

REKAYASA ANTENNA ANALYZER DIGITAL YANG DIANTARMUKAKAN MELALUI PC

Sidik Noertjahjono ¹⁾, Teguh Herbasuki ²⁾, Sotyohadi ³⁾

¹⁾Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang

^{2), 3)}Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Malang

Jl. Bend. Sigura-gura No. 2 Malang

Email : sidik@lecturer.itn.ac.id

Abstrak. Antena analyzer digital merupakan alat yang digunakan untuk mengukur impedansi antena. Agar antena dapat bekerja secara optimal, maka nilai impedansi antena dengan saluran transmisi harus sesuai. Jika Impedansi antena dan saluran transmisi tidak sesuai, maka akan mengakibatkan ketidakcocokan, sehingga menyebabkan terjadinya daya kembali (*Reflected power*) pada saluran transmisi, daya ini dalam teknik komunikasi radio dikenal dengan istilah *Standing Wave*. Jika masalah ini tidak segera diatasi akan mengakibatkan pada kerusakan perangkat pemancar dan tidak efektifnya energi (daya) yang diradiskan pada antena. Untuk dapat mengatasi permasalahan ini maka dirancang dan dibuatlah SWR meter digital, yang merupakan bagian dasar dari antena analyzer. Komponen penting dalam SWR-meter ini adalah *directional coupler* yang berfungsi sebagai *detector* daya RF baik yang *forward* maupun yang *reflected*. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, perangkat ini dapat di-interface-kan pada sebuah personal komputer (PC), sehingga alat ini juga dapat digunakan sebagai sarana untuk menganalisa karakteristik suatu antena pemancar. Dengan kemampuannya untuk terhubung dengan PC, maka hasil pengukuran dan pembacaan daya RF yang diteruskan (*Forward*) maupun yang kembali (*Reflected*) dapat diketahui secara cepat dan akurat dengan kemampuan pengukuran dari rentang frekuensi 140 sampai 149 MHz.

Kata kunci : Antena analyzer, SWR meter digital, *directional coupler*, *standing wave*.

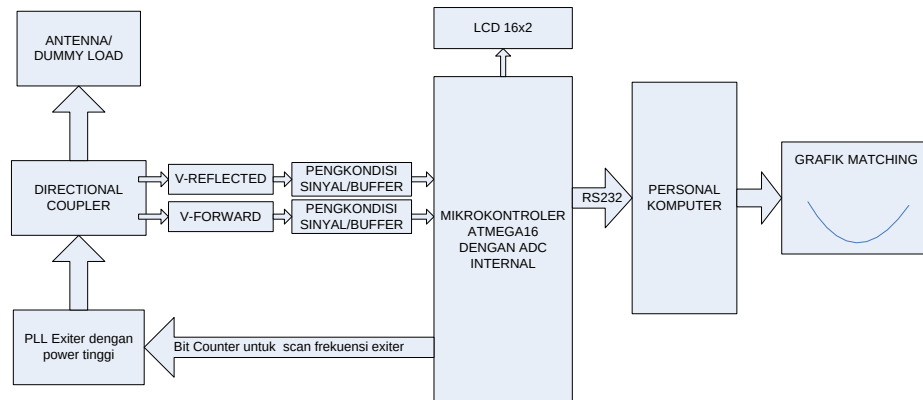
1. Pendahuluan

Antena adalah salah satu komponen yang penting dalam sistem komunikasi. Karena antena adalah sarana untuk menyebarkan atau menerima gelombang radio [1]. Untuk dapat bekerja secara optimal tentunya antena harus memiliki parameter yang sesuai dengan saluran transmisi [2]. Salah satu parameter yang harus sesuai antara saluran transmisi dan antena adalah nilai impedansinya [3, 4]. Akan tetapi ketidaksesuaian antara impedansi antena dan saluran transmisi sering kali terjadi, sehingga mengakibatkan munculnya gelombang pantul (*reflected wave*) [5]. Sehingga perlu adanya suatu perangkat yang mampu melakukan pengukuran untuk mencocokkan (*matching*) karakteristik impedansi antena dengan saluran transmisi. Dengan cocoknya kedua impedansi ini diharapkan energi yang disalurkan dapat secara maksimal dirasiasikan oleh antena. Salah satu alat ukur yang dapat digunakan untuk mengukur karakteristik impedansi antena adalah *antenna analyzer* [6]. Pada dasarnya *antenna analyzer* telah banyak dibuat dengan kemampuan pengukuran yang beragam, dari frekuensi yang rendah (HF) sampai dengan yang tinggi (UHF). Kemampuan pengukuran juga berpengaruh pada harga dari alat ukur tersebut, oleh sebab itu pada penelitian ini dibuatlah perangkat *antenna analyzer digital* yang dapat diantarmukakan dengan personal komputer (PC) dengan harga yang relatif lebih terjangkau. Dengan kemampuan yang dapat diantarmuka dengan PC maka hasil pengukuran juga dapat disimpan dan diolah untuk analisis selanjutnya.

