaringan microstrip, radiasi bukanlah hal utama yang di perhatikan karena ukuran yang sangat kecil, dan stub terhubung singkat atau ujung terbuka mungkin digunakan.

Single stub tuner bisa digunakan pada rangkaian penyesuaian dan dapat sesuai pada beban apapun. Bagaimanapun, terkadang susah untuk menghubungkan dengan jaringan utama jika bebannya berbeda untuk menyesuaikan. Dalam kasus lain, *double stub* mungkin digunakan, tapi tidak sesuai untuk semua beban. *Triple stub* dapat bersesuaian pada setiap beban. Pada gambar diperlihatkan gambar *single stub* paralel dan seri.



Gambar 2.11 Hubungan Paralel Pada *Single Stub*.^[9]



Gambar 2.12 Hubungan Seri Pada *Single Stub*.^[9]

Pada ilustrasi saluran transmisi di atas terdapat Z_L (beban) dan Z_0 (impedansi karakteristik). Ketika Z_L tidak sama dengan Z_0 atau tidak *match* maka daya yang dipancarkan dari sumber akan dipantulkan sebagian, sehingga daya tidak diserap seutuhnya. Maka apabila $Z_L = Z_0$ akan meminimalisir pantulan yang terjadi sehingga daya dapat diserap seluruhnya.

2.6 Kabel Koaksial

Kabel koaksial pada dasarnya adalah jenis kabel yang menggunakan dua konduktor. Bagian tengah kabel berupa inti kawat yang kokoh, ditutup dengan sekat, kemudian dibungkus kembali dengan kawat berlapis konduktor. Jenis kabel ini biasanya digunakan untuk jaringan bandwidth tinggi. Selain itu, kabel koaksial dapat menarik tembaga (kawat perantara). Kabel ini juga biasa digunakan untuk mengirimkan data sinyal frekuensi dengan amplitudo pada kisaran di atas 300kHz. Karena kabel ini dapat membawa frekuensi tinggi, sistem transmisi ini pada dasarnya menggunakan kabel koaksial dengan kapasitas saluran yang cukup besar.

Kabel koaksial juga memiliki kecepatan yang cukup baik untuk transfer data, sehingga kabel koaksial juga merupakan media yang memungkinkan perangkat keras komputer dapat terhubung dengan perangkat lain. Selain itu, kabel koaksial memiliki fungsi tambahan untuk berbagi broadband atau sinyal frekuensi tinggi.

Kabel coaxial terdiri dari dua jenis, yaitu :

1. *Thick coaxial cable* (mempunyai diameter lumayan besar)

Kabel koaksial jenis ini dispesifikasi berdasarkan standar IEEE 802.3 10BASE5, dimana kabel ini mempunyai diameter rata-rata 12mm, kabel jenis ini biasa disebut sebagai *standard Ethernet* atau *thick Ethernet*, atau hanya disingkat ThickNet. Jenis kabel koaksial ini yaitu RG-8 yang dimana jika digunakan dalam jaringan mempunyai spesifikasi dan aturan sebagai berikut :

- a. Setiap ujung harus diterminasi dengan terminator 50 Ohm (dianjurkan menggunakan terminator yang sudah dirakit, bukan menggunakan satu buah resistor 50 Ohm 1 Watt, sebab resistor mempunyai disipasi tegangan yang lumayan lebar).
- b. Maksimum 3 segment dengan peralatan terhubung (*attached devices*) atau berupa *populated segment*.
- c. Setiap kartu jaringan mempunyai pemancar tambahan (*external transceiver*).

- d. Setiap segment maksimum berisi 100 perangkat jaringan, termasuk dalam hal ini *repeaters*.
- e. Maksimum panjang kabel per segment adalah 1.640 *feet* (atau sekitar 500 meter).
- f. Maksimum jarak antar segment adalah 4.920 *feet* (atau sekitar 1500 meter).
- g. Setiap segment harus diberi *ground*.
- h. Jarak maksimum antara tap atau percabangan dari kabel utama ke perangkat (*device*) adalah 16 *feet* (sekitar 5 meter).
- i. Jarak minimum antara tap adalah 8 *feet* (sekitar 2,5 meter).

