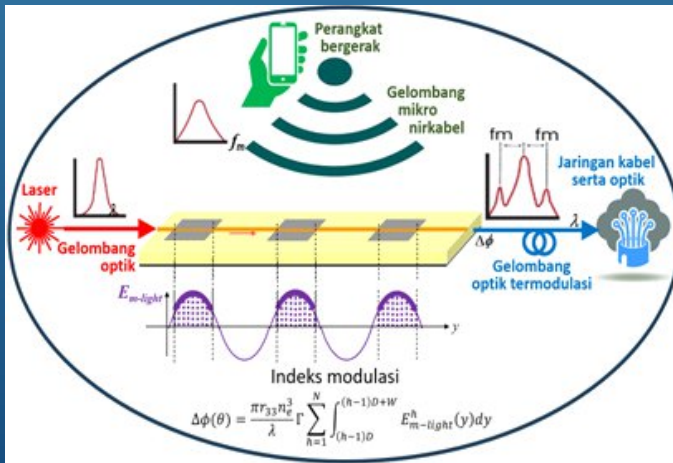


# PERANGKAT GELOMBANG MIKRO (*MICROWAVE*) DAN FOTONIKA UNTUK MENDUKUNG TEKNOLOGI NIRKABEL PITA LEBAR

## ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET BIDANG KEPAKARAN TEKNOLOGI GELOMBANG MIKRO (*MICROWAVE*) DAN FOTONIKA



OLEH:

**YUSUF NUR WIJAYANTO**

**BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL**

**PERANGKAT GELOMBANG MIKRO  
(*MICROWAVE*) DAN FOTONIKA UNTUK  
MENDUKUNG TEKNOLOGI NIRKABEL PITA  
LEBAR**

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Diterbitkan pertama pada 2024 oleh Penerbit BRIN

Tersedia untuk diunduh secara gratis: [penerbit.brin.go.id](http://penerbit.brin.go.id)



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**PERANGKAT GELOMBANG MIKRO  
(*MICROWAVE*) DAN FOTONIKA UNTUK  
MENDUKUNG TEKNOLOGI NIRKABEL  
PITA LEBAR**

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET  
BIDANG TEKNOLOGI GELOMBANG MIKRO  
(*MICROWAVE*) DAN FOTONIKA**

**OLEH:  
YUSUF NUR WIJAYANTO**

Reviewer:  
Prof. Dr. Goib Wiranto  
Prof. Dr. Ratno Nuryadi, M.Eng.  
Prof. Dr. Hj. Budi Mulyanti, M.Si.

Penerbit BRIN

Buku ini tidak diperjualbelikan.

© 2024 Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)  
Pusat Riset Elektronika

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Perangkat Gelombang mikro (Microwave) dan Fotonika Untuk Mendukung Teknologi Nirkabel  
Pita Lebar/Yusuf Nur Wijayanto–Jakarta: Penerbit BRIN, 2024.

vii + 107 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISBN 978-602-6303-22-6 (*e-book*)

- |   |                  |
|---|------------------|
| 1. Gelombang Mikro ( <i>Microwave</i> ) | 2. Fotonika      |
| 3. Nirkabel                             | 4. Pita lebar    |
| 5. Antena                               | 6. Modular Optik |
| 7. Telekomunikasi                       | 8. Penginderaan  |

*Copy editor* : Ayu Tya Farani  
*Proofreader* : Martinus Helmiawan  
Penata Isi : Rahma Hilma Taslima  
Desainer Sampul : Rahma Hilma Taslima

Edisi pertama : Agustus 2024



Diterbitkan oleh:  
Penerbit BRIN, Anggota Ikapi  
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah  
Gedung B.J. Habibie Lt. 8, Jl. M.H. Thamrin No.8,  
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,  
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340  
Whatsapp: +62 811-1064-6770  
*E-mail*: penerbit@brin.go.id  
*Website*: penerbit.brin.go.id  
f PenerbitBRIN  
X @Penerbit\_BRIN  
@penerbit.brin

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR.....	vii
BIODATA RINGKAS .....	1
PRAKATA PENGUKUHAN .....	5
I. PENDAHULUAN.....	7
II. PERKEMBANGAN DAN PROSPEK TEKNOLOGI <i>MICROWAVE</i> DAN FOTONIKA .....	11
A. Teknologi Gelombang Mikro.....	11
B. Teknologi Fotonika.....	12
C. Teknologi <i>Microwave</i> dan Fotonika .....	12
D. Perangkat <i>Microwave</i> dan Fotonika .....	13
E. Prospek Perangkat dan Teknologi <i>Microwave</i> dan Fotonika ...	14
III. PERANGKAT <i>MICROWAVE</i> DAN FOTONIKA DAN PEMANFAATANNYA .....	15
A. Perancangan Perangkat <i>Microwave</i> dan Fotonika .....	16
B. Analisa Indeks Modulasi Optik .....	21
C. Fabrikasi Perangkat <i>Microwave</i> dan Fotonika .....	21
D. Karakterisasi Perangkat <i>Microwave</i> dan Fotonika .....	24
E. Pemanfaatan Pada Bidang Telekomunikasi.....	25
F. Pemanfaatan pada Bidang Penginderaan.....	28
G. Pemanfaatan Pada Bidang Lainnya .....	30
IV. FITUR UNGGUL DARI HASIL PENGEMBANGAN PERANGKAT <i>MICROWAVE</i> DAN FOTONIKA .....	31
A. Pengubah Langsung dari Gelombang Mikro Nirkabel ke Gelombang Optik Melalui Kabel Serat Optik .....	31
B. Keleluasaan/Fleksibilitas .....	32
C. Pasif dan Penurunan Kerugian.....	32
D. Kompak dan Tanpa Rugi ( <i>Zero Loss</i> ) .....	33

V. PENGUATAN EKOSISTEM DALAM PENGEMBANGAN DAN PEMANFAATAN PERANGKAT <i>MICROWAVE</i> DAN FOTONIKA .....	35
A. Potensi Pemanfaatan Perangkat <i>Microwave</i> dan Fotonika .....	35
B. Penguatan Kolaborasi Riset dan Inovasi Perangkat <i>Microwave</i> dan Fotonika .....	36
C. Penguatan Industri dalam Pengembangan Perangkat <i>Microwave</i> dan Fotonika .....	36
D. Penguatan Sumber Daya Manusia Bidang Perangkat <i>Microwave</i> dan Fotonika .....	37
VI. KESIMPULAN.....	39
VII. PENUTUP.....	41
UCAPAN TERIMA KASIH .....	43
LAMPIRAN.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	53
DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH.....	67
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	93

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Skematik Dasar dari Perangkat <i>Microwave</i> dan Fotonika.....	15
Gambar 2.	Perangkat <i>Microwave</i> dan Fotonika dengan Struktur Diskrit.....	17
Gambar 3.	Perangkat <i>Microwave</i> dan Fotonika dengan Struktur Terintegrasi.....	19
Gambar 4.	Perangkat <i>Microwave</i> dan Fotonika dengan Struktur Fusi.....	20
Gambar 5.	Tahapan Proses Fabrikasi Perangkat <i>Microwave</i> dan Fotonika untuk Pemandu Gelombang Optik dan Antena Gelombang Mikro.....	23
Gambar 6.	Beberapa Hasil Karakterisasi Perangkat <i>Microwave</i> dan Fotonika .....	25
Gambar 7.	Pemanfaatan Perangkat <i>Microwave</i> dan Fotonika untuk Telekomunikasi Berkecepatan Tinggi .....	27
Gambar 8.	Diagram Tipikal Konfigurasi Sistem Radar Terdistribusi yang Terhubung ke Jaringan RoF dan Menggunakan Perangkat <i>Microwave</i> dan Fotonika.....	29
Gambar 9.	Pemanfaatan Perangkat <i>Microwave</i> dan Fotonika untuk Pengujian Kompatibilitas Elektromagnetik .....	30

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Buku ini tidak diperjualbelikan.

## BIODATA RINGKAS



Yusuf Nur Wijayanto, lahir di Sragen, Jawa Tengah, 10 April 1980, adalah anak pertama dari dua bersaudara, dari (alm) Bapak H. Nur Salim dan Ibu Hj. Tri Widyastuti. Menikah dengan Dwi Hastuti, S. Kep., M. Kep. Ners., dan dikaruniai tiga orang anak, yaitu Naufal Zaky Yudhinta, Mifzal Asfa Yudhinta, dan Eshal Aira Yudhinta.

Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 2/M Tahun 2023 tanggal 9 Januari 2023 yang bersangkutan diangkat sebagai Peneliti Ahli Utama terhitung mulai tanggal 1 Februari 2023.

Berdasarkan Keputusan Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional Nomor 154/I/HK/2024 tanggal 14 Agustus 2024 tentang Pembentukan Majelis Pengukuhan Profesor Riset (MPPR) yang bersangkutan dapat melakukan orasi pengukuhan Profesor Riset.

Menamatkan sekolah dasar di Sekolah Dasar Negeri Bener III Sragen, tahun 1992, sekolah menengah pertama di SMP Negeri 5 Sragen tahun 1995, dan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Sragen tahun 1998. Memperoleh gelar Ahli Madya dari Politeknik Negeri Semarang tahun 2001, gelar Sarjana Teknik dari Institute Teknologi Sepuluh Nopember tahun 2004, gelar *Master of Engineering* tahun 2010 dan gelar *Doctor of*

*Philosophy in Engineering* tahun 2013 dari Osaka University, Jepang.

