



# **PERANAN TEKNOLOGI KOMUNIKASI RADIO FREQUENCY UNTUK KESEJAHTERAAN**

**GUNAWAN WIBISONO**

**Pidato pada Upacara Pengukuhan  
sebagai Guru Besar Tetap  
dalam Bidang Ilmu Divais Sistem Telekomunikasi  
Fakultas Teknik Universitas Indonesia  
Depok, 1 November 2023**



# **PERANAN TEKNOLOGI KOMUNIKASI RADIO FREQUENCY UNTUK KESEJAHTERAAN**

**GUNAWAN WIBISONO**

**Pidato pada Upacara Pengukuhan  
sebagai Guru Besar Tetap  
dalam Bidang Ilmu Divais Sistem Telekomunikasi  
Fakultas Teknik Universitas Indonesia  
Depok, 1 November 2023**



## KATA PENGANTAR

Perkembangan teknologi telekomunikasi radio frequency (komunikasi bergerak) sangat pesat, dari teknologi generasi 1 (1G) yang berbasis analog, berevolusi ke 2G yang memungkinkan komunikasi data, 3G yang memungkinkan data dan video bersatu, 4G melahirkan komunikasi berbasis IP, dan 5G mengintegrasikan komunikasi IoT. Semua kemajuan ini didukung oleh perkembangan teknologi RF dari single band kepada multiband sehingga memiliki bentuk yang kompak, penggunaan energi yang rendah, kecepatan akses yang cepat, monitor yang makin besar.

Buku Pidato Pengukuhan Guru Besar ini berisi hasil kegiatan riset untuk mendukung pengembangan teknologi komunikasi bergerak dari sisi RF yang masih sangat terbuka lebar. Sistem transceiver RF untuk komunikasi membutuhkan peningkatan kinerja dengan mengurangi ukuran tetapi kinerja tetap tinggi. Teknologi RF yang dinikmati oleh user/pengguna sangat tergantung pada kebutuhan user itu sendiri bisa manusia, perangkat/divais. Penggunaan teknologi RF bisa diterapkan pada komunikasi IoT yang dapat diterapkan dengan segala jenis sistemnya tergantung dari ketersediaan sistem komunikasi RF yang ada. Buku ini berisikan inovasi teknologi RF yang telah dilakukan dan pemanfaatan yang dapat diambil seperti pada komunikasi generasi terkini dan IoT. Penulis rangkum dalam judul pidato “**Peranan Teknologi Radio Frequency Untuk Kesejahteraan**”

Buku ini diawali dengan pembahasan susunan perangkat komunikasi RF yang terdiri atas transmitter dan receiver. Pada transmitter terdiri atas rangkaian analog to digital converter (ADC), mixer up-converter, filter,

power amplifier, dan antena transmitter. Sedang pada receiver terdiri atas antena penerima, low noise amplifier (LNA), filter, mixer-down converter, dan digital analog converter. Evolusi teknologi bergerak melahirkan teknologi yang dapat beroperasi pada berbagai frekuensi (multi-band). Metode pembentukan multiband adalah resonator, berupa komponen R,L,C berupa filter bisa dengan stub stepped impedance resonator (S-SIR) tuk komponen mikrostrip.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu memberikan dukungan dan memberikan masukan hingga buku ini dapat diselesaikan. Semoga Allah membalas kebaikannya dengan kebaikan yang berlimpah. Penulis berharap semoga buku ini dapat bermanfaat bagi para peneliti yang akan melakukan penelitian dan pengembangan pada teknologi RF khususnya filter dan LNA.

Depok, 1 November 2023

Penulis,

**Prof. Ir. Gunawan Wibisono, M.Sc.,Ph.D**

---

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
PENDAHULUAN .....	2
CO-DESIGN STRUCTURE OF DUAL BAND LNA and DUAL BAND BPF FOR RADIO NAVIGATION AID APPLICATION.....	4
MULTIWIDEBAND BAND PASS FILTER BASED ON FOLDED QUAD BAND CROSS-STUB STEPPED IMPEDANCE RESONATOR .....	5
FILTER BANDPASS MULTIBAND YANG SANGAT MANDIRI MENGGUNAKAN COUPLE LINE STUB SIR DENGAN STRUKTUR LIPAT.....	7
DUAL-WIDEBAND BANDPASS FILTER USING FOLDED CROSS STUB STEPPED IMPEDANCE RESONATOR .....	9
A HIGHLY INDEPENDENT MULTIBAND BANDPASS FILTER USING A MULTI COUPLED LINE STUB-SIR WITH FOLDING STRUCTURE.....	11
MULTIBAND BANDPASS FILTER (BPF) BASED ON FOLDED DUAL CROSSED OPEN STUBS.....	12
DESIGN OF TRIPLE-BAND BANDPASS FILTER USING CASCADE TRI SECTION STEPPED IMPEDANCE RESONATOR .....	13
IoT UNTUK KEHIDUPAN.....	15

---

LAYANAN 4G/5G UNTUK MENINGKATKAN KESEJAHTERAAN .....	17
PENUTUP .....	19
DAFTAR PUSTAKA .....	20
UCAPAN TERIMA KASIH .....	21
RIWAYAT HIDUP .....	26

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1 Struktur co-design DB-LNA dan DB-BPF	4
Gambar 2 Struktur BPF dan perbandingan hasil simulasi dan pengukuran S-Parameter	5
Gambar 3 Geometri QC-SSIR (kiri) dan FQC-SSIR (kanan).	6
Gambar 4 Struktur BPF dan perbandingan hasil simulasi dan pengukuran S-Parameter	7
Gambar 5 Hasil fabrikasi sistem yang dirancang	8
Gambar 6 Geometri CS-SIR (kiri) dan FCS-SIR (kanan)	10
Gambar 7 Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran nilai $S_{11}$ dan $S_{21}$ .	10
Gambar 8 Model yang diusulkan dan hasilnya	11
Gambar 9 System dual band dengan DCOS yang diusulkan	12
Gambar 10 Perbandingan hasil yang didapat	13
Gambar 11 Struktur triple band filter dengan TSSIR	14
Gambar 12 Layerisasi layanan IoT	16
Gambar 13 Dampak 5G kepada pembangunan.	19



## **DAFTAR TABEL**

Tabel 1 Perbandingan Hasil Yang diperoleh .....	9
Tabel 2 Hasil Perbandingan TSSIR .....	14

Bismillahirrohmanirrohim

Yang terhormat,

- Menteri Pendidikan , Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia
- Ketua, Sekretaris dan para Anggota Majelis Wali Amanat Universitas Indonesia
- Rektor, para Wakil Rektor dan Sekretaris Universitas Indonesia
- Ketua, Sekretaris dan para Anggota Dewan Guru Besar Universitas Indonesia
- Ketua, Sekretaris dan para Anggota Senat Akademik Universitas Indonesia
- Para Dekan, Pimpinan Sekolah dan Direktur di lingkungan Universitas Indonesia
- Dekan dan Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Ketua, Sekretaris dan para Anggota Dewan Guru Besar Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Ketua, Sekretaris dan para Anggota Senat Akademik Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Para Direktur PAU, Kepala UKK, Ketua Departemen, Ketua Program Studi di Lingkungan Universitas Indonesia
- Para dosen, tenaga kependidikan, mahasiswa dan alumni Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Rekan Guru Besar yang dikukuhkan bersama hari ini
- Keluarga dan kerabat yang saya cintai
- Para undangan dan hadirin yang saya muliakan

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah, puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Allah Subhanahu wata'ala atas perkenanNya kita semua berkesempatan untuk hadir di acara pengukuhan saya sebagai Guru Besar Tetap di bidang Ilmu Device Mobile Communication di Universitas Indonesia.

Terima kasih sebesar-besarnya saya haturkan kepada Bapak dan Ibu yang telah meluangkan waktu untuk menghadiri acara yang sangat bermakna bagi saya dan keluarga.

Selanjutnya perkenankan saya untuk menyampaikan pidato Pengukuhan Guru Besar saya yang berjudul “ **Peranan Teknologi Komunikasi Radio Frequency Untuk Kesejahteraan**”.

## **PENDAHULUAN**

Kelahiran teknologi bergerak 1G,2G, 3G, 4G,5G membutuhkan perangkat RF pemancar dan penerima (Transceiver) sehingga memungkinkan perangkat gawai pengguna bisa berkomunikasi dengan user lain melalui keberadaan perangkat operator telekomunikasi berupa perangkat base transceiver station (BTS).

Secara umum RF dibagi atas pemancar/transmitter yang terdiri atas ADC, mixer upconverter atau modulator, filter, lalu power amplifier dan kemudian sinyal dikirimkan ke antena untuk dikirimkan ke receiver di sisi lawan. Pada penerima/receiver, sinyal yang diterima oleh antena penerima akan diolah oleh low noise amplifier (LNA) untuk memperkuat sinyal yang diterima dan menekan noise. Dari LNA sinyal masuk ke mixer downconverter, filter untuk dipisahkan dari sinyal carriernya, sinyal ini

kemudian diubah dari analog menjadi digital agar bisa dibaca oleh baseband.

