

Dr. Eng. Ir. Irfan Mujahidin, S.T., M.T., M.Sc., IPP.

SIRKUIT TELEKOMUNIKASI NIRKABEL

KOMPONEN PASIF



SIRKUIT

Telekomunikasi Nirkabel

Komponen Pasif

Dr. Eng, Ir. Irfan Mujahidin, S.T., M.T., M.Sc., IPP.

PENERBIT KBM INONESIA

PENERBIT KBM INDONESIA

Adalah penerbit dengan misi memudahkan proses penerbitan buku buku penulis di tanah air Indonesia. Serta menjadi media sharing proses penerbitan buku.

SIRKUIT TELEKOMUNIKASI NIRKABEL (KOMPONEN PASIF)

Copyright ©2025 By Dr. Eng, Ir. Irfan Mujahidin, S.T., M.T., M.Sc., IPP.
All right reserved

Penulis

Dr. Eng, Ir. Irfan Mujahidin, S.T., M.T., M.Sc., IPP.

Desain Sampul

Aswan Kreatif

Tata Letak

Sofita HM

Editor

Dr. Muhamad Husein Maruapey, Drs., M.Sc.

Background isi buku di ambil dari <https://www.freepik.com/>

Official

Depok, Sleman-Jogjakarta (Kantor)

Penerbit Karya Bakti Makmur (KBM) Indonesia

Anggota IKAPI/No. IKAPI 279/JTI/2021

081357517526 (Tlpn/WA)

Website

<https://penerbitkbm.com>

www.penerbitbukumurah.com

Email

naskah@penerbitkbm.com

Distributor

<https://penerbitkbm.com/toko-buku/>

Youtube

Penerbit KBM Sastrabook

Instagram

@penerbit.kbmindonesia

@penerbitbukujogja

ISBN: 978-634-202-249-8

Cetakan ke-1, Maret 2025

15,5 x 23 cm, xvi + 142 halaman

Isi buku diluar tanggungjawab penerbit

Hak cipta merek KBM Indonesia sudah terdaftar di DJKI-Kemenkumham dan isi buku dilindungi undang-undang.

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa seizin penerbit karena beresiko sengketa hukum

**Sanksi Pelanggaran Pasal 113
Undang-Undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta**

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat-Nya, buku Sirkuit Komunikasi Nirkabel dapat terwujud dengan baik. Buku ini merupakan hasil karya dari Dr. Eng, Ir. Irfan Mujahidin, S.T., M.T., M.Sc., IPP, yang telah dengan tekun dan penuh dedikasi membahas berbagai konsep, teori, serta aplikasi dalam bidang komunikasi nirkabel, khususnya pada aspek sirkuit dan sistem yang mendasarinya.

Komunikasi nirkabel merupakan salah satu bidang yang berkembang sangat pesat dalam dekade terakhir, baik dalam skala teknologi maupun penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari. Dengan kemajuan pesat pada teknologi komunikasi, pemahaman terhadap sirkuit yang mendukung sistem komunikasi nirkabel menjadi sangat penting, baik dari sisi akademis, riset, maupun aplikasi praktis di industri. Buku ini hadir sebagai kontribusi yang sangat relevan untuk memperkaya literatur tentang sirkuit komunikasi nirkabel dengan pendekatan yang komprehensif dan berbasis pada teori-teori dasar yang kuat serta penerapan yang mendalam.

Penulis buku ini, Dr. Eng, Ir. Irfan Mujahidin, S.T., M.T., M.Sc., IPP, dengan pengalaman dan keahliannya dalam bidang ini, berhasil menyajikan materi yang tidak hanya berbobot secara ilmiah tetapi

juga mudah dipahami oleh para pembaca, baik itu mahasiswa, praktisi, maupun peneliti yang tertarik pada perkembangan teknologi komunikasi nirkabel. Setiap bab disusun dengan cermat, memberikan penjelasan yang mendalam namun tetap mempertahankan keterbacaan yang tinggi untuk memudahkan pemahaman para pembaca.

