

PERANCANGAN ANTENA *RADIAL LINE SLOT ARRAY* (RLSA) *BEAMFORMING*

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



Oleh:

ADITYA ERIANANDA

12050510345

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU

PEKANBARU

2024

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN ANTENA *RADIAL LINE SLOT ARRAY (RLSA)* *BEAMFORMING*

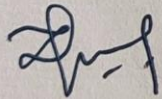
TUGAS AKHIR

Oleh:

ADITYA ERIANANDA
12050510345

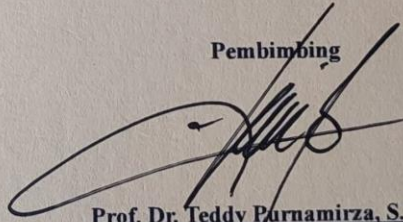
Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro di Pekanbaru, pada tanggal 13 Juni 2024

Ketua Prodi Teknik Elektro



Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.
NIP. 197210212006042001

Pembimbing



Prof. Dr. Teddy Purnamirza, S.T., M.Eng.
NIP. 197410302007011011

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN ANTENA RADIAL LINE SLOT ARRAY (RLSA) BEAMFORMING

TUGAS AKHIR

Oleh :

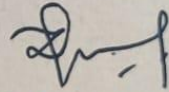
ADITYA ERIANANDA
12050510345

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 13 Juni 2024

Pekanbaru, 13 Juni 2024
Mengesahkan,



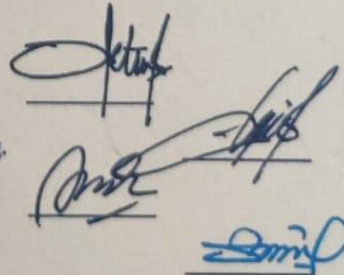
Ketua Prodi Teknik Elektro



Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.
NIP. 197210212006042001

DEWAN PENGUJI :

Ketua : Oktaf Brillian Kharisma, S.T., M.T.
Sekretaris : Prof. Dr. Teddy Purnamirza, S.T., M.Eng.
Anggota 1 : Dr. Fitri Amillia, S.T., M.T.
Anggota 2 : Sutoyo, ST., M.T.



LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku.

Penggunaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar Pustaka. Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 13 Juni 2024

Yang membuat pernyataan,



Aditya Eriananda
NIM. 12050510345

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERSEMBAHAN



Alhamdulillah robbil'alamiin, puji syukur kehadiran ^{الله} subhanallahu wa ta'ala atas nikmat, karunia dan kemudahan yang telah dilimpahkan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat dan salam tak lupa pula semoga selalu dikirimkan kepada Rasulullah ^{صلى الله عليه وسلم}, yang telah membimbing umatnya menjadi manusia-manusia yang beradab, berfikir dan berilmu pengetahuan hingga sampai saat ini. Semoga kita semua diberikan syafaatnya pada yaumul akhir kelak Aamiin Ya Robbal 'alamiin. Goresan karya sederhana ini saya sembahkan kepada orang yang saya sayangi dan berjasa dalam hidup.

Terimakasih Kepada Kedua Orang Tua, Ayahanda dan Ibunda

Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Kedua Orang Tua saya, Ayah dan Bunda yang telah memberikan kasih sayang, secara dukungan, ridho dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selebar kertas bertuliskan kata persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ayah dan Bunda bahagia karena ku sadar, selama ini belum bisa berbuat lebih. Terimakasih Ayah, Terimakasih Bunda.

Terimakasih Kepada Civitas Akademika Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA RIAU

Sebagai tanda pernah menempuh dan menempa pendidikan, Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada Civitas Akademika Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA RIAU terkhusus Civitas Akademika Teknik Elektro, termasuk didalamnya teman-teman seperjuangan dan para dosen yang telah membimbing, menasehati dan mengarahkan hingga terbitnya karya Tugas Akhir ini. Saya mengucapkan Terima Kasih yang sebesar-besarnya.

Terimakasih Kepada Sahabat-sahabatku

Sebagai ucapan terimakasih yang tak hingga dan tak lupa kepada sahabat-sahabat saya, rekan rekan seperjuangan, senior dan teman teman yang senantiasa memberikan semangat dan motivasi serta nasehat kepadaku. Kalian semua terbaik.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

PERANCANGAN ANTENA RADIAL LINE SLOT ARRAY (RLSA) BEAMFORMING

ADITYA ERIANANDA
12050510345

Tanggal Sidang : 13 Juni 2024

Tanggal Wisuda :

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jalan HR Soebrantas. No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Era komunikasi nirkabel yang semakin maju, peningkatan efisiensi dan kapabilitas antena sangat penting untuk memenuhi tuntutan aplikasi kompleks. Kemampuan antena untuk memfokuskan dan meningkatkan kekuatan sinyal elektromagnetik penting untuk kinerja pancaran yang efisien. Penelitian ini merancang antena pintar menggunakan antena RLSA dengan kemampuan *beamforming* untuk mengatur fokus dan *gain* dari antena potong 1/4 lingkaran pada frekuensi 5,8 GHz. Antena ini dirancang menggunakan *software* VBA *Macros* dan CST *Suite Studio* 2010, dengan diameter 85 mm, slot pada ring pertama P0 16, sudut *beamsquint* 71°, dan jarak antar elemen 10 mm dalam bentuk *array*. Hasil simulasi menunjukkan konfigurasi *array* 1x4 memberikan performa *beamforming* terbaik dengan *gain combine* sebesar 17,34 dB. Selain itu, nilai koefisien refleksi S11 sebesar -16,446 dB dengan *bandwidth* 1,2010 GHz pada elemen pertama, nilai S22 sebesar -16,351 dB dengan *bandwidth* 1,1971 GHz pada elemen kedua, nilai S33 sebesar -16,351 dB dengan *bandwidth* 1,1989 GHz pada elemen ketiga, dan nilai S44 sebesar -16,445 dB dengan *bandwidth* 1,1811 GHz pada elemen keempat.

Kata Kunci: Antena pintar, Antena RLSA, *Beamforming*, *Array*, *Gain*, Koefisien refleksi, *Bandwidth*.

DESIGN OF A RADIAL LINE SLOT ARRAY (RLSA) BEAMFORMING ANTENNA

ADITYA ERIANANDA
12050510345

Date of Final Exam : 13 June 2023

Date of Graduation Ceremony :

Department of Electrical Engineering

Faculty of Science and Technology

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Soebrantas Street No. 155 Pekanbaru

ABSTRACT

In the increasingly advanced era of wireless communications, increasing antenna efficiency and capability is critical to meeting the needs of complex applications. The ability of an antenna to focus and increase the strength of an electromagnetic signal is important for efficient beam performance. This research designs a smart antenna using an RLSA antenna with beamforming capabilities to adjust the focus and gain of a 1/4 circle cut antenna at a frequency of 5.8 GHz. This antenna was designed using VBA Macros and CST Suite Studio 2010 software, with a diameter of 85 mm, a slot on the first ring P0 16, a beamsquint angle of 71°, and a distance between elements of 10 mm in array form. The simulation results show that the 1x4 array configuration provides the best beamforming performance with a merge gain of 17.34 dB. In addition, the S11 reflection coefficient value is -16.446 dB with a bandwidth of 1.2010 GHz on the first element, the S22 value is -16.351 dB with a bandwidth of 1.1971 GHz on the second element, the S33 value is -16.351 dB with a bandwidth of 1.1989 GHz on the third element, and the S44 value is -16.445 dB with a bandwidth of 1.1811 GHz on the fourth element.

Keywords: *Smart antenna, RLSA Antenna, Beamforming, Array, Gain, Reflection coefficient, Bandwidth.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh.

Alhamdulillah rabbil alamin, puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah, Tuhan semesta alam yang telah memberi Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat dan salam tak lupa pula kita kirimkan kepada Nabi Muhammad ﷺ dengan mengucapkan Allahumma Sholli ala Sayyidina Muhammad Wa'ala Ali Sayyidina Muhammad, karena jasa beliau yang telah membawa nikmat islam seperti yang kita rasakan pada saat ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan judul **"Perancangan Antena Radial Line Slot Array (RLSA) Beamforming"**.

Laporan tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan akademik pada program studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas islam negeri sultan syarif kasim riau. Dalam penyusunannya, banyak hambatan yang penulis hadapi, namun penulis juga menyadari kelancaran proses penyusunan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga besar penulis khususnya orang tua Ayahanda dan Ibunda, dan keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, motivasi, kasih sayang, dukungan moril kepada penulis dalam meraih cita-cita.
2. Bapak Prof. Dr. Hairunas, M.Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau beserta staf dan jajarannya.
3. Bapak Dr. Hartono M.Pd. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Ibu Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Bapak Ahmad Faizal, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR RUMUS.....	xvi
DAFTAR LAMBANG.....	xvii
DAFTAR SINGKATAN.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	I-1
1. Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-3
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-3
1.4 Batasan Masalah.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1 Penelitian Terkait.....	II-1
2.2 Antena <i>Radial Line Slot Array</i> (RLSA).....	II-2
2.3 Struktur Antena <i>Radial Line Slot Array</i> (RLSA).....	II-3
2.4 Prinsip Kerja Antena RLSA.....	II-4
2.5 Slot Antena RLSA.....	II-5

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.6	Perhitungan Lingkaran dan Pemotongan	II-8
2.7	Parameter Antena RLSA	II-8
2.7.1	Koefisien refleksi ($S_{1,1}$)	II-8
2.7.2	Pola radiasi antena (<i>radiating pattern</i>)	II-9
2.7.3	<i>Gain</i>	II-10
2.7.4	<i>Bandwidth</i>	II-10
2.7.5	<i>Beamwidth</i>	II-11
2.8	<i>Elevasi dan Azimuth</i>	II-12
2.9	Teknik <i>Extreme Beamsquint</i>	II-12
2.10	Teknik Pemotongan.....	II-13
2.11	Teknik <i>Hydbrid</i>	II-13
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		III-1
3.1	Jenis Penelitian.....	III-1
3.2	Prosedur Penelitian.....	III-1
3.3	Studi Pustaka.....	III-3
3.4	Perangkat yang digunakan Penelitian	III-3
3.4.1	Perangkat keras (<i>hardware</i>)	III-3
3.4.2	Perangkat lunak (<i>software</i>).....	III-3
3.5	Menentukan Spesifikasi Rancangan Antena RLSA 1/4 Lingkaran.....	III-4
3.6	Rancangan Antena RLSA <i>Beamforming</i> 1/4 Lingkaran	III-5
3.6.1	Perancangan model antena RLSA full lingkaran	III-6
3.6.2	Perancangan model antena RLSA 1/4 lingkaran.....	III-6
3.7	Perancangan Model Antena RLSA <i>Beamforming</i> 1/4 Lingkaran	III-7
3.8	Simulasi Antena RLSA <i>Beamforming</i> 1/4 Lingkaran	III-7
3.9	Analisa Hasil Simulasi	III-7
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		IV-1
4.1	Hasil Perancangan Antena <i>Radial Line Slot Array</i> (RLSA)	IV-1
4.1.1	Hasil simulasi pada RLSA <i>beamforming array</i> 1x4	IV-1
4.1.2	Hasil simulasi pada RLSA <i>beamforming array</i> 2x2	IV-6
4.1.3	Hasil simulasi pada RLSA <i>beamforming array</i> 4x1	IV-10
4.2	Skema <i>Beamforming</i> Antena RLSA 1/4 Lingkaran	IV-15

BAB V KESIMPULAN	V-1
Kesimpulan	V-1
Saran.....	V-2

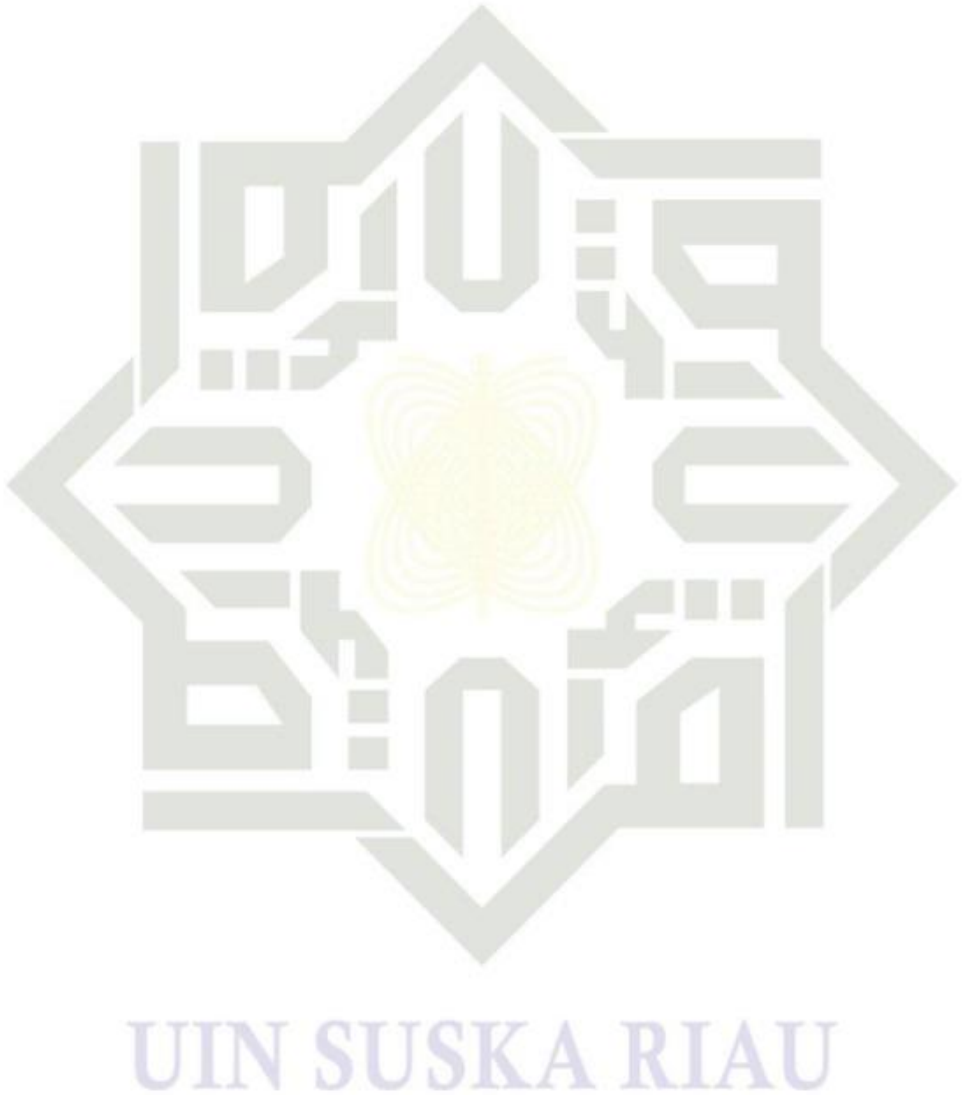
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR GAMBAR

Gambar

Halaman

2.2	Struktur <i>element</i> antena RLSA (a), Struktur <i>feeder</i> (b), <i>Design</i> , fabrikasi antena RLSA dan <i>feeder</i> (c).....	II-3
2.2	Prinsip kerja antena RLSA [20].....	II-4
2.2	(a) <i>Geometry</i> pasangan slot, (b) Susunan <i>geometry radiator</i> slot.....	II-5
2.4	Parameter slot antena RLSA 1 lingkaran.....	II-6
2.5	Pola radiasi <i>unidirectional</i> (a), <i>Isotropic</i> (b), <i>Omnidirectional</i> (c).....	II-10
2.6	Pola radiasi antena.....	II-11
2.7	Sudut <i>azimuth</i> dan <i>elevasi</i>	II-12
2.8	(a) Antena RLSA normal <i>beamsquint</i> , (b) <i>Extreme beamsquint</i> , (c) 1/2 lingkaran, (d) 1/4 lingkaran.....	II-13
3.1	<i>Flowchart</i> alur penelitian.....	III-2
3.2	CST <i>suite studio</i> 2010.....	III-4
3.3	Bentuk <i>feeder</i> antena RLSA akan dirancang.....	III-5
3.4	Antena RLSA lingkaran penuh.....	III-6
3.5	Antena RLSA 1/4 lingkaran.....	III-7
4.1	Rancangan antena RLSA <i>beamforming array</i> 1x4.....	IV-1
4.2	Plo S11 hasil antena RLSA 1/4 lingkaran <i>array</i> 1x4.....	IV-2
4.3	Bentuk pancaran <i>gain</i> 1 port <i>array</i> 1x4.....	IV-4
4.4	Bentuk pancaran <i>gain</i> gabungan 2 port <i>array</i> 1x4.....	IV-4
4.5	Bentuk pancaran <i>gain</i> gabungan 3 port <i>array</i> 1x4.....	IV-4
4.6	Bentuk pancaran <i>gain</i> gabungan 4 port <i>array</i> 1x4.....	IV-4
4.7	Pola radiasi <i>elevasi</i> bentuk polar <i>array</i> 1x4.....	IV-5
4.8	Rancangan antena RLSA <i>beamforming array</i> 2x2.....	IV-6
4.9	Plo S11 hasil antena RLSA 1/4 lingkaran <i>array</i> 2x2.....	IV-6
4.10	Bentuk pancaran <i>gain</i> 1 port <i>array</i> 2x2.....	IV-8
4.11	Bentuk pancaran <i>gain</i> gabungan 2 port <i>array</i> 2x2.....	IV-8
4.12	Bentuk pancaran <i>gain</i> gabungan 3 port <i>array</i> 2x2.....	IV-9

4.3	Bentuk pancaran <i>gain</i> gabungan 4 port array 2x2	IV-9
4.4	Pola radiasi <i>elevasi</i> bentuk polar array 2x2	IV-9
4.5	Rancangan antena RLSA <i>beamforming</i> array 4x1	IV-10
4.6	Plot S11 hasil antena RLSA 1/4 lingkaran array 4x1	IV-11
4.7	Bentuk pancaran <i>gain</i> 1 port array 4x1	IV-12
4.8	Bentuk pancaran <i>gain</i> gabungan 2 port array 4x1	IV-12
4.9	Bentuk pancaran <i>gain</i> gabungan 3 port array 4x1	IV-13
4.20	Bentuk pancaran <i>gain</i> gabungan 4 port array 4x1	IV-13
4.21	<i>Beamwidth</i> dan pola radiasi <i>elevasi</i> bentuk polar array 4x1	IV-13
4.22	<i>Beamforming</i> skema antena RLSA 1/4 lingkaran array 4x1	IV-15
4.23	RF switch QSPSTA-040080A1 (a), <i>Outline drawing</i> switch (b).....	IV-16
4.24	<i>Power divider/combiner</i> CPD00500M06000N04 (a), <i>Outline drawing</i> power divider/combiner (b)	IV-17

Hak Cipta Ditindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3 Spesifikasi rancangan antena RLSA 1/4 lingkaran	III-4
3 Spesifikasi <i>feeder</i> antena RLSA 1/4 lingkaran.....	III-5
4 Hasil koefisien refleksi dan <i>gain</i> antena RLSA <i>array</i> 1x4.....	IV-3
4 Kapasitas <i>bandwidth</i> antena RLSA <i>array</i> 1x4	IV-3
4.3 Hasil koefisien refleksi dan <i>gain</i> antena RLSA <i>array</i> 2x2.....	IV-7
4.4 Kapasitas <i>bandwidth</i> antena RLSA <i>array</i> 2x2	IV-7
4.5 Hasil koefisien refleksi dan <i>gain</i> antena RLSA <i>array</i> 4x1	IV-11
4.6 Kapasitas <i>bandwidth</i> antena RLSA <i>array</i> 4x1	IV-12
4.7 <i>Switching scheme</i>	IV-16
4.8 <i>Truth table</i>	IV-17

DAFTAR RUMUS

Persamaan

- 2.1 Pengaturan sudut kemiringan Slot 1
- 2.2 Pengaturan sudut kemiringan Slot 2
- 2.3 Perhitungan geometri unit *radiator*
- 2.4 Menghitung jarak dua unit *radiator* pada ring yang berbeda (arah *radial*)
- 2.5 Menghitung jarak antara dua unit *radiator* pada ring yang sama berdekatan (pada arah *azimuth*)
- 2.6 Jarak dari slot 1 ke pusat antena
- 2.7 Jarak slot 2 ke pusat antena
- 2.8 Pengaturan slot agar tidak terlalu berdekatan
- 2.9 Persamaan lingkaran
- 2.10 Koefisien refleksi
- 2.11 Logaritma persamaan koefisien refleksi
- 2.12 *Gain*
- 2.13 *Bandwidth*

DAFTAR LAMBANG

- : Sudut *beamsquint*
- : Sudut kemiringan slot 1
- : Sudut kemiringan slot 2
- : Sudut *beamsquint* arah *elevasi*
- : Sudut *azimuth* slot 1 dan slot 2
- : Sudut *beamsquint* arah *azimuth*
- : Koefisien refleksi
- : Koefisien refleksi dalam dB
- : Impedansi beban
- : Impedansi saluran transmisi
- : *Gain*
- : Direktivitas antena
- : Efisiensi antena
- : Frekuensi maksimal
- : Frekuensi minimal
- : Frekuensi tengah
- : Lebar slot
- : Jari-jari *cavity*
- : Jumlah slot pertama
- : *Permittivity cavity*
- : Ketebalan *radiating* dan *ground*
- : Ketebalan *cavity*
- : Tinggi selinder tembaga
- : Radius selinder tembaga
- : Gap udara bagian atas
- : Gap udara bagian bawah

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR SINGKATAN

- : *Radial Line Slot Array*
- : *Local Area Network*
- : *Flame Redartand 4*
- : *Virtual Basic Application*
- : *Subminiature Version A*
- : *Transmission Electron Microscopy*
- : *Decibel*
- : *Half Power Beamwidth*
- : *First Nul Beamwidth*
- : *Giga Hertz*
- : *Single Pole Single Throw*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
RISA
LAN
F-4
VBA
SMA
TEM
dB
HPBW
FNBW
GHz
SPST

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Tahapan Perancangan dan Simulasi Antena <i>Radial Line Slot Array</i> (RLSA)	
<i>Beamforming</i>	A-1
<i>Beamwidth</i> dan Pola Radiasi Bentuk Polar	B-1
Apendiks Data Sheet RF Switch QSPSTA-040080A1, Apendiks Data Sheet Power Divider/Combiner CPD00500M06000N04, dan Apendiks Data Sheet Cable LMR-240	C-1
Perhitungan Jarak Antar Elemen Antena Potong 1/4 Lingkaran <i>Array</i>	D-1



BAB 1 PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Pada era komunikasi nirkabel yang semakin maju ini, peningkatan efisiensi dan kemampuan antenna sangat penting dalam memenuhi tuntutan aplikasi yang semakin kompleks. Salah satu solusi yang menarik dalam konteks ini yaitu Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) [1]. Awalnya, seorang ilmuwan yang bernama Kelly pada tahun 1950 memulai penelitian mengenai antenna RLSA [2]. Kemudian, dalam awal tahun 60-an, antenna ini mulai diimplementasikan [3], [4]. Pada tahun 1985, peneliti Jepang memperkenalkan antenna RLSA dan digunakan sebagai penerima jaringan televisi satelit pada pita frekuensi 12 GHz [5]. Pada tahun 2005, peneliti Malaysia M. I. Imran berhasil mengembangkan dan memodifikasi antenna RLSA pada frekuensi yang lebih rendah yaitu 5,8 GHz untuk digunakan pada jaringan area lokal (LAN). Namun, performansi antenna tersebut masih menghadapi kendala performansi yang rendah [6]-[8].

Pada tahun 2013, T. Purnamirza, seorang peneliti dan pengajar di Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, berhasil meningkatkan efisiensi antenna pada frekuensi 5,8 GHz dalam konteks jaringan WiFi *point-to-point*. Beliau mencapainya melalui penerapan teknik *Flame Retardant 4* (FR-4) serta teknik *Extreme Beamsquint*. Selain itu, ia berhasil mengembangkan sebuah perangkat lunak *script* untuk memodelkan antenna RLSA pada frekuensi kerja yang sama, yakni 5,8 GHz, menggunakan perangkat lunak *Virtual Basic Application* (VBA) [9]-[11].