Mengikuti berbagai pelatihan yang terkait dengan bidang kompetensinya, antara lain: Diklat Prajabatan di Pusbindiklat Peneliti LIPI (2005), Diklat Fungsional Peneliti Tingkat Pertama di LIPI, Cibinong (2006), Diklat Penulisan Ilmiah di LIPI, Cibinong (2006), Pelatihan Paten Tingkat Dasar dan Tingkat Lanjut di Pusinov LIPI, Cibinong (2007), *International Scientific Instrument Technology Workshop* di Instrument Technology Research Center, Hsinchu, Taiwan, ROC (2007), *Notification Invention Workshop, Outcome Promotion Department* di NICT, Tokyo, Jepang (2015), *Workshop on Photonic-Applied Electromagnetic Measurement* di IEICE, Kyoto, Jepang (2015), Lokakarya Ilmiah Nasional Aplikasi Optik dan Fotonik 2016 di LIPI, Tangerang (2016), Diklat Fungsional Peneliti Tingkat Lanjut di LIPI, Cibinong (2016), *Workshop on Convergence of Radio and Optical (CRO) Technology* di NICT, Tokyo, Jepang (2016), *Workshop on CRO Technologies* di Chiang-Mai University, Thailand (2017), Diklat Reviewer Tahun 2017 di Kemenristekdikti, Serpong (2017), Pelatihan Teknik Wawancara Berbasis Kompetensi di LIPI, Jakarta (2017), *Workshop on Nano Material and Sensor Technology* di LIPI, Bandung (2018), *Indonesia-Japan Workshop on Antennas and Wireless Technology 2019* di ITB, Bandung (2019), *International Workshop on Photonics Applied to Electromagnetic Measurements* di Mie University, Jepang (2019), Pelatihan Asesor Peneliti di LIPI,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Cibinong (2019), *Workshop on Leadership* di BRIN, Jakarta (2022), dan Pelatihan Asesor Peneliti di BRIN, Jakarta (2023).

Jabatan fungsional peneliti diawali sebagai Peneliti Ahli Muda golongan III/c (2008), Peneliti Ahli Muda golongan III/d (2014), Peneliti Ahli Madya golongan IV/b (2017), Peneliti Ahli Madya golongan IV/c (2019), dan kemudian memperoleh jabatan Peneliti Ahli Utama golongan IV/e (2023).

Penugasan khusus yang pernah diemban antara lain sebagai Visiting Researcher di NICT, Jepang (2014–2016), Participant of 17<sup>th</sup> APT Wireless Group (2014), Chairman of ICRAMET (2016), Ketua Tim PME P2ET LIPI (2017–2019), Ketua Tim PUI Teknologi Radar (2018–2020), Asesor Jabatan Fungsional Peneliti LIPI/BRIN (2019–sekarang), Wakil Ketua Tim PME IPT LIPI (2020), dan Kepala Pusat Riset Elektronika (PRE) (2022–sekarang).

Menghasilkan 141 karya tulis ilmiah (KTI), baik yang ditulis sendiri maupun bersama penulis lain dalam bentuk HKI, buku/bagian buku, jurnal dan prosiding baik nasional maupun internasional, serta 27 Kekayaan Intelektual dan 6 lisensi.

Ikut serta dalam pembinaan kader ilmiah sebagai Kepala PRE BRIN, Pembimbingan dalam Latihan Dasar Fungsional Peneliti di LIPI, serta Pembimbingan pada jenjang S3, S2 dan S1.

Aktif dalam kegiatan ilmiah, antara lain sebagai *editor-in-chief* JET, Ketua Panitia ICRAMET 2017, mitra bestari di beberapa jurnal internasional dari penerbit IEEE (JSTQE, Lightwave, Antenna Propagation), penerbit IECEE (Electronic

Letters, Electronics Transactions), serta jurnal nasional yaitu JET dan J-MEV.

Aktif dalam organisasi profesi ilmiah, yaitu sebagai anggota IEEE (2010–sekarang), anggota IECEE (2010–2016), anggota HOI (2011–sekarang), anggota HIMPENINDO (2018–2021), dan anggota PPI (2022–sekarang).

Menerima tanda penghargaan berupa *Monbukagakusho Scholar* dari MEXT Japan untuk *Master Degree* (2008–2010) dan *Doctoral Degree* (2010–2013), *ECO-MATES 2011 Promotion Award* dari ECO-MATES (2011), *IEEE Photonics Society Japan Young Scientist Award* dari IEEE (2012), *JSAP Young Scientist Oral Presentation Award* dari JSAP (2013), *LIPI Inventor Award* dari LIPI (2015), *Satyalancana Karya Satya 10 Tahun* (2015) dari Presiden RI, *10<sup>th</sup> EuMIC Prize*, dari EuMIC (2015), *Riset-PRO Non-Degree* dari Kemenristekdikti (2016), *Peneliti LIPI Teladan 2017* dari LIPI (2017), dan *Satyalancana Pembangunan* dari Presiden RI (2022).

## PRAKATA PENGUKUHAN

*Bismillaahirrahmanirrahim*

*Assalamuaálaikum Warohmatullaahi Wabarakaatuh*

Salam sejahtera untuk kita semua.

Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional yang mulia, dan hadirin yang saya hormati.

Pertama-tama, marilah kita ucapkan puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya, sehingga dalam kesempatan ini kita dapat berkumpul dan bersama-sama hadir dalam acara orasi ilmiah pengukuhan Profesor Riset di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).

Pada kesempatan yang berbahagia ini, dengan segala kerendahan hati, izinkan saya, pada tanggal 14 Agustus 2024, menyampaikan orasi ilmiah dengan judul:

“PERANGKAT GELOMBANG MIKRO (*MICROWAVE*)  
DAN FOTONIKA UNTUK Mendukung TEKNOLOGI  
NIRKABEL PITA LEBAR”

Pada orasi ini, akan disampaikan *state of the art* tentang perkembangan dan tantangan riset perangkat gelombang mikro (*microwave*) dan fotonika untuk mendukung teknologi nirkabel

Buku ini tidak diperjualbelikan.

pita lebar yang dapat diaplikasikan pada bidang telekomunikasi dan penginderaan serta menjanjikan untuk pengukuran. Inovasi dari perangkat ini memberikan solusi sebagai antarmuka teknologi *microwave* dan fotonika yang mempunyai fleksibilitas yang tinggi, tanpa menggunakan catu daya eksternal (*passive devices*) dan tanpa rugi daya yang timbul (*zero loss*).

Orasi ini diharapkan dapat memberikan pemahaman tentang perkembangan perangkat *microwave* dan fotonika serta peluang pemanfaatannya untuk menghadapi tantangan masa depan. Untuk hal itu diperlukan langkah strategis membangun ekosistem riset bersama pemangku kepentingan (*stakeholder*) dari hulu sampai hilir, sehingga teknologi *microwave* dan fotonika dapat berperan optimal dalam menyambut Indonesia emas 2045.

## I. PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat akan layanan telekomunikasi berkecepatan tinggi dan penginderaan beresolusi tinggi sudah tidak dapat dielakkan lagi dari masa ke masa. Selama ini, teknologi gelombang mikro (*microwave*) telah banyak digunakan untuk aplikasi nirkabel (*wireless application*) dengan keunggulannya yaitu berupa rugi transmisi di media udara yang rendah dan kemampuan penetrasi yang baik terhadap halangan (Bardin et al., 2021). Namun, kekurangan dari teknologi gelombang mikro ini adalah lebar pita yang masih rendah. Di sisi lain, teknologi fotonika berbasis gelombang optik mempunyai lebar pita yang lebih tinggi dan rugi transmisi yang rendah pada media kabel serat optik (Chowdhury et al., 2020; Jiang et al., 2023), walaupun memiliki kelemahan dalam menembus halangan yang tidak transparan. Guna mengatasi persoalan pemanfaatan teknologi nirkabel pada pita lebar, dan sekaligus menyediakan kemudahan dalam penggunaannya, salah satu solusi adalah dengan menggabungkan teknologi gelombang mikro dan fotonika (Lim et al., 2019).

Dalam proses penggabungan kedua teknologi tersebut, diperlukan sebuah modul antarmuka (*front-end*) dalam bentuk perangkat gelombang mikro (*microwave*) dan fotonika (Yao, 2022). Karena itu, riset dan inovasi perangkat *microwave* dan fotonika dengan sebagai antarmuka pengubah langsung dari gelombang mikro menjadi gelombang optik, keleluasaan proses fabrikasi dan integrasi, dan perangkat pasif dan rugi transmisi rendah, serta struktur yang sederhana dan kompak serta tanpa



menimbulkan rugi transmisi (*zero loss*) menjadi kontribusi utama sekaligus kebaruan dalam naskah orasi ini.

