



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS RIAU

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Kampus Bina Widya, Jalan. HR. Soebrantas Km. 12,5 Panam, Pekanbaru 28293

Telpon dan Faksimile (0761) 588156

Laman: www.lppm.unri.ac.id

KONTRAK
PELAKSANAAN PENELITIAN
PROGRAM BANTUAN OPERASIONAL PERGURUAN TINGGI NEGERI
SUMBER DANA DRTPM TAHUN ANGGARAN 2024

ANTARA

KETUA LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
(LPPM) UNIVERSITAS RIAU

DENGAN

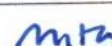
KETUA PELAKSANA PENELITIAN
SKEMA PENELITIAN FUNDAMENTAL – REGULER (PFR)
TAHUN ANGGARAN 2024

Nomor: 2062 /UN19.5.1.3/AL.04/2024

Pada hari ini Rabu tanggal dua belas bulan Juni tahun dua ribu dua puluh empat, kami yang bertandatangan di bawah ini:

1. Mubarak : **Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Riau**, bertindak atas nama Rektor Universitas Riau, selaku penanggung jawab pelaksanaan penelitian dan pengabdian di Universitas Riau pada Program Bantuan Operasional Perguruan Tinggi Negeri sumber dana Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) Tahun Anggaran 2024 untuk selanjutnya disebut **PIHAK KESATU**.
2. Yusnita Rahayu : **Dosen Universitas Riau**, dalam hal ini bertindak sebagai pengusul sekaligus Ketua Pelaksana Penelitian melalui judul usulan pada Skema Penelitian Fundamental-Reguler (PFR) untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

PIHAK KESATU dan **PIHAK KEDUA** secara bersama-sama selanjutnya disebut **PARA PIHAK**. **PARA PIHAK** sepakat menandatangani kontrak pelaksanaan penelitian pada Program Penelitian dan Pengabdian Program Bantuan Operasional Perguruan Tinggi Negeri sumber dana DRTPM Tahun

	PIHAK KESATU	PIHAK KEDUA
PARAF		

Anggaran 2024, dengan ketentuan dan syarat sebagaimana diatur dalam pasal-pasal sebagai berikut:

Pasal 1
RUANG LINGKUP

PIHAK KESATU memberi tugas kepada **PIHAK KEDUA** untuk melaksanakan penelitian sumber dana DRTPM Tahun Anggaran 2024 dengan judul : **Pengembangan Model Mikrostrip Buttler Matrix Pada Sistem MultiBeam Smart Antena Array untuk aplikasi Radar.**

Pasal 2
SUMBER DANA

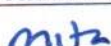
Pendanaan penelitian ini, bersumber dari anggaran Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Tahun Anggaran 2024, Nomor SP DIPA- 023.17.1.690523/2024 revisi ke-1 tanggal 4 Februari 2024.

Pasal 3
NILAI KONTRAK

- (1) **PIHAK KESATU** memberikan pendanaan dengan nilai Kontrak sebesar **Rp. 120.580.000,- (Seratus Dua Puluh Juta Lima Ratus Delapan Puluh Ribu Rupiah)** kepada **PIHAK KEDUA**.
- (2) Nilai Kontrak sebagaimana dimaksud pada Ayat (1) digunakan untuk pembiayaan penelitian dengan Skema Penelitian Fundamental-Reguler (PFR)
- (3) Pembayaran nilai Kontrak sebagaimana dimaksud Ayat (1) dibayarkan kepada **PIHAK KEDUA** melalui rekening Bank yang diajukan dan atas nama **PIHAK KEDUA**, yaitu:
Nama Pemilik Rekening : **Yusnita Rahayu**
Nama Bank : **BTN**
Nomor Rekening : **0032401580005938**
- (4) **PIHAK KESATU** tidak bertanggung jawab atas keterlambatan dan/atau tidak terbayarnya sejumlah dana, yang disebabkan oleh kesalahan **PIHAK KEDUA** dalam menyampaikan informasi detail rekening sebagaimana dimaksud pada Ayat (3).

Pasal 4
TATA CARA DAN TAHAPAN PEMBAYARAN

- (1) Nilai Kontrak sebagaimana dimaksud dalam Pasal (3) Ayat (1) dibayarkan kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap ke rekening Bank yang diajukan atas nama **PIHAK KEDUA**, melalui tata cara sebagai berikut:
 - a. Pembayaran tahap kesatu sebesar 80% dari total dana kegiatan, **Rp. 120.580.000,- x 80% = Rp. 96.464.000,-**, akan dibayarkan **PIHAK KESATU** kepada **PIHAK KEDUA**, dengan ketentuan:
 - 1) Dokumen kontrak sudah ditandatangani oleh **PARA PIHAK**;
 - 2) Proposal telah direvisi berdasarkan masukan dari *reviewer*;

	PIHAK KESATU	PIHAK KEDUA
PARAF		

- 3) Surat Pernyataan Kesanggupan Pelaksanaan Penelitian sudah ditandatangani oleh **PIHAK KEDUA**;
- 4) Surat Pernyataan Tanggung Jawab Mutlak (SPTJM) sudah ditandatangani oleh **PIHAK KEDUA**;
- 5) Surat Pernyataan Tanggung Jawab Belanja (SPTB) 80% sudah ditandatangani **PIHAK KEDUA**;
- 6) Seluruh dokumen yang tersebut pada Ayat (1), Butir (a), angka (2-6) harus diunggah ke laman <https://bima.kemdikbud.go.id> dan <https://e-ppm.unri.ac.id>, serta menyerahkan sebanyak 1 (satu) rangkap salinan berkas *hardcopy* ke **PIHAK KESATU** dalam jangka waktu hingga tanggal yang ditentukan **PIHAK KESATU**.

b. Pembayaran tahap kedua sebesar 20% dari total dana kegiatan **Rp. 120.580.000,- x 20% = Rp. 24.116.000,-**, akan dibayarkan **PIHAK KESATU** kepada **PIHAK KEDUA**, dengan ketentuan:

- 1) Dokumen laporan penggunaan anggaran 80% sudah ditandatangani **PIHAK KEDUA**;
- 2) Dokumen laporan kemajuan sudah ditandatangani pihak berwenang dan **PIHAK KEDUA**;
- 3) Surat Pernyataan Tanggung Jawab Belanja (SPTB) 80% sudah ditandatangani **PIHAK KEDUA**;
- 4) Dokumen Berita Acara Serah Terima (BAST) sudah ditandatangani **PIHAK KEDUA**;
- 5) Dokumen-dokumen lainnya sesuai dengan Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat DRTPM Tahun 2024 telah dilengkapi;
- 6) Seluruh dokumen tersebut pada Pasal (4), Ayat (1), Butir (b), angka (1-5) harus diunggah ke laman <https://bima.kemdikbud.go.id> dan <https://e-ppm.unri.ac.id>, serta menyerahkan sebanyak 1 (satu) rangkap salinan berkas *hardcopy* ke **PIHAK KESATU** dalam jangka waktu hingga tanggal **26 September 2024**.
- 7) Apabila pembayaran tahap kedua diterima oleh Ketua Pelaksana Penelitian setelah tanggal **6 Desember 2024**, Maka SPTB dapat diunggah paling lambat 2 (dua) minggu setelah dana diterima melalui laman <https://bima.kemdikbud.go.id> dan <https://e-ppm.unri.ac.id>.

(2) **PIHAK KEDUA** harus mengikuti agenda Monitoring dan Evaluasi (Monev) pelaksanaan kegiatan penelitian, yang dilaksanakan oleh **PIHAK KESATU**, dengan ketentuan mengunggah dokumen ke laman <https://bima.kemdikbud.go.id> dan <https://e-ppm.unri.ac.id>, dalam jangka waktu hingga tanggal yang ditentukan **PIHAK KESATU**, dengan rincian dokumen sebagai berikut:

- a. Dokumen laporan kemajuan telah dilengkapi;
- b. Dokumen laporan penggunaan anggaran dana 80%;
- c. Surat Pernyataan Tanggung Jawab Belanja (SPTB) 80% yang telah ditandatangani oleh Ketua Pelaksana Penelitian;

	PIHAK KESATU	PIHAK KEDUA
PARAF		

- d. Salinan kuitansi maupun nota belanja terkait pengeluaran dana;
 - e. Dokumen capaian hasil luaran;
 - f. Presentasi (*slide Power Point*) hasil pelaksanaan kegiatan;
 - g. Dokumen catatan harian pelaksanaan pekerjaan 80%;
 - h. Dokumen-dokumen lainnya sesuai dengan Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat DRTPM Tahun 2024.
- (3) **PIHAK KEDUA** harus mengikuti seminar hasil penelitian, yang dilaksanakan oleh **PIHAK KESATU**, dengan ketentuan terlebih dahulu mengunggah dokumen berikut ke laman <https://bima.kemdikbud.go.id> dan <https://e-ppm.unri.ac.id>, serta menyerahkan sebanyak 1 (satu) rangkap salinan berkas *hardcopy* ke **PIHAK KESATU** dalam jangka waktu hingga tanggal **9 Desember 2024**:
- a. Dokumen laporan akhir;
 - b. Dokumen laporan penggunaan anggaran dana 100%;
 - c. Surat Pernyataan Tanggung Jawab Belanja (SPTB) 100% yang telah ditandatangani oleh Ketua Pelaksana Penelitian;
 - d. Salinan kuitansi maupun nota belanja terkait pengeluaran dana;
 - e. Dokumen capaian hasil luaran;
 - f. Presentasi (*slide Power Point*) hasil pelaksanaan kegiatan;
 - g. Dokumen catatan harian pelaksanaan pekerjaan 100%;
 - h. Berita Acara Serah Terima (BAST);
 - i. Dokumen pendukung, berupa surat keterangan/keputusan pimpinan fakultas terkait keterlibatan unsur mahasiswa;
 - i. Dokumen-dokumen lainnya sesuai dengan Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat DRTPM Tahun 2024.
- (4) Kegiatan Monev dan seminar hasil wajib dihadiri oleh Ketua Pelaksana Penelitian, dengan ketentuan yang telah ditetapkan oleh **PIHAK KESATU**.
- (5) Apabila Ketua Pelaksana Penelitian tidak dapat hadir pada kegiatan sebagaimana yang tercantum pada Ayat (4), maka Ketua Pelaksana Penelitian dapat diberikan sanksi sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan **PIHAK KESATU**.
- (6) Apabila dalam pelaksanaan kegiatan terdapat sisa dana, maka **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan ke kas negara, melalui mekanisme yang diatur oleh **PIHAK KESATU**.

Pasal 5

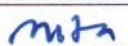
JANGKA WAKTU PELAKSANAAN

Jangka waktu pelaksanaan kegiatan, dimulai sejak kontrak ini ditandatangani sampai dengan tanggal **16 Desember 2024**.

Pasal 6

ADENDUM DAN AMANDEMEN

- (1) Kontrak ini dapat diadendum ataupun diamandemen berdasarkan kesepakatan tertulis **PARA PIHAK** yang dituangkan dalam bentuk dokumen yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari kontrak ini.

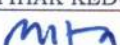
	PIHAK KESATU	PIHAK KEDUA
PARAF		

- (2) Adendum dan amandemen sebagaimana dimaksud pada Ayat (1), dapat diusulkan oleh **PARA PIHAK** dalam bentuk surat perjanjian secara tertulis, serta ditandatangani oleh **PARA PIHAK**.

Pasal 7

HAK DAN KEWAJIBAN

- (1) **PIHAK KESATU** mempunyai hak:
- Mendapatkan dokumen-dokumen dari **PIHAK KEDUA** yang terkait dengan seluruh tahapan dalam pelaksanaan kegiatan yang sesuai dengan lingkup yang tertuang dalam kontrak ini;
 - Melakukan pemantauan dan evaluasi pelaksanaan kegiatan dari **PIHAK KEDUA** yang sesuai dengan lingkup yang tertuang dalam kontrak ini.
 - Memperoleh akses penuh terhadap **PIHAK KEDUA** terkait dengan keseluruhan dokumen penggunaan dana, catatan teknis, pembukuan, dan dokumen atau catatan lain yang berkaitan dengan pelaksanaan kegiatan jika diperlukan untuk kepentingan pemeriksaan.
- (2) **PIHAK KESATU** mempunyai kewajiban:
- Menyalurkan pendanaan kepada **PIHAK KEDUA** sebagaimana tercantum dalam kontrak ini;
 - Memberikan informasi terkait hal-hal yang dibutuhkan berkenaan dengan lingkup yang tertuang dalam kontrak ini kepada **PIHAK KEDUA**.
- (3) **PIHAK KEDUA** mempunyai hak:
- Mendapatkan dana Penelitian melalui **PIHAK KESATU** sebagaimana tercantum dalam kontrak ini;
 - Memperoleh informasi terkait hal-hal yang dibutuhkan berkenaan dengan lingkup yang tertuang dalam kontrak ini kepada **PIHAK KESATU**.
- (4) **PIHAK KEDUA** mempunyai kewajiban:
- Menyampaikan laporan kegiatan dan laporan keuangan atas penggunaan dana, serta dokumen-dokumen lainnya sesuai dengan lingkup yang tertuang dalam kontrak ini berdasarkan Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat DRTPM Tahun 2024 kepada **PIHAK KESATU**;
 - Paling sedikit mencantumkan nama instansi Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek), dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Riau (LPPM-UNRI) sebagai pemberi dan penyalur dana disetiap publikasi, makalah, dan/atau ekspos dalam bentuk apapun yang berkaitan dengan hasil penelitian;
 - Memberikan informasi terkait hal-hal yang dibutuhkan oleh **PIHAK KESATU**;
 - Bertanggung jawab terhadap pembayaran pajak yang timbul dari pelaksanaan kegiatan yang tersebut dalam kontrak ini sesuai

	PIHAK KESATU	PIHAK KEDUA
PARAF		

- dengan ketentuan perundang-undangan dibidang perpajakan;
- e. Bertanggung jawab menyimpan semua bukti-bukti pengeluaran asli sesuai dengan jumlah dana yang diberikan **PIHAK KESATU**, serta catatan teknis, pembukuan, dan dokumen atau catatan lain yang berkaitan dengan pelaksanaan kegiatan;
 - f. Bertanggung jawab penuh terhadap semua keabsahan dokumen bukti Laporan Keuangan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Pasal 8
LUARAN

- (1) Luaran yang dihasilkan dari pelaksanaan penelitian ini, sebagaimana yang tercantum dalam Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat DRTPM Tahun 2024.
- (2) Luaran sebagaimana yang dimaksud pada Ayat (1), tercantum pada lampiran (1) yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari kontrak ini.