Setelah itu, T. Purnamirza mengenalkan inovasi dalam Antena RLSA dengan memperkenalkan metode pemotongan, di mana antenna RLSA dibagi menjadi berbagai potongan dengan menggunakan VBA-RLSA [12], [13]. Teknik pemotongan ini pertama kali diterapkan oleh Zufadli pada tahun 2016, dalam penelitian berjudul "Rancang Bangun Antena RLSA 1/2 Lingkaran Menggunakan Teknik Pemotongan pada Frekuensi 5,8 GHz." Hasil penelitian ini menghasilkan koefisien refleksi S_{11} sebesar -11,34 dB, lebar *bandwidth* sekitar 1,02 GHz, dan *gain* sebesar 10,1 dB [14]. Dalam tahun yang sama, A. Anas juga melakukan penelitian terkait "Teknik Pemotongan 1/3 Lingkaran Pada Antena *Radial Line Slot Array* pada Frekuensi 5.8



GHz". Hasil penelitiannya menunjukkan *gain* sebesar 8,3324 dB, yang memiliki potensi untuk mengurangi koefisien refleksi dalam antenna [15]. Selanjutnya, pada Tugas Akhir Skripsinya, Firmansyah mengembangkan prototipe antenna RLSA dalam bentuk 1/4 Lingkaran pada frekuensi 5,8 GHz dan mampu mencapai koefisien refleksi $S_{1,1}$ sebesar -17,94 dB, lebar *bandwidth* sekitar 1,119 GHz, serta *gain* sebesar 9,85 dB [16]. Dalam penelitian selanjutnya pada tahun 2017, M. Saleh membuat *prototype* antenna RLSA dengan bentuk 1/4 Lingkaran pada frekuensi 5,8 GHz untuk penerapan *Wireless LAN Wi-Fi point to point*, yang menunjukkan performansi yang cukup baik dengan koefisien refleksi $S_{1,1}$ sebesar -23,69 dB, lebar *bandwidth* sekitar 1,232 GHz, dan *gain* sebesar 11,73 dB [12].

Pada tahun 2022, M.D. Aldhani melakukan pembangunan prototipe Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) dengan menggunakan teknik pemotongan 1/5 lingkaran pada frekuensi 5.8 GHz. Hasil pengukuran di laboratorium Teknik Elektro Utem Malaysia menunjukkan koefisien refleksi sebesar -17,98 dB, dengan *gain* sebesar 10,20 dB [17]. Tahun berikutnya, A. Muhayat dalam penelitiannya terkait Rancang Bangun *Beamsteering* Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) 1/5 Lingkaran dengan 5 Arah Pancaran pada frekuensi 5.8 GHz, menunjukkan bahwa lebar *bandwidth* mencapai 1,09 GHz, *gain* sebesar 9,5 dB, dan koefisien refleksi sebesar -19,134 dB. *Beamsteering* pada antenna RLSA 1/5 lingkaran menunjukkan peningkatan performa yang signifikan, mengurangi interferensi dan meningkatkan efisiensi dalam penggunaan daya, sehingga dapat dianggap sebagai *smart antennas* [18].

Dilihat dari studi sebelumnya, perkembangan antenna RLSA telah mengalami kemajuan signifikan sejak tahun 1960-an hingga saat ini. Penulis tertarik untuk melakukan pengembangan penelitian pada antenna RLSA dengan teknik pemotongan 1/4 lingkaran dengan tujuan khusus, yaitu merancang antenna RLSA yang mampu memfokuskan dan mengatur kekuatan *gain* sinyal elektromagnetik secara *beamforming*. Antena ini dirancang dengan parameter yang telah ditentukan untuk dapat menghasilkan kekuatan pancaran menggunakan *power combiner* dan dikendalikan melalui *control switch*. Penulis mengangkat penelitian ini dengan judul "Perancangan Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) *Beamforming*".

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, penelitian ini berfokus pada teknik pemotongan antena RLSA 1/4 lingkaran dengan tujuan untuk menghasilkan daya pancaran yang terfokus dan meningkatkan kekuatan sinyal elektromagnetik. Oleh karena itu, diperlukan beamforming yang mampu memfokuskan dan mengatur besar nilai gain pada antena sehingga dapat memberikan daya pancar yang dibutuhkan.

Tujuan Penelitian

Dalam mengacu pada perumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah untuk memfokuskan dan mengatur nilai daya pancaran antena yang bisa disesuaikan antena RLSA yang akan digunakan menggunakan metoda *Beamforming*, dengan memperhitungkan performansi terbaik, *gain* dan koefisien refleksi pada antena RLSA potong 1/4 lingkaran.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah bertujuan untuk memberikan arah yang lebih terfokus pada pembahasan yang diangkat oleh penulis, seperti berikut:

1. Parameter simulasi antena RLSA 1/4 lingkaran diameter 85 mm, slot pada ring pertama P0 16, dan sudut beamsquint 71°.
2. Antena yang dirancang dalam frekuensi kerja 5.8 GHz.
3. Rancangan hingga simulasi menggunakan perangkat lunak CST Suite 2010.
4. Perancangan antena RLSA 1/4 lingkaran dengan metoda *Beamforming* 4 kekuatan pancaran.

1.5 Manfaat Penelitian

Nilai daya pancar yang dapat berubah-ubah pada antena RLSA potong 1/4 lingkaran sangat menentukan bagaimana antena akan berkerja sesuai fungsinya, oleh karena itu sangat direkomendasikan kontrol nilai daya pancaran tersebut, dengan menggunakan teknik metoda *Beamforming* mengatur fokus dan kekuatan pancaran gain dengan bantuan *switch*, dan tetap dengan performansi daya pancar dan *gain* terbaik.

Hak Cipta Ditanggung Undang-Undang: 13/2006 tentang Pemilihan UIN Puskas Riau
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2. Penelitian Terkait

Penelitian sebelumnya tentang antena *Small Radial Line Slot Array* (RLSA) untuk perangkat Wi-Fi pada frekuensi 5,8 GHz telah dilakukan pada tahun 2017 dengan judul "*Small Radial Line Slot Array (RLSA) Antennas for Wi-Fi 5.8 GHz Devices*." Antena ini memiliki spesifikasi dengan jari-jari sebesar 115 mm dan parameter P_0 yang bervariasi antara 12, 14, dan 16. Selain itu, nilai Tau berkisar antara 60 hingga 89. Pada frekuensi 5,8 GHz, antena ini mencapai *gain* sebesar 17,28 dB, dengan *bandwidth* mencapai 1 GHz. Parameter $S_{1,1}$ pada antena ini sebesar -26 dB, menunjukkan karakteristik rendahnya koefisien refleksi. Studi ini memberikan wawasan yang penting terkait kinerja antena RLSA pada frekuensi tersebut, yang dapat memberikan kontribusi pada pengembangan perangkat Wi-Fi yang lebih efisien dan handal [19].

Penelitian terkini yang dilakukan pada tahun 2023 dengan judul "*Plan to Build a 1/5 Spiral Beamsteering Radial Line Slot Array (RLSA) Antenna with 5 Beam Directions at a Frequency of 5.8 GHz*" merinci rencana pembangunan antena RLSA yang menggabungkan teknologi Beamsteering dan memiliki lima arah iradiasi pada frekuensi 5,8 GHz. Antena ini diusulkan dengan spesifikasi jari-jari sebesar 75 mm, dan parameter P_0 tetap pada nilai 16. Nilai Tau pada rentang 66 hingga 78 memberikan variasi yang cukup untuk menyesuaikan sudut iradiasi. Pada frekuensi operasional 5,8 GHz, antena ini memiliki *gain* sebesar 9.2 dB, menciptakan potensi peningkatan performa transmisi sinyal. Dengan lebar pita sebesar 1 GHz, antena ini diharapkan mampu menangani kebutuhan jaringan yang semakin kompleks. Koefisien refleksi $S_{1,1}$ pada -20 dB menandakan tingkat efisiensi yang cukup tinggi dalam mengurangi pantulan sinyal. Penelitian ini memberikan wawasan yang berharga untuk pengembangan antena RLSA inovatif dengan kemampuan beamsteering pada frekuensi 5,8 GHz, yang dapat diimplementasikan dalam sistem komunikasi nirkabel masa depan [18].

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2021 dengan judul "*Cutting Technique for Constructing Small Radial Line Slot Array Antennas*" membahas teknik pemotongan yang inovatif untuk konstruksi antena *Small Radial Line Slot Array* (RLSA). Dalam penelitian ini,

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



antena direncanakan dengan spesifikasi jari-jari sebesar 75 mm dan variasi parameter P0 pada nilai 10, 12, 14, dan 16. Teknik pemotongan yang diterapkan memberikan nilai Tau dalam rentang 75 hingga 89, menawarkan fleksibilitas dalam mengatur karakteristik antenna. Pada frekuensi operasional 5,8 GHz, antenna ini mencapai *gain* sebesar 10.5 dB, menunjukkan potensi peningkatan kinerja transmisi sinyal. Dengan lebar pita sebesar 1 GHz, antenna ini diharapkan mampu menanggapi kebutuhan komunikasi yang semakin kompleks. Koefisien refleksi S1, 1 yang rendah pada -32 dB menggambarkan tingkat efisiensi yang tinggi dalam mengurangi pantulan sinyal, menjadikan antenna ini sebagai pilihan yang menarik dalam pengembangan teknologi komunikasi nirkabel. Penelitian ini memberikan pandangan yang cermat terhadap metode pemotongan yang inovatif untuk pembangunan antenna RLSA, mendukung perkembangan solusi komunikasi masa depan yang lebih efisien dan handal [13].

Penelitian berjudul "*A New Size Reduction Method for Radial Line Slot Array (RLSA) Antennas*" pada tahun 2020 memperkenalkan metode baru dalam mereduksi ukuran antenna *Radial Line Slot Array* (RLSA). Antenna ini memiliki spesifikasi dengan jari-jari sebesar 75 mm dan variasi parameter P0 pada nilai 10, 12, 14, dan 16. Dengan menerapkan metode baru tersebut, penelitian ini berhasil mencapai reduksi ukuran yang signifikan tanpa mengorbankan kinerja. Parameter Tau pada rentang 75 hingga 89 memberikan fleksibilitas dalam mengatur karakteristik antenna sesuai kebutuhan. Pada frekuensi operasional 5,8 GHz, antenna ini mencapai *gain* sebesar 8,1 dB, menunjukkan efisiensi yang baik dalam transmisi sinyal. Dengan lebar pita sebesar 1 GHz, antenna ini memberikan fleksibilitas yang dapat diandalkan dalam mendukung berbagai aplikasi komunikasi. Koefisien refleksi S1, 1 pada -20 dB menandakan rendahnya pantulan sinyal, menunjukkan bahwa metode reduksi ukuran yang diusulkan berhasil menjaga kualitas sinyal antenna. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan antenna RLSA yang lebih kompak dan efisien secara ukuran, mendukung evolusi teknologi komunikasi nirkabel [12].

2.2 Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA)

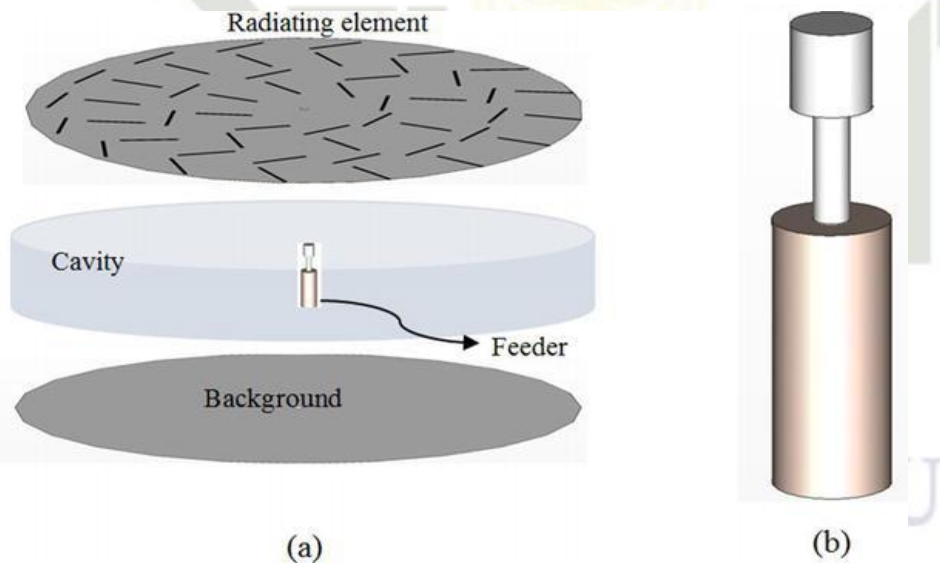
Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) merupakan antenna yang dilengkapi dengan rongga berbentuk lingkaran, saluran transmisi, dan slot berpasangan yang membentuk garis-garis. Antenna ini memiliki keunggulan pada bagian belakangnya yang dilengkapi dengan *feeder*, berfungsi untuk menghindari gangguan terhadap sinyal yang masuk. Dengan bentuk mirip

Hal-Cipta-Milik UIN Suska Riau
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

pinggan datar, antena ini menunjukkan elastisitas yang lebih baik dibandingkan dengan antena parabola [21].

2. Struktur Antena *Radial Line Slot Array (RLSA)*

Antena Radial Line Slot Array (RLSA) terdiri dari empat komponen utama, yakni *radiating element*, *cavity*, *background*, dan *feeder*. *Radiating element*, yaitu celah-celah pada permukaan antena yang memancarkan gelombang elektromagnetik yang dipandu oleh struktur *waveguide*. *Cavity*, yang merupakan ruang hampa atau berisi material tertentu di dalam antena untuk mengarahkan dan mengoptimalkan distribusi gelombang elektromagnetik. *Background*, yang berfungsi sebagai reflektor dan penopang mekanis, biasanya terbuat dari material logam yang memastikan gelombang elektromagnetik dipantulkan dengan efisien ke arah yang diinginkan. *Feeder*, yang merupakan sistem pengumpan yang mengarahkan sinyal RF ke dalam *cavity* untuk memastikan energi didistribusikan secara merata ke semua *radiating elements*. Struktur ini dirancang untuk mencapai efisiensi radiasi yang tinggi dan pola pancaran yang diinginkan, cocok untuk aplikasi komunikasi nirkabel dan radar. [13] [19] [21].

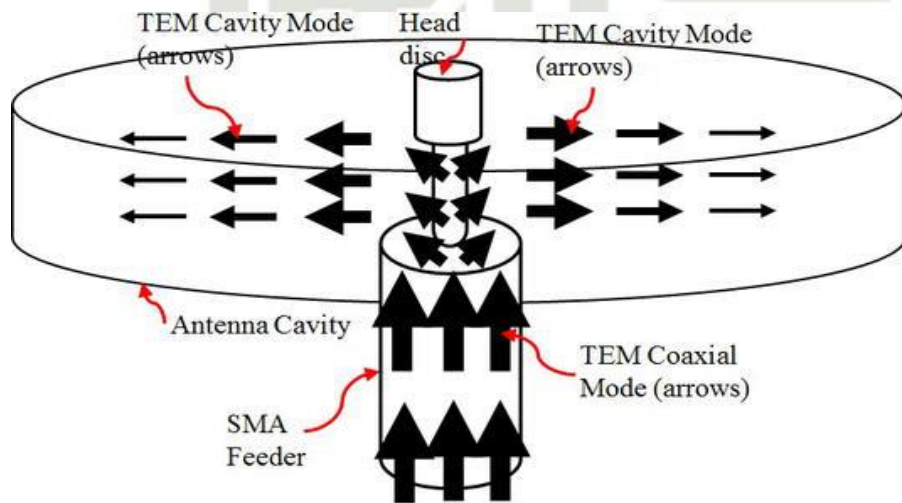


Gambar 2.1 Komponen antena RLSA
(Sumber : T. Purnamirza, 2013) [20]

Hai Cipta Milili UIN Suska Riau
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Prinsip Kerja Antena RLSA

Antena RLSA memiliki tugas untuk menerima dan mengirimkan sinyal elektromagnetik melalui slot-slot pada elemen pemancar (*radiating element*). Antena RLSA beroperasi dalam dua tahap sistem, yaitu *Transmission Electron Microscope Coaxial Mode* dan *Transmission Electron Microscope Cavity Mode*. *Feeder* merupakan komponen krusial dalam antena RLSA yang berperan sebagai pembawa sinyal. *Feeder* ini adalah saluran transmisi jaringan yang menghantarkan sinyal elektrik *coaxial* (*TEM Coaxial Mode*) ke bagian kepala *feeder*, yaitu *disc feeder* yang ujungnya berada di dalam *cavity*.



Gambar 2.2 Prinsip kerja antena RLSA
(Sumber : T. Purnamirza, 2013) [20]

Sinyal tersebut selanjutnya disebarkan secara radial di lapisan *cavity* (*TEM Cavity Mode*), di mana pasangan slot pada elemen pemancar menjadi titik keluarnya jaringan elektromagnetik. Dalam *cavity*, gelombang elektromagnetik dipandu dan dioptimalkan untuk memancarkan sinyal melalui slot-slot pada permukaan antena. Struktur ini memungkinkan distribusi energi yang merata dan efisien, sehingga antena RLSA mampu memancarkan sinyal dengan *gain* yang tinggi dan pola radiasi yang diinginkan.

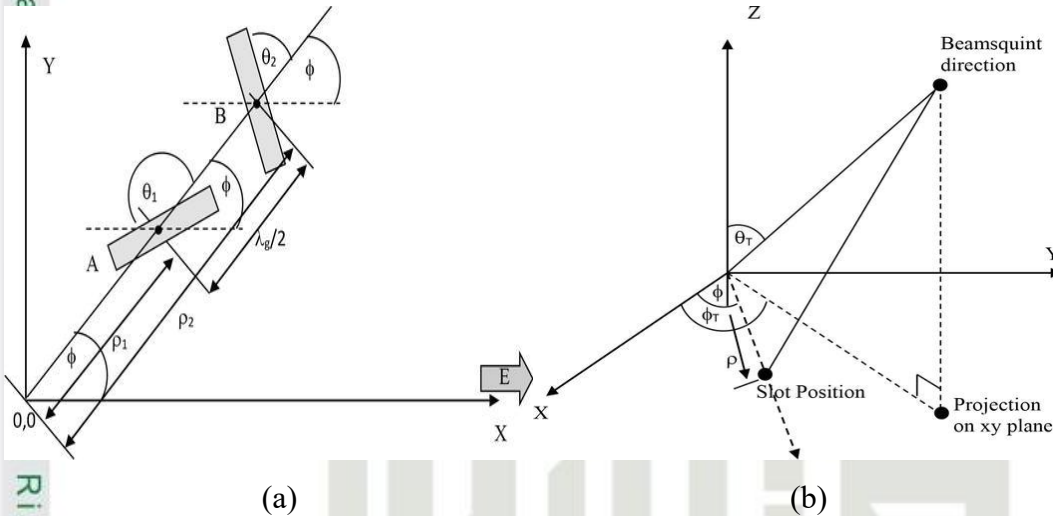
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© 2019

Slot Antena RLSA



Gambar 2.3 (a) *Geometry* pasangan slot, (b) Susunan *geometry radiator* slot

(Sumber : T. Purnamirza, 2019) [22]

Antena RLSA menggunakan sepasang slot sebagai jalur untuk mengarahkan gelombang elektromagnetik. Oleh karena itu, terdapat aturan terkait sudut kemiringan, seperti yang terlihat pada gambar 2.3 (a) di atas, yang menggambarkan geometri pasangan slot. Agar dapat menciptakan pancaran daya yang terfokus dan polarisasi linear, desain slot memanfaatkan teknik *extreme beamsquint*. Tujuannya adalah menghindari tumpang tindih antara pasangan slot sehingga tidak terjadi *overlapping*. Oleh karena itu, diperlukan suatu regulasi yang mengatur posisi setiap pasangan slot yang ditempatkan pada elemen pemancar. Persamaan geometri slot pada antena RLSA dapat dijelaskan dengan rumus [22].

$$\theta_1 = \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2} \left\{ \arctan\left(\frac{\cos(\theta_T)}{\tan(\theta_T)}\right) - (\phi - \phi_T) \right\} \quad (2.1)$$

$$\theta_2 = \frac{3\pi}{4} + \frac{1}{2} \left\{ \arctan\left(\frac{\cos(\theta_T)}{\tan(\theta_T)}\right) - (\phi - \phi_T) \right\} \quad (2.2)$$

Keterangan:

- θ_1 Sudut yang di bentuk miring slot 1
- θ_2 Sudut yang di bentuk miring slot 2
- T Sudut *beamsquint* posisi *elevasi*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sudut *azimuth* slot 1 dan slot 2

Sudut *beamsquint* posisi arah *azimuth*

Aturan tata letak penempatan unit *radiator* di elemen pemancar dapat dilihat pada gambar 2.3 (b). Hal ini memiliki signifikansi penting dalam memastikan bahwa pasangan slot yang memancar dapat tetap mempertahankan pancaran terpolarisasi dengan efektif.

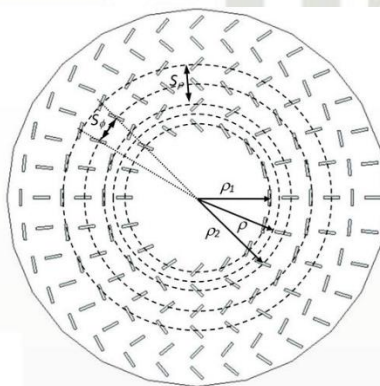
Perhitungan geometri unit *radiator* pada persamaan berikut:

$$\rho = \frac{n\lambda_g}{1 - \xi \sin\theta_T(\phi - \phi_T)} \quad (2.3)$$

Dimana $\Rightarrow \xi = 1\sqrt{\epsilon r_1}$

Keterangan:

- n = Jumlah pasangan slot pada ring pertama
- λ_g = Panjang gelombang di bentuk
- θ_T = Sudut *beamsquint* posisi arah *elevasi*
- ϕ = Sudut *azimuth* slot 1 dan slot 2
- ϕ_T = Sudut *beamsquint* pada arah *azimuth*
- ξ = ksi



Gambar 2.4 Parameter slot antenna RLSA 1 lingkaran
 (Sumber: T. Purnamirza, 2013) [20]

Formula perhitungan jarak antara unit *radiator* ring yang berbeda (posisi *radial*) sebagai berikut:

$$s\rho = \frac{\lambda_g}{1 - \xi \sin \theta_T (\phi - \phi_T)} \quad (2.4)$$

Formula perhitungan jarak antara unit *radiator* ring yang sama berdekatan (posisi arah *azimuth*) terlihat persamaan berikut:

$$s\phi = \frac{2\pi\lambda_g}{\sqrt{1 - \xi^2 \sin^2 \theta_T}} \frac{q}{p} \quad (2.5)$$

Disimpulkan, gambar 2.4 dapat di hitung jarak yang terbentuk oleh slot 1 pada pusat antena dengan posisi slot 2 ke pusat antena. Persamaan terdapat di bawah ini:

$$\rho_1 = \frac{(n-1+q-0.25)\lambda_g}{1 - \xi \sin \theta^T \cos - (\phi - \phi_T)} \quad (2.6)$$

$$\rho_2 = \frac{(n-1+q-0.25)\lambda_g}{1 - \xi \sin \theta^T \cos - (\phi - \phi_T)} \quad (2.7)$$

Keterangan:

- n = Pasangan slot di posisi ring pertama
- λ_g = Panjang gelombang
- θ_T = Sudut *beamsquint* posisi arah *elevasi*
- ϕ = Sudut *azimuth* pada slot satu dan slot dua
- ϕ_T = Sudut *beamsquint* posisi arah *azimuth*
- ξ = kosi

Untuk mencegah slot agar tidak terlalu rapat, digunakan perhitungan berdasarkan rumus berikut:

$$L_{rad} = ((4,9876 \times 10^{-3} x_{\rho})) \frac{12,5 \times 10^9}{f_0} \quad (2.8)$$

Keterangan:

- L_{rad} = Jarak yang di bentuk jari-jari pada pasangan slot
- ρ = Jarak slot
- f_0 = *Center* frekuensi

Hal Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.6 Perhitungan Lingkaran dan Pemotongan

Untuk menghitung jari-jari dan luas lingkaran pada potongan, diterapkan rumus persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter lingkaran} & : D = 2 \times r \\
 \text{Luas lingkaran} & : L = \pi \times r \times r \\
 \text{Keliling lingkaran} & : K = 2 \times \pi \times r \\
 \text{Nilai } \pi & : \frac{22}{7} = 3,14
 \end{aligned}$$

$$L = (x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2 \tag{2.9}$$

Persamaan di atas menggambarkan lingkaran yang memiliki pusat P (a, b) dan jari-jari r, dapat disajikan sebagai L (P, r).

2.7 Parameter Antena RLSA

Parameter pada Antena RLSA berfungsi sebagai patokan untuk mengevaluasi dan menentukan kinerja antena dengan hasil yang optimal. Parameter-parameter yang menjadi fokus dalam penelitian ini meliputi koefisien refleksi, pola radiasi antena, *gain*, *bandwidth*, dan *beamwidth*. Setiap parameter ini berkontribusi dalam mengukur efisiensi, efektivitas, dan cakupan antena, memastikan performa terbaik untuk aplikasi yang dituju.