2. *Thin coaxial cable* (mempunyai diameter lebih kecil)

Kabel koaksial jenis ini banyak dipergunakan di kalangan radio amatir, terutama untuk transceiver yang tidak memerlukan output daya yang besar, kabel koaksial ini untuk digunakan sebagai perangkat jaringan, kabel koaksial jenis ini memenuhi standar IEEE 802.3 10BASE2, dimana diameter rata-rata berkisar 5mm dan biasanya berwarna hitam atau warna gelap lainnya. Setiap perangkat (*device*) dihubungkan dengan BNC *T-connector*. Kabel jenis ini juga dikenal sebagai *thin Ethernet* atau ThinNet.

Berikut ini merupakan bagian-bagian komponen dan fungsi dari kabel koaksial:



Gambar 2.13 Kabel Koaksial.

(Sumber: *DosenIT.com*)

1. Pada bagian kabel Coaxial terdapat kabel tembaga yang berada di tengah, dimana kabel tersebut berfungsi sebagai media pengantar aliran listrik.

2. Lapisan plastik, lapisan ini berfungsi sebagai pemisah antara kabel tembaga dan lapisan metal yang membalutnya .
3. Lapisan metal, lapisan ini berfungsi sebagai pelindung untuk bagian inti dari kabel, ini berbentuk kabel berserabut yang dipilin dalam posisi menyilang serta mengelilingi isolator bagian dalam. Berfungsi sebagai pelindung dari pengaruh gelombang elektromagnetik dari luar.
4. Lapisan plastik terluar, pada bagian ini adalah bagian yang melindungi keseluruhan komponen kabel yang berada di dalam, dan juga bagian yang langsung berhubungan dengan tangan manusia.

2.7 Faktor Kecepatan (VF)

Pada dasarnya *coaxial* / kabel antenna akan *match* atau resonansi jika bekerja pada frekuensi kerjanya apabila kabel tersebut mempunyai panjang dari kelipatan $1/2$ λ dari frekuensi kerjanya, karena jika panjang kabel tersebut tidak sesuai dengan frekuensi kerjanya, maka akan adanya kesulitan dalam usaha matching dengan antenna. Di bawah ini merupakan Tabel Data *Velocity Factor* (Vf) Kabel koaksial.

Tabel 2.1 Kecepatan faktor atau *velocity factor* (vf) kabel coaxial secara umum.

(Sumber : *wordpress.com*)

<i>CABLE</i>	<i>VF</i>
RG-8	0.66
RG-8 FOAM	0.78
LMR-400	0.85
RG-8X	0.84
RG-11	0.75
RG-58	0.66 / 0.68
LMR-195	0.83
RG-59	0.82
RG-62	0.84
RG-174	0.66
RG-213	0.66
RG-214	0.66

RG-217	0.66
RG-218	0.66
RG-316	0.79
RG-400	0.695
LMR-500	0.85
LMR-600	0.86
1/2 KERAS	0.81
7/8 KERAS	0.81
LDF semua ver	0.88

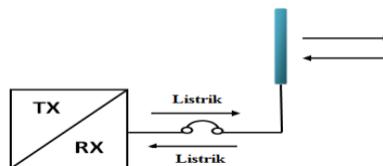
2.8 Antena

Antena adalah komponen yang dirancang untuk mentransmisikan atau menerima gelombang elektromagnetik. Energi listrik dari antena Pemancar kemudian diubah menjadi gelombang elektromagnetik oleh antena. Gelombang ini lalu dipancarkan di luar ruangan. Untuk penerima akhir, gelombang elektromagnetik diubah menjadi energi listrik dengan antena. Antena adalah batang konduktor yang membawa listrik.

Listrik yang menimbulkan induksi magnet dan medan magnet yang kuat. Oleh karena itu, secara umum antena dapat diartikan sebagai perangkat listrik. Dapat mengubah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik. Kemudian mengirimkannya ke ruang kosong atau sebaliknya, kemudian mengubah gelombang elektromagnetik dari luar angkasa menjadi sinyal listrik. Panjang antena untuk radiasi efektif tergantung pada frekuensi sinyal transmisi. Antena pendek untuk frekuensi tinggi dan antena panjang untuk frekuensi rendah.

