

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISA DAN PERANCANGAN *TRANSMITARRAY* PADA V-BAND

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)



Disusun Oleh:

Nama : Defi Lestari

N.I.M. : 41418120114

Pembimbing : Prof. Dr.-Ing. Mudrik Alaydrus

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA DAN PERANCANGAN *TRANSMITARRAY* PADA V-BAND



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Defi Lestari
N.I.M. : 41418120114
Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,

UNIVERSITAS Pembimbing Tugas Akhir S

MERCU BUANA

(Prof. Dr.-Ing. Mudrik Alaydrus)

Kaprodi Teknik Elektro

(Dr. Setiyo Budiyanto, ST, MT.)

Koordinator Tugas Akhir

(Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST.M.Sc)

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Defi Lestari
NIM : 41418120114
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisa Dan Perancangan Transmittarray Pada V-Band

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 12 Juli 2020



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena Rahmat dan Karunia Nya-lah, tidak lupa shalawat serta salam penulis limpahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW beserta para keluarga dan sahabatnya, berkat bantuan dan dorongan dari semua pihak yang telah membantu menyelesaikan penulisan tugas akhir, sehingga dapat selesai dengan baik dan tepat pada waktu.

Penulisan tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana S1 di Universitas Mercu Buana Jakarta jurusan Teknik Elektro. Judul yang penulis ajukan adalah **“ANALISA DAN PERANCANGAN TRANSMITARRAY PADA V-BAND”**

Penulis merasa bahwa dalam menyusun laporan ini masih menemui beberapa kesulitan dan hambatan, di samping itu juga menyadari bahwa penulisan proyek akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan-kekurangan lainnya, maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak.

Menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Prof. Dr.-Ing. Mudrik Alaydrus. selaku dosen pembimbing akademik yang saya hormati.
2. Seluruh Bapak/Ibu Dosen dan Pegawai di Universitas Mercu Buana Jakarta.
3. Kedua orang tua yang telah banyak memberikan dukungan moril dan masukan dalam pengerjaan proyek akhir ini.
4. Seluruh rekan mahasiswa/i Universitas Mercu Buana Jakarta, yang telah banyak memberi dukungan beserta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas segala bantuannya dalam memperlancar pelaksanaan penyusunan Tugas Akhir.

Tiada kata lain yang dapat penulis ungkapkan untuk mengucapkan terima kasih terhadap semua pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan karunia-Nya dan membalas segala amal budi serta kebaikan pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Harapan penulis, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dengan baik dan berguna bagi orang lain serta berguna bagi penulis dan peneliti yang akan mengembangkan judul ini.

Wa'alaikumsalam warahmatullahi wabarakatuh,

Jakarta, 12 Juli 2020

Penulis



ABSTRAK

Perkembangan teknologi komunikasi di Indonesia masih harus terus dikembangkan, dikarenakan kebutuhan masyarakat yang terus menerus berkembang sangat pesat, salah satunya ialah teknologi komunikasi radio. Komunikasi radio merupakan bentuk dari komunikasi tanpa kabel dengan memanfaatkan propagasi gelombang elektromagnetik yang memiliki rentang frekuensi 300 MHz – 300GHz. Pada saat ini tengah dikembangkan teknologi komunikasi radio untuk dapat bekerja pada rentang frekuensi V-Band yaitu 40 – 75 GHz. Antena mikrostrip memiliki beberapa kelebihan terutama pada rancangan antenanya yang tipis, kecil, dan ringan. Namun juga memiliki beberapa kekurangan seperti bandwidth yang dihasilkan sempit dan keterbatasan dalam gain. Salah satu cara untuk mengatasi kekurangan tersebut adalah dengan merancang antena mikrostrip *transmitarray*. Antena *transmittarray* adalah tipe antena yang memiliki gain yang tinggi. Antena *transmitarray* terdiri dari sebuah sumber pengumpan (*feed*) dan sebuah permukaan pentransmisi yang tipis.

Antena *transmitarray* dirancang menggunakan jenis substrate tipe Rogers 4003C dengan ketebalan 0,51 mm, konstanta dielektrik $\epsilon_r = 3,55$ dan $\tan\delta = 0,0027$. Teknik pencatuan yang digunakan adalah pencatuan secara tidak langsung menggunakan saluran mikrostrip (*microstrip line feed*). Untuk meningkatkan gain, antena disusun secara array. Antena *transmitarray* yang dirancang menggunakan desain berbentuk HI dan disusun array menjadi 61 elemen pada V-Band.

Parameter antena yang akan diuji adalah Faktor transmisi (S_{21}) ≈ 0 dB, dan nilai gain. Hasil simulasi rancangan antena *transmitarray* berbentuk HI dan disusun array menjadi 61 elemen pada V-Band dengan ukuran substrat 54 mm x 54 mm didapatkan nilai S_{21} sebesar -0.7919 dB untuk frekuensi 40 GHz yang diartikan ada 83.33 % daya dipantulkan, dan mendapatkan nilai gain 25,11 dB.