2.7.1 Koefisien refleksi (S1,1)

Koefisien refleksi adalah rasio antara amplitudo gelombang antena yang dipantulkan dan amplitudo gelombang yang dikirim [2]. Hal ini disebabkan oleh adanya kerugian (*loss*) pada sinyal yang dikirim, yang menyebabkan ketidakcocokan (*mismatch*) pada impedansi antara *input* dan beban pada antena [23]. Di bawah ini terdapat rumus untuk menghitung koefisien refleksi

$$r = \frac{Z_{in} - Z_0}{Z_{in} + Z_0} \tag{2.10}$$

Diperoleh melalui perhitungan logaritma pada rumus berikut:

$$r_{[dB]} = 20 \log |r| \tag{2.11}$$

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Keterangan:

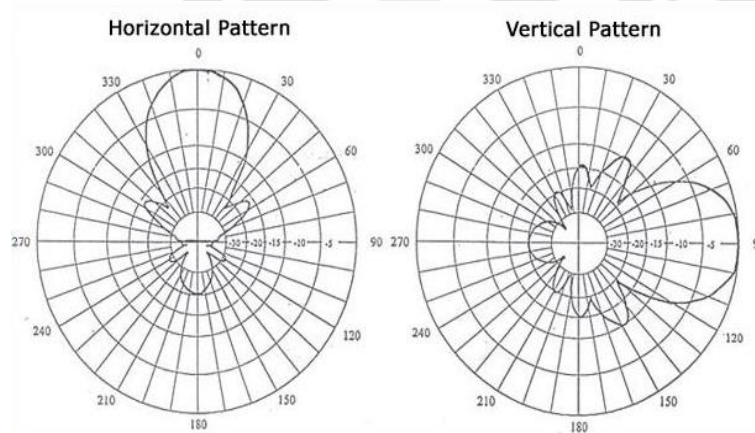
- Impedansi Suatu Beban
- Impedansi Saluran Transmisi

Menjadi standar parameter yang sangat krusial dalam menilai kinerja antenna, koefisien refleksi dinyatakan sebagai nilai $S_{11} \leq -10$, yang menunjukkan kesesuaian impedansi antara beban dan impedansi *input* yang dihasilkan oleh antenna pada frekuensi tertentu [3].

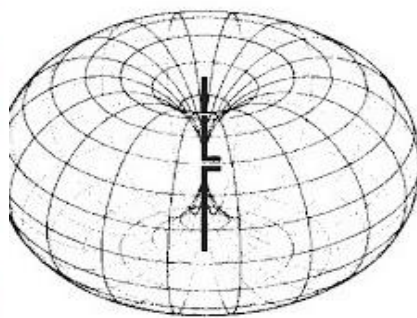
2.7.2 Pola radiasi antenna (*radiating pattern*)

Pola radiasi mengilustrasikan grafik distribusi daya pada antenna, dapat diukur dari jarak jauh dengan posisi tetap terhadap antenna, namun bervariasi pada sudut tertentu (θ dan ϕ) [24].

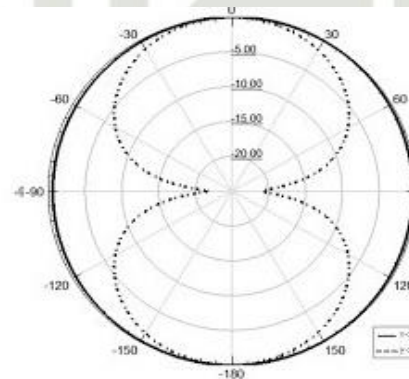
Gambar pola radiasi dapat dilihat pada ilustrasi di bawah ini.



(a)

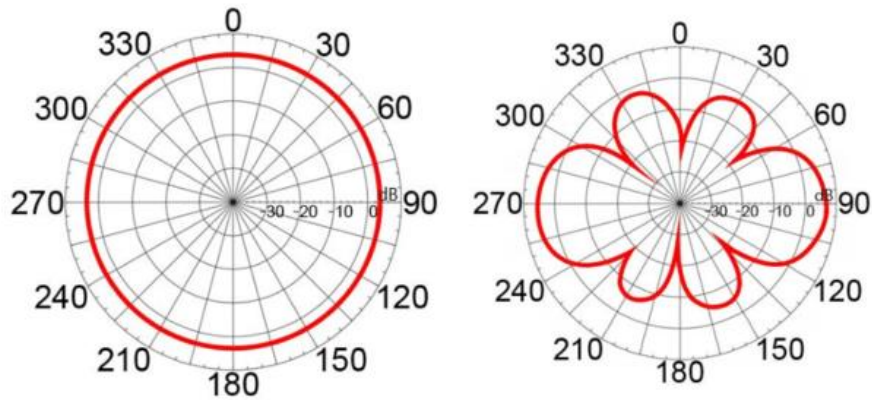


(b)



Hal-Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



(c)

Gambar 2.5 Pola radiasi *unidirectional* (a), *Isotropic* (b), *Omnidirectional* (c)

(Sumber : Balanis, 2005)

2.7.3 Gain

Parameter umum pada antena, yaitu *Gain*, menunjukkan karakteristik pada pola radiasi antena. Ketika *gain* pada suatu antena rendah, pola radiasi sinyal akan melebar, berbeda dengan nilai *gain* yang tinggi yang akan membentuk pola radiasi antena yang lebih terfokus dan berbentuk kerucut, memungkinkan pengiriman sinyal dengan jarak yang lebih jauh. Hal ini membuat *gain* memiliki hubungan yang erat dengan direktivitas dan efisiensi suatu antena. Unit pengukuran untuk *gain* adalah desibel (dB).

Berikut adalah persamaan untuk menghitung *gain*:

$$G = D \cdot \epsilon_r \tag{2.12}$$

Keterangan:

- G Gain Antena
- D Direktivitas Antena
- ϵ_r Efisiensi Antena

2.7.4 Bandwidth

Bandwidth rentang frekuensi atau lebar pita dari spesifikasi frekuensi pada suatu antena [25]. Persamaan *bandwidth* dapat dilihat di bawah ini

$$BW = f_{max} - f_{min} \tag{2.13}$$

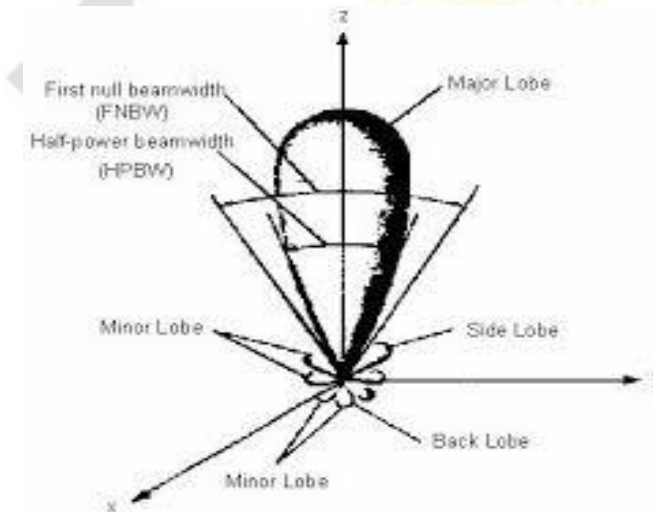
Keterangan:

f_{max} Frekuensi Maksimum

f_{min} Frekuensi Minimum

2.7.5 Beamwidth

Beamwidth mengacu pada sudut yang dibentuk oleh pola radiasi antenna, dan luas pola pancaran yang dihasilkan dikenal sebagai *beam area*. *Beam area* ini mencerminkan ukuran dan lebar daya pancaran antenna. Pola pancaran utama dalam *beamwidth* dikenal sebagai *main lobe*, yang diukur mulai dari posisi -3 dB hingga puncak *lobe* utama. Pada titik tersebut, 50% daya dipancarkan ke udara dan 50% dipantulkan kembali ke sumber daya. Selain itu, *beam area* mencakup pancaran di sisi (*side lobe/minor lobe*), yang merupakan area kecil dari arah pancaran, dan *beam area* belakang (*back lobe*), yang merupakan pancaran yang lebih condong ke belakang, seperti yang terlihat dalam gambar di bawah ini.



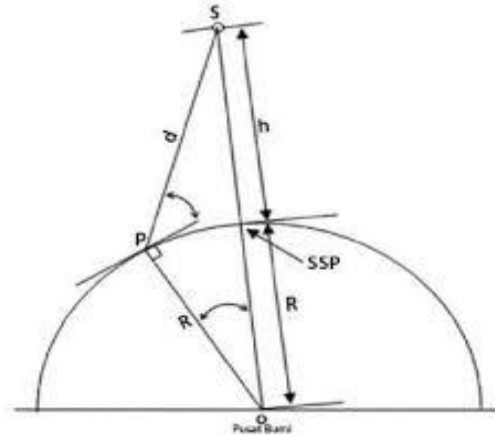
Gambar 2.6 Pola radiasi antenna
(Sumber: elektronika-dasar web.id)

Pada bagian *lobe* HPBW (*Half Power Beamwidth*) merupakan singkatan dari *Half Power Beamwidth*, yang merujuk pada lebar pancaran di mana nilai daya berkurang hingga mencapai 50% atau -3 dB. Jarak antara sudut diwakili oleh nilai pola radiasi yang mengalami penurunan hingga mencapai 50%. Sementara itu, bagian FNBW (*First Null Beamwidth*) adalah

Hal-Cipta Diindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.8 Elevasi dan Azimuth

Lebar pancaran yang memiliki nilai nol, di mana jarak antara sudut mengalami penurunan hingga mencapai titik nol.



Gambar 2.7 Sudut *azimuth* dan *elevasi*
(Sumber: Satellite Communications 2018)

Parameter yang memiliki signifikansi paling besar pada antena adalah diameter. Semakin besar diameter yang digunakan, akan menghasilkan *gain* yang lebih tinggi. Hal ini juga mempengaruhi ketajaman dan ketajaman *beamwidth*. Pada ilustrasi di atas, diameter menentukan sudut *elevasi*, yang mengacu pada sudut yang dibentuk dalam posisi horizontal terhadap arah vertikal antena. Hal ini berbeda dengan sudut *azimuth*, yang merupakan sudut putaran dalam bidang horizontal.

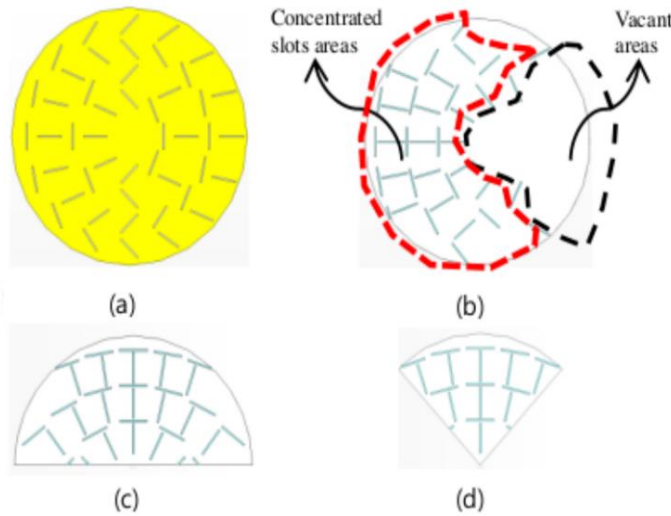
2.9 Teknik Extreme Beamsquint

Teknik ini merupakan suatu metode yang diterapkan pada konfigurasi pasangan slot antena RLSA agar posisi pasangan slot dapat diposisikan dengan tepat untuk mengarahkan pancaran secara fokus. Pada awalnya, terlihat pada gambar 2.6(a) bahwa slot terdistribusi tidak terkonsentrasi, yang tentu saja berdampak pada ketidakfokusan arah pancaran sinyal. Oleh karena itu, teknik *extreme beamsquint* digunakan untuk meraih fokus dalam arah pancaran tersebut, seperti yang terlihat pada gambar 2.6(b).

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.10 Teknik Pemotongan

Metode pemotongan digunakan untuk mempartisi antena RLSA ke dalam beberapa segmen seperti yang tampak seperti pada antena RLSA yang terpotong menjadi setengah ($\frac{1}{2}$) dan seperempat ($\frac{1}{4}$) lingkaran pada gambar 2.6(c), (d). Pendekatan ini diterapkan setelah penerapan teknik *extreme beamsquint* di mana pasangan slot difokuskan pada arah pancaran tertentu. Segmen antena yang tidak memiliki slot dibiarkan kosong, dan teknik pemotongan dilakukan pada area tersebut untuk mengarahkan pancaran daya ke elemen pemancar yang memiliki pasangan slot. Hal ini tergambar dalam gambar 2.6(b) dengan garis hitam yang menandai area kosong yang akan dipotong [26].



Gambar 2.8 (a) Antena RLSA normal *beamsquint*, (b) *Extreme beamsquint*, (c) 1/2 lingkaran, (d) 1/4 lingkaran

(Sumber: T. Purnamirza, 2021) [13]

2.11 Teknik Hybrid

Sebuah Teknik hasil kombinasi dari teknik *extreme beamsquint* dan teknik pemotongan dalam antena RLSA [12], [27]. Penerapan teknik *hybrid* ini telah terbukti dapat mengurangi koefisien refleksi serta meningkatkan *gain* pada antena RLSA dengan melakukan pemotongan pada bidang antena.

2.10 Teknik Pemotongan
 Metode pemotongan digunakan untuk mempartisi antena RLSA ke dalam beberapa segmen seperti yang tampak seperti pada antena RLSA yang terpotong menjadi setengah ($\frac{1}{2}$) dan seperempat ($\frac{1}{4}$) lingkaran pada gambar 2.6(c), (d). Pendekatan ini diterapkan setelah penerapan teknik *extreme beamsquint* di mana pasangan slot difokuskan pada arah pancaran tertentu. Segmen antena yang tidak memiliki slot dibiarkan kosong, dan teknik pemotongan dilakukan pada area tersebut untuk mengarahkan pancaran daya ke elemen pemancar yang memiliki pasangan slot. Hal ini tergambar dalam gambar 2.6(b) dengan garis hitam yang menandai area kosong yang akan dipotong [26].
 2.11 Teknik Hybrid
 Sebuah Teknik hasil kombinasi dari teknik *extreme beamsquint* dan teknik pemotongan dalam antena RLSA [12], [27]. Penerapan teknik *hybrid* ini telah terbukti dapat mengurangi koefisien refleksi serta meningkatkan *gain* pada antena RLSA dengan melakukan pemotongan pada bidang antena.
 2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB III METODE PENELITIAN

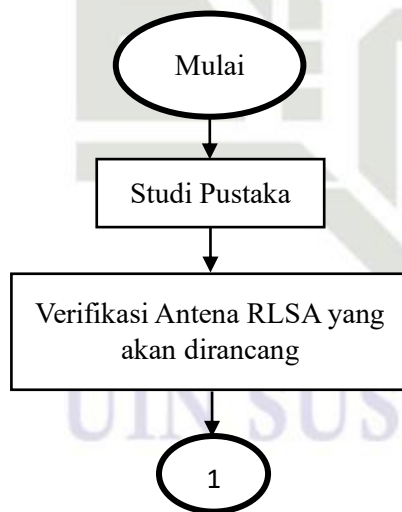
Jenis Penelitian

Pendekatan penelitian yang diadopsi dalam penelitian ini adalah bersifat kualitatif. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan pemodelan antenna RLSA secara sistematis, deskriptif dan menganalisis uraian terperinci terkait proses-proses perancangan antenna RLSA 1/4 lingkaran untuk mendapatkan hasil *beamforming* dengan empat kekuatan daya pancar yang dibutuhkan dengan performansi antenna terbaik.

3.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini fokus pada perancangan antenna *Radial Line Slot Array* (RLSA) *beamforming* 1/4 lingkaran untuk mencapai empat nilai kekuatan daya pancar dalam frekuensi 5.8 GHz. Desain antenna dilakukan dengan perangkat lunak *Virtual Basic Application* (VBA) *macros* dan disimulasikan menggunakan *CST Suite Studio 2010*. Hasil simulasi mencakup koefisien refleksi antenna ($S_{1,1}$), *bandwidth*, dan *gain* antenna.

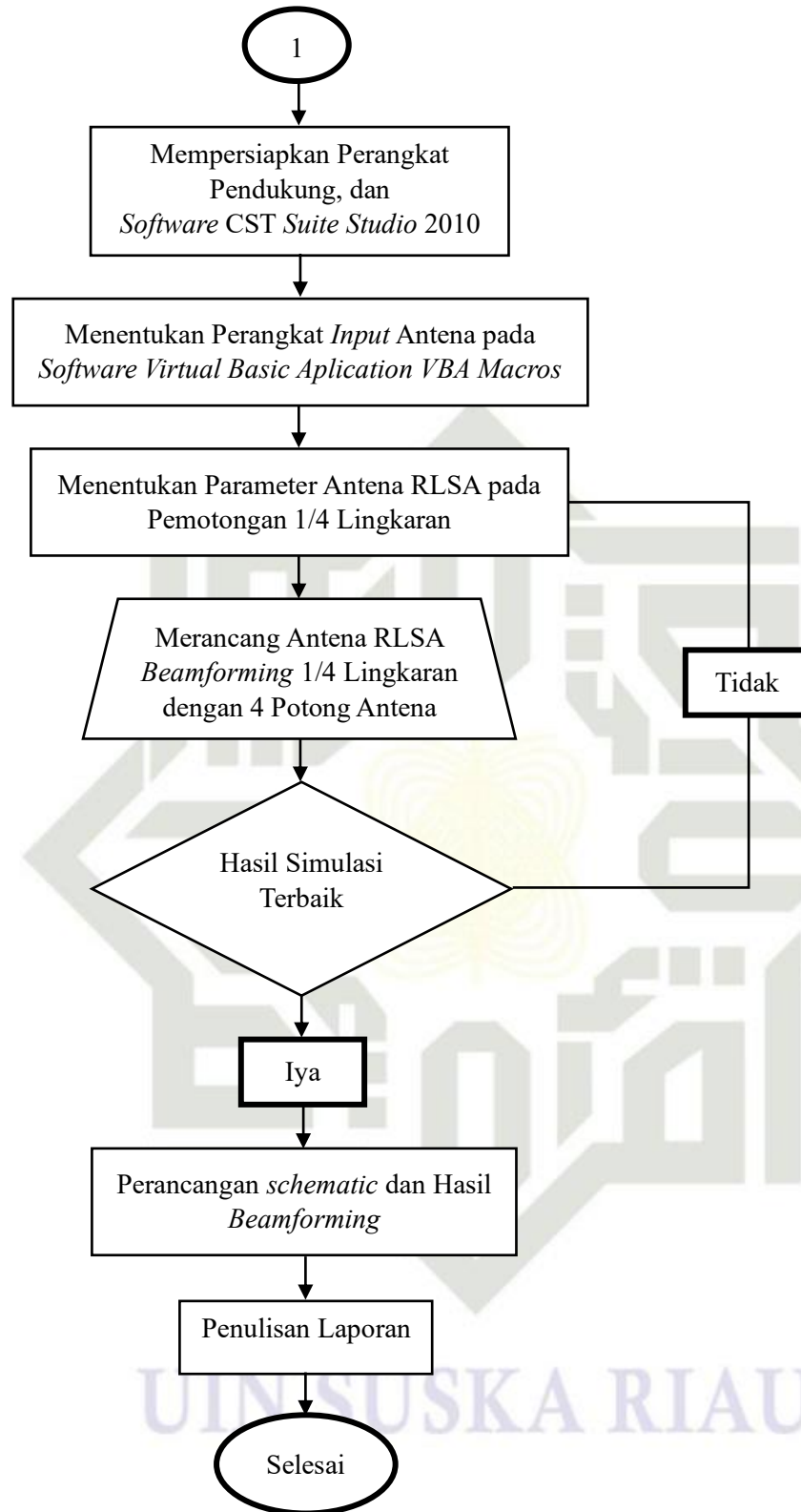
Flowchart prosedur penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1 *Flowchart* alur penelitian

3.3 Studi Pustaka

Judul penelitian ini adalah "Perancangan Antena *Radial Line Slot Array (RLSA)* dengan 4 Kekuatan Daya Pancar pada Frekuensi 5.8 GHz. Penelitian ini direkomendasikan oleh pembimbing dengan argumen bahwa penggunaan teknik pemotongan pada antena dapat menghasilkan arah pancaran beam dengan *gain* terbatas. Oleh karena itu, peneliti berhipotesa bahwa pengendalian kekuatan daya pancar pada antena dapat meningkatkan *gain* tanpa mengorbankan performansi.

Selanjutnya, penulis melakukan studi pustaka terkait antena RLSA yang menggunakan teknik pemotongan, serta pendekatan hibrida yang menggabungkan teknik *beamsquint* dan teknik pemotongan antena. Sumber studi pustaka melibatkan referensi dari berbagai paper dan jurnal yang relevan dengan penelitian ini.

3.4 Perangkat yang digunakan Penelitian

Penelitian ini menggunakan 2 perangkat, yaitu perangkat hardware dan perangkat *software*. Perangkat ini akan bekerja pada CST 2010 sehingga perancangan antena RLSA berjalan dengan optimal.

3.4.1 Perangkat keras (*hardware*)

Spesifikasi *hardware* PC/Laptop yang penulis gunakan dan rekomendasikan dalam penelitian ini:

- a. Laptop
- b. *Processor* 11th Gen Intel(R) Core(TM) i5-1135G7 @ 2.40GHz 2.42 GHz
- c. Ram 8 GB
- d. *Memory* SSD 512
- e. Intel (R) Iris (R) Xe *Graphics Family*

3.4.2 Perangkat lunak (*software*)

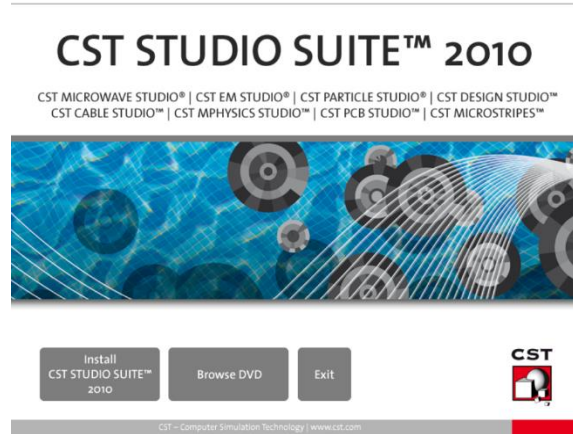
Spesifikasi perangkat lunak PC/Laptop penulis rekomendasikan untuk penelitian pada tahap perancangan dan simulasi-Antena RLSA:

- a. Sistem operasi *windows* 11
- b. *CST Suite Studio* 2010

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.2 CST suite studio 2010
(Sumber: CST Microwave Studio 2010)

- c. Software program *Virtual Basic Application* VBA dalam format msc
- d. *Microsoft Excel 2021*

3.5 Menentukan Spesifikasi Rancangan Antena RLSA 1/4 Lingkaran

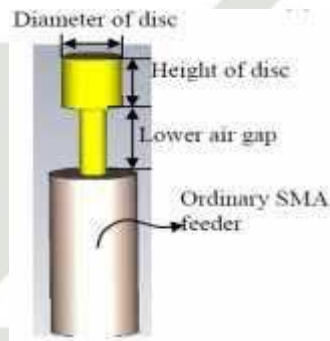
Sebelum memulai perancangan, perlu menentukan parameter-parameter yang akan diinput dalam pemrograman VBA *Macros*. Dalam penelitian ini, parameter-parameter tersebut ditetapkan berdasarkan arahan dari dosen pembimbing.