Buku ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran dan pengetahuan yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang komunikasi nirkabel. Semoga buku ini dapat menjadi referensi yang berharga dalam pengembangan riset serta sebagai acuan dalam praktik dunia industri yang semakin membutuhkan keahlian di bidang komunikasi nirkabel.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung terselesainya buku ini. Semoga buku ini dapat memberi manfaat yang sebesar-besarnya bagi para pembaca dan menjadi bagian penting dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi komunikasi nirkabel.

Penulis

Semarang, 25 Januari 2025

Dr. Eng, Ir. Irfan Mujahidin, S.T., M.T., M.Sc., IPP

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
BAB 1 INSTRUMEN IMPLEMENTASI	1
A. Instrumen Ukur	2
B. Instrumen Desain	10
BAB 2 DESAIN SALURAN TRANSMISI MIKROSTIP	23
A. Landasan Teori	23
B. Alat dan Bahan	28
C. Langkah Eksperimen	29
D. Hasil Eksperimen	47
E. Analisis	52
F. Kesimpulan	53
BAB 3 DESAIN KONVERTER IMPEDANSI MULTI SEGMENT	55
A. Landasan Teori	55
B. Alat dan Bahan	59
C. Langkah Kerja	60
D. Hasil Eksperimen	70
E. Analisa	71
F. Kesimpulan	72
BAB 4 PEMBAGI DAYA WILKINSON	73
A. Landasan Teori	73
B. Alat dan Bahan	83

C.	Langkah Kerja.....	83
D.	Hasil Eksperimen.....	103
E.	Analisa.....	104
F.	Kesimpulan.....	109
BAB 5 FILTER BAND PASS JALUR MIKROSTIP		
BERPASANGAN.....		111
A.	Landasan Teori.....	111
B.	Alat dan Bahan	120
C.	Langkah Kerja.....	121
D.	Hasil Eksperimen	132
E.	Analisa.....	133
F.	Kesimpulan.....	134
DAFTAR PUSTAKA.....		137
PROFIL PENULIS.....		141

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Pengaturan pengukuran dasar yang terdiri dari perangkat yang diuji yang tertanam dalam komponen instrument yang terhubung ke VNa	2
Gambar 1.2 Tampilan Vecto Network Analyzer	3
Gambar 1.3 Tampilan Tombol VNA.....	4
Gambar 1.4 Tampilan tombol fungsi pada Vector Network Analyzer	5
Gambar 1.5 Tampilan tombol fungsi pada Vector Network Analyzer	6
Gambar 1.6 Tampilan socket DUT pada alat Vector Network Analyzer	7
Gambar 1.7 Tampilan Kalibrasi pada Vector Network Analyzer	9
Gambar 1.8 Tampilan Kalibrasi pada Vector Network Analyzer..	10
Gambar 1.9 Tampilan New Workspace Wizard pada ADS Ketika ingin membuat ruang kerja.....	15
Gambar 1.10 Tampilan pemilihan Libraries sesuai kebutuhan dalam pekerjaal desain aktual	16

Gambar 1.0.11 Tampilan memberi nama untuk Workspace pada ADS 2011	17
Gambar 1.12 Tampilan pemilihan Unit yang diinginkan selama desain pada ADS 2011	17
Gambar 1.13 Tampilan Workspace setelah dibuat pada ADS.....	18
Gambar 1.14 Tampilan membuat schematic baru di dalam Workspace pada ADS.....	19
Gambar 1.15 Tampilan schematic baru dibuat pada ADS 2011.....	19
Gambar 1.16 Tampilan Dasar menunjukan Perpustakaan Lumped with Artwork	20
Gambar 1.17 Tampilan rangkaian yang akan di desain pada ADS.....	20
Gambar 1.18 Tampilan Dasar menunjukan Perpustakaan Lumped with Artwork	21
Gambar 1.19 Tampilan hasil simulasi yang didapatkan setelah konfigurasi pada ADS.....	21
Gambar 1.20 Tampilan jendela utama pada Workspace untuk melihat sel schematic dan tampilan data	22
Gambar 2.1 Tampilan membuat Workspace baru untuk memulai projek pada ADS	29
Gambar 2.2 Tampilan New Schematic setelah membuat Workspace baru pada ADS.....	30
Gambar 2.3 Tampilan beberapa Fungsi yang menonjolkan LineCalc dari Tools "Layout" pada ADS.....	30
Gambar 2.4 Tampilan Konfigurasi LineCalc untuk spesifikasi desain yang di inginkan	31
Gambar 2.5 Tampilan Konfigurasi LineCalc setelah di konfigurasi dengan tujuan memastikan jalur mikrostrip dapat berfungsi dengan baik pada frekuensi tinggi.....	31

