

ANALISIS PENGUJIAN S-PARAMETER PADA PERANGKAT DUPLEXER DAN KABEL COAXIAL DENGAN FREKUENSI 1.800 MHz

ANALYSIS OF S-PARAMETER TESTING ON DUPLEXER DEVICE AND COAXIAL CABLE WITH 1,800 MHz FREQUENCY

Herwin Hutapea¹, Kukuh Aris Santoso²

^{1,2}Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

¹herwin.hutapea@gmail.com

²Kukuhpwu@gmail.com

Abstrak

Sebuah jalur transmisi maupun rangkaian listrik dalam sebuah jaringan dapat berupa rangkaian resistor, sebuah rangkaian jalur transmisi ataupun terdiri dari rangkaian terintegrasi dengan kompleksitas yang lebih rumit. Rangkaian-rangkaian tersebut mengandung informasi tertentu yang dapat difungsikan sebagai pendukung perangkat lainnya dalam sebuah jaringan. Sebagai contoh sebuah *duplexer*, di dalam jaringan telekomunikasi difungsikan sebagai perangkat pendukung pada sebuah *radio base station* (BTS). Perangkat *duplexer* ini diandaikan sebagai kotak hitam, dimana rangkaian maupun cara kerja secara spesifikasi tidak diketahui. *Duplexer* adalah perangkat yang menghubungkan antara jalur antena dengan perangkat *Carrier* (perangkat yang memproses modulasi dan demodulasi). Untuk mengetahui parameter-parameter ataupun karakteristik dari kotak hitam tersebut, metode yang efektif digunakan adalah pengukuran dengan metode S-Parameter (*scattering parameters*). Perangkat yang akan diuji pada penelitian ini dibatasi terhadap satu produk saja dengan model dan desain yang sama, dengan frekuensi kerja 1.800 MHz.

Kata Kunci: S-Parameter, *Duplexer*, *transmission line*

Abstract

A transmission line, as well as an electrical circuit in a network may consist of a series of resistors, a series of transmission lines or may be composed of a more complex integrated circuits. They are composed of certain information that functions as a support device for other devices in the network. For example, a duplexer, in a telecommunication network it functions as a support device on a radio base station (BTS). This duplexer device functions as the black box, in which its circuit and the function of its specifications are unknown. Duplexer is a device that connects antenna paths to carrier devices (devices that process modulation and demodulation). In order to discover the parameters or characteristics of the black box, measurement using S-Parameter method (scattering parameters) was an effective one. The device to be tested in this study is limited to one product that has the same model and design, and works at a frequency of 1800MHz.

Keywords: *transmission, duplexer, S-Parameter*

Tanggal Terima Naskah : 05 Oktober 2017

Tanggal Persetujuan Naskah : 20 November 2017

1. PENDAHULUAN

Sebuah jalur transmisi maupun rangkaian transmisi dalam sebuah jaringan dapat berupa rangkaian pasif, sebuah rangkaian jalur transmisi ataupun terdiri dari rangkaian terintegrasi dengan kompleksitas yang lebih rumit. Rangkaian-rangkaian tersebut mengandung informasi tertentu yang dapat difungsikan sebagai pendukung perangkat lainnya dalam sebuah jaringan. Sebagai contoh sebuah *duplexer*, di dalam jaringan telekomunikasi difungsikan sebagai perangkat pendukung pada sebuah *radio base station* (BTS). Perangkat *duplexer* ini diandaikan sebagai kotak hitam, dimana rangkaian maupun cara kerja secara spesifikasi tidak diketahui. *Duplexer* adalah perangkat yang menghubungkan antara jalur antena terhadap perangkat *Carrier* (perangkat yang memproses modulasi dan demodulasi). Pada perkembangannya saat ini perangkat *duplexer* sudah terintegrasi dengan perangkat *carrier*. Ketiga perangkat tersebut (*duplexer*, *carrier*, dan unit kendali) bahkan sudah menjadi satu bagian perangkat tersendiri.

Untuk mengetahui parameter-parameter ataupun karakteristik dari kotak hitam tersebut, metode yang efektif digunakan adalah pengukuran dengan metode S-Parameter (*scattering parameters*). Perangkat yang akan diuji pada penelitian ini dibatasi terhadap satu produk saja dan model yang sama, dengan frekuensi 1.800MHz.