Pasal 9
PELAPORAN

- (1) Seminar hasil pelaksanaan kegiatan, dilaksanakan dalam jangka waktu hingga tanggal **13 Desember 2024**.
- (2) Laporan akhir kegiatan, diterima oleh **PIHAK KESATU** paling lambat 10 (sepuluh) hari kerja terhitung sejak kontrak berakhir dan dinyatakan dengan Tanda Terima Laporan Akhir.
- (3) Laporan akhir kegiatan sebagaimana dimaksud pada Ayat (2), wajib memenuhi ketentuan sebagai berikut :
 - a. Disampaikan ke **PIHAK KESATU** dalam bentuk salinan digital (*softcopy*) ke laman <https://bima.kemdikbud.go.id> dan <https://e-ppm.unri.ac.id> dan menyerahkan 1 (satu) rangkap salinan berkas (*hardcopy*) yang diserahkan kepada **PIHAK KESATU**;
 - b. Ukuran kerta A4;
 - c. Warna sampul (cover): **Penelitian Dasar: Hijau, Penelitian Terapan: Kuning**;
 - d. Pada bagian bawah cover, dicantumkan nama instansi Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek), dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Riau (LPPM-UNRI).

Pasal 10
PENGANTIAN KEANGGOTAAN

- (1) Perubahan terhadap susunan tim pelaksana penelitian, dapat dilakukan melalui usulan secara tertulis dari **PIHAK KEDUA** apabila telah mendapat persetujuan dari **PIHAK KESATU**.
- (2) Apabila ketua/anggota pelaksana penelitian tidak dapat menyelesaikan kegiatan atau mengundurkan diri dan/atau hal lainnya yang menyebabkan tidak terlaksananya tugas-tugas sebagai ketua/anggota pelaksana, maka **PIHAK KEDUA** wajib menunjuk usulan nama pengganti yang berasal dari ketua/anggota setelah mendapatkan persetujuan dari **PIHAK KESATU**.

	PIHAK KESATU	PIHAK KEDUA
PARAF		

- (3) Usulan terhadap penggantian ketua/anggota pelaksana penelitian, dilakukan dalam kurun waktu selambat-lambatnya 60 (enam puluh) hari kalender.
- (4) Dalam hal **PIHAK KEDUA** tidak dapat menunjuk usulan pengganti ketua/anggota pelaksana yang berasal dari anggota tim sebagaimana dimaksud pada Ayat (2), maka **PIHAK KESATU** dapat membatalkan kegiatan dan pendanaan penelitian, dan selanjutnya **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan sisa dari dana yang diterima ke Kas Negara berdasarkan hasil pemeriksaan dan penilaian dari **PIHAK KESATU**.

Pasal 11

KEKAYAAN INTELEKTUAL

- (1) Hak Kekayaan Intelektual yang dihasilkan dari pelaksanaan penelitian ini diatur dan dikelola sesuai dengan ketentuan peraturan dan perundang-undangan.
- (2) Setiap publikasi, makalah, dan/atau ekspos dalam bentuk apapun yang berkaitan dengan hasil penelitian, wajib mencantumkan nama instansi Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek), dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Riau (LPPM-UNRI).
- (3) Hasil berupa peralatan dan/atau peralatan yang dibeli dari kegiatan ini adalah merupakan Barang Milik Negara (BMN) apabila menurut ketentuannya, wajib diserahkan kepada **PIHAK KESATU** melalui Berita Acara Serah Terima (BAST) setelah dilaporkan perolehannya ke **PIHAK KESATU**.

Pasal 12

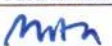
PENYELESAIAN PERSELISIHAN

- (1) Apabila terjadi perselisihan antara **PARA PIHAK** dalam Kontrak Penelitian ini, akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah untuk mencapai mufakat.
- (2) Apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah sebagaimana dimaksud pada Ayat (1), maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum dengan memilih domisili hukum di Pengadilan Negeri Pekanbaru.

Pasal 13

KEADAAN KAHAR (*FORCE MAJEURE*)

- (1) Apabila terjadi keadaan kahar (*force majeure*) suatu keadaan yang terjadi diluar kehendak **PARA PIHAK** dalam kontrak ini, dan tidak dapat diperkirakan sebelumnya, sehingga kewajiban yang ditentukan dalam kontrak menjadi tidak dapat dipenuhi, maka **PARA PIHAK** sepakat tidak akan saling menuntut pelaksanaan pemenuhan ketentuan dalam kontrak ini.
- (2) Peristiwa atau kejadian yang dapat digolongkan *force majeure* sebagaimana dimaksud pada Ayat (1) meliputi bencana alam, wabah penyakit, kebakaran, perang, blokade, peledakan, sabotase, revolusi, pemberontakan, huru-hara, serta adanya tindakan pemerintah dalam

	PIHAK KESATU	PIHAK KEDUA
PARAF		

bidang ekonomi dan moneter yang secara nyata berpengaruh terhadap pelaksanaan kontrak ini.

- (3) Apabila terjadi *force majeure* sebagaimana dimaksud pada Ayat (2), maka pihak yang mengalami wajib memberitahukan kepada **PIHAK KESATU** secara tertulis, selambat-lambatnya dalam waktu 7 (tujuh) hari kerja sejak terjadinya *force majeure*, disertai dengan bukti-bukti yang sah dari pihak yang berwajib, dan **PARA PIHAK** dengan itikad baik akan segera membicarakan penyelesaiannya.
- (4) Semua kerugian dan biaya yang diderita oleh salah satu pihak sebagai akibat terjadinya peristiwa *force majeure*, merupakan tanggung jawab masing-masing pihak.

Pasal 14

SANKSI

- (1) Apabila **PIHAK KEDUA** belum menyelesaikan tugasnya sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan sesuai dengan lingkup yang tertuang dalam kontrak ini, maka **PIHAK KEDUA** dapat dikenakan sanksi administratif sesuai dengan ketentuan yang ada pada Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat DRTPM Tahun 2024.
- (2) Apabila dikemudian hari terbukti bahwa judul proposal yang diajukan pada Penelitian ini ditemukan adanya duplikasi judul atau ditemukan adanya ketidakjujuran/itikad buruk yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah, maka kegiatan penelitian tersebut dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** dapat dikenai sanksi administratif.
- (3) Sanksi administratif yang dimaksud pada Ayat (1) dan (2) dapat berupa penghentian pembayaran dan/atau Ketua Pelaksana Penelitian tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu 2 (dua) tahun berturut-turut.

Pasal 15

PENUTUP

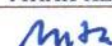
- (1) Kontrak ini tidak dapat dipindahtangankan, baik sebagian maupun seluruhnya kepada pihak lain tanpa persetujuan **PIHAK KESATU**.
- (2) Perubahan atau hal-hal yang belum diatur dalam kontrak ini akan diatur kemudian oleh **PARA PIHAK**, dan jika dianggap perlu maka akan dibuat kesepakatan tambahan ditandatangani oleh **PARA PIHAK** dan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari kontrak ini.
- (3) Kontrak ini dibuat rangkap 2 (dua) asli bermaterai cukup untuk **PARA PIHAK** dan memiliki kekuatan hukum yang sama.

PIHAK KESATU,

Mubarak
NIDN. 0008126504

PIHAK KEDUA,

Yusnita Rahayu
NIDN. 0004117504

	PIHAK KESATU	PIHAK KEDUA
PARAF		

LAMPIRAN I

PERJANJIAN KONTRAK PENELITIAN
SKEMA PENELITIAN FUNDAMENTAL REGULER (PFR)
TAHUN ANGGARAN 2024

Nomor : 20602 /UN19.5.1.3/AL.04/2024

Tanggal : 12-06-2024

Ketua pelaksana : Yusnita Rahayu
Judul : Pengembangan Model Mikrostrip Buttler Matrix
Pada Sistem MultiBeam Smart Antena Array untuk
aplikasi Radar
Nilai Kontrak : Rp. 120.580.000 ,-
Skema : SKEMA PENELITIAN FUNDAMENTAL REGULER
(PFR)

NO.	LUARAN	TARGET
1.	Satu artikel jurnal bereputasi internasional	<i>Accepted/ Published</i>
2.	Laporan penelitian sebagai beban BKD (unggah ke aplikasi SISTER) sesuai semester yang berjalan.	Bukti <i>submit</i> ke aplikasi SISTER
3.	Luaran berupa karya audio visual berbentuk video	<i>Online/ bisa diakses</i>
4.	Luaran lainnya sesuai target capaian Indeks Kinerja Utama (IKU 5) (lampiran 2), minimal 4 (empat) luaran untuk TKT (1-3)	<i>Accepted/ Published/ Terdaftar/ Granted/ Terbit ber-ISBN</i>



PIHAK KESATU,

Mubarak
NIDN. 0008126504

PIHAK KEDUA,

Yusnita Rahayu
NIDN. 0004117504

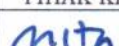
PARAF	PIHAK KESATU	PIHAK KEDUA

LAMPIRAN 2

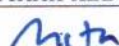
PERJANJIAN KONTRAK PENELITIAN
SKEMA PENELITIAN FUNDAMENTAL REGULER (PFR)
TAHUN ANGGARAN 2024

Nomor : 20682 /UN19.5.1.3/AL.04/2024
Tanggal : 12-06-2024

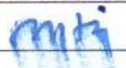
No	Kategori	Keterangan	Tidak Valid	Valid
A	Karya tulis ilmiah, terdiri atas:			
1	Jurnal	Indeks bereputasi global: SCOPUS, Web of Science (WOS)	Dokumen tidak tercatat dan tidak lengkap di (e-ppm, Scholar, sinta dan sister)	Dokumen tercatat dan lengkap di (e-ppm, Scholar, sinta dan sister)
2	Prosiding	Indeks bereputasi terindeks SCOPUS	Dokumen tidak tercatat dan tidak lengkap di (e-ppm, Scholar, sinta dan sister)	Dokumen tercatat dan lengkap di (e-ppm, Scholar, sinta dan sister)
3	buku akademik (buku teks (textbook), monograf, Buku Referensi ensiklopedia, kamus)	Buku ISBN (Penerbit Anggota IKAPI), Jumlah halaman min 61	Dokumen tidak tercatat dan tidak lengkap di (e-ppm, Scholar, sinta dan sister)	Dokumen tercatat dan lengkap di (e-ppm, Scholar, sinta dan sister)
4	bab (book chapter)	Nasional (ISBN Anggota IKAPI) dan Internasional (ISBN)		
5	Karya rujukan: buku saku (handbook), pedoman (guidelines), manual,	Mempunyai ISBN Minimal 25		
6	Studi kasus (Policy Brief, Model atau Kebijakan)	Adanya Pengakuan dari Institusi Mitra (Pemprov,	Dokumen tidak tercatat dan tidak lengkap di (e-ppm, Scholar,	Dokumen tercatat dan lengkap di (e-

PARAF	PIHAK KESATU	PIHAK KEDUA
		

No	Kategori	Keterangan	Tidak Valid	Valid
		Pemkab, DPR/DPRD, Institus Swasta)	sinta dan sister)	ppm,Schola r, sinta dan sister)
B Karya terapan, terdiri atas:				
7	Produk fisik	Berupa : 1.Prototipe (Desain Industri) 2. Produk (Bahan/peral atan sudah berfungsi dengan baik/kebijak an/FS yang akui Institusi pengguna) dan lainnya dengan bukti hasil uji dari Institusi	Dokumen tidak tercatat dan tidak lengkap di (e- ppm, KI terdaftar, Scholar, Sinta dan Sister)	Dokumen tercatat dan lengkap di (e-ppm, KI terdaftar, Scholar, Sinta dan Sister)
8	Produk digital, dan algoritme (termasuk prototipe); dan/atau	Program Komputer, Media Pembelajaran (Program atau video) lainnya	Dokumen tidak tercatat dan tidak lengkap di (e- ppm, KI terdaftar, Scholar, Sinta dan Sister)	Dokumen tercatat dan lengkap di (e-ppm, KI terdaftar, Scholar, Sinta dan Sister)
9	Pengembangan invensi dengan mitra	Penemuan Baru berupa produk atau police brief, sejenisnya	Dokumen tidak tercatat dan tidak lengkap di (e- ppm, KI terdaftar, Scholar, Sinta dan Sister)	Dokumen tercatat dan lengkap di (e-ppm, KI terdaftar, Scholar, Sinta dan Sister)
C Karya seni, terdiri atas:				
10	Visual, audio, audio- visual, pertunjukan (performance);	Gambar, Foto,Video, Grafik Animasi, sejenis)	Dokumen tidak tercatat dan tidak lengkap di e- ppm, terdaftar (KI, Scholar,	Dokumen tercatat dan lengkap di (e-ppm, KI terdaftar, Scholar,
11	Desain konsep, desain produk, desain komunikasi visual, desain arsitektur,			

PARAF	PIHAK KESATU	PIHAK KEDUA
		

No	Kategori	Keterangan	Tidak Valid	Valid
	desain kriya;		Sinta dan Sister)	Sinta dan Sister)
12	Karya preservasi (contoh: modernisasi seni tari daerah).			
13	Karya tulis novel, sajak, puisi, notasi musik; dan/atau	Memiliki ISBN	Dokumen tidak tercatat dan tidak lengkap di (e-ppm, KI terdaftar, Scholar, Sinta dan Sister)	Dokumen tercatat dan lengkap di (e-ppm, KI terdaftar, Scholar, Sinta dan Sister)

PARAF	PIHAK KESATU	PIHAK KEDUA
		

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan seringkas mungkin. Dilarang menghapus/memodifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

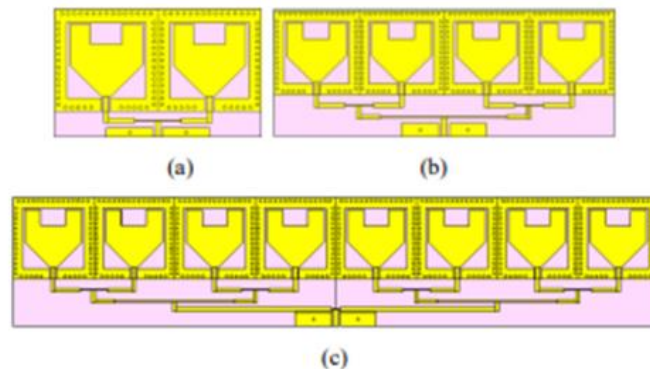
C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Penelitian ini diusulkan selama 1 tahun dari 3 tahun yang direncanakan dengan tujuan mengembangkan rancangan butler matrix dan multi-beam antenna array untuk aplikasi radar pada 9,3 GHz. Integrasi antenna array dengan butler matrix diharapkan dapat berfungsi sebagai smart multi-beam antenna array yang memiliki sudut pancaran kesegala arah dengan pancaran yang sempit, sehingga diusulkan untuk merancang 12x12 elemen antenna dengan 12 port butler matrix. Beberapa penelitian tim sebelumnya dijadikan rujukan seperti di bawah ini.

