

Nama Rumpun Ilmu : Teknik Telekomunikasi

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DASAR UNGGULAN PERGURUAN TINGGI



**DISAIN DAN REALISASI MINIATURISASI BANDPASS FILTER (BPF)
BERBASIS TEKNOLOGI SUBSTRATE-INTEGRATED WAVEGUIDE
(SIW) PADA FREKUENSI L-BAND UNTUK APLIKASI
COASTAL RADAR**

TIM PENELITI

Muhammad Mimsyad, S.T., M.Eng., Ph.D. / 0020037601 (Ketua)
Ir. Abdullah Bazergan, M.T. / 0029086501 (Anggota)
Ir. Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D. / 0030037902 (Anggota)

**Dibiayai oleh DIPA Politeknik Negeri Ujung Pandang sesuai dengan
Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Penugasan
Nomor : B/14/PL10.11/PT.01.05/2022, tanggal 7 Juni 2022**

**PROGRAM STUDI D3-TEKNIK TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
NOVEMBER 2022**

**HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN DASAR UNGGULAN PERGURUAN TINGGI**

Judul Penelitian : Disain dan Realisasi Miniaturisasi Bandpass Filter (BPF) Berbasis Teknologi Substrate-integrated Waveguide (SIW) pada Frekuensi L-band Untuk Aplikasi *Coastal Radar*

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 453 / Teknik Telekomunikasi

Ketua Peneliti :

a. Nama Lengkap : Muhammad Mimsyad, S.T., M.Eng., Ph.D.

b. NIDN : 0020037601

c. Jabatan Fungsional : Lektor / III-c

d. Jurusan/Program Studi : Teknik Elektro/Teknik Telekomunikasi

e. Nomor HP : 085343574547

f. Alamat surel (e-mail) : mu_mimsyad@poliupg.ac.id

Anggota Peneliti (1)

a. Nama Lengkap : Ir. Abdullah Bazergan, M.T.,

b. NIDN : 0027026402

c. Jurusan/Program Studi : Teknik Elektro/Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi

Anggota Peneliti (2)

a. Nama Lengkap : Ir. Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM

b. NIDN : 0030037902

c. Jurusan/Program Studi : Teknik Elektro/Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi

Mahasiswa Yang dilibatkan :

1. Nama/ NIM : Izzul Haq. M / 32220003

2. Nama/NIM : Nur Fajri / 42219019

Lama Penelitian : 8 bulan

Biaya Penelitian : Rp.8.050.000,-

Makassar, 17 Nopember 2022



Mengetahui,
Ketua Jurusan,

(Ahmad Rizal Sultan, S.T., M.T., Ph.D.)
NIP. 19760921 200003 1 001

Mengetahui,
a.n. Direktur
Wakil Direktur I

(Ahmad Zubair Sultan, S.T., M.T., Ph.D.)
NIP. 19740423 199903 1 002

Ketua Peneliti,

(Muhammad Mimsyad, S.T., M.Eng., Ph.D.)
NIP. 19760320 200501 1 001

Menyetujui,
Kepala P3M,

(Dr. Ir. Firman, M.T.)
NIP. 19641231 199103 1 028

RINGKASAN

Seiring perkembangan teknologi telekomunikasi, semakin banyak bermunculan teknologi baru *wireless* seperti yang lagi hangat diperdebatkan saat ini yaitu teknologi 5G. Ini akan mendorong para peneliti dan disainer RF dalam bidang komponen dan sistem komunikasi *wireless* untuk dapat menemukan dan membuat komponen-komponen RF berkinerja tinggi khususnya filter. Filter merupakan komponen yang dapat melewatkan frekuensi yang diinginkan dan menolak/meredam frekuensi yang tidak diinginkan. Dengan demikian, filter akan menjadi komponen yang sangat penting untuk menghindari adanya interferensi. Dalam sistem komunikasi radar seperti *coastal radar*, filter berkinerja tinggi sangat dibutuhkan untuk menghindari kesalahan dalam mendeteksi target. Komponen *wireless* termasuk sistem radar yang berkinerja tinggi saat ini sudah mempersyaratkan ukuran yang kecil (*compact size*), sederhana (*low profile*), mudah difabrikasi, berbiaya murah (*low cost*), dan dapat menangani daya tinggi (*high power handling*). Salah satu teknologi terbaru yang digunakan untuk membuat komponen frekuensi tinggi khususnya sistem *wireless microwave* karena dapat memenuhi persyaratan tersebut adalah teknologi *substrate-integrated waveguide* (SIW).

Tujuan penelitian ini adalah memperoleh struktur baru dengan mempelajari efek struktur multilayer terhadap frekuensi untuk memperoleh sebuah komponen *bandpass filter* (BPF) berukuran kecil berbasis teknologi SIW untuk aplikasi *coastal radar* pada frekuensi L band. Hasil yang diperoleh nantinya dapat digunakan untuk mendisain BPF berukuran kecil. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung terciptanya sebuah peralatan sistem *coastal radar* berkinerja tinggi yang mudah diinstal dimana saja. Penelitian ini sangat diharapkan dapat memberikan kontribusi untuk pengembangan dan pemanfaatan teknologi kemaritiman bagi negara Indonesia yang dikenal sebagai sebuah negara kepulauan.

Metode penelitian ini menggunakan *software* HFSS v.15 untuk melakukan simulasi struktur filter yang didisain. Output yang diinginkan menggunakan parameter S_{21} dan S_{11} untuk melihat kinerja filter terhadap perubahan frekuensi. Untuk melihat kinerja filter secara riil, hasil simulasi akan direalisasikan melalui proses fabrikasi untuk memperoleh komponen BPF, kemudian dilakukan pengukuran menggunakan peralatan *Vector Network Analyzer* (VNA) untuk melihat kinerja filter yang sudah direalisasikan. Hasil penelitian sementara memperlihatkan bahwa untuk memperoleh miniaturisasi cavity, struktur terdiri dari dua layer substrate dielektrik dan tiga layer metal dimana layer metal atas dan bawah membentuk bagian-bagian dinding SIWC. Sementara itu, layer metal tengah diground ke layer metal bawah melalui sebuah *blind via*. Layer metal di bagian tengah mempunyai bentuk lingkaran (*circular patch*).

Kata Kunci : *Bandpass Filter* (BPF), SIW, *Coastal Radar*

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat ALLAH, SWT atas limpahan rahmat dan nikmat yang diberikan sehingga penelitian yang berjudul “Disain dan Realisasi Miniaturisasi Bandpass Filter (BPF) Berbasis Teknologi Substrate-integrated Waveguide (SIW) Pada Frekuensi L-Band Untuk Aplikasi Coastal Radar” dapat diselesaikan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada UPPM Politeknik Negeri Ujung Pandang untuk kesempatan dan biaya yang diberikan dalam menyelesaikan penelitian ini. Secara khusus, penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan staf pengajar program studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Ujung Pandang dan semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini

Penulis mengharapkan saran dan kritikan untuk kesempurnaan hasil penelitian ini. Semoga penelitian ini dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang diberikan.

Makassar, November 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Radar	4
2.2. Band Pass Filter (BPF)	4
2.3. Substrate Integrated Waveguide	6
2.4 Analisis SIW	8
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	11
3.1. Tujuan Penelitian	11
3.2. Manfaat Penelitian	11
BAB 4. METODE PENELITIAN	12
4.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	12
4.2. Tahapan Penelitian	12
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN	15
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN	24
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.** Rangkaian lowpass-prototype filter
- Gambar 2.** Beberapa struktur DGS
- Gambar 3.** Geometri SIW (bagian atas)
- Gambar 4.** Konfigurasi cavity SIW
- Gambar 5.** Flowchart disain miniaturisasi cavity
- Gambar 6.** Flowchart disain BPF
- Gambar 7.** Struktur dasar SIW cavity yang digunakan dalam mendisain BPF
- Gambar 8.** Struktur eksitasi yang menggunakan CPW dilihat dari (a) atas,
(b) samping
- Gambar 9.** Distribusi medan listrik seragam
- Gambar 10.** Efek ketebalan substrate terhadap frekuensi resonansi
- Gambar 11.** Efek posisi via dari center cavity dan ukuran *circular patch*
- Gambar 12.** Struktur yang didisain yaitu BPF trisection SIWC, (A) dari kiri ke kanan masing-masing lapisan metal atas, tengah, dan bawah;
(B) tampak samping
- Gambar 13.** Koefisien coupling vs. jarak antara dua blind via dari resonator
- Gambar 14.** Respon fasa dari S_{11} sebagai fungsi dari $\Delta\omega/\omega_0$
- Gambar 15.** External quality factor yang diekstraksi vs. panjang strip CPW
- Gambar 16.** Respon frekuensi dari BPF berdasarkan simulasi dan pengukuran

BAB I. PENDAHULUAN

Indonesia adalah sebuah negara kepulauan yang terdiri dari ribuan pulau dimana luas wilayah lautnya lebih besar dibanding luas wilayah daratan. Dengan kondisi geografis seperti ini, ancaman dari luar sangat besar kemungkinan terjadi, misalnya ancaman pencurian ikan maupun ancaman keamanan. Oleh karena itu, Indonesia sangat membutuhkan sistem monitoring yang dapat mengamankan wilayah laut Indonesia dari gangguan luar. Disamping itu, Indonesia juga merupakan wilayah di dunia yang rentang terhadap bencana alam berupa gempa bumi. Apabila episentrum gempa bumi ini berada di laut maka dapat menimbulkan bencana selanjutnya yaitu tsunami. Dengan demikian, Indonesia juga membutuhkan sistem monitoring yang dapat mendeteksi awal adanya gelombang tsunami untuk dapat meminimalisir efek yang ditimbulkan oleh tsunami tersebut. Keberadaan sistem-sistem monitoring seperti ini diharapkan dapat memberikan rasa aman kepada rakyat Indonesia

Kemajuan teknologi saat ini sangat berkembang dengan cepat sehingga membantu dalam melakukan aktivitas kehidupan keseharian kita. Demikian juga perkembangan teknologi untuk aplikasi sistem monitoring sudah mengalami kemajuan pesat. Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk factor monitoring adalah teknologi sistem radar. Teknologi sistem radar dapat memberikan solusi dalam memperoleh peralatan yang digunakan untuk aplikasi sistem monitoring.

