



Pengembangan Repeater Pasif Untuk Frekuensi 2,4 GHz

Eddy Triyono¹, Eni Dwi Wardihani¹, Thomas Agung S¹, Bambang Sumiyarso²

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang, Jl Prof Sudarto, SH, Semarang 50275

²Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang, Jl Prof Sudarto, SH, Semarang

e-mail : eddytriyono@gmail.com

Abstrak— Sinyal gelombang mikro merupakan media komunikasi yang banyak digunakan masyarakat pada saat ini, khususnya penggunaan internet. Sifat gelombang mikro adalah merambat lurus seperti cahaya dan akan memantul jika mengenai suatu obyek konduktif. Sifat bahan konduktif yang memantul ini dapat dimanfaatkan sebagai repeater pasif gelombang mikro. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan koefisien redaman yang dihasilkan bahan pemantul. Dalam penelitian di laboratorium bahan pemantul yang digunakan 6 bahan yaitu kardus, akrilik bening, putih gelap, PCB, alumunium untuk frekuensi 9 GHz. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah eksperimen. Hasil dari penelitian ini adalah koefisien redaman paling rendah adalah PCB sebesar -47.96 dB, kemudian Alumunium sebesar -50.23 dB. Penelitian di lapangan digunakan pemantul Alumunium pada frekuensi pemancar 2,4 Ghz besarnya koefisien redaman pantulan berkisar -30 dBm sampai dengan - 33 dBm. koefisien redaman pantulan paling rendah pada sinyal pemancar sebesar - 4 dBm sebesar - 30 dBm, sedangkan koefisien redaman pantulan terbesar pada sinyal pemancar 0 dBm sebesar -33 dBm

Kata Kunci— *Passive repeater, microwave, 2,4 GHz*

I. PENDAHULUAN

Dalam sistim telekomunikasi, salah satu untuk penyaluran informasi yang cukup jauh dipergunakan pemancar. Jika jangkauan pemancar masih dapat dipenuhi maka informasi dapat secara langsung, namun untuk daerah yang tidak dapat dijangkau oleh pemancar digunakan stasiun pengulang aktif yaitu satelit dan pengulang teristerial. Stasiun pengulang aktif tersebut adalah stasiun pengulang dengan rangkaian aktif yaitu akan menerima informasi dari pemancar kemudian memancarkan kembali informasi tersebut yang sebelumnya diperkuat lebih dahulu dan dipancarkan dengan frekuensi yang berbeda. Stasiun pengulang sebenarnya dapat berupa pasif yaitu benda padat, misalnya gunung, bukit, gedung, lembaran logam, antenna, karena sifat frekuensi sangat tinggi akan memantul jika menumbuk benda padat (frekuensi semakin tinggi sifat - sifatnya mendekati cahaya), sehingga pemantul pasif bersifat sebagai cermin yang memantulkan gelombang electromagnet. Sebuah repeater pasif atau pemantul (refleksi) link radio pasif, adalah reflektif atau kadang kadang panel bias atau benda lain yang membantu dalam memantulkan gelombang radio atau link mikrowave, di tempat-tempat terjadi hambatan di jalur sinyal yang tidak dapat lewat dari komunikasi berlangsung [1].

Dibandingkan dengan stasiun relay radio microwave dengan komponen aktif, sebuah repeater pasif jauh lebih sederhana dan membutuhkan sedikit perawatan dan tidak perlu tenaga listrik. Ini juga tidak membutuhkan frekuensi tambahan, tidak seperti stasiun repeater aktif yang menggunakan frekuensi transmit dan menerima yang berbeda untuk mencegah umpan balik. Kerugiannya adalah tanpa penguatan sinyal yang dikembalikan secara signifikan lebih lemah.