2. KONSEP DASAR

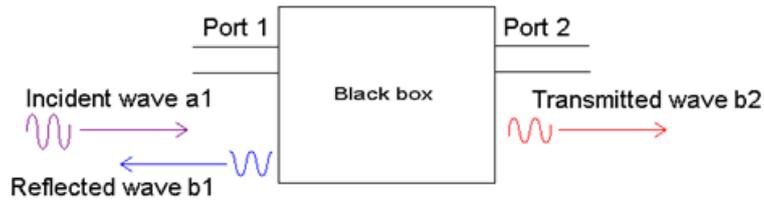
2.1 Pengertian S-parameter

S-Parameter (Parameter hamburan/*scattering*) adalah metode yang sering dipakai untuk menggambarkan karakteristik sebuah rangkaian sebagai sebuah kotak hitam [1]. Parameter eksternal dari kotak hitam tersebut dapat diprediksi tanpa mengetahui komponen apa saja yang terdapat di rangkaian dalamnya. Kotak hitam tersebut dapat terdiri dari apa saja seperti rangkaian resistor, sebuah rangkaian jalur transmisi ataupun terdiri dari rangkaian terintegrasi. Sebuah kotak hitam atau jaringan dapat terdiri dari sejumlah koneksi I/O (*port*).



Gambar 1. Diagram sederhana sebuah jaringan dengan 2 *port*

Gambar 1 menunjukkan sebuah jaringan sederhana dengan hanya dua *port*, dimana masing-masing *port* merupakan sepasang jalur terminal. S-parameter diperoleh dengan mengirimkan sebuah sinyal frekuensi ke jaringan atau kotak hitam dan mendeteksi gelombang apa saja yang terdeteksi dari masing-masing keluaran *port*. Daya, tegangan dan arus digambarkan dalam bentuk gelombang yang berjalan pada kedua arah. Pada gelombang yang terjadi pada *port* 1, sebagian dari sinyal direfleksikan kembali melalui *port* yang sama dan sebagian lagi keluar melalui *port* yang lainnya. S-parameter digambarkan sebagai S11, S21, dan seterusnya. S11 menggambarkan sinyal refleksi pada *port* 1 hasil dari sinyal yang terjadi pada *port* 1. Penyebaran (*scattering*) parameter S11 adalah rasio dari kedua gelombang $b1/a1$.



Gambar 2. Gambar proses mencatu sinyal pada port 1 terhadap port 2

2.2 S-Parameter Secara Matematis

S-parameters untuk elemen konvensional pada gambar 2 dalam standar buku *microwave* didefinisikan sebagai berikut:

$$b_1 = a_1 S_{11} + a_2 S_{12} \dots \dots \dots (1)$$

$$b_2 = a_1 S_{21} + a_2 S_{22} \dots \dots \dots (2)$$

dimana: S_{11} adalah koefisien refleksi *port-1*: $S_{11} = b_1/a_1$; $a_2 = 0$

S_{22} adalah koefisien refleksi *port-2*: $S_{22} = b_2/a_2$; $a_1 = 0$

S_{21} adalah koefisien transmisi *forward* (alur maju): $S_{21} = b_2/a_1$; $a_2 = 0$

S_{12} adalah koefisien transmisi *reverse* (alur balik): $S_{12} = b_1/a_2$; $a_1 = 0$

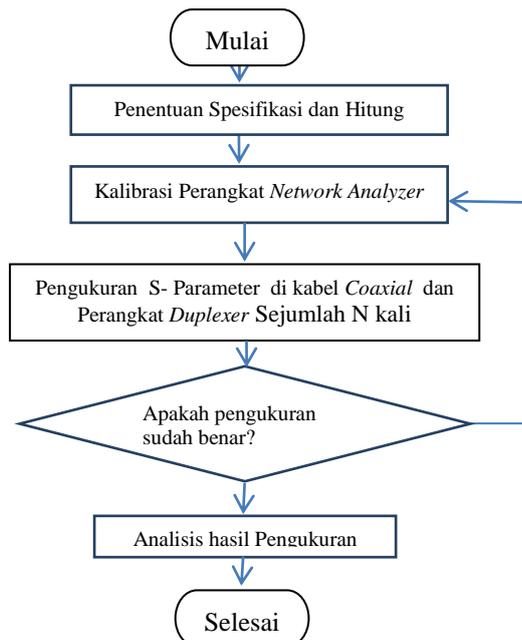
Secara fungsi matriks S-parameter terhadap dua port dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \end{pmatrix} \dots \dots \dots (3)$$