Teknologi radar banyak digunakan dalam bidang transportasi dan pertahanan. Sesuai dengan singkatan dari radar yaitu radio detection and ranging, pada dasarnya radar berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur jarak sebuah obyek/target. Ketika sistem radar dipergunakan untuk sistem monitoring perairan laut, maka teknologi ini dapat mendeteksi dan mengukur jarak antara kapal dengan stasiun radar. Di samping itu, teknologi radar dapat mendeteksi obyek-obyek yang dilalui oleh gelombang elektromagnetik yang dipancarkan dari stasiun radar. Oleh karena itu, radar sangat bermanfaat untuk mengetahui kedudukan kapal lain sehingga dapat membantu menghindari terjadinya tabrakan di laut,

bahkan dalam sistem pertahanan radar dapat membantu mengetahui keberadaan kapal asing yang dapat membahayakan negara. Salah satu jenis radar yang dipergunakan untuk sistem monitoring perairan laut adalah coastal radar.

Kinerja teknologi 2actor radar yang bagus sangat didukung oleh komponen-komponen peralatan radar yang berkinerja tinggi. Sebagaimana yang terdapat pada 2actor telekomunikasi secara umum, salah satu komponen yang sangat penting yang terdapat di peralatan pemancar dan penerima 2actor radar adalah komponen filter sebagai penyaring frekuensi radio dengan rentang frekuensi yang diinginkan yang dinamakan bandwidth. Penggunaan filter berkinerja tinggi pada 2actor radar dapat menghindari kesalahan deteksi target. Dari beberapa jenis filter yang diketahui, *bandpass filter* (BPF) banyak digunakan dalam 2actor telekomunikasi khususnya 2actor radar. Fungsi BPF adalah untuk melewatkan rentang frekuensi tertentu dan menolak/meredam frekuensi lain yang tidak diinginkan. Faktor-faktor disain atau parameter-parameter filter selektifitas, biaya, miniaturisasi, penanganan daya, kinerja passband dan stopband adalah spesifikasi penting disain dengan merujuk ke pengembangan *front-end* RF dan *microwave*. Disain dan pengembangan filter *front-end* RF berkualitas tinggi sangat berhubungan dengan pemilihan teknologi saluran transmisi.

Ada beberapa jenis saluran transmisi telekomunikasi yang dikenal saat ini yaitu waveguide, coaxial, dan struktur planar seperti microstrip. Platform teknologi saluran transmisi tersebut mempunyai fitur-fitur fisik dan listrik serta karakteristik yang berbeda yang mana akan mempengaruhi langsung pada kinerja, ukuran, dan biaya dari filter yang dihasilkan. Pengembangan yang sukses dari 2actor komunikasi wireless seperti 2actor komunikasi radar meminta sebuah definisi teknologi platform untuk mengimplementasikan komponen-komponen pendukung 2actor komunikasi dengan kinerja yang tinggi, berbiaya murah, dan teknologi yang dapat diandalkan. Sebuah kandidat yang sangat menjanjikan untuk membangun teknologi platform ini adalah teknologi *substrate-integrated waveguide* (SIW).

SIW adalah struktur seperti *waveguide* yang difabrikasi dengan menggunakan dua baris silinder penghantar ataukah slot yang ditambahkan pada

substrate dielektrik yang menghubungkan secara elektrik dua plate metal (Maurizio B, dkk, 2010). BPF berbasis *cavity* SIW sudah menjadi sebuah subyek penelitian saat ini yang menarik banyak perhatian para peneliti karena komponen ini mempunyai ukuran yang jauh lebih kecil dengan BPF berbasis *waveguide* dan sangat penting dalam komunikasi *wireless* modern. Namun demikian, filter SIW masih mempunyai ukuran yang lebih besar dengan struktur planar lain seperti *microstrip*. Oleh karena itu, miniaturisasi BPF SIW akan menjadi sebuah topik penelitian yang menarik di masa depan. Akhir-akhir ini, sudah ada penelitian yang dihasilkan mengenai proses miniaturisasi komponen berbasis SIW (Tomassoni C & Maurizio B, 2017).

Tujuan utama dari penelitian ini adalah menemukan sebuah struktur baru untuk meminiaturisasi BPF berbasis SIW dengan kinerja yang lebih bagus dimana penelitian ini akan mempelajari efek struktur multilayer berbasis SIW terhadap frekuensi. Kemudian hasil studi ini akan digunakan untuk mendisain sebuah BPF untuk aplikasi sistem *coastal radar* yang bekerja pada frekuensi L-band yang berada dalam rentang 1 – 2 GHz. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap fokus penelitian nasional yang berbasis kemaritiman dan rencana strategis penelitian di politeknik dalam pengembangan komponen-komponen RF untuk sistem komunikasi *wireless*.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Radar

Radar singkatan dari “*Radio Detection and Ranging*”. Radar dapat digunakan sebagai alat navigasi. Pada dasarnya radar menggunakan prinsip pancaran gelombang elektromagnetik. Alat pemancar khusus akan memancarkan pulsa gelombang radio pendek yang dipancarkan dalam alur sempit (*narrowbeam*) oleh antena direksional. Pergerakan gelombang radio ini merambat di udara dan mengenai sasaran seperti kapal atau obyek lain, maka gelombang radio akan dipantulkan lagi dan diterima kembali oleh unit penerima. Gema yang dipantulkan disebut gema radio (*radio echo*). Dengan mengukur beda waktu pengiriman/pancaran dan penerimaan gema dan dengan diketahuinya kecepatan perambatan gelombang radio, jarak antara kapal dengan sasaran dapat diketahui. Informasi jarak ini akan diperlihatkan dalam layar tampilan radar oleh tabung sinar katoda.

Pulsa gelombang radio yang dipancarkan akan mengalami dua kali jarak yaitu jarak dari kapal pengamat ke sasaran ketika pemancaran dan jarak untuk kembali ke penerima dari sasaran. Untuk menentukan jarak dan kedudukan sasaran, hanya setengah waktu perjalanan yang diperhitungkan. Gelombang radio yang dipancarkan oleh pemancar radar bergerak dengan cepat sehingga pengukurannya menggunakan mikrodetik. Jarak jangkauan minimum radar adalah sama dengan jarak yang dapat dilihat oleh mata manusia dan jarak maksimum bergantung pada jenis dan kemampuan radar.

2.2. Band Pass Filter (BPF)

Fungsi transfer jaringan filter dua port adalah sebuah deskripsi matematis dari karakteristik respon jaringan (**Hong J.S., 2011**)

$$|S_{21}(j\Omega)|^2 = \frac{1}{1 + \varepsilon^2 F_n^2(\Omega)} \quad (1)$$

dimana ε adalah konstanta ripple, $F_n(\Omega)$ merepresentasikan pemfilteran atau fungsi karakteristik, dan Ω adalah faktor frekuensi.

Fungsi transfer untuk *lowpass prototype* filter Butterworth dirumuskan dengan (**Hong J.S., 2011**)

$$|S_{21}(j\Omega)|^2 = \frac{1}{1 + \Omega^{2n}} \quad (2)$$

dimana n adalah orde filter yang sesuai dengan jumlah elemen reaktif yang diminta dalam *lowpass prototype*. Jenis respon ini juga dikenal sebagai maximally flat

Fungsi transfer untuk *lowpass prototype* filter Chebyshev adalah (**Hong J.S., 2011**)

$$|S_{21}(j\Omega)|^2 = \frac{1}{1 + \varepsilon^2 T_n^2(\Omega)} \quad (3)$$

dimana konstanta ripple ε dihubungkan dengan ripple passband L_{Ar} dalam dB dengan

$$\varepsilon = \sqrt{10^{\frac{L_{Ar}}{10}} - 1} \quad (4)$$

$T_n(\Omega)$ adalah fungsi Chebyshev jenis pertama orde ke- n yang didefinisikan dengan

$$T_n(\Omega) = \begin{cases} \cos(n \cos^{-1} \Omega) & |\Omega| \leq 1 \\ \cosh(n \cosh^{-1} \Omega) & |\Omega| > 1 \end{cases}$$

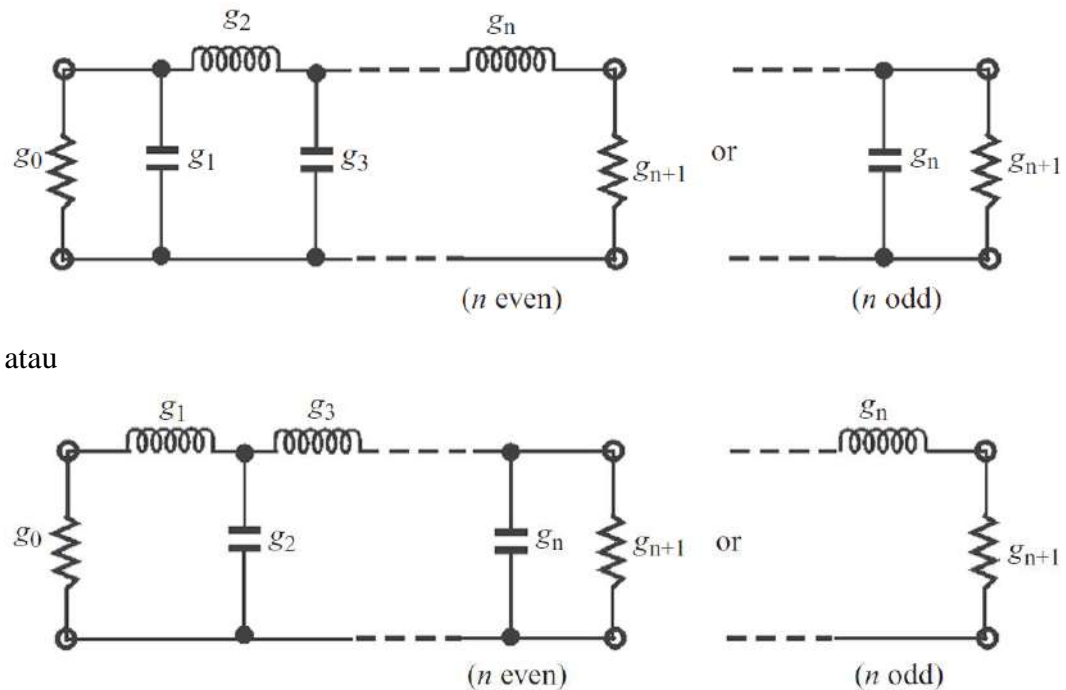
Gambar 1 memperlihatkan dua bentuk *lowpass prototype n-pole* untuk merealisasikan respon filter Butterworth maupun Chebyshev. Anggaplah bahwa respon *lowpass prototype* akan ditransformasikan ke respon bandpass yang mempunyai passband $\omega_2 - \omega_1$, dimana ω_1 dan ω_2 menunjukkan frekuensi sudut pinggir passband. Transformasi frekuensi yang diminta adalah

$$\Omega = \frac{\Omega_c}{FBW} \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right) \quad (5)$$

dengan

$$FBW = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega_0}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\omega_1 \omega_2}$$