Perangkat *microwave* dan fotonika ini pada dasarnya hanya terdiri dari antena gelombang mikro dan sebuah modulator optik (Murata et al., 2023; Wijayanto, Murata, & Okamura, 2011a, 2012e, 2016). Secara struktur, perangkat *microwave* dan fotonika ini dapat disusun secara diskrit sehingga lebih fleksibel dan sederhana. Tambahan lagi, secara terintegrasi dapat disusun untuk meminimalkan rugi transmisi, serta bahkan secara fusi untuk menghilangkan rugi transmisi sama sekali (*zero loss*) (Amrullah et al., 2017; Murata et al., 2017; Wijayanto et al., 2017). Teknologi fabrikasi yang digunakan dalam pengembangan perangkat ini dapat memanfaatkan teknologi film tebal (*thick film*) dan film tipis (*thin film*). Dengan pilihan material yang sesuai dan perancangan yang tepat, perangkat yang dihasilkan dapat digunakan pada aplikasi nirkabel pita lebar berbasis gelombang mikro dan memanfaatkan kabel serat optik dalam mendistribusikan data dengan kualitas yang sangat baik guna mendukung telekomunikasi berkecepatan tinggi dan penginderaan beresolusi tinggi (Wijayanto, Amrullah, et al., 2019; Wijayanto, Murata, & Okamura, 2011b).

Naskah orasi ini berfokus pada pembahasan terkait pengembangan perangkat *microwave* dan fotonika berbasis antena gelombang mikro dan modulator optik untuk mendukung aplikasi teknologi nirkabel pita lebar. Naskah ini dibagi dalam tujuh bab yang diawali dengan latar belakang yang dihadapi terkait pemanfaatan gelombang *microwave* untuk aplikasi pita lebar. Pada bab kedua, dijabarkan perkembangan teknologi dan perangkat gelombang mikro dan fotonika serta

prospektif ke depannya secara singkat. Bab ketiga membahas inti sari dari kegiatan riset dan inovasi dalam proses rancang bangun perangkat *microwave* dan fotonika dengan detail dan komprehensif untuk aplikasi telekomunikasi kecepatan tinggi dan penginderaan beresolusi tinggi. Bab keempat membahas fitur hasil dari pengembangan perangkat *microwave* dan fotonika, yang meliputi teknik pengubah langsung, fleksibilitas, pengoperasian secara pasif, dan tanpa menimbulkan rugi daya. Bab kelima memaparkan diskusi tentang penguatan ekosistem dalam pengembangan perangkat *microwave* dan fotonika dalam bentuk sinergi dengan pihak yang berkepentingan (*stakeholder*). Di akhir, bab keenam berisikan kesimpulan, dan bab ketujuh dimaksudkan sebagai penutup.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## II. PERKEMBANGAN DAN PROSPEK TEKNOLOGI *MICROWAVE* DAN FOTONIKA

Pada bab ini dibahas tentang perkembangan dan prospek teknologi *microwave* dan fotonika. Pembahasan meliputi perkembangan teknologi gelombang mikro, teknologi fotonika, teknologi *microwave* dan fotonika, dan perangkat *microwave* dan fotonika serta prospek ke depannya, baik dalam proses pengembangan maupun pemanfaatannya.

### A. Teknologi Gelombang Mikro

Teknologi gelombang mikro mulai berkembang sejak akhir abad ke-19 bersamaan dengan ditemukannya persamaan Maxwell yang menjadi dasar dalam memahami teori gelombang elektromagnetika, serta demonstrasi keberadaan gelombang elektromagnetika yang dilakukan oleh H. Hertz. Namun, pemanfaatan gelombang mikro baru banyak dieksplorasi pada awal abad ke-20 selama Perang Dunia II dengan munculnya teknologi penginderaan berbasis radar dan telekomunikasi. Lebih lanjut, perkembangan teknologi gelombang mikro dalam beberapa tahun terakhir cukup pesat dengan adanya eksplorasi baik dari sisi pemanfaatan spektrumnya dan pemanfaatan dalam aplikasinya dengan tetap memperhatikan faktor keamanan yang tertuang pada standar global dan nasional. Saat ini teknologi gelombang mikro telah banyak dimanfaatkan untuk

telekomunikasi nirkabel berbasis WiFi, LTE, 5G, radar, dll (Kanno, 2023; Satyawan et al., 2019).

## **B. Teknologi Fotonika**

Perkembangan teknologi fotonika yang berbasis gelombang optik sebenarnya sudah dimanfaatkan manusia untuk berkomunikasi dan sebagai penanda sejak awal abad ke-10 dalam bentuk suar api, sinyal asap, dan lainnya. Baru kemudian pada akhir abad ke-18 berhasil didemonstrasikan untuk pertama kalinya pengiriman data berbasis gelombang optik. Pada pertengahan abad ke-20 beberapa ilmuwan mulai melakukan riset guna memanfaatkan teknologi fotonika untuk meningkatkan kapasitas pengiriman data, yang dalam hal ini bersamaan dengan penemuan laser sebagai titik awal pemanfaatan teknologi fotonika lebih luas lagi (Agrawal, 2016; Wijayanto, Pristianto, et al., 2019). Lebih lanjut pada pertengahan abad ke-20 lahirlah inovasi hasil riset berupa kabel serat optik yang merupakan pemandu gelombang optik dengan rugi transmisi yang sangat rendah dan membawa perubahan signifikan pada bidang telekomunikasi jarak jauh. Hingga saat ini, teknologi fotonika secara luas telah digunakan pada berbagai bidang seperti telekomunikasi berbasis kabel serat optik, penginderaan dan pendeteksian, serta pengujian gelombang elektromagnetika (Mahmudin & Wijayanto, 2016).

## **C. Teknologi *Microwave* dan Fotonika**

Riset terkait teknologi *microwave* dan fotonika telah dimulai sejak lebih dari tiga dekade terakhir, yaitu sejak dikenalkan pertama kali penggunaannya untuk mengirimkan data pita lebar secara nirkabel pada daerah gelombang mikro dan kabel

serta optik sebagai *backhaul* (Lim & Nirmalathas, 2021). Teknologi ini memerlukan modul/komponen pendukung dari sisi gelombang radio dan sisi fotonika, di mana yang masih banyak dilakukan adalah riset untuk meningkatkan fleksibilitas (keleluasaan) dalam fabrikasi dan implementasi dan meminimalkan rugi transmisi menuju *zero transmission loss* serta lebih lanjut guna meningkatkan efisiensi teknologi *microwave* dan fotonika (Wijayanto et al., 2010; Wijayanto, Fathnan, et al., 2019; Wijayanto, Murata, Kawanishi, et al., 2012). Saat ini, teknologi *microwave* dan fotonika telah banyak digunakan baik pada bidang telekomunikasi seperti *Fiber-To-The-Home* (FTTH) maupun penginderaan seperti sensor gelombang elektromagnetika (Wijayanto et al., 2013a, 2018; Wijayanto, Kanno, Murata, Kawanishi, Yamamoto, et al., 2016a; Wijayanto, Murata, & Hermida, 2016).

#### **D. Perangkat *Microwave* dan Fotonika**

Perangkat *microwave* dan fotonika merupakan antarmuka dari pemanfaatan teknologi gelombang mikro dan teknologi fotonika yang berfungsi sebagai pengubah gelombang mikro (sinyal elektrik) ke gelombang optik (sinyal optik). Pengubah dari gelombang optik ke gelombang mikro yang tersusun dari detektor optik dan antena gelombang mikro telah banyak berkembang untuk mendukung telekomunikasi kecepatan tinggi (Nagatsuma et al., 2023). Di sisi lain, pengubah dari gelombang mikro ke gelombang optik yang tersusun dari antena gelombang mikro dan modulator optik juga telah banyak dilakukan (Aya et al., 2017; Kanno et al., 2017; Wijayanto, et al., 2015a; Wijayanto, et al., 2016b). Perangkat *microwave* dan fotonika yang terdiri dari antena gelombang mikro dan modulator optik dapat dibentuk

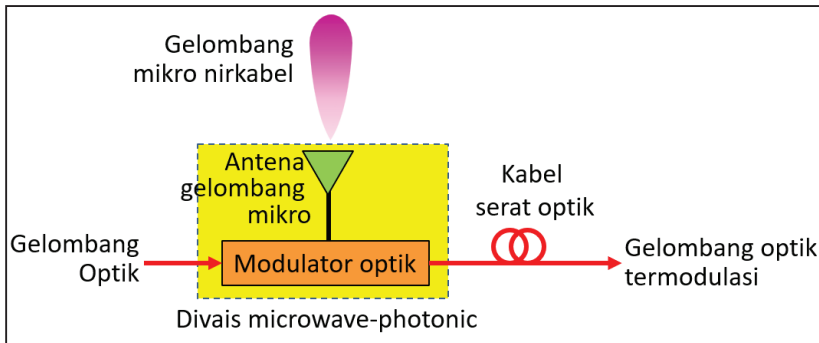
dalam struktur diskrit, terintegrasi, dan fusi, yang masing-masing memiliki keunggulan dalam fleksibilitas, rugi transmisi yang rendah, dan tidak ada rugi transmisi (*zero loss*) (Darwis et al., 2018; Wijayanto et al., 2013d, 2013c; Wijayanto, Fathnan, et al., 2019; Wijayanto, Amrullah, et al., 2019).