Antena memiliki 3 fungsi pokok, yaitu :

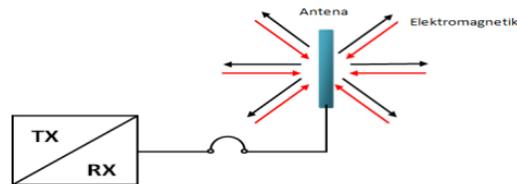
1. Antena bertindak sebagai konverter. Ini harus menjadi konverter. Antena mengubah bentuk sinyal listrik ke sinyal elektromagnetik.



Gambar 2.14 Antena Sebagai Konverter.

(Sumber : M.Hajar Wardana:2006)

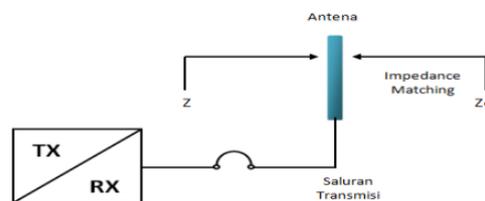
2. Antena berfungsi sebagai radiator. Radiatornya adalah Antena memancarkan (memancarkan) gelombang elektromagnetik ke udara sekitar. Jika tidak (antena menerima atau 6 Menangkap energi radiasi elektromagnetik dari udara bebas), Dalam hal ini, fungsi ini disebut reradiator.



Gambar 2.15 Antena Sebagai Radiator/Re-diator.

(Sumber : M.Hajar Wardana:2006)

3. Antena bertindak sebagai *matching impedance*. Ini disebut *matching impedance* karena antena selalu melakukan ini. Sesuaikan impedansi sistem. Sistem yang dimaksud adalah saluran Transmisi dan udara bebas. Antena cocok dengan impedansi karakteristik saluran Dengan resistensi pembuatan gelombang udara.



Gambar 2.16 Antena Sebagai Matching Impedance.

(Sumber : M.Hajar Wardana:2006)

2.8.1 Antena Directional

Antena Directional adalah antena yang dapat digunakan sebagai pemancar dan juga sebagai penerima, tapi hanya memiliki polarisasi ke arah tertentu atau satu arah saja.

2.8.2 Antena Omnidirectional

Antena Omnidirectional adalah antena yang digunakan sebagai pemancar

dan memiliki polarisasi ke segala arah atau 360 derajat. Keuntungan dari antenna jenis ini adalah dapat melayani jumlah pengguna yang lebih banyak dan biasanya digunakan untuk posisi pengguna yang melebar. Kesulitannya adalah pada pengalokasian frekuensi untuk setiap sel agar tidak terjadi interferensi. Antena jenis ini biasanya digunakan untuk posisi pelanggan yang melebar.

Direktivitas antenna omnidirectional berada dalam arah vertikal. Bentuk pola radiasi antenna omnidirectional digambarkan seperti bentuk kue donat doughnut dengan pusat berimpit. Kebanyakan antenna ini mempunyai polarisasi vertikal, meskipun tersedia polarisasi horizontal. Antena omnidirectional dalam pengukuran sering digunakan sebagai pembanding terhadap antenna yang lebih kompleks. Contoh antenna omnidirectional antara lain antenna dipole, antenna brown, antenna coaxial, antenna super-turnstile, antenna groundplane, antenna collinear, antenna slotwave guide dan lain- lain.



Gambar 2.17 Antena Omnidirectional.

(Sumber : Faris Hidayat:2016)

2.9 Konektor Kabel Koaksial

2.9.1 Konektor PL

Tipe konektor berikut ini adalah HF dan VH yang juga memiliki nama lain : PL-259 SO-239, dengan frekuensi kerja sampai 300 Mhz atau kurang.



Gambar 2.18 Konektor PL Female.

(Sumber : Tokopedia)



Gambar 2.19 Konektor PL Male.

(Sumber : Tokopedia)

Konektor jenis HF dan VHF dibuat pada awal 1930-an , saat teknologi HF/VHF cukup baru. Dahulu VHF yang dalam banyak eksperimen radio amatir, sebagian besar dengan alasan teknik mulai bereksperimen dan bekerja di daerah perbatasan VHF sekitar 1926. Segera setelah itu mulai berkembang ke radio FM dan televisi maka mulai dipakai dan dinamakan kelompok konektor VHF.