Gambar 2.6 Tampilan Konfigurasi LineCalc dengan frekuensi 1000Ghz, lebar 3.044mm, panjang 104.85, dan tinggi 1.6mm	32
Gambar 2.7 Tampilan Konfigurasi LineCalc dengan frekuensi 2000Ghz, lebar 0.144mm, panjang 52.49, dan tinggi 0.08mm	32
Gambar 2.8 Tampilan Parts ketika mencari Tlines Microstrip pada ADS.....	33
Gambar 2.9 Tampilan setelah memilih parts yang dibutuhkan	34
Gambar 2.10 Tampilan Parts ketika mencari Simulation S-Param pada ADS.....	34
Gambar 2.11 Tampilan setelah memilih parts yang dibutuhkan	35
Gambar 2.12 Tampilan Parts ketika mencari MLIN pada library Simulation-S_param dan mengubah konfigurasi pada parts tersebut.....	35
Gambar 2.13 Tampilan ketika rangkaian sudah selesai dan siap di simulasi	36
Gambar 2.14 Tampilan proses ketika sedang di simulasi	36
Gambar 2.15 Tampilan ketika proses sudah selesai dan cell siap di konfig	37
Gambar 2.16 Tampilan ketika Rectangular port ditambahkan pada board untuk mengukur parameter_S dari rangkaian.....	37
Gambar 2.17 Tampilan ketika konfigurasi Grafik yang akan di hasilkan dengan menunjukkan efisiensi transmisi dan pantulan daya	38
Gambar 2.18 Tampilan setelah di konfigurasi pada menu awal	38

Gambar 2.19 Tampilan ketika konfigurasi untuk menandai titik-titik penting pada grafik untuk mengetahui frekuensi dan level dB yang relevan.....	39
Gambar 2.20 Tampilan ketika akan konfigurasi tools Smith pada pojok kiri layar	39
Gambar 2.21 Tampilan konfigurasi sesuai dengan materi jobsheet.....	40
Gambar 2.22 Tampilan konfigurasi grafik pada bentuk ke-2	40
Gambar 2.23 Proses pemotongan PCB.....	41
Gambar 2.24 Gambar kertas yang sudah di print menempel pada PCB.....	41
Gambar 2.25 Gambar sedang menyetrikan gambar print dengan PCB dengan maksud gambar dapat tergambar jelas pada PCB.....	42
Gambar 2.26 Proses memasukan PCB kedalam cairan khusus.....	42
Gambar 2.27 Proses menyiapkan cairan keras yang sudah disiapkan	43
Gambar 2.28 Proses PCB sedang direndam pada cairan khusus.....	43
Gambar 2.29 Hasil pada PCB yang sudah selesai di Fabrikasi.....	44
Gambar 2.30 Tampilan awal dari NANO VNA-SAVER.....	45
Gambar 2.31 Tampilan ketika ingin menghubungkan perangkat NanoVNA ke laptop	45
Gambar 2.32 Konfigurasi Frequency pada NanoVNA	45
Gambar 2.33 Proses pemberian marker pada frequency yang diinginkan	46
Gambar 2.34 Hasil pengukuran Return Loss dan vswr dari data yang diberikan.....	46
Gambar 2.35 Hasil Fabrikasi pada komponen	47