### **E. Prospek Perangkat dan Teknologi *Microwave* dan Fotonika**

Prospek dari perangkat *microwave* dan fotonika ini di masa depan adalah terwujudnya perangkat dengan kemampuan transmisi data yang tinggi, efisien, mempunyai struktur yang sederhana dan kompak, serta menggunakan material yang ramah lingkungan. Hal ini dimungkinkan dengan pemanfaatan teknologi *thin film* yang juga telah mengalami perkembangan pesat dewasa ini. Sementara itu, prospek dari teknologi *microwave* dan fotonika ini sangat menjanjikan untuk digunakan dalam aplikasi pita lebar nirkabel untuk mendukung telekomunikasi berkecepatan tinggi dan penginderaan beresolusi tinggi untuk mengantisipasi dan memenuhi kebutuhan masyarakat berupa kualitas layanan yang lebih baik (Arisesa et al., 2023; Fathnan et al., 2022; Satyawan et al., 2019; Wijayanto, Kanno, & Kawanishi, 2015b; Wijayanto, Kanno, Kawanishi, Murata, Yamamoto, et al., 2016). Selain untuk bidang telekomunikasi dan penginderaan, perangkat ini juga dapat digunakan untuk pendeteksian sensitifitas tinggi dan pengujian berakurasi tinggi.

### III. PERANGKAT *MICROWAVE* DAN FOTONIKA DAN PEMANFAATANNYA

Pada bab ini akan dijabarkan tentang inti sari dari riset dan inovasi perangkat *microwave* dan fotonika dan aplikasinya pada bidang telekomunikasi berkecepatan tinggi dan penginderaan beresolusi tinggi (Desvasari et al., 2023; Pramudya et al., 2023; Wijayanto, Murata, & Okamura, 2012a) . Perangkat ini pada intinya memiliki dua bagian utama yaitu antena gelombang mikro dan modulator optik yang diilustrasikan pada Gambar 1 (Fathnan et al., 2016; Wijayanto, Kanno, Kawanishi, et al., 2015a; Wijayanto, Kanno, Murata, et al., 2015e; Wijayanto, et al., 2016a; Wijayanto, Murata, & Okamura, 2012c).



Sumber: Fathnan, Wijayanto et al., (2016); Wijayanto, et al., (2015a); Wijayanto, et al., (2015e); Wijayanto, et al., (2016a); Wijayanto, et al., (2012c)

**Gambar 1.** Skematik Dasar dari Perangkat *Microwave* dan Fotonika

Antena gelombang mikro pada perangkat ini digunakan untuk menerima gelombang mikro nirkabel yang dihubungkan



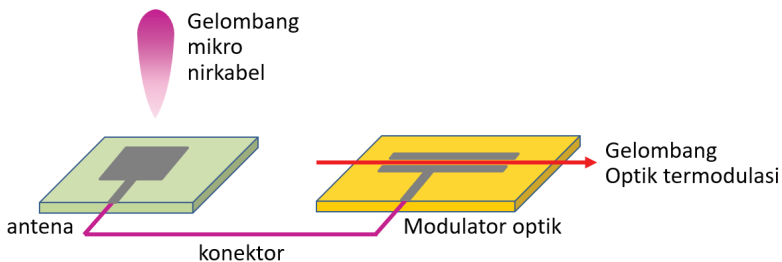
pada modulator optik untuk memodulasikan gelombang mikro yang diterima pada gelombang optik yang dipancarkan dari sumber optik berupa *laser/light emitting diode*. Oleh karena itu, dihasilkan gelombang optik yang termodulasi oleh gelombang mikro yang dapat ditransmisikan lebih lanjut melalui kabel serat optik untuk jarak yang sangat jauh dengan kemampuan rugi transmisi yang sangat rendah dalam merambatkan gelombang optik. Konfigurasi antara antena gelombang mikro dan modulator optik pada perangkat *microwave* dan fotonika ini dapat tersusun secara diskrit (*discrete structure*), antena gelombang mikro dan modulator optik tersusun secara terpisah, terintegrasi (*integrated structure*), antena gelombang mikro dan modulator optik pada satu substrat yang sama, dan fusi (*fussion structure*), antena gelombang mikro digunakan secara bersamaan untuk modulator optik.

### **A. Perancangan Perangkat *Microwave* dan Fotonika**

Perancangan perangkat *microwave* dan fotonika dilakukan dengan beberapa tahap, antara lain perhitungan perancangan dimensi dari struktur antena gelombang mikro dan modulator optik menggunakan metode analisa numerik (Chen, 2021; Lee & Luk, 2011; Wahyu et al., 2020). Kemudian, optimasi dari perancangan sebelumnya yang menggunakan analisa numerik dilakukan menggunakan program analisis elektromagnetik tiga dimensi/3D seperti CST Suite Studi atau High Frequency Structure Simulator (HFSS) (Adji et al., 2023). Beberapa

konfigurasi struktur perangkat *microwave* dan fotonika telah dirancang, antara lain struktur diskrit, terintegrasi, dan fusi.

Pertama, perangkat *microwave* dan fotonika dirancang secara diskrit, di mana antenna gelombang mikro dan modulator optik disusun secara terpisah pada bahan substrat yang berbeda dengan mempertimbangkan efektifitas bahan substrat yang digunakan untuk masing-masingnya. Kemudian, keduanya dihubungkan dengan kabel metal gelombang mikro berupa kabel koaksial yang diilustrasikan pada Gambar 2. Pada struktur ini gelombang mikro nirkabel dapat diterima oleh antenna gelombang mikro kemudian disalurkan melalui kabel metal menuju ke modulator optik yang akan memodulasikan gelombang mikro pada gelombang optik.



Sumber: Daud, Wijayanto, et al. (2019)

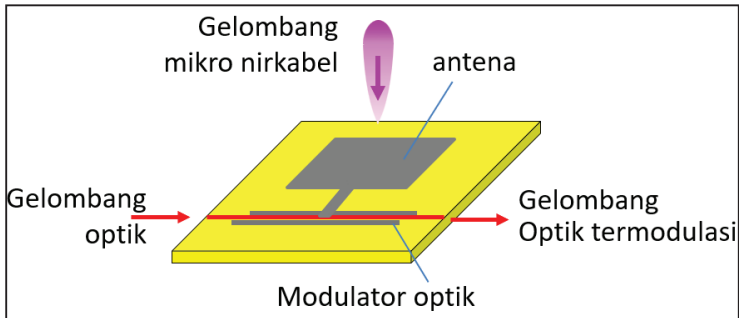
**Gambar 2.** Perangkat *Microwave* dan Fotonika dengan Struktur Diskrit

Perangkat *microwave* dan fotonika dengan struktur diskrit ini mempunyai keunggulan dilihat dari aspek fleksibilitas (keleluasaan) dalam proses perancangan yang optimal, baik untuk antenna gelombang mikro maupun modulator optik. Selain

itu, hal ini juga mudah pada implementasi dana karena dapat melakukan penambahan komponen pendukung lainnya untuk meningkatkan kemampuan. Namun, perangkat *microwave* dan fotonika dengan struktur diskrit ini memiliki kekurangan berupa rugi daya transmisi yang terjadi pada kabel metal penghubung dan sambungan antara antena gelombang mikro dan modulator optik (Daud et al., 2019, 2021; Mahmudin, Kurniadi, et al., 2017; Oktafiani et al., 2015). Selain itu, juga diperlukan pengaturan yang presisi untuk meminimalkan rugi daya antar sambungan sehingga perangkat dapat beroperasi dengan optimal.

Untuk mengatasi kerugian yang terjadi pada perangkat *microwave* dan fotonika dengan struktur diskrit sebelumnya, dilakukan pengembangan perangkat *microwave* dan fotonika yang tersusun secara terintegrasi untuk meminimalkan rugi daya transmisi yang terjadi, di mana antena gelombang mikro dan modulator optik disusun dalam satu substrat yang sama seperti yang diilustrasikan pada Gambar 3. Pada struktur ini gelombang mikro nirkabel dapat diterima oleh antena gelombang mikro kemudian disalurkan saluran metal pemandu gelombang mikro

yang sangat pendek menuju ke modulator optik yang akan memodulasikan gelombang mikro pada gelombang optik.



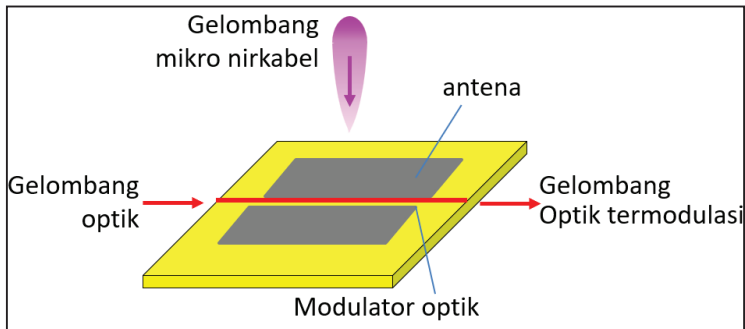
Sumber: Murata et al. (2014); Wijayanto, Murata, & Okamura (2012d)

**Gambar 3.** Perangkat *Microwave* dan Fotonika dengan Struktur Terintegrasi

Perangkat *microwave* dan fotonika dengan struktur terintegrasi ini mempunyai keunggulan dalam hal rugi transmisi daya yang rendah karena saluran penghubung antara antenna gelombang mikro dan modulator optik yang sangat pendek. Selain itu perangkat ini juga tidak memerlukan tambahan catu daya eksternal (pasif) (Murata et al., 2014; Wijayanto, Murata, & Okamura, 2012d). Di sisi lain, kekurangan dari perangkat *microwave* dan fotonika dengan struktur terintegrasi ini adalah bahwa perangkat masih memerlukan pengaturan yang presisi pada sambungan antar komponennya dan optimasi efektivitas kemampuan antenna gelombang mikro dan modulator optik juga

diperlukan karena keduanya menggunakan satu substrat yang sama.