Kata kunci : komunikasi radio, antena, *transmitarray*, V-Band, *high gain*, faktor transmisi

ABSTRACT

The development of communication technology in Indonesia must still be developed, because the needs of the community which are constantly growing very rapidly, one of which is radio communication technology. Radio communication is a form of wireless communication by utilizing electromagnetic wave propagation which has a frequency range of 300 MHz - 300GHz. At this time radio communication technology is being developed to be able to work in the V-Band frequency range of 40 - 75 GHz. Microstrip antenna has several advantages, especially on the design of the antenna which is thin, small, and lightweight. But it also has some drawbacks such as narrow bandwidth produced and limitations in gain. One way to overcome these shortcomings is to design a transmitarray microstrip antenna. Transmitarray antenna is a type of antenna that has a high gain. The transmitray antenna consists of a feed source and a thin transmission surface.

Transmitarray antennas are designed using the Rogers 4003C substrate type with a thickness of 0.51 mm, dielectric constant $\epsilon_r = 3.55$ and $\tan\delta = 0.0027$. Rationing technique used is indirect rationing using microstrip line feed. To increase gain, antennas are arranged in an array. Transmitarray antennas are designed using HI-shaped design and arranged arrays into 61 elements on V-Band.

The antenna parameters to be tested are the transmission factor (S_{21}) ≈ 0 dB, and the gain value. The simulation results of HI-shaped transmitarray antennas and arranged arrays into 61 elements on V-Band with 54 mm x 54 mm substrate size obtained S_{21} value of -0.7919 dB for 40 GHz frequency which means 83.33% power is reflected, and gets a gain value of 25, 11 dB.

Keywords: radio communication, antenna, transmitarray, V-band, high gain

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Studi Literatur	6
2.1.1 Colan G. M. Ryan dkk, <i>A Wideband Transmitarray Using Dual-Resonant Double Square Rings</i> , IEEE Transactions On Antennas And Propagation, 2010.(Ryan et al., 2010)	6
2.1.2 Xiang-Jie Yi dkk, <i>A Double-Layer Highly Efficient and Wideband Transmitarray Antenna</i> , IEEE Science and Technology on Antenna and Microwave Laboratory, 2019.(Yi et al., 2019)	10
2.1.3 Martin Frank dkk, <i>Low-Cost Transmitarray Antenna Designs in V-Band based on Unit-Cells with 1 Bit Phase Resolution</i> , Universiteit Twente Centrale Bibliotheek, 2019. (Frank et al., 2019)	14
2.2 Antena	17
2.3 Jenis – jenis Antena	17

2.4	Microstrip	18
2.5	Teknik Pencatuan Antena Microstrip	19
2.6	Antena Transmitarray	21
2.7	Parameter Antena	24
2.7.1	<i>Faktor Refleksi</i>	24
2.7.2	<i>Bandwidth</i>	25
2.7.3	<i>Pola radiasi</i>	25
2.7.4	<i>Gain</i>	27
2.8	Frekuensi Resonansi	28
2.9	V-Band	28
BAB III METEDOLOGI PENELITIAN		30
3.1	Diagram Alir penelitian	31
3.2	Perlengkapan Yang Digunakan	33
3.3	Menentukan Karakteristik Antena	35
3.4	Menentukan Substart Yang Diinginkan	36
3.5	Menentukan Dimensi Antena	36
3.6	Perancangan Antena Transmitarray	37
BAB IV HASIL DAN ANALISA		40
4.1	Simulasi Perancangan Antena Transmitarray	40
4.1.1	Hasil Simulasi Antena Transmitarray	41
4.1.2	Simulasi Antena <i>Transmitarray</i> 61 Elemen huruf HI	45
4.1.3	Fabrikasi Antena Transmitarray 61 Elemen	49
4.2	Pengukuran Antena Transmitarray menggunakan VNA	49
4.3	Antena Transmitarray 61 Elemen pada frekuensi 40 GHz	50
4.4	Antena Horn SAGE SAR 2309-28-S2	50
4.5	<i>Vector Network Analyzer</i> ZVA-7 10 MHz–67 GH	51
4.6	Tahap pengukuran dengan <i>Vector Network Analyzer</i>	52
4.7	Hasil Polaradiasi Pengukuran Manual	56
4.8	Perbandingan Jurnal dan Penelitian	58
BAB V PENUTUP		60
5.1	Kesimpulan	60