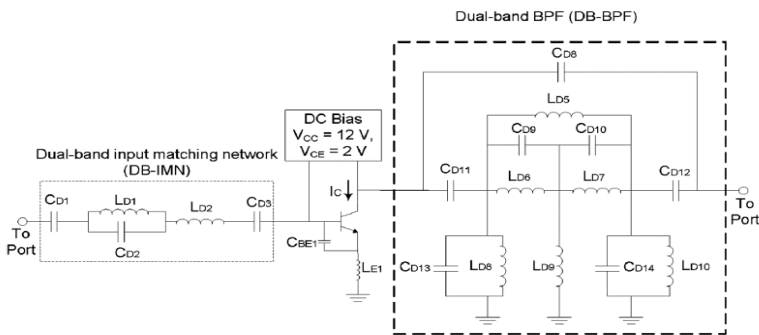
Telah dijelaskan bahwa perkembangan teknologi komunikasi bergerak sangat pesat dari 1G, 2G, 3G, 4G hingga sekarang layanan 5G, dan layanan komunikasi bergerak ini dibedakan alokasi frekuensi yang dimiliki oleh operator agar tidak terjadi interferensi antar operator yang dapat menurunkan kualitas layanan. Tetapi pada perangkat gawai yang kita miliki berukuran sangat kecil memungkinkan digunakan oleh bermacam teknologi bisa 3G/4G/5G bisa beroperasi di berbagai operator. Ini semua karena dalam perangkat gawai tersebut memiliki perangkat komunikasi berbasis RF yang dapat berfungsi dalam berbagai teknologi dan frekuensi berbeda yang disebut sebagai perangkat multiband (U.L Rohde dan D.P Newkirk, 2000) dan (Nagarjuna Nallam, Shouri Chatterjee, 2014). Sistem pemancar dan penerima RF yang beroperasi pada berbagai frekuensi adalah sama, Agar perangkat RF dapat beroperasi maka perangkat RF dirancang menggunakan konsep multiband, menggunakan konsep resonator agar dapat bekerja sesuai dengan frekuensi yang dijalankan. Sedangkan pengaturan local oscillator (LO) bisa digunakan perangkat lunak yang disebut software defined network (SDR).

Salah satu bagian perangkat transceiver adalah filter dan LNA. Salah satu pengembangan filter pada frekuensi high frequency (HF) adalah dengan menggunakan stub stepped impedance resonator (SIR). Dengan melakukan variasi bentuk stub SIR dihasilkan filter yang dapat beroperasi pada multiband secara bersamaan. Dapat meningkatkan kinerja sistem, dengan dimensi yang kompak. Perangkat komunikasi bergerak dapat

dibagi atas A. Sebagai objek untuk ditingkatkan kinerjanya, B. Pengembang menggunakan perangkat untuk membantu kerja sistem internet of things (IoT), dan C. Pengguna perangkat.

### CO-DESIGN DUAL BAND LNA DAN DUAL BAND BPF UNTUK APLIKASI BANTUAN NAVIGASI RADIO

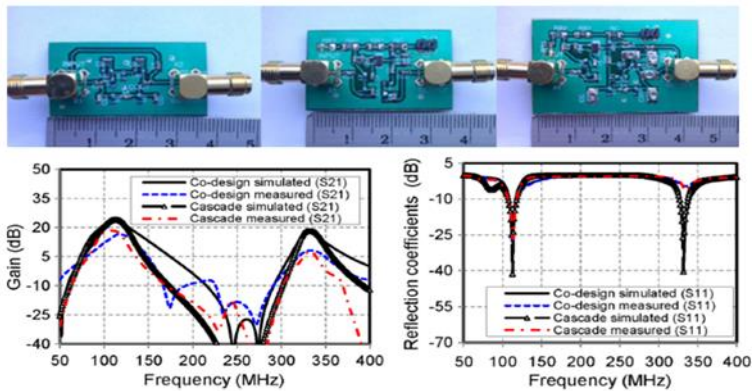
Riset ini, mengusulkan rancangan bersama (co-design) dual-band low-noise amplifier (DB-LNA) dengan dual-band band-pass filter (DB-BPF) untuk aplikasi radio navigation aid (RNA). Keterbaruan penelitian ini terletak pada DB-LNA yang diintegrasikan secara langsung dengan DB-BPF dengan menghubungkan output matching network (OMN) dari DB-LNA ke port 50  $\Omega$  pada DB-BPF. Dengan demikian, DB-BPF ini mempunyai fungsi ganda, yaitu sebagai DB-BPF dan juga sebagai OMN. Arsitektur ini disebut struktur desain bersama (co-design). Analisis  $Z_{IN}$  digunakan untuk mengevaluasi struktur jaringan co-design. Struktur co-design DB-LNA dan DB-BPF dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1 Struktur co-design DB-LNA dan DB-BPF**

Validasi metode yang diusulkan terkonfirmasi dengan kesesuaian yang baik antara hasil simulasi dan pengukuran pada frekuensi 113 MHz dan 332 MHz, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Hasil LNA-Filter

dengan co-design DB-LNA dan DB-BPF yang direfleksikan oleh  $S_{21}$ , NF, K, BW berturut-turut adalah 24,11 dB, 1,28 dB, 1,15, 20 MHz, pada frekuensi 113 MHz, dan 17,21 dB, 1,25 dB, 1,77, 22 MHz, pada frekuensi 332 MHz. Hasil ini menunjukkan co-design memiliki keuntungan dalam mengurangi jumlah komponen pasif, serta ukurannya yang lebih kecil.

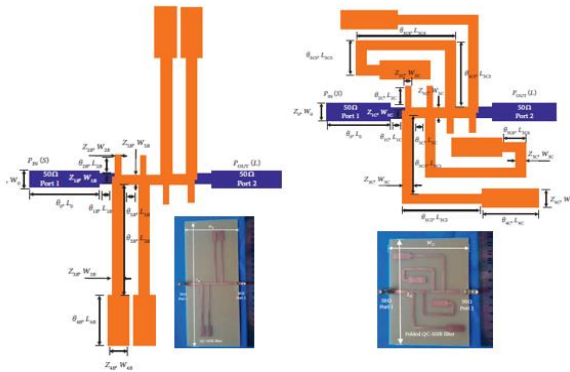


**Gambar 2 Struktur BPF dan perbandingan hasil simulasi dan pengukuran S-Parameter**

## MULTIWIDEBAND BAND PASS FILTER BERDASARKAN ON FOLDED QUAD BAND CROSS-STUB STEPPED IMPEDANCE RESONATOR

Penelitian ini mengusulkan Multiwideband Bandpass Filter (MW-BPF) menggunakan metode quad cross-stub stepped impedance resonator (QC-SSIR). QC-SSIR dirancang dengan susunan empat seri struktur stub terbuka bersilangan/crossed open stub (COS) di mana setiap stub terbuka dikembangkan dengan struktur stepped impedance resonator untuk menghasilkan bandwidth yang lebar. Dibandingkan dengan resonator COS, QC SSIR memiliki bandwidth fraksional yang lebih lebar dan koefisien transmisi yang baik serta ukuran yang lebih minimalis. Analisis

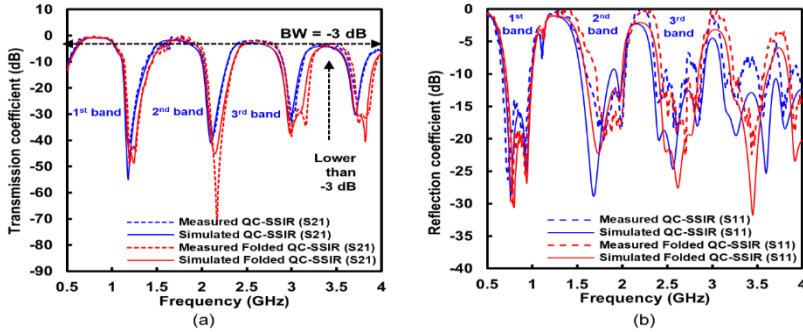
matriks ABCD digunakan untuk menganalisa struktur filter. Material MW-BPF dirancang pada substrat mikrostrip FR4 dengan nilai permittivity relatif 4,4, ketebalan 1,6 mm, dan loss tangen  $\delta = 0,0265$ . Selain itu, untuk mengurangi ukuran filter, struktur folded QC-SSIR (FQC-SSIR) juga diusulkan. Geometri QC-SSIR dan FQC-SSIR dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3 Geometri QC-SSIR (kiri) dan FQC-SSIR (kanan).**

Hasil pengukuran menunjukkan MW-BPF yang menggunakan QC-SSIR mencapai koefisien transmisi/fractional bandwidth sebesar 0,60 dB/49,3%, 1,49 dB/18,7%, dan 1,93 dB/13,9% masing-masing pada frekuensi 0,81 GHz, 1,71 GHz, dan 2,58 GHz. QC-SSIR memiliki ukuran 97 mm  $\times$  240 mm. Sedangkan FQC-SSIR mencapai koefisien transmisi/bandwidth fraksional sebesar 0,57 dB/49,6%, 1,21 dB/17,7%, dan 1,76 dB/12,5% masing-masing pada 0,82 GHz, 1,80 GHz, dan 2,62 GHz. QC-SSIR memiliki ukuran 97 mm  $\times$  129 mm. Oleh karena itu, dimensi MW-BPF yang diusulkan dengan metode FQC-SSIR berkurang sebesar 46% dibandingkan dengan dimensi MW-BPF dengan metode QC-SSIR. Selain itu, dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, struktur

mikrostrip QC-SSIR dapat menghasilkan bandwidth yang lebar dan koefisien transmisi yang baik. Gambar 4 menunjukkan perbandingan hasil yang diperoleh