Tabel 3.1 Spesifikasi rancangan antena RLSA 1/4 lingkaran

Spesifikasi	Simbol	Nilai
Frekuensi Tengah	F	5.8 Ghz
Lebar Slot	W	1 mm
Jari-Jari <i>Cavity</i>	r	85 mm
Jumlah Slot Pertama	$P0$	16
<i>Beamsquint Elevasi</i>	Tau	71^0
<i>Permittivity Cavity</i>	er	2.33
Ketebalan <i>Radiating</i> dan Ground	D	0.1 mm
Ketebalan <i>Cavity</i>	dl	8 mm
Bahan <i>Cavity</i>	-	<i>Polypropelene</i>

Tabel 3.2 Spesifikasi feeder antenna RLSA 1/4 lingkaran

Spesifikasi	Simbol	Nilai
Tinggi Silinder Tembaga	H	3 mm
Radius Silinder Tembaga	Ra	1.4 mm
Gap Udara bagian Atas	$b1$	4 mm
Gap Udara bagian Bawah	$b2$	1 mm

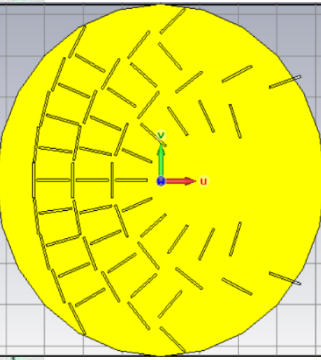


Gambar 3.3 Bentuk *feeder* antenna RLSA akan dirancang
(Sumber: CST Microwave Studio 2010)

3.6 Rancangan Antena RLSA *Beamforming* 1/4 Lingkaran

Dalam proses perancangan ini, terdapat tiga tahap desain yang dilaksanakan. Tahap pertama melibatkan pemodelan antenna RLSA dengan satu lingkaran penuh menggunakan teknik *extreme beamsquint*. Tahap kedua melibatkan teknik pemotongan antenna RLSA menjadi 1/4 bagian, yang akan difungsikan sebagai antenna *Beamforming* dengan empat kekuatan daya pancaran. Teknik ini dikenal sebagai teknik gabungan atau *hybrid*, yang menggabungkan Teknik *beamsquint* dan teknik pemotongan. Selanjutnya, tahap ketiga melibatkan desain antenna RLSA dengan *beamforming* 1/4 lingkaran dan kemudian melakukan simulasi terhadap desain tersebut.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



```

=====
'masukkan nilai parameter inputan
=====
jari_kaviti=85: po=16 : lebar_slot=1: tau =71:
fo=5.8: er=2.41 : ur=1: teta=10^-5: z=1: n=0:
h=8: tebal_element_radiasi=0.1: jari_lubang_kaviti=1.4:

=====
'Hitung parameter-parameter yang berhubungan dengan parameter inputan
=====
fd=fo+0.02257*fo 'hitung nilai frekuensi disain (GHz)
velocity=(2.9979)/Sqr(er*ur) 'Hitung kecepatan gelombang dalam cavity
lamda=velocity*10^2/fd 'Hitung panjang gelombang dalam cavity (mm)
'inisial_panjang =0.23*lamda
inisial_panjang =0.5*lamda*fd/12.5

```

Gambar 3.4 Antena RLSA lingkaran penuh
(Sumber: CST Microwave Studio 2010)

3.6.1 Perancangan model antena RLSA full lingkaran

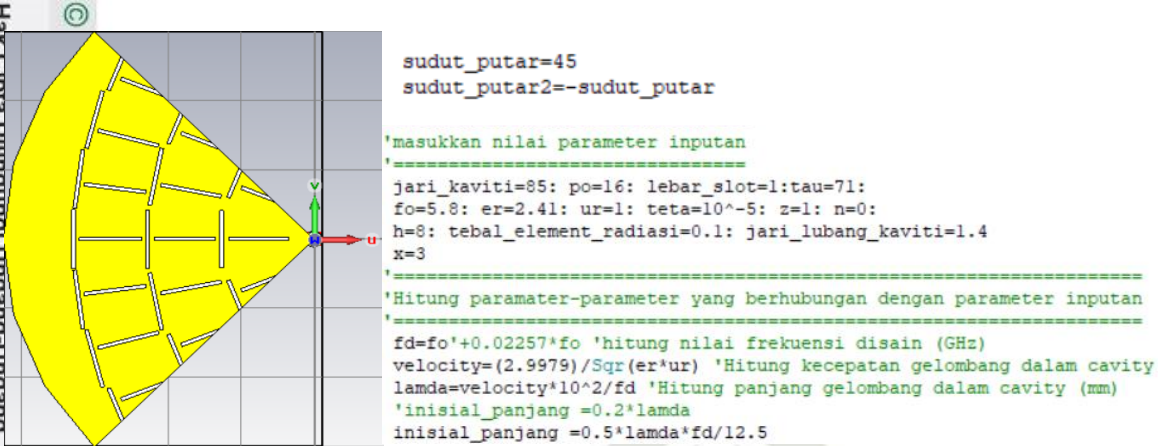
Tahap pemodelan antena RLSA dengan teknik extreme *beamsquint* pada lingkaran penuh dapat dilihat dalam gambar di bawah ini. Pemodelan ini terwujud setelah menentukan parameter *input* melalui penggunaan VBA *Macros*.

Hal-Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.6.2 Perancangan model antena RLSA 1/4 lingkaran

Setelah antena RLSA dirancang sebagai lingkaran penuh, peneliti kemudian melakukan Teknik pemotongan pada antena tersebut untuk menciptakan bentuk 1/4 lingkaran. Teknik pemotongan antena dengan dimensi yang lebih kecil ini tidak berdampak negatif pada kinerja antena. Penerapan teknik ini menggunakan *software Virtual Basic Application* (VBA) pada frekuensi operasional 5,8 GHz, mempermudah proses pemotongan antena RLSA dengan presisi dan akurat. Pemodelan antena RLSA dengan bidang pemotongan 1/4 lingkaran ditampilkan pada gambar di bawah.



Gambar 3.5 Antena RLSA 1/4 lingkaran
(Sumber: CST Microwave Studio 2010)

3.7 Perancangan Model Antena RLSA *Beamforming* 1/4 Lingkaran

Perancangan dilakukan untuk mendapatkan 4 kekuatan daya pancar dengan cara Menyusun 4 potong antena RLSA yang disusun sejajar agar dapat dilakukan *combine* pada *gain* antara antena 1, 2, 3, dan 4. Selanjutnya digunakan alat bantu tambahan yaitu *power combiner* untuk dapat menyatukan semua kekuatan pancaran antena yang dapat dikontrol dengan *RF-switch*.

3.8 Simulasi Antena RLSA *Beamforming* 1/4 Lingkaran

Simulasi dilakukan setelah hasil *design* antena RLSA *beamforming* 1/4 lingkaran didapatkan kemudian dilakukan perancangan schematic pada antena, dimana antena dan komponen yang akan terhubung baik itu *input* maupun *output* nya. Sehingga didapatkan hasil antena RLSA *beamforming* 1/4 lingkaran dengan performansi pola radiasi arah pancaran dan *gain* terbaik.

3.9 Analisa Hasil Simulasi

Pada tahap ini, dilakukan analisis hasil simulasi *antenna Radial Line Slot Array* (RLSA) *beamforming* 1/4 lingkaran untuk mengetahui koefisien refleksi, *gain*, dan *bandwidth* yang dihasilkan apakah sesuai dengan yang diinginkan.

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil dari penelitian perancangan antenna *Radial Line Slot Array (RLSA) Beamforming* dengan empat elemen antenna *array* dapat disimpulkan sebagai berikut:

Perancangan antenna *RLSA Beamforming* 1/4 lingkaran yang dirancang dengan parameter jari-jari 85 mm, ρ_0 16, dan τ 71 yang disusun *array* dengan 4 potong antenna.

Bandwidth yang dihasilkan dalam perancangan antenna *RLSA Beamforming* dalam 3 skema yang dilakukan, stabil dengan nilai lebih dari 1 GHz pada tiap elemen antenna.

3. Koefisien refleksi atau S_{11} yang dihasilkan dalam penelitian ini melebihi pada standar $S_{11} > -10$ dB pada setiap elemen dalam semua konfigurasi penelitian
 4. Terdapat 3 susunan formasi yang dirancang yaitu *array* 1x4, 2x2 dan 4x1, yang mana dari ketiga hasil dari susunan tersebut antenna *RLSA array* 1x4 memiliki nilai *gain* yang lebih baik sebesar 17,34 dB.
 5. Nilai *gain* dari hasil *combine* pada *CST Suite Studio 2010* untuk skema *array* 1x4 adalah 11,46 dB dengan 1 *port*, 14,33 dB dengan 2 *port*, 16,10 dB dengan 3 *port*, dan 17,34 dB dengan 4 *port*.
 6. Nilai *gain* dari hasil *combine* pada *CST Suite Studio 2010* untuk skema *array* 2x2 adalah 11,28 dB dengan 1 *port*, 14,02 dB dengan 2 *port*, 15,68 dB dengan 3 *port*, dan 16,87 dB dengan 4 *port*.
 7. Nilai *gain* dari hasil *combine* pada *CST Suite Studio 2010* untuk skema *array* 4x1 adalah 10,86 dB dengan 1 *port*, 13,49 dB dengan 2 *port*, 15,12 dB dengan 3 *port*, dan 16,08 dB dengan 4 *port*.
- Penelitian ini merancang antenna pintar dengan kemampuan menggabungkan kekuatan daya, menggunakan komponen tambahan seperti *Single Pole Single Throw (SPST)* sebagai pengontrol dan *Power Combiner* untuk menghasilkan daya sebagai *beamforming*.

Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengoptimalkan parameter antena seperti jari-jari, ρ , dan τ , serta mengeksplorasi bentuk dan material baru guna meningkatkan efisiensi, gain, dan bandwidth. Selain itu, perlu diuji konfigurasi array yang berbeda di luar 1x4, 2x2, dan 4x1, serta mempertimbangkan penggunaan elemen antena yang lebih banyak. Pengembangan teknik beamforming yang lebih maju, seperti digital atau hybrid beamforming, juga penting untuk meningkatkan fleksibilitas dan kontrol arah pancaran melalui simulasi dan pengujian praktis. Studi lebih mendalam tentang performa antena dalam lingkungan yang bervariasi dan strategi mitigasi interferensi juga perlu dipertimbangkan.

Hak Cipta

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

1. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - a. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 - b. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LAMPIRAN A

TAHAPAN PERANCANGAN DAN SIMULASI ANTENA *RADIAL LINE SLOT ARRAY (RLSA) BEAMFORMING*

Pada lampiran A ini menjelaskan langkah-langkah dalam merancang model antena RLSA lingkaran penuh kemudian potong 1/4 lingkaran, lanjut *beamforming* antena RLSA dengan 4 buah elemen antena, dan proses melakukan simulasi dengan menggunakan *software* CST *Studio Suite* 2010 dan *VBA Macros*. Berikut skenario dan langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

1. Melakukan *install software* CST *Studio Suite* 2010 pada PC/Laptop, kemudian *shortcut* pada *desktop* untuk mempermudah akses buka *software* tersebut.
2. Jalankan *software* CST *Studio Suite* tersebut.



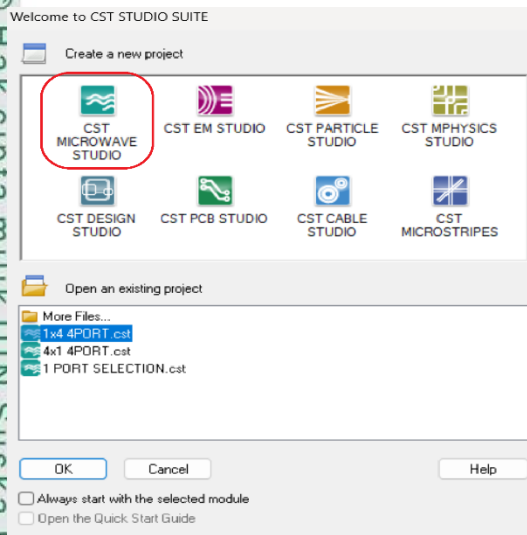
Gambar A.1 Tampilan CST *studio suite* 2010

3. Setelah dibuka, akan muncul tampilan *Welcome to CST STUDIO SUITE*, klik CST *Microwave Studio* > ok, kemudian akan muncul tampilan untuk pilihan *project* lalu pilih antena (planar)> ok. Dapat dilihat pada tampilan di bawah.

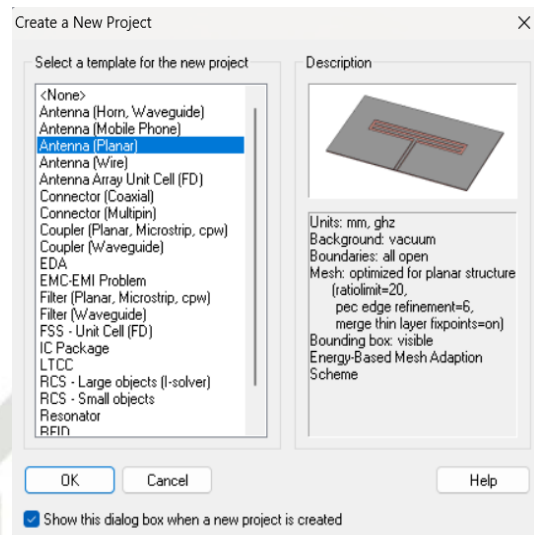
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



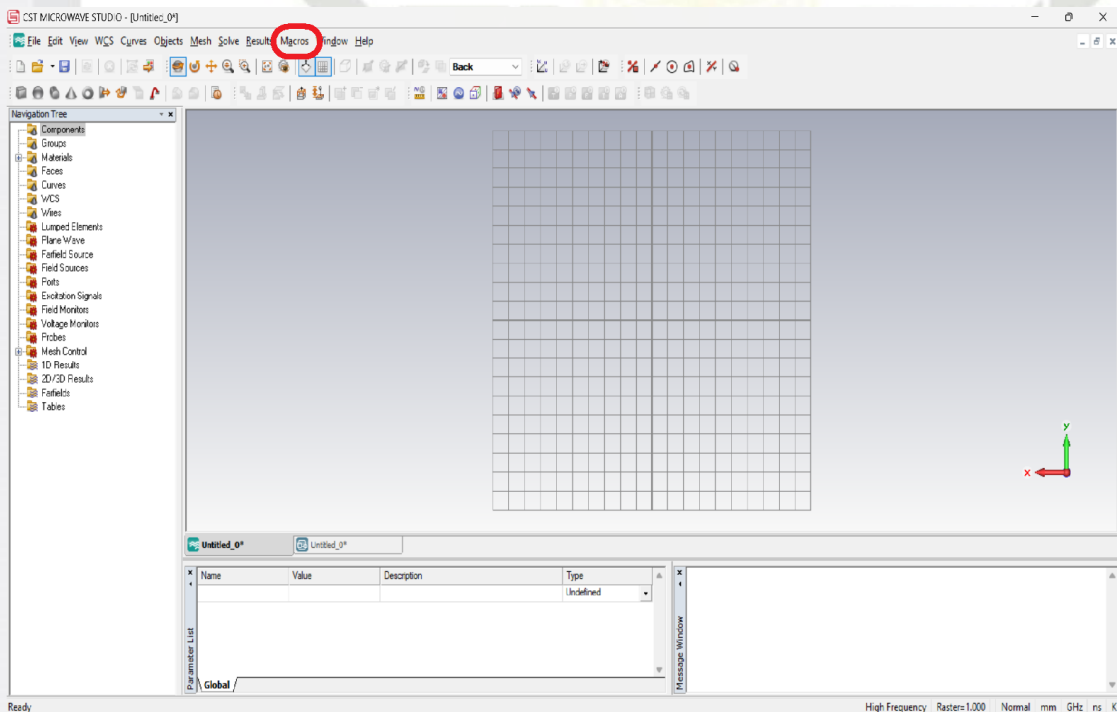
(a)



(b)

Gambar A.2 Tampilan menu awal CST *studio suite* 2010 (a), *create a new project* (b)

4. Selanjutnya akan muncul template atau lembar kerja yang akan digunakan untuk merancang antenna RLSA 1/4 lingkaran dan *beamforming* antenna RLSA, kemudian klik pada *tools macros* untuk masukkan parameter *input* antenna dalam VBA *Macros Editor*.



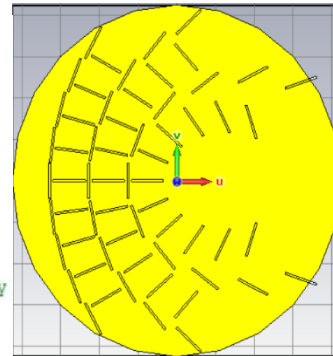
Gambar A.3 *Template* lembar kerja CST *studio suite* 2010

Kemudian klik *Open VBA Macro Editor > Open > pilih software VBA (RLSA_Untuk_5.8_GHz.mcs) > Input parameter kebutuhan > Run.*

```

'-----
'masukkan nilai parameter inputan
'-----
jari_kaviti=85: po=16 : lebar_slot=1: tau =71:
fo=5.8: er=2.41 : ur=1: teta=10^-5: z=1: n=0:
h=8: tebal_element_radiasi=0.1: jari_lubang_kaviti=1.4:
'-----
'Hitung paramater-parameter yang berhubungan dengan parameter inputan
'-----
fd=fo+0.02257*fo 'hitung nilai frekuensi disain (GHz)
velocity=(2.9979)/Sqr(er*ur) 'Hitung kecepatan gelombang dalam cavity
lamda=velocity*10^2/fd 'Hitung panjang gelombang dalam cavity (mm)
'inisial_panjang =0.23*lamda
inisial_panjang =0.5*lamda*fd/12.5

```

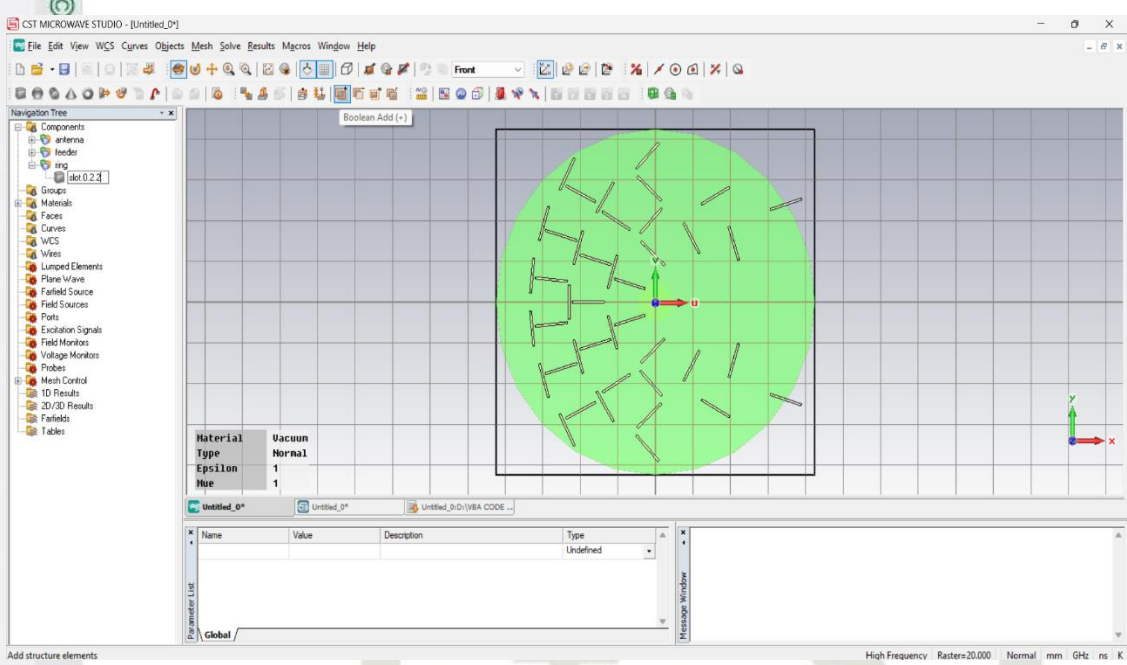


Gambar A.4 Script program membuat antenna lingkaran penuh

Menentukan parameter inputan untuk:

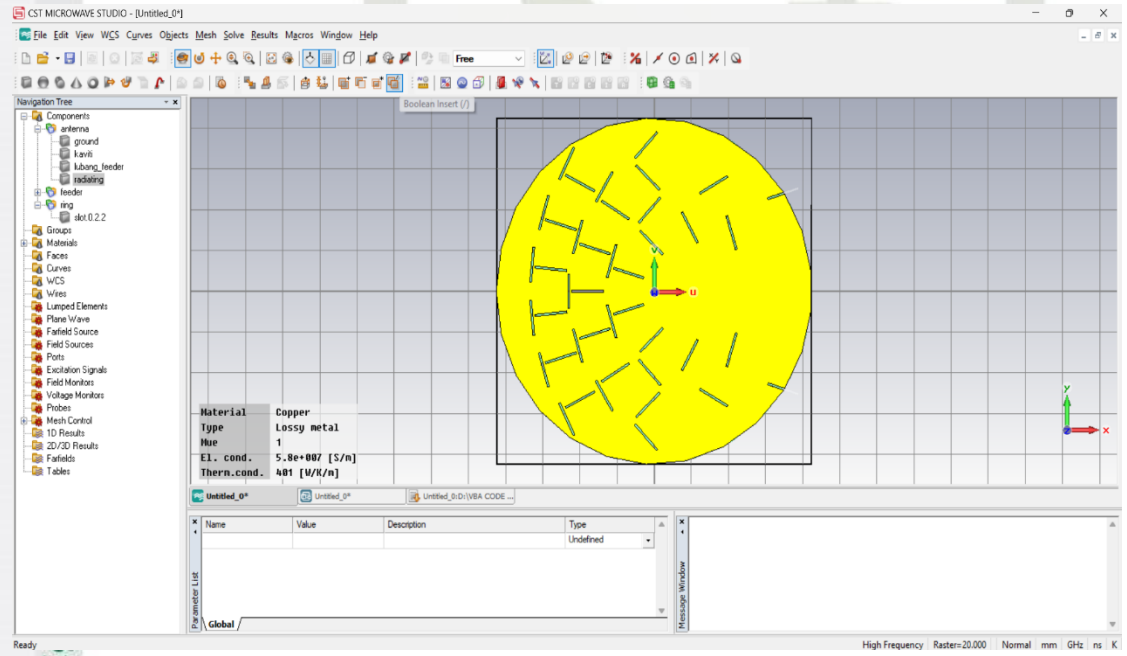
- a. Menentukan material perancangan antenna RLSA lingkaran penuh dan untuk potongan $1/4$ *beamforming* antenna.
 - b. *Input* ukuran jari-jari *cavity* (mm)
 - c. *Input* slot (p_0) antenna RLSA
 - d. *Input* lebar slot =1
 - e. *Input beamsquint* arah *azimuth* (θ)
 - f. *Input beamsquint* arah *elevasi* (ϕ)
 - g. *Input* frekuensi kerja antenna RLSA 5.8 GHz
 - h. *Input* diameter lubang jari-jari *cavity* (mm)
 - i. *Input* ketebalan *radiating element*
 - j. *Input* direktivitas antenna (er)
 - k. *Input* permeabilitas (ur) *relative cavity*
6. Setelah rancangan antenna RLSA telah didapatkan langkah selanjutnya adalah menggabungkan slot dengan cara *Componen > Ring > Boolean Add (+)* > lalu ubah nama slot pada ring menjadi 0.2.2 seperti yang ditampilkan pada gambar di bawah ini.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Diarangi mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar A.5 Menggabungkan slot pada ring menjadi satu

7. Setelah slot di gabungkan menjadi satu pada ring, kemudian lanjut melubangi slot pada elemen *radiating* agar sinyal yang akan ditransmisikan keluar dari pasangan slot tersebut, dengan cara klik *component > Antena > radiating > boolean insert (!) > ring. Ok/enter.*



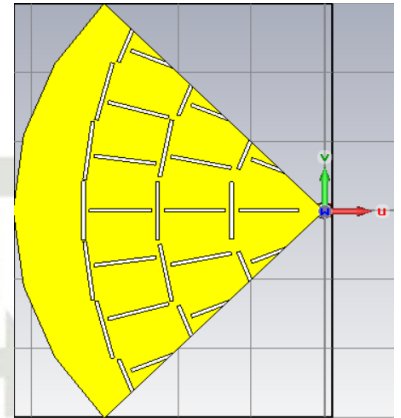
Gambar A.6 Melubangi slot pada elemen *radiating*

```

sudut_putar=45
sudut_putar2=-sudut_putar

'-----
'masukkan nilai parameter inputan
'-----
(jari_kaviti=85: po=16: lebar_slot=1:tau=71:
fo=5.8: er=2.41: ur=1: teta=10^-5: z=1: n=0:
h=8: tebal_element_radiasi=0.1: jari_lubang_kaviti=1.4
x=3
'-----
'Hitung parameter-parameter yang berhubungan dengan parameter inputan
'-----
fd=fo'+0.02257*fo 'hitung nilai frekuensi disain (GHz)
velocity=(2.9979)/Sqr(er*ur) 'Hitung kecepatan gelombang dalam cavity
lamda=velocity*10^2/fd 'Hitung panjang gelombang dalam cavity (mm)
'inisial_panjang =0.2*lamda
inisial_panjang =0.5*lamda*fd/12.5

```



Gambar A.7 Script program pemotongan antenna 1/4 lingkaran

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

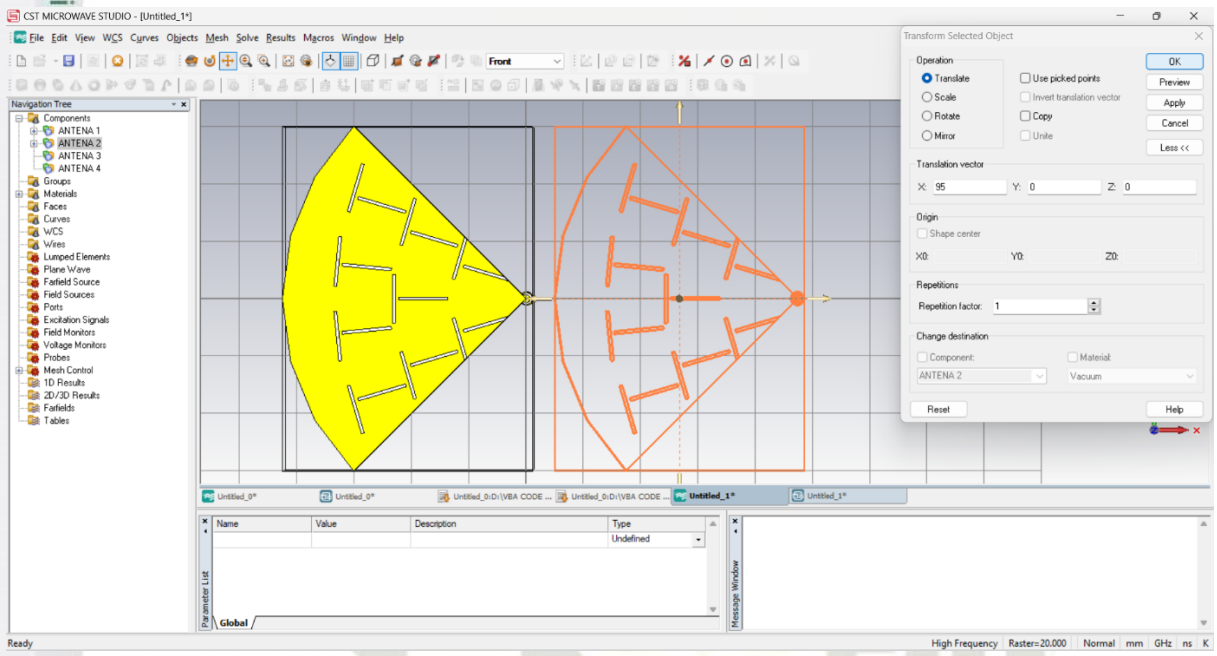
9. Menentukan material perancangan antenna RLSA lingkaran penuh dan untuk potongan 1/4 *beamforming* antenna.