Produsen konektor VHF dan pengguna semua menyatakan bahwa konektor jenis ini pada umumnya memiliki impedans karakteristik tidak konstan dan cocok untuk digunakan hingga 200 atau 300 Mhz saja, tergantung pada kualitas produksi. Mereka juga menyatakan bahwa konektor HF/VHF dapat digunakan hingga 500 Mhz dengan kinerja yang berkurang. Konektor VHF sebelumnya memang sebenarnya sama sekali tidak cocok untuk digunakan di atas 300 Mhz. Mungkin pengecualian untuk ini akan terjadi bila system murah dan kasar diperlukan di mana kerugian dan sinyal yang baik untuk radio kebisingan adalah sedikit perhatian. Namun, bahkan untuk frekuensi serendah 144 Mhz, jika kerugian yang rendah dan sinyal yang baik untuk rasio kebisingan sangat diinginkan, penggunaan jenis VHF konektor tidak dianjurkan.

Konektor VHF masih memiliki tempat dalam banyak aplikasi di mana konektor RF yang kuat tapi ekonomis diperlukan, tetapi untuk aplikasi serius penggunaannya harus dibatasi dibawah 100 Mhz. Tipe N jauh lebih unggul dalam kinerja, dan juga harus dicatat konektor jenis BNC mirip dalam kinerja dengan jenis N, tetapi memiliki kelemahan.

Adapun konektor PL lainnya yang digunakan untuk menghubungkan saluran ke stub dan ke rangkaian adalah konektor PL T. Dan konektor untuk menghubungkan rangkaian ke alat ukur adalah konektor PL to BNC.



Gambar 2.20 Konektor PL T.

(Sumber : Tokopedia)



Gambar 2.21 Konektor PL to BNC.

(Sumber : Tokopedia)

2.9.2 Konektor SMA



Gambar 2.22 Konektor SMA.

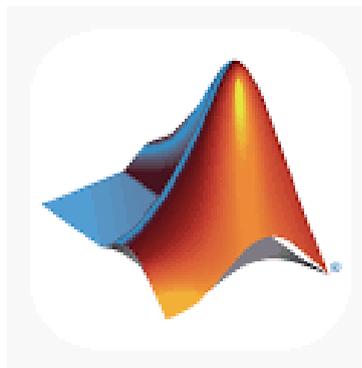
(Sumber : Nurhadi Budi Santoso:2013)

Konektor SMA (SMA 3,5 mm atau APC – 3.5 , WSMA , 2.92 mm) adalah jenis umum dan murah, tetapi kurangnya presisi mempengaruhi daya tahan dan kinerja, dapat menyebabkan keausan meningkat ketika di sambungkan dengan lainnya (presisi) konektor. SMA konektor hanya dinilai untuk jumlah yang sangat terbatas dari siklus koneksi dan harus diperiksa sebelum setiap penggunaan. Sebuah konektor SMA standar dirancang untuk interkoneksi menjadi 12,4 GHz.

Untungnya, SMA yang baik adalah dapat digunakan untuk 18 GHz disebagian besar kabel, dan jika dibangun dengan baik dengan kerugian yang lebih besar dan kembali kerugian yang lebih rendah untuk 24 GHz.

Sebagian besar konektor SMA memiliki koefisien refleksi tinggi dari konektor lain yang tersedia untuk digunakan sampai 24 GHz karena kesulitan untuk jagkar dukungan dielektrik.

2.10 *Matlab*



Gambar 2.23 *MATLAB*.

(Sumber : Wikipedia)

Dalam perancangan laporan akhir ini bahasa komputer yang akan digunakan untuk membuat program penyesuaian impedansi adalah *Matlab*. *Matlab* adalah platform pemrograman yang menggunakan bahasa berbasis matriks sehingga umumnya digunakan untuk menganalisis data, membuat algoritma, serta menciptakan pemodelan dan aplikasi.