Gambar 1. Rangkaian lowpass-prototype filter (Hong J.S., 2011)

2.3. Substrate Integrated Waveguide (SIW)

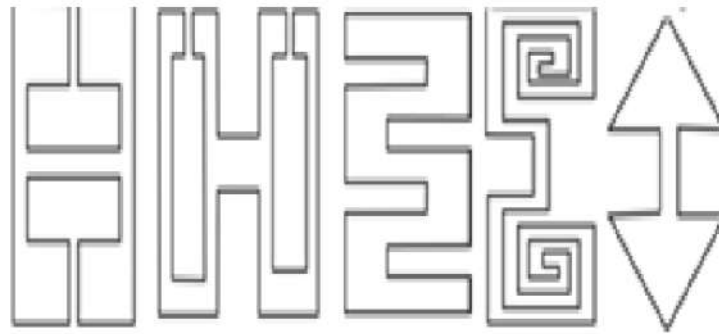
Pengembangan rangkaian dan sistem microwave dan millimeter-wave (mm-wave) meminta integrasi antara komponen pasif, divais aktif, saluran transmisi, dan antena. Dalam kebanyakan kasus, beberapa komponen sistem didisain dan dibuat secara terpisah, dan teknologi fabrikasi yang berbeda untuk merealisasikan komponen tersebut. Sejumlah teknologi fabrikasi yang berbeda sudah ada untuk implementasi komponen-komponen microwave dan mm-wave.

Teknologi planar tercetak membawa fitur compact, low profile, murah, ringan, mudah difabrikasi. Namun demikian, komponen tercetak ini mempunyai loss yang besar pada frekuensi microwave yang lebih tinggi, dan kemampuan *power handling* yang terbatas. Selanjutnya teknologi metal waveguide menjamin loss yang sangat kecil, *quality factor* yang bagus yang dibutuhkan untuk mendisain filter barselektivitas tinggi, dan dapat menangani daya tinggi. Namun demikian, waveguide mempunyai ukuran besar dan berbiaya mahal. Untuk mengatasi masalah-masalah di atas yang dibawa oleh kedua teknologi ini dan menjembatani gap diantara keduanya, substrate integrated waveguide (SIW)

sudah diusulkan. Keuntungan paling penting teknologi SIW adalah memungkinkan mengintegrasikan sistem yang lengkap dalam satu substrate yang meliputi komponen pasif, elemen aktif, chip-set dan antena. Rangkaian SIW dapat dihubungkan dengan mudah dengan saluran microstrip dan coplanar waveguide (CPW) yang direalisasikan dalam substrate yang sama.

Bandpass filter SIW (BPF SIW) merupakan salah satu kandidat utama komponen dalam sistem komunikasi wireless generasi terkini (5G) yang sedang berkembang karena ukuran yang kecil (*compact size*), sederhana (*low profile*), mudah difabrikasi, berbiaya murah (*low cost*), dan dapat menangani daya tinggi (*high power handling*). Sebuah tool umum yang kompatibel dengan sistem transceiver pada frekuensi tinggi dengan fungsi transfer yang diperoleh dengan menggunakan prototipe Chebyshev/Butterworth diperlukan. Dalam disain BPF SIW, parameter-parameter kunci seperti *fractional bandwidth* (FBW), *group delay*, *steep passband*, *flat passband*, transisi band yang tajam, dan penempatan *transmission zero* (TZ) yang tepat pada frekuensi cut-off juga diperlukan.

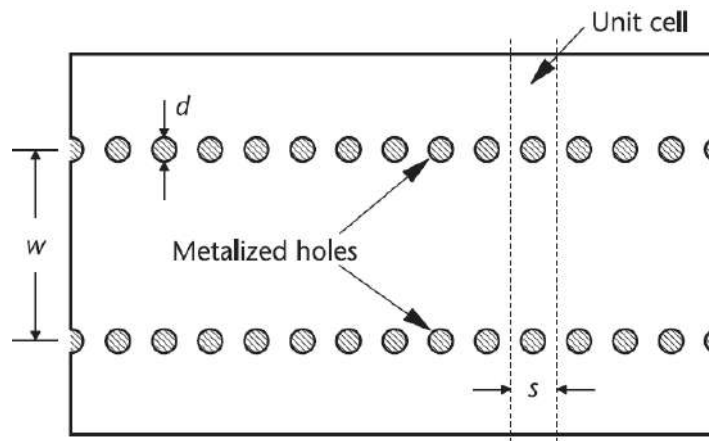
Kemajuan terkini dalam pengembangan BPF SIW seharusnya memenuhi fitur-fitur seperti ukuran yang kecil (*compact size*), sederhana (*low profile*), mudah difabrikasi, berbiaya murah (*low cost*), dan dapat menangani daya tinggi (*high power handling*). Untuk meningkatkan kinerja filter BPF SIW, teknik *defected ground structure* (DGS) sudah diusulkan yang menghasilkan impedansi induktif/kapasitif yang sangat efektif, dengan demikian menaikkan karakteristik slow-wave. Struktur DGS yang diukir dapat mengganggu medan magnet pada substrate dan menaikkan induktansi efektif, dengan demikian dapat menaikkan panjang listrik dan menjaga panjang fisiknya. Jadi, ukuran filter tidak bertambah dan disain menjadi compact yang membuat filter cocok untuk beberapa sistem komunikasi wireless modern. Beberapa jenis struktur DGS diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2. Beberapa struktur DGS (Hussain B. Dan Giriraj P., 2020)

2.4. Cavity SIW

Struktur SIW direalisasikan dalam substrate dielektrik dengan metalisasi pada bagian atas dan bawah. Layer metal atas dan bawah dihubungkan secara elektrik oleh dua baris *metalized cylindrical hole* yang berdekatan seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3. Geometri SIW (bagian atas) (Ramesh G dkk, 2013)

Substrate dielektrik, yang biasanya digunakan untuk rangkaian microstrip dan coplanar waveguide (CPW), dapat digunakan untuk struktur SIW. Ketebalan layer dielektrik kecil dibandingkan dengan lebar waveguide sekitar 0,2 – 1 mm. Konstanta dielektrik relatif ϵ_r biasanya ada dalam rentang 2 – 10. Geometri SIW didefinisikan oleh tiga parameter yaitu diameter hole (d), lebar waveguide (w), dan jarak longitudinal diantara hole (s). Karena struktur SIW mirip dengan rectangular waveguide, maka lebar w menentukan frekuensi cutoffnya mode

fundamental SIW. Lebar efektif w_{eff} waveguide rectangular ekuivalen dapat diperoleh dari persamaan empiris

$$w_{eff} = w - \frac{d^2}{0,95s} \quad (6)$$

Ketiga parameter dalam persamaan di atas sudah diperlihatkan pada gambar 3.

Kebocoran radiasi disebabkan oleh gap diantara via metal yang menspoil pelindung struktur SIW. Efek kebocoran radiasi dapat diminimalisir dengan memberi jarak yang kecil diantara via metal. Kebocoran dapat diabaikan jika rasio diantara jarak longitudinal dan diameter via adalah $s/d < 2,5$ dan aturan disain praktis $s/d = 2$. Secara umum, loss pada struktur SIW lebih tinggi dari waveguide rectangular hollow yang beroperasi pada frekuensi sama. Loss dielektrik memainkan peranan penting karena loss ini ada dalam struktur SIW dan tidak ada dalam waveguide metal hollow. Disamping itu, loss konduktor SIW lebih besar dari waveguide klasik.

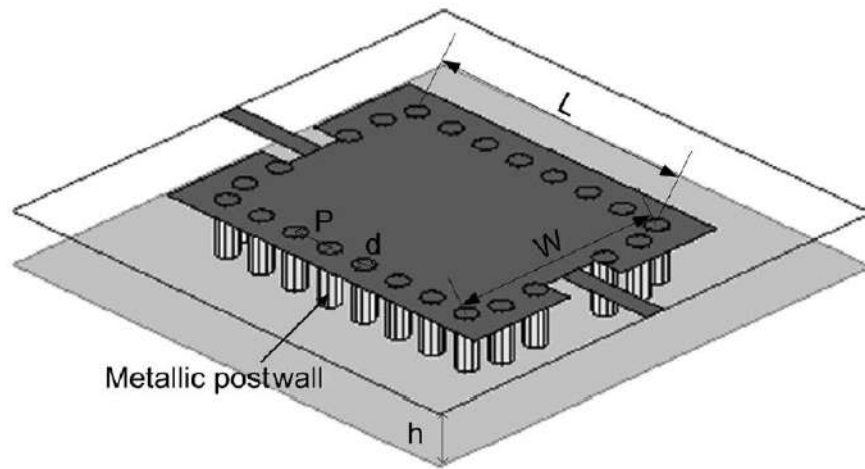
Gambar 4 memperlihatkan jenis cavity atau resonator SIW. Cavity dibangun pada substrate dielektrik dengan ketebalan h . Cavity mempunyai lebar W dan panjang L . Untuk mode dominan TE_{101} , ukuran cavity SIW ditentukan oleh frekuensi resonansi (**Hong J.S., 2011**)

$$f_{TE_{101}} = \frac{c}{2\sqrt{\mu_r \epsilon_r}} \sqrt{\left(\frac{1}{W_{eff}}\right)^2 + \left(\frac{1}{L_{eff}}\right)^2} \quad (7)$$

dimana W_{eff} adalah lebar ekuivalen dan L_{eff} adalah panjang ekuivalen cavity SIW dan dirumuskan dengan (**Hong J.S., 2011**)

$$W_{eff} = W - \frac{d^2}{0,95p} \quad , \quad L_{eff} = L - \frac{d^2}{0,95p} \quad (8)$$

dimana W dan L adalah lebar dan panjang riil cavity SIW, c adalah kecepatan cahaya dalam *free space*. μ_r dan ϵ_r adalah permeabilitas relatif dan permitivitas relatif substrate. Substrate yang lebih tebal menghasilkan loss yang lebih kecil atau Q yang lebih tinggi. Itu juga dapat diperlihatkan bahwa loss dielektrik lebih besar dari loss konduktor, sementara loss radiasi dapat diabaikan.