**Gambar 4 Struktur BPF dan perbandingan hasil simulasi dan pengukuran S-Parameter**

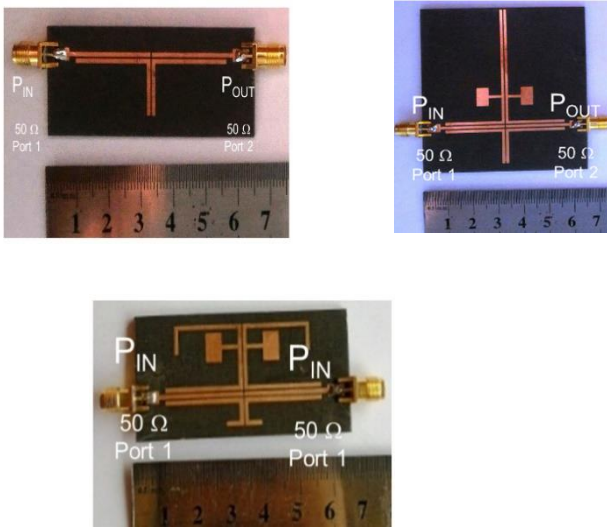
## **FILTER BANDPASS MULTIBAND YANG SANGAT MANDIRI MENGGUNAKAN COUPLE LINE STUB SIR DENGAN STRUKTUR LIPAT**

Pada komunikasi nirkabel yang modern, multiband bandpass filters (BPFs) merupakan komponen yang esensial dalam berbagai teknologi nirkabel. Dual-band BPF independen adalah topik penelitian terdahulu dan dengan short stub-loaded SIR dan resonator tri-section SIR. Namun, BPF ini menunjukkan rendahnya nilai independensinya pada upper bands dan bekerja hanya pada dual passband.

Paper ini meneliti mengenai filter bandpass multiband yang sangat independen dengan menggunakan multi-coupled-line stub-SIR struktur lipat. Solusi yang diajukan adalah menggunakan multiband BPF yang dikonstruksikan dengan multi-coupled line untuk menghasilkan



independensi inter passband. Sistem yang didesain sesuai dengan implementasi menggunakan filter bandpass multiband yang sangat independen dengan menggunakan multi-coupled-line stub-SIR struktur lipat. Multiband BPF di buat dengan multicoupled line untuk menghasilkan inter passband yang sangat independent. Lebih jauh lagi performansi multiband dihasilkan secara terpisah dan independent dengan menggunakan tiga set resonator. Untuk menimiaturkan multiband BPF, diajukanlah struktur lipat. Sehingga menghasilkan multiband BPF yang kompak dan berhasil mengecilkan ukurannya sebesar 61,29%. BPF ini didesain untuk aplikasi seperti GPS pada 1,57 GHz, WCDMA (3G) pada 1,8 GHz, WLAN (WiFi) pada 2,4 GHz, LTE (4G) pada 2,6 GHz, dan 5G pada 3,5 GHz. Hasil simulasi dan pengukuran menunjukkan hasil yang baik.



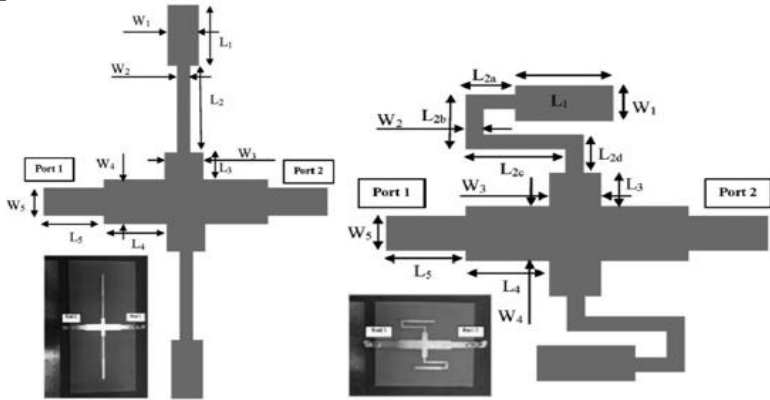
**Gambar 5 Hasil fabrikasi sistem yang dirancang**

**Tabel 1 Perbandingan Hasil Yang diperoleh**

<i>Parameters</i>	$f_{CB}$		$f_{CC}$		$f_{CA}$	
	<i>Sim</i>	<i>Meas</i>	<i>Sim</i>	<i>Meas</i>	<i>Sim</i>	<i>Meas</i>
$f_c$ (GHz)	1.75	1.75	2.55	2.55	3.50	3.55
FBW (%)	22.84	21.20	5.49	4.70	8.37	8.40
$ S_{21} $ dB	-0.61	-0.55	-0.95	-1.36	-0.92	-1.37
$ S_{11} $ dB	-19.21	-18.2	-12.77	-21.29	-23.49	-22.3
<i>Tras. zeros (Isolation interband)</i>	ISO <sub>1</sub> = -26.60 dB at 2.35 GHz (sim)				-	-
	ISO <sub>1</sub> = -23.78 dB at 2.35 GHz (meas)				-	-
	-	-	ISO <sub>2</sub> = -31.55 dB at 2.80 GHz (sim)			
	-	-	ISO <sub>2</sub> = -30.61 dB at 2.80 GHz (meas)			

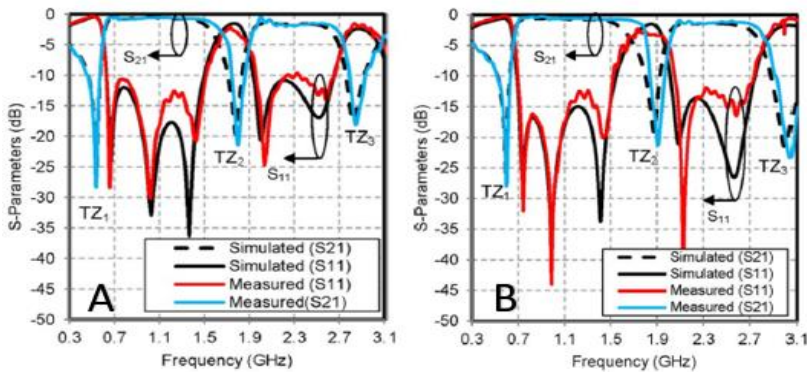
## DUAL-WIDEBAND BANDPASS FILTER USING FOLDED CROSS STUB STEPPED IMPEDANCE RESONATOR

Penelitian ini mengusulkan dual-wideband band pass filter (DW-BPF) menggunakan resonator impedansi bertingkat dengan stub saling menyilang/cross-stub stepped impedance resonator (CS-SIR). CS-SIR digunakan untuk menggantikan resonator stub terbuka setengah panjang gelombang konvensional. sehingga memiliki bandwidth fraksionalnya lebih lebar serta mudah untuk difabrikasi. Selain itu, penelitian ini juga mengajukan desain CS-SIR terlipat (FCS-SIR) yang berguna untuk memperkecil dimensi filter, dan terbukti berhasil mereduksi sebesar 53%. Geometri CS-SIR dan FCS-SIR dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6 Geometri CS-SIR (kiri) dan FCS-SIR (kanan)**

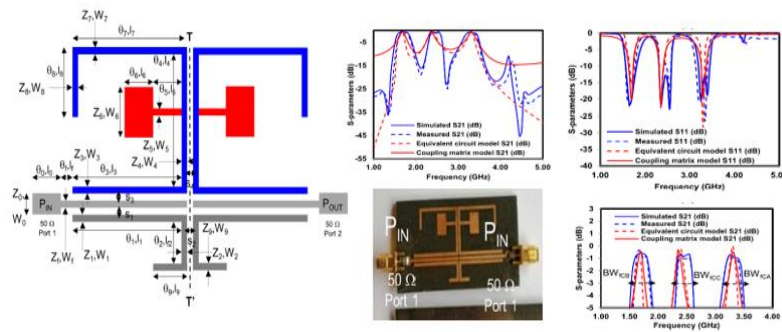
Filter CS-SIR dan FCS-SIR dirancang pada sebuah mikrostrip dengan  $\epsilon_r$  bernilai 4,4, ketebalan  $h=0,8$  mm dan nilai  $\tan \delta=0.0265$ . DW-BPF dengan CS-SIR memiliki koefisien transmisi/bandwidth fraksional sebesar 0,22 dB/94,19% dan 1,87 dB/33,52% pada frekuensi 1,14 GHz dan 2,31 GHz. Sedangkan FCS-SIR memiliki koefisien transmisi/bandwidth sebesar 0,19 dB/89,08% dan 1,29 dB/31,90% pada frekuensi 1,21 GHz dan 2,41 GHz. Gambar 7 menunjukkan hasil pengukuran sangat sesuai dengan hasil simulasi.