Sistem refleksi relai radio pasif dapat direalisasikan dengan menerima sinyal dengan antena parabola dan menyalurkan melalui waveguide ke antena parabola kedua, kemudian diradiasikan kembali, dapat juga relay pasif radio microwave link, dipantulkan melalui permukaan rata bahan logam yang digunakan, diatur sehingga sudut berkas yang masuk sesuai ke sudut sinyal yang keluar. Struktur yang dihasilkan menyerupai papan reklame.

Sinyal pemancar 2,4 GHz merupakan media komunikasi yang banyak digunakan industri telekomunikasi, penggunaan, wifi, satelit dan pengulang teresterial. Pada saat ini masih banyak daerah atau tempat/lokasi yang belum/tidak terjangkau sinyal gelombang mikro karena terhalang gunung, bukit, gedung, lokasi yang terletak dilembah, atau mengalami *blank spot*[2][3]. Disamping itu di Indonesia banyak terdapat gunung yang tersebar dibagai daerah. Untuk itu dapat dimanfaatkan gunung sebagai tempat pemasangan lembaran logam sebagai pengulang (repeater) pasif dari sinyal pemancar, yaitu menerima sinyal pemancar kemudian memancarkan kembali sinyal tersebut yang dipantulkan oleh lembaran logam yang dipasang di gunung sehingga diharapkan daerah atau tempat yang sebelumnya tidak dapat menerima sinyal pemancar karena daerah – daerah yang terhalang gunung, bukit, gedung terletak dilembah, atau mengalami *blank spot* dengan memanfaatkan lembaran logam yang terpasang di gunung sebagai pengulang (repeater) pasif dapat menerima sinyal pemancar dan memancarkan kembali sinyal tersebut, keuntungannya dari pengulang (repeater) pasif ini tanpa biaya perawatan, tidak memerlukan sumber tenaga listrik [4].

Tujuan dari penelitian ini adalah dapat menentukan koefisien redaman pantulan repeater pasif untuk sinyal frekuensi 2,4 GHz

Prospek repeater pasif efektif digunakan untuk memantulkan gelombang elektromagnet yaitu kelebihan repeater pasif dibanding dengan repeater aktif dalam memantulkan gelombang elektromagnet adalah murah dan mudahnya pengoperasiannya sehingga dapat dilakukan semua orang. Selain itu repeater pasif tanpa biaya pemeliharaan dan tanpa daya listrik. Aplikasi yang lain yaitu dapat digunakan sebagai stasiun pengulang pasif stasiun televisi [5].

Saat ini repeater pasive sudah banyak dipakai untuk pemantul gelombang elektromagnet. Di luar negeri sudah sejak lama repeater pasif digunakan untuk pemantul gelombang elektromagnet. Di Indonesia, ada satu perusahaan PT Indosat menggunakan repeater pasif untuk memnatulkan gelombang mikro dari stasiun bumi Jatiluhur ke Kantor pusat di jalan Merdeka Barat Jakarta. repeater pasif nya terletak di Bukit Pasir Puncu.

Pengembangan sistem ini sangat jelas karena telah terbukti repeater pasif mampu menjadi alat pendukung yang efektif dan maksimal untuk memantulkan gelombang elektromagnet. Kerugian yang ditimbulkan akibat terputusnya hubungan komunikasi akan menimbulkan biaya yang cukup besar baik disisi penyelenggara telekomunikasi maupun pengguna. Melihat dampak terputusnya hubungan telekomunikasi yang telah disebutkan diatas maka hasil dari penelitian ini mempunyai dampak manfaat yang sangat berarti bagi peneliti, masyarakat, industri, pemerintah dan bangsa Indonesia pada umumnya. Dampak manfaat secara umum hasil penelitian ini adalah teknologi tepat guna untuk menghasilkan pemantul gelombang elektromagnet yang murah dan mudah karena tanpa biaya perawatan dan tanpa sumber tenaga listrik, sehingga meningkatkan produktivitas dan menekan biaya operasional.

