

**PERANCANGAN *LOWPASS FILTER* BERBASIS MIKROSTRIP
MENGUNAKAN *STEPPED IMPEDANCE HAIRPIN RESONATOR*
UNTUK APLIKASI GPS**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Sains*



Oleh:

RESTY AMANDA

NIM. 20034025

**PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2025

PERSETUJUAN SKRIPSI

PERANCANGAN *LOWPASS FILTER* BERBASIS MIKROSTRIP MENGUNAKAN *STEPPED IMPEDANCE HAIRPIN RESONATOR* UNTUK APLIKASI GPS

Nama : Resty Amanda
NIM : 20034025
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

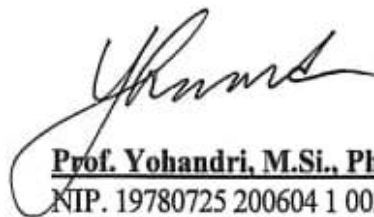
Padang, 12 Agustus 2025

Mengetahui:
Kepala Departemen Fisika



Prof. Dr. Asrizal, M.Si
NIP. 19660603 199203 1 001

Disetujui oleh:
Pembimbing



Prof. Yohandri, M.Si., Ph.D
NIP. 19780725 200604 1 003

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Resty Amanda
NIM : 20034025
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PERANCANGAN *LOWPASS FILTER* BERBASIS MIKROSTRIP MENGUNAKAN *STEPPED IMPEDANCE HAIRPIN RESONATOR* UNTUK APLIKASI GPS

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji
Skripsi Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang

Padang, 12 Agustus 2025

Tim Penguji

	Nama
Ketua	: Prof. Yohandri, M.Si., Ph.D
Anggota	: Prof. Dr. Asrizal, M.Si
Anggota	: Prof. Pakhrur Razi, S.Pd., M.Si., Ph.D

Tanda Tangan



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Resty Amanda
NIM : 20034025
Tempat/Tanggal Lahir : Pariaman/11 Agustus 2002
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : Perancangan *Lowpass Filter* Berbasis Mikrostrip
Menggunakan *Stepped Impedance Hairpin Resonator* untuk Aplikasi GPS

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani asli oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar akademik yang diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 12 Agustus 2025

Yang menyatakan



Resty Amanda
NIM. 20034025

Perancangan *Lowpass Filter* Berbasis Mikrostrip Menggunakan *Stepped Impedance Hairpin Resonator* untuk Aplikasi GPS

Resty Amanda

ABSTRAK

Kinerja sistem GPS sering mengalami degradasi akibat interferensi sinyal gelombang mikro, sehingga data yang diterima tidak akurat. Untuk mengatasi hal ini, dirancang sebuah *lowpass filter* berbasis mikrostrip pada GPS, yang berfungsi untuk memotong sinyal frekuensi tinggi yang tidak diinginkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan menyelidiki pengaruh penambahan *stub* terhadap kinerja parameter filter, pengaruh dimensi fisik terhadap kinerja parameter filter, dan mendesain serta mengkarakteristik *lowpass filter* untuk aplikasi GPS.

Filter dirancang menggunakan struktur *stepped impedance hairpin resonator* (SIHR). Struktur SIHR merupakan koneksi paralel yang terdiri dari satu saluran transmisi dan dua saluran paralel dengan *internal coupling*, yang berfungsi untuk mewujudkan filter yang ringkas, *roll-off* yang tajam, dan fabrikasi yang mudah. Material yang digunakan pada filter yaitu substrat NPCH-220A dengan konstanta dielektrik 2,17 dan ketebalan 1,6 mm. Spesifikasi filter yang diinginkan yaitu frekuensi *cut-off* 1,7 GHz, *insertion loss* >-3 dB, dan *return loss* <-10 dB.

Hasil Penelitian didasarkan pada hasil simulasi dan pengukuran dengan VNA. Pada simulasi didapatkan frekuensi *cut-off* 1,79 GHz, *return loss* -24 dB, *insertion loss* pada passband -0,1 dB, dan pada frekuensi *cut-off* -3 dB. Sedangkan hasil pengukuran diperoleh frekuensi *cut-off* pada 1,66 GHz, *return loss* -45 dB, *insertion loss* pada passband -1,6 dB, dan pada frekuensi *cut-off* -3 dB. Ukuran filter yang difabrikasi yaitu 33,5 x 40 mm. Hasil penelitian ini menunjukkan *lowpass filter* dengan struktur SIHR efektif digunakan pada aplikasi GPS untuk mengoptimalkan kinerja sistem.