2. Pembahasan

2.1. SWR meter Digital

Dasar dari rangkaian *antenna analyzer* adalah alat ukur *Standing Wave Ratio* (SWR) meter. SWR meter umumnya dipasang diantara pemancar dan saluran transmisi yang terhubung dengan beban (*load*) atau *dummy load* [7], dan hasil pengukuran dari SWR meter dapat berupa *analog* maupun *digital*. Rangkaian dari SWR meter dan *power meter* terdiri dari *directional coupler*, pengkondisi sinyal, Microcontroller ATmega 16, LCD (*liquid crystal display*), *Phase Lock Loop* (PLL) *Exiter*, antena atau *dummy load* dan *Personal Computer* (PC), dengan blok diagram sistem secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.

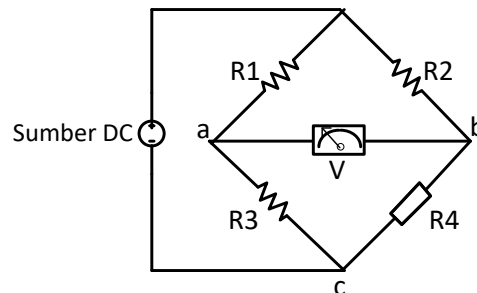


Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Directional coupler berfungsi untuk mencuplik tegangan *forward* dan tegangan *reverse*, kemudian disalurkan ke rangkaian pengkondisi sinyal atau penyangga (*buffer*). Sinyal yang keluar dari rangkaian pengkondisi sinyal dihubungkan dengan pengendali mikro (*microcontroller*) untuk diolah sehingga dapat ditampilkan hasilnya dan juga dapat dihubungkan dengan PC untuk ditampilkan bentuk grafiknya.

2.2. Jembatan Wheatstone

Untuk analisis awal, anggap sebuah rangkaian detektor yang memiliki nilai impedansi setimbang, rangkaian ini merupakan gambaran dari saluran transmisi yang terhubung dengan sumber sinyal. Untuk menggambarkan rangkaian detektor yang dapat memiliki nilai tak terhingga, yaitu rangkaian terbuka atau nilai impedansi input dan saluran transmisi yang bernilai 50 ohm digunakanlah rangkaian jembatan DC Wheatstone. Rangkaian Jembatan wheatstone ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Jembatan DC Wheatstone ^[8]

Dari Gambar 2 jika nilai R_2 dan R_3 adalah saluran transmisi yaitu kabel coaxial 50 ohm, sedangkan R_1 adalah impedansi *input* dari pemancar 50 ohm, maka dapat dicari nilai R_4 yang merupakan impedansi *output* untuk menyeimbangkan titik a dan b agar kondisi tegangannya menjadi 0 (nol) berarti tidak ada daya yang dikembalikan.

Dalam kasus ini beda potensial, V antara titik a dan b , adalah

$$V = V_a - V_b \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

V_a = potensial titik a terhadap c

V_b = potensial titik b terhadap c

Nilai V_a dan V_b sekarang dapat dicari dengan memperhatikan bahwa V_a adalah hanya tegangan sumber, V , dibagi antara R_1 dan R_3

$$V_a = \frac{V_g \cdot R_3}{R_1 + R_3} \dots\dots\dots (2)$$

Dengan cara yang sama V_b adalah tegangan yang terbagi diberikan oleh [8],

$$V_b = \frac{V_g \cdot R_4}{R_2 + R_4} \dots\dots\dots (3)$$

Dengan:

V : tegangan sumber jembatan

R_1, R_2, R_3, R_4 : resistor-resistor jembatan seperti diberikan oleh Gambar 2.