Menentukan parameter inputan untuk:

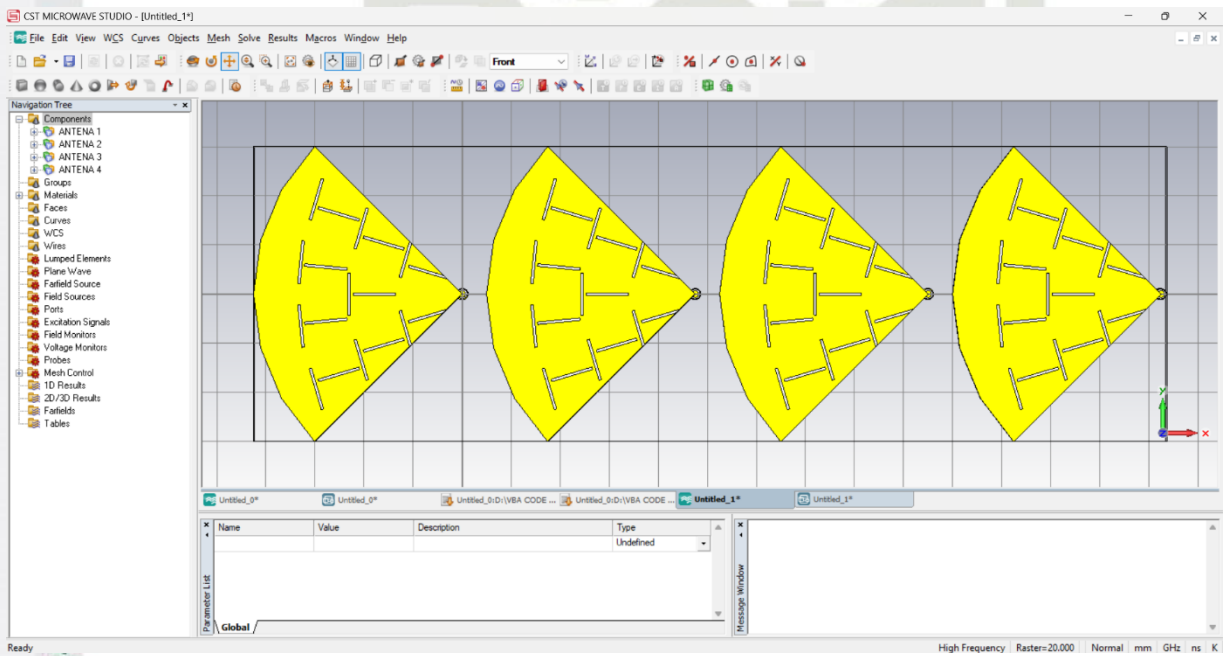
- a. *Input* sudut putar antenna
- b. *Input* ukuran jari-jari *cavity* (mm)
- c. *Input* slot (p0) antenna RLSA
- d. *Input* lebar slot =1
- e. *Input beamsquint* arah *azimuth* (θ)
- f. *Input beamsquint* arah *elevasi* (ϕ)
- g. *Input* frekuensi kerja antenna RLSA 5.8 GHz
- h. *Input* diameter lubang jari-jari *cavity* (mm)
- i. *Input* ketebalan *radiating element*
- j. *Input* direktivitas antenna (er)
- k. *Input* permeabilitas (ur) *relative cavity*

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Selanjutnya *copy design component* antenna 1/4 lingkaran > Buat lembar kerja baru > Buat nama pada *component* baru (Antena 1, 2, 3, & 4) > *Paste* terlebih dahulu pada antenna 1, kemudian dilanjutkan pada antenna 2, 3, dan 4 dengan jarak antar antenna ($x=10$ mm), caranya klik antenna 2 > *transform* > *translate* > *Translation vector* ($x=95$ mm) > *enter*. Lakukan hal yang sama pada antenna 3 dan 4 hingga *full* 4 potong antenna 1/4 lingkaran.

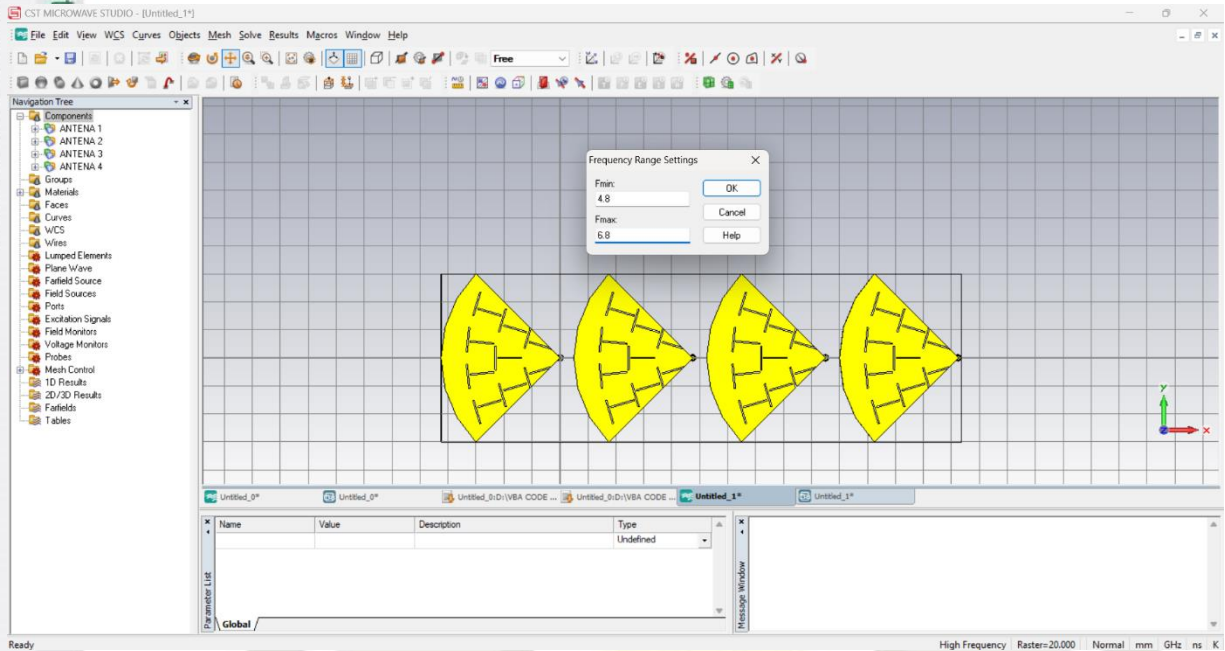


Gambar A.8 *Translate* antenna 2 1/4 lingkaran $d=10$ mm antar antenna



Gambar A.9 Hasil *translate* 4 potong antenna 1/4 lingkaran $d=10$ mm antar antenna

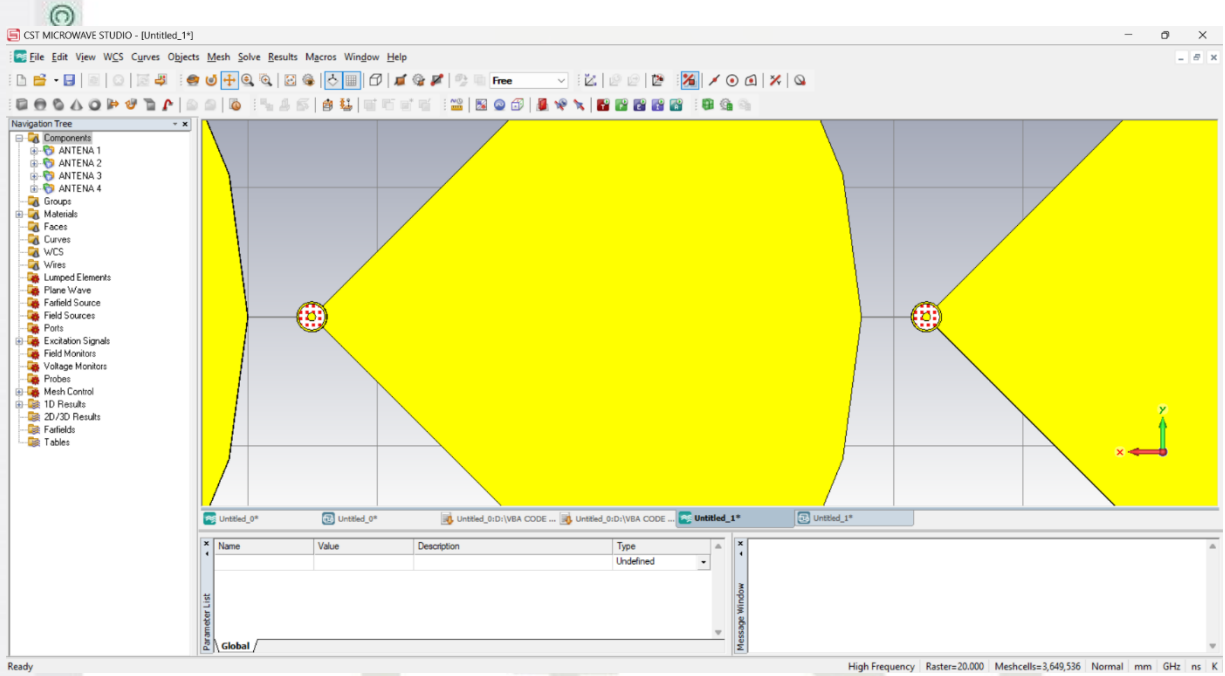
Setting frekuensi operasi *beamforming* antena dengan cara klik menu bar *frequency range input* Fmin 4.8 dan Fmax 6.8 dalam satuan GHz untuk operasi yang diinginkan pada frekuensi tengah 5.8 GHz.



Gambar A.10 *Input frequency range operation*

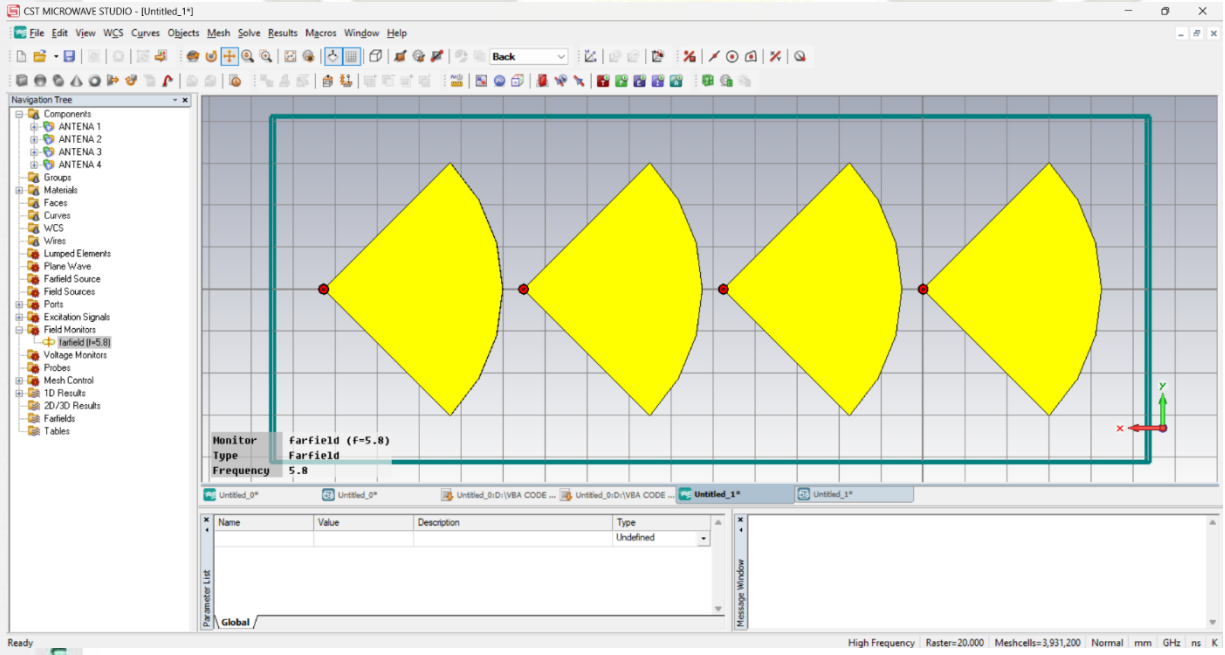
- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

12. Melakukan simulasi dengan cara memilih salah satu elemen antena yang akan dipancarkan dari ke lima tersebut. Berikut langkahnya Putar antena menghadap belakang > pilih *select point, edge or face (s)* > arahkan ke *feeder* antena yang akan di simulasi, klik 2 kali sehingga pada *feeder* membentuk seperti bintikan merah di dalam lingkaran *feeder*.



Gambar A.11 Settingan *select poin* pada *feeder*

13. Selanjutnya pilih *tools solve>waveguide port>name 1>Ok*. Lakukan pada antena 2, 3, dan 4 juga, *select poin, edge or face (s) > waveguide port*



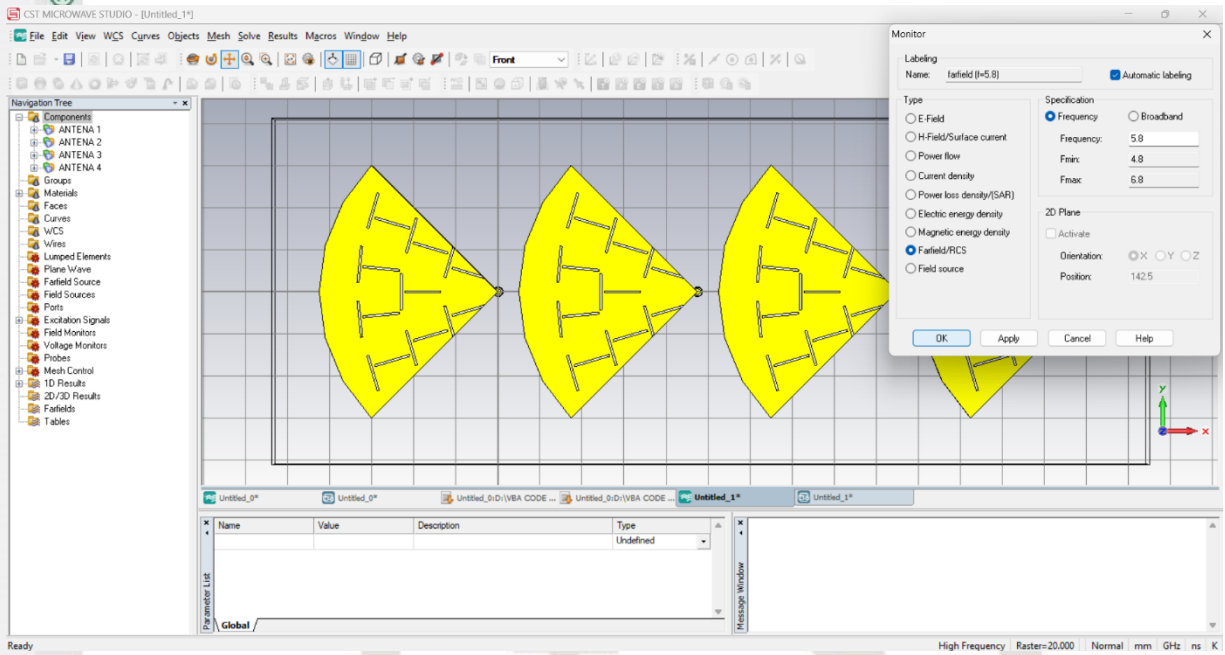
Gambar A.12 Settingan *Waveguide Ports* pada *Feeder*

14. Selanjutnya pilih *solve>field monitor>farfield/RCS>Ok*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

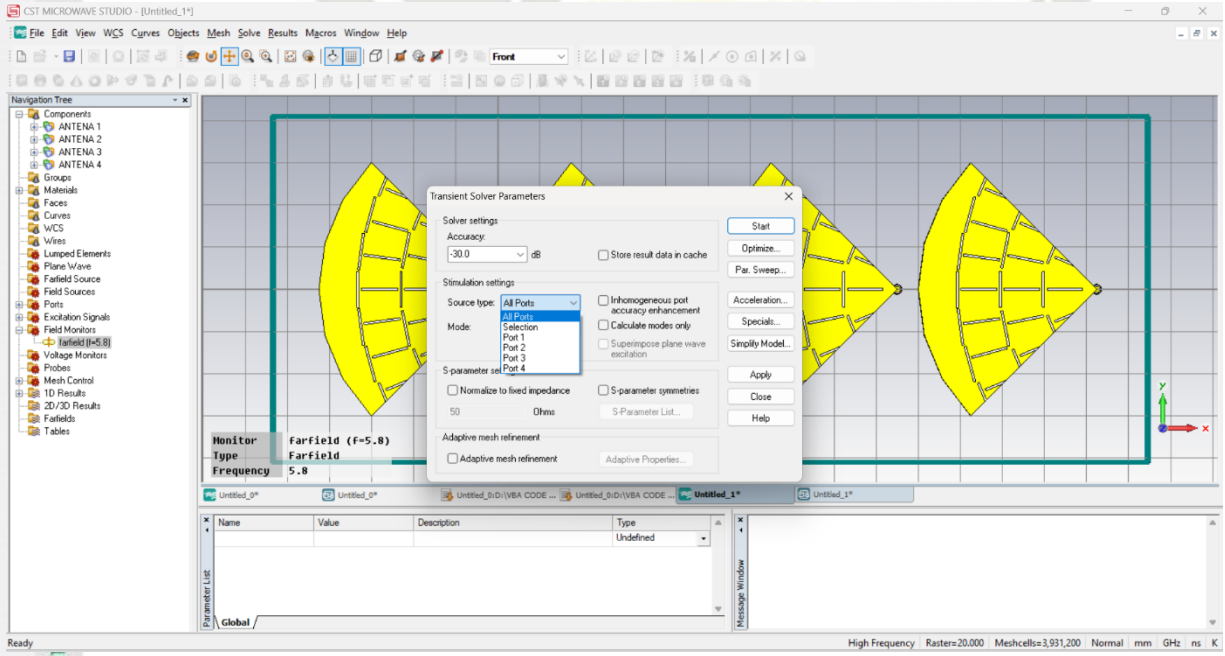
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Diarangi mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



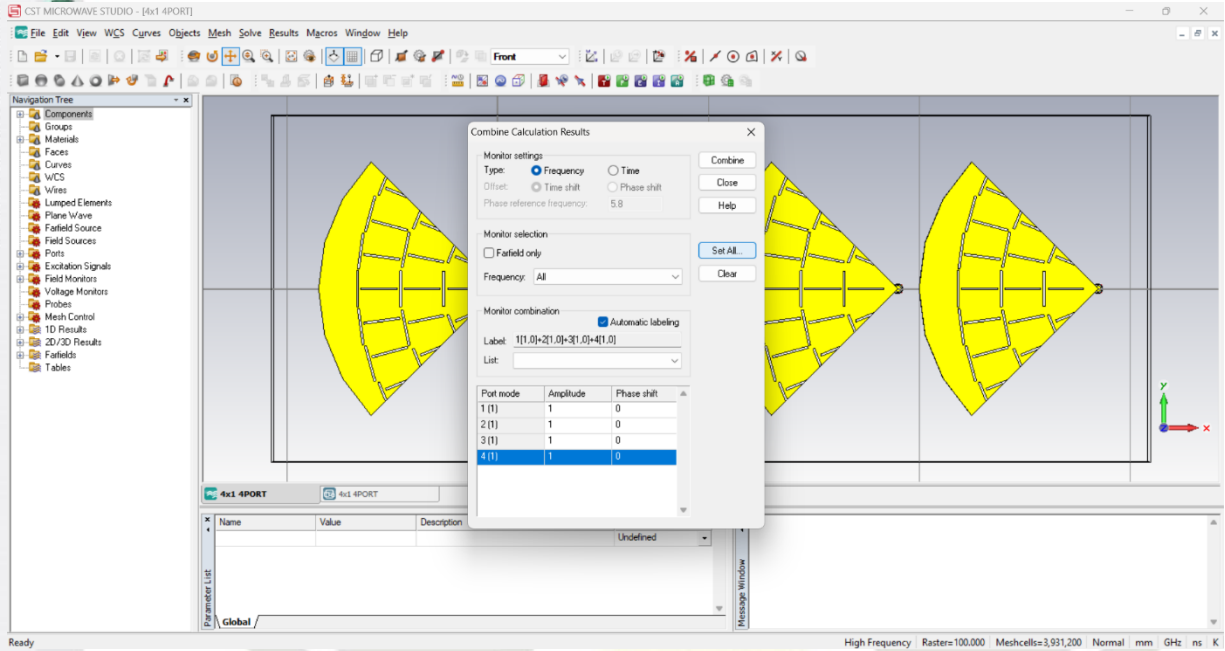
Gambar A.13 Tampilan monitor farfield/RCS

15. Untuk melakukan *start simulation* dengan cara pilih *transient solver* pada menu bar > *input accuracy -30 dB* > *Source type > all port* (jika ingin menjalankan semua port) > start.



Gambar A.14 Tampilan transient solver parameters

Setelah didapatkan hasil, lakukan *combine* hasil semua *port* antenna untuk mendapatkan nilai *gain beamforming* dari semua antenna yang telah dirancaf dengan cara : *Result > Combine results > Set all > Combine*.