Gambar 4. Konfigurasi cavity SIW (Hong J.S., 2011)

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Filter waveguide dan filter cavity konvensional adalah dua jenis filter berkinerja tinggi yang paling umum dalam aplikasi microwave dan millimeter wave. Namun demikian, mereka mempunyai biaya fabrikasi yang sangat mahal dan sulit berintegrasi dengan komponen lain.

Dalam komunikasi nirkabel modern, penyebaran perangkat radio berbiaya murah lebih disukai. Sebagai sebuah platform teknologi baru dalam desain rangkaian gelombang mikro, SIW disamping membawa keuntungan yang dimiliki oleh struktur planar yaitu fabrikasinya berbiaya murah dan dapat terintegrasi dengan mudah dengan rangkaian lain, juga membawa keuntungan yang dimiliki oleh struktur waveguide konvensional yaitu dapat menangani daya tinggi dan mempunyai Q-factor yang tinggi. Dengan demikian, komponen-komponen berbasis SIW seperti filter akan menjadi solusi paling bagus dalam penggunaan aplikasi gelombang mikro seperti radar.

Salah satu aplikasi paling populer dari teknologi waveguide berbasis SIW dalam rangkaian gelombang mikro adalah cavity SIW yang mana dapat digunakan untuk mendesain filter. Filter SIW masih mempunyai ukuran yang lebih besar dari teknologi microstrip. Ini akan membatasi aplikasi SIW dalam frekuensi gelombang mikro yang rendah. Oleh karena itu, teknik-teknik miniaturisasi sangat dibutuhkan untuk memperoleh ukuran komponen yang lebih kecil. Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan sebuah struktur baru untuk miniaturisasi komponen bandpass filter yang berbasis teknologi SIW.

3.2 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah dapat menghasilkan komponen BPF yang berukuran kecil yang nantinya dapat diaplikasikan ke perangkat radio khususnya radar yang berukuran kecil. Perangkat radio yang berukuran kecil ini dapat menaikkan fleksibilitasnya dimana perangkat ini mudah dibawa dan diinstal dimana saja

BAB 4. METODE PENELITIAN

4.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Telekomunikasi dan Laboratorium Transmisi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang

4.2. Tahapan Penelitian

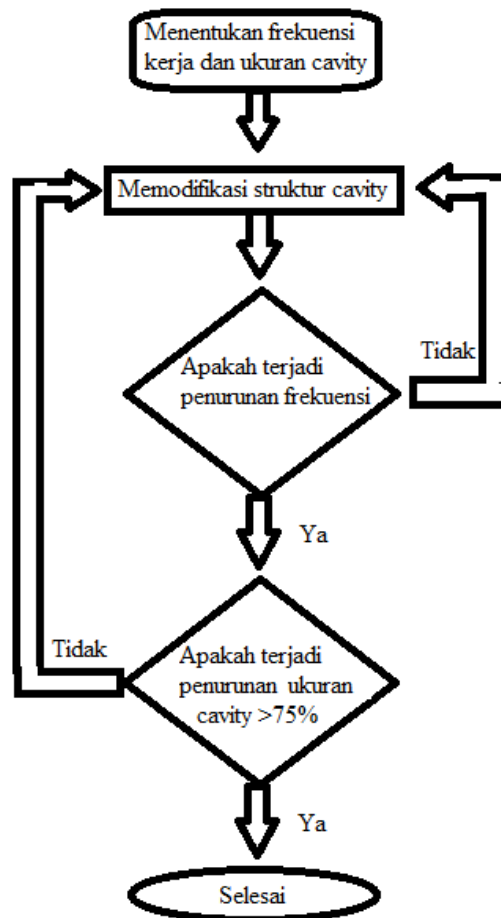
Proses penelitian secara keseluruhan dapat dilihat pada bab 4 tentang jadwal penelitian. Namun demikian, secara umum metode penelitian dilakukan dalam tiga tahapan yaitu tahapan disain dan simulasi, tahapan fabrikasi, dan tahapan pengukuran.

Tahapan disain dan simulasi dibagi menjadi dua proses yaitu proses disain struktur cavity dan proses disain BPF. Tujuan proses disain struktur cavity adalah untuk mengetahui struktur bagaimana yang dapat memperlihatkan adanya penurunan frekuensi. Frekuensi kerja awal cavity ditentukan pada frekuensi 5 GHz. Dengan memodifikasi struktur cavity diharapkan terjadi penurunan frekuensi kerja. Ini disebabkan karena secara teoritis, semakin tinggi frekuensi kerja maka semakin kecil ukuran cavity, demikian sebaliknya semakin kecil frekuensi kerja maka semakin besar ukuran cavity. Artinya, jika ukuran kecil cavity bisa digunakan pada frekuensi rendah maka dapat dikatakan bahwa proses miniaturisasi tercapai. Target miniaturisasi yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah di atas 75% karena hasil penelitian sebelumnya memperlihatkan bahwa miniaturisasi 75% berhasil dicapai oleh **(Perregrini L., dkk, 2016)**. Proses disain struktur cavity diperlihatkan pada gambar 5. Disain dan simulasi struktur cavity dilakukan dengan menggunakan software HFSS v.15.

Apabila miniaturisasi struktur cavity yang lebih besar dari 75% diperoleh, maka tahapan selanjutnya adalah proses disain bandpass filter. Langkah awal dalam proses disain filter adalah menentukan spesifikasi BPF yang diinginkan. Adapun spesifikasi filter (output) yang diinginkan adalah :

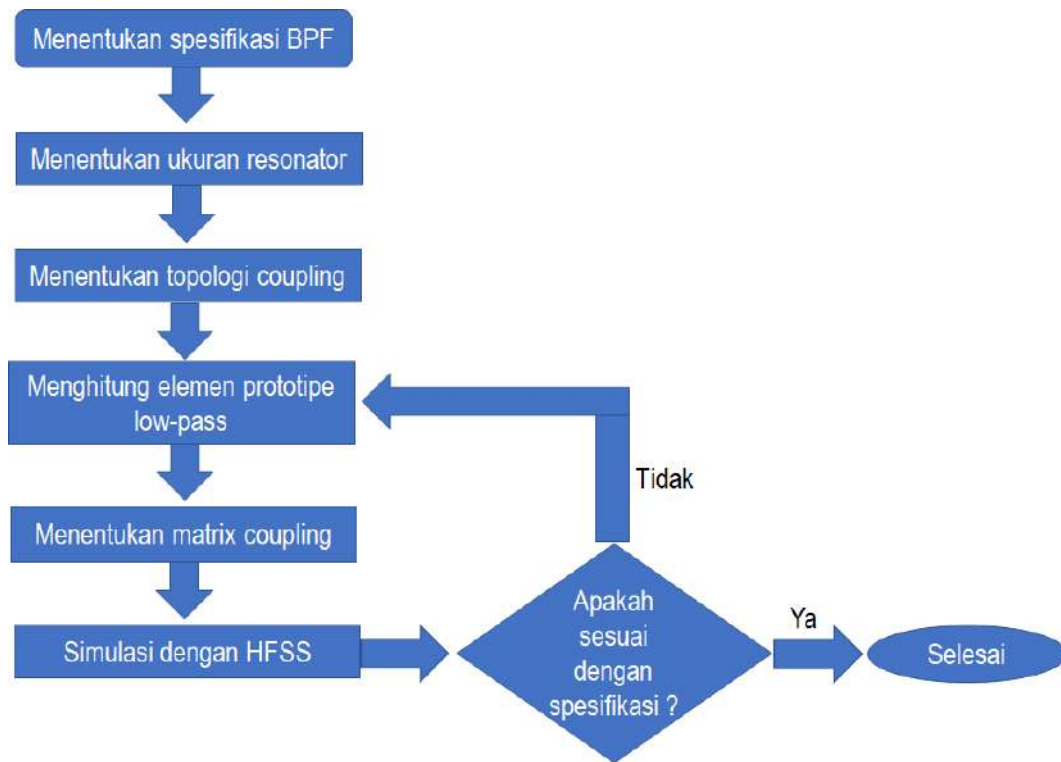
1. Frekuensi kerja adalah 1,6 GHz
2. Fractional Bandwidth (FBW) adalah 4%
3. Insertion loss passband adalah kurang dari 2 dB

4. Return loss lebih besar dari 15 dB



Gambar 5. Flowchart disain miniaturisasi cavity

Dalam mendisain BPF, terlebih dahulu ditentukan topologi coupling untuk memperoleh kinerja BPF yang diinginkan. Disamping topologi coupling, kita juga menghitung elemen-elemen prototipe low-pass, menentukan matrix coupling generalized, dan menghitung ukuran resonator. Kembali disain dan simulasi BPF dilakukan dengan menggunakan HFSS. Diagram alir proses disain dan simulasi diperlihatkan pada gambar 6.



Gambar 6. Flowchart disain BPF

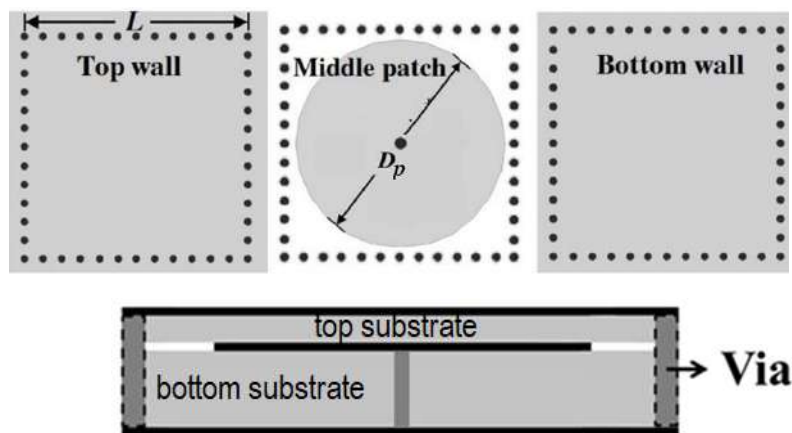
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Disain Cavity

Resonator cavity adalah sebuah waveguide yang kedua ujungnya dihubung singkat dan merupakan komponen penting dalam sistem gelombang mikro. Resonator ini dapat digunakan untuk membuat komponen filter gelombang mikro yang sangat dibutuhkan pada rangkaian pemancar dan penerima RF dalam komunikasi nirkabel, sehingga dapat digunakan juga dalam aplikasi radar. Resonator cavity paling sederhana dibentuk dengan menggunakan sebuah saluran transmisi. Platform saluran transmisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah substrate-integrated waveguide (SIW). Dengan demikian, cavity yang akan digunakan dinamakan SIW cavity (SIWC).