II. LANDASAN TEORI

A. Penelitian sebelumnya

Penelitian pendahuluan [6] yang sudah dilaksanakan, yaitu Pemanfaatan Gunung sebagai Pengulang (Repeater pasif) Pemancar 144 MHz (2 Meter Band) dengan hasil penerimaan terendah S5 sedangkan yang tertinggi S9. Sedangkan penelitian yang lain Pemanfaatan lembaran Logam [7] sebagai pengulang pada pemancar 900 Mhz dengan hasil terjadi redaman sebesar 1,4 dBm saat memantul. Hasil Penelitian [8][9] menunjukkan bahwa hasil berkas pantulan repeater pasif pada frekuensi 60 GHz adalah cukup baik. Menurut Paris Ang [10] menyatakan penurunan sinyal pantulan dari repeater pasif pada frekuensi 10 GHz sebesar 0,8 sampai dengan 7,8 dBm Menurut Yuta Takahashi [11] bahwa repeater pasif dalam ruangan terbatas SNR dapat

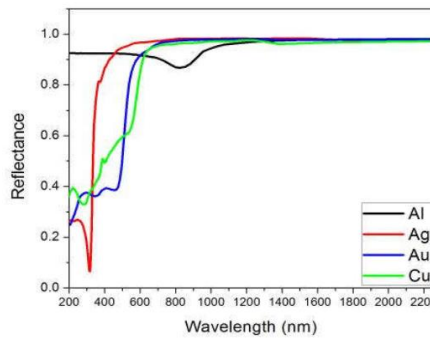
meningkat 3,82 dB dengan menambahkan varaktor pada frekuensi 2,4 GHz. Menurut Intan dkk [12] bahwa pada penggunaan *passive repeater back to back gain* yang dihasilkan dari masing-masing repeater ialah 94,10 dB pada frekuensi 15 GHz.

B. Pantulan logam

Refleksi logam dapat dikaitkan dengan konduktivitas oleh persamaan Hagens-Ruben, dengan v adalah kecepatan cahaya, ϵ adalah permitivitas vakum ($8,85 \times 10^{-12}$ F / m), dan σ adalah konduktivitas. Di wilayah inframerah (frekuensi kecil), persamaan ini menunjukkan bahwa logam dengan reflektansi tinggi juga merupakan konduktor yang baik.

$$R = 1 - 4 \sqrt{\frac{\nu \pi \epsilon_0}{\sigma}} \dots\dots\dots 1$$

Gambar 1 berikut memperlihatkan spektrum refleksi beberapa logam [13]



Gambar 1. Spektrum reflektansi logam: aluminium (garis hitam), perak (garis merah), emas (garis biru) dan tembaga (garis hijau).

Dari gambar 1 diatas terlihat aluminium mempunyai reflektansi yang relatif datar untuk berbagai panjang gelombang.

Besarnya redaman pemantul atau koefisien pantulan adalah [13] [14] :

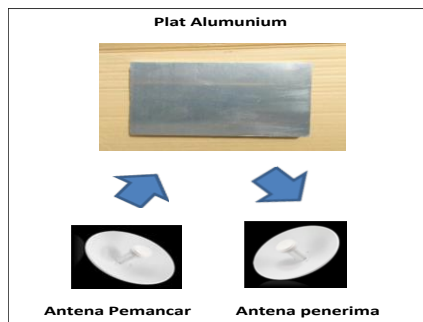
$$\text{Redaman (dB)} = 20 \log \frac{\text{tegangan sinyal datang}}{\text{tegangan sinyal pantul}} \dots\dots\dots 1$$

$$\text{Redaman (dBm)} = 10 \log \frac{\text{daya sinyal datang}}{\text{daya sinyal pantul}} \dots\dots\dots 2$$

III. MODEL YANG DIUSULKAN

A. Perancangan System

Untuk bahan pemantul pasif digunakan lembaran Aluminium dengan ukuran 2 x 1 meter dengan tebal 0,3 mm, kemudian dipasang pada penopang agar dapat dibuka lebar, sedangkan pemancar dan penerima menggunakan Antena UBIQUITI Power Beam M2. Untuk pengukuran daya pemancar dan daya penerimaan, antena tersebut di hubungkan dengan laptop. Skema sistem keseluruhan dapat dilihat pada gambar 1 berikut