Beberapa matriks digambarkan simetris, pada matriks asimetris memiliki komponen simetris mengenai diagonal puncak (*leading diagonal*) [1]. Pada kasus dua port jaringan, dapat berarti bahwa $S_{21} = S_{12}$ dimana perubahan pada port masukan dan keluaran tidak mengubah komponen transmisi. Sebuah jalur transmisi adalah contoh dari dua port jaringan simetris. *Off-diagonal S-parameters*, S_{12} , S_{21} merepresentasikan koefisien transmisi karena parameter tersebut menggambarkan apa yang terjadi dari port yang satu terhadap yang lainnya.

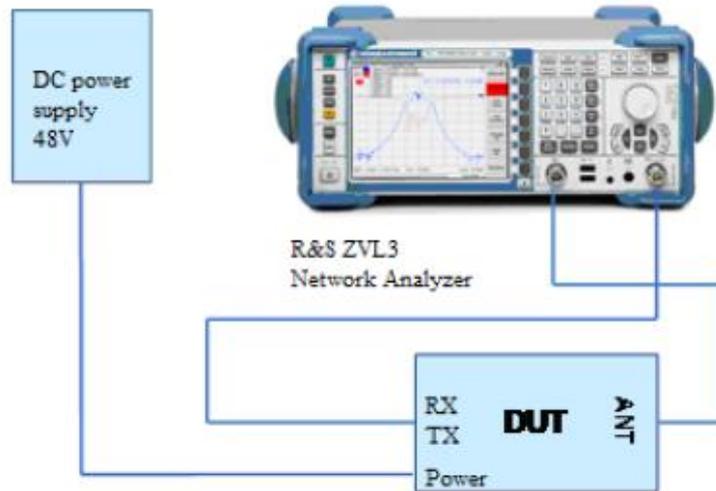
3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dengan melalui tahapan tahapan pengukuran dengan menggunakan *Network Analyzer* dengan Diagram Alir Sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Pada pengujian ini perangkat yang dapat digunakan adalah sebuah *network analyzer*, dengan diagram pengukuran seperti gambar berikut ini.



Gambar 4 .Blok diagram pengukuran

(Sumber: *Flexible Duplexer Amplifier Multicoupler for GSM 1.800 MHz Testing Procedure and specification*, PT Teleplan, 2013, Indonesia)

Pada gambar 3 terlihat bahwa generator dan beban impedansi dihubungkan dengan *network analyzer*. Koneksi dapat juga dibalik, dengan generator terhubung ke *port 2* dan beban ke *port 1* [2]. Pada pengukuran ini catu daya dibutuhkan untuk mencatu perangkat *duplexer*. Adapun daftar peralatan dan parameter alat ukur yang digunakan adalah sebagai berikut:

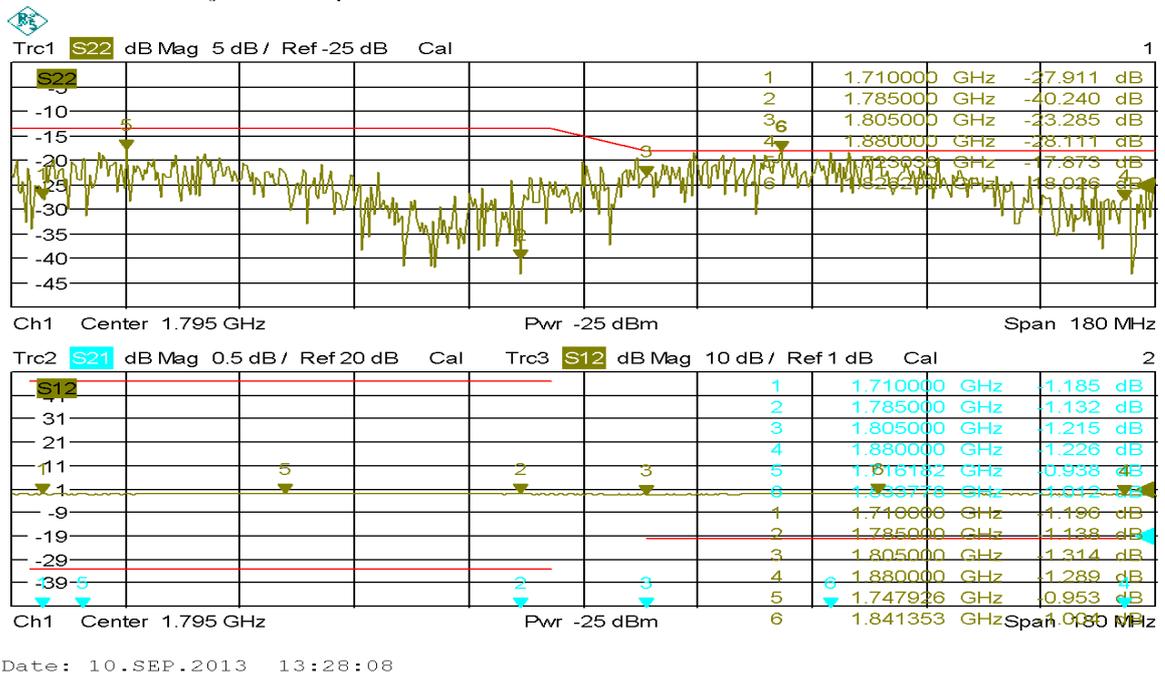
Alat ukur	: Rhode&Schwarz ZVL <i>Network Analyser</i>
Mode	: <i>Network Analyzer</i>
Center	: 1795 MHz
Span	: 100 MHz
Daya	: -10 dBm
Bandwidth	: 10 kHz
Jumlah titik/skala	: 500
Nilai rata-rata	: 10
Catu daya DC	
Tegangan	: 48,0 V
Limit Arus	: 0,8 A

4. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

Pengujian yang dilakukan dengan membandingkan hasil refleksi kabel *coaxial* dan perangkat *duplexer* dengan tujuan S-parameter dapat bekerja pada jalur transmisi dengan melihat hasil pengukuran kabel *coaxial* [3]. Selain itu, S-paramater ini dapat bekerja atau diterapkan pada sistem ataupun perangkat transmisi seperti *duplexer* [4].

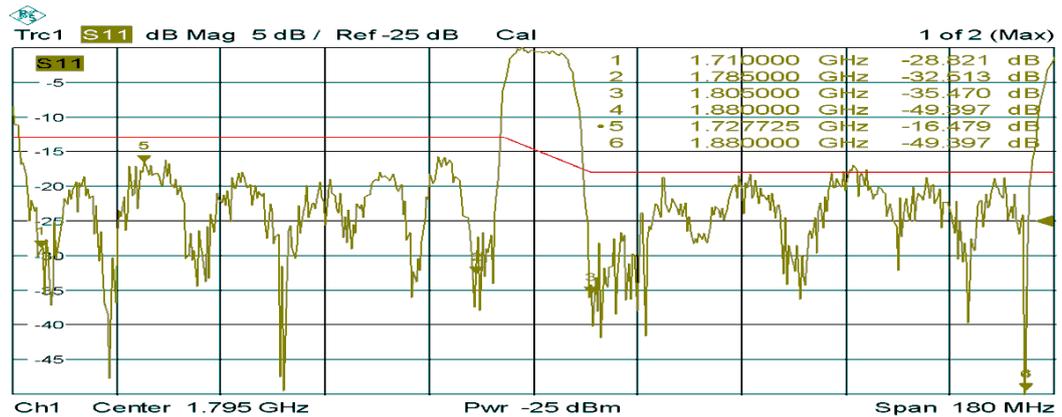
Hal ini dapat membuktikan bahwa S-parameter dapat dipakai untuk menganalisis sebuah Sistem transmisi atau hanya *transmission line* saja [5]. Metode ini sangat berguna untuk diterapkan apabila ada “Black Box” yang tidak dipahami rangkaiannya atau cara kerjanya dapat diprediksi dengan mengukur S-parameter. Dengan cara ini, dapat diketahui pada tingkat frekuensi berapa perangkat tersebut bekerja secara normal [6].