**Gambar 7 Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran nilai S<sub>11</sub> dan S<sub>21</sub>.**

# A HIGHLY INDEPENDENT MULTIBAND BANDPASS FILTER USING A MULTI COUPLED LINE STUB-SIR WITH FOLDING STRUCTURE

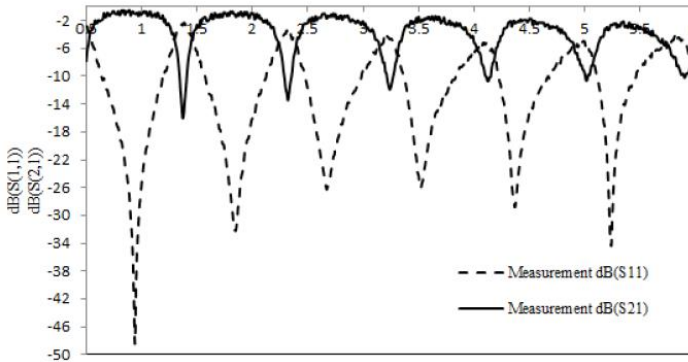
Penelitian ini menyajikan perancangan bandpass filter (BPF) multiband untuk menghasilkan respons yang independen, dimana setiap bandwidth BPF multiband dapat dikontrol dan disesuaikan secara terpisah. Perancangan BPF multiband independen menggunakan metode multicoupled line stub-SIR dengan struktur terlipat (folding structure). BPF multiband yang diusulkan dibangun sebagai jalur multikopling untuk menghasilkan interpassband yang sangat independen dengan menggunakan tiga resonator. Selain itu, untuk membuat miniaturisasi perangkat, maka digunakan struktur lipat. Proses miniaturisasi ini menghasilkan ukuran yang lebih ringkas, berkurang 61,29% dibandingkan struktur sebelumnya. Model eksitasi ganjil genap dan model rangkaian ekuivalen digunakan untuk menganalisis struktur BPF multiband.



**Gambar 8 Model yang diusulkan dan hasilnya**

Gambar 8 menunjukkan struktur BPF multiband independen yang diminiaturisasi serta foto hasil fabrikasi. Selain itu perbandingan S-Parameter hasil simulasi dan pengukuran juga ditampilkan. Hasil





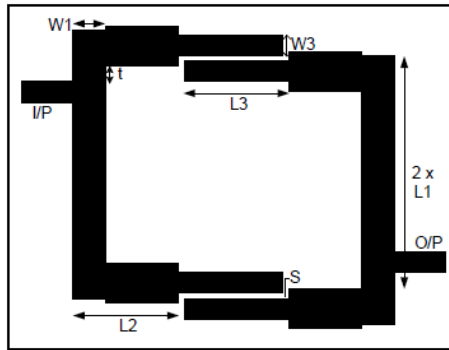
**Gambar 10** Perbandingan hasil yang didapat

Gambar 10 menunjukkan hasil pengukuran filter BPF multiband yang menghasilkan enam pita frekuensi diantaranya 0,950 GHz, 1,85 GHz, 2,65 GHz, 3,35 GHz, 4,375 GHz, dan 5,25 GHz. Hasil simulasi dan fabrikasi telah sesuai berdasarkan parameter insertion loss, return loss, VSWR, dan group delay. Walaupun demikian, hasil pengukuran frekuensi tengah filter yang telah difabrikasi bergeser 5-30 MHz jika dibandingkan dengan hasil simulasi. Perbedaan ini dianalisis karena adanya perbedaan konstanta dielektrik material yang difabrikasi dengan parameter dielektrik pada saat disimulasikan atau pemotongan dimensi yang tidak sempurna.

## **DESIGN OF TRIPLE-BAND BANDPASS FILTER USING CASCADE TRI SECTION STEPPED IMPEDANCE RESONATOR**

Penelitian ini fokus pada perancangan triple-band bandpass filter (BPF) menggunakan cascade tri section step impedance resonator (TSSIR) atau resonator impedansi bertingkat yang dapat beroperasi pada frekuensi 900 MHz, 1.800 MHz, dan 2.600 MHz. BPF yang diusulkan menggunakan cascade TSSIR dibuat pada substrat FR4 dengan permitivitas dielektrik 4,3, ketebalan substrat 1,6 mm dan rugi-rugi tangensial rugi 0,0017. Untuk

merancang BPF triple-band, digunakan TSSIR sebagai pengembangan dari step impedance resonator SIR. Struktur TSSIR yang diusulkan ditunjukkan pada Gambar 11 dimana TSSIR memiliki tiga karakteristik impedansi yang berbeda yaitu  $Z_1$ ,  $Z_2$ , dan  $Z_3$ .



**Gambar 11 Struktur triple band filter dengan TSSIR**

Cascade TSSIR dibangun dari dua TSSIR identik, yang digabungkan pada resonator ketiga untuk mencapai kinerja stopband yang lebih baik. Untuk meningkatkan nilai BW, port input/output dihubungkan pada resonator pertama. Cascade TSSIR dirancang untuk meningkatkan kinerja BPF hairpin menggunakan TSSIR serta untuk meminimalkan struktur hairpin.

**Tabel 2 Hasil Perbandingan TSSIR**

Parameters	Simulated			Fabricated		
	950	1,850	2,650	950	1,850	2,650
$f_c$ (MHz)	950	1,850	2,650	950	1,850	2,650
$S_{21}$ (dB)	-0.12	-0.16	-0.14	-1.04	-1.73	-1.78
$S_{11}$ (dB)	-38.43	-40.57	-41.40	-15.24	-20.84	-23.43
VSWR	1.02	1.16	1.03	1.42	1.27	1.19

Sebagai perbandingan, hasil kinerja BPF triple-band yang disimulasikan dan difabrikasi menggunakan cascade TSSIR ditunjukkan pada Tabel 2. Terlihat dari Tabel 2 bahwa hasil kinerja BPF triple-band yang disimulasikan dan difabrikasi telah sesuai. Kinerja usulan BPF triple-band

yang menggunakan TSSIR lebih baik dibandingkan kinerja BPF hairpin yang menggunakan TSSIR cascade. Hal ini disebabkan oleh konstruksi usulan BPF triple-band menggunakan TSSIR, yang dirancang dari dua TSSIR identik yang digabungkan pada resonator ketiga berhasil mendapatkan respons transmission zero pada pita ketiga, sehingga kinerja stopband yang lebih baik dapat dicapai. Selain itu, port input/output yang terhubung pada resonator pertama juga berhasil meningkatkan BW.

## **IoT UNTUK KEHIDUPAN**

Internet of Things (IoT) (Chui, M., M. Collins, and M. Patel. 2021) adalah konsep yang menghubungkan semua perangkat ke internet dan memungkinkan perangkat IoT berkomunikasi satu sama lain melalui internet. IoT adalah jaringan raksasa dari perangkat yang terhubung – semua yang mengumpulkan dan membagikan data tentang bagaimana suatu perangkat tersebut digunakan dan lingkungan dimana perangkat tersebut dioperasikan. Manusia dapat berinteraksi dengan perangkat tersebut melalui gawai dari jarak jauh. Gambar 7 menunjukkan layerisasi teknologi IoT yang meliputi:

- a. Layer Device – sensor
- b. Layer Network & Gateway – connectivity
- c. Layer Platform – device management, security, analytic
- d. Layer Application & Solution – Smart grid, smart logistic, dll





**Gambar 12 Layerisasi layanan IoT**

Pemanfaatan teknologi IoT akan memberikan efisiensi yang besar. IoT bertumpu dengan konektivitas sebagai enabler berjalannya komunikasi dari device / sensor pada perangkat elektronik. Dengan adanya peningkatan pada konektivitas, berarti terdapat penurunan jumlah waktu yang biasanya dihabiskan untuk melakukan tugas yang sama, serta mengurangi aktivitas manusia yang berdampak menjadi produktivitas yang baik serta menciptakan lingkungan kerja yang aman.

Beberapa teknologi IoT yang dikembangkan di antara:

- a. FISHERY, layanan IoT untuk mengatur pemberian pakan pada perikanan
- b. COVID-19 DETECTION, layanan IoT untuk memantau pergerakan pasien COVID-19 di era pandemi. Alat monitor bagi petugas jaga COVID-19 mengetahui pergerakan pasien covid-19 dari tempat tinggalnya, bila melebihi ketentuan sistem akan berbunyi.

- c. **ELDER PEOPLE DETECTION**, alat deteksi keberadaan pasien orang tua yang tinggal sendirian. Memiliki kemampuan deteksi GPA, suhu, gerak, tekanan. Bila ada kegagalan akan menginformasikan ke lingkungan/keluarga.

Berdasarkan riset yang dipaparkan pada paper McKinsey (McKinsley Global Institute, 2020), nilai ekonomi yang dapat dibuka oleh IoT sangat besar dan terus berkembang. Pada tahun 2030, McKinsey memperkirakan bahwa IoT secara global dapat menghasilkan nilai \$5,5 triliun hingga \$12,6 triliun secara global, termasuk nilai yang ditangkap oleh konsumen dan pelanggan produk dan layanan IoT. Layanan-layanan seperti perindustrian, kesehatan, perkantoran, smart city hingga smart building menjadi potensial bisnis dari pemanfaatan IoT. Indonesia sendiri diestimasikan akan mendapatkan nilai total produktivitas hingga \$120 miliar pada tahun 2025, dengan sektor pendapatan mayoritas dari Manufaktur, Ritel, Transport, Mining, Agrikultur, Telekomunikasi dan Media, serta Kesehatan, dengan jumlah koneksi device IoT mencapai hingga 678 miliar perangkat. Layer platform dan aplikasi menjadi potensi demand dari implementasi IoT dibandingkan dengan layer device dan network. Dengan data-data yang telah ditampilkan tersebut, tidak salah bahwa dengan menerapkan teknologi IoT merupakan salah satu kunci penggerak untuk transformasi digital.