1. Rekam Jejak dan Penelitian Terkait

a. Design Substrate Integrated Waveguide Antenna Array for D-Band Application [1].

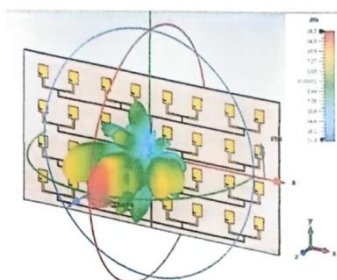
Penelitian oleh Rahayu, dkk pada tahun 2023 mengusulkan desain antenna berbasis SIW (Substrate Integrated Waveguide) untuk frekuensi D-band. Desain melibatkan tiga konfigurasi array antenna mikrostrip elemen 2, 4, dan 8. Penelitian menunjukkan peningkatan jumlah elemen antenna akan meningkatkan bandwidth dan daya. Simulasi menunjukkan return loss -22.133 dB pada frekuensi 136.62 GHz dengan bandwidth 11.75% atau 16.45 GHz, dan pola radiasi antenna berbentuk bidireksional dengan lintang utama pada arah 0° dan lintang belakang pada arah 180°.



Gambar 1. Desain Antena dengan (a) 2 elemen, (b) 4 elemen, dan (c) 8 elemen.

b. Numerical Exprimtent of Adding Patch Elements to X-band Microstrip Antennas [2]

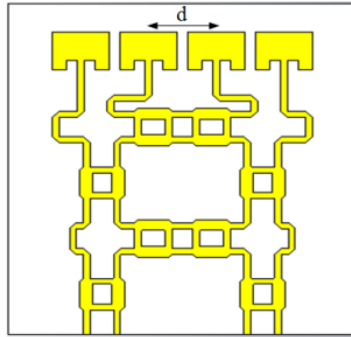
Penelitian ini merancang antenna yang digunakan untuk Radar Manpack dengan frekuensi X-band. Konfigurasi array antenna yang diteliti meliputi 1x2, 1x4, dan 1x32 element. Kenaikan gain yang diperlukan untuk setiap element patch tambahan. Dimensi patch ditetapkan pada 9,17 x 10,10 x 0,035 mm. parameter yang dibutuhkan adalah frekuensi X-band dengan gain >15 dBi, sudut beamwidth ≤5°, dan bandwidth lebih dari 60 MHz. hasil simulasi menunjukkan kecocokan yang baik dengan target yang diperlukan pada frekuensi 9,3 GHz. Nilai gain terbesar secara numerik diperoleh pada antenna dengan 32 patch, yaitu 17 dBi.



Gambar 2. Desain X-band Mikrostrip Antena

c. A Compact Design of 4×4 Butler matrix with Four Linear Array Antenna at 38 GHz [3]

Penelitian yang dilakukan Rahayu, dkk pada tahun 2022. Mengusulkan desain antenna 4×4 butler matrix yang terintegrasi dengan sekumpulan array antenna 1×4 dan bekerja pada frekuensi 38 GHz. Butler matrix bekerja efisien dengan nilai return loss dan isolation loss di bawah -17 dB, sementara nilai kerugian penyisipan berkisar antara -7dB hingga -11 dB. Namun, nilai kerugian penyisipan tersebut melebihi nilai ideal karena adanya tambahan kerugian pada persilangan dan pemindah fasa. Selain itu, arah pancaran butler matrix 4×4 diatur pada empat sudut yang berbeda, yaitu -14°, 18°, -18°, dan 14°. Gambar Desain Antena 4×4 Butler matrix Integrasi dengan Array Antenna 1×4 dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2. Desain Antena 4×4 Butler matrix dengan Array Antenna 1×4

2. Perlengkapan Yang Digunakan

Perancangan dan fabrikasi antenna *multi-beam* dan butler matrix ini menggunakan *software* dan *hardware*. Perangkat lunak (*software*) digunakan untuk perancangan, dan simulasi antenna dan butler matrix, serta pengolahan data hasil simulasi maupun pengukuran, sedangkan (*hardware*) digunakan untuk melakukan fabrikasi dan pengukuran dari antenna *multi-beam* dan butler matrix. Perangkat hardware yang digunakan disini adalah pocket vector network analyzer (VNA). Perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- CST Microwave Studio**
Software CST digunakan untuk melakukan perancangan desain antenna dan butler matrix dan simulasi dari perancangan antenna/butler matrix untuk mendapatkan parameter pengukuran .
- Microsoft Excel**
Microsoft Excel digunakan untuk mengolah data dengan persamaan matematis agar hasil yang didapatkan dapat diolah dengan lebih baik.
- Sigma Plot**
Sigma Plot digunakan untuk menampilkan grafik hasil pengukuran
- Corel Draw x7**
Corel Draw x7 digunakan sebagai pengolah data gambar antenna/butler matrix untuk selanjutnya dilakukan fabrikasi.

Adapun tabel 1 adalah kegiatan penelitian tahun 1 sebagai berikut:

Tabel 1: Kegiatan tahun 1

No	Nama Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Perancangan desain butler matrix secara teori dan simulasi mulai dari konfigurasi 2x2, 4x4, sampai 12x12 elemen menggunakan CST software				x	x	x	x	x				
2	Analisa data hasil simulasi butler matrix, apakah sudut yang dihasilkan sudah sesuai dengan teori					x	x	x	x				
3	Optimisasi tiap bagian butler matrix						x	x	x	x			

4	Integrasi butler matrix dengan antenna array dan analisa hasil simulasi							x	x	x	x		
5	Optimasi hasil integrasi sesuai target luaran sudut/frekuensi yang diinginkan							x	x	x	x		
6	Pembuatan prototipe butler matrix dan antenna								x	x	x	x	
7	Analisa data hasil pengujian butler matrix dan antenna menggunakan VNA								x	x	x	x	x
8	Pembuatan laporan penelitian dan luaran publikasi dll							x	x	x	x	x	x

Kemajuan kegiatan penelitian mengalami keterlambatan dari jadwal yang ditetapkan, hal ini disebabkan karena perancangan butler matrix 3x3 belum mendapatkan hasil yang diharapkan sehingga untuk merancang butler matrix 12x12 belum dapat dilakukan. Namun, perancangan untuk 2x2 dan 4x4 sudah selesai dilakukan dengan hasil yang baik. Kegiatan penelitian dibagi menjadi dua tahapan yaitu perancangan antenna dan perancangan butler matrix.

3. Perancangan Antena dan Butler Matrix

a. Perancangan Multi-Beam Antena Array

Tahap awal sebelum merancang antenna adalah menentukan karakteristik dan jenis antenna yang akan dirancang. Karakteristik antenna yang akan dirancang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Antena

Parameter	Spesifikasi Antena
Frekuensi	9,3 GHz
<i>Return Loss</i>	≤ -10 dB
<i>Bandwidth</i>	≤ 100 MHz
Gain	> 17 dBi
Beamwidth	$< 10^\circ$
Pola Radiasi	<i>directional</i>

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa antenna ini jenis directional dengan sudut pemancaran yang kecil dengan daya lebih terarah, jaraknya jauh dan tidak bisa menjangkau area yang luas [4]. Lalu dikombinasikan dengan bandwidth dibawah 100 MHz, dimana besarnya bandwidth akan berdampak pada kecepatan transmisi data dalam jumlah besar [5]. Dengan menggunakan beamwidth yang kecil pula merupakan kombinasi yang pas dalam merancang smart radar antenna karena dengan sudut pancaran yang kecil dengan menggunakan bandwidth yang kecil tidak akan memengaruhi kualitas pancaran pola radiasi. Kemudian dalam menentukan gain antenna yang mana gain adalah karakter antenna yang terkait dengan kemampuan antenna mengarahkan radiasi sinyalnya, atau penerimaan sinyal dari arah tertentu [6]. Sehingga semakin tinggi gain antenna maka kemampuan antenna mengarahkan radiasi sinyal atau penerimaan sinyal akan semakin baik.

Single Element Microstrip Antenna

Perhitungan dimensi antenna menggunakan rumus dilakukan terlebih dulu sebelum merancang antenna pada simulasi software.

Lebar dimensi patch:

$$wp = \frac{c}{2f} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}}$$

$$Wp = \frac{3 \times 10^8}{2(9,3 \times 10^9)} \sqrt{\frac{2}{10,2 + 1}}$$

$$Wp = 6,8 \text{ mm}$$

Sedangkan untuk mencari panjang dimensi patch:

$$\varepsilon_{eff} = \frac{\varepsilon_r + 1}{2} + \frac{\varepsilon_r - 1}{2} \left[1 + \frac{12h}{w_p} \right]^{-1/2}$$

$$\varepsilon_{eff} = \frac{10,2 + 1}{2} + \frac{10,2 - 1}{2} \left[1 + \frac{12 \times 1,28}{6,8} \right]^{-1/2}$$

$$\varepsilon_{eff} = 5,6 + 4,6[0,55]$$

$$\varepsilon_{eff} = 5,6 + 2,53$$

$$\varepsilon_{eff} = 8,13$$

Setelah mendapat nilai ε_{eff} maka selanjutnya mencari nilai ΔL :

$$\Delta L = 0,412 \times h \left[\frac{(\varepsilon_{eff} + 0,3) \left(\frac{w_p}{h} + 0,264 \right)}{(\varepsilon_{eff} - 0,258) \left(\frac{w_p}{h} + 0,8 \right)} \right]$$

$$\Delta L = 0,412 \times 1,28 \left[\frac{(8,13 + 0,3) \left(\frac{6,8}{1,28} + 0,264 \right)}{(8,13 - 0,258) \left(\frac{6,8}{1,28} + 0,8 \right)} \right]$$

$$\Delta L = 0,527 \left[\frac{(8,43)(5,57)}{(7,872)(6,1125)} \right]$$

$$\Delta L = 0,527 [0,945]$$

$$\Delta L = 0,514$$

Setelah menentukan dimensi lebar dan panjang patch kemudian menentukan lebar dari feedline.

$$B = \frac{377\pi}{2(Z_0 \sqrt{\varepsilon_r})}$$

$$B = \frac{377\pi}{2(50\sqrt{10,2})}$$

$$B = 3,7$$

$$Wf = \frac{\pi}{2\varepsilon_r} (B - 1 - \ln(2B - 1)) + \frac{\pi}{\varepsilon_r} (\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\varepsilon_r})$$

$$Wf = \frac{2 \times 1,28}{\pi} (3,7 - 1 - \ln(2 \times 3,7 - 1)) + \frac{10,2 - 1}{2 \times 10,2} (\ln(3,7 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{10,2})$$

$$Wf = 0,81(3,7 - 1 - 1,86 + 0,45(0,99 + 0,39 - 0,06))$$

$$Wf = 0,81(3,7 - 1 - 1,86 + 0,594)$$

$$Wf = 1,61 \text{ mm}$$

Sedangkan panjang feedline dapat dihitung:

$$\varepsilon_{eff} = \frac{\varepsilon_r + 1}{2} + \frac{\varepsilon_r - 1}{2} \left[1 + \frac{12h}{w_f} \right]^{-1/2}$$

$$\varepsilon_{eff} = \frac{10,2 + 1}{2} + \frac{10,2 - 1}{2} \left[1 + \frac{12 \times 1,28}{1,61} \right]^{-1/2}$$

$$\varepsilon_{eff} = 5,6 + 4,6[0,31]$$

$$\varepsilon_{eff} = 7,026$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f}$$

$$\lambda_0 = \frac{3 \times 10^8}{9,3 \times 10^9}$$

$$\lambda_0 = 0,031$$

$$\Delta L = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{reff}}}$$

$$\Delta L = \frac{0,031}{\sqrt{7,026}}$$

$$\Delta L = 11,69$$

$$Lf = \frac{\Delta L}{4}$$

$$Lf = \frac{11,69}{4}$$

$$Lf = 2,92 \text{ mm}$$

untuk menghitung lebar dimensi substrate menggunakan rumus:

$$Ws = Wp + 6h$$

$$Ws = 6,8 + 6 \times 1,28$$

$$Ws = 14,58 \text{ mm}$$

Kemudian rumus untuk menghitung panjang dimensi substrate menggunakan rumus:

$$Ls = Lp + 6h$$

$$Ls = 4,622 + 6 \times 1,28$$

$$Ls = 12,302 \text{ mm}$$

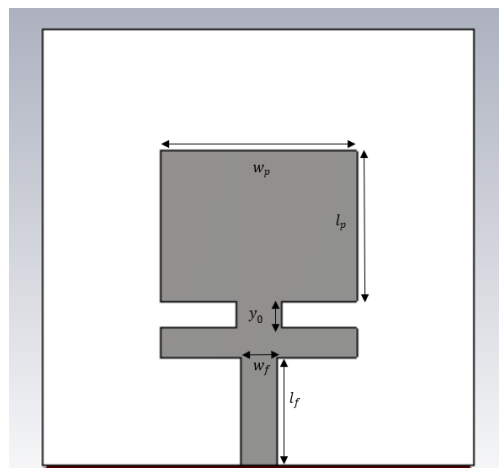
Jarak antar element patch sangat dibutuhkan dalam perancangan antenna microstrip array, agar tidak terjadi interference antar element patch. Berdasarkan landasan teori, rumus yang digunakan dalam menentukan jarak antar element patch adalah:

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

$$d = \frac{32,3}{2}$$

$$d = 16,15 \text{ mm}$$

Model antenna tiga dimensi kemudian dirancang pada software CST Studio Suite dengan menggunakan Dimensi yang diperoleh. Antena mikrostrip dirancang menggunakan material substrat RT Duroid 3010 dan tembaga untuk material patch dan ground. Gambar 4 dan Tabel 3 merupakan desain dan dimensi antenna mikrostrip dengan dimensi yang telah dioptimasi.