Gambar 2 Diagram Blok Perencanaan Sistem Repeater Pasif untuk frekuensi 2,4 GHz

B. PresedurPengujuan

Pengukuran daya pemancar dan daya penerimaan hasil pantulan lembaran alumunium diatur dengan menggunakan software dari Antena UBIQUITI Power Beam M2, daya pemancar diatur dari -4 dBm sampai dengan 2 dBm dan sudut arah antena diatur dari 30^0 sampai dengan 90^0

IV. IMPLEMENTASI MODEL DAN PEMBAHASAN

A. Pengukuran di laboratorium

Rangkaian percobaan pengukuran yang dilakukan berupa beberapa bahan pemantul, antena pemancar dan antene penerima, sumber sinyal 9 GHz, sinyal informasi berupa gelombang kotak dengan tegangan 2 Vp. Jarak pemancar/ penerima dengan pemantul 20 cm, untuk jelasnya diperlihatkan gambar 3 berikut ini :



Gambar 2. Rangkaian percobaan

Gambar 4. berikut merupakan salah satu bahan pemantul yang gunakan penelitian yaitu alumunium



Gambar 4. Bahan pemantul alumunium

Hasil pengukuran 6 bahan pemantul yaitu kardus, bahan akrilik berwarna bening, putih, gelap, serta lembaran alumunium, dan lembaran PCB, sudut pantulan 30^0 , 45^0 , 90^0 , Jarak antara pemantul dengan penerima maupun pemantul dengan pemancar 20 cm, osilator frekuensi gelombang mikro 9 GHz dengan sinyal informasi berupa gelombang kotak dengan frekuensi 1 KHz dengan amplitudo 2 Vp.

Dari hasil pengukuran berikut bahwa besarnya redaman yang paling kecil adalah bahan dari PCB sebesar $-47,96$ dB dan redaman paling besar adalah kardus sebesar $-61,11$ dB. Hal ini dikarenakan PCB terbuat dari tembaga yang mempunyai daya hantar yang tinggi sedangkan kardus adalah bahan isolator. Sedangkan sinyal pantul yang paling besar pada sudut 30^0 dan sinyal pantul paling kecil pada sudut 90^0 . Hal ini disebabkan pada 30^0 semuanya terpantul sedangkan pada 90^0 hanya sebagian yang terpantul kearah penerima, yang banyak terpantul kembali ke pemancar. Besarnya redaman pada kardus sebesar -61.11 dB, fiber bening sebesar

-60.35 dB, akrilik putih sebesar -56.71 dB, fiber gelap sebesar -54.33 dB, Alumunium sebesar -50.23 dB, PCB sebesar -47.96 dB,

Tabel 1 berikut adalah hasil pengamatan 6 bahan pemantul

Tabel 1
Hasil pengamatan berbagai bahan pemantul

Bahan	Sudut pantulan (°)	Sinyal datang (mV)	Sinyal pantulan (mV)	Redaman (dB)
Kardus	30	2000	1.76	-61.11
	45	2000	1.6	-61.94
	90	2000	1.5	-62.50
Bening	30	2000	1.92	-60.35
	45	2000	1.82	-60.82
	90	2000	1.76	-61.11
Putih	30	2000	2.92	-56.71
	45	2000	2.48	-58.13
	90	2000	1.85	-60.68
Gelap	30	2000	3.84	-54.33
	45	2000	3.44	-55.29
	90	2000	1.84	-60.72
Alumunium	30	2000	6.16	-50.23
	45	2000	5.4	-51.37
	90	2000	2.64	-57.59
PCB	30	2000	8	-47.96
	45	2000	7.04	-49.07
	90	2000	3.52	-55.09

B. Pengukuran di lapangan

Plat Alumunium yang digunakan sebagai pemantul pasif diperlihatkan gambar 5 berikut :