Gambar 2.36 Hasil simulasi pada Frequency pada komponen	47
Gambar 2.37 Grafik Jalur Mikrostrip 50 Ohm merupakan hasil pengukuran menggunakan Nano VNA	48
Gambar 2.38 design $\lambda / 4$ Mode Open	48
Gambar 2.39 Fabrikasi - $\lambda / 4$ Mode Open	49
Gambar 2.40 design $\lambda / 2$ Mode Open	49
Gambar 2.41 Fabrikasi - $\lambda / 2$ Mode Open	49
Gambar 2.42 Tampilan Respon Frequency Pernadinagan antara Pengukuran (Mea) dan Simulasi (Sim) pada 2.4Ghz $\lambda/4$ mode Open.....	50
Gambar 2.43 Tampilan Respon Frequency Pernadinagan antara Pengukuran (Mea) dan Simulasi (Sim) pada 2.4Ghz $\lambda/2$ mode Open.....	50
Gambar 2.44 design $\lambda / 4$ Short Mode.....	50
Gambar 2.45 Fabrikasi - $\lambda / 4$ Mode Open	51
Gambar 2.46 design $\lambda / 2$ Short Mode	51
Gambar 2.47 Fabrikasi - $\lambda / 2$ Mode Open	51
Gambar 2.48 Tampilan Respon Frequency Pernadinagan antara Pengukuran (Mea) dan Simulasi (Sim) pada 2.4Ghz $\lambda/4$ mode Short	52
Gambar 2.49 Tampilan Respon Frequency Pernadinagan antara Pengukuran (Mea) dan Simulasi (Sim) pada 2.4Ghz $\lambda/2$ mode Short	52
Gambar 3.1 Tampilan jalur Transmisi Segmented.....	56
Gambar 3.2 Tampilan rangkaian yang akan di simulasi	61
Gambar 3.3 Proses untuk mensimulasikan alat, dengan cara Generate Layout	61
Gambar 3.4 Tampilan desain yang sudah dibuat pada ADS	62

Gambar 3.5 Tampilan menu tools untuk menggabungkan layout simulasi	62
Gambar 3.6 Proses meng-export file desain menuju file autocad.	63
Gambar 3.7 Pengukuran PCB untuk mendapatkan ukuran yang pas	63
Gambar 3.8 Proses pemotongan PCB untuk membentuk PCB yang rapi.....	64
Gambar 3.9 Menempelkan hasil print ke bahan PCB yang sudah di potong.....	64
Gambar 3.10 Proses menempelkan kertas dengan PCB agar tidak mudah lepas ketika proses berlanjut.....	65
Gambar 3.11 Proses pembersihan Kertas PCB	65
Gambar 3.12 Proses menyiapkan cairan khusus untuk membentuk tembaga PCB	66
Gambar 3.13 Proses menggerakkan PCB naik turun agar dapat terbentuk secara perlahan	66
Gambar 3.14 Tampilan hasil Fabrikasi	67
Gambar 3.15 Tampilan awal dari NANOVNA-SAVER.....	68
Gambar 3.16 Tampilan menu menghubungkan perangkat NanoVNA ke laptop	68
Gambar 3.17 Tampilan Sweep Control untuk menentukan center frequency serta rentang frequency	69
Gambar 3.18 Tampilan marker pada frekuensi yang ingin ditentukan sebagai rentang frequency.....	69
Gambar 3.19 Tampilan hasil pengukuran dari software NANOVNA-SAVER.....	70
Gambar 3.20 Hasil Eksperimen.....	70
Gambar 3.21 Hasil Eksperimen Grafik S11 > -15 dB.....	71
Gambar 4.1 Bentuk Fisik Wilkinson Power Divider	75