Pengembangan lebih lanjut juga dilakukan untuk mengatasi kekurangan yang terjadi pada perangkat *microwave* dan fotonika dengan struktur terintegrasi, yaitu berupa pengembangan perangkat *microwave* dan fotonika yang tersusun secara fusi untuk menghilangkan rugi daya transmisi dan sambungan (*zero loss*). Dalam struktur ini, modulator optik dilebur ke dalam antena gelombang mikro dan dibuat dalam satu substrat seperti yang diilustrasikan pada Gambar 4, di mana antena gelombang mikro yang digunakan adalah jenis mikrostrip persegi (*rectangular patch*) yang ditanamkan celah tipis (*narrow gap*) di tengahnya sebagai modulator optik. (Wijayanto, Murata, & Okamura, 2012b, 2016; Wijayanto, Murata, Kawanishi, et al., 2012).



**Sumber:** Wijayanto, Murata, & Okamura (2012b; 2016); Wijayanto, Murata, Kawanishi, et al. (2012)

**Gambar 4.** Perangkat *Microwave* dan Fotonika dengan Struktur Fusi

Pada struktur ini gelombang mikro nirkabel dapat diterima oleh antena gelombang mikro mikrostrip persegi kemudian terjadi loncatan arus dan medan listrik yang sangat tinggi pada

celah kecil yang digunakan untuk memodulasikan gelombang mikro pada gelombang optik.

Akibat penyatuan kedua komponen utama tersebut, perangkat *microwave* dan fotonika dengan struktur fusi ini mempunyai keunggulan dalam hal tidak menimbulkan rugi transmisi daya dan tidak memerlukan tambahan catu daya eksternal/pasif (*passive device*) serta tidak memerlukan pengaturan yang presisi (Wijayanto, Murata, & Okamura, 2012b, 2016; Wijayanto, Murata, Kawanishi, et al., 2012).

## **B. Analisa Indeks Modulasi Optik**

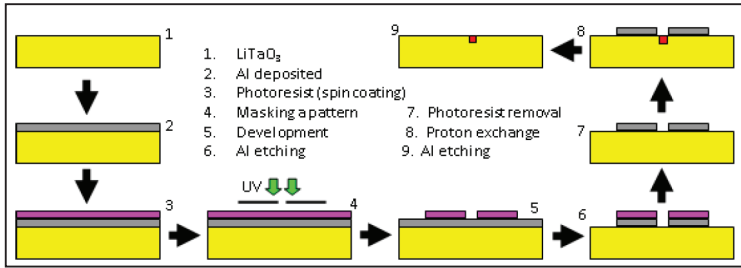
Keluaran gelombang optik dari pemandu gelombang adalah modulasi optik fase dengan nilai indeks modulasi optik. Indeks modulasi ini dapat diperoleh dengan memperhitungkan irisan antara medan listrik gelombang mikro dan optik sepanjang celah tipis. Ini dapat dihitung melalui integrasi antara medan listrik gelombang mikro yang diamati oleh gelombang optik dengan memperhitungkan waktu transit gelombang optik seperti yang diekspresikan pada persamaan (9). Persamaan ini dapat diperoleh dengan menurunkan persamaan Maxwell dengan mengobservasi interaksi medan listrik dari daerah gelombang mikro dan gelombang optik (Chen, 2021; Lee & Luk, 2011; Wahyu et al., 2020). Lebih detail terkait penurunan persamaan indeks modulasi optik dari perangkat *microwave* dan fotonika ini dapat ditemukan pada Lampiran.

## **C. Fabrikasi Perangkat *Microwave* dan Fotonika**

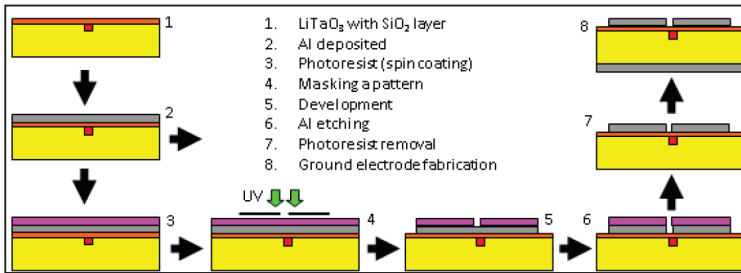
Proses fabrikasi perangkat *microwave* dan fotonika dengan struktur *planar* ini telah dilakukan dengan menggunakan

teknologi proses mikroelektronika dan teknik interkoneksi komponen secara manual (Widodo et al., 2017). Pembuatan antena gelombang mikro dan modulator optik dilakukan dengan deposisi film tipis menggunakan evaporator berkas elektron dan diikuti dengan pembuatan pola menggunakan proses fotolitografi serta proses etsa (Ermawati et al., 2023; Mahmudin, -, et al., 2017). Proses interkoneksi secara manual dilakukan untuk penyambungan kabel serat optik dengan perangkat *microwave* dan fotonika yang telah di fabrikasi sebelum dilakukan uji fungsi (Chitraningrum et al., 2022; Wahyu et al., 2019). Tahapan proses fabrikasi perangkat *microwave* dan fotonika untuk pemandu

gelombang optik dan antena gelombang mikro diilustrasikan pada Gambar 5 (Wijayanto et al., 2013c).



(a)



(b)

Keterangan:

(a) Ilustrasi tahapan fabrikasi pemandu gelombang optik

(b) Antena gelombang mikro

Sumber: Wijayanto et al. (2013c)

**Gambar 5.** Tahapan Proses Fabrikasi Perangkat *Microwave* dan Fotonika untuk Pemandu Gelombang Optik dan Antena Gelombang Mikro



#### **D. Karakterisasi Perangkat *Microwave* dan Fotonika**

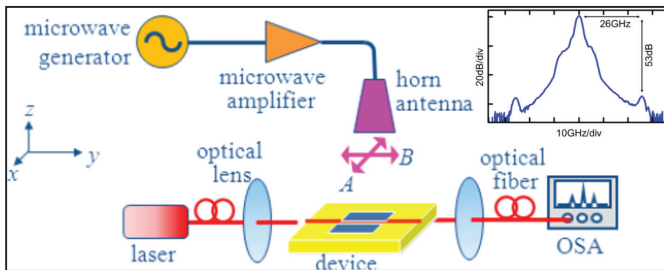
Perangkat *microwave* dan fotonika yang telah terfabrikasi dikarakterisasi secara fisik dan fungsi. Karakterisasi fisik dengan observasi hasil fabrikasi pola dan posisi yang terbentuk menggunakan mikroskop optik (*optical microscopy*) baik antena gelombang mikro maupun pemandu gelombang optik.

Karakterisasi fungsi dilakukan pada frekuensi gelombang radio kerja efektif yang telah dirancang dan gelombang optik spektrum infra merah untuk mendapatkan nilai efisiensi modulasi dan kemampuan dalam pengiriman data (Daud et al., 2016; Wijayanto, Kanno, Kawanishi, et al., 2015c; Wijayanto, Kanno, Kawanishi, Murata, Umezawa, et al., 2016). Beberapa hasil

karakterisasi perangkat *microwave* dan fotonika ini ditampilkan pada Gambar 6 (Wijayanto et al., 2013b).



(a)



(b)

Keterangan:

(a) Hasil karakterisasi fisik

(b) Fungsi dari perangkat *microwave* dan fotonika

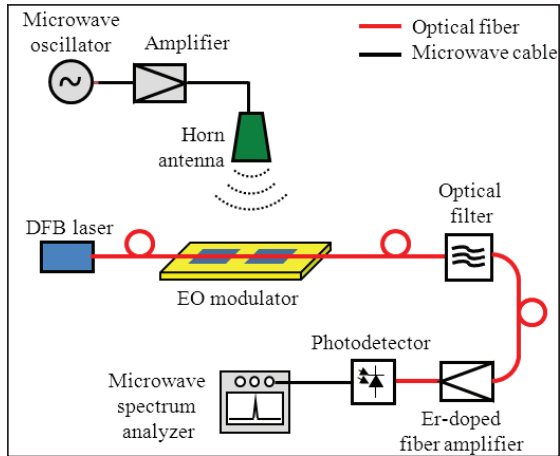
Sumber: Wijayanto et al. (2013b)