Jika kemudian persamaan (1), (2), dan (3) dikombinasikan, maka beda tegangan atau offset tegangan, dapat ditulis menjadi sebagai berikut [8]:

$$\Delta V = \frac{V_g \cdot R_3}{R_1 + R_3} - \frac{V_g \cdot R_4}{R_2 + R_4} \dots\dots\dots (4)$$

$$\Delta V = V_g \frac{R_2 \cdot R_3 - R_1 \cdot R_4}{(R_1 + R_3) \cdot (R_2 + R_4)} \dots\dots\dots (5)$$

Persamaan (5) memperlihatkan bagaimana beda potensial melalui detektor adalah fungsi dari tegangan sumber dan nilai resistor. Karena tampilan yang berbeda dalam numerator Persamaan (5), dapat dijelaskan bahwa kombinasi khusus dari resistor dapat ditemukan yang akan menghasilkan perbedaan nol dan tegangan nol melewati detektor sehingga hasilnya adalah setimbang. Dari kombinasi ini, dapat dituliskan menjadi Persamaan (5) [8]:

$$R_3 \times R_2 = R_1 \times R_4 \dots\dots\dots (6)$$

Persamaan (6) mengindikasikan bahwa kapan saja sebuah jembatan Wheatstone dipasang dan resistor diatur untuk detektor kesetimbangan, nilai-nilai resistor harus memenuhi persamaan yang diindikasikan. Walaupun tegangan sumber berubah, kondisi setimbang tetap dapat dipertahankan. Persamaan (5) dan (6) menekankan aplikasi jembatan Wheatstone untuk aplikasi proses kendali yang menggunakan detektor impedansi input bernilai tinggi.

Karena sudah diketahui nilai R_2 dan R_3 yang berupa saluran transmisi yaitu kabel coaxial 50 ohm sedangkan R_1 adalah impedansi input dari pemancar adalah 50 ohm maka perlu dicari nilai R_4 yang merupakan impedansi output untuk menyeimbangkan. Dari persamaan (6), maka dapat disimpulkan bahwa nilai R_4 atau impedansi output juga harus bernilai 50 ohm agar sesuai sehingga akan menyebabkan rangkaian dengan pola setimbang. Jika keadaan setimbang ini tercapai maka tegangan V_g akan bernilai nol (0).

Jika R_4 itu merupakan saluran transmisi beserta antenanya maka $R_4 = Z$, padahal Z (Impedansi) sangat dipengaruhi oleh frekuensi (f), yang jika diuraikan persamaannya adalah [1]:

$$Z(j\omega) = R + j \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right) \dots\dots\dots (7)$$

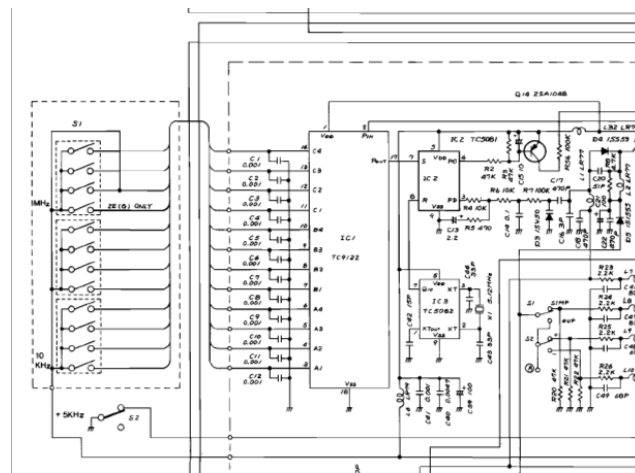
$$Z(j\omega) = R + j.X \dots\dots\dots (8)$$

Dimana : $\omega = 2\pi f$

Dari persamaan (7) diatas tampak bahwa nilai Impedansi (Z) sangat dipengaruhi oleh unsur frequency (f), atau dapat dinyatakan dengan: $Z(j\omega) \approx f$. Sehingga jelas bahwa Nilai Z (Impedansi) sangat dipengaruhi oleh frekuensi kerja (f_r) yang disalurkan pada saluran transmisi dan antenna.

2.3. Phase Lock Loop (PLL)

Rangkaian *Phase Lock Loop* (PLL) yang ditunjukkan pada Gambar 1 adalah rangkaian pembagi yang disediakan oleh IC TC-9122 pada Radio Transceiver Icom IC-2N, dengan demikian penelitian ini memanfaatkannya untuk melakukan penyapuan frekuensi (*Frquency Sweep*) dengan memberikan umpan tegangan DC 5 Volt pada kaki no. 3 sampai dengan kaki no.14 (12 bit) secara simultan yang akan membentuk frekuensi keluaran dari 140 MHz sampai dengan 149 Mhz, karena perubahan frekuensi yang di inginkan hanya pada orde satuan Mhz, maka kaki-kaki yang di umpan tegangan DC 5 Volt secara simultan hanya kaki no. 3 sampai dengan kaki no. 6 saja (4 bit), yang berasal dari Mikrokontroler ATmega 16. Namun bila diinginkan perubahan frekuensi hingga pada orde 10 kHz, maka semua kaki dari no. 3 sampai no. 14 di operasikan sebagai masukan Sweep Frequency. Rangkaian PLL secara lengkap dapat diperlihatkan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. PLL IC TC-9122 [9]