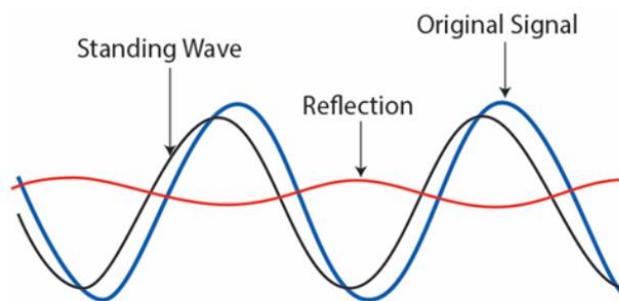
MATLAB merupakan singkatan dari *MATrix LABORatory* dikarenakan setiap data pada matlab menggunakan dasar matriks. matlab merupakan bahasa pemrograman tinggi, tertutup, dan case sensitive dalam lingkup komputasi numerik yang dikembangkan oleh MathWorks. Salah satu kelebihanannya yang dimiliki matlab adalah kemampuan membuat grafik dengan visualisasi terbaik. matlab mempunyai banyak tools yang dapat membantu berbagai disiplin ilmu. Oleh karena itu salah satu penyebab industri menggunakan matlab. Selain itu matlab memiliki banyak library yang sangat membantu untuk menyelesaikan permasalahan matematika seperti membuat simulasi fungsi, pemodelan

matematika dan perancangan GUI.

Pertama dirilis di tahun 1970 oleh MathWorks, *Matlab* adalah salah satu platform yang paling banyak digunakan untuk mengolah angka dan bahasa pemrograman. Ada banyak sekali hal yang kamu bisa lakukan dengan Matlab, khususnya yang terkait dengan ilmu di bidang teknik, matematika, dan sains.

2.11 Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

Voltage Standing Wave Ratio atau VSWR ini terjadi ketika terdapat impedansi yang tidak sesuai atau istilah *unmatch*. Ketidaksesuaian impedansi mengakibatkan bahwa impedansi alat yang satu dengan yang lain mempunyai perbedaan baik impedansi yang lebih kecil maupun yang lebih besar dari pada alat yang terhubung. Ketidaksesuaian ini juga menyebabkan sinyal RF yang terpantul dan kehilangan energi maju melalui sebuah sistem sehingga beberapa dayanya terpantulkan dan kembali ke pengirim. Untuk mengetahui gambar gelombang berdiri yang merambat pada suatu saluran dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2.24 VSWR.

(Sumber : wordpress.com)

Kualitas penyesuaian impedansi ditunjukkan oleh nilai *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR). Jika didapatkan nilai VSWR yang tinggi maka akan menunjukkan bahwa sinyal yang dipantulkan bahkan lebih besar dari sinyal yang dikirimkan oleh antenna. Sebuah antenna mikrostrip dapat bekerja dengan baik jika berada pada nilai $VSWR \leq 2$ atau $return\ loss \leq -10dB$. Nilai VSWR yang paling ideal adalah $VSWR = 1$. Semakin nilai VSWR mendekati angka 1 maka sinyal yang akan dilewatkan ke antenanya akan semakin optimal. Untuk mempelajari

proses memperbaiki nilai VSWR tersebut maka dirancanglah modul penyesuaian impedansi yang akan digunakan pada mata kuliah saluran transmisi yaitu dengan menggunakan teknik penyesuaian impedansi dengan metode single stub dengan dirancang secara seri dan paralel.

Perbandingan gelombang-berdiri tegangan (*voltage standing wave ratio* = VSWR) dapat mempunyai nilai dari satu sampai takterhingga, jadi, $1 \leq \text{VSWR} \leq \infty$. VSWR yang ideal seharusnya sama dengan satu, karena ini merepresentasikan suatu keadaan yang disesuaikan (*matched*), dan pengaturan-pengaturan praktis pada saluran transmisi RF sering ditunjukkan untuk membuat VSWR yang minimum. VSWR selalu suatu bilangan nyata (yaitu, bilangan yang tidak mempunyai bagian khayal).