## **LAYANAN 4G/5G UNTUK MENINGKATKAN KESEJAHTERAAN**

Di era pandemik telah lahir layanan digital yang menggantikan layanan sistem analog (disruptif teknologi). Biasanya, disruptive technology ini

berasal dari startup yang mencoba memodernisasi gaya bisnis kuno. Startup yang memulai dengan mengutamakan teknologi perlahan dapat mengubah cara bisnis tradisional beroperasi. Karena pada dasarnya perusahaan tradisional besar fokus pada peningkatan penjualan dibandingkan melakukan perubahan, terutama dalam hal teknologi. Kelahiran disruptif teknologi melahirkan star-up baru di lain pihak banyak pula terkena dampaknya seperti pasar tradisional yang sepi karena pembeli berpindah ke pasar online. Banyak layanan aplikasi di dalam gawai pengguna agar dapat menikmati layanannya. Dari untuk kegiatan ekonomi, perdagangan, layanan masyarakat, layanan fintech (pinjam online). Bila kita bisa menggunakan aplikasi untuk menunjang kehidupan dan bisnis, maka akan memberikan dampak positif. Karena sangat terbuka akan timbulnya dampak negatif dari layanan ini seperti tutupnya layanan online akibat penggunaan media sosial, dampak pinjol ilegal, judi-online.

Selain itu juga, pengembangan teknologi 5G juga berpotensi meningkatkan PDB Indonesia pada tahun 2030. Perekonomian Indonesia diperkirakan akan mengalami pertumbuhan eksponensial pada tahun 2024 karena peningkatan signifikan dalam tingkat adopsi 5G di semua vertikal industri dan konsumen. PDB diperkirakan sebesar IDR 2,802 Triliun pada tahun 2030 dan IDR 3,533 triliun pada tahun 2035. Diperkirakan 5G akan memberikan kontribusi sebesar 9,3% terhadap PDB Indonesia pada tahun 2030 dan 9,8% pada tahun 2035. CAGR dampak 5G pada tahun 2021 hingga 2030 adalah sebesar 34,1% dan 20,2% untuk tahun 2021 hingga 2035. CAGR yang tinggi pada tahun-tahun tersebut berarti nilai awal pada tahun 2021 diperkirakan sangat rendah sehingga pertumbuhannya besar. Teknologi 5G juga akan meningkatkan keuntungan bagi berbagai sektor,

yaitu sektor jasa, sektor manufaktur serta teknologi digital akan membuka 20-40 juta lapangan pekerjaan baru. Gambar 13 menunjukkan dampak layanan 5G bagi Indonesia (Kemenkominfo, 2023).

Agar memberikan hasil yang baik, perlu ada perlindungan bagi konsumen pengguna teknologi, meliputi proteksi data pribadi, keamanan user dan kerahasiaan data.



**42%**

**Sektor Jasa**

(administrasi, finance, healthcare, education)



**34%**

**Sektor Manufaktur**

(smart factory, smart city, dan smart grid)

(GSMA, 2023)



**Teknologi Digital akan membuka 20-40 Juta lapangan pekerjaan baru**

(Bappenas, 2022)

### **Gambar 13 Dampak 5G kepada pembangunan.**

## **PENUTUP**

Perkembangan teknologi komunikasi bergerak sangat cepat sekali, mendorong pengguna ingin memanfaatkannya. Pada pidato ini telah kami sampaikan berupa pengembangan filter mikro-strip dapat dilakukan dengan memodifikasi konstruksi filter single band majadi filter multiband.

Kehadiran teknologi 5G dan IoT memberikan dampak positif sekaligus dampak negatif. Semuanya tergantung pada siapa penggunanya, “the man behind the gun”.

## DAFTAR PUSTAKA

Chui, M., M. Collins, and M. Patel. "The Internet of Things: Catching up to an accelerating opportunity." McKinsey & Company, New York (2021).

Kemenkominfo, 2023, "Acceleration of 5G Network Implementation and Development in Indonesia". (2023). Kementerian Komunikasi dan Informatika.

McKinsley Global Institute, 2020 "Connected World: An Evolution in Connectivity Beyond the 5G Revolution", Discussion Paper. February 2020. Available: <https://www.mckinsey.com>

Nagarjuna Nallam, Shouri Chatterjee, "Multi-Band Frequency Transformation, Matching Network and Amplifiers", IEEE Transaction On Circuit And Systems, Vol. 60 No.6, June, 2014

U.L Rohde dan D.P Newkirk, "RF/Microwave Circuit Design for Wireless Applications", John Willey & Sons, Inc. 2000

---

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama, saya ucapkan segala puji bagi Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah memberikan saya taufiq dan hidayah ilmu sehingga saya bisa dikukuhkan sebagai Guru Besar hari ini.

Selanjutnya, perkenankan saya mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan perhatian, dukungan, bantuan kepada saya dalam berbagai bentuk sejak pertama kali saya aktif sebagai pengajar di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Indonesia hingga saya berdiri di podium ini. Ucapan terima kasih saya khususkan kepada :

1. Pemerintah Republik Indonesia, melalui Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, Nadiem Anwar Makarim, B.A., M.B.A., yang telah menetapkan dan mengangkat saya sebagai Guru Besar Tetap di Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
2. Hormat dan terima kasih saya kepada Rektor Universitas Indonesia Prof. Ari Kuncoro, SE, MA, PhD, para Wakil Rektor, Sekretaris Universitas, para Direktur, serta Majelis Wali Amanat Universitas Indonesia yang telah mengusulkan pengangkatan saya sebagai Guru Besar Tetap di Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
3. Ketua Dewan Guru Besar Universitas Indonesia, Prof. Harkristuti Harkrisnowo, S.H., M.A., Ph.D. beserta seluruh anggota Dewan Guru Besar, Ketua Tim PAK Universitas Indonesia, Prof. Heru Suhartanto, Drs., M.Sc., Ph.D. beserta anggota PAK Universitas Indonesia yang telah menyetujui pengusulan Guru Besar saya, menyetujui pengukuhan saya pada hari ini dan telah menerima saya dalam lingkungan akademik yang terhormat ini.

4. Ketua Senat Akademik Universitas Indonesia, Prof. Nachrowi Djalal, MSc., MPhil., Ph.D. beserta seluruh anggota Senat Akademik Universitas Indonesia atas bantuan dan dukungannya kepada saya sehingga saya dikukuhkan menjadi Guru Besar.
5. Direktur Sumber Daya Manusia Universitas Indonesia, Prof. Dr. -Ing. Amalia Suzianti, S.T., M.Sc.) beserta jajarannya yang telah membantu pengusulan Guru Besar saya.
6. Ketua Dewan Guru Besar Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Prof. Ir. Yulianto Sulisty Nugroho, M.Sc., Ph.D. beserta anggota Dewan Guru Besar Fakultas Teknik Universitas Indonesia yang telah mendukung pengusulan saya menjadi Guru Besar.
7. Ketua Senat Akademik Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Prof. Kemas Ridwan Kurniawan, S.T., M.Sc., Ph.D. beserta anggota Senat Akademik Fakultas Teknik Universitas Indonesia atas dukungan dan bantuannya.
8. Dekan Fakultas Teknik Universitas Indonesia Prof. Dr. Heri Hermansyah, S.T., MEng., IPU, Wakil Dekan Bidang Pendidikan, Penelitian dan Kemahasiswaan Prof. Dr. Ir. Yanuar, M.Eng., M.Sc dan Wakil Dekan Bidang Sumber Daya, Ventura dan Administrasi Umum Prof. Ir. Mahmud Sudibandriyo, M.Sc., Ph.D. yang sejak awal telah membantu dan mendorong saya untuk menjadi Guru Besar hingga acara pengukuhan guru besar ini dapat terlaksana.
9. Ketua Tim PAK Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Prof. Ir. Mahmud Sudibandriyo, M.Sc., Ph.D. beserta anggotanya yang telah menyetujui pengusulan Guru Besar saya di tingkat Fakultas

10. Manajer Sumber Daya Manusia dan Fasilitas FTUI Dr. Ajib Setyo Arifin, S.T., M.T., Manajer Komunikasi Publik dan Administrasi Umum Fakultas Teknik Universitas Indonesia Tikka Anggraeni, S.Sos., M.Si., CPR , Amida Wahyuningsih, S.T. dan Tendik di lingkungan Fakultas Teknik UI, khususnya bidang SDM. Terima kasih atas kesabarannya dan telaten dalam membantu proses pengusulan guru besar saya hingga saya berdiri di mimbar kehormatan pada hari ini.
11. Ketua Departemen Teknik Elektro FTUI Arief Udhiarto, ST., MT. PhD. dan Sekretaris Departemen Teknik Elektro FTUI Abdul Halim, ST., MSc., PhD. yang selalu penuh semangat mendukung dan mengawal mulai dari pengusulan hingga pengukuhan guru besar hari ini.
12. Rekan-rekan dosen Departemen Teknik Elektro FTUI yang masih aktif maupun yang sudah Purna Bakti, yang pernah menjadi dosen saya maupun menjadi kolega kerja saya, termasuk rekan-rekan dosen muda yang sangat energik dan membanggakan. Terima kasih atas kerjasama dan kebersamaan yang menyenangkan di DTE.
13. Rekan-rekan Tendik di Departemen Teknik Elektro : pak Tarki, pak Doni, Pak Eko, pak Firman, Pak Ipul, Pak Naseh, Pak Selamat, Bu Renni, Farida, Eka, Sulis, Lanni, Indah, bu Herli, Terima kasih sudah selalu membantu dengan sangat baik segala urusan pekerjaan saya selama ini.
14. Rekan-rekan Kelompok Ilmu Teknik Telekomunikasi : Prof. Eko T.Rahardjo, Prof. Dadang Gunawan, Prof Yuli, Prof M Asvial, Ajib S Arifin, dan Catur. Jabatan Guru Besar ini saya peroleh berkat



dukungan dari teman-teman semua sejak saya pertama bergabung sebagai dosen di FTUI 32 tahun yang lalu hingga pengusulan Guru Besar saya. Terima kasih atas segala dukungan dan kerjasamanya selama ini.