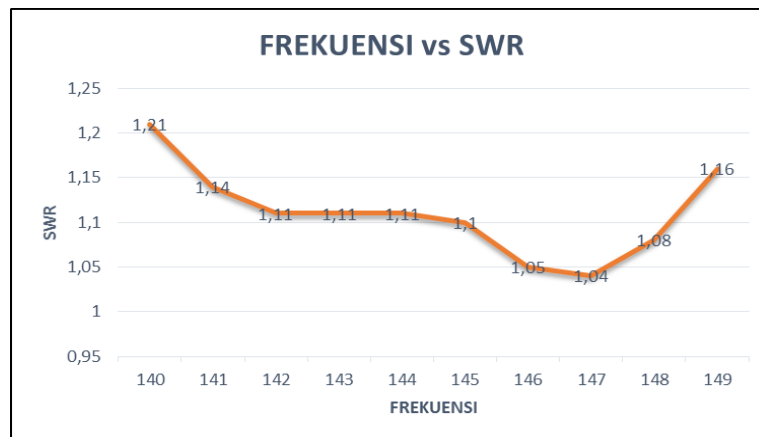
2.4. Hasil Pengujian

Dari pengukuran yang dilakukan untuk frekuensi yang berubah dari 140 sampai dengan 149 MHz dengan panjang antenna 51,02 cm dengan type antenna Groundplane seperempat lambda ($1/4 \lambda$) yang menggunakan kabel transmisi Coaxial RG-58 sepanjang 4 meter (2λ). Maka didapatkan hasil pengukuran untuk nilai SWR seperti yang dipelihatkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian Perubahab Frekuensi Terhadap Nilai SWR

F(Mhz)	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149
SWR	1,21	1,14	1,11	1,11	1,11	1,10	1,05	1,04	1,08	1,16

Dari data pada Tabel 1 diatas, dapat digambarkan dalam bentuk grafis seperti pada Gambar 4 berikut:



Grafik 4. Hubungan Frekuensi dan SWR untuk Panjang Antena Yang Tetap

3. Simpulan

Dari hasil pengujian dan pengukuran yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa perangkat antenna analyzer digital yang dikembangkan dari alat SWR dapat mengukur untuk rentang frekuensi kerja dari 140 sampai dengan 149 MHz. Pada saat mengukur SWR dengan panjang antenna 51,02 cm, didapatkan nilai SWR terendah 1,04 pada frekuensi 147 MHz.

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini, tak lupa kami sampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Teknik Elektro ITN Malang yang mengijinkan untuk melakukan pengukuran di Laboratorium Telekomunikasi.

Daftar Pustaka

- [1]. Balanis A. Constantine, 2005. *Antenna Theory Analysis and Design*. 3rd edition, John Willey and Sons.
- [2]. Thomas L. Hemminger, 2005. *Antenna Impedance Matching with Neural Networks*. International Journal Neural System. Vol. 15, 357.
- [3]. Trevor S. Bird, Nicholas Rypkema, Ken W. Smart, 2009. *Antenna Impedance Matching for Maximum Power Transfer in Wireless Sensor Networks*. IEEE SENSORS 2009 Conference.
- [4]. Sonia Sharma, C. C. Tripathi, Rahul Rishi, 2017. *Impedance Matching Technique for Microstrip Patch Antenna*. Indian Journal of Science and Technology, Vol 10 (28). ISSN (Print): 0974-6846, ISSN (Online): 0974-5645.
- [5]. Ichsan Mahjud, 2009. *Gelombang Berdiri dan Pengaruhnya Terhadap Pentransmisian Sinyal Informasi*. Poli Rekayasa, Volume 4, Nomor 2, Maret 2009. ISSN: 1858-3709.
- [6]. Joel R. Hallas, 2013. *Understanding Your Antenna Analyzer*. ARRL ISBN: 978-0-87259-288-9.
- [7]. Tanijaya C. Henry, Octaviani S., 2014. *VSWR Meter Digital dengan Bantuan Mikrokontroler ATMEGA8535*. Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer, Vol. 3 No. 10, Apr – Jun 2014, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya.
- [8]. Tumanski S. 2006. *Principles of Electrical Measurement*. CRC Press Taylor and Francis Group.
- [9]. Toshiba. *Data Sheet TC-9122P*.