Kata kunci: Mikrostrip, *Lowpass Filter*, SIHR, GPS

A of Microstrip Lowpass Filter Using a Stepped Impedance Hairpin Resonator for GPS Application

Resty Amanda

ABSTRACT

GPS system performance often experiences degradation due to microwave signal interference, resulting in inaccurate data reception. To overcome this, a microstrip-based lowpass filter was designed for GPS, which functions to cut unwanted high-frequency signals. This study aims to analyze and investigate the effect of adding stubs on filter parameter performance, the effect of physical dimensions on filter parameter performance, and to design and characterize lowpass filters for GPS applications.

The filter was designed using a stepped impedance hairpin resonator (SIHR) structure. The SIHR structure is a parallel connection consisting of one transmission channel and two parallel channels with internal coupling, which serves to create a compact filter with a sharp roll-off and easy fabrication. The material used in the filter is NPCH-220A substrate with a dielectric constant of 2.17 and a thickness of 1.6 mm. The desired filter specifications are a cut-off frequency of 1.7 GHz, insertion loss >-3 dB, and return loss <-10 dB.

The research results are based on simulation and measurement results using a VNA. The simulation yielded a cut-off frequency of 1.79 GHz, a return loss of -24 dB, an insertion loss in the passband of -0.1 dB, and at a cut-off frequency of -3 dB. Meanwhile, the measurement results obtained a cut-off frequency of 1.66 GHz, return loss of -45 dB, insertion loss in the passband of -1.6 dB, and at a cut-off frequency of -3 dB. The size of the fabricated filter is 33.5 x 40 mm. The results of this study show that lowpass filters with SIHR structures are effective for use in GPS applications to optimize system performance.

Keywords: Microstrip, Lowpass Filter, SIHR, GPS

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Perancangan *Lowpass Filter* Berbasis Mikrostrip Menggunakan *Stepped Impedance Hairpin Resonator* untuk Aplikasi GPS”. Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada Baginda Rasulullah saw. yang telah membawa umatnya dari zaman jahiliah ke zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan. Penyusunan skripsi ini diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Dalam penulisan skripsi ini penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak, baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, terutama kepada:

1. Bapak Prof. Yohandri, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu, pikiran, saran, dan tenaga serta kesabaran untuk membimbing penulis dalam penelitian skripsi ini. Sekaligus penasihat akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan akademik selama masa perkuliahan.
2. Bapak Prof. Dr. Asrizal, M.Si., selaku dosen penguji skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan masukan, kritikan dan saran kepada peneliti untuk menyempurnaan skripsi ini. Sekaligus selaku

Kepala Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

3. Bapak Prof. Pakhrur Razi, S.Pd., M.Si., Ph.D., selaku dosen Penguji 2 yang telah memberikan kritikan dan saran kepada peneliti untuk penyempurnaan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Harman Amir, M.Si., selaku Koordinator Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
5. Kepada orang tua dan keluarga tercinta untuk doa dan dukungan yang diberikan dalam setiap langkah penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Staf Pengajar dan Karyawan Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan telah membantu dalam penulisan skripsi ini.

Terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berjasa dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Padang, Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Batasan Masalah.....	5
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II KAJIAN TEORI	7
A. GPS	7
B. Filter Mikrostrip.....	11
C. <i>Lowpass Filter</i> Mikrostrip	14
D. Parameter Filter	17
E. <i>Stepped Impedance Hairpin Resonator (SIHR)</i>	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
B. Alat dan Bahan Penelitian.....	22
C. Jenis Penelitian.....	22
D. Data dan Variabel Penelitian	23
E. Prosedur Penelitian.....	24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
A. Hasil Penelitian.....	30
B. Pembahasan.....	41
BAB V PENUTUP	44
A. Kesimpulan	44
B. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Distribusi satelit GPS	7
Gambar 2. Segmen utama GPS	9
Gambar 3. Penentuan GPS dengan metode trilaterasi	10
Gambar 4. Blok diagram <i>receiver</i> GPS	11
Gambar 5. Diagram blok filter	11
Gambar 6. Jenis-jenis filter	12
Gambar 7. Struktur mikrostrip	13
Gambar 8. Rangkaian RC dan tanggapan frekuensi <i>lowpass filter</i>	14
Gambar 9. (a) karakteristik refleksi ideal <i>lowpass filter</i> dan (b) karakteristik transmisi ideal <i>lowpass filter</i>	16
Gambar 10. Karakteristik riil untuk faktor transmisi <i>lowpass filter</i>	17
Gambar 11. (a) Desain LPF menggunakan SIHR dengan <i>internal coupling</i> dan (b) rangkaian ekuivalen LPF	19
Gambar 12. Sirkuit ekuivalen dengan: (a) <i>single transmission line</i> , (b) <i>symmetric coupled lines</i>	19
Gambar 13. SIHR dengan <i>internal coupling</i> (M. Makimoto, 2001)	20
Gambar 14. Skema diagram alir pembuatan filter	24
Gambar 15. (a) Rangkaian ekuivalen dari <i>lowpass filter</i> , (b) Model perancangan <i>lowpass filter</i> , dan (c) desain perancangan <i>lowpass filter</i> pada CST Studio Suite	27
Gambar 16. (a) Desain <i>lowpass filter</i> tanpa <i>stub</i> , dan (b) desain <i>lowpass filter</i> dengan <i>stub</i>	30

Gambar 17. (a) Hasil simulasi <i>lowpass filter</i> tanpa <i>stub</i> , dan (b) hasil simulasi <i>lowpass filter</i> dengan <i>stub</i>	31
Gambar 18. Hasil variasi dimensi terhadap nilai S11 (a) L7, (b) L9, (c) L11, (d) L14, (e) W2, (f) W3, (g) W4, (h) W5, dan (i) W9.....	33
Gambar 19. Hasil variasi dimensi terhadap nilai S11 (a) L7, (b) L9, (c) L11, (d) L14, (e) W2, (f) W3, (g) W4, (h) W5, dan (i) W9.....	36
Gambar 20. (a) Tampak depan hasil fabrikasi <i>lowpass filter</i> dan (b) tampak belakang hasil fabrikasi <i>lowpass filter</i>	38
Gambar 21. Hasil perbandingan simulasi dan pengukuran (a) S11 (b) S21	39

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi material NPCH-220A.....	25
Tabel 2. Spesifikasi parameter kinerja filter mikrostrip	26
Tabel 3. Ukuran optimasi <i>lowpass filter</i> menggunakan SIHR.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan Desain <i>Lowpass Filter</i> pada <i>Software</i> CST Studio Suite.....	49
Lampiran 2. Hasil Simulasi <i>Lowpass Filter</i> pada <i>Software</i> CST Studio Suite.....	51
Lampiran 3. Dokumentasi Proses Fabrikasi <i>Lowpass Filter</i>	53
Lampiran 4. Dokumentasi Hasil Pengukuran <i>Lowpass Filter</i> Menggunakan VNA...	54

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Era digital yang berkembang pesat saat ini, khususnya kemajuan teknologi dalam bidang navigasi dan informasi salah satunya adalah *Global Positioning System* (GPS). GPS merupakan sistem navigasi berbasis satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro, untuk memberikan informasi posisi, kecepatan, arah, dan waktu secara kontinu tanpa tergantung waktu dan cuaca. Satelit GPS yang mengorbit bumi jumlahnya ada 31 satelit. Semuanya terletak di enam orbit pada ketinggian sekitar 20.200 kilometer, dengan sudut kemiringan 55° dan periode orbitnya 11 jam 58 menit. Sistem yang pertama kali dikembangkan oleh Departemen AS ini awalnya digunakan untuk keperluan militer. Namun pada tahun 1980-an pemerintah menyediakan sistem ini untuk penggunaan sipil (Ali, 2020; FAA, 2025).

GPS memiliki 3 segmen utama yaitu: *space segment*, *control segment*, dan *user segment*. *Space segment* (satelit) merupakan komponen pertama dari sistem GPS yang berfungsi untuk mengirimkan sinyal yang berisi informasi waktu dan posisi. *Control segment* (pengontrol) yaitu segmen yang bertanggung jawab memantau kondisi satelit GPS, dan berfungsi untuk mengirimkan informasi data ke satelit untuk diteruskan ke *receiver* GPS di bumi. *User segment* (segmen pengguna), yaitu berfungsi untuk menerima data dan memproses sinyal *L-band* yang ditransmisikan dari satelit untuk menentukan PVT (posisi, kecepatan, dan waktu) yang diperlukan oleh pengguna (Maulana Imam, 2014).