15. Prof Harry Sudibydo dan Prof Poespawati yang selalu menyemangati saya menggapai jabatan Guru Besar.
16. Terimakasih kepada para guru besar, dosen senior saya banyak berinteraksi dengan mereka, Prof.Dr.Harry Sudibydo, Dr.Purnomo S.Priambodo, Dr.Feri Yusivar, Prof Asvial, dan Dr Dodi Sudiana dalam mengisi waktu luang
17. Kepada Prof. M Asvial, Prof. Dadang Gunawan sebagai dosen penguji internal karya ilmiah saya. Prof. Dr.Ir. Adit Kurniawan, M.Eng (alm) dari ITB sebagai penguji eksternal karya ilmiah.
18. Teman-teman alumni Elektro 1985 FTUI, terima kasih tak terhingga, hingga kini masih memberi perhatian dan dukungan pada karir saya.
19. Mahasiswa-mahasiswa yang saya banggakan, khususnya mahasiswa bimbingan Skripsi, Tesis maupun Disertasi yang telah lulus. Yang sangat membantu kontribusi dalam capaian Guru Besar saya. Terima kasih untuk semuanya. Semoga segala kebaikan terlimpah untuk kalian.
20. Orang tua saya tercinta, ayahanda Tarsilan (alm), ibunda Santinah (almh), karena didikan, bimbingan dan doa ayah dan ibu, saya bisa berada di podium ini. Yustiadi Margono&Mba Enah, Teguh Haryanto & kel, Sri Kusdiningsih & Anang, Totok Sugiono & Kel, Kakak dan adik serta ipar-ipar saya yang tercinta. Kel. Ibu Halimah & Emin (alm), Sumirah & Sudarman (alm), Sutirah & Syahabudin; Mahcruti

Haryati & Sukirna, Entin & wawan. Terima kasih telah selalu mendukung, membantu dan mendoakan saya.

21. Kepada mertua saya, Bpk. KUSWEDI (alm) dan ibu Siti Suripah (almh), terima kasih atas kasih atas kebaikan untuk saya dengan memberikan putri kesayangannya menjadi pendamping hidup selama yang setia selama ini.
22. Terakhir, kepada istri saya tercinta Ispriyati, yang dengan sabar menemani dalam suka dan duka. Anak-anak saya : Ihsan Ibrahim & Suci Halimah Giani (mantu), El-Fathan Shinji Andhanu (cucu), Fahmi Ismail Wibisono dan Ramadhini Ismarini Wibisono, yang sabar dan mengerti bila kadang kurang perhatian karena kesibukan ayahanda dalam bekerja. Fahmi dan Ibam dengan penuh pengertian membantu bapak ketika ada yang tidak paham tentang aplikasi. Karena dorongan dan doa kalian semua bapak bisa berdiri di podium ini.,

## **RIWAYAT HIDUP**

Nama : Prof. Ir. Gunawan Wibisono,M.Sc.,Ph.D  
Tempat/Tgl Lahir : Tegal, 22 Februari 1966  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Status Pernikahan : Menikah  
Kewarganegaraan : INDONESIA  
Email : gunawan.wibisono@ui.ac.id  
Pendidikan tertinggi : S3, Keio University Japan  
Jabatan Akademik : Guru Besar  
Bidang Ilmu : Diverse Mobile Communication  
Pangkat : Pembina Madya Utama  
Golongan : IV/d  
Institusi : Universitas Indonesia  
Alamat Kantor : Dept Teknik Elektro, Fakultas Teknik UI, Kampus  
UI Depok  
Alamat Rumah : Jl. Kabel Depok Mulya No. 39 RT 03/RW04 Beji,  
Depok, 16421  
Nama Istri : Ispriyati  
Anak-anak : Ihsan Ibrahim  
Fahmi Ismail Wibisono  
Ramadhini Ismarini Wibisono

Kualifikasi Bidang Ilmu :

Teknologi RF, Coding and Modulation, Teknologi Komunikasi Bergerak,  
dan Manajemen Telekomunikasi

**Pendidikan**

No.	Jenjang	Institusi	Tahun Lulus
1.	SD	SD Negeri Losari Kidul, Brebes, Jawa Tengah	1979
2.	SMP	SMP Negeri Tanjung, Brebes, Jawa Tengah	1982
3.	SMA	SMPP/SMA 2 Brebes, Jawa Tengah	1985
4.	S1	Dept Teknik Elektro, FTUI	1990
5.	S2	Keio University, Jepang	1995
6.	S3	Keio University, Jepang	1998

**Pengalaman Jabatan Fungsional**

No.	<i>Jabatan Fungsional</i>	Periode	Pekerjaan
1.	Pengajar	1 Maret 1991	Dosen FTUI
2.	Asisten Ahli	1 Jan 2001	Dosen FTUI
3.	Lektor	1 Jan 2003	Dosen FTUI
4.	Lektor Kepala	1 Sept 2015	Dosen FTUI
5.	Guru Besar	1 Juni 2023	Dosen FTUI

**Pengalaman Jabatan Struktural**

No.	<i>Jabatan Struktural</i>	Periode	Instansi
1.	Asisten Pembantu Dekan III	1998 - 2000	FTUI
2.	Ketua UPMA FTUI	2004- 2008	FTUI

3.	Manager SDM FTUI	2004 - 2008	FTUI
4.	Ketua Departemen Teknik Elektro	2014 - 2018	FTUI
5.	Dir DSTI	2021	UI

### Penghargaan

No.	Tahun	
1.	2023	<i>Satyalancana Karya Satya XXX Tahun, Keppres RI No. 18/TK/2023</i>
2.	2022	<i>Satyalancana Dharma Makara Masa Kerja XXV tahun – FTUI, SK Dekan FTUI</i>
3.	2014	<i>Satyalancana Karya Satya XX Tahun,, Keppres RI No. 17/TK/2014</i>

### Publikasi Seminar/Paper Internasional

1. T. Firmansyah, G. Wibisono, E. T. Rahardjo, and J. Kondoh, “Reconfigurable Localized Surface Plasmon Resonance Spectrum Based on Acousto-Dynamic Coupling in Arrays Gold Nanoparticles Induced by Shear Horizontal Vibration”, *Applied Surface Science*, Vol. 271, 151331 (2022), <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2021.151331>
2. G. D. Hantoro, P. S. Priambodo, and G. Wibisono, “Analysis of GPON capacity by hybrid splitting-ratio base on customer segmentation for Indonesian market during the Covid-19 pandemic,” *EUREKA: Physics and Engineering*, no. 4, pp. 152–169, Jul. 2022, <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2022.002054>.

3. P.R.P. Putra and G. Wibisono, "Intelligent Street Light Pole Planning Based on LoRa Technology in Depok City," *2021 International Conference on Green Energy, Computing and Sustainable Technology, GECOST 2021*, Jul. 2021, <https://doi.org/10.1109/gecost52368.2021.9538728>.
4. R. Sirait and G. Wibisono, "Capacity Analysis of Non-Orthogonal Multiple Access (NOMA) Network over Rayleigh Fading Channel with Dynamic Power Allocation and Imperfect SIC," *2021 4th International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)*, Dec. 2021, <https://doi.org/10.1109/isriti54043.2021.9702840>
5. T. Firmansyah, G. Wibisono, E. T. Rahardjo, and J. Kondoh, "Dual-Band Localized Surface Plasmon Resonance Spectrum Using Gold Nanoparticles Fabricated on Anisotropic Crystalline 36XY-Litao<sub>3</sub> Substrate," *2021 17th International Conference on Quality in Research (QIR): International Symposium on Electrical and Computer Engineering*, Oct. 2021, <https://doi.org/10.1109/qir54354.2021.9716193>.
6. T. Firmansyah, G. Wibisono, and J. Kondoh, "Shear Horizontal Surface Acoustic Waves Assisted Gold Nanoparticles for a Highly Tunable Localized Surface Plasmon Resonance Spectrum," *The International Ultrasonics Symposium (IUS)*, Sep. 2021.
7. A. V. Putri and G. Wibisono, "TVRI Broadcasting Business Model Analysis toward Digital Television Era," *The 6th International Engineering Students Conference 2021 (IESC-2021)*, Jul. 2021.
8. E. D. A. Hura and G. Wibisono, "Evaluation of Depok Single Window

- Application to Support Smart City: Value based Adoption Model (VAM) Approach,” *The 6th International Engineering Students Conference 2021 (IESC-2021) Depok, Indonesia 16 July 2021*, Jul. 2021.
9. N. Aini and G. Wibisono, “Method Comparison for Increasing Data Rate on 5G-IoT Technology,” *The 2021 International Conference on Artificial Intelligence and Computer Science Technology (ICAICST-2021)*, Jun. 2021, <https://doi.org/10.1109/icaicst53116.2021.9497815>.
  10. T. Firmansyah, G. Wibisono, E. T. Rahardjo, and J. Kondoh, “Multifunctional and Sensitivity Enhancement of Hybrid Acoustoplasmonic Sensors Fabricated on 36XY-LiTaO<sub>3</sub> with Gold Nanoparticles for the Detection of Permittivity, Conductivity, and the Refractive Index,” *ACS Applied Materials & Interfaces*, vol. 13, no. 11, pp. 13822–13837, Mar. 2021, <https://doi.org/10.1021/acsami.1c00110>.
  11. J. T. S. Sumantyo et al., "Airborne Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar," in *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, vol. 14, pp. 1676-1692, 2021, 10.1109/JSTARS.2020.3045032.
  12. G. Wibisono, A. S. Nasution, T. Firmansyah, and A. S. Prabuwono, “Hybrid Reversible Data Hiding in Encrypted Satellite Images Using Fluctuation Modification Extraction and Reed-Solomon Code Embedding,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 221367–221384, Jan. 2020, <https://doi.org/10.1109/access.2020.3042971>.
  13. A.S. Nasution, G. Wibisono, (2020). An Improved of Joint Reversible Data Hiding Methods in Encrypted Remote Sensing Satellite Images.