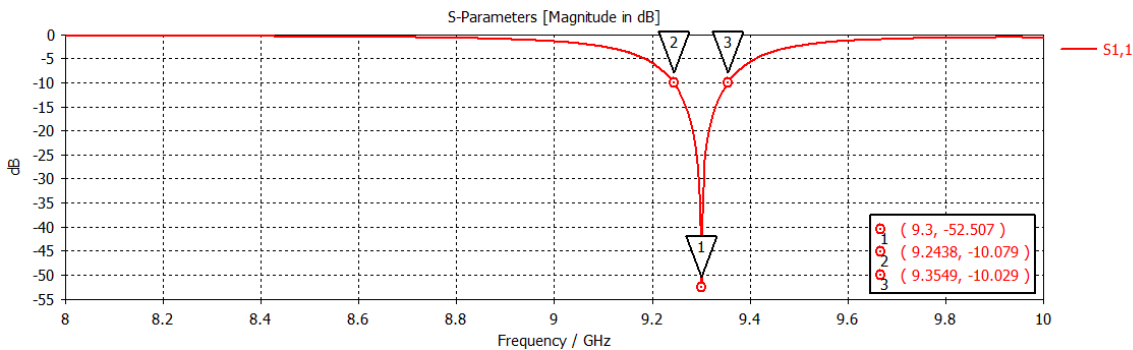
Gambar 4. Desain Antena Single Element

Setelah dilakukan beberapa karakterisasi maka dapat dilihat bahwa pada gambar 4 adalah desain akhir dari simulasi antenna *single element* dengan ukuran dimensi dari antenna tersebut dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Dimensi Antena Single Element

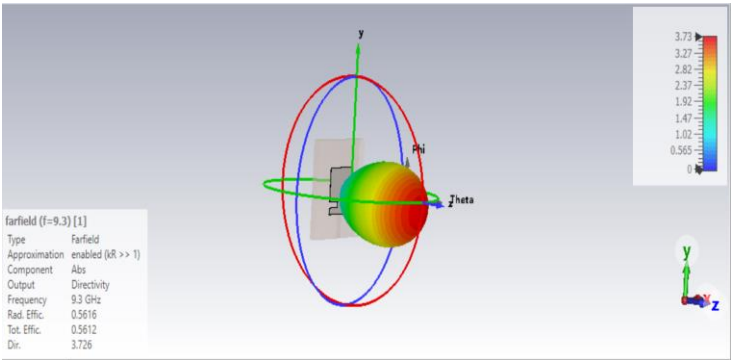
Dimension	Size (mm)
Substrate thickness (h)	1,28
Patch Thickness(t)	0,035
Patch width(wp)	6,5
Patch length (lp)	6,83
Feed width (wf)	1,2
Feed length (lf)	3,6
Inset feed length (y0)	2,5

Perancangan akhir disimulasikan untuk melihat performa rancangan sebelum dibuat menjadi konfigurasi antenna MIMO. Hasil simulasi return loss dan pola radiasi ditunjukkan pada Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7.



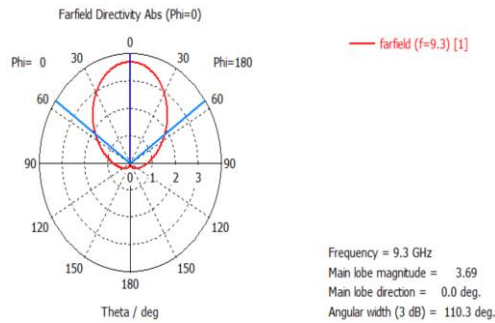
Gambar 5 . Hasil Simulasi Return Loss Antena Single Element

Pada Gambar 5 terlihat marker 1 menunjukkan nilai return loss pada frekuensi kerja 9,3 GHz. Nilai return loss yang dihasilkan sebesar -52,507 dB. Marker 2 dan 3 menunjukkan rentang frekuensi terindikasi 9.2438 – 9.3549 GHz dengan lebar bandwidth 111 MHz.



Gambar 6. Hasil Simulasi Pola Radiasi Perancangan Antena Single Element

Hasil simulasi pada Gambar 6 menunjukkan bahwa pola radiasi dari antenna mikrostrip bersifat terarah atau mempunyai distribusi penguatan daya terpusat pada satu arah. Nilai gain yang diperoleh pada simulasi sebesar 3,73 dBi pada frekuensi 9,3 GHz. Perancangan antenna mikrostrip elemen tunggal memenuhi kinerja yang ingin dicapai yaitu dengan nilai return loss ≤ -10 dB pada frekuensi kerja 9,3 GHz, namun nilai gain yang dihasilkan antenna mikrostrip *single element* belum mencapai ≤ 17 dBi.



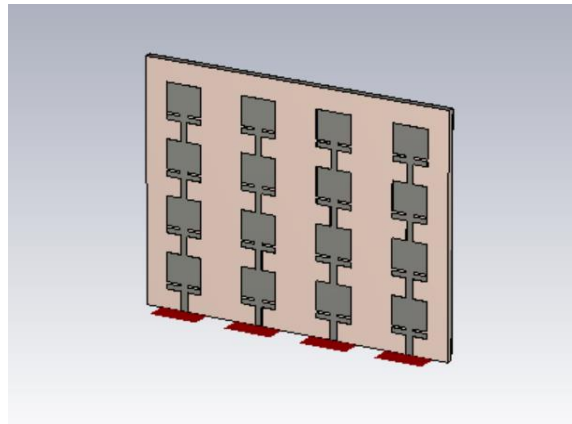
Gambar 7. Hasil Akhir Pola Radiasi Azimuth Antena Single Element

Hasil simulasi pada Gambar 7 menunjukkan bahwa pola radiasi azimuth antena mikrostrip *single element* menunjukkan pola terarah atau titik-titik pada satu arah, dimana magnitudo main lobe pada hasil simulasi menunjukkan sebesar 3,69 dBi. Perancangan antena mikrostrip *single element* menghasilkan sudut pancaran sebesar 110,3 derajat, tentu saja hal ini belum sesuai dengan hasil yang diharapkan yaitu ≤ 25 derajat.

Antena MIMO 4×4

Pada tahap ini desain antena yang sebelumnya dirancang sebagai antena MIMO 2x2 kemudian ditingkatkan menjadi antena MIMO dengan elemen 4x4 untuk mendapatkan hasil yang maksimal dari MIMO 2x2.

Desain antena MIMO 4×4 dapat dilihat pada Gambar 8 dimana jarak antar elemen antena (d) pada array adalah $\lambda/2$ atau 10,43 mm. Jarak antar elemen antena (d) merupakan jarak antara titik tengah elemen antena yang satu dengan titik tengah elemen antena yang lain. Gambar 8 menunjukkan desain antena MIMO 4×4.



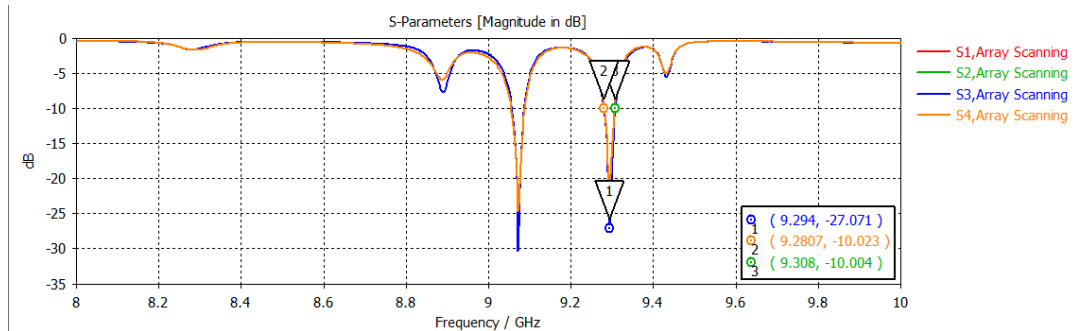
Gambar 8. Perancangan Antena MIMO 4x4

Setelah dilakukan beberapa karakterisasi maka dapat dilihat bahwa pada gambar 8 adalah desain akhir dar simulasi antena MIMO 4x4 dengan ukuran dimensi dari antenna tersebut dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Dimensi Antena MIMO 4x4

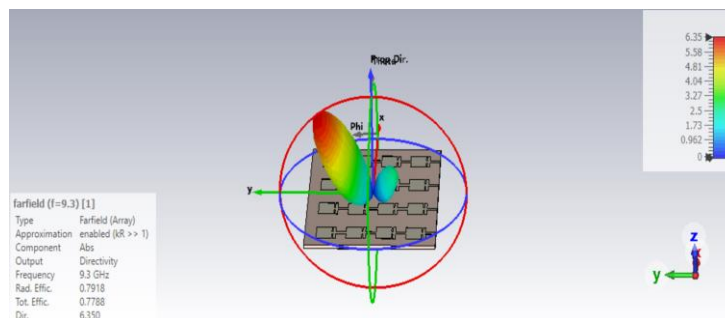
Dimension	Size (mm)
Substrate thickness (h)	1,28
Patch Thickness(t)	0,035
Patch width(wp)	5,95
Patch length (lp)	6,83
Feed width (wf)	0,5
Feed length (lf)	3,6
Inset feed length (y0)	2,5
Distance element antenna (d)	10,43

Rancangan antenna mikrostrip MIMO 4X4 disimulasikan kembali untuk melihat gain dan pola radiasinya. Hasil simulasi gain desain antenna MIMO 4x4 dapat dilihat pada Gambar 9.



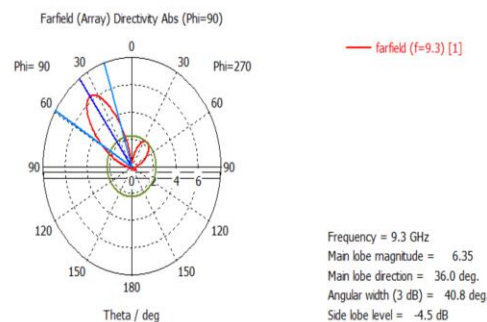
Gambar 9. Hasil Simulasi Return Loss Antena MIMO 4x4

Pada Gambar 9 terlihat marker 1 menunjukkan nilai return loss pada frekuensi kerja 9,3 GHz. Nilai return loss yang dihasilkan sebesar -27,071 dB. Marker 2 dan 3 menunjukkan rentang frekuensi terindikasi 9,2802 – 9,308 GHz dengan lebar bandwidth 27,8 MHz.



Gambar 10. Hasil Simulasi Pola Radiasi Perancangan Antena MIMO 4x4

Hasil simulasi pada Gambar 10 menunjukkan bahwa pola radiasi dari antenna mikrostrip bersifat terarah atau mempunyai distribusi penguatan daya terpusat pada satu arah. Nilai gain yang diperoleh pada simulasi sebesar 6,35 dBi pada frekuensi 9,3 GHz. Perancangan antenna MIMO 4x4 memenuhi kinerja yang ingin dicapai yaitu dengan nilai return loss sebesar $\leq -27,071$ pada frekuensi kerja 9,3 GHz, namun nilai gain yang dihasilkan antenna MIMO 4x4 belum mencapai ≤ 17 dBi.



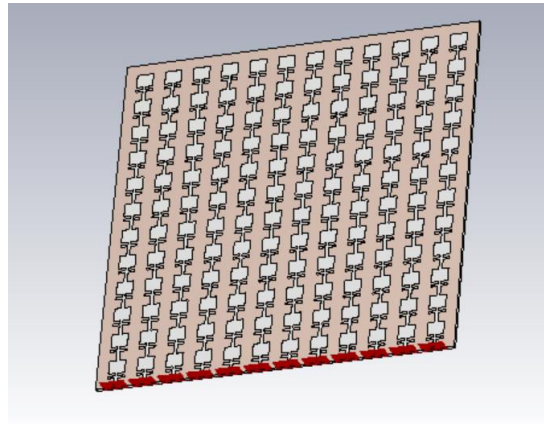
Gambar 11. Hasil Akhir Pola Radiasi Azimuth Antena MIMO 4x4

Hasil simulasi pada Gambar 11 menunjukkan bahwa pola radiasi azimuth antenna MIMO 4x4 menunjukkan pola terarah atau titik-titik pada satu arah, dimana magnitudo lobe utama pada hasil simulasi menunjukkan 6,35 dBi. Desain antenna MIMO 4x4 menghasilkan sudut pancaran sebesar 40,8 derajat, tentunya hal ini belum sesuai dengan hasil yang diharapkan yaitu ≤ 25 derajat.