Kinerja sistem GPS sering terdegradasi karena sinyal *L-band* yang diterima *receiver* dapat mengalami interferensi elektromagnetik sehingga data yang diterima tidak akurat. Untuk mendukung kinerja GPS yang optimal, diperlukan sebuah perangkat yang dapat melewatkan frekuensi yang diinginkan dan meredam frekuensi yang tidak diinginkan yaitu filter. Dalam sistem navigasi terkhusus pada *receiver* GPS, filter memiliki peran yang sangat penting. Pada aplikasi *receiver* GPS, umumnya filter yang digunakan adalah yang berbentuk kecil dan tipis. Salah satu filter yang memiliki karakteristik tersebut yaitu filter mikrostrip.

Filter mikrostrip merupakan filter yang populer saat ini, karena bentuknya yang kecil, mudah difabrikasi, kemudahan dalam pembuatannya, dan biaya rendah, serta mudah diintegrasikan dengan perangkat elektronik lainnya (Utami dkk., 2018). Filter mikrostrip adalah salah satu jenis filter yang berbentuk papan tipis dan mampu bekerja pada frekuensi yang sangat tinggi. Filter ini terdiri dari beberapa bagian diantaranya lapisan resonator (konduktor), substrat dielektrik, dan *ground plane* (Jia-Sheng Hong, 2000). Salah satu jenis filter yang dapat digunakan pada penelitian ini adalah *lowpass filter* berbasis mikrostrip.

Lowpass filter merupakan filter yang melewatkan frekuensi yang lebih rendah dari frekuensi *cut-off* dan meredam frekuensi yang berada di atas frekuensi *cut-off* (Utami dkk., 2018). Frekuensi *cut-off* adalah frekuensi yang menjadi batas untuk melewatkan atau meredam sinyal masukan yang mempunyai frekuensi yang lebih tinggi maupun frekuensi yang lebih rendah dari frekuensi *cut-off* (Farida dkk., 2017). Salah satu aspek yang penting pada GPS adalah pemilihan frekuensi kerja. Frekuensi kerja yang tepat dapat mengurangi *noise* di luar spektrum sinyal

GPS dan meningkatkan kualitas sinyal. *Receiver* GPS bekerja pada pita frekuensi *L-band*, dengan frekuensi L1 1575,42 MHz dan L2 1227,60 MHz.

Filter QPQ1063 yang diproduksi oleh Qorvo, yang dirancang untuk aplikasi GPS dan sistem komunikasi. *Insertion loss* pada filter untuk L1/L2 yaitu 1,6 dB dan 1,3 dB (Dietz, 2025). Secara ideal, pengaplikasian filter pada sistem GPS memberikan hasil yang optimal untuk kinerja sistem, seperti nilai *insertion loss* yang rendah (mendekati 0 dB), *return loss* yang baik dan *stopband* yang luas seperti yang biasa ditunjukkan pada hasil simulasi. Namun dalam implementasi nyata, karena adanya efek parasitik dan toleransi fabrikasi sehingga adanya pergeseran frekuensi dan penurunan kualitas penyaringan, contohnya yaitu nilai *insertion loss* yang tidak mendekati 0, umumnya hasil pengukuran yang diperoleh berkisar dari 1 - 3 dB (Farida dkk., 2017).

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan desain dan perancangan filter mikrostrip yang relevan dengan penelitian yang telah peneliti buat. Pada tahun 2019, Barrak dkk merancang sebuah *dual bandpass filter* yang dapat dikonfigurasi ulang. Desain filter didasarkan pada topologi *Open Loop stub Loaded Resonator* (OL-SLR). Filter ini dirancang dengan material TLY5 dengan $h = 0,787$ mm, dan loss tangen 0,0017. Rentang frekuensi L1 (1554 -1589) MHz dan L2 (1117-1245) MHz. Nilai *insertion loss* pada L1 = < 4 dB dan L2 = < 3,5 dB, dan *return loss* pada L1 dan L2 yaitu >10 dB. Ukuran filter yang difabrikasi 84 x 38 mm. Kelemahan pada penelitian ini terletak pada *insertion loss* karena nilai yang disarankan adalah mendekati nol untuk mendapatkan karakteristik filter yang ideal (Farida dkk., 2017).