5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Desain unit cell: (a) <i>fixed-gap</i> , (b) <i>variable-gap</i> , (c) <i>doublesided</i> , dan (d) <i>fixed-outer ring</i> . [5]	8
Gambar 2. 2 Pola radiasi 30 GHz (a) H-plane, (b) E-plane, dan (c) H-plane gain versus frekuensi. [5]	9
Gambar 2. 3 Konfigurasi dari elemen yang diusulkan. (a) Top dan tampilan bawah. (b) <i>Side view</i> . [6]	11
Gambar 2. 4 Gain antenna transmitarray [6]	11
Gambar 2. 5 Karakteristik transmisi dari elemen yang diusulkan. (a) Transmission magnitude. (b) Phase shift. [6]	12
Gambar 2. 6 Karakteristik transmisi dari elemen yang diusulkan tanpa vias logam. (a) Transmission magnitude. (b) Phase shift. [6]	13
Gambar 2. 7 Lapisan berbeda dari unit-sel <i>transmitarray</i> yang diusulkan: (a) <i>top layer</i> , (b) <i>middle layer</i> , (c) <i>bottom layer</i> untuk 0° nyatakan dan (d) <i>bottom layer</i> untuk 180° [7]	15
Gambar 2. 8 Magnitude and phase for the 0° and 180° [7]	16
Gambar 2. 9 Pola radiasi yang diukur dan dinormalisasi dari 8 transmitarrays dengan sudut beam steering berbeda dan ujung depan tanpa transmitarray pada (a) 59GHz, (b) 61 GHz dan (c) 63GHz. [7]	16
Gambar 2. 10 Peran Antena di sistem komunikasi nirkabel	17
Gambar 2. 11 Struktur antenna <i>microstrip</i>	18
Gambar 2. 12 Bentuk Konduktor <i>Microstrip</i>	19
Gambar 2. 13 Antena Transmitarray	22
Gambar 2. 14 Konfigurasi FSS multi-layer	23
Gambar 2. 15 Konfigurasi penerima dan pemancar	23
Gambar 2. 16 Bentuk Pola Radiasi Omnidirectional.	26
Gambar 2. 17 Bentuk Pola Radiasi Bidirectional.	26
Gambar 2. 18 Bentuk Pola Radiasi <i>Unidirectional</i>	26
Gambar 2. 19 Pola radiasi antenna	27

Gambar 2. 20 Letak frekuensi resonansi	28
Gambar 3. 1 Proses Antena Transmiarray	30
Gambar 3. 2 Flowchart perancangan antena transmitarray	32
Gambar 3.3 Perancangan unit cell	38
Gambar 3. 4 Rancangan antena Transmitarray dengan elemen tunggal	38
Gambar 4. 1 Proses simulasi antena transmitarray pada software HFSS	41
Gambar 4. 2 Hasil $ S_{21} $ Magnitude pada frekuensi 40 GHz	41
Gambar 4. 3 Hasil $ S_{21} $ Phasa antena transmitarray pada frekuensi 40 GHz	42
Gambar 4. 4 $ S_{21} $ Magnitude	43
Gambar 4. 5 $ S_{21} $ Phasa	44
Gambar 4. 6 Rancangan Antena Transmitarray 61 Elemen	45
Gambar 4. 7 Desain <i>final</i> Antena Transmitarray 61 Elemen	46
Gambar 4. 8 Simulasi antena lengkap dengan Horn.	47
Gambar 4. 9 Hasil simulasi <i>gain</i> pada antena <i>transmitarray</i> dengan 61 elemen	48
Gambar 4. 10 Hasil simulasi polaradiasi vertical pada antena transmitarray	48
Gambar 4. 11 Hasil simulasi polaradiasi horizontal pada antena transmitarray	49
Gambar 4. 12 Hasil fabrikasi Antena Transmitarray 61 elemen	49
Gambar 4. 13 Antena Transmitarray 61 elemen frekuensi 40 Ghz	50
Gambar 4. 14 Antena Horn di hubungkan ke VNA	51
Gambar 4. 15 <i>Vector Network Analyzer</i> ZVA-7 10 MHz–67 GHz	52
Gambar 4. 16 Antena <i>Transmitarray</i> dengan penyangga	52
Gambar 4. 17 Antena transmitarray dengan antena horn	54
Gambar 4. 18 Pengukuran jarak antena horn dengan transmitarray	54
Gambar 4. 19 Jarak antara antena transmitarray dengan antena horn port 2	54
Gambar 4. 20 Polaradiasi hasil pengukuran vertical	57
Gambar 4. 21 Polaradiasi hasil pengukuran horizontal	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Dimensi ukuran unit cell	8
Tabel 2. 2 Tabel perbandingan saat diukur dan disimulasi	9
Tabel 2. 3 Desain parameter dari elemen transmitarray	10
Tabel 3.1 Parameter yang diinginkan	35
Tabel 3.2 Spesifikasi Substart	36
Tabel 3.3 Dimensi Variabel Antena Transmitarray	39
Tabel 4. 1 Variasi perubahan $ S_{21} $ terhadap dimensi patch antena	44
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Dimensi Antenna Transmitarray 61 Elemen	46
Tabel 4. 3 Hasil pengukuran manual posisi vertical	55
Tabel 4. 4 Hasil pengukuran manual posisi horizontal	56