Gambar 4.2 Rangkaian Wilkinson Power Divider	76
Gambar 4.3 Rangkaian Even-Mode.....	77
Gambar 4.4 Rangkaian Even-Mode.....	78
Gambar 4.5 Rangkaian Odd-Mode	79
Gambar 4.6 Rangkaian Odd-Mode	81
Gambar 4.7 Rangkaian Three-section Wilkinson Power Divider.	82
Gambar 4.8 Bahan komponen yang akan digunakan untuk rangkaiannya.....	84
Gambar 4.9 Tampilan rangkaian setelah dirangkai.....	84
Gambar 4.10 Tampilan akan melakukan simulasi dengan cara generate layout	85
Gambar 4.11 Hasil Rangkaian setelah di simulasi.....	85
Gambar 4.12 Proses menggabungkan bentuk rangkaian tersebut menjadi satu.....	86
Gambar 4.13 Tampilan tools yang akan mengkonfigurasi Resolusi Penyesuaian	86
Gambar 4.14 Proses konfigurasi Preferensi Layout untuk mengubah Snap Grid “X” dan “Y” pada spacing	87
Gambar 4.15 Tampilan fungsi untuk buka titik kunci objek.....	87
Gambar 4.16 Proses untuk menghaluskan hasil rangkaian dengan cara Flatten pada komponen.....	88
Gambar 4.17 Proses menggambar ulang sudut dengan tools Poligon.....	88
Gambar 4.18 Tampilan hasil setelah diperbaiki sudut dengan tools Poligon.....	89
Gambar 4.19 Proses untuk konfigurasi pada Substrate.....	89
Gambar 4.20 Proses konfigurasi Layout Layer pada Substrate	90
Gambar 4.21 Proses menambahkan Port pada beberapa titik penting.....	90

Gambar 4.22 Tampilan Port pada titik penting.....	90
Gambar 4.23 Tampilan Port pada titik penting.....	91
Gambar 4.24 Tampilan Akhir setelah menambahkan Port.....	91
Gambar 4.25 Konfigurasi Port type menjadi Internal.....	92
Gambar 4.26 Tampilan Konfigurasi Port Type	92
Gambar 4.27 Proses mengubah Mesh Frequency menjadi 10Ghz	93
Gambar 4.28 Tampilan menu konfigurasi Mesh Frequency menjadi 10Ghz	93
Gambar 4.29 Proses konfigurasi simulasi pada S-Parameters.....	94
Gambar 4.30 Tampilan menu S-Parameters dan konfigurasi S- Parameters	94
Gambar 4.31 Aktivitas meng-export file desain menjadi file Autocad	95
Gambar 4.32 Tampilan ketika file dibuka pada Autocad	95
Gambar 4.33 Proses pemotongan PCB sesuai ukuran	96
Gambar 4.34 Menempelkan Print kepada PCB	96
Gambar 4.35 Proses menempelkan kertas dengan PCB gunakan Setrik.....	97
Gambar 4.36 Proses mendinginkan PCB dengan memasukan ke dalam air.....	97
Gambar 4.37 Proses penggabungan cairan khusus untuk membentuk tembaga PCB	98
Gambar 4.38 Proses pembentukan tembaga PCB dengan cara digeser berulang.....	99
Gambar 4.39 Hasil pembentukan Tembaga PCB.....	99
Gambar 4.40 Hasil setelah semua connector di solder.....	100
Gambar 4.41 Tampilan awal dari NANOVNA-SAVER.....	101