Dasar resonator cavity yang diperoleh dalam penelitian ini dimana proses miniaturisasi dapat dicapai sebagaimana yang menjadi tujuan penelitian ini diperlihatkan pada gambar 7. Pada prinsipnya, struktur terdiri dari dua layer substrate dielektrik dan tiga layer metal dimana layer metal atas dan bawah membentuk bagian-bagian dinding SIWC. Sementara itu, layer metal tengah diground ke layer metal bawah melalui sebuah *blind via*. Layer metal di bagian tengah mempunyai bentuk lingkaran (*circular patch*).

Dalam mendisain SIWC ini, jenis substrate yang digunakan adalah Rogers RT/Duroid 5880 ($\epsilon_r = 2.2$, $\tan \delta = 0.0009$) dengan ketebalan yang berbeda diantara substrate atas, $h_{top} = 0,254$ mm, dan substrate bawah, $h_{bottom} = 1,58$ mm.



Gambar 7. Struktur dasar SIW cavity yang digunakan dalam mendisain BPF

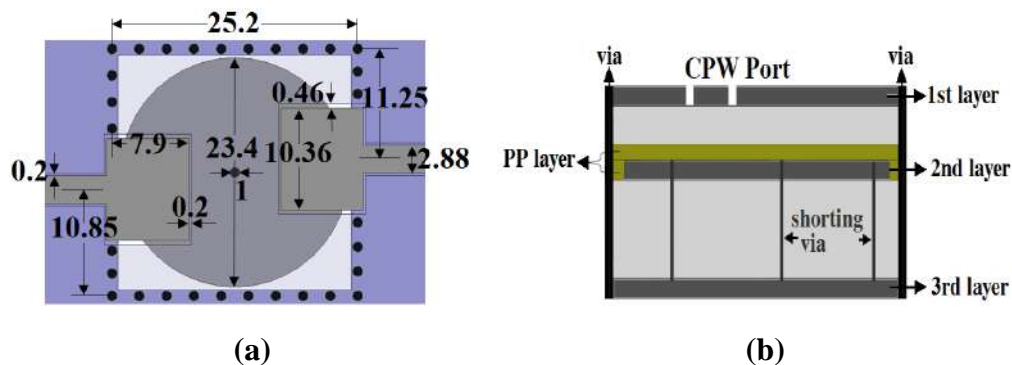
SIWC yang berbentuk bujursangkar digunakan dan mempunyai luas 25.2×25.2 mm². Ini sesuai dengan frekuensi kerja pada sebuah mode fundamental TE₁₀₁ sebesar 5.67 GHz sebagaimana merujuk ke persamaan (7). Parameter ini akan digunakan untuk mempelajari disain cavity dan filter nantinya dengan orde yang berbeda.

Dari struktur terlihat bahwa frekuensi resonansi sangat ditentukan oleh kapasitansi pembebanan SIWC yang berasal dari area yang dibatasi oleh layer metal tengah dan dinding atas SIWC yang mempunyai ketebalan substrate yang tipis. Dari hasil analisis diperoleh bahwa frekuensi resonansi dapat didekati dengan persamaan

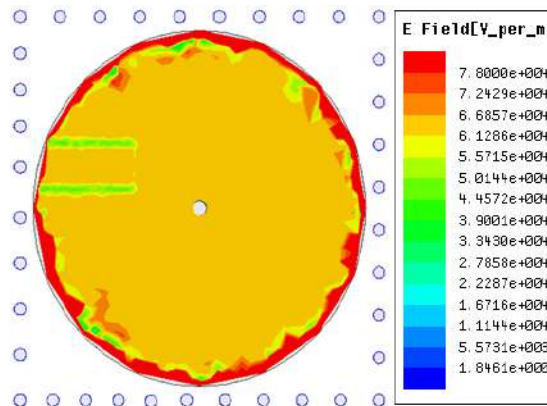
$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{Y_0 c}{C_d h_2 \sqrt{\epsilon_r}}} \quad (9)$$

dimana C_d menunjukkan kapasitansi diantara *circular patch* dan dinding metal atas dan bawah, dan h_2 menunjukkan ketebalan substrate dielektrik bawah (*bottom substrate*). Salah satu factor yang mempengaruhi nilai C_d adalah luas *circular patch*. Semakin besar luasnya maka semakin besar kapasitansi C_d . Akibatnya, semakin kecil frekuensi resonansi yang dihasilkan. Dengan demikian, miniaturisasi sebagai tujuan penelitian ini dapat dikatakan tercapai.

Adapun struktur eksitasi yang digunakan diperlihatkan pada gambar 8. Struktur seperti ini menghasilkan distribusi medan listrik E seperti yang diperlihatkan pada gambar 9. Distribusi medan listrik struktur ini memperlihatkan



Gambar 8. Struktur eksitasi yang menggunakan CPW dilihat dari (a) atas, (b) samping

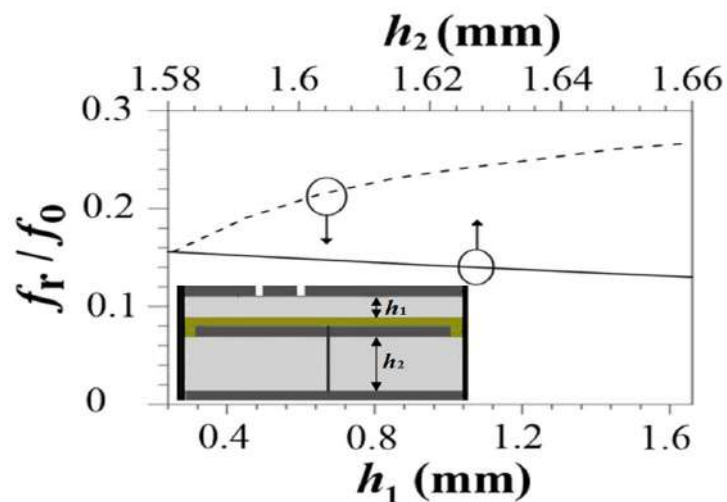


Gambar 9. Distribusi medan listrik seragam

bahwa distribusi medan listriknya bersifat seragam. Ini menunjukkan bahwa frekuensi kerja dapat diturunkan (diperkecil).

Efek dari ketebalan substrate atas dan bawah terhadap frekuensi resonansi diperlihatkan pada gambar 10. Itu terlihat bahwa semakin kecil ketebalan substrate atas maka semakin kecil frekuensi resonansi. Memperkecil nilai ketebalan substrate atas maka akan memperbesar nilai total kapasitansi C_d struktur. Sesuai dengan persamaan (9), ini akan menurunkan frekuensi resonansi. Sebaliknya, memperbesar ketebalan substrate bawah akan memperkecil frekuensi resonansi.

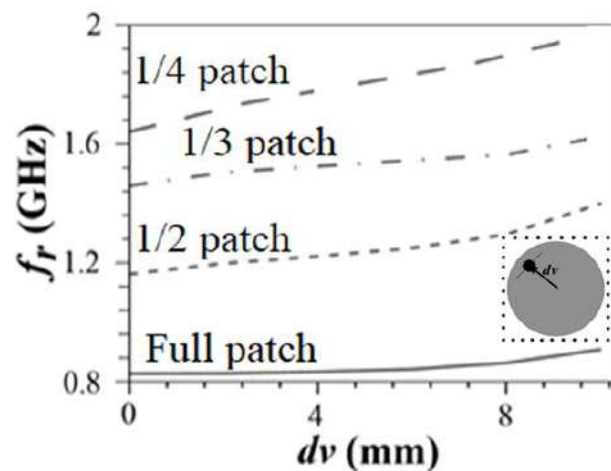
Pada sisi lain, bagian induktansi dari struktur dihasilkan oleh via yang ada dipinggir dan *blind via* yang ada di tengah cavity. Namun demikian, blind via me-



Gambar 10. Efek ketebalan substrate terhadap frekuensi resonansi

rupakan bagian induktansi yang mempengaruhi proses miniaturisasi. Parameter Y_0 pada persamaan (9) merepresentasikan nilai admitansi dari blind via. Dengan memperbesar ketebalan substrate bawah, maka akan memperpanjang blind via. Ini berarti bahwa impedansi yang dihasilkan blind via akan menjadi besar, yang pada gilirannya akan memperkecil nilai admitansi. Sesuai dengan persamaan (9), memperkecil nilai admitansi Y_0 maka akan memperkecil frekuensi resonansi.

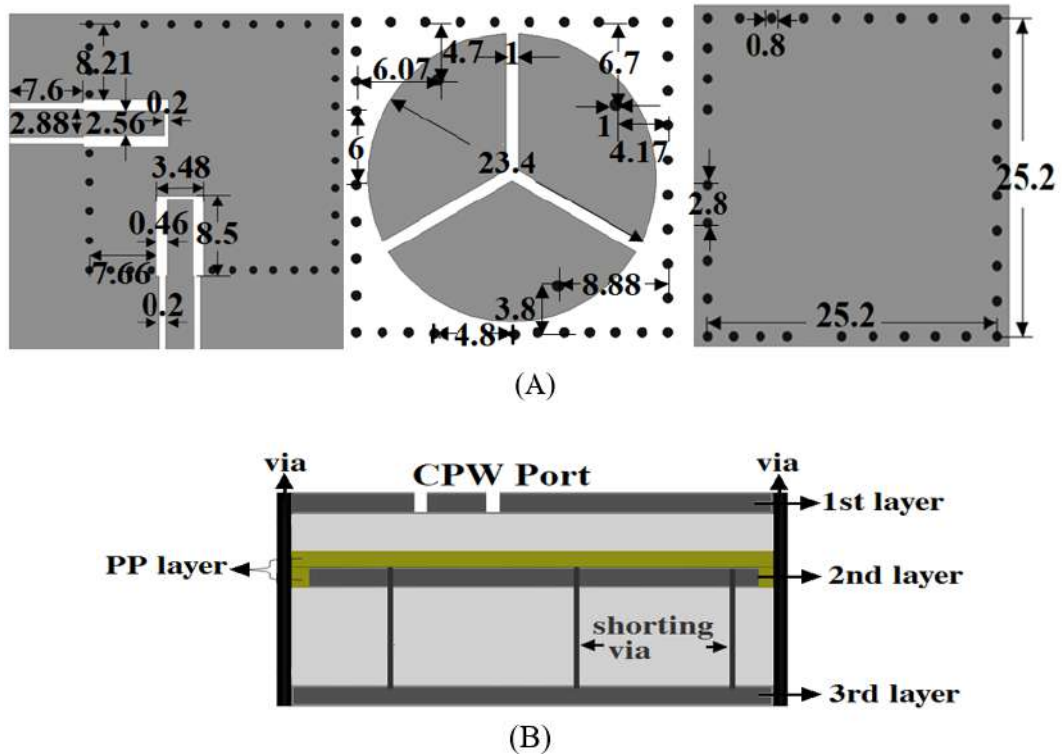
Posisi blind via juga mempengaruhi frekuensi resonansi. Dengan menggunakan simulator HFSS v.15, itu memperlihatkan bahwa menggeser posisi blind via dari center cavity akan menaikkan frekuensi resonansi. Demikian juga, memperkecil ukuran circular patch menjadi setengah, sepertiga, dan seperempat dari ukuran awal circular patch, itu juga memperlihatkan sebuah peningkatan frekuensi resonansi, seperti yang diperlihatkan pada gambar 11. Dari hasil simulasi diperoleh bahwa tingkat miniaturisasi dari struktur cavity ini dapat mencapai lebih dari 75% seperti yang diharapkan.