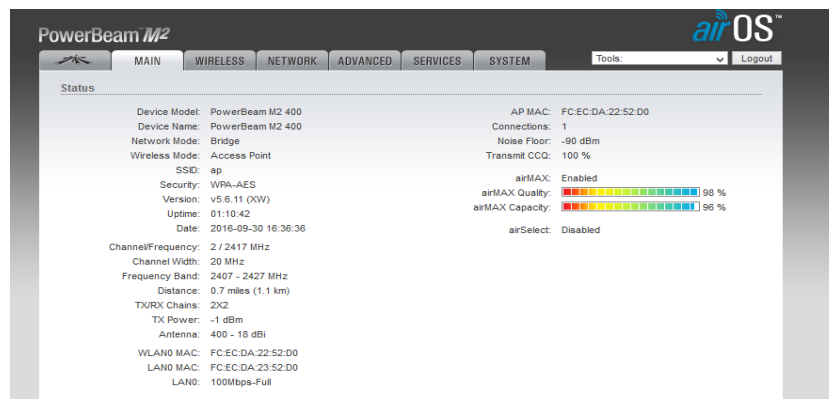
Gambar 5. Lembaran Alumunium sebagai repeater pasif

Antena Power Beam M2 dengan penguatan 18 dBi yang digunakan diperlihatkan gambar 6 berikut



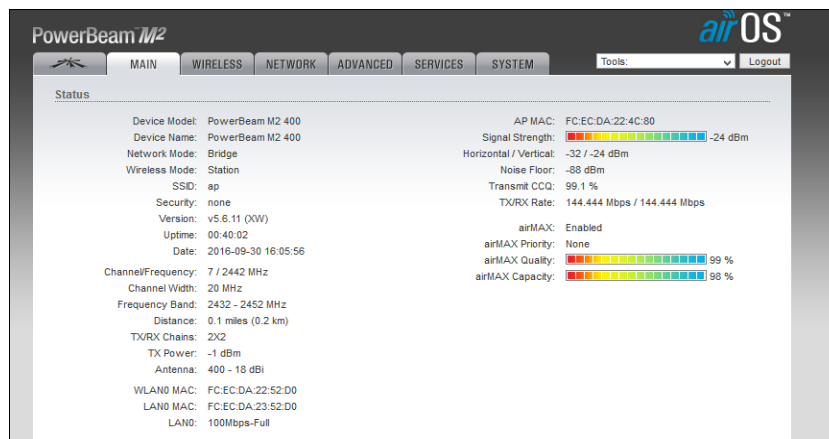
Gambar 6. Antena Power Beam M2

Hasil pengukuran dari perangkat lunak besarnya kuat sinyal pemancar diperlihatkan gambar berikut



Gambar 7 : Tampilan kuat sinyal pemancar sebesar – 1 dBm

Hasil pengukuran dari perangkat lunak besarnya kuat sinyal penerima diperlihatkan gambar berikut :



Gambar 8 : Tampilan kuat sinyal penerima sebesar – 32 dBm

Hasil pengukuran bahan pemantul Aluminium dengan frekuensi pemancar 2,4 GHz, Antena Power Beam M2 dengan penguatan 18 dBi, Jarak pemancar ke pemantul dan jarak pemantul adalah 2,5 m, dengan sudut pantulan 30° , 45° , 90° , dengan daya pemancar – 4 dBm, - 3 dBm, -2 dBm, -1 dBm, 0dBm, 1 dBm, 2 dBm,

Untuk jelasnya diperlihatkan Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Hasil Pengukuran Bahan Pemantul Aluminium