- a. Refleksi S-parameter dari S22 (*Transmission Line/Kabel Coaxial*)
 Pada gambar 4, pada uji S-parameter kabel *coaxial* dengan impedansi 50 ohm terlihat S22 menunjukkan sebuah refleksi kabel. S22 ini secara detail menunjukkan refleksi *power*. Dari frekuensi yang diuji dengan rentang 1.710-1.880 GHz dengan nilai tengah 1.795 GHz menghasilkan redaman sekitar -27 dB sampai -40 dB. Pada kabel yang sama S11 hasilnya sama seperti S22.
- b. Refleksi S-Paramater dari S21 (*Transmission Line/Kabel Coaxial*)
 Gambar 4, pada uji S-parameter kabel *coaxial* dengan impedansi 50 ohm, di S21 yang menunjukkan sebuah refleksi kabel saat *transmit*. Saat keadaan *transmit* ini S21 menunjukkan besar *return loss* dari sebuah kabel *coaxial* yang digunakan. Dari frekuensi yang diuji dengan rentang 1.710-1.880 GHz dengan nilai tengah 1.795 GHz menghasilkan nilai *return loss* sekitar -1,185 dB sampai -0,938 dB. Pada kabel sama S12 hasilnya sama seperti S21.



Gambar 5. Pengukuran S22 dan S21

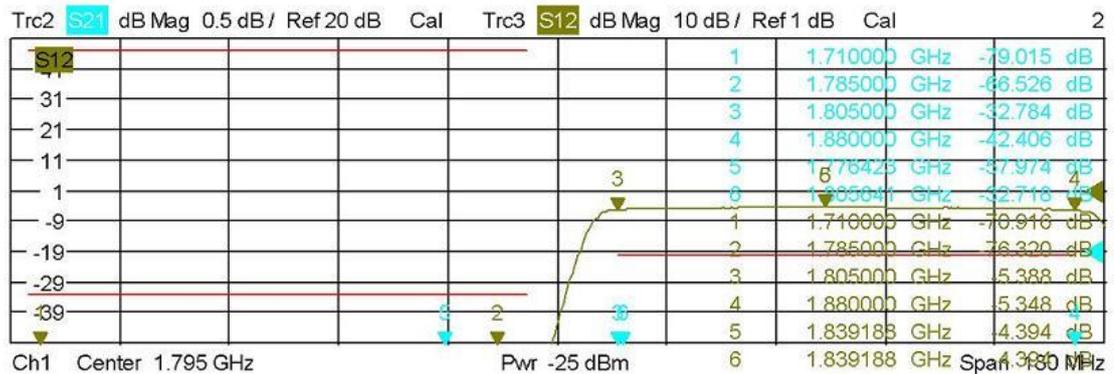
- c. Refleksi S-Paramater dari S11 (*Sistem Transmisi/Perangkat Duplexer*)
 Gambar 5, S-parameter diuji pada sistem transmisi, yaitu pada perangkat *Duplexer* dengan impedansi 50 ohm. S11 ini menunjukkan sebuah refleksi sistem transmisi saat *transmit* dan *receive* saat sinyal diberikan melewati *port* RX dan diukur pada *port* TX. Keadaan S11 ini menunjukkan besar *return Loss* dari sebuah Sistem Transmisi, yaitu perangkat *Duplexer*. Dari frekuensi yang diuji dengan rentang 1.710-1.880 GHz dengan Nilai tengah 1.795 GHz menghasilkan nilai *return loss* sekitar -16,479 dB sampai -49,397 dB. S22 nilainya sama.