**Gambar 6.** Beberapa Hasil Karakterisasi Perangkat *Microwave* dan Fotonika

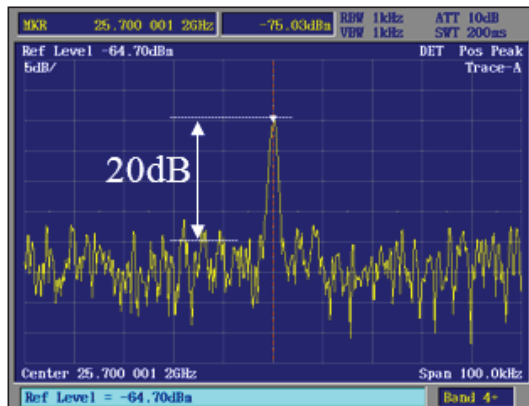
## E. Pemanfaatan Pada Bidang Telekomunikasi

Pemanfaatan perangkat *microwave* dan fotonika untuk telekomunikasi berkecepatan tinggi telah dilakukan dan

didemonstrasikan pada beberapa spektrum frekuensi gelombang radio sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7(a) (Aya et al., 2016; Wijayanto et al., 2014a; Wijayanto, Kanno, & Kawanishi, 2015c; Wijayanto, Kanno, Kawanishi, Murata, Yamamoto, et al., 2016). Gelombang optik infra merah dan gelombang radio nirkabel diradiasikan ke perangkat *microwave* dan fotonika yang telah di fabrikasi sehingga terjadi interaksi medan listrik antara gelombang radio dan optik yang menghasilkan modulasi optik, kemudian disambungkan ke rangkaian optik yang terdiri dari perangkat filter optik untuk memperoleh modulasi optik pita tunggal (*single sideband optical modulation*), perangkat penguat optik (*optical amplifier*), dan detector optik (*optical detector*).



(a)



(b)

**Keterangan:**

(a) Demonstrasi pemanfaatan pada telekomunikasi

(b) Sinyal gelombang mikro yang terdeteksi

**Sumber:** Wijayanto, Kanno, Kawanishi, et al. (2015d; 2015b)

**Gambar 7.** Pemanfaatan Perangkat *Microwave* dan Fotonika untuk Telekomunikasi Berkecepatan Tinggi

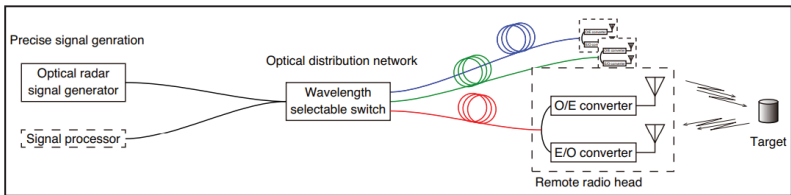
Keluaran dari detector optik diamati menggunakan *microwave spectrum analyzer*. Observasi dan analisis dari nilai efisiensi modulasi, rasio gelombang pembawa dan pengganggu (*carrier to noise ratio/CNR*) serta kesalahan rata-rata bit (*bit error rate/BER*) telah dilakukan seperti terlihat pada Gambar 7(b). Dengan demikian, perangkat *microwave* dan fotonika yang dikembangkan dapat digunakan untuk mendukung teknologi *microwave* dan fotonika melalui jaringan RoF untuk telekomunikasi.

## F. Pemanfaatan pada Bidang Penginderaan

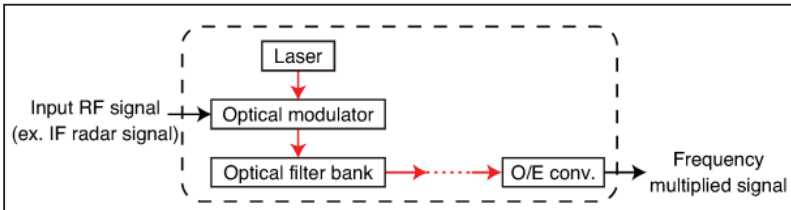
Perangkat *microwave* dan fotonika yang dikembangkan juga telah dimanfaatkan pada bidang penginderaan beresolusi tinggi berbasis teknologi radar (*radio detecting and ranging*) pada gelombang radio frekuensi tinggi. Tujuannya untuk mendeteksi obyek yang kecil seperti puing-puing benda asing di landasan pacu bandara guna memastikan keselamatan transportasi udara (Arisesa et al., 2024; Oktafiani et al., 2016; Wijayanto et al., 2014b).

Gambar 8(a) menunjukkan diagram tipikal konfigurasi sistem radar terdistribusi yang terhubung ke jaringan RoF dan menggunakan perangkat *microwave* dan fotonika (Kanno et al., 2017). Dalam modul Remote Radio Head terdapat perangkat *microwave* dan fotonika untuk mengubah antara gelombang mikro nirkabel dan optik. Gambar 8(b) menunjukkan konsep pengali frekuensi, yaitu gelombang optik yang dikonfigurasi

berbasis perangkat *microwave* dan fotonika. Pada prinsipnya, dua komponen optik dengan pemisahan frekuensi dapat menghasilkan luaran sinyal listrik pada frekuensi tertentu yang kemudian dikalikan dengan teknik optik. Dengan menggunakan gelombang optik sebagai gelombang pembawa, frekuensi dapat didistribusikan dengan jarak yang cukup jauh dengan rugi daya yang sangat rendah serta memberikan tingkat akurasi yang tinggi.



(a)



(b)

**Keterangan:**

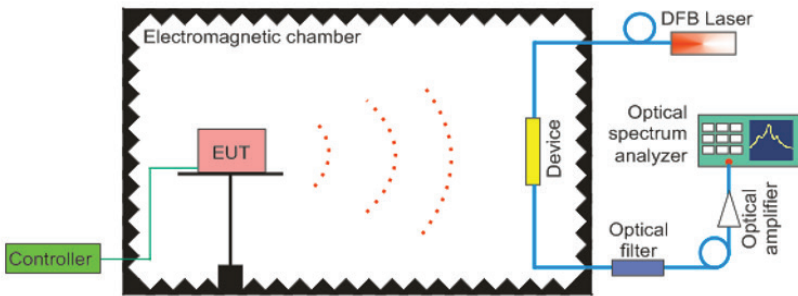
- (a) Diagram skema radio melalui jaringan serat optik untuk sistem radar terdistribusi
- (b) Diagram konseptual pengali frekuensi optik berbasis perangkat *microwave* dan fotonika

**Sumber:** Kanno et al. (2017)

**Gambar 8.** Diagram Tipikal Konfigurasi Sistem Radar Terdistribusi yang Terhubung ke Jaringan RoF dan Menggunakan Perangkat *Microwave* dan Fotonika

## G. Pemanfaatan Pada Bidang Lainnya

Perangkat *microwave* dan fotonika ini juga dapat dimanfaatkan pada bidang pengujian kompatibilitas elektromagnetik (*electromagnetic compatibility*) dengan akurasi tinggi seperti diilustrasikan pada Gambar 9 (Wijayanto, Murata, & Okamura, 2011b). Fitur pengubah langsung dari gelombang mikro nirkabel menjadi gelombang optik menjadikan perangkat *microwave* dan fotonika ini dapat mendeteksi gelombang radio nirkabel tanpa menimbulkan rugi daya (*zero loss*).



**Sumber:** Wijayanto, Murata, & Okamura (2011b)

**Gambar 9.** Pemanfaatan Perangkat *Microwave* dan Fotonika untuk Pengujian Kompatibilitas Elektromagnetik

## **IV. FITUR UNGGUL DARI HASIL PENGEMBANGAN PERANGKAT *MICROWAVE* DAN FOTONIKA**

Fitur hasil pengembangan perangkat *microwave* dan fotonika yang telah dilakukan baik dengan struktur diskrit, terintegrasi, dan fusi dideskripsikan pada bab ini. Fitur tersebut adalah fungsi sebagai antarmuka pengubah langsung dari gelombang mikro nirkabel ke gelombang optik untuk ditransmisikan lebih lanjut melalui kabel serat optik, keleluasaan dan fleksibilitas dalam proses fabrikasi dan penggunaannya, pengoperasian secara pasif dan rugi transmisi yang rendah, serta mempunyai struktur kompak serta tanpa menimbulkan rugi transmisi.

### **A. Pengubah Langsung dari Gelombang Mikro Nirkabel ke Gelombang Optik Melalui Kabel Serat Optik**

Tujuan awal dari pengembangan perangkat *microwave* dan fotonika ini adalah untuk mengubah langsung gelombang mikro nirkabel menjadi gelombang optik yang dapat ditransmisikan melalui kabel serat optik (Wijayanto, Murata, Shiomi, et al., 2011). Kombinasi penggunaan antena gelombang mikro dan modulator optik merupakan salah satu solusinya sebagai penerima gelombang mikro nirkabel dan memodulasikannya pada gelombang optik. Proses perancangan, fabrikasi, karakterisasi, dan demonstrasi telah dilakukan sebagai bukti bahwa konsep yang diusulkan dapat beroperasi sesuai harapan untuk mengubah gelombang mikro nirkabel menjadi gelombang



optik yang ditransmisikan melalui kabel serat optik dengan jarak yang jauh.

## **B. Keleluasaan/Fleksibilitas**

Pada pengembangan perangkat *microwave* dan fotonika berbasis struktur diskrit, hal-hal yang telah dilakukan dapat memberikan fitur berupa keleluasaan dan fleksibilitas dalam proses perancangan, fabrikasi, dan implementasi serta penggunaannya (Mahmudin, Kurniadi, et al., 2017). Keleluasaan dan fleksibilitas ini merupakan kelebihan dari perangkat *microwave* dan fotonika yang dikembangkan dan tetap harus memperhatikan standar spesifikasi dengan perangkat/modul lain sehingga dapat digunakan secara bersamaan dalam aplikasi pemanfaatan teknologi *microwave* dan fotonika pada berbagai bidang.