Gambar 4.42 Menu tampilan ketika menghubungkan perangkat NanoVNA ke laptop	101
Gambar 4.43 Tampilan menu untuk konfigurasi Sweep Control termasuk center frequency, dan rentang frequency.....	102
Gambar 4.44 Pemberian maker pada frequency yang diinginkan	102
Gambar 4.45 Hasil pengukuran pada software NanoVNA-SAVER	103
Gambar 4.46 Hasil Eksperimen Fabrikasi.....	103
Gambar 4.47 Hasil pengukuran pada software NanoVNA-SAVER	104
Gambar 4.48 Hasil Grafik Jumlah Refleksi Setiap Port 1.....	104
Gambar 4.49 Hasil Grafik Jumlah Refleksi Setiap Port 2.....	105
Gambar 4.50 Hasil Grafik Jumlah Refleksi Setiap Port 2.....	105
Gambar 4.51 Hasil Grafik Isolasi antara dua port.....	106
Gambar 4.52 Hasil Grafik Kehilangan daya keluaran S21	106
Gambar 4.53 Hasil Grafik Kehilangan daya keluaran S22	107
Gambar 4.54 Hasil Grafik Ketidakseimbangan fase kurang dari dua fase	107
Gambar 5.1 Tabel dari 10 Canonical Coupled Line Circuits	113
Gambar 5.2 Gambar MCFIL dan Equivalent Circuit	115
Gambar 5.3 Gambar Coupled-Line Bandpass Filters.....	119
Gambar 5.4 Tampilan ADS dalam membuat New Workspace.....	121
Gambar 5.5 Bahan untuk membuat Rangkaian	122
Gambar 0.6 Rangkaian setelah dirangkai akan terlihat seperti ini.....	122
Gambar 5.7 Simulasikan Rangkaian dengan Generate Layout	123

Gambar 5.8 Gambar Simulasi Rangkaian dalam Layout akan terlihat seperti berikut	123
Gambar 5.9 Proses menggabungkan semua bentuk menjadi satu kesatuan.....	124
Gambar 5.10 Foto hasil Rangkaian setelah digabungkan menjadi satu.....	124
Gambar 5.11 Proses meng-export file desain menjadi file Autocad	124
Gambar 5.12 Tampilan hasil setelah diexport akan terlihat seperti ini.....	125
Gambar 5.13 Proses pemotongan PCB.....	125
Gambar 5.14 Pembersihan PCB dengan gunakan kertas amplas	126
Gambar 5.15 Proses Penempelan Kertas dengan PCB sebagai bentuk dasar Tembaga PCB	126
Gambar 5.16 Proses pencampuran Cairan khusus untuk pembentukan Tembaga PCB	127
Gambar 5.17 Proses pembentukan PCB dengan cara digeser berulang.....	127
Gambar 5.18 Hasil Fabrikasi Etching.....	128
Gambar 5.19 Tampilan awal dari NANOVNA-SAVER.....	129
Gambar 5.20 Tampilan menu menghubungkan perangkat ke laptop	129
Gambar 5.21 Tampilan menu konfigurasi Sweep Control Center Frequency dan Rentang Frequency	130
Gambar 5.22 Pilih marker pada frequency yang diinginkan.....	130
Gambar 5.23 Hasil pengukuran pada software NanoVNA-SAVER	131
Gambar 5.24 Grafik Pengukuran Return Loss.....	131
Gambar 5.25 Grafik pengukuran Insertion Loss	132

Gambar 5.26 Grafik Pengukuran return loss dan Insertion Loss Eksperimen 1	133
Gambar 5.27 Grafik Pengukuran return loss dan Insertion Loss Eksperimen 2	133

DAFTAR PUSTAKA

Advanced Digital System Design, KeySight Corp. (2011). *Advanced Digital System Design*. In Advanced Digital System Design.

Balanis, C. A. (2016). [Book] *Antenna theory: Analysis and Design*. WILEY Book.

Balanis, C. E. (2005). *Antenna Theory: Analysis and Design, 3rd Edition - Constantine A. Balanis*. In Book.
<https://doi.org/10.1049/ep.1982.0113>

Ghione, G., & Pirola, M. (2017). *Directional Couplers and Power Dividers*. In Microwave Electronics.
<https://doi.org/10.1017/9781316756171.005>

Lu, P., Song, C., & Huang, K. M. (2020). *A Two-Port Multipolarization Rectenna with Orthogonal Hybrid Coupler for Simultaneous Wireless Information and Power Transfer (SWIPT)*. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 68(10). <https://doi.org/10.1109/TAP.2020.2993096>

Mujahidin, I. (2018). *Directional Couplers*. In <http://antenapropagasi.blogspot.com/2018/11/directional-couplers.html> (Issue 1).