Gambar A.15 *Combine result antenna RLSA 1/4 lingkaran array 4x1*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

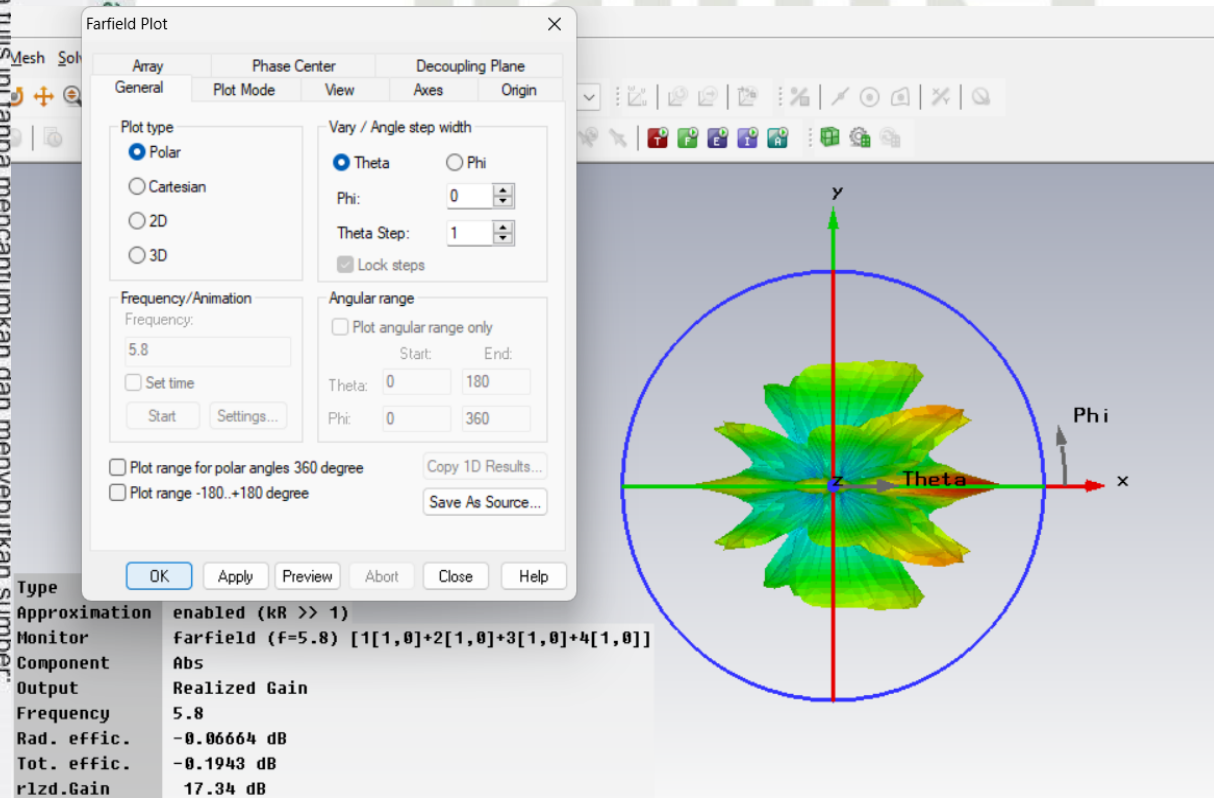
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LAMPIRAN B

BEAMWIDTH DAN POLA RADIASI BENTUK POLAR

Lampiran ini berisi data hasil simulasi berupa *Beamwidth* dan pola radiasi bentuk polar antenna *radial line slot array (RLSA) Beamforming* potong 1/4 lingkaran.

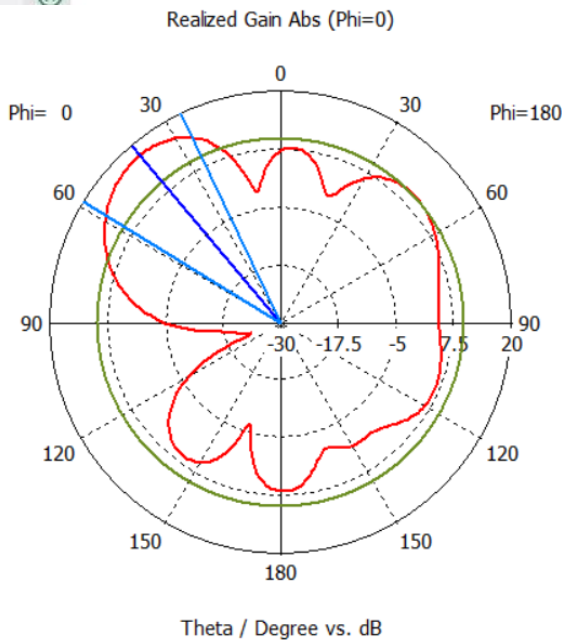
Untuk melihat nilai *beamwidth* dan pola radiasi bentuk polar dalam *CST Microwave Studio 2010* dilakukan dengan cara *Navigation Tree* - pilih *Farfields – farfield* ($f= 5.8$), kemudian klik kanan – pilih *farfield plot properties – polar*, maka akan terlihat hasilnya seperti gambar dibawah ini.



Gambar B.1 *Beamwidth beamforming array 1x4*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Uniarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

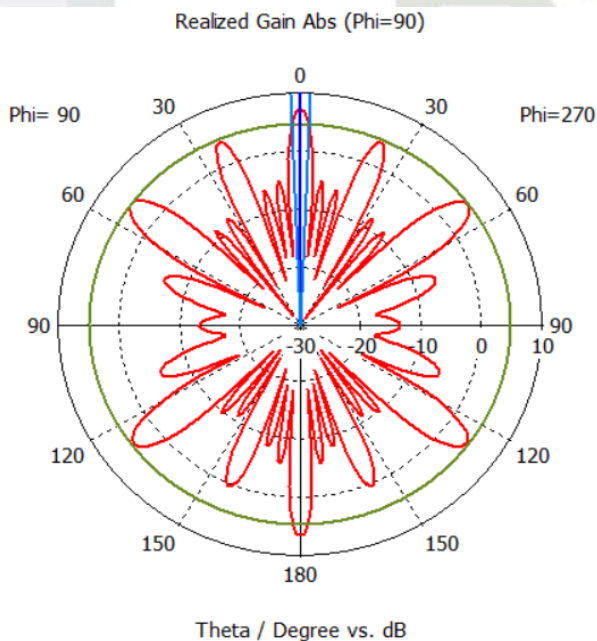


$$\text{farfield (f=5.8) [1[1,0]+2[1,0]+3[1,0]+4[1,0]]}$$

Frequency = 5.8
 Main lobe magnitude = 17.3 dB
 Main lobe direction = 40.0 deg.
 Angular width (3 dB) = 32.8 deg.
 Side lobe level = -7.5 dB

Gambar B.2 Pola radiasi *elevasi* bentuk polar array 1x4

Gambar B.2 menunjukkan pola radiasi pada bidang vertikal (*elevasi*) dimana untuk frekuensi 5,8 GHz lebar *beamwidth* sebesar 32,8° dengan daya *main lobe* sebesar 17,3 dB pada sudut 40°. Jarak *side lobe level* dibandingkan dengan *main lobe* sebesar -7,5 dB yang artinya *side lobe* bernilai 9,8 dB.



$$\text{farfield (f=5.8) [1[1,0]+2[1,0]+3[1,0]+4[1,0]]}$$

Frequency = 5.8
 Main lobe magnitude = 7.2 dB
 Main lobe direction = 0.0 deg.
 Angular width (3 dB) = 5.0 deg.
 Side lobe level = -2.4 dB

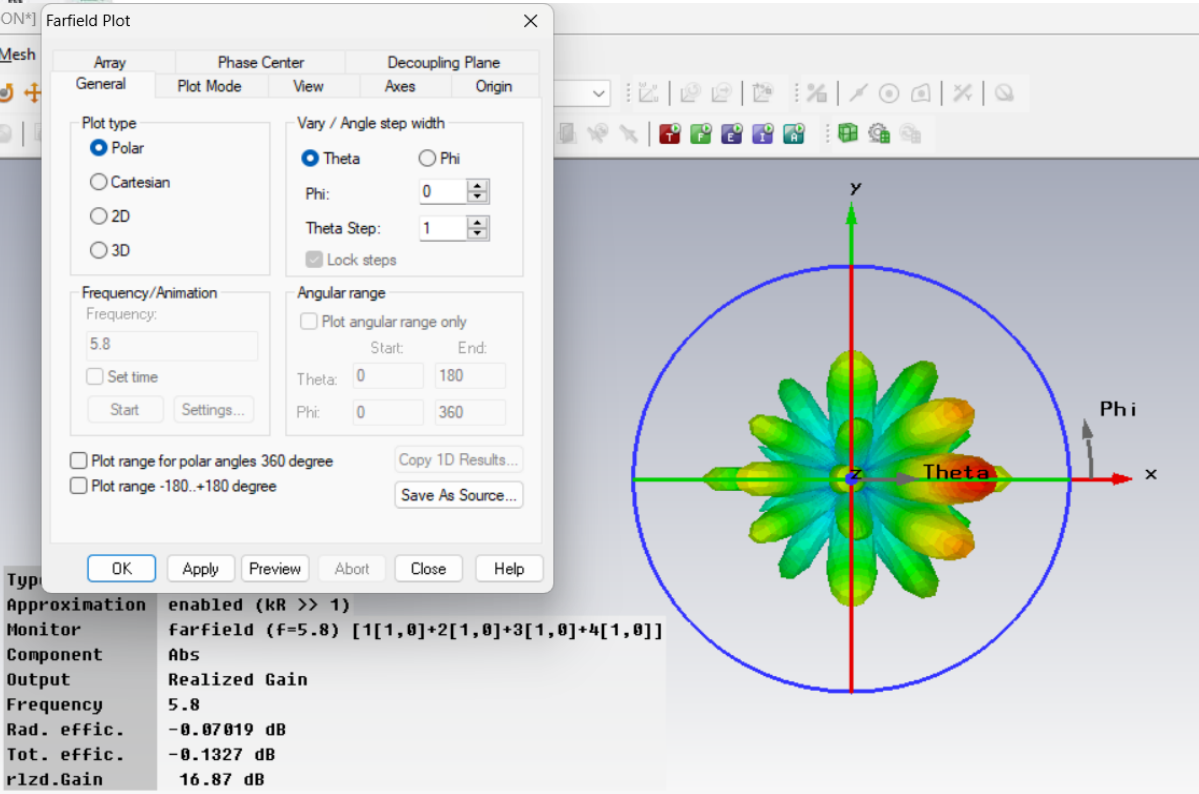
Gambar B.3 Pola radiasi *azimuth* bentuk polar array 1x4

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

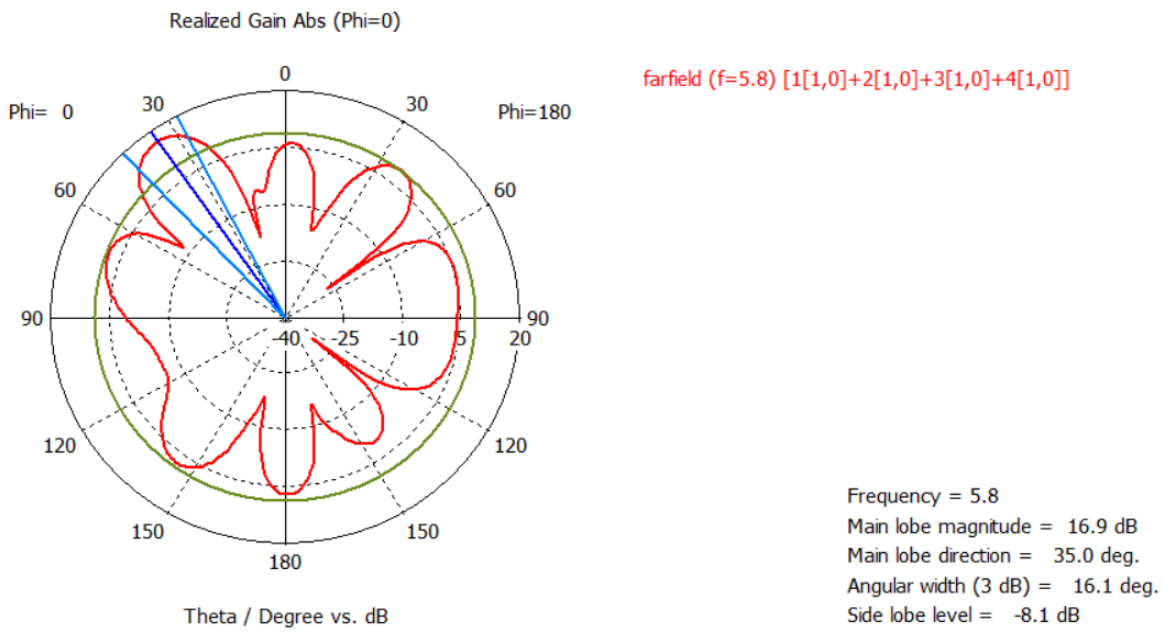
Gambar B.3 menunjukkan pola radiasi pada bidang horizontal (*azimuth*) dimana untuk frekuensi 5.8 GHz lebar *beamwidth* sebesar 5° dengan daya *main lobe* sebesar 7,2 dB pada sudut 0° . Jarak *side lobe level* dibandingkan dengan *main lobe* sebesar -2,4 dB yang artinya *side lobe* bernilai -4,4 dB.



Gambar B.1 *Beamwidth beamforming array 2x2*

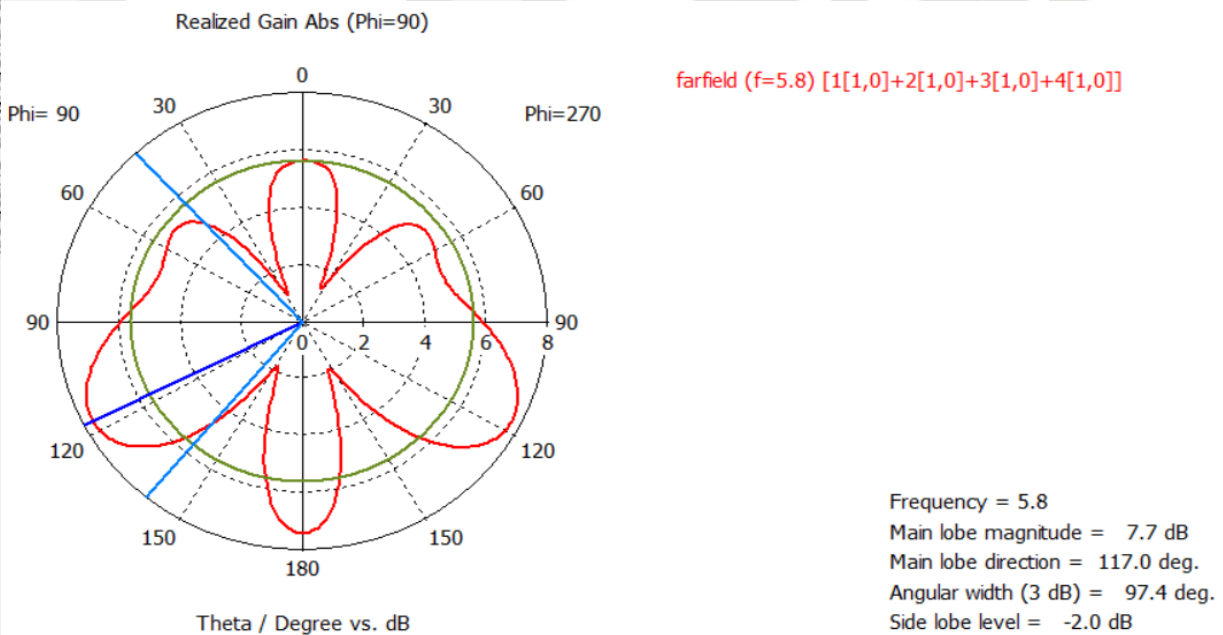
1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar B.4 Pola radiasi *elevasi* bentuk polar *array* 2x2

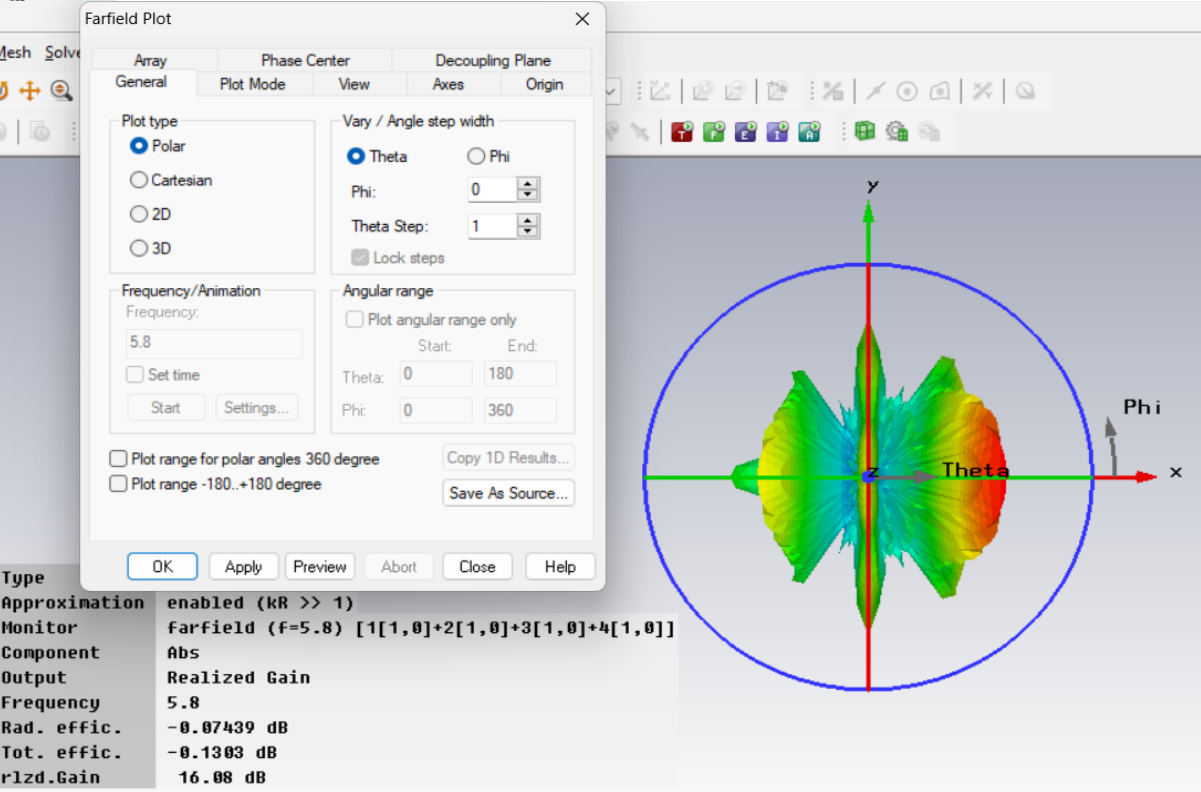
Gambar B.4 menunjukkan pola radiasi pada bidang vertikal (*elevasi*) dimana untuk frekuensi 5,8 GHz lebar *beamwidth* sebesar 16,1° dengan daya *main lobe* sebesar 16,9 dB pada sudut 35°. Jarak *side lobe level* dibandingkan dengan *main lobe* sebesar -8,1 dB yang artinya *side lobe* bernilai 8,8 dB.



Gambar B.5 Pola radiasi *azimuth* bentuk polar *array* 2x2

Gambar B.5 menunjukkan pola radiasi pada bidang horizontal (*azimuth*) dimana untuk frekuensi 5.8 GHz lebar *beamwidth* sebesar 97.4° dengan daya *main lobe* sebesar 7,7 dB pada sudut 117° . Jarak *side lobe level* dibandingkan dengan *main lobe* sebesar -2,0 dB yang artinya *side lobe* bernilai 5,7 dB.

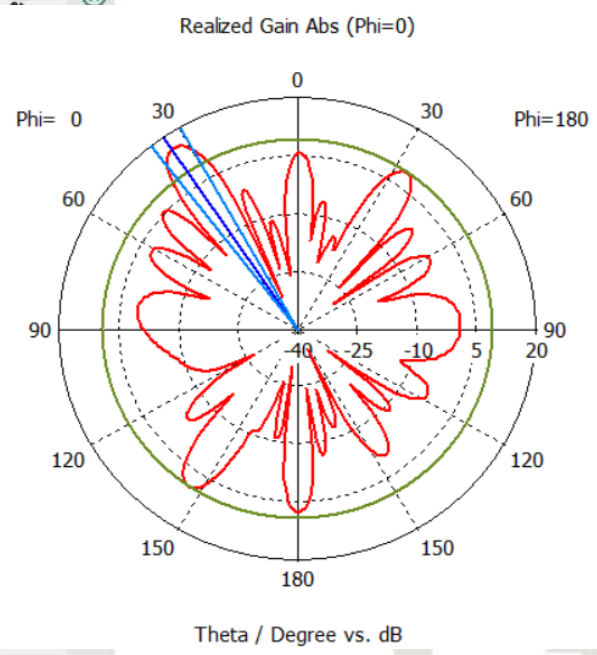
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar B.6 Beamwidth beamforming array 4x1

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

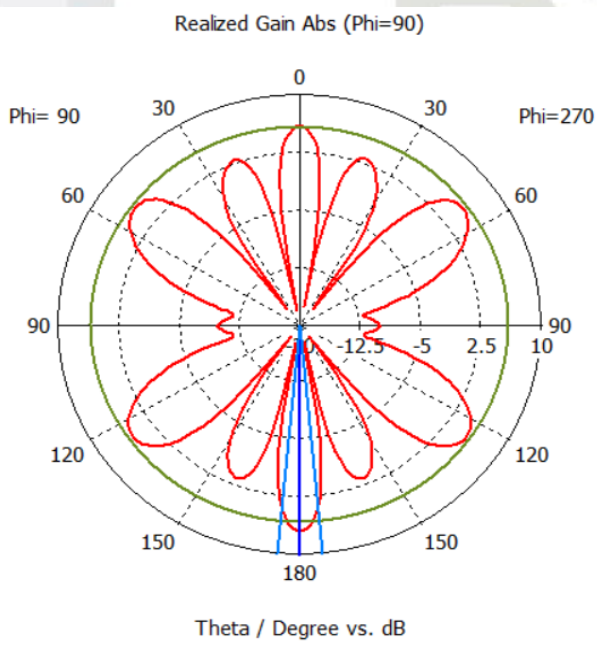


farfield (f=5.8) [1[1,0]+2[1,0]+3[1,0]+4[1,0]]

Frequency = 5.8
 Main lobe magnitude = 16.4 dB
 Main lobe direction = 34.0 deg.
 Angular width (3 dB) = 8.2 deg.
 Side lobe level = -7.2 dB

Gambar B.7 Pola radiasi *elevasi* bentuk polar array 4x1

Gambar B.7 menunjukkan pola radiasi pada bidang vertikal (*elevasi*) dimana untuk frekuensi 5,8 GHz lebar *beamwidth* sebesar 8,2° dengan daya *main lobe* sebesar 16,4 dB pada sudut 34°. Jarak *side lobe level* dibandingkan dengan *main lobe* sebesar -7,2 dB yang artinya *side lobe* bernilai 9,2 dB.



farfield (f=5.8) [1[1,0]+2[1,0]+3[1,0]+4[1,0]]

Frequency = 5.8
 Main lobe magnitude = 6.9 dB
 Main lobe direction = 180.0 deg.
 Angular width (3 dB) = 10.7 deg.
 Side lobe level = -1.0 dB

Gambar B.8 Pola radiasi *azimuth* bentuk polar array 4x1

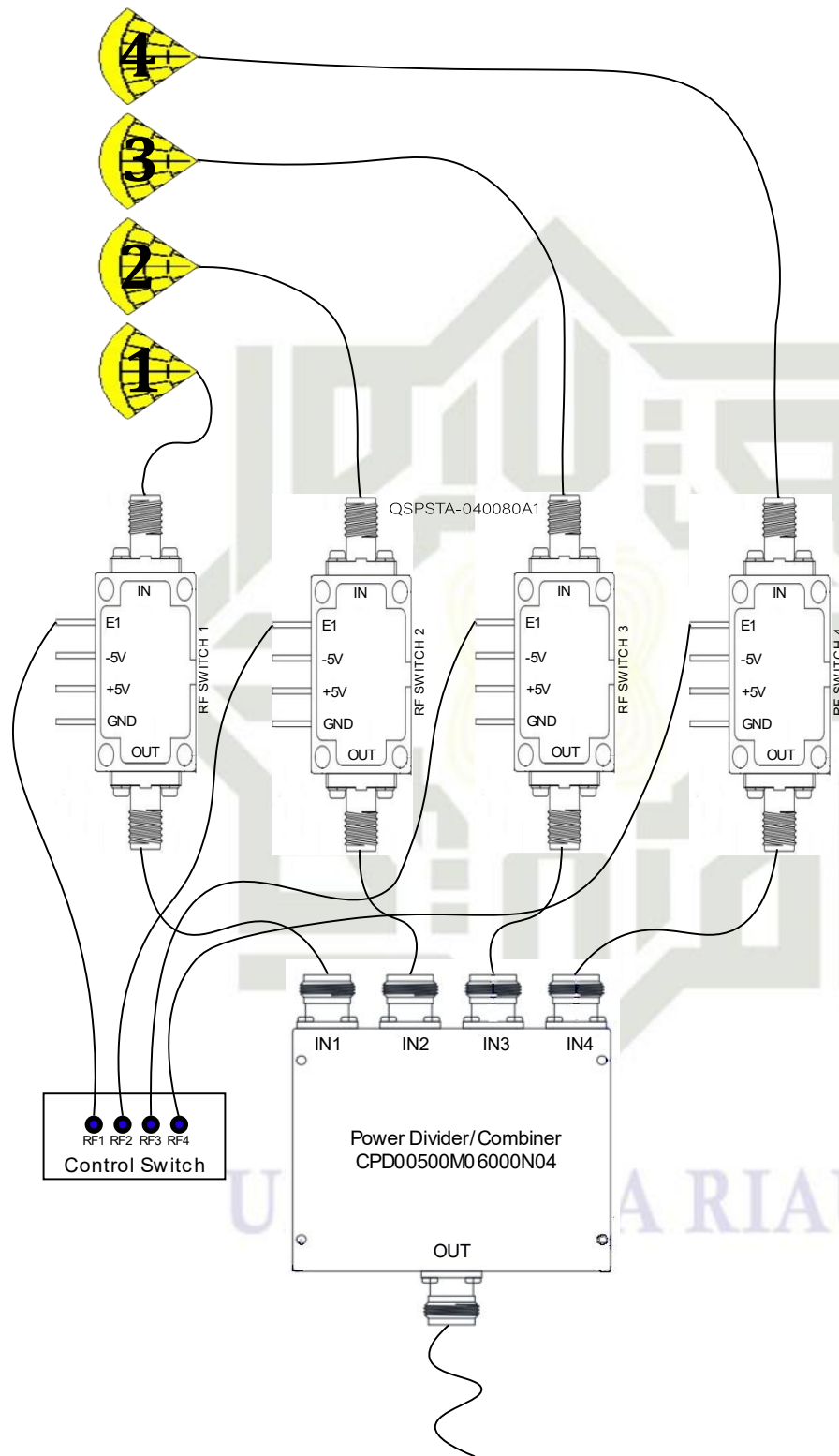
Gambar B.8 menunjukkan pola radiasi pada bidang horizontal (*azimuth*) dimana untuk frekuensi 5 GHz lebar *beamwidth* sebesar 10.7° dengan daya *main lobe* sebesar 6.9 dB pada sudut 180° . Jarak *side lobe level* dibandingkan dengan *main lobe* sebesar -1,0 dB yang artinya *side lobe* bernilai 5,9 dB.