## **C. Pasif dan Penurunan Kerugian**

Fitur unggul selanjutnya dari pengembangan perangkat *microwave* dan fotonika ini berupa rugi daya yang kecil untuk struktur terintegrasi serta digunakan secara pasif tanpa memerlukan catu daya eksternal (Daud et al., 2021). Penurunan nilai rugi yang terjadi ini karena memanfaatkan pemandu gelombang mikro yang sangat pendek untuk menghubungkan antena gelombang mikro dan modulator optik yang terletak dalam substrat yang sama. Lebih lanjut, pengoperasian secara pasif merupakan keunggulan dari perangkat *microwave* dan

fotonika yang dikembangkan dan tetap memperhatikan sisi pengaturan dimensi yang presisi saat perancangan dan fabrikasi.

#### **D. Kompak dan Tanpa Rugi (*Zero Loss*)**

Perangkat *microwave* dan fotonika yang kompak, tidak ada rugi yang timbul (*zero loss*), dan beroperasi secara pasif serta tidak perlu pengaturan dimensi yang presisi merupakan fitur unggul selanjutnya dari proses pengembangan yang tersusun secara struktur fusi. Pada struktur ini hanya fokus pada pengembangan antena gelombang mikro yang ditanamkan modulator optik, interaksi medan listrik gelombang mikro dan gelombang optik untuk menghasilkan modulasi optik (Wijayanto et al., 2013e). Dengan struktur fusi ini, gelombang mikro nirkabel dapat diterima oleh antena gelombang mikro dan selanjutnya dimodulasikan langsung pada gelombang optik dengan memanfaatkan fenomena arus perpindahan dan medan listrik yang kuat diantara celah tipis yang melebur dalam antena gelombang mikro tersebut. Oleh karena itu, interaksi medan listrik yang kuat gelombang mikro dan gelombang optik dapat menghasilkan modulasi optik yang kemudian dapat ditransmisikan melalui kabel serat optik pada jarak yang jauh.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## V. PENGUATAN EKOSISTEM DALAM PENGEMBANGAN DAN PEMANFAATAN PERANGKAT *MICROWAVE* DAN FOTONIKA

Mengingat potensi pemanfaatan perangkat *microwave* dan fotonika yang sangat menjanjikan ke depannya, diperlukan ekosistem riset dan inovasi serta produksi/komersialisasi untuk itu perlu dilakukan inisiasi sinergi nasional dan global dengan penuh komitmen. Sinergi ini melibatkan seluruh pemangku kepentingan (*stakeholder*) baik dari pemerintah, akademisi, industri, dan komunitas serta media.

### A. Potensi Pemanfaatan Perangkat *Microwave* dan Fotonika

Perangkat *microwave* dan fotonika ini mempunyai potensi pemanfaatan yang luas khususnya untuk dalam teknologi nirkabel pita lebar. Teknologi ini kedepan bermanfaat untuk bidang telekomunikasi kecepatan tinggi dan penginderaan beresolusi tinggi (Kanno et al., 2017; Wijayanto, Murata, & Okamura, 2011b). Selain bidang tersebut, perangkat ini juga mempunyai potensi untuk bidang pengukuran akurasi tinggi dan

aplikasi lainya berbasis teknologi nirkabel pita lebar (Fathnan & Wijayanto, 2018).

## **B. Penguatan Kolaborasi Riset dan Inovasi Perangkat *Microwave* dan Fotonika**

Penguatan kolaborasi riset dan inovasi dalam pengembangan perangkat *microwave* dan fotonika yang menjadi bagian kunci pada teknologi gelombang mikro dan kabel serat optik selalu diperlukan untuk menjawab kebutuhan masyarakat pada bidang telekomunikasi berkecepatan tinggi dan penginderaan beresolusi tinggi serta bidang lainnya. Terjalinnya kolaborasi riset yang luas dan tepat dari hulu sampai hilir yang saling terkait satu sama lain dan memanfaatkan seluruh potensi yang ada baik dalam bentuk sumber daya alam, infrastruktur riset, pendanaan riset, serta kebijakan yang mendukung dapat menghasilkan keluaran riset yang memberikan dampak baik dalam menunjang pertumbuhan ekonomi dengan lebih baik (Satyawati et al., 2022).

## **C. Penguatan Industri dalam Pengembangan Perangkat *Microwave* dan Fotonika**

Keluaran riset berupa perangkat *microwave* dan fotonika perlu ada dukungan industri yang fokus dalam proses produksi dan komersialisasi serta penyedia layanannya, sehingga dapat dimanfaatkan dalam mendukung kehidupan masyarakat. Lahirnya industri ini akan menjadi dukungan dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat, daya saing bangsa, dan kemandirian bangsa. Lebih lanjut hal ini akan memicu inisiasi riset dan inovasi terkait perangkat *microwave* dan fotonika yang lebih terdepan, dengan mempertimbangkan aspek yang komprehensif

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dengan evaluasi dari pemanfaatan yang telah dilakukan oleh industri dan pengguna perangkat ini. Situasi ini juga membuka peluang industri dalam pemanfaatannya untuk aplikasi bidang lain (Murata et al., 2014).

#### **D. Penguatan Sumber Daya Manusia Bidang Perangkat *Microwave* dan Fotonika**

Dengan semakin masifnya kebutuhan terkait perangkat *microwave* dan fotonika, diperlukan juga penguatan sumber daya manusia yang menjadi bagian penting dalam tahapan pengembangannya. Sumber daya manusia ini akan menjadi tulang punggung dalam pengembangan dan pemanfaatan perangkat *microwave* dan fotonika ke depannya. Mencetak sumber daya manusia ini dapat dilakukan dengan mengadakan pelatihan khusus terkait teknologi *microwave* dan fotonika serta memberikan rekomendasi ke perguruan tinggi melalui kementerian terkait untuk menginisiasi proses belajar mengajar berupa kurikulum yang mendukung dalam tahapan pengembangan perangkat *microwave* dan fotonika. Kurikulum yang dapat dipertimbangkan antara lain pengenalan elektromagnetika, properti material, teknologi proses mikroelektronika, dan aplikasi teknologi terkait (Widodo et al., 2017).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## VI. KESIMPULAN

Dalam mengatasi permasalahan pemanfaatan gelombang nirkabel pita lebar, telah dilakukan pengembangan perangkat *microwave* dan fotonika yang menjadi bagian antarmuka di antara gelombang mikro nirkabel dan kabel serat optik. Tahapan riset dan pengembangan perangkat ini telah dilakukan dari tahap perancangan, fabrikasi dan karakterisasi, hingga demonstrasi pemanfaatannya pada aplikasi teknologi nirkabel pita lebar. Perangkat *microwave* dan fotonika yang dikembangkan ini dapat mengubah langsung dari gelombang mikro menjadi gelombang optik yang kemudian dirambatkan melalui kabel serat optik.

Perangkat yang dihasilkan memiliki beberapa keunggulan, di antaranya fleksibilitas (keleluasaan) interkoneksi dengan komponen lainnya serta dapat beroperasi secara pasif dan lebih lanjut tanpa menimbulkan rugi (*zero loss*). Diperlukan penguatan sinergi nasional dan global yang melibatkan seluruh pemangku kepentingan (*stakeholder*) baik dari pemerintah, akademisi, industri, maupun komunitas serta media dalam pengembangan perangkat dan teknologi *microwave* dan fotonika ini di masa mendatang.



Buku ini tidak diperjualbelikan.

## VII. PENUTUP

Kebutuhan masyarakat akan tersedianya teknologi komunikasi berkecepatan tinggi dan penginderaan beresolusi tinggi menjadi tantangan dari masa ke masa. Pemanfaatan teknologi dan perangkat *microwave* dan fotonika merupakan salah satu solusi untuk menjawab tantangan tersebut, yaitu dengan menggabungkan keunggulan dari teknologi gelombang mikro nirkabel dan teknologi kabel serat optik.

Diharapkan hal ini menjadi perhatian secara komprehensif oleh seluruh pemangku kepentingan, antara lain kebijakan pemerintah melalui kementerian terkait yang akan memanfaatkan teknologi ini, penyediaan fasilitas riset yang dikelola oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), penguatan talenta muda sebagai penggerak perkembangan teknologi ini melalui pengembangan kurikulum di perguruan tinggi, serta penguatan sektor industri dalam melakukan tahap produksi dan komersialisasi serta penyedia layanannya.