Antena MIMO 12x12

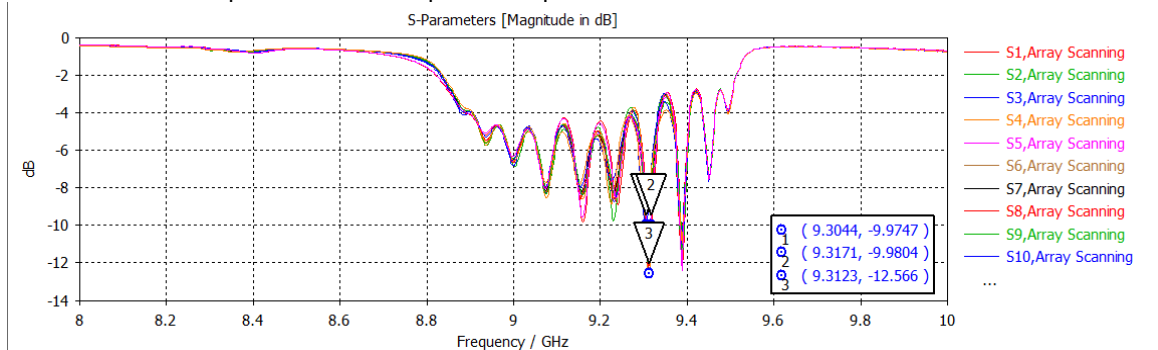
Pada tahap ini desain antenna sebelumnya dirancang dari MIMO 2x2 dan 4x4, kemudian akan ditingkatkan menjadi antenna MIMO dengan jumlah elemen 12x12 untuk mendapatkan hasil yang maksimal dari desain antenna sebelumnya.

Rancangan antenna MIMO 12x12 dapat dilihat pada Gambar 12. Dimana jarak antar elemen antenna (d) pada array adalah $a/2$ atau 10,43 mm. Jarak antar elemen antenna (d) merupakan jarak antara titik tengah elemen antenna yang satu dengan titik tengah elemen antenna yang lain. Gambar 16 menunjukkan desain antenna MIMO 12x12.



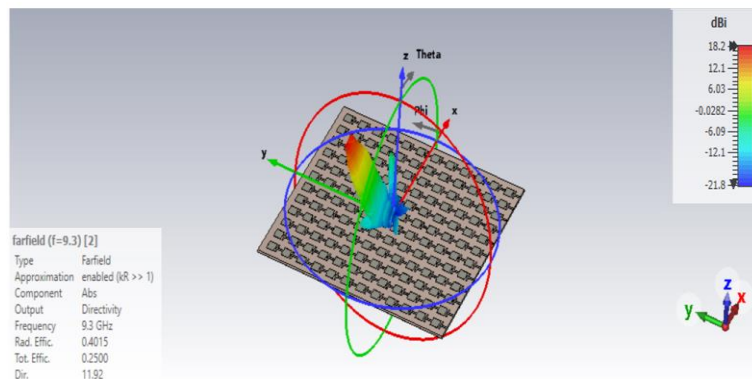
Gambar 12. Desain Perancangan Antena MIMO 12x12

Rancangan antenna mikrostrip MIMO 12x12 disimulasikan kembali untuk melihat gain dan pola radiasinya. Hasil simulasi gain desain antenna mikrostrip MIMO 12x12 dapat dilihat pada Gambar 13.



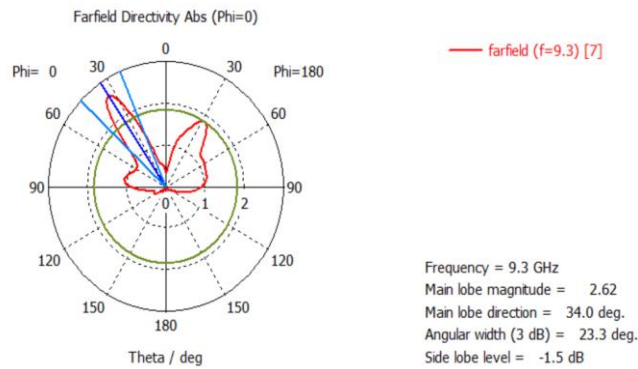
Gambar 13. Hasil Simulasi Return Loss Antena MIMO 12x12

Pada Gambar 13 terlihat marker 3 menunjukkan nilai return loss pada frekuensi kerja 9,3 GHz. Nilai return loss yang dihasilkan sebesar -12,566 dB. Marker 1 dan 2 menunjukkan rentang frekuensi terindikasi 9.3044 – 9.3171 GHz dengan lebar bandwidth 12,7 MHz.



Gambar 14. Hasil Simulasi Pola Radiasi Perancangan Antena MIMO 12x12

Hasil simulasi pada Gambar 14 menunjukkan bahwa pola radiasi dari antenna MIMO 12x12 bersifat terarah atau mempunyai distribusi penguatan daya terpusat pada satu arah. Nilai gain yang diperoleh pada simulasi sebesar 18,2 dBi pada frekuensi 9,3 GHz. Perancangan antenna MIMO 12x12 memenuhi kinerja yang ingin dicapai yaitu dengan nilai return loss $\leq -12,566$ pada frekuensi kerja 9,3 GHz, nilai gain yang dihasilkan antenna mikrostrip MIMO 12x12 telah mencapai ≤ 17 dBi.



Gambar 15. Hasil Akhir Pola Radiasi Azimuth Antena MIMO 12×12

Hasil simulasi pada Gambar 15 menunjukkan bahwa pola radiasi azimuth antena MIMO 12x12 menunjukkan pola terarah atau titik-titik pada satu arah, dimana magnitudo main lobe pada hasil simulasi menunjukkan sebesar 2,62 dBi. Desain antena MIMO 12x12 menghasilkan sudut pancaran sebesar 23,5 derajat, tentunya hal ini sesuai dengan hasil yang diharapkan yaitu ≤ 25 derajat.

b. Perancangan Butler Matrix

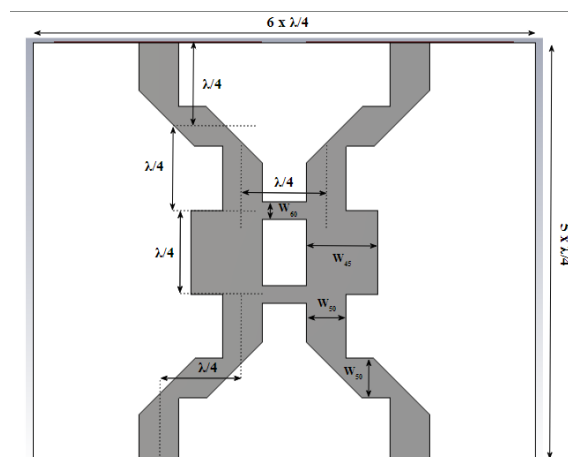
Pada tabel 6 menunjukkan rangkuman parameter awal yang telah diketahui dari rancangan butler matrix.

Tabel 6. Rangkuman Parameter Awal Rancangan *Butler Matrix*

Parameter Perhitungan	Besaran
c	$2,998 \times 10^8$ m/s
f	9,3 GHz
ϵ_r	10,2
h	1,28 mm
Z_0	50Ω

Perancangan Butler Matrix 2x2

Sebagai konfigurasi desain rancangan untuk 2x2 hybrid coupler, tabel 7 digunakan untuk pedoman ukuran dalam desain perancangan. 2x2 hybrid coupler dirancang untuk membagi daya input secara merata ke dua output port. Selain itu 2x2 hybrid coupler juga berperan sebagai Butler matrix 2x2. Untuk konfigurasi detail dari struktur dan ukuran 2x2 hybrid coupler dapat dilihat pada gambar 16.



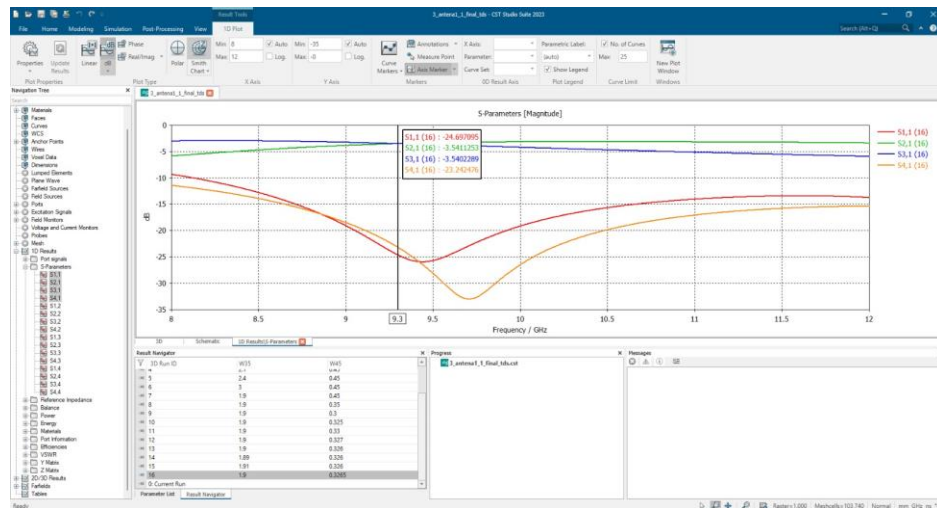
Gambar 16. Konfigurasi Rancangan Butler Matrix 2x2

Tabel 7 menunjukkan konfigurasi parameter dengan nilai dimensi dalam satuan milimeter (mm) sebagai ukuran pada rancangan 2x2 *Hybrid Coupler* yang terdapat pada gambar 16.

Tabel 7. Konfigurasi Dimensi Rancangan 2x2 Hybrid Coupler

Parameter	Dimensi (mm)
$\lambda/4$	2,525
W_{50}	1,2
W_{60}	0,798
W_{45}	1,482

Rancangan butler matrix 2x2 disimulasikan kembali untuk melihat s-parameter. Hasil simulasi s-parameter desain butler matrix 2x2 dapat dilihat pada Gambar 17.



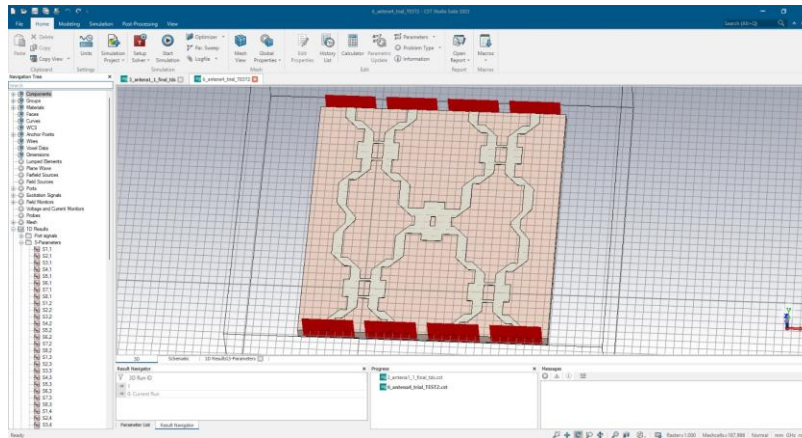
Gambar 17. Hasil Simulasi S-Parameter Butler Matrix 2x2

Hasil rancangan *Butler matrix* 2x2 diperoleh dari desain dan performa dari 2x2 *hybrid coupler*. Hasil simulasi menunjukkan desain dengan menggunakan *mitered bend* lebih baik dibandingkan tanpa menggunakan *mitered bend*, dengan daya sekitar -4 dB pada port output (port 2 dan 3), dimana sedikit lebih rendah dibandingkan dengan standar *hybrid coupler* dengan daya -3dB, namun pada rancangan ini diperoleh daya yang rata antar kedua port output dan frekuensi kinerja 9,3 GHz pada pita frekuensi *X-Band*. Gambar 17 menunjukkan hasil simulasi S-parameter dari *Butler matrix* 2x2, baik dengan menggunakan *mitered bend*, maupun tanpa menggunakan *mitered bend*.

Pada gambar 17 dapat dilihat bahwa respon S-Parameter dari butler matrix 2x2 sudah bagus yaitu dibawah -10 db sehingga butler matrix dapat diintegrasikan dengan antenna 2x2 namun ketika melakukan penggabungan tetap perlu dilakukan karakterisasi untuk menghasilkan hasil yang maksimal.

Perancangan Butler Matrix 4x4

Butler Matrix dalam penelitian ini terbentuk dari gabungan antara empat unit 2x2 *hybrid coupler*, dua unit *crossover*, dua unit *phase shifter*, dan dua unit *microstrip line* dengan impedansi 50 Ω . Untuk konfigurasi detail dari struktur dan ukuran *phase shifter* dapat dilihat pada gambar 18.



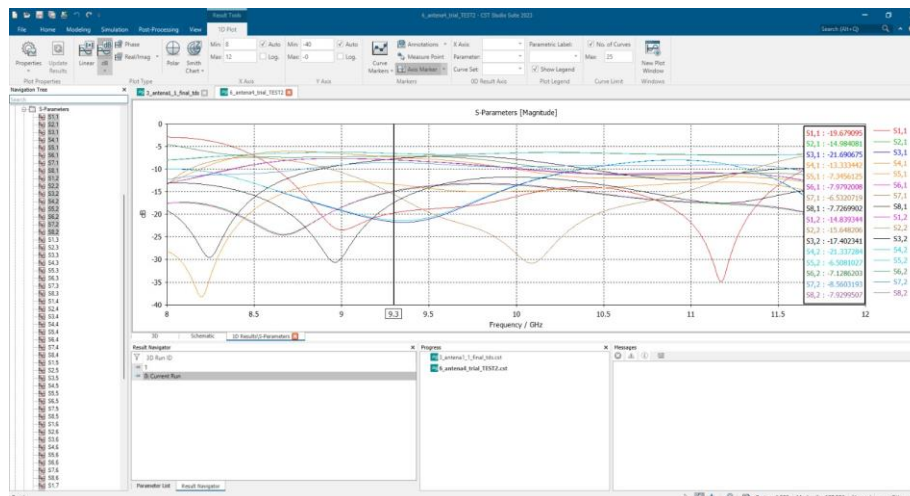
Gambar 18. Konfigurasi Dimensi Desain Rancangan *Butler Matrix* 4x4

Tabel 8 menunjukkan konfigurasi parameter dengan nilai dimensi dalam satuan milimeter (mm) sebagai ukuran pada rancangan *Butler matrix* 4x4 yang terdapat pada gambar 18.