Sudut (derajat)	Daya input (dBm)	Daya input (mW)	Daya yang terpantul (mW)	Daya yang terpantul (dBm)	Redaman (%)	Koefisien Redaman pantulan
30	2	1.584893	0.001000	-30	0.0631	-32
45		1.584893	0.001000	-30	0.0631	-32
90		1.584893	0.001000	-30	0.0631	-32
30	1	1.258925	0.000794	-31	0.0631	-32
45		1.258925	0.000794	-31	0.0631	-32
90		1.258925	0.000794	-31	0.0631	-32
30	0	1.584893	0.000794	-31	0.0501	-33
45		1.584893	0.000794	-31	0.0501	-33
90		1.584893	0.000794	-31	0.0501	-33
30	-1	0.794328	0.000631	-32	0.0794	-31
45		0.794328	0.000501	-33	0.0631	-32
90		0.794328	0.000501	-33	0.0631	-32
30	-2	0.630957	0.000501	-33	0.0794	-31
45		0.630957	0.000501	-33	0.0794	-31
90		0.630957	0.000501	-33	0.0794	-31
30	-3	0.501187	0.000501	-33	0.1000	-30
45		0.501187	0.000501	-33	0.1000	-30
90		0.501187	0.000501	-33	0.1000	-30
30	-4	0.398107	0.000398	-34	0.1000	-30
45		0.398107	0.000398	-34	0.1000	-30
90		0.398107	0.000398	-34	0.1000	-30

c. Pembahasan

Dari hasil pengukuran dilaboratorium bahwa besarnya redaman yang paling kecil adalah bahan dari Printed Circuit Board sebesar -47,96 dB dan redaman paling besar adalah kardus sebesar - 61,11 dB. Hal ini dikarenakan *Printed Circuit Board* terbuat dari tembaga yang mempunyai daya hantar yang tinggi sedangkan kardus adalah bahan isolator. Sedangkan sinyal pantul yang paling besar pada sudut 30° dan sinyal pantul paling kecil pada sudut 90° . Hal ini disebabkan pada 30° semuanya terpantul sedangkan pada 90° hanya sebagian yang terpantul kearah penerima, yang banyak terpantul kembali ke pemancar. Besarnya redaman yang paling kecil pada kardus sebesar -61.11 dB, akrilik bening sebesar -60.35 dB, akrilik putih sebesar -56.71 dB, akrilik gelap sebesar -54.33 dB, Aluminium sebesar -50.23 dB, *Printed Circuit Board* sebesar -47.96 dB,

Hasil pengukuran di lapangan menggunakan bahan pemantul aluminium, besarnya koefisien redaman pantulan berkisar -30 dBm sampai dengan - 33 dBm, hal ini disebabkan sinyal yang dipancarkan besar dan lebar berkas antena lebar, koefisien redaman pantulan paling rendah pada sinyal pemancar sebesar - 4 dBm sebesar - 30 dBm karena disebabkan sinyal pemancar kecil, sedangkan koefisien redaman pantulan terbesar pada sinyal pemancar 0 dBm sebesar -33 dBm karena disebabkan sinyal pemancar besar.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian di laboratorium dapat disimpulkan bahwa koefisien redaman aluminium terkecil ke dua yaitu sebesar -50.23 dB setelah *Printed Circuit Board* sebesar -47,96 dB.