Pada tahun 2019, Jin Zhang dkk merancang sebuah *lowpass filter* menggunakan *stepped impedance resonator* (SIR) dan *defected ground structure* (DGS). Hasil dari penelitian ini yaitu nilai *insertion loss* nya 0,38 dB, dan *return loss* lebih dari 20 dB. Kelemahan pada penelitian ini yaitu masih ada *sideband* dan desainnya yang rumit. Pada tahun 2021, Ogorodnikov dkk merancang *compact bandpass filter* dengan *resonance waveguide-slot membranes*. Rentang frekuensi L1 (1,594 - 1,61 GHz) dan L2 (1,237 - 1,254 GHz). Nilai *insertion loss* pada L1 = 0,576 dB dan L2 = 1,073 dB. Nilai *return loss* pada L1 yaitu 19,3 dB dan L2 yaitu 19,4 dB. Ukuran filter untuk L1 adalah 50 x 30 x 32,2 mm dan L2 adalah 50 x 30 x 34,5 mm. Kelemahan pada penelitian ini yaitu adanya *sideband* yang dekat dengan frekuensi kerja sehingga dapat menurunkan kinerja filter, dan desainnya yang rumit.

Dalam penelitian ini, dirancang dan difabrikasi sebuah *lowpass filter* berbasis mikrostrip dengan nilai *return loss*-nya yaitu < -15 dB, *insertion loss* yang > -3 dB, dan rentang *stopband* yang luas. Filter ini dirancang dengan struktur *stepped impedance hairpin resonator* (SIHR). Untuk memperoleh *stopband* yang lebar, maka ditambahkan sebuah *stub* dalam perancangan desain filternya (Zhang dkk., 2017). Filter mikrostrip ini didesain menggunakan *software* CST Studio Suite. Material substrat yang digunakan untuk perancangan dan fabrikasi yaitu NPCH-220A dengan konstanta dielektriknya 2,17, ketebalan substrat 1,6 mm, dan *loss tangent* 0,0005. Frekuensi *cut-off* berada pada frekuensi 1,66 GHz. Berdasarkan uraian di atas, peneliti telah melakukan penelitian dengan judul “Perancangan

Lowpass Filter Berbasis Mikrostrip Menggunakan *Stepped Impedance Hairpin Resonator* untuk Aplikasi GPS”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh penambahan *stub* terhadap parameter kinerja *lowpass filter* berbasis mikrostrip?
2. Bagaimana pengaruh dimensi fisik filter terhadap parameter kinerja *lowpass filter* berbasis mikrostrip?
3. Bagaimana desain dan karakteristik *lowpass filter* berbasis mikrostrip untuk aplikasi GPS?

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan untuk mendapatkan solusi dari masalah agar terarah, peneliti membatasi kajian masalah yang dibahas, yaitu:

1. Filter dirancang dengan struktur *stepped impedance hairpin resonator* (SIHR).
2. Material substrat yang digunakan adalah NPCH-220A.
3. *Software* yang digunakan untuk simulasi yaitu CST Studio Suite.
4. Parameter kinerja *lowpass filter* yang diukur yaitu nilai *return loss*, *insertion loss*, dan frekuensi *cut-off*.
5. Melakukan pengujian dan evaluasi kinerja filter mikrostrip melalui simulasi komputer dan eksperimen laboratorium.

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh penambahan *stub* terhadap parameter *lowpass filter* berbasis mikrostrip.
2. Menganalisis pengaruh dimensi fisik filter terhadap parameter kinerja *lowpass filter* berbasis mikrostrip.
3. Menyelidiki karakteristik *lowpass filter* yang telah difabrikasi.

E. Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, adapun manfaat yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan *lowpass filter* berbasis mikrostrip yang dapat digunakan pada aplikasi GPS.
2. Memberikan informasi tentang desain *lowpass filter* berbasis mikrostrip yang memiliki karakteristik untuk aplikasi GPS.
3. Sebagai ide untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Perbedaan perancangan desain simulasi pada *lowpass filter* dengan *stub* dan tanpa menggunakan *stub* memiliki pengaruh pada lebar *stopband*. Hasil perancangan yang diusulkan yaitu dengan menambahkan *stub*, sehingga hasil simulasi kinerja filter memiliki *stopband* yang luas yaitu dari 1,76 GHz hingga 6 GHz.
2. Perubahan dimensi fisik berupa panjang (L) dan lebar (W) jalur resonator berpengaruh pada nilai *return loss*. Dimana jika ukuran dimensi L_9 , L_{14} , W_2 , W_3 , dan W_5 diperbesar dan ukuran dimensi L_7 , L_{11} , W_4 , dan W_9 diperkecil maka nilai *return loss* akan semakin baik. Perubahan dimensi fisik berupa panjang (L) dan lebar (W) jalur resonator juga berpengaruh pada nilai *insertion loss*. Nilai *insertion loss* akan semakin optimal (>-3 dB), jika ukuran dimensi L_9 diperbesar dan ukuran dimensi L_{11} , W_5 , dan W_9 diperkecil.
3. Perancangan *lowpass filter* menggunakan *stepped impedance hairpin resonator* untuk aplikasi GPS pada frekuensi *cut-off* 1,66 GHz sangat penting untuk memastikan hanya sinyal yang relevan yang diteruskan, sementara interferensi di atas frekuensi *cut-off* harus dapat diredam.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Dari hasil penelitian pengukuran hanya pada nilai *return loss* dan *insertion loss* karena keterbatasan fasilitas. Disarankan untuk melakukan pengukuran impedansi masukan.
2. Eksplorasi berbagai bahan substrat dan penambahan variasi desain seperti penambahan DGS (*Defected Ground Structure*) untuk meningkatkan peforma kinerja filter.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Hasanuddin, Z. (1994). "Perancangan dan Persiapan Survei GPS". Jurusan Teknik Geodesi. ITB.
- Alam, Md. J., Ahamed, E., Faruque, M. R. I., Islam, M. T., & Tamim, A. M. (2019). *Left-handed metamaterial bandpass filter for GPS, Earth Exploration-Satellite and WiMAX frequency sensing applications*. PLOS ONE, 14(11), e0224478. doi:10.1371/journal.pone.0224478
- Ali, E. (2020). *Global Positioning System (GPS): Definition, Principles, Errors, Applications & DGPS*.
- Astro, R. B., & Humairo, D. S. (2019). Teori Relativitas pada Global Positioning System (GPS). In Jurnal Dinamika Sains (Vol. 3, Issue 1).
- A. B. Santiko, Y. S. Amrullah, Y. Wahyu, M. I. Maulana, and B. Setia, "Design and Realization of Coupled Line Bandpass Filter Using Compact Structure at Frequencies of 3300 MHz - 3400 MHz for WiMax Application," indones.j.electron.telecommun., vol. 16, no. 1, p. 11, Dec. 2016, doi:10.14203/jet.v16.11-14
- Satellite Navigation - Global Positioning System (GPS). (30 Juli 2025). Federal Aviation Administration (FAA). www.gps.gov
- Braasch, Michael & Dierendonck, A. J. (1999). "GPS Receiver Architectures and Measurements. Proceedings of the IEE. 87. 48-64. 10.1109/5.736341.
- Dietz, B. (2025). QPQ1063 L1/L2 Low Loss GPS SAW Diplexer. <https://www.qorvo.com/products/p/QPQ1063>
- Farida, F. (2017). *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan Optimasi Lowpass Filter Mikrostrip Frekuensi 10 , 6 GHz dengan Metode Step-Impedansi*. 06 (02), 89–95.
- Herudin. (2012). "Perancangan Antena Mikrostrip Frekuensi 2,6 GHz untuk Aplikasi LTE. SETRUM. vol. 1, no. 1, ISSN: 2301-4652.
- Janner, S. (2010). "Rekayasa Perangkat Lunak". Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Jia-Sheng Hong, and Michael J. Lancaster. (2000). "Design of Highly Selective Microstrip Bandpass Filters with a Single Pair of Attenuation Poles at Finite Frequencies". IEEE Transactions On Microwave Theory And Techniques,

Vol. 48, No. 7.