Gambar 11. Efek posisi via dari center cavity dan ukuran *circular patch*

5.2. DISAIN FILTER

Gambar 12 memperlihatkan struktur dan ukuran bandpass filter (BPF) yang didisain dengan menggunakan cavity SIW (SIWC) yang dibahas pada sub bahasan 5.1 yaitu patch sepertiga lingkaran sebagai dasar resonator. Struktur yang didisain dikategorikan sebagai trisection BPF. Struktur seperti ini menghasilkan



Gambar 12. Struktur yang didisain yaitu BPF trisection SIWC, (A) dari kiri ke kanan masing-masing lapisan metal atas, tengah, dan bawah; (B) tampak samping

cross-coupling diantara resonator pertama sebagai resonator input dan resonator ketiga sebagai resonator output. Oleh karena itu, ada dua jalur sinyal dari port input ke port output. Akibatnya, struktur menghasilkan satu transmission zero (TZ) dalam respon frekuensinya. Posisi TZ ini ada di pinggir atas passband. TZ ini akan memperbaiki kinerja selektivitas filter. Respon asimetrisnya akan memberikan keuntungan pada aplikasi-aplikasi yang meminta selektivitas tinggi hanya pada satu sisi passband. TZ yang diperoleh ini dapat dihubungkan dengan koefisien coupling sebagai berikut :

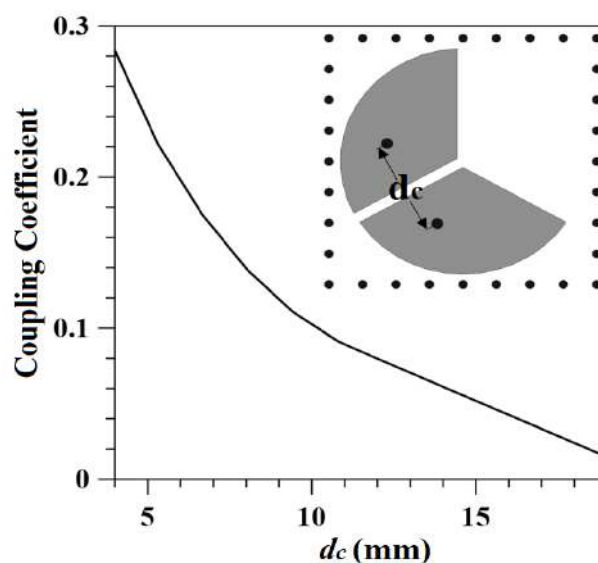
$$f_z = f_0 + \left(\frac{f_0}{2}\right) \frac{k_{12}^2}{k_{13}} \quad (9)$$

dimana f_z dan f_0 menunjukkan masing-masing frekuensi TZ dan frekuensi center, sementara $k_{1,2}$ and $k_{1,3}$ menunjukkan masing-masing koefisien coupling antara resonator 1 dan 2 dan koefisien coupling antara resonator 1 dan 3 (cross

coupling). Untuk mendisain filter seperti ini kita dapat mengikuti prosedur disain yang diperlihatkan pada gambar 6.

Untuk memperoleh koefisien coupling diantara dua resonator maka dilakukan simulasi menggunakan HFSS.v15 dengan struktur coupling lemah pada dua resonator tersebut. Gambar 13 memperlihatkan hubungan antara koefisien coupling dan jarak antara dua blind via dari resonator. Nilai koefisien coupling yang lebih besar dapat diperoleh dengan saling mendekatkan antara dua blind via.

Untuk mengeksitasi resonator dengan benar maka diperlukan struktur coupling input/output (I/O) yang tepat. Ada dua jenis struktur coupling I/O untuk filter resonator yang dikopel yaitu struktur tapped-line dan struktur coupled-line. Untuk struktur tapped-line, biasanya sebuah saluran feed 50Ω ditap langsung ke resonator I/O, dan coupling atau external quality factor dikontrol oleh posisi tap. Coupling yang lemah ditunjukkan oleh nilai external quality factor (Q_e) yang besar, sebaliknya coupling yang kuat ditunjukkan oleh nilai external quality factor (Q_e) yang kecil. Biasanya, untuk struktur coupled-line saluran dengan gap yang lebih kecil dan lebih sempit akan menghasilkan coupling yang lebih kuat. Namun demikian, pada struktur BPF SIWC yang didisain, struktur coupling I/O menggunakan struktur coplanar waveguide (CPW).



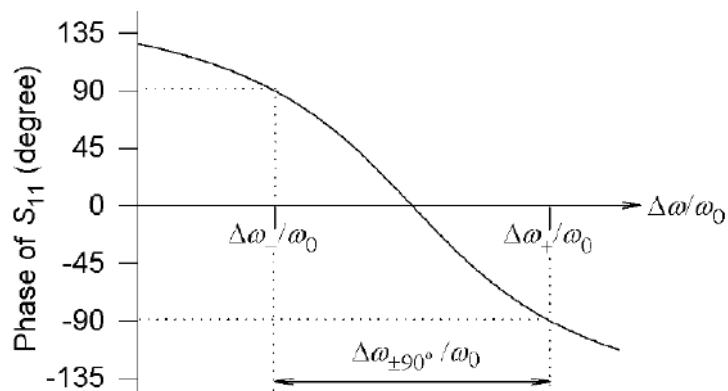
Gambar 13. Koefisien coupling vs. jarak antara dua blind via dari resonator

Untuk mengekstraksi external quality factor dari respon frekuensi resonator I/O dapat dihitung dengan persamaan

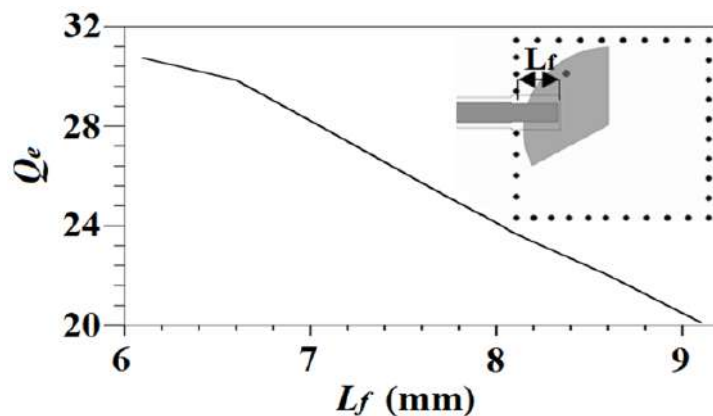
$$Q_e = \frac{\omega_0}{\Delta\omega_{\pm 90^\circ}} \quad (10)$$

Gambar 14 memperlihatkan plot fasa dari S_{11} sebagai fungsi dari $\Delta\omega/\omega_0$. Dari hasil simulasi external quality factor untuk resonator 1 dan dengan menggunakan persamaan (10), maka diperoleh hubungan antara panjang strip struktur coupling dan nilai external quality factor seperti yang diperlihatkan pada gambar 15 sementara ukuran yang lain dari CPW tetap.

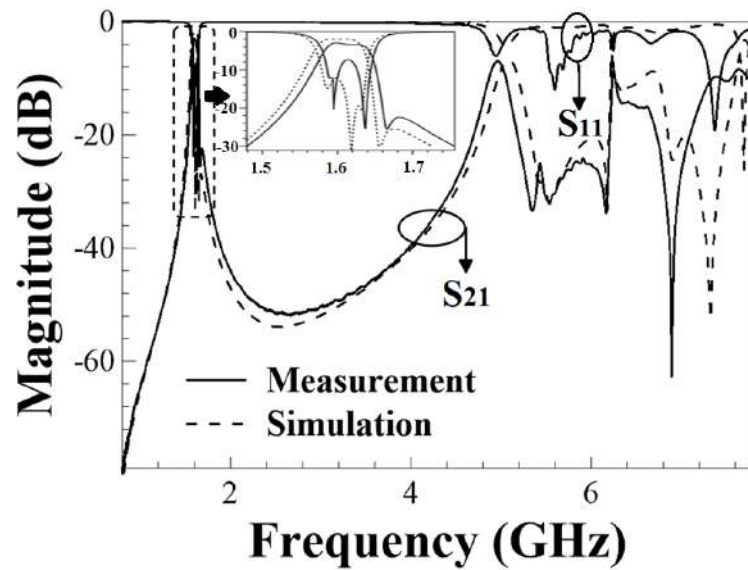
Akhirnya, dengan mengikuti prosedur disain berdasarkan spesifikasi bandpass filter (BPF) yang diinginkan maka diperoleh struktur akhir dari filter seperti yang diperlihatkan pada gambar 12. Adapun, respon frekuensi dari struktur



Gambar 14. Respon fasa dari S_{11} sebagai fungsi dari $\Delta\omega/\omega_0$



Gambar 15. External quality factor yang diekstraksi vs. panjang strip CPW



Gambar 16. Respon frekuensi dari BPF berdasarkan simulasi dan pengukuran akhir ini berdasarkan simulasi HFSSv.15 diperlihatkan pada gambar 16 bersama dengan respon frekuensi berdasarkan pengukuran. Untuk filter hasil fabrikasi dapat dilihat pada lampiran 1. Dari gambar 16 terlihat bahwa hasil simulasi dan pengukuran hampir sama. Struktur trisection BPF mempunyai kinerja selektivitas yang tinggi dengan dihasilkannya sebuah TZ yang dekat dengan passband pada sisi atas dari stopband disebabkan karena adanya cross coupling antara resonator 1 dan resonator 3.