2.12 Penelitian Terdahulu

Untuk mendapatkan hasil penelitian seperti yang diharapkan maka penulis melakukan kajian dari beberapa penelitian terdahulu, sebagai referensi dalam penelitian dengan tujuan agar didapatkan perbandingan kelebihan pada masing-masing perancangan.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Suwanto,2009) dalam jurnal berjudul **“Perancangan Simulasi Smith Chart Untuk *Impedance Matching*”**. Dalam penelitian tersebut permasalahannya adalah penyesuaian impedansi saluran transmisi lossless dengan metode trafo $\frac{1}{4} \lambda$, metode LC dan metode single stub. Pada metode rangkaian LC hanya menggunakan analisis rangkaian L saja. Selama ini dalam pengamatan penyesuaian impedansi digunakan cara yang manual. Untuk maksud analisa penyesuaian impedansi disini umumnya digunakan Smith Chart dan untuk mendapatkan ketelitian yang baik dan dalam waktu yang singkat maka perlu digunakan bantuan komputer. Bahasa komputer yang digunakan untuk membuat program penyesuaian impedansi adalah Matlab version 7.0.1. Diharapkan dengan dibuatnya perangkat lunak ini dapat digunakan sebagai pembelajaran mengenai saluran transmisi untuk menganalisis penyesuaian impedansi pada saluran transmisi dengan menggunakan metode analisis dan metode grafis (Smith Chart).

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Aldi Suhardianto dkk,2019) dalam proposal yang berjudul “**Aplikasi *E-Smithchart* Berbasis PC sebagai Media Pembelajaran Saluran Transmisi**”. Permasalahan yang diangkat adalah perancangan media pembelajaran perhitungan smithchart berupa analisis saluran transmisi yang memuat perhitungan tentang analisis impedansi beban (ZL), impedansi masukan (Zin) dan impedansi jarak (ZD). Memanfaatkan perangkat lunak MATLAB versi R2017b sehingga dapat memproses perhitungan Smithchart secara digital. Maka dengan dirancangnya aplikasi yang disimulasikan dengan *software* Matlab ini diharapkan dapat dimanfaatkan untuk media pembelajaran berupa analisis saluran transmisi yang dapat memuat perhitungan impedansi beban, impedansi masukan dan impedansi jarak yang disajikan dalam bentuk grafis.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Dewi Panca Wati dkk,2011) dalam jurnal berjudul “**Simulasi *Smith Chart* Untuk Penyesuaian Impedans Tipe Trafo $1/4 \lambda$ dan Tipe *Single Stub***”. Permasalahan pada penelitian ini adalah salah satu fenomena menyampaikan informasi adalah dengan media saluran transmisi, agar komunikasi berjalan dengan baik maka informasi yang disampaikan melalui saluran transmisi harus berjalan semaksimal mungkin. Oleh karena itu diperlukan adanya penyesuaian antara beban saluran transmisi dengan saluran transmisi tersebut. Dengan menggunakan alat bantu yaitu simulasi smith chart untuk penyesuaian impedans tipe trafo $1/4\lambda$ dan tipe single stub. Dengan dicoba menggunakan perangkat lunak Matlab version 7.1 Diharapkan dengan dibuatnya perangkat lunak ini dapat digunakan sebagai pembelajaran mengenai saluran transmisi.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Aprilia Susi Iswarani dkk,2011) dalam proposal yang berjudul “**Realisasi Perangkat Lunak Penyesuaian Impedansi Menggunakan Stub Tunggal dan Stub Ganda pada Saluran Meredam**”. Permasalahan dalam penelitian ini adalah menampilkan simulasi yang terstruktur dan sederhana yang menarik dalam penyesuaian impedansi saluran transmisi meredam dengan penyesuaian stub tunggal dan stub ganda. Metode pemecahan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah studi

literatur, pengolahan dan analisis data. Pada penelitian ini dibuat suatu perangkat lunak penyesuai impedansi menggunakan stub tunggal dan stub ganda baik dipasang secara seri maupun paralel dan ujung saluran dibuka maupun dihubungkan yang dianalisis pada saluran meredam. Dilengkapi dengan visualisasi diagram smith, gambaran rangkaian penyesuai impedansi pada saluran transmisi dengan tampilan program yang lebih sederhana dan mudah dipahami. Output perhitungan tampilan grafik pelengkap beserta diagram smith, digunakan untuk membantu dalam perancangan penyesuaian impedansi menggunakan stub tunggal dan stub ganda pada saluran utama meredam. Dan performansi kerja perangkat lunak ini termasuk dalam kategori baik dan memuaskan.