Mujahidin, I. (2020a). *A Compct 5.8 GHz CPW Double Square Edge Antenna With BPF Stepped Impedance Resonator*. PRotek :

- Jurnal Ilmiah Teknik Elektro.
<https://doi.org/10.33387/protk.v7i2.2026>
- Mujahidin, I. (2020b). A Compct 5.8 GHz CPW Double Square Edge Antenna With BPF Stepped Impedance Resonator. PRotek : *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*.
<https://doi.org/10.33387/protk.v7i2.2026>
- Mujahidin, I., & Kitagawa, A. (2021). *CP Antenna with 2×4 Hybrid Coupler for Wireless Sensing and Hybrid RF Solar Energy Harvesting*. *Sensors (Switzerland)*, 21, 1–20.
<https://doi.org/10.3390/s21227721>
- Mujahidin, I., & Kitagawa, A. (2023). *Ring slot CP antenna for the hybrid electromagnetic solar energy harvesting and IoT application*. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 21(2), 290–301.
<https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v21i2.24739>
- Pozar, D. M. (2002). *Microwave and RF wireless systems : Solution manual*. In Ieee Microwave Magazine (Vol. 3, Issue 1).
- Pozar, D. M. (2014). *Microwave Engineering 4th Ed*. In Igarss 2014.
<https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Pozar, D. M. (2017). *Microwave engineering* / David M. Pozar. In Microwave engineering.
- Prasetya, D. A., & Mujahidin, I. (2020a). *2.4 GHz Double Loop Antenna with Hybrid Branch-Line 90-Degree Coupler for Widespread Wireless Sensor*.
<https://doi.org/10.1109/eeccis49483.2020.9263477>
- Prasetya, D. A., & Mujahidin, I. (2020b). *2.4 GHz Double Loop Antenna with Hybrid Branch-Line 90-Degree Coupler for Widespread Wireless Sensor*. 2020 10th Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS), 298–302.
<https://doi.org/10.1109/EECCIS49483.2020.9263477>

Rohde & Schwarz GmbH & Co. (2015). *Vector network analyzers. RF and Microwave Measurement Techniques.*

Tanaka, Y., Kanai, K., Hasaba, R., Sato, H., Koyanagi, Y., Ikeda, T., Tani, H., Kajiwarra, S., & Shinohara, N. (2019). *A Study of Improve Efficiency of Broad-Angle Rectenna Using Hybrid Coupler.* 2019 IEEE Wireless Power Transfer Conference, WPTC 2019.
<https://doi.org/10.1109/WPTC45513.2019.9055514>

PROFIL PENULIS

Dr. Eng, Ir. Irfan Mujahidin., S.T., M.T., M.Sc. IPP.



Penulis adalah seorang dosen program studi Teknik telekomunikasi, Politeknik Negeri Semarang. Penulis lahir di Banyuwangi, Jawa Timur, Indonesia, pada tahun 1992. Latar Pendidikan penulis adalah memperoleh gelar doctoral di Teknik Elektro dan Ilmu Komputer di Universitas Kanazawa, Jepang, pada tahun 2022. Penulis memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro dari Universitas

Brawijaya, Malang, Indonesia, pada tahun 2015. Master of Science dari Institut Teknik Komunikasi, National Sun Yat-sen University, Kaohsiung, Taiwan, Republik Tiongkok, pada tahun 2018 dan gelar profesi insinyur pada tahun 2021 sebagai praktisi dan peneliti bidang antenna dan propagasi. Minat penelitiannya saat ini meliputi desain antenna pada pemanenan energi RF, jaringan sensor nirkabel, aplikasi Internet-of-Things, transmisi daya nirkabel, dan desain sirkuit RF. Lebih lengkap bisa di telusuri melalui akun

repositori publikasi berikut :  0000-0002-5451-941X,  4028CH8AAAAJ,  57163783300,  AAM-4798-2020.

Penulis dapat dihubungi di email:
irfan.mujahidin@polines.ac.id