Insertion loss minimum passband berdasarkan simulasi dan pengukuran adalah masing-masing 1,95 dB dan 2,9 dB. Sementara fractional bandwidth (FBW) 3 dB berdasarkan simulasi dan pengukuran adalah masing-masing 4% dan 3,97% dengan frekuensi center masing-masing adalah 1,6 GHz dan 1,612 GHz. Posisi TZ berdasarkan simulasi dan pengukuran adalah masing-masing 1,65 GHz dan 1,66 GHz. Kedua nilai tersebut mendekati nilai yang diperoleh dari persamaan (9) sebesar 1,648 GHz.

Dari gambar 16, bandwidth stopband sisi atas adalah 2,69 GHz dan 3,04 GHz pada kriteria masing-masing insertion loss yang lebih besar dari 30 dB dan 20 dB. Dari hasil disain dan fabrikasi BPF yang diusulkan, ukuran filter adalah 25,2 mm x 25,2 mm atau 2,52 cm x 2,52 cm. Ukuran ini ekuivalen dengan

$0,04\lambda_d^2$, sementara ukuran normal untuk frekuensi center yang sama adalah $2\lambda_d^2$. Ini menunjukkan bahwa proses miniaturisasi dari tujuan penelitian ini dapat dicapai sebesar 98%, artinya struktur yang diusulkan dapat menurunkan ukuran filter sebesar 98%.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari disain struktur dan simulasi dengan menggunakan HFSS v.15 diperoleh bahwa struktur cavity yang didisain dapat memperkecil frekuensi resonansi dibandingkan dengan struktur normalnya. Ini berarti bahwa miniaturisasi komponen dapat dicapai sebagaimana yang menjadi tujuan dari penelitian ini. Struktur cavity yang diperoleh sangat fleksibel dalam proses miniaturisasi cavity karena banyak parameter-parameter dari struktur yang dapat digunakan untuk menurunkan frekuensi resonansi seperti ketebalan substrate, diameter *circular patch* dan *blind via* dan jarak blind via dengan center cavity. Dari hasil perhitungan dan simulasi diperoleh bahwa struktur cavity ini dapat mencapai tingkat miniaturisasi lebih dari 75%.

Struktur cavity yang diperoleh digunakan untuk merealisasikan sebuah BPF berukuran kecil. Berdasarkan hasil simulasi dan pengukuran dari BPF yang didisain, frekuensi kerja BPF adalah masing-masing adalah 1,6 GHz dan 1,612 GHz yang mana frekuensi ini adalah dalam kategori L band. Adapun ukuran filter adalah 25,2 mm x 25,2 mm atau 2,52 cm x 2,52 cm. Ukuran ini ekuivalen dengan $0,04\lambda_d^2$, sementara ukuran normal untuk frekuensi center yang sama adalah $2\lambda_d^2$. Ini menunjukkan bahwa proses miniaturisasi dari tujuan penelitian ini dapat dicapai sebesar 98%, artinya struktur yang diusulkan dapat menurunkan ukuran filter sebesar 98%. Dengan demikian, tujuan penelitian yaitu meminiaturisasi BPF yang bekerja dalam L band untuk aplikasi *coastal radar* dengan kinerja selektivitas yang tinggi dapat dicapai.

6.2. Saran

Struktur cavity ini sangat cocok untuk diaplikasi pada disain antenna yang dapat menghasilkan komponen filter-antenna dengan ukuran kecil yang juga menjadi trend topik penelitian dalam bidang RF/Microwave. Oleh karena itu, keberlanjutan penelitian dengan struktur ini sangat diharapkan.

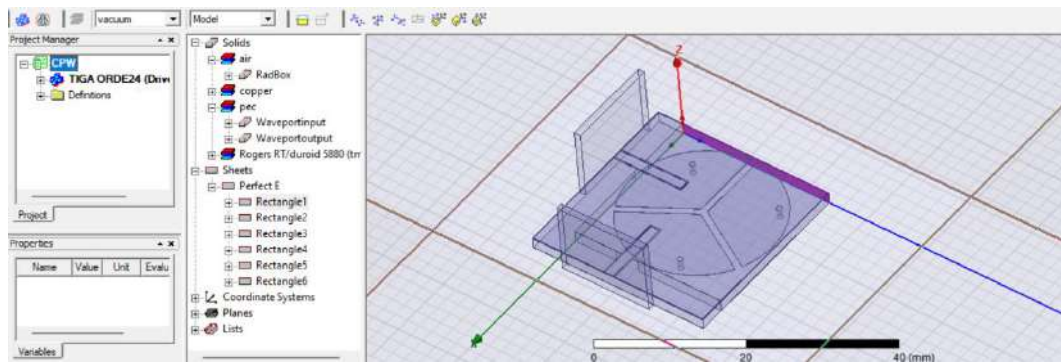
DAFTAR PUSTAKA

- Hong J.S. (2011). *Microstrip Filters for RF Microwave Applications*, Wiley
- Hussain B., Giriraj P. (2020). *Microstrip filters : A Review of Different Filter Designs Used in Ultrawide Band Technology*, *Makara Journal of Technology*, Vol. 24, No. 2, pp. 79-86
- Maurizio B., Georgiadis A., Wu K. (2010). *Review of substrate-integrated waveguide circuits and antennas*, *IET Microw. Antennas Propag.*, 2011, Vol. 5, Iss. 8, pp. 909-920
- Perregrini L., Moscato S., Tomassoni C., Maurizio B. (2016). *Quarter-mode cavity filters in substrate integrated waveguide technology*, *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, Vol. 64, No. 8, pp. 2538-2547
- Ramesh G., Inder B., Maurizio B. (2013). *Microstrip Lines and Slot Lines*, Artech House
- Tomassoni C., Maurizio B. (2017). *Substrate-integrated waveguide cavity filters: Miniaturization and new materials for IoT applications*, *Radioengineering*, Vol. 26, No. 3, pp. 633-641

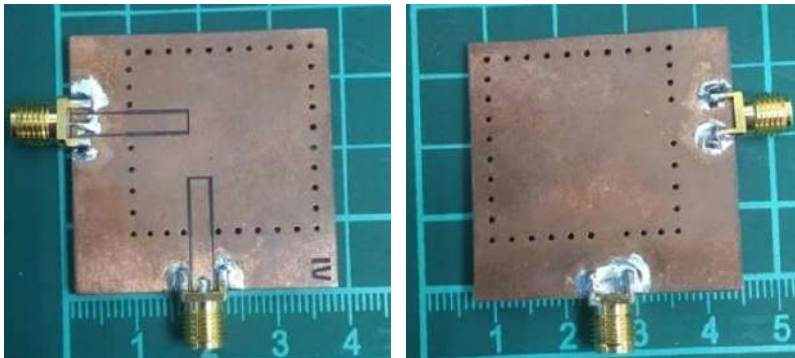
LAMPIRAN

Lampiran 1 :

Struktur simulasi menggunakan HFSS v.15



Hasil fabrikasi



Tampak atas

Tampak bawah

Lampiran 2 : Personalia Peneliti

1. Ketua

A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap	Muhammad Mimsyad, S.T., M.Eng., Ph.D.
2.	Jabatan Fungsional	Lektor
3.	Jabatan Struktural	-
4.	NIP	19760320 200501 1 001
5.	NIDN	0020037601
6.	Tempat dan Tanggal Lahir	Tinambung, 20 Maret 1976
7.	Alamat Rumah	Jl. Mannuruki, Perum. Griya Hasanah, No.8
8.	Nomor Telepon/HP	085343574547
9.	Alamat Kantor	Jl. Perintis Kemerdekaan KM.10 Makassar, 90245
10.	Nomor Telepon/Faks	0411-585365, 585356, 585368/0411-586043
11.	Alamat e-mail	mu_mimsyad@poliupg.ac.id
12.	Lulusan yang Telah Dihasilkan	D3 = >100 orang
13.	Mata Kuliah yang Diampu	1. Antena dan Propagasi
		2. Sistem Komunikasi Satelit
		3. Radar dan Navigasi
		4. Perancangan Jaringan Radio
		5. Praktikum Sistem Komunikasi Digital
		6. Praktikum Sistem Komunikasi Analog
		7. Praktikum Frekuensi Tinggi dan Gel.Mikro
		8. Praktikum Rekayasa Nirkabel Digital

B. Riwayat Pendidikan

	S1	S2	S3
Nama Perguruan Tinggi	UNHAS	Asian Institute of Technology	National Yunlin University of Science and Technology
Bidang ilmu	Teknik Elektro Telekomunikasi	Telecommunications	Microwave Engineering
Tahun Masuk-Lulus	1995-2000	2008-2010	2015-2019
Judul skripsi/Tesis/Disertasi	Perencanaan Jaringan Microwave Link Makassar-Sidrap pada Stasiun TVRI Sul-Sel	Performance Analysis of Ku- and Ka-band Satellite Communication Link : Case study in Makassar	Miniaturization of Substrate-integrated Waveguide Cavity Trisection

			BPF
Dosen Pembimbing	Ir.Subaer Kanata dan Ir.Abdul Rasyid	Prof. Kazi Mohiuddin Ahmed	Prof. Chung-I Hsu

Anggota 1

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Ir. Abdullah Bazergan, M.T., M.Si L
2	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
3	Jabatan Struktural	Pembina Utama Muda / IVc
4	NIP	1964027 199003 1 001
5	NIDN	0027026402
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Ujung Pandang / 27 Pebruari 1964
7	Alamat Rumah	Jl. Hertasning Raya, No. 28Makassar - 90222
8	Nomor Telepon/HP	+62 85696356437
9	Alamat Kantor	Jl. Perintis Kemerdekaan KM.10 Tamalanrea, Makassar, 90245
10	Nomor Telepon/Faks	0411 585367
11	Alamat E-mail	abdullahbazergan@poliupg.ac.id
12	Lulusan yang telah dihasilkan	D3 = 180 orang
13	Mata Kuliah yang Diampu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Teknologi Informasi 2. Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan(K3L) 3. Etika Profesi dan Kewirausahaan 4. Komunikasi Satelit 5. Komunikasi Seluler