Tabel 8. Konfigurasi Dimensi Rancangan *Butler Matrix* 4x4

Parameter	Dimensi (mm)
$\lambda/4$	2,525
W_{50}	1,2
L_{50}	3,084

Rancangan butler matrix 4x4 disimulasikan kembali untuk melihat s-parameter. Hasil simulasi s-parameter desain butler matrix 4x4 dapat dilihat pada Gambar 19.

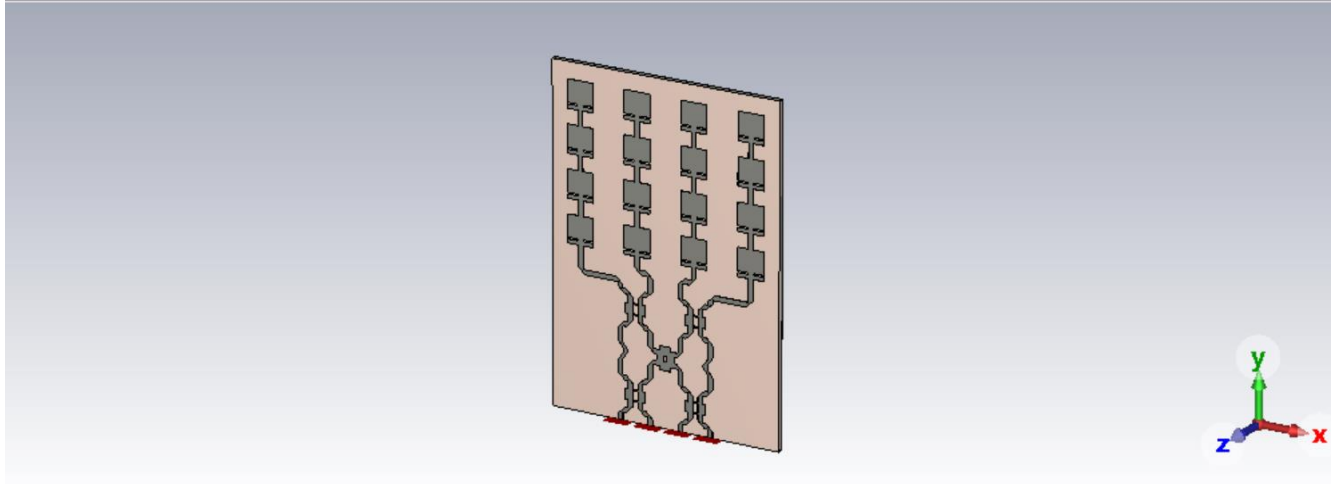


Gambar 19. Hasil Simulasi S-Parameter *Butler Matrix* 4x4

Hasil simulasi menunjukkan desain dengan menggunakan mitered bend lebih baik dibandingkan tanpa menggunakan mitered bend, dengan return loss sebesar <-20 dB untuk port yang berada dipinggir (port 1, 4, 5, dan 8) dan sebesar <-14 dB untuk port yang berada ditengah (port 2, 3, 6, dan 7). Untuk insertion loss pada performa Butler matrix 4x4 menunjukkan performa yang sama antar port yang berada di pinggir dan port yang berada ditengah antara >-6 dB dan <-9,5 dB. Untuk isolation antar performa port yang berada di pinggir dan port yang berada di tengah menunjukkan perbedaan dimana terdapat port yang berada di tengah yang memiliki isolation yang tidak memenuhi standar <-10 dB (pada S3,2). Hal ini menunjukkan perlunya perbaikan desain pada struktur matrik Butler 4x4, baik dari segi karakterisasi lebih lanjut komponen penyusunnya maupun konfigurasi port waveguide.

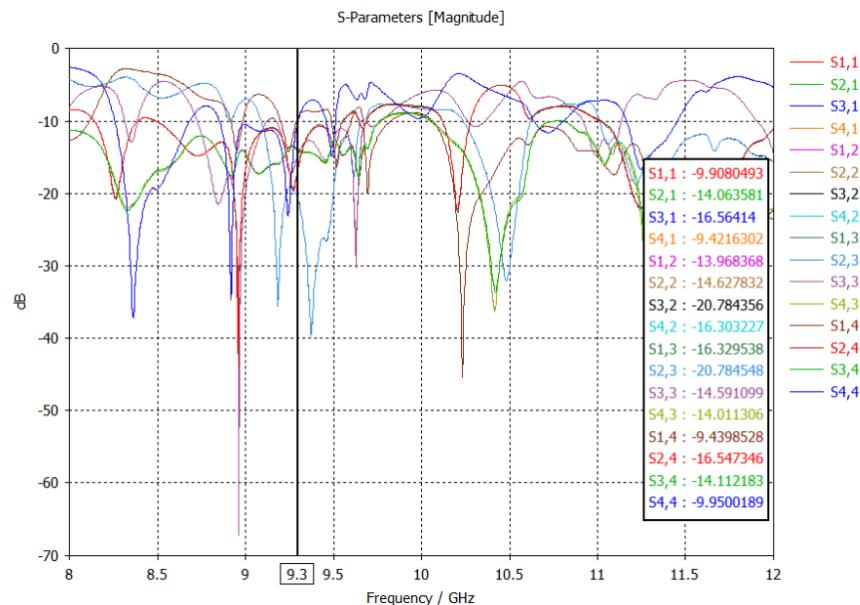
Integrasi Butler Matrix 4x4 dan Antenna Array 4x4

Pada tahap ini dilakukan integrasi terhadap butler matrix 4x4 dan antenna array 4x4 dimana dengan melakukan penggabungan butler matrix dan antenna array dapat dilihat hasil polaradiasi yang dipancarkan. Namun ketika melakukan penggabungan tetap diperlukan karakterisasi untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Hasil akhir dari rancangan tersebut dapat dilihat pada gambar 20 dibawah ini:



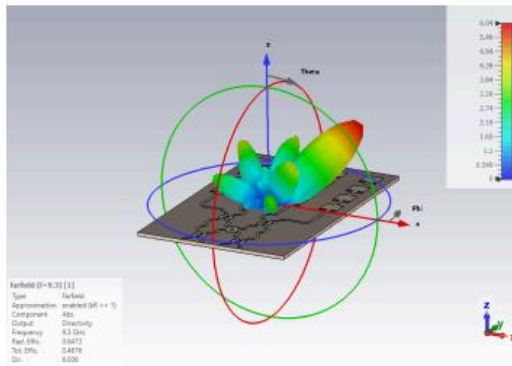
Gambar 20. Integrasi Butler Matrix 4x4 dan Antena Array 4x4

Dari rancangan desain tersebut dapat dilihat hasil simulasinya mulai dari S-Parameter hingga polaradiasi yang dihasilkan. Seperti yang tertera pada gambar 21 berikut ini :

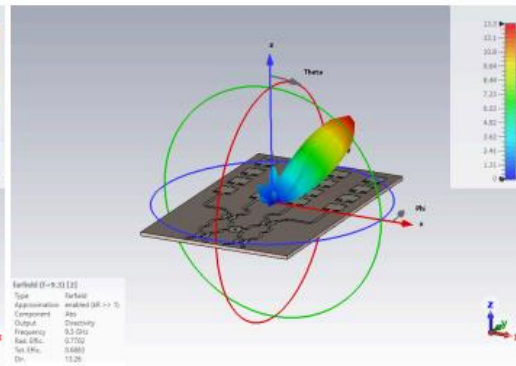


Gambar 21. Hasil Simulasi S-Parameter Integrasi Butler Matrix dan Antena Array

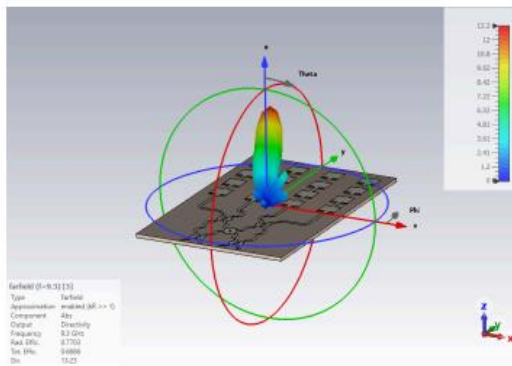
Dari gambar 21 dapat dilihat bahwa hasil simulasi yang didapat dari rancangan integrasi butler matrix dan antenna array menghasilkan return loss yang cukup yaitu port 2 dan 3 dibawah -10 dB. Namun port 1 dan 4 masih diatas -10 dB yaitu 9,7 dB.



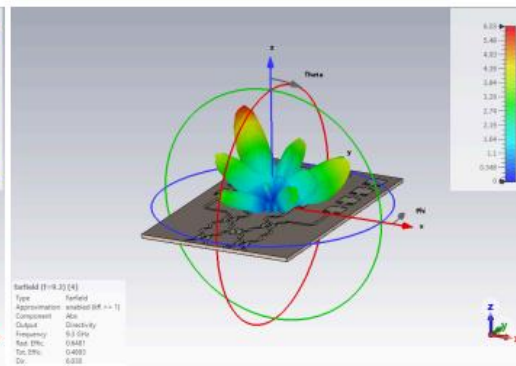
Port 1



Port 2



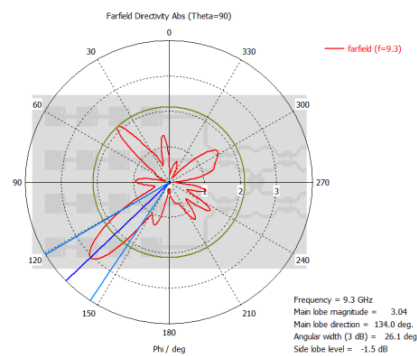
Port 3



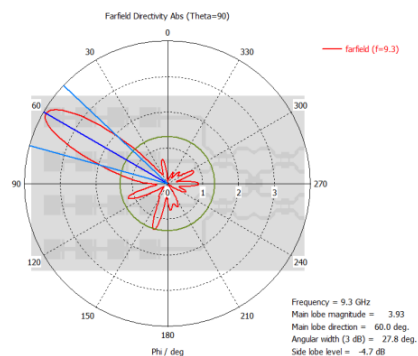
Port 4

Gambar 22. Hasil Polaradiasi Integrasi Butler Matrix dan Antenna Array

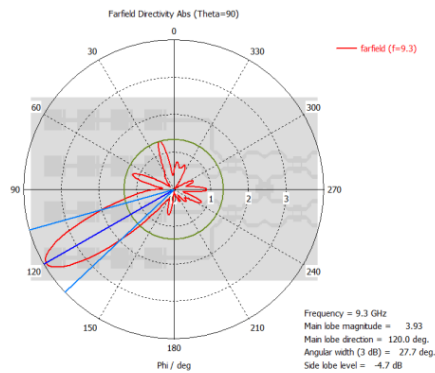
Dari hasil simulasi tersebut dapat dilihat bahwa polaradiasi yang dihasilkan oleh integrasi antara butler matrix 4x4 dan antenna array 4x4 menunjukkan 4 arah pancaran. Dengan gain yang dihasilkan oleh port 1 dan 4 adalah 6,03 dBi dan port 2 dan 3 menghasilkan gain 13,2 dBi.



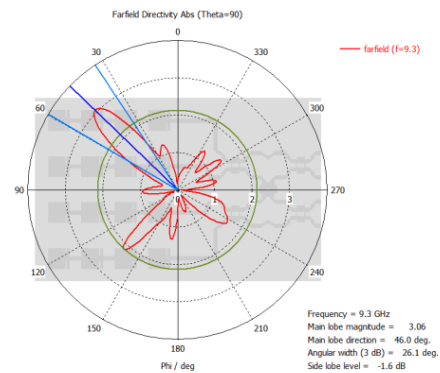
Port 1



Port 2



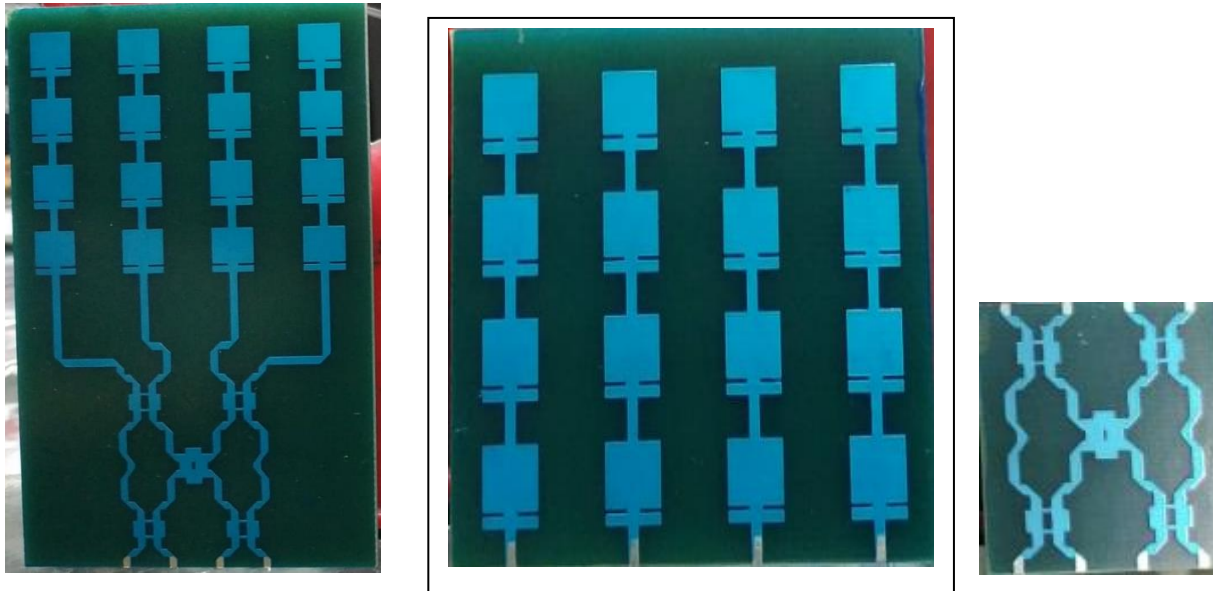
Port 3



Port 4

Gambar 23. Hasil Akhir Pola Radiasi Azimuth Integrasi Butler Matrix dan Antenna Array

Dari hasil akhir polaradiasi azimuth integrasi antara butler matrix dan antenna array dapat dilihat bahwa antenna memancarkan 4 polaradiasi dengan sudut fasa pada port 1 dan 4 yaitu 26,1 derajat dan pada port 2 dan 3 adalah 27,7 derajat.