In: Hernes, M., Wojtkiewicz, K., Szczerbicki, E. (eds) *Advances in Computational Collective Intelligence. ICCCI 2020. Communications in Computer and Information Science*, vol 1287. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-63119-2\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-030-63119-2_21)

14. G. Wibisono, F. Ujang, T. Firmansyah, and P. S. Priambodo, “Asymmetric Carrier Divider with an Irregular RF Phase on DD-MZ Modulator for Eliminating Dispersion Power Fading in RoF Communication,” *Photonics*, vol. 7, no. 4, pp. 106–106, Nov. 2020, <https://doi.org/10.3390/photonics7040106>.
15. G. Wibisono, M. Wildan, J. Wahyudi, E. Widoro, and T. Firmansyah, “Co-design Structure of Dual-Band LNA and Dual-Band BPF for Radio Navigation Aid Application,” *Wireless Personal Communications*, vol. 116, no. 3, pp. 1659–1681, Aug. 2020, <https://doi.org/10.1007/s11277-020-07754-9>.
16. G. Wibisono *et al.*, “Multiwideband Bandpass Filter Based on Folded Quad Cross-Stub Stepped Impedance Resonator,” *International Journal of Antennas and Propagation*, vol. 2020, pp. 1–14, Jul. 2020, <https://doi.org/10.1155/2020/4124721>.
17. T. Firmansyah, M. Alaydrus, Y. Wahyu, E. T. Rahardjo, and G. Wibisono, “A Highly Independent Multiband Bandpass Filter Using a Multi-Coupled Line Stub-SIR With Folding Structure,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 83009–83026, 2020, <https://doi.org/10.1109/access.2020.2989370>.
18. W. Krisyanto and G. Wibisono, “LoRa Network Planning for Smart Meter Utilities in Jakarta and Tangerang Area,” *2019 IEEE International Conference on Innovative Research and Development*



- 
- (*ICIRD*), Jakarta, Indonesia, 2019, pp. 1–6, Jun. 2019, <https://doi.org/10.1109/icird47319.2019.9074766>.
19. M. B. Harahap and G. Wibisono, “Performance Implementation of Multi-access Edge Computing at Indonesia Telco Operator,” *2019 IEEE International Conference on Innovative Research and Development (ICIRD)*, Jakarta, Indonesia, 2019, pp. 1–5, Jun. 2019, <https://doi.org/10.1109/icird47319.2019.9074643>.
20. H. Susanto and G. Wibisono, “Marine Vessel Telemetry Data Processing Using Machine Learning,” *2019 6th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, Bandung, Indonesia, 2019, pp. 128–135, Sep. 2019, <https://doi.org/10.23919/eecsi48112.2019.8976923>.
21. N. M. Nashuha, K. Anwar, and G. Wibisono, “Optimal Degree Distribution with Minimal Stopping Sets in Coded Random Access for Massive IoT Communications,” *2019 IEEE International Conference on Innovative Research and Development (ICIRD)*, Jakarta, Indonesia, 2019, pp. 1–5, Jun. 2019, <https://doi.org/10.1109/icird47319.2019.9074746>.
22. S. Afifah, J. M. Nainggolan, G. Wibisono, and C. Hudaya, “Prediction of Power Transformers Lifetime Using Thermal Modeling Analysis,” *2019 IEEE International Conference on Innovative Research and Development (ICIRD)*, Jakarta, Indonesia, 2019, pp. 1–6, Jun. 2019, <https://doi.org/10.1109/icird47319.2019.9074661>.
23. A. A. Putra, N. Nayusrizal, I. Untari, G. Wibisono, and C. Hudaya, “Prediction of Electricity Load Growth of Tangerang City using SIMPLE-E,” *2019 IEEE International Conference on Innovative*

24. Perinov, A. Marzuki, G. Wibisono, and C. Hudaya, “Design of Single Input Multiple Output Full Bridges DC-DC Converters For Personal Computer Power Supply,” *2019 IEEE International Conference on Innovative Research and Development (ICIRD)*, pp. 1–5, Jun. 2019, <https://doi.org/10.1109/icird47319.2019.9074672>.
25. T. A. Kurniawan, D. B. Fauzan, and G. Wibisono, “Design of High Efficiency Active Class E Rectifier using PMOS Switch for Hybrid Wireless Power ,” *The 2019 International Seminar on Sensors, Instrumentation, Measurement, and Metrology (ISSIMM 2019)*, Padang, Nov. 2019.
26. T. A. Kurniawan, A. Natajaya, P. S. Priambodo, and G. Wibisono, “Real Time Monitoring state-of-charge Battery Using Internal Resistance Measurements for Remote Applications,” *The 4th International Seminar on Sensors, Instrumentation, Measurement and Metrology (ISSIMM 2019)*, Padang, Nov. 2019.
27. G. Wibisono and R. Fistarini, “Design Analysis of Consolidation Of Cellular Operators in Indonesia,” *The 4th International Seminar on Sensors, Instrumentation, Measurement and Metrology (ISSIMM 2019)*, Padang, Nov. 1999.
28. S. P. Hutomo and G. Wibisono, “The Advantage of Blown Fiber Technology for Out Site Plan Network Deployment Than Conventional Cabled Optical Fiber System in Depok Apartment Project,” *The 4th International Seminar on Sensors, Instrumentation, Measurement and Metrology (ISSIMM 2019)*, Padang, Nov. 1999.

29. A. S. Nasution and G. Wibisono, "A Comparison Of Joint Reversible Data Hiding Methods In Encrypted Remote Sensing Satellite Images," *The 4th International Seminar on Sensors, Instrumentation, Measurement and Metrology (ISSIMM 2019)*, Padang, Nov. 1999.
30. C. Nugroho and G. Wibisono, "NB-IoT Planning in Jakarta Area for Smart Meter Utilities," *2019 IEEE International Conference on Innovative Research and Development (ICIRD)*, Jakarta, Indonesia, pp. 1–6, Jun. 2019, <https://doi.org/10.1109/icird47319.2019.9074629>.
31. H. Susanto and G. Wibisono, "Machine Learning for Data Processing in Vessel Telemetry System: Initial Study," *2019 International Conference of Artificial Intelligence and Information Technology (ICAIIIT)*, Yogyakarta, Indonesia, pp. 496–501, Mar. 2019, <https://doi.org/10.1109/icaiit.2019.8834655>.
32. T. Firmansyah, G. Wibisono, and E. T. Rahardjo, "Compact UWB Bandpass Filter based on Crossed Dumbbell-Stub with Notch Band using Defected Microstrip Structure," *16th International Conference on Quality in Research (QIR): International Symposium on Electrical and Computer Engineering*, Padang, Indonesia, 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/QIR.2019.8898293.
33. F. Ujang, T. Firmansyah, P. S. Priambodo, and G. Wibisono, "Irregular Shifting of RF Driving Signal Phase to Overcome Dispersion Power Fading," *Photonics*, vol. 6, no. 4, pp. 104–104, Oct. 2019, <https://doi.org/10.3390/photonics6040104>.
34. G. Wibisono, M. Suryanegera, A. S. Arifin, and P. Yurdis, "Design of IP Interconnection Regulation For Multiplication Indonesia Telecommunication," *Journal of physics*, vol. 1175, Mar. 2019,

35. G. Wibisono, M. Suryanegara, S. Ajib, I. Ibrahim, and Farianto, “Analysis of Operator XL Axiata’s Readiness on IP Based Voice Interconnection to Support Voice over LTE Implementation,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1175, p. 012110, Mar. 2019, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1175/1/012110>.
36. G. D. Hantoro and G. Wibisono, “GPON Performance Analysis for 5G Backhaul Solutions,” *TENCON 2018 - 2018 IEEE Region 10 Conference, Jeju, Korea (South), 2018*, pp. 1544–1547, Oct. 2018, <https://doi.org/10.1109/tencon.2018.8650520>.
37. G. Wibisono, Yudiansyah, and T. Firmansyah, “Compact Quad-Wideband BPF Based on Dual-Stub Step Impedance Resonator with Meandering Structure,” *TENCON 2018 - 2018 IEEE Region 10 Conference, Jeju, Korea (South)*, pp. 0016–0019, Oct. 2018, <https://doi.org/10.1109/tencon.2018.8650111>.
38. M. Y. Chua *et al.*, “The maiden flight of Hinotori-C: The first C band full polarimetric circularly polarized synthetic aperture radar in the world,” *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, vol. 34, no. 2, pp. 24–35, Feb. 2019, <https://doi.org/10.1109/maes.2019.180120>.
39. G. Wibisono, N. Fithria, and C. Nugroho, “Analysis of Cooperation Policy Between Over the Top Internet Video Service Provider with Telecommunication Operator in Indonesia,” *2018 4th International Conference on Nano Electronics Research and Education (ICNERE), Hamamatsu, Japan*, pp. 1–4, Nov. 2018, <https://doi.org/10.1109/icnere.2018.8642598>.