Gambar 6. Hasil pengujian *return loss* RX dan TX

d. Refleksi S-Paramater dari S12 (Sistem Transmisi/Perangkat *Duplexer*)

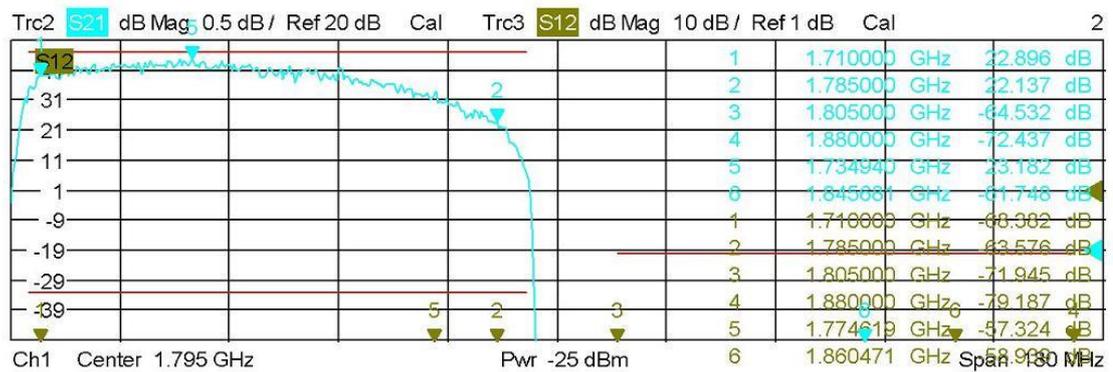
Pada Gambar 6 pengukuran S12 menunjukkan sebuah refleksi sistem transmisi saat *transmit port* TX. Saat sinyal diukur pada *port* TX, keadaan S12 ini menunjukkan besar *insertion Loss* dari sebuah Sistem Transmisi, yaitu perangkat *Duplexer*. Dari frekuensi yang diuji dengan rentang 1.710-1.880 GHz dengan Nilai tengah 1.795 GHz menghasilkan nilai *return loss* sekitar -5,388 dB sampai -5,348 dB.



Gambar 7. Hasil pengujian S12 TX

e. Refleksi S-Paramater dari S21 (Sistem Transmisi/Perangkat *Duplexer*)

Pada Gambar 6, pengukuran S21 menunjukkan sebuah refleksi sistem transmisi saat *Receive port* RX. Saat sinyal diukur pada *port* TX, keadaan S12 ini menunjukkan besar *Gain* dari sebuah Sistem Transmisi, yaitu perangkat *Duplexer*. Dari frekuensi yang diuji dengan rentang 1.710-1.880 GHz dengan nilai tengah 1.795 GHz menghasilkan nilai *return loss* sekitar -22,896 dB sampai -22,137 dB.



Gambar 8. Hasil pengujian Gain RX mode AMCO

5. KESIMPULAN

S-parameters adalah metode yang sangat berguna untuk menggambarkan sebuah jaringan transmisi. Dari hasil pengukuran dan analisis yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Koefisien refleksi bekerja pada *transmission line* dan *Sistem Transmisi*
2. Pada *transmission line*, yaitu kabel *coaxial* didapat nilai:
 S22/S11: redaman -27 dB sampai -40 dB
 S21/S12: redaman -1,185 dB sampai -0,938 dB
3. Pada Sistem Transmisi, yaitu pada perangkat *Duplexer* diperoleh nilai:
 S11/S22: redaman -16,479 dB sampai -49,397 dB
 S12: redaman -5,388 dB sampai -5,348 dB
 S21: redaman -22,896 dB sampai -22,137 dB

REFERENSI

- [1] Anonim. 1997. *S-Parameter Technique*. USA: Hewlett-packard company.
- [2] _____. 2005. *S-Parameter Simulation*. USA: Agilent Technologies.
- [3] _____. 2013. *Flexible Duplexer Amplifier Multicoupler for GSM 1800 MHz Testing Procedure and Specification*. Indonesia: PT. Teleplan.
- [4] Audet, Jacques . 2017. *Teory and Testing Of Dupexers*.
- [5] Burnikell, Jean. 2006. *an Introduction to S-parameter*. USA: Polar instrument.
- [6] Stephen H. Lampen, Martin J. Van Der Burgt, and Carl W. Dole. 2001. *High-Definition Cabling and Return Loss*, SMPTE Journal.