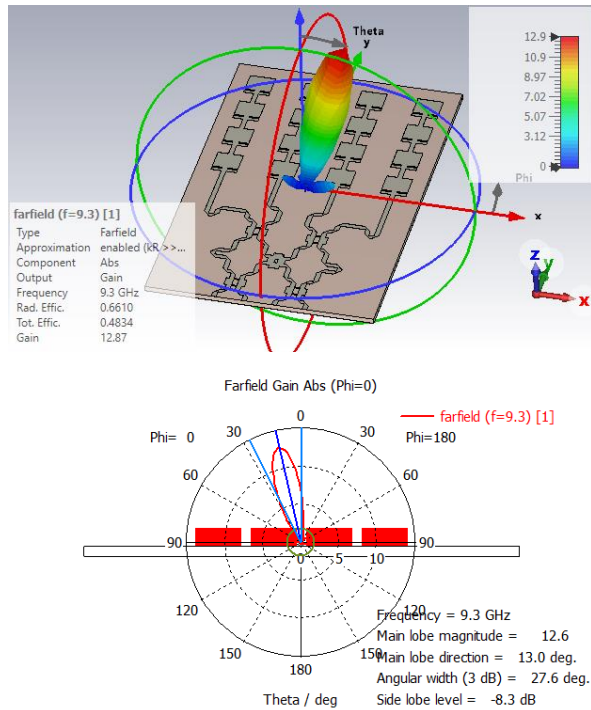
Gambar 24: Fabrikasi antenna awal

Gambar 24 merupakan hasil cetak antenna yang sudah dirancang untuk 4x4 MIMO antenna, 4x4 Butler Matrix dan integrasi keduanya. Namun belum dilakukan pengujian terhadap kinerja antenna yang dihasilkan.

Optimisasi crossover pada butler matrix

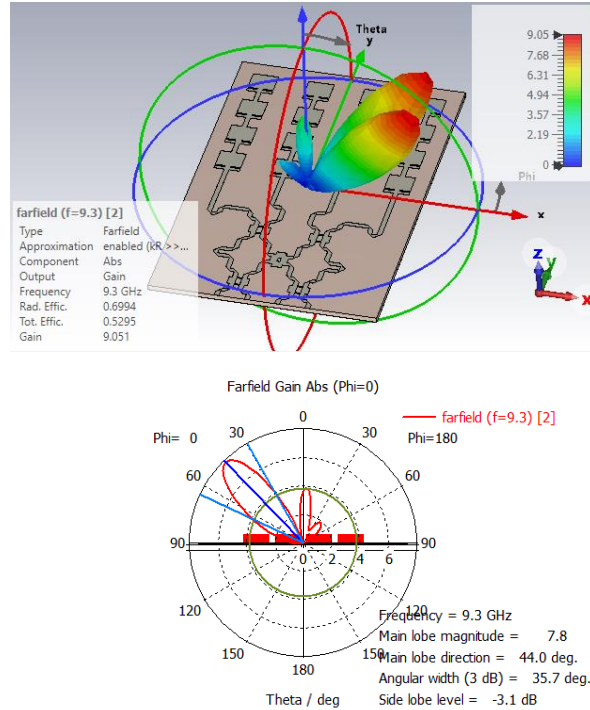
BM tanpa crossover tambahan

Port 1



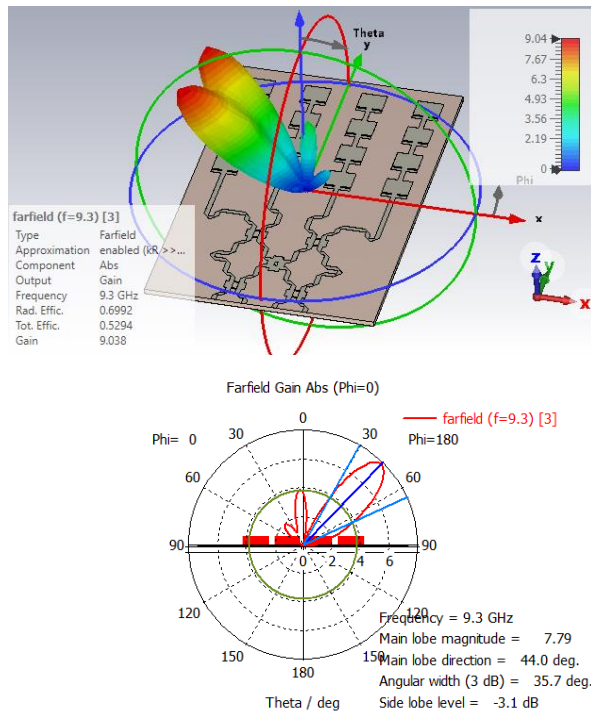
Peak magnitude 11.1 dBi

Port 2



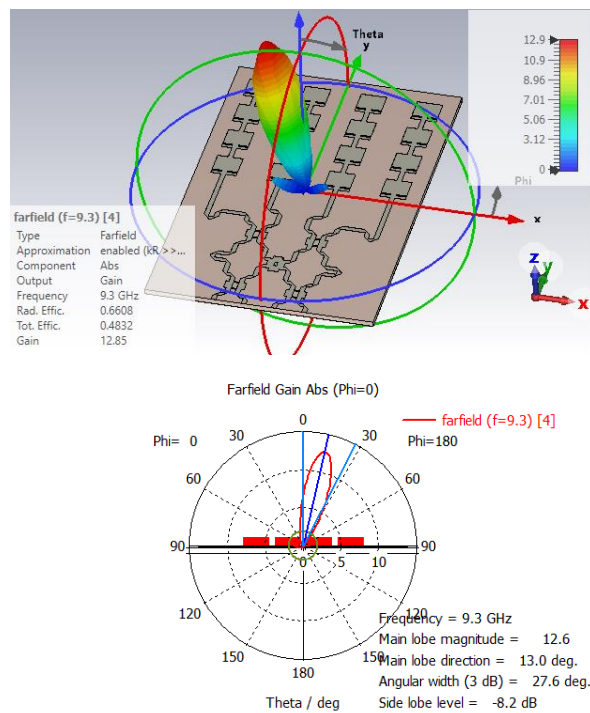
Peak magnitude 9.57 dBi

Port 3



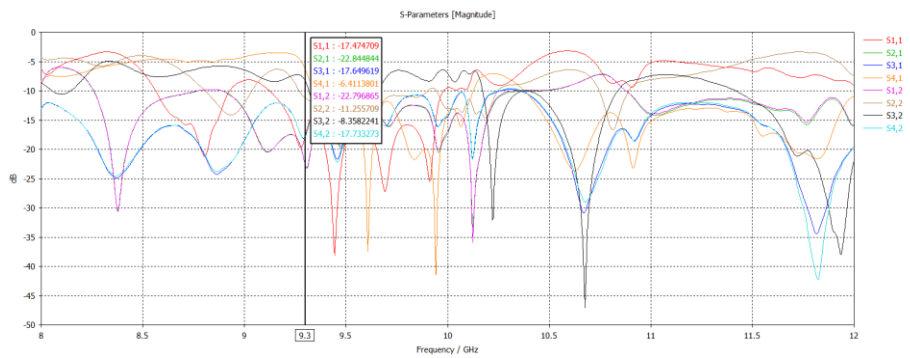
Peak magnitude 9.56 dBi

Port 4

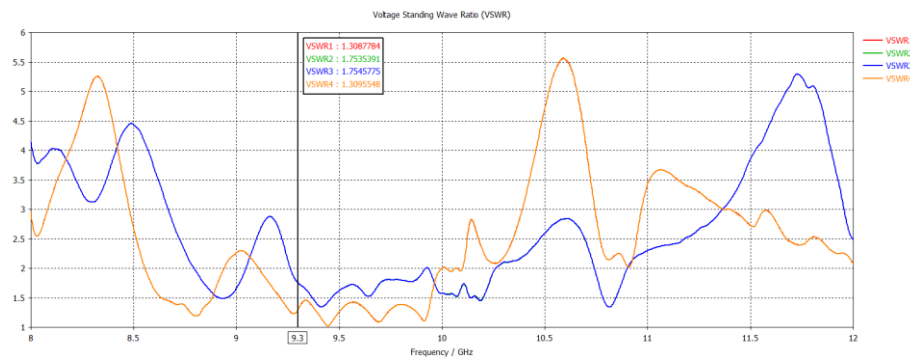


Peak magnitude 11.1 dBi

S Parameter

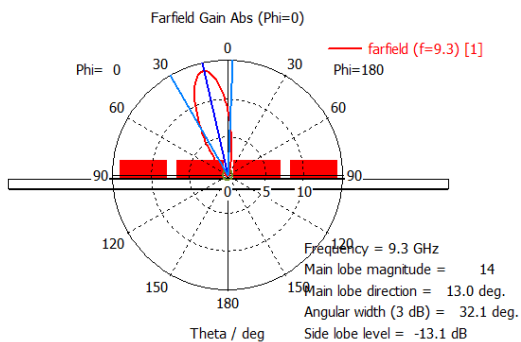
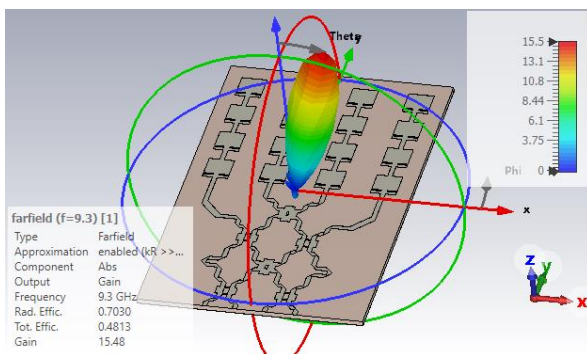


VSWR



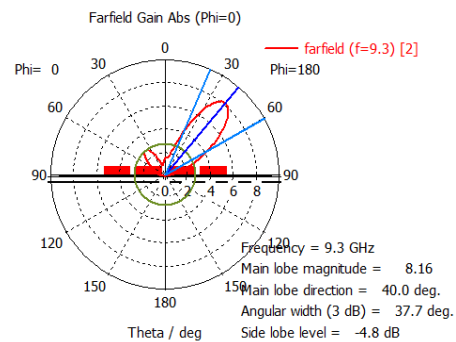
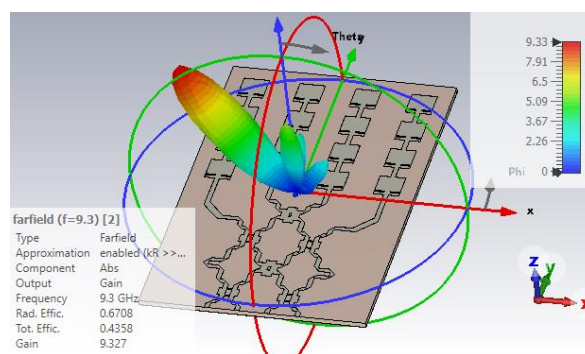
BM konvensional

Port 1



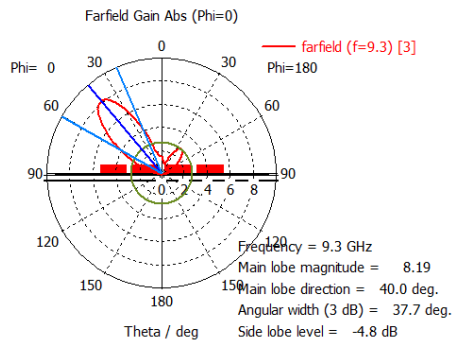
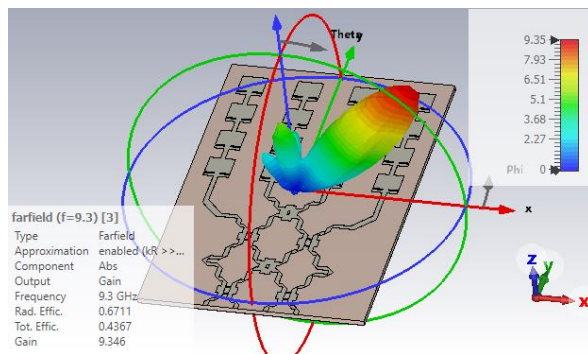
Peak magnitude 11.9 dBi

Port 2



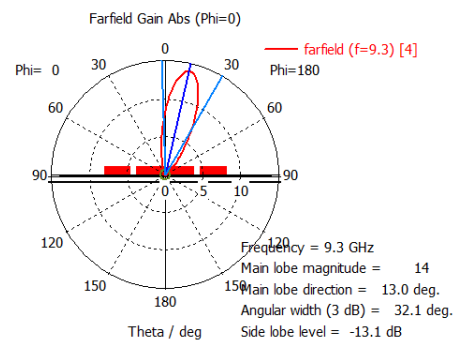
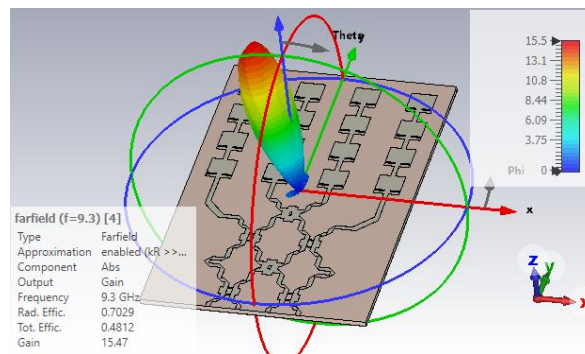
Peak magnitude 9.7 dBi