Tabel B.1 Hasil simulasi rancangan *prototype* antenna RLSA

No	Jari-jari <i>cavity</i> (mm)	Tau (<i>degree</i>)	P0	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)	Beamwidth (<i>degree</i>)
1	85	0	10	6.64	108	29.3
2	85	0	11	5.13	183	23.7
3	85	0	12	5.76	424	23.9
4	85	0	13	4.72	337	25.7
5	85	0	14	6.47	289	27.1
6	85	0	15	7.1	258	27.4
7	85	0	16	4.31	451	34.7
8	85	0	17	6.03	713	69.8
9	85	0	18	6.58	244	33.5
10	85	71	14	10.2	909	33.3
11	85	71	15	9.72	822	32.3
12	85	71	16	11.26	1160.6	33
13	75	89	15	8.8	963	39.6

© Hancita milika UIN Suska Riau
 Haloo...
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

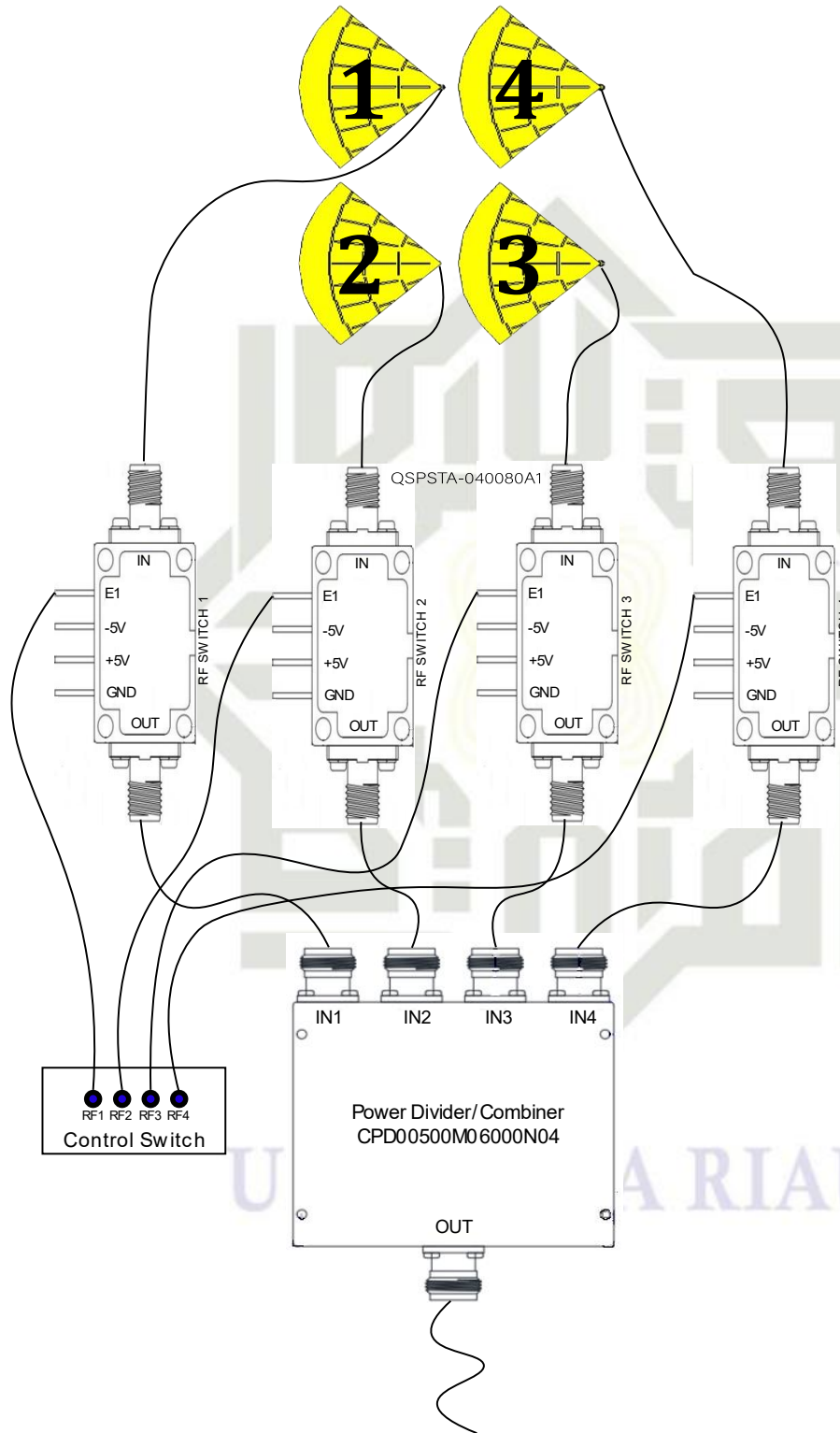
Skema *Beamforming* Antena RLSA 1/4 Lingkaran *Array* 1x4



Gambar B.5 *Beamforming* skema antena RLSA 1/4 lingkaran *array* 1x4

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Skema *Beamforming* Antena RLSA 1/4 Lingkaran *Array* 2x2

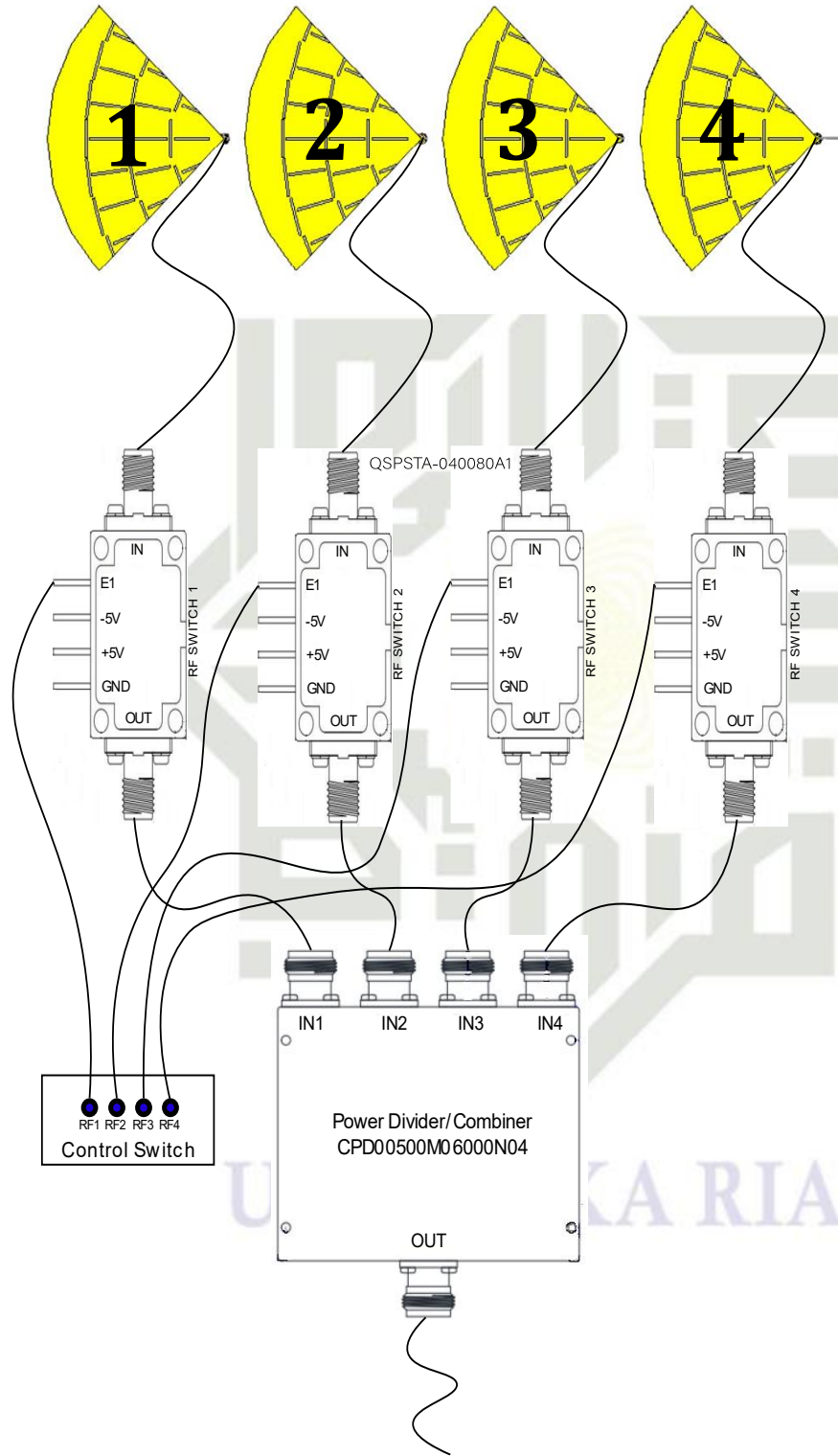


Gambar B.4 *Beamforming* skema antena RLSA 1/4 lingkaran *array* 2x2

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Skema *Beamforming* Antena RLSA 1/4 Lingkaran *Array* 4x1



Gambar B.5 *Beamforming* skema antena RLSA 1/4 lingkaran *array* 4x1

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LAMPIRAN C

APENDIKS DATA SHEET RF SWITCH QSPSTA-040080A1

Pin Diode Switch Absorptive SPST 4-8GHz

QSPSTA-040080A1

Specification@+25°C	Minimum	Typical	Maximum	Unit
Frequency Range	4		8	GHz
Insertion Loss		1.5	1.8	dB
V.S.W.R		1.3	1.5	:1
Isolation	80	90		
Switching Speed-----Delay ON		100	120	
-----Delay OFF		100	120	nsec
-----Rise Time		10	15	
-----Fall Time		10	15	
CW RF Power, Operating			30	dBm
Input/ Output Connectors		SMA Female		
Material		Aluminum		
Finish		Nickel plated		
Weight		15g		g

Note

Values at 25°C, sea level

Switching speed is defined as 50% TTL to 90% RF (t-on) and 50% TTL to 10% RF (t-off).

Environmental Specifications

Operational Temperature °C	-45°C~+85°C
Storage Temperature	-55°C~+125°C
Vibration	25g rms (15 degree 2KHz)
Humidity	100% RH at 35° C 95% RH at 40 ° C
Shock	20G for 11msec

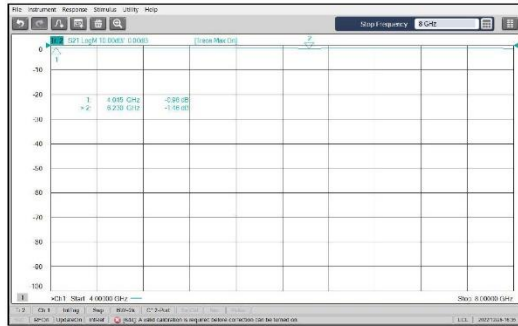
Absolute Maximum Ratings

Biasing	+5V, -5V
TTL Control Voltage	+5V/ 0V
Input RF Power	+30dBm
Shock	20G for 11msec
DC Bias	+5V@100mA max -5V@50mA max

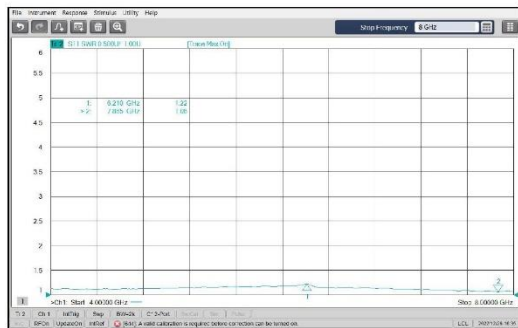
- Hak Cipta Diindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

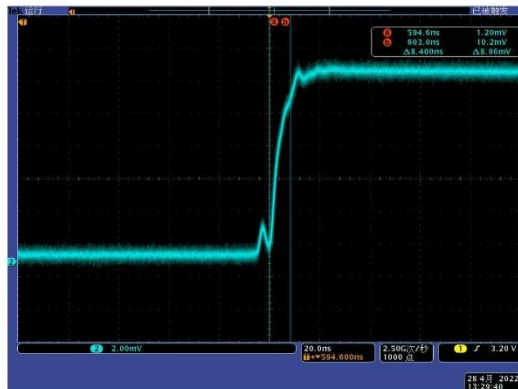
Pin Diode Switch



Insertion Loss

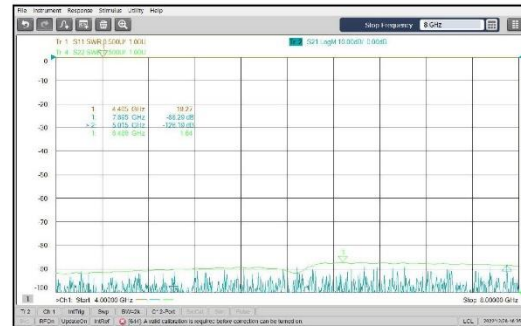


Input VSWR

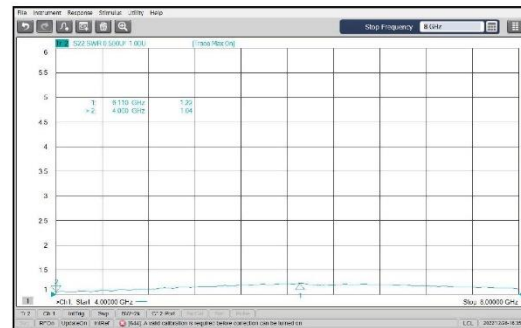


Switching Speed

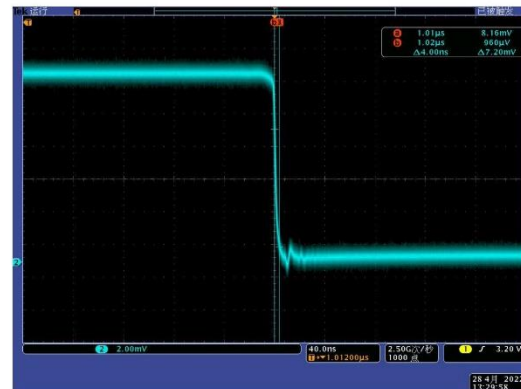
QSPSTA-040080A1



Isolation



Output VSWR

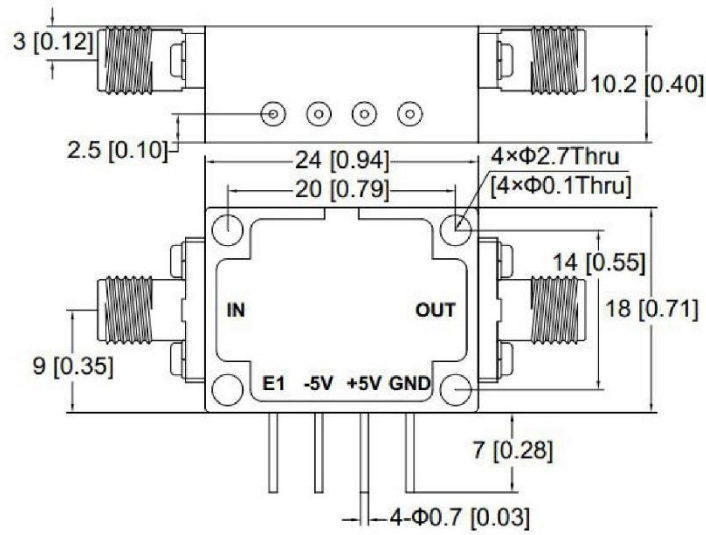


Pin Diode Switch

QSPSTA-040080A1

Truth Table

Control Input TTL	Single Path State
E1	
0	ON
1	OFF



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

APENDIKS DATA SHEET POWER DIVIDER/COMBINER CPD00500M06000N04

Hak Cipta

© 2019

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Professional manufacturer of passive microwave components
 DN: CN0443-July./25th/2019
 Technical Specifications



1. Feature

- ▶ High Performance
- ▶ High Reliability
- ▶ RoHS Compliant

Power Divider/Combiner

Part No: CPD00500M06000N04

Date: July.25th.2019

Revision No: A1

2. Electrical Specifications

Parameter	Specification	Remark
Frequency Range	500-6000MHz	
Insertion loss	≤2.0dB	
VSWR	≤1.40 (Input) ≤1.30 (Output)	
Amplitude Balance	≤±0.4dB	
Phase Balance	≤±4degree	
Isolation	≥18dB	
Average Power	20W (as a divider) 1W (as a combiner)	
Impedance	50Ω	

3. Mechanical Specifications

Parameter	Specifications	Remark
Dimensions	92.0x76.0x18.0mm	
Connector Type	N-female	
Surface Finish	Grey Painting	

4. Temperature Specifications

Parameter	Specifications	Remark
Operational Temperature	-40 to +80 °C	
Storage Temperature	-45 to +90 °C	

成都康普信源科技有限公司

Chengdu Concept Microwave Technology CO.,Ltd
 No.666 ,Jinfenghuang Road , CREC Industrial Park , Jinniu District , Chengdu , China
 E-mail: sales@concept-mw.com http://www.concept-mw.com

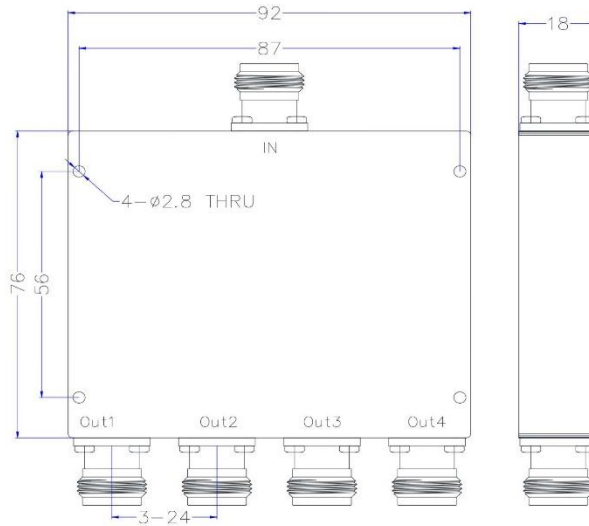
- H
1. Uniarang menguip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

*Professional manufacturer of
passive microwave components*

DN: CN0443-July./25th/2019

Technical Specifications

5. Outline Drawing ($\pm 0.5\text{mm}$)



成都康普信源科技有限公司

Chengdu Concept Microwave Technology CO.,Ltd

No.666 ,Jinfenghuang Road , CREC Industrial Park , Jinniu District , Chengdu , China

E-mail: sales@concept-mw.com

http://www.concept-mw.com

Page 2 of 3

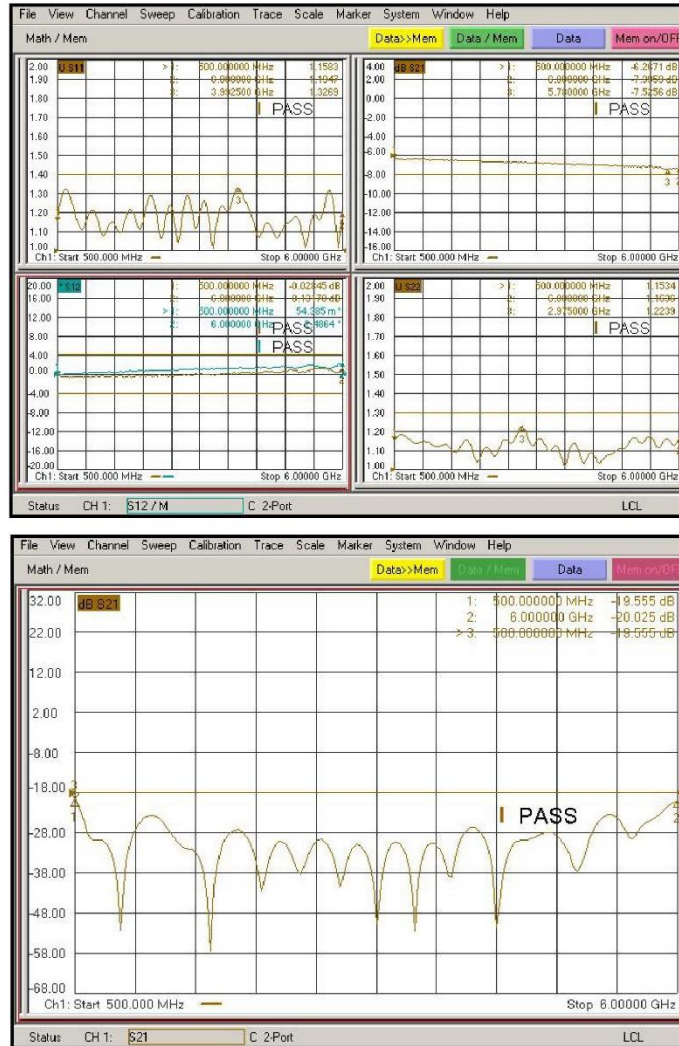
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Professional manufacturer of passive microwave components

DN: CN0443-July./25th/2019

Technical Specifications

6. Test Curve



成都康普信源科技有限公司

Chengdu Concept Microwave Technology CO.,Ltd

No.666 ,Jinfenghuang Road , CREC Industrial Park , Jinniu District , Chengdu , China

E-mail: sales@concept-mw.com

http://www.concept-mw.com

Page 3 of 3

APENDIKS DATA SHEET CABLE LMR-240

LMR-240

TIMES MICROWAVE SYSTEMS

LMR®-240 Flexible Low Loss Communications Coax

Ideal for...