40. J. T. S. Sumantvo *et al.*, “Hinotori-C: A Full Polarimetric C Band Airborne Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar for Disaster Monitoring,” *2018 Progress in Electromagnetics Research Symposium (PIERS-Toyama), Toyama, Japan*, pp. 1466–1473, Aug. 2018 <https://doi.org/10.23919/piers.2018.8597722>.
41. F. Ujang and G. Wibisono, “A Vestigial Sideband Modulation Scheme Using Two Parallel DD-MZMs in Radio Over Fiber Systems,” *2018 10th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE), Bali, Indonesia*, pp. 36–39, Jul. 2018, <https://doi.org/10.1109/iciteed.2018.8534832>.
42. M. R. Nugroho and G. Wibisono, “Techno Economic Analysis of Spectrum License Price in Indonesia for NB-IoT Deployment,” *2018 4th International Conference on Science and Technology (ICST), Yogyakarta, Indonesia*, pp. 1–5, Aug. 2018, <https://doi.org/10.1109/icstc.2018.8528588>.
43. J. T. S. Sumantyo *et al.*, “Hinotori-X1 Mission: X Band Walr-Sar Onboard Boeing 737–200 Aircraft,” *IGARSS 2018 - 2018 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Valencia, Spain*, pp. 6488–6491, Jul. 2018, <https://doi.org/10.1109/igarss.2018.8518811>.
44. G. Wibisono, I. Widaryanto, and C. Nugroho, “Analysis of Secondary Market Policies of Radio Frequency Spectrum in Indonesia,” *1st International Conference on Industrial, Electrical and Electronics, (ICIEE 2018); Aston Beach Hotel Anyer; Indonesia*, Feb. 2018.
45. G. Wibisono and N. Badruzzaman, “Strategy of Smart Meter Infrastructure Implementation Using LPWAN Technology, Pilot

---

Project PLN Bali Case Study,” *1st International Conference on Industrial, Electrical and Electronics, (ICIEE 2018); Aston Beach Hotel Anyer; Indonesia, Feb. 2018.*

46. F. Ujang and G. Wibisono, “A Single DD-MZM for Generating Vestigial Sideband Modulation Scheme in Radio Over Fiber Systems,” *2018 2nd International Conference on Electrical Engineering and Informatics (Icon EEI), Batam, Indonesia*, pp. 130–133, Oct. 2018, <https://doi.org/10.1109/icon-eei.2018.8784140>.
47. T. Firmansyah, H. Herudin, C. Chairunissa, M. Alaydrus, and G. Wibisono, “Multi-Wideband Bandpass Filter Using Meandered Stub-Stepped Impedance Resonators for Multiband Application,” *International Journal on Communications Antenna and Propagation (IRECAP)*, vol. 8, no. 5, p. 364, Oct. 2018, <https://doi.org/10.15866/irecap.v8i5.14169>.
48. L. S. Aji, F. H. Juwono, G. Wibisono, and D. Gunawan, “Proposal for Improving White-Space Channel Availability,” *IEEE Access*, vol. 6, pp. 59528–59539, 2018, <https://doi.org/10.1109/access.2018.2874590>.
49. G. Wibisono, S. G. Permata, A. Awaludin, and P. Suhasfan, “Development of advanced metering infrastructure based on LoRa WAN in PLN Bali toward Bali Eco smart grid,” *2017 Saudi Arabia Smart Grid (SASG)*, pp. 1–4, Dec. 2017, <https://doi.org/10.1109/sasg.2017.8356496>.
50. G. Wibisono, G. P. Saktiaji, and I. Ibrahim, “Techno economic analysis of smart meter reading implementation in PLN Bali using LoRa technology,” *2017 International Conference on Broadband*

- Communication, Wireless Sensors and Powering (BCWSP), Jakarta, Indonesia*, Nov. 2017, <https://doi.org/10.1109/bcwsp.2017.8272578>.
51. M. Suryanegara, A. S. Arifin, M. Asvial, and G. Wibisono, “A system engineering approach to the implementation of the Internet of Things (IoT) in a country,” *2017 4th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE), Semarang, Indonesia*, pp. 20–23, Oct. 2017, <https://doi.org/10.1109/icitacee.2017.8257668>.
52. G. Wibisono, E. H. A. Pratama, and I. Ibrahim, “Secondary Market Analysis in Indonesia Private Television Broadcasting Institutions,” *2017 International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICELTICs), Banda Aceh, Indonesia*, pp. 274–279, Oct. 2017, <https://doi.org/10.1109/iceltics.2017.8253277>.
53. L. S. Aji, G. Wibisono, and D. Gunawan, “Analysis of white space coverage area radius to find the equilibrium point between DVB-T2 and IEEE 802.22 WRAN,” *2017 International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICELTICs), Banda Aceh, Indonesia*, pp. 173–178, Oct. 2017, <https://doi.org/10.1109/iceltics.2017.8253270>.
54. G. Wibisono and E. Suryati, “Machine to machine application as KWh meter controlling,” *2017 15th International Conference on Quality in Research (QiR) : International Symposium on Electrical and Computer Engineering, Nusa Dua, Bali, Indonesia*, pp. 425–428, Jul. 2017, <https://doi.org/10.1109/qir.2017.8168523>.
55. L. S. Aji, G. Wibisono, and D. Gunawan, “The adoption of TV white space technology as a rural telecommunication solution in Indonesia,”

---

*2017 15th International Conference on Quality in Research (QiR) : International Symposium on Electrical and Computer Engineering, Nusa Dua, Bali, Indonesia*, pp. 479–484, Jul. 2017, <https://doi.org/10.1109/qir.2017.8168534>.

56. R. D. Putra and G. Wibisono, “System Design and Implementation of Machine-to-Machine (M2M) for Hypertension Patients,” *2017 IEEE 85th Vehicular Technology Conference (VTC Spring), Sydney, NSW, Australia*, pp. 1–5, Jun. 2017, <https://doi.org/10.1109/vtcspring.2017.8108674>.
57. T. Firmansyah *et al.*, “Dual-wideband Band Pass Filter Using Folded cross-stub Stepped Impedance Resonator,” *Microwave and Optical Technology Letters*, vol. 59, no. 11, pp. 2929–2934, Aug. 2017, <https://doi.org/10.1002/mop.30848>.
58. T. Firmansyah, S. Herudin, G. Wibisono, and M. Alaydrus, “Multiband RF Low Noise Amplifier (LNA) Base on Multi Section Impedance Transformer for Multi Frequency Application,” *International Journal of Applied Engineering Research*, vol. 11, no. 5, pp. 3478–3483, 2016.
59. G. Wibisono and I. G. B. Astawa, “Designing Machine-to-Machine (M2M) Prototype System for Weight Loss Program for Obesity and Overweight Patients,” *2016 7th International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation (ISMS), Bangkok, Thailand*, pp. 138–143, Jan. 2016, <https://doi.org/10.1109/isms.2016.52>.
60. G. Wibisono, T. Firmansyah, and T. Syafraditya, “Design of Triple-Band Bandpass Filter Using Cascade Tri-Section Stepped Impedance



- 
- Resonators,” *Journal of ICT Research and Applications*, vol. 10, no. 1, pp. 43–56, Oct. 2016, <https://doi.org/10.5614/itbj.ict.res.appl.2016.10.1.4>.
61. T. Firmansyah and G. Wibisono, “Penerapan Metode Monte-Carlo untuk Analisis Toleransi Perubahan Nilai Komponen Terhadap Kinerja Osilator Frekuensi 2,3 GHz,” *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 12, no. 3, p. 92, Jan. 2017, <https://doi.org/10.17529/jre.v12i3.5564>.
62. T. Firmansyah, G. Wibisono, E. T. Rahardjo, and J. Kondoh, “Electrically Tunable of LSPR Using Shear Horizontal Surface Acoustic Wave Device,” *Proceedings of Symposium on Ultrasonic Electronics 41*, 2E5-3., 2020, [https://doi.org/10.24492/use.41.0\\_2E5-3](https://doi.org/10.24492/use.41.0_2E5-3).
63. T. Firmansyah, G. Wibisono, E. T. Rahardjo, and J. Kondoh, “Shear Horizontal Surface Vibration Stimulates dual-shifted Peaks of Localized Surface Plasmon under Air and Liquid Environment,” *Proceedings of Symposium on Ultrasonic Electronics 41*, 2020, [https://doi.org/10.24492/use.42.0\\_2E5-2](https://doi.org/10.24492/use.42.0_2E5-2).
64. G. Wibisono, T. Firmansyah, P. S. Priambodo, A. S. Tamsir, T. A. Kurniawan, and A. B. Fathoni, “Multiband Bandpass Filter (BPF) based on Folded Dual Crossed Open Stubs,” *International Journal of Technology*, vol. 5, no. 1, p. 32, Jan. 2014, <https://doi.org/10.14716/ijtech.v5i1.151>.
65. G. Wibisono and T. Syafraditya, “Triple Band Bandpass Filter with Cascade Tri Section Stepped Impedance Resonator,” *2014 the 1st International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering*, Nov. 2014,