- Jia-Sheng Hong and Michael J. Lancaster. (2001). "Microstrip Filters for RF/Microwave Applications". A John Wiley & Sons, Inc.
- Makimoto, M., Yamashita, S. (2001). "Microwave Resonators and Filters for Wireless Communication Theory, Design, and Application. Springer: Berlin, Germany. Chapter 4.
- Mariyanto, S., Sasongko, A., Ma, M., Ariessaputra, S., & Muvianto, C. M. O. (2022). Rancang Bangun Filter Band Pass Mikrostrip Menggunakan Metode Square Open Loop Resonator Berbasis Defected Ground Structure untuk Pemancar Televisi Digital. 4(November 2021), 23–24.
- Maulana, Alief & Aziz, Hamdan. (2017). "Desain Lowpass Filter Metode Stepped Impedance dengan Frekuensi CutOff 2 GHz". Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer. 6. 80. 10.36055/setrum.v6i1.2261.
- Maulana, Imam. (2014). Pengukuran GPS Geodetik dan Terrestrial Laser (TLS).
- Ogorodnikov, Dmitri & Kharitonova, Natalya & Litinskaya, Yelena & Salomatov, Y.. (2021). Compact GLONASS Band-Pass Filter Based on Waveguide with Resonance Membranes. 264-267. 10.1109/APEIE52976.2021.9647598.
- Rahmawati, T. M., Sutrisno,., & Madiawati, H. (2022). "Desain Band Pass Filter pada Frekuensi X-Band Menggunakan Metode Square Resonator untuk Aplikasi Radar Navigasi". *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknik*, 21(2), 135-143.V.
- R. Barrak, A. Othman, G. I. Abib, M. Muller, M. Mabrouk, and A. Ghazel. (2019)."Design of a tunable anti-aliasing filter for multistandard RF subsampling GNSS receiver." IEE Trans. Circuits Syst. II, Exp. Briefs, vol. 66, no. 2, pp. 207-211, Feb.
- R. Mongia. (1999). "RF and Microwave Coupled Line Circuits". Artech House
- Santiko, Arief Budi, Yahya Syukri Amrullah, Yuyu Wahyu, Muhammad Ilham Maulana, and Bambang Setia. 2016. "Design and Realization of Coupled Line Bandpass Filter Using Compact Structure at Frequencies of 3300 MHz – 3400 MHz for WiMAX Application." *Jurnal Elektronika Dan*

- Telekomunikasi* 16 (1): 11. <https://doi.org/10.14203/jet.v16.11-14>.
- Supriyanto, E., Fitriyanto, A., & Nurfaizah, Y. (2023). Rancang Bangun Modul Low Pass Filter (LPF) Orde 1 dan Orde 2 Sebagai Penunjang Praktikum Rangkaian Elektronika dan Bengkel Elektronika Komunikasi. *Integrated Lab Journal*. Vol. 11, No. 02, April 2023
- Utami, I. A., Prakoso, T., & Santoso, I. (n.d.). (2011). *Perancangan Band Pass Filter Mikrostrip Parallel Coupled Line Pada Frekuensi 5,8 Ghz*.
- Vidhya and T. Jayanthi. *Design of Microstrip Hairpin Bandpass Filter using Defected Ground Structure and Open stub*. IEEE.
- Yahya, S. I., Rezaei, A., & Nouri, L. (2020). A novel miniaturized microstrip lowpass-bandpass diplexer using patch and interdigital cells for wireless networks. *AEU - International Journal of Electronics and Communications*, 126. <https://doi.org/10.1016/j.aeue.2020.153404>.
- Yohandri, Wissan, V., Firmansyah, I., Rizki Akbar, P., Sri Sumantyo, J. T., & Kuze, H. (2011). "Development of Circularly Polarized Array Antenna for Synthetic Aperture Radar Sensor Installed on UAV". *Progres in Electromagnetics Research*, 19, 119-133.
- Yohandri, H. K., & Sumantyo, J. S. (2011). *Development of Circularly Polarized Microstrip Antennas for CP-SAR System Installed on Unmanned Aerial Vehicle* (Doctoral dissertation, Dissertation Chiba Universitas).
- Y. Rafsyam. (2020). "Rancang Bangun Bandpass Filter dengan Metode Interdigital untuk Mengoptimalkan Sinyal 4G Long Term Evolution (LTE) pada Frekuensi 1,8 GHz," *Orbith*, vol. 16, no. 3, pp. 171–176.
- Zhang, F., Liu, S., Zhao, P., Du, M., Zhang, X., & Xu, J. (2017). *Compact ultra-wide stopband lowpass filter using transformed stepped impedance hairpin resonator*. 2017 *IEEE International Symposium on Antennas and Propagation & USNC/URSI National Radio Science Meeting*, 2227-2228.
- Zhang, Jin, Ruosong Yang, & Chen Zhang. (2019). "High-Performance Low-Pass Filter Using Stepped Impedance Resonator and Defected Ground Structure". *Electronics* 8, no. 4:403. <https://doi.org/10.3390/electronics8040403>.