- Jumper Assemblies in Wireless Communications Systems
- Short Antenna Feeder runs (e.g. WLL, GPS, LMR, Mobile Antennas)
- Any application (e.g. WLL, GPS, LMR, WLAN, WISP, WiMax, SCADA, Mobile Antennas) requiring an easily routed, low loss RF cable



Part Description				
Part Number	Application	Jacket	Color	Stock Code
LMR-240	Outdoor	PE	Black	54021
LMR-240-DB	Outdoor/Watertight	PE	Black	54090
LMR-240-FR	Indoor/Outdoor Riser	CMR FRPE	Black	54029
LMR-240-FR-PVC	Indoor/Outdoor Riser	CMR FRPVC	Black	54214
LMR-240-PVC	General Purpose	PVC	Black	54140
LMR-240-PVC-W	General Purpose	PVC	White	54202
LMR-240-MA	Indoor & Mobile Antenna	PVC	Black	54046

Construction Specifications			
Description	Material	In.	(mm)
Inner Conductor	Solid BC	0.056	(1.42)
Dielectric	Foam PE	0.150	(3.81)
Outer Conductor	Aluminum Tape	0.155	(3.94)
Overall Braid	Tinned Copper	0.178	(4.52)
Jacket	(see table)	0.240	(6.10)

Environmental Specifications			
Performance Property	Units	US	(metric)
Installation Temperature Range	°F	-40/+185	-40/+85
Storage Temperature Range	°F	-94/+185	-70/+85
Operating Temperature Range	°F	-40/+185	-40/+85

Electrical Specifications			
Performance Property	Units	US	(metric)
Velocity of Propagation	%	83	
Dielectric Constant	NA	1.42	
Time Delay	nS/ft (nS/m)	1.21	(3.97)
Impedance	ohms	50	
Capacitance	pF/ft (pF/m)	24.2	(79.4)
Inductance	uH/ft (uH/m)	0.060	(0.20)
Shielding Effectiveness	dB	>90	
DC Resistance			
Inner Conductor	ohms/1000ft (/km)	3.2	(10.5)
Outer Conductor	ohms/1000ft (/km)	3.89	(12.8)
Voltage Withstand	Volts DC	1500	
Jacket Spark	Volts RMS	5000	
Peak Power	kW	5.6	

Mechanical Specifications			
Performance Property	Units	US	(metric)
Bend Radius: installation	in. (mm)	0.75	(19.1)
Bend Radius: repeated	in. (mm)	2.5	(63.5)
Bending Moment	ft-lb (N-m)	0.25	(0.34)
Weight	lb/ft (kg/m)	0.034	(0.05)
Tensile Strength	lb (kg)	80	(36.3)
Flat Plate Crush	lb/in. (kg/mm)	20	(0.36)

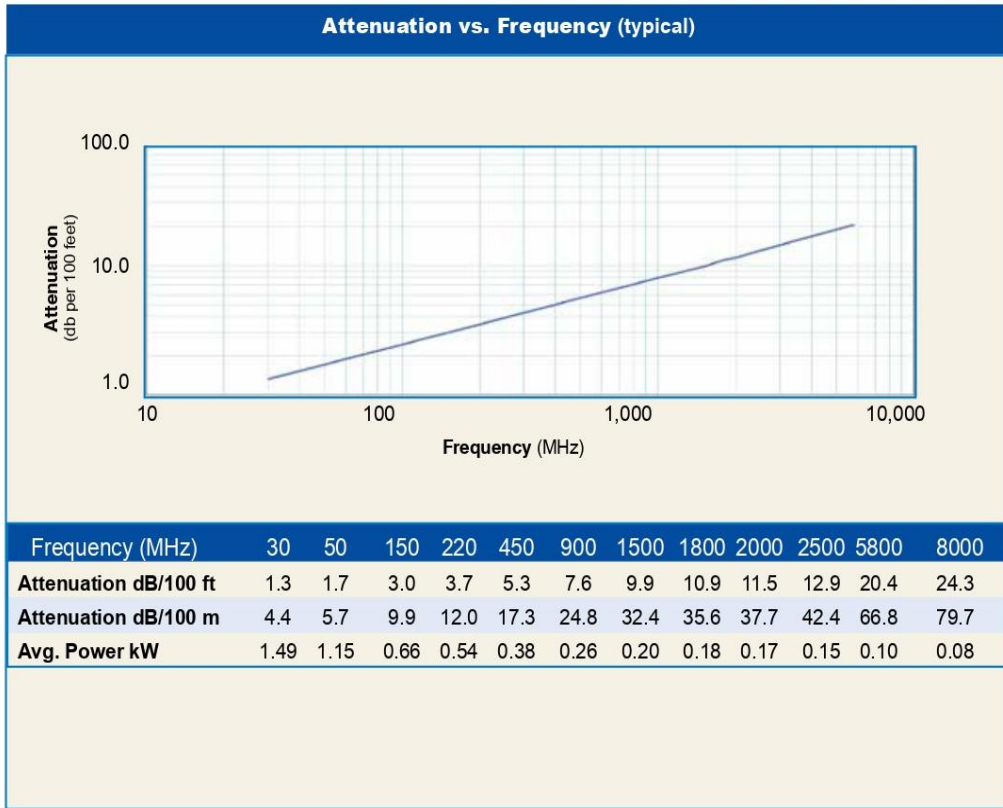
Hak Ciri

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Calculate Attenuation =
 $(0.242080) \cdot \sqrt{\text{FMHz}} + (0.000330) \cdot \text{FMHz}$ (interactive calculator available at http://www.timesmicrowave.com/cable_calculators)
Attenuation:
 VSWR=1.0 ; Ambient = +25°C (77°F)
Power: VSWR=1.0; Ambient = +40°C; Inner Conductor = 100°C (212°F); Sea Level; dry air; atmospheric pressure; no solar loading

LMR-240

TIMES MICROWAVE SYSTEMS

LMR[®]-240 Flexible Low Loss Communications Coax



Connectors		Part Number	Stock Code	VSWR** Freq. (GHz)	Coupling Nut	Inner Contact Attach	Outer Contact Attach	Finish* Body / Pin	Length in (mm)	Width in (mm)	Weight lb (g)
1. F Male	Straight Plug	TC-240-FM-X	3190-2891	<1.25:1 (2.5)	Knurl	Solder	Crimp	N/G	1.1 (28)	0.45 (11.4)	0.014 (6.4)
2. N Male	Straight Plug	EZ-240-NMH-X	3190-2893	<1.25:1 (2.5)	Hex/Knurl	Spring/Finger	Crimp	A/G	1.5 (38.1)	0.78 (19.8)	0.086 (39.0)
3. N Male	Right Angle	EZ-240-NMH-RA-X	3190-6143	<1.35:1 (6)	Hex	Spring/Finger	Crimp	A/G	1 (25.1)	1.04 (26.4)	0.115 (52.0)

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Connectors											
Interface	Description	Part Number	Stock Code	VSWR** Freq. (GHz)	Coupling Nut	Inner Contact Attach	Outer Contact Attach	Finish* Body /Pin	Length in (mm)	Width in (mm)	Weight lb (g)
4. N Male	Right Angle	TC-240-NMH-RA-D	3190-2426	<1.35:1 (6)	Hex/Knurl	Solder	Crimp	A/G	1.2 (32.4)	1.22 (31.0)	0.091 (41.7)
5. N Male	Straight Plug	TC-240-NMH-X	3190-2887*	<1.25:1 (2.5)	Hex/Knurl	Solder	Crimp	N/S	1.5 (38)	0.75 (19.1)	0.086 (39.0)
6. N Male	Straight Plug	TC-240-NMC	3190-244	<1.25:1 (2.5)	Knurl	Solder	Clamp	S/G	1.5 (38)	0.75 (19.1)	0.082 (37.2)
7. 1.0/2.3 DIN	Straight Plug	EZ-240-1023M	3190-6283	<1.35:1 (2.5)	knurl	Spring Finger	Crimp	N/G	1.1 (28.5)	0.33 (8.5)	0.014 (6.63)
8. N Female	Bulkhead Jack	TC-240-NF-BH-X	3190-2888	<1.25:1 (2.5)	NA	Solder	Crimp	A/G	1.7 (44)	0.88 (22.2)	0.115 (52.2)
9. N Female	Panel Mount	TC-240-NF-PM-X	3190-2889*	<1.25:1 (6)	NA	Solder	Crimp	A/G	1.7 (44)	0.88 (22.2)	0.115 (52.2)
10. N Female	Straight Jack	EZ-240-NF-X	3190-2795	<1.25:1 (6)	NA	Spring Finger	Crimp	A/G	1.4 (35.4)	0.62 (15.8)	0.040 (18.0)
11. BNC Male	Straight Plug	TC-240-BMC	3190-242	<1.25:1 (2.5)	Knurl	Solder	Clamp	S/G	1.7 (43)	0.56 (14.2)	0.040 (18.1)
12. BNC Male	Straight Plug	EZ-240-BM-X	3190-6120	<1.25:1 2.5	Knurl	Spring Finger	Crimp	A/G	1.3 (34)	0.58 (14.7)	0.043 (19.5)
13. BNC Male	Straight Plug	TC-240-BM-X	3190-2890	<1.25:1 (2.5)	Knurl	Solder	Crimp	A/G	1.3 (34)	0.58 (14.7)	0.043 (19.5)
14. BNC Male	Right Angle	TC-240-BM-RA-D	3190-2889	<1.25:1 (2)	Knurl	Solder	Crimp	A/G	1.0 (25.1)	0.57 (14.5)	0.115 (52.0)
15. BNC Male	Right Angle	EZ-240-BM-RA-X	3190-2868	<1.30:1 (4)	KNURL	Spring Finger	Crimp	A/G	1.3 (33.6)	1.19 (30.1)	0.091 (41.7)
16. TNC Male	Straight Plug	EZ-240-TM-X	3190-2725	<1.25:1 (2.5)	Knurl	Spring Finger	Crimp	N/G	1.4 (34.3)	0.59 (15.0)	0.043 (19.5)
17. TNC Male	Straight Plug	TC-240-TM-X	3190-2797	<1.25:1 (2.5)	Knurl	Solder	Crimp	N/G	1.7 (43)	0.59 (15.0)	0.043 (19.5)
18. TNC Male	Reverse Polarity	EZ-240-TM-RP-X	3190-2892	<1.25:1 (6)	Knurl	Spring Finger	Crimp	A/G	1.4 (36)	0.59 (15.0)	0.043 (19.5)
19. TNC Male	Right Angle	TC-240-TM-RA-D	3190-2798	<1.25:1 (6)	Hex	Solder	Crimp	A/G	1.0 (25.1)	0.62 (15.7)	0.115 (52.0)
20. TNC Female	Straight Jack	EZ-240-TF-X	3190-6204	<1.25:1 (6)	NA	Spring Finger	Crimp	A/G	1.1 (27.2)	0.87 (22.0)	0.033 (15.0)
21. TNC Female	Reverse Polarity	EZ-240-TF-RP-X	3190-6167	<1.35:1 (6)	NA	Spring Finger	Crimp	A/G	1.1 (27.2)	0.87 (22.0)	0.033 (15.0)
22. QMA Male	Straight Plug	EZ-240-QM-X	3190-2894	<1.25:1 (6)	Knurl	Spring Finger	Crimp	N/G	1.2 (30.0)	0.41 (10.5)	0.014 (6.35)
23. QMA Male	Right Angle	EZ-240-QM-RA-X	3190-2895	<1.25:1 (<6)	Knurl	Spring Finger	Crimp	N/G	0.8 (20.3)	0.65 (16.5)	0.019 (8.62)
24. SMA Male	Straight Plug	EZ-240-SM-X	3190-2897	<1.25:1 (6)	Hex	Spring Finger	Crimp	N/G	1.0 (25.4)	0.32 (8.1)	0.016 (7.26)
25. SMA Male	Straight Plug	TC-240-SM-SS-X	3190-2898*	<1.25:1 (10)	Hex	Solder	Crimp	SS/G	1.0 (25)	0.32 (8.1)	0.016 (7.3)
26. SMA Male	Right Angle	TC-240-SM-RA-SS-X	3190-2900*	<1.35:1 (6)	Hex	Solder	Crimp	SS/G	0.8 (20)	0.65 (16.5)	0.019 (8.6)
27. SMA Male	Right Angle	EZ-240-SM-RA-X	3190-2899	<1.25:1 (6)	Hex	Spring Finger	Crimp	A/G	0.9 (22.8)	0.31 (7.9)	0.019 (8.6)
28. SMA Male	Reverse Polarity	TC-240-SM-RP	3190-326	<1.25:1 (2.5)	Hex	Solder	Crimp	SS/G	1.0 (25)	0.32 (8.1)	0.016 (7.3)
29. SMA Female	Bulkhead Jack	TC-240-SF-SS-BH-X	3190-2896*	<1.25:1 (2.5)	NA	Solder	Crimp	SS/G	1.1 (29)	0.31 (7.9)	0.019 (8.6)
30. Mini-UHF	Straight Plug	TC-240-MUHF	3190-445	<1.25:1 (2.5)	Knurl	Solder	Crimp	N/G	1.1 (28)	0.45 (11.4)	0.014 (6.4)
31. 7/16 Din Male	Straight Plug	TC-240-716M	3190-2982	<1.35:1 (3)	Hex	Spring Finger	Crimp	A/S	2.0 (50.5)	1.26 (32.0)	0.186 (84.4)
32. 7/16 Din Male	Right Angle	TC-240-716M-RA-D	3190-2983	<1.35:1 (3)	Hex	Solder	Crimp	A/S	1.4 (34.3)	1.60 (40.6)	0.239 (108.5)

*Finish metals: N=Nickel, S=Silver, G=Gold, SS=Stainless Steel, A=Alloy **VSWR spec based on 3foot cable with a connector pair *Available in bulk pack

Hardware Accessories

Type	Part Number	Stock Code	Description
Ground Kit	GK-S240TT	GK-S240TT	Standard Ground Kit (each)
Weatherproof Kit	WSB-240	3109-400	Weatherproof/Strain relief kit for LMR-240



Install Tools

Type	Part Number	Stock Code	Description
Crimp Tool	CT-240/200/195/100	3190-667	Crimp tool for LMR-100, 195, 200 and 240 connectors
Strip Tool	CST-240A	3192-152	Prep tool for LMR-240 connectors
Deburr Tool	DBT-U	3192-001	Removes center conductor rough edges
Cutting Tool	CCT-02	3192-165	Cable end flush cut tool
Replacement Blade	RB-02	3192-166	Replacement blade for cutting tool
Replacement Blade Kit	RB-CST	3192-086	Replacement blade kit for all CST strip tools

LAMPIRAN D

PERHITUNGAN JARAK ANTAR ELEMEN ANTENA POTONG 1/4 LINGKARAN ARRAY

1. Panjang Gelombang (λ):

Panjang gelombang adalah jarak yang ditempuh oleh gelombang dalam satu siklus. Ini dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Dimana:

- λ adalah panjang gelombang.
- c adalah kecepatan cahaya di ruang hampa (3×10^8 meter per detik).
- f adalah frekuensi operasi antena.

2. Jarak Antar Elemen (d):

Untuk antena array, jarak antar elemen sering diatur menjadi $\lambda/2$ untuk menghindari interferensi dan memastikan bahwa elemen-elemen bekerja secara koheren. Rumusnya adalah:

$$d = \frac{\lambda}{2}$$

Langkah-langkah Perhitungan

1. Tentukan Frekuensi Operasi (f):

Frekuensi operasi adalah 5,8 GHz.

$$f = 5.8 \times 10^9 \text{ Hz}$$

2. Hitung Panjang Gelombang (λ)

Menggunakan kecepatan cahaya $c = 3 \times 10^8$ meter per detik:

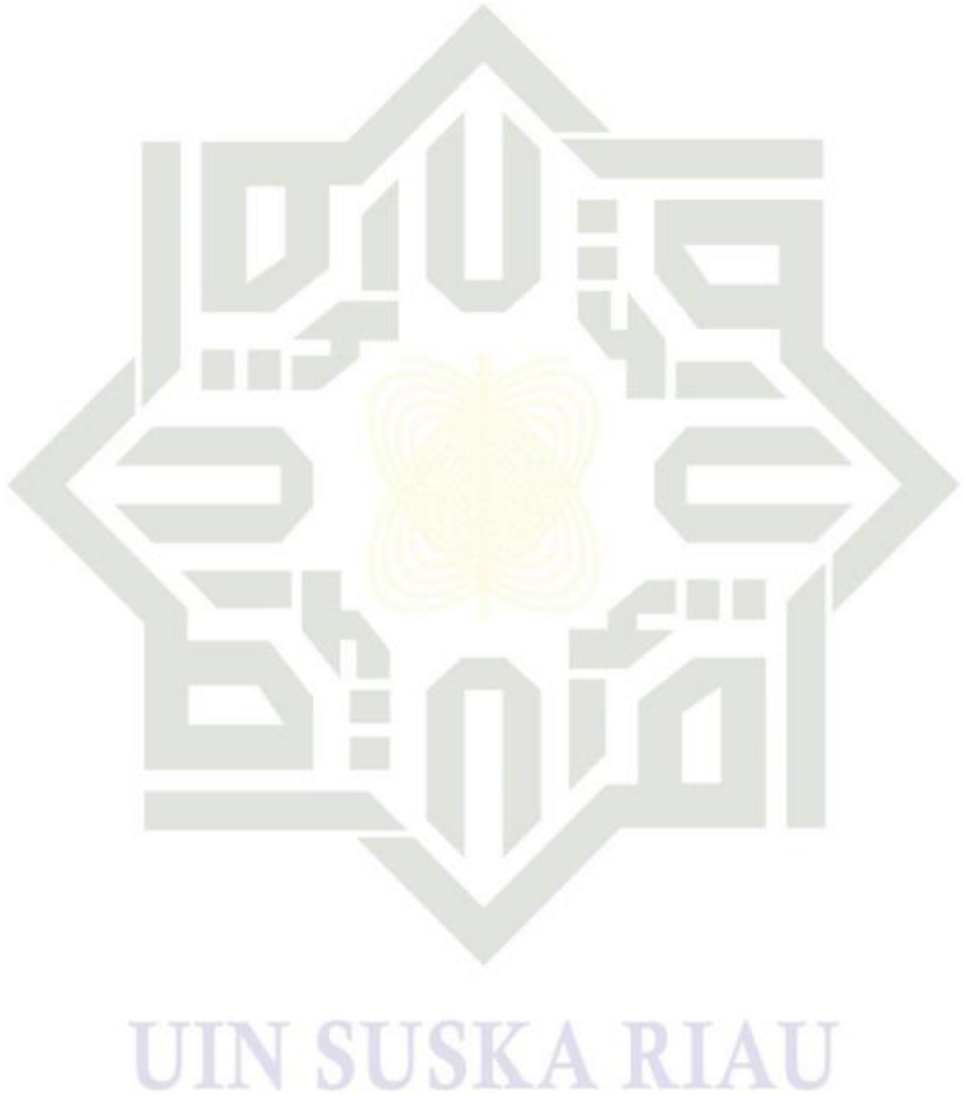
$$\lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{5.8 \text{ GHz}} \approx 0.05172 \text{ meter} = 51.72 \text{ mm}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. **Hitung Jarak Antar Elemen (d):**

Jarak antar elemen dalam antenna array menggunakan aturan $\lambda/2$:

$$d = \frac{\lambda}{2} = \frac{51.72 \text{ mm}}{2} \approx 25.86 \text{ mm}$$



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- 1] T. Purnamirza, A. Nawawi, M. I. Ibrahim, D. Rahmi, "The Utilization of Backgrounds as Radiating Elements to Construct Multibeam Radial Line Slot Array (RLSA) Antennas," 2021.
- 2] K. C. Kelly, "*Annular Slot Array Experiments**," 1957.
- 3] K. C. K. F.J Goebels, "Arbitrary Polarization From Annular Planar Antenna," IRE Trans. On Antennas and Propagation, vol. AP-9,342-349, 1961.
- 4] F. J.G. J. K.C.Kelly, "Annular Slot Monopulse Antenna Array," IEEE Trans. Antennas and Propagation, vol. AP-12, 391-403, 1964.
- 5] M. Ando, N. Goto, and K. A. H M U M, "A Radial Line Slot Antenna for 12 GHz Satellite TV Reception," 1985.
- 6] T. Purnamirza, D. Kristanto, and I. M. Bin Ibrahim, "A Design of Compact Radial Line Slot Array (RLSA) Antennas for Wi-Fi Market Needs," 2016.
- 7] M. I. Imran and A. R. Tharek, "Radial Line Slot Antenna Development for Outdoor Point to Point Application at 5.8GHz Band," 2004. [Online]. Available: www.kurasc.kyoto-u.ac.jp/juspls4-3.p~f
- 8] T. Purnamirza, S. Hasbi, I. M. Bin Ibrahim, Mulyono, F. Amillia, and D. Rahmi, "A radial line slot array (RLSA) antenna with the specifications of 16 dBi outdoor patch antenna," *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, vol. 16, no. 1, pp. 46–52, Feb. 2018, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v16i1.6727.
- 9] T. Purnamirza et al., "A design of radial line slot array antennas using the specification of panel antennas," *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, vol. 17, no. 6, pp. 3066–3072, Dec. 2019, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v17i6.12679.
- [10] T. Purnamirza, P. Budikesuma, I. M. Bin Ibrahim, D. Rahmi, and R. Susanti, "A small RLSA antenna utilizing the specification of Back Fires 17 dBi LAN Antennas," *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, vol. 16, no. 6, pp. 2871–2878, Dec 2018, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v16i6.10414.
- [11] T. Purnamirza, T. A. Rahman, and M. H. Jamaluddin, "The extreme beamsquint technique to minimize the reflection coefficient of very small aperture radial line slot array antennas,"

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

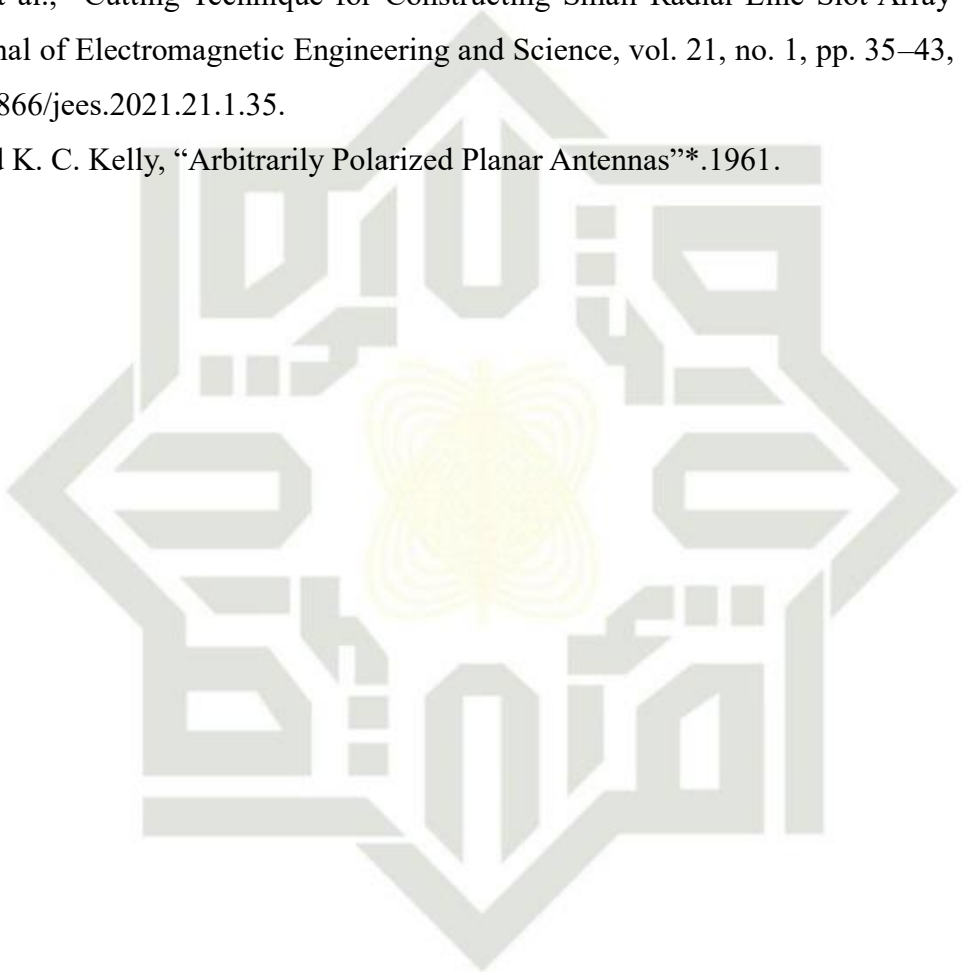
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

[4] T. Purnamirza and T.A Rahman, "A Novel Technique in Simplifying the Fabrication Process and Improving the Reflection Coefficient of the Linear Polarized Radial Line Slot Array," Journal Electromagnetic Wave and Application, 2012.

[5] H. Ramza, Antena dan Propagasi Gelombang, 1 sd ed. Jakarta: Penerbit Kemala Indonesia, 2020.

[6] T. Purnamirza et al., "Cutting Technique for Constructing Small Radial Line Slot Array Antennas," Journal of Electromagnetic Engineering and Science, vol. 21, no. 1, pp. 35–43, 2021, doi: 10.26866/jees.2021.21.1.35.

[7] F. J Goebels and K. C. Kelly, "Arbitrarily Polarized Planar Antennas"* .1961.



UIN SUSKA RIAU

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



ADITYA ERIANANDA, Lahir di Kota Pekanbaru, Provinsi Riau pada tanggal 22 Mei 2002. Anak ke-1 dari 3 bersaudara, dari pasangan ayahanda Asfahri dan Ibunda Indriati. Pendidikan formal penulis awali pada tahun 2008 pendidikan SDN 118 Pekanbaru dan selesai tahun 2014, lanjut SMPN 6 Pekanbaru, lulus pada tahun 2017, kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke SMKN 5 Pekanbaru, dengan pilihan jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL), lulus pada tahun 2020. Kemudian penulis melanjutkan studi perkuliahan di kampus Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di Program Studi Teknik Elektro Konsentrasi Telekomunikasi. Penulis melakukan penelitian Tugas Akhir pada bulan Februari 2024 dengan judul “Perancangan Antena *Radial Line Slot Array (RLSA) Beamforming*”. Alhamdulillah bersyukur kepada Allah penulis lulus bergelarkan Sarjana Teknik (S.T) pada Sidang Akhir 13 Juni 2024.

E-mail : adit.laskar46@gmail.com

No. HP : 0852-7495-9605

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.