Penelitian di lapangan menggunakan pemantul Aluminium pada frekuensi pemancar 2,4 Ghz dapat disimpulkan besarnya koefisien redaman pantulan berkisar -30 dBm sampai dengan -33 dBm. koefisien redaman pantulan paling rendah pada sinyal pemancar sebesar -4 dBm sebesar -30 dBm karena disebabkan sinyal pemancar kecil, sedangkan koefisien redaman pantulan terbesar pada sinyal pemancar 0 dBm sebesar -33 dBm karena disebabkan sinyal pemancar besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hristo D. Hristov, Rodolfo Feick, Danilo Torres and Walter Grote., "Passive Repeaters for Indoor Signal Recovering". Dec 07, 2014, https://www.researchgate.net/.../264870316_PASSIVE_REPEATERS_FOR_INDOOR.. diakses pada tanggal 20 Maret 2018
- [2] Georg Bauer, Jens Freese, and Rolf Jakoby, "Radio wave propagation and single-cell coverage prediction of broadband radio access systems including passive reflectors", *Journal of Telecommunications and Information Technology* 2/2001, http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-article-BPS2-0013-0070/c/httpwww_itl_waw_plczasopismajtit2001221.pdf.
- [3] Dohyuk, H., Dongkyu ,C., Hyunjin ,K., Jun,S, K., Jungyub, L., and YoungJu, L., "Passive Repeater for Removal of Blind Spot in NLOS Path for 5G Fixed Wireless Access (FWA) System", 2017 978-1-5386-3284-0/17/\$31.00 ©2017 IEEE p 2049-2050
- [4] Noname, "Passive Repeater Engineering", 1989, Washington, Microflect Corporation, November
- [5] Fujio ,Y., Cristiano, A., Rodrigo, E. M., and Gustavo, de M, V. "Passive Reception of Digital TV Signals with an Antenna". *SET INTERNATIONAL JOURNAL OF BROADCAST ENGINEERING – SET IJBE* v. 1, Article 6, 4p. © 2015 SET - Brazilian Society of Television Engineering. 48-51
- [6] Eddy Triyono dkk., "Pemanfaatan Gunung sebagai Pengulang (Repeater pasif) Pemancar 144 MHz (2 Meter Band)", 2008, Penelitian Politeknik Negeri Semarang
- [7] Eddy Triyono dkk., "Pemanfaatan lembaran Logam sebagai pengulang pada pemancar 900 Mhz", 2009, Penelitian Politeknik Negeri Semarang
- [8] Duo Wang, Raphaël Gillard, Renaud Loison, "A 60GHz Passive Repeater with Endfire Radiation Using Dielectric Resonator Antennas", 2014, IEEE Radio Wireless Week 2014, Jan 2014, Newport Beach, CA, United States.
- [9] Duo ,W., Raphaël ,G., Renaud ,L. " A Notched Dielectric Resonator Antenna Unit-Cell for 60GHz Passive Repeater with Endfire Radiation". 2014, The 8th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP 2014). 3167-3170
- [10] Paris Ang and George V. Eleftheriades, "A Passive Re-Directing Van Atta Type Reflector", diakses <https://arxiv.org/pdf/1803.02856> pada tgl 8 Maret 2018
- [11] Yuta Takahashi and Naoki Honma, "Improving the Propagation Environment by Using Tunable Passive Repeater", *Electronics* 2018, 7, 12; doi:10.3390/electronics7020012, www.mdpi.com/journal/electronics, Published: 25 January 2018
- [12] Intan Erlita Dewanti, Ade Wahyudin, Alfin Hikmaturokhan), "Analisis S Perbandingan Passive Repeater Back -To-Back Antenna Dan Passive Repeater Plane Reflektor Menggunakan Pathloss 5.0", *Prosiding SENATEK 2017 Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto Purwokerto*, 7 Oktober 2017, ISBN 978-602-14355-0
- [13] Kasap, S. O. "Principles of Electronic Materials and Devices". 2018, McGraw-Hill. 4 edition.
- [14] Vittorio Camarchia, Marco Pirola, Roberto Quaglia, 'Electronics for Microwave Backhaul' 2016, Arthec House



Eddy Triyono adalah Dosen Politeknik Negeri Semarang. Gelar Sarjana Pendidikan Teknik Elektro (Drs) diraih di IKIP Negeri, Yogyakarta tahun 1981. Gelar Sarjana Teknik (S.T) diraih di Universitas Tidar Magelang tahun 1996. Gelar Magister Teknik (M.T.) diraih di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada tahun 2003. Gelar Doktor (Dr) diraih di Program Pasca Sarjana Program Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Universitas Negeri Yogyakarta tahun 2017. Bidang penelitian yang sedang diteliti saat ini adalah Antena, Microwave, Satellite, Vocational Education. Sejak 1974 tercatat sebagai anggota Amatir Radio (ORARI) dengan nama panggilan YB2BBN.