B. Riwayat Pendidikan

	<i>S1</i>	<i>S2</i>	<i>S2</i>
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Hasanuddin	Institut Teknologi Bandung	Universitas Hasanuddin
Bidang Ilmu	Teknik Elektro	Sistem Informasi Telekomunikasi, Elektroteknik	Manajemen Bisnis
Tahun Masuk-Lulus	1983-1988	1994 - 1998	1999-2001

Anggota 2

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Ir. Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D, IPM
2	Jabatan Fungsional	Lektor
3	Jabatan Struktural	Penata Tk. I / III d
4	NIP	19790330 200112 2 001
5	NIDN	0030037902
6	Tempat/Tanggal Lahir	Makassar / 30 Maret 1979
7	Alamat Rumah	Griya Mulya Asri F1 Jl.Dg.Ramang Makassar
8	Nomor Telepon/HP	+62 822 91298633
9	Alamat Kantor	Jl. P. Kemerdekaan Km.10 Tamalanrea, Mks
10	Nomor Telepon/Faks	0411-585368 / 0411-586043
11	Alamat E-mail	sirmayanti.sirmayanti@poliupg.ac.id
12	Lulusan yang telah dihasilkan	D3 = 130 orang D4 = 2 orang
13	Mata Kuliah yang Diampu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Komunikasi Seluler 2. Perancangan Jaringan Seluler 3. Perancangan Jaringan Radio 4. Rekayasa Teknologi Jaringan Telekomunikasi 5. Sistem Komunikasi Analog dan Digital 6. Pengolahan Sinyal Digital 7. Teknologi Nirkabel Pita Lebar 8. Manajemen Telekomunikasi 9. Jaringan Telekomunikasi 10. Komunikasi Satelit 11. Saluran Transmisi

B. Riwayat Pendidikan

	<i>S-1</i>	<i>S-2</i>	<i>S-3</i>
<i>Nama PT</i>	Universitas Hasanuddin Makassar, Indonesia	Victoria University Melbourne, Australia	Victoria University Melbourne, Australia
<i>Bidang Ilmu</i>	Teknik Telekomunikasi	Teknik Telekomunikasi	Teknik Elektro Telekomunikasi
<i>Tahun Masuk-Lulus</i>	1997-2000	2006-2008	2010-2014
<i>Judul Skripsi/Tesis/Disertasi</i>	Perancangan Sistem Komunikasi Seluler GSM di Kab Pinrang	Performance of Cooperative Relaying Communication	An All-Digital Up-Conversion Architectures for Low Power

			Transmission
--	--	--	--------------

Mahasiswa 1 :

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Izzul Haq.M
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Program Studi	D3 Teknik Telekomunikasi
4	NIM	32220003
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Makassar, 5 November 2001
6	Alamat E-mail	izzulhaqmks@gmail.com
7	Nomor Telepon/HP	081242942077

Lampiran 3 :

Submission paper ke jurnal

Welcome
Dr. Muhammad Mimsyad

MENU

- [Paper Submission](#)
- [Article Processing Charge](#)
- [Change Profile](#)
- [CV and Photos](#)
- [Paper History](#)
- [Change Password](#)
- [Logout](#)

PAPER SUBMISSION

You have submitted paper with the following title(s):

	Abstract	Action
1	<p>ID Number : D22-11384</p> <p>Title : Design and Realisation of Miniaturisation of Substrate Integrated Waveguide (SIW)-Based Bandpass Filter (BPF) at L-band Frequency</p> <p>Author : • Dr. Muhammad Mimsyad (Politeknik Negeri Ujung Pandang) • Abdullah Bazergan (Politeknik Negeri Ujung Pandang) • Sirmayanti (Politeknik Negeri Ujung Pandang) • Yuliana Rauf (Government of South Sulawesi Province)</p> <p>Paper Filename : manuscript paper.doc</p>	<p>Paper Revise</p>

ABOUT IJEEI

- [Aims & Scope](#)
- [Editorial Board](#)
- [Current Papers](#)
- [Contact IJEEI](#)
- [Archives](#)
- [Manuscript Preparation](#)
- [Policies](#)
- [Submission](#)

SEARCH

Draft Paper :

Design and Realisation of Miniaturisation of Substrate Integrated Waveguide (SIW)-Based Bandpass Filter (BPF) at L-band Frequency

Muhammad Mimsyad, Abdullah Bazergan, Sirmayanti
Department of Electrical Engineering
Politeknik Negeri Ujung Pandang
Makassar, Indonesia
mu_mimsyad@poliupg.ac.id

Yuliana Rauf
Department of Research and Regional Development
Government of South Sulawesi Province
Makassar, Indonesia

Abstract: This paper studies a miniaturization of a substrate-integrated waveguide (SIW) bandpass filter (BPF) using only a square cavity. This cavity is to be loaded with a multi-sector circular patch, where each sectored patch is connected to the bottom surface of the cavity through a shorting blind via. Each of the shorting-via loaded sectored-patches and the cavity's top and bottom surfaces form a resonator. Hence, multiple resonators can be housed in a single square cavity and then are fed properly to construct a multi-pole BPF. For easy integration with surrounding circuit components, it is to be considered by only the case where the cavity is fed with the coplanar waveguide (CPW) rather than the coaxial cable. The downshifts in the resonance frequency of the proposed resonator structure for the different number of sectors obtained from a complete circuit patch are studied. BPFs constructed using one, two, and three sectored patches are designed and compared. A sample BPF using three sectored patches is fabricated and measured. As compared with the third-order BPF using three empty SIW cavities, the size reduction rate of the fabricated one is up to 98%. A good agreement is obtained between simulated results and those measured.

Keywords: miniaturization; trisection bandpass filter (BPF), SIW

Muhammad Mimsyad, Abdullah Bazergan, Sirmayanti
Department of Electrical Engineering
Politeknik Negeri Ujung Pandang
Makassar, Indonesia
mu_mimsyad@poliupg.ac.id

B. 103

LAPORAN KARYA ILMIAH HASIL PENELITIAN PERIODE 2019-2022

1. Operasi Adaptive MIMO Melalui Teknik Spatial Multiplexing Bagi Standar LTE Physical Layer (PHY) (2019)
Penulis: Ir. Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM. / Ir. Ichsan Mahjud, M.T
2. Optimasi Distorsi Cancellation Spectrum Mask Pada Infrastruktur Multicarrier Broadband 5G, Tahun-1 (2020)
Penulis: Ir. Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM. / Dr. Eng., Ir. Dewiani, M.T., IPM. / Lidemar Halide, S.T., M.T
3. Optimasi Distorsi Cancellation Spectrum Mask Pada Infrastruktur Multicarrier Broadband 5G, Tahun-2 (2021)
Penulis: Ir. Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM. / Dr. Eng., Ir. Dewiani, M.T., IPM. / Lidemar Halide, S.T., M.T
4. Teknik Sinkronisasi Carrier Frequency Offset (CFO) Dalam System OFDM Untuk Opimasi Implementasi Frequency Sharing 5G (2021)
Penulis: Ir. Ichsan Mahjud, M.T. / Muhammad Mimsyad, S.T., M.Eng., Ph.D / Ir. Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.
5. Analisis Best Practice Remote Lab Dalam Pengajaran Mata Kuliah Praktikum Vokasi (2021)
Penulis: Muhammad Mimsyad, S.T., M.Eng., Ph.D. / Ir. Ichsan Mahjud, M.T. / Ir. Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.
6. Pengembangan Theories-In-Action Pada Mata Kuliah Kode-3 Pendidikan Vokasi (2022)
Penulis: Ir. Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM. / Muhammad Mimsyad, S.T., M.Eng., Ph.D. / Ir. Ichsan Mahjud, M.T.
7. Disain Dan Realisasi Bandpass Filter (BPF) Berbasis Substrate-Integrated Waveguide (SIW) Pada Frekuensi L-Band Untuk Aplikasi Coastal Radar (2022)
Penulis: Muhammad Mimsyad, S.T., M.Eng., Ph.D. / Ir. Abdullah Bazergan, M.T. / Ir. Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.



**UPT PERPUSTAKAAN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
2022**

BIBIE
NDANG

B.103

B.103

SIRMAYANTI, DKK

LAPORAN KARYA ILMIAH HASIL PEN

LAPORAN KARYA ILMIAH HASIL PENELITIAN PERIODE 2019-2022

1. Operasi Adaptive MIMO Melalui Teknik Spatial Multiplexing Bagi Standar LTE Physical Layer (PHY) (2019)
Penulis: Ir. Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM. / Ir. Ichsan Mahjud, M.T
2. Optimasi Distorsi Cancellation Spectrum Mask Pada Infrastruktur Multicarrier Broadband 5G, Tahun-1 (2020)
Penulis: Ir. Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM. / Dr. Eng., Ir. Dewiani, M.T., IPM. / Lidemar Halide, S.T., M.T
3. Optimasi Distorsi Cancellation Spectrum Mask Pada Infrastruktur Multicarrier Broadband 5G, Tahun-2 (2021)
Penulis: Ir. Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM. / Dr. Eng., Ir. Dewiani, M.T., IPM. / Lidemar Halide, S.T., M.T
4. Teknik Sinkronisasi Carrier Frequency Offset (CFO) Dalam System OFDM Untuk Opimasi Implementasi Frequency Sharing 5G (2021)
Penulis: Ir. Ichsan Mahjud, M.T. / Muhammad Mimsyad, S.T., M.Eng., Ph.D / Ir. Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.
5. Analisis Best Practice Remote Lab Dalam Pengajaran Mata Kuliah Praktikum Vokasi (2021)
Penulis: Muhammad Mimsyad, S.T., M.Eng., Ph.D. / Ir. Ichsan Mahjud, M.T. / Ir. Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.
6. Pengembangan Theories-In-Action Pada Mata Kuliah Kode-3 Pendidikan Vokasi (2022)
Penulis: Ir. Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM. / Muhammad Mimsyad, S.T., M.Eng., Ph.D. / Ir. Ichsan Mahjud, M.T.
7. Disain Dan Realisasi Bandpass Filter (BPF) Berbasis Substrate-Integrated Waveguide (SIW) Pada Frekuensi L-Band Untuk Aplikasi Coastal Radar (2022)
Penulis: Muhammad Mimsyad, S.T., M.Eng., Ph.D. / Ir. Abdullah Bazergan, M.T. / Ir. Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.

PERPUSTAKAAN B.J. HABIBIE
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

KI:TT19
SIR
o
C.1



UPT PERPUSTAKAAN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
2022

PERIODE 2019-2022