Port 3



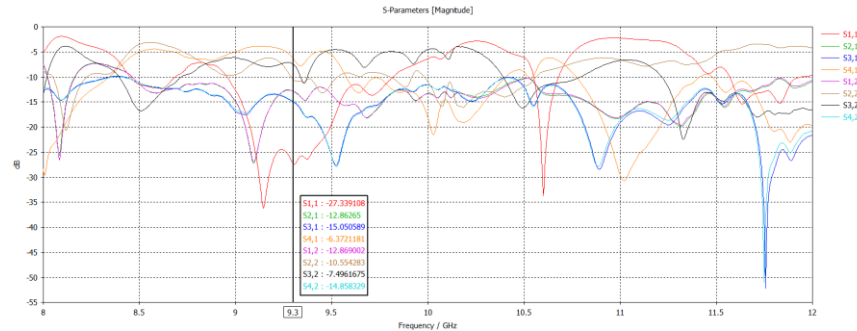
Peak magnitude 9.71 dBi

Port 4

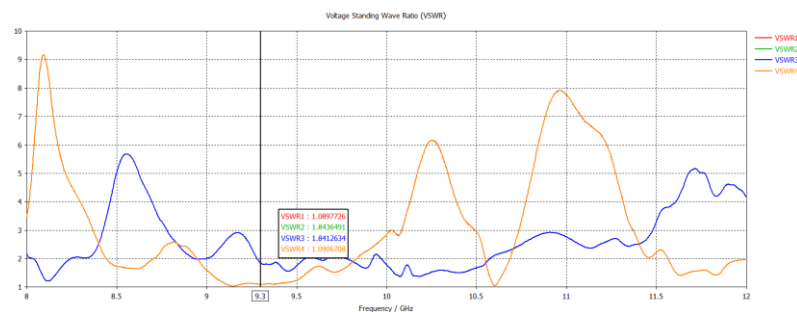


Peak magnitude 11.9 dBi

S-Parameter:



VSWR



Kesimpulan:

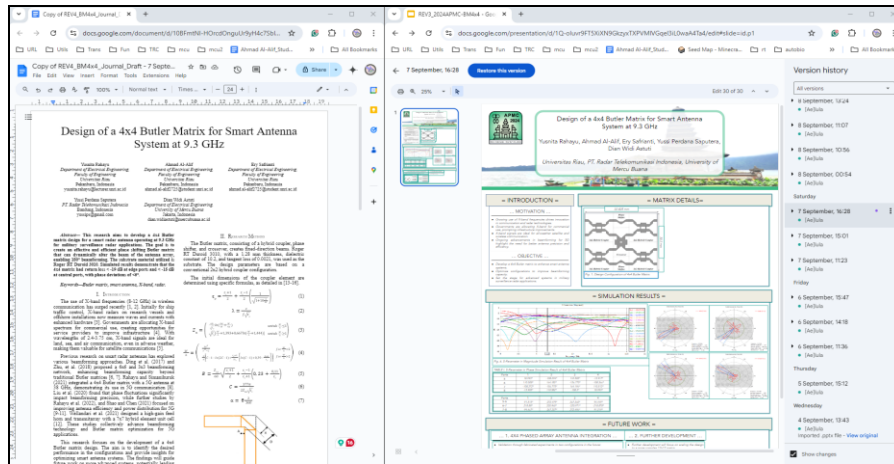
BM tanpa crossover tambahan memiliki perbedaan pancaran pada port 2 dan 3 (port tengah)
 BM konvensional lebih unggul dalam pola radiasi dan pancaran gain, namun BM tanpa crossover tambahan lebih kecil ukurannya

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta mengunggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui BIMA.

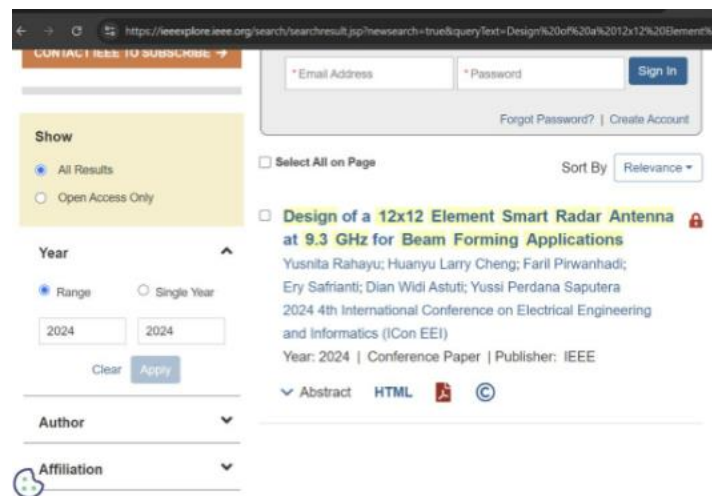
Luaran wajib:

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (<i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i>)	Keterangan (<i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i>)
1	Artikel di Jurnal Internasional Bereputasi	Submitted – Rejected	https://ijneam.unimap.edu.my/
2	Artikel di Jurnal Internasional	Accepted	https://submit.confbay.com/conf/sirac2024_3

Untuk luaran wajib berupa jurnal internasional bereputasi dalam status submitted rejected. Bukti submit dan reject Jurnal dapat dilihat pada gambar 26. Namun, 2 artikel sudah ditulis dan disubmit ke IEEE Intenasional Conference yaitu IEEE APMC (presented) dan IEEE Icon EEI (published). Berikut bukti artikel dan poster IEEE APMC yang sudah di presentasikan pada gambar 24 dan bukti artikel pada Icon EEI 2024 pada gambar 25. Satu artikel sudah diterima untuk mengikuti kompetisi artikel jurnal seperti terlihat pada gambar 27.



Gambar 24 Artikel IEEE APMC dan Poster



Gambar 25 Bukti artikel Icon EEI terbit di IEEE

[illegible][illegible]

CHUN HONG VOON <ejournal@unimap.edu.my>
to me, Ahmad, Faril, Ery, Dian, Yussi ▾

Wed, Oct 2, 9:17 PM ☆ ↶ ⋮

Dear author,

Greetings from **IJNeM**.

Your submission titled "Development of Butler Matrix Microstrip Model on Multi-Beam Smart Antenna Array System for Radar Application" has been evaluated by the internal reviewer.

With regret, I have to inform you that our decision is to decline your submission.

Reason for Decline:
Out of Scope

Recommendation:

To decline Thank you for your interest and submission to the International Journal of Nanoelectronics and Materials. Unfortunately, after an initial evaluation, we have determined that the paper is not suitable for this journal's readership and scope. To avoid delay, the authors would be better served by submitting this paper to a more suitable journal for possible publication.

Gambar 26 Jurnal IJNEAM, bukti submit, bukti reject



SIRAC 2024 III - Notification of Acceptance SIRAC 2024 III: 300-324

1 message

Semarak International Research Article Competition 2024 III <sirac@confbay.com>
To: ahmad.alif2725@student.unri.ac.id

Sun, Dec 1, 2024 at 08:46

Dear Mr. Ahmad Al-Alif,

On behalf of the SIRAC 2024 III Committee, we are pleased to inform you that your submitted abstract (SIRAC 2024 III: 300-324) entitled "Development of Butler Matrix Microstrip Model on Multi-Beam Smart Antenna Array System for Radar Application", has been reviewed and accepted for this competition. You are therefore requested to:

1. Fill in the disclaimer agreement form for the full paper submission in the following link:
- [Disclaimer Agreement](#)
2. Submit the **full paper minimum 9 pages** to the Competition website (Confbay) before the full paper deadline. **The full paper must be in Microsoft word file. All equations and Tables should be editable for formatting purpose.**
3. If you **write** your paper in **BAHASA**, please provide **Title, abstract and keywords** in **both ENGLISH and BAHASA**.
4. For **citation format**, please use **NUMBER CITATION FORMAT** (exp.: [1], [2]). **Dont ever use name-year citation format** (exp.: ahmad, 2023)

You are strictly advised to adhere to the [FULL PAPER template](#) and read carefully "Guide for Author" which can be downloaded from the competition website.

We look forward to receiving your full paper very soon.

Please be reminded that the **PARTICIPATION FEE shall be paid 2 weeks before the COMPETITION. Please attach the payment receipt in your profile in the competition website.**

Yours sincerely,

SIRAC 2024 III Secretariat
Email: arifaziz@semarakilmu.com.my

Gambar 27: Bukti artikel diterima untuk kompetisi internasional jurnal

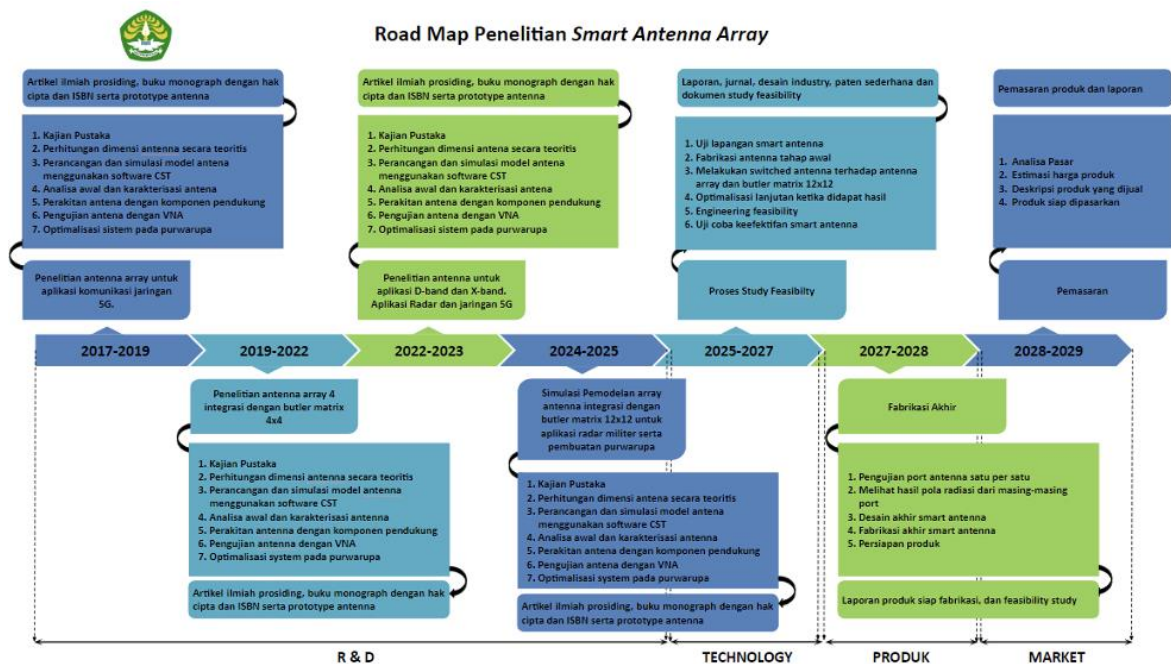
E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (untuk Penelitian Terapan, Penelitian Pengembangan, PTUPT, PPUPT serta KRUPPT). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui BIMA.

Membantu dalam proses pengujian dan validasi hasil pengujian.

F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Kendala yang dihadapi selama penelitian adalah untuk mendapatkan hasil optimal pada perancangan butler matrix 3x3 untuk pembentukan butler matrix 12x12, yang memerlukan waktu lama untuk karakterisasi butler matrix dan simulasi.

G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian di tahun berikutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Jika laporan kemajuan merupakan laporan pelaksanaan tahun terakhir, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.



Gambar 26 Road map penelitian

Terlihat pada gambar 26 roadmap penelitian, tahun 2024-2025 dilakukan pengembangan model butler matrix pada smart multi-beam antenna X-band (9.3 GHz). 2025-2027, studi kelayakan purwarupa dan uji lapangan. Pada 2027-2028, produk yang siap dikomersilkan dengan pengujian mengikuti standar industri. Tahap pemasaran, 2028-2029, melibatkan analisis pasar dan penentuan harga jual.

Untuk rencana selanjutnya adalah pengoptimalisasi desain butler matrix 3x3 sebelum perancangan butler matrix 12x12, setelah itu melakukan integrasi dengan 12x12 antenna array. Bila hasil simulasi sudah sesuai target akan difabrikasi dan dilakukan pengujian menggunakan perangkat VNA. Hasil perbandingan yang didapatkan pada pengujian akan dibandingkan dengan hasil simulasi. Fabrikasi antenna 4x4 beserta butler matrix sudah dilakukan namun belum diuji.

Untuk jurnal direncanakan akan mensubmit ulang hasil modelling beam forming smart antenna dengan 2x2 dan 4x4 antenna array dan butler matrix. Dengan melakukan revisi hasil yang didapat ke jurnal internasional bereputasi lainnya.

H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan kemajuan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

Daftar Pustaka:

1. Rahayu, Y., Sufantoro, H., & Soh, P. J. (2023, October). Design Substrate Integrated Waveguide Antenna Array for D-Band Application. In 2023 IEEE International Symposium On Antennas And Propagation (ISAP) (pp. 1-2). IEEE.
2. Rahayu, Y., Ali, I. T., Saputera, Y. P., Novriza, M., & Praludi, T. (2022, December). Numerical experiment of adding patch elements to X-band microstrip antennas. In 2022 IEEE International RF and Microwave Conference (RFM) (pp. 1-4). IEEE.
3. Rahayu, Y., Simanihuruk, J. M., & Wahyu, Y. (2022). A compact design of 4× 4 Butler matrix with four linear array antenna at 38 GHz. *International Journal of Electrical, Energy and Power System Engineering*, 5(3), 80-85.
4. Irtawaty, A. S., Ulfah, M., & Hadiyanto, H. (2018). Pengaruh Beamwidth, Gain dan Pola Radiasi terhadap Performansi Antena Penerima. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 6(1), 14-22.
5. Permatasari, D. P. (2015). Pelebaran Bandwidth Antena Mikrostrip dengan Struktur Pentanahan Tiruan. *Fakultas Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya*.
6. Artawan, P. (2023). Karakteristik Gelombang Elektromagnetik Pada Antena Mikrostrip Aplikasinya Untuk Sistem Komunikasi Satelit. *Prosiding Sains dan Teknologi*, 2(1), 57-66.