Pengembangan teknologi dan perangkat ini juga mempunyai dampak positif dalam meningkatkan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat dan menguatkan daya saing bangsa serta mendukung terwujudnya kemandirian bangsa. Dengan demikian, hal ini selaras dengan arah pembangunan bangsa menuju Indonesia Emas 2045.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Sebelum menutup orasi ini, perkenankanlah saya mengucapkan syukur *alhamdulillah*. Puji syukur yang sebesar-besarnya saya haturkan ke hadirat Allah Swt. karena atas izin dan ridho-Nya semata orasi profesor riset ini dapat terlaksana. Selanjutnya, perkenankan saya menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah banyak berkontribusi pada perjalanan karir saya.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Presiden Republik Indonesia, Ir. Joko Widodo; Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Prof. Dr. Laksana Tri Handoko, M,Sc.; Wakil Kepala BRIN, Prof. Dr. Ir. Amarulla Octavian, ST., M.Sc., DESD., IPU., ASEAN.Eng.; Ketua Majelis Profesor Riset BRIN, Prof. Dr. Ir. Gadis Sri Haryani; Sekretaris Majelis Profesor Riset, Prof. Ir. Wimpie Agoeng Noegroho Aspar, MSCE., Ph.D; Sekretaris Utama BRIN, Nur Tri Aries Suestiningtyas, M.A.; dan Kepala Biro Organisasi dan Sumber Daya Manusia BRIN, Ratih Retno Wulandari, M.Si. atas bantuan dan dukungannya dalam pelaksanaan orasi ilmiah ini. Saya juga menyampaikan terima kasih kepada Tim Penelaah Naskah Orasi Ilmiah, Prof. Dr. Goib Wiranto, Prof. Dr. Ratno Nuryadi, dan Prof. Dr. Hj. Budi Mulyanti, M.Si. atas bantuan dan bimbingannya sehingga naskah orasi ini layak untuk diorasikan.

Pada kesempatan ini izinkan saya juga mengucapkan terima kasih kepada Kepala Organisasi Riset Elektronika dan Informatika BRIN sekaligus Kepala Pusat Riset Elektronika dan Telekomunikasi LIPI 2020–2021, Dr. Eng. Budi Prawara; dan

para Kepala Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi terdahulu: Dr. Purwoko Adhi, Dr. Hiskia, dan (alm) Dr. Totok M. S. Sugandi atas dukungannya selama karir saya sebagai peneliti di LIPI dan BRIN. Terima kasih yang tak terhingga juga saya sampaikan kepada kolega riset: Pamungkas Daud M.T, Dadin Mahmudin, S. T dan semua rekan-rekan di kelompok riset RF, Mikrowave, Akustik, dan Fotonika BRIN dan kelompok riset Rangkaian Elektronika dan Optik BRIN, terima kasih atas bantuan, dukungan, kerjasama, dan pertemanannya yang kompak dan solid hingga menghantarkan saya ke jenjang Profesor Riset.

Perjalanan karir saya tentunya tak lepas dari peran dan jasa guru-guru saya mulai dari jenjang pendidikan dasar hingga pendidikan tinggi. Penghargaan dan apresiasi saya sampaikan kepada Dr. Rachmad Setiawan S.T., M.T. yang telah membimbing saya di jenjang S-1 Teknik Elektro ITS; Prof. Yasuyuki Okamura dan Prof. Hiroshi Murata yang telah membimbing saya di jenjang S-2 dan S3 Osaka University dan menjadi awal inspirasi saya untuk riset teknologi *microwave* dan fotonika serta mendorong saya menjadi mahasiswa yang produktif; serta Prof. Tetsuya Kawanishi dan Prof. Atsushi Kanno di yang telah menjadi *host* selama saya menjadi *limited term researcher* di NICT Jepang.

Keberadaan saya pada momen ini tentunya tak akan terwujud tanpa doa restu serta dukungan dari ibunda Hj. Tri Widiastuti dan ayahanda (alm) H. Nur Salim, Ibu dan bapak mertua saya (alm) Dwijo Suprpto dan Hj. Satiyem serta saudara saya Qomariyah Nur Wijayanti, S.E., Supriyanto, S.T., Tri Nurjayanti, S.Kep., M.Kep., Ners., beserta keluarga semoga Allah senantiasa memberikan keberkahan. Terima kasih yang tulus dan tak terhingga juga saya sampaikan untuk istri saya

tercinta, Dwi Hastuti, S.Kep. M.Kep., Ners., dan ketiga anak saya tersayang—Naufal Zaky Yudhinta, Mifzal Asfa Yudhinta, Eshal Aira Yudhinta. Terima kasih atas kesabaran, dukungan, doa, dan kasih sayangnya selama ini, serta telah senantiasa setia menjadi penyemangat dan penghibur saya.

Terakhir, saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua teman-teman yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, dan kerja keras seluruh panitia penyelenggara acara orasi ilmiah ini, juga pada seluruh undangan yang telah meluangkan waktunya untuk hadir pada acara ini. Akhir kata, saya berharap semoga sedikit ilmu yang saya sampaikan dalam naskah orasi ini dapat membawa keberkahan dan manfaat bagi kita semuanya, *aamiin ya robbal 'aalamiin*.

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## LAMPIRAN

### A. Persamaan Arus Permukaan pada Antena Mikrostrip Persegi

Pada antena gelombang mikro mikrostrip persegi standar tanpa celah, arus permukaan gelombang mikro berdiri (*microwave standing-wave*) dapat diekspresikan dengan persamaan (1) (Chen, 2021).

$$K_{pq}(x, y, t) = K_0 \cos \cos (\omega_m t) \cos \cos \left( p \frac{2\pi}{\Lambda_m} x \right) \cos \cos \left( q \frac{2\pi}{\Lambda_m} y \right) \quad (1)$$

dimana  $p$  dan  $q$  adalah bilangan bulat mengindikasikan mode dari antena gelombang mikro,  $\omega_m$  adalah frekuensi sudut gelombang mikro nirkabel, dan  $\lambda_m$  adalah panjang gelombang mikro. Antena mikrostrip persegi biasanya beroperasi pada mode dasar dimana nilai  $p=1$  dan  $q=0$ . Untuk itu, arus resonansi bervariasi dengan setengah panjang gelombang pada arah  $x$  dan tidak ada variasi pada arah  $y$ , sehingga arus permukaan gelombang berdiri dapat diekspresikan pada persamaan (2) (Lee & Luk, 2011).

$$K_{10}(x, t) = K_0 \cos \cos (\omega_m t) \cos \cos \left( p \frac{2\pi}{\Lambda_m} x \right) \quad (2)$$



## B. Persamaan Arus Perpindahan dan Medan Listrik pada Celah Tipis

Ketika celah tipis ditempatkan pada tengah antena gelombang mikro tersebut dan tegak lurus dengan arah *microwave standing-wave*, arus perpindahan (*displacement current*) terjadi untuk kontinuitas aliran arus permukaan. Oleh karena itu, medan listrik kuat juga terjadi melalui celah sempit tersebut. Arus perpindahan,  $J_d$ , pada persamaan Maxwell dapat diekspresikan dengan persamaan (3) (Chen, 2021).

$$\begin{aligned}\nabla \times H &= J_c + J_d \\ J_d &= \frac{\partial D}{\partial t} \\ J_d &= \varepsilon \frac{\partial E}{\partial t}\end{aligned}\tag{3}$$

dimana  $H$  adalah medan magnet,  $J_c$  adalah kepadatan arus konduksi,  $D$  adalah kerapatan fluks listrik,  $\varepsilon$  adalah permitifitas dan  $E$  adalah medan listrik. Untuk itu, medan listrik dapat diperoleh dengan integrasi waktu dari arus perpindahan yang diekspresikan pada persamaan (4) (Lee & Luk, 2011).

$$E = \frac{1}{\varepsilon} \int J_d dt\tag{4}$$

Dengan mempertimbangkan arus permukaan gelombang berdiri pada persamaan (2) and (4), medan listrik gelombang mikro yang terjadi dapat diperoleh dengan integrasi waktu dari

arus permukaan. Hal ini dapat dipresentasikan pada persamaan (5) (Wijayanto et al., 2010).

$$E_m(t) \propto \int_{-\infty}^{\infty} K_{10}(t) = \int_{-\infty}^{\infty} K_0 \cos \cos (\omega_m t) \quad (5)$$

$$E_m(t) \propto K_0 \sin \sin (\omega_m t)$$

### C. Persamaan Interaksi Medan Listrik Gelombang Mikro dan Optik

Medan listrik gelombang mikro yang terjadi melintasi celah kecil dapat digunakan untuk modulasi optik dengan efek elektro-optik. Medan listrik gelombang mikro yang terjadi dapat diobservasi dengan gelombang optik melalui pemandu gelombang optik yang diletakkan di bawah celah kecil dari antena gelombang mikro mikrostrip persegi. Waktu transit gelombang optik untuk lewat di bawah antena gelombang mikro sepanjang pandu gelombang optik dapat diekspresikan pada persamaan (6) untuk pertimbangan akurasi analisa modulasi optik (Wijayanto et al., 2013a).

$$t = \frac{y - y'}{v_g} \quad (6)$$

dimana  $y$  and  $y'$  adalah posisi dari optik dan  $v_g$  adalah kecepatan kelompok (*group velocity*) gelombang optik.

Medan listrik gelombang mikro yang terjadi melintasi celah dapat diekspresikan pada persamaan (7) (Wijayanto, Murata, & Okamura, 2011b).

$$E_m(t) = E_0 \sin \sin (\omega_m t) \quad (7)$$

Dengan mempertimbangkan waktu transit gelombang optik, medan listrik gelombang mikro yang diobservasi oleh gelombang optik dapat diekspresikan pada persamaan (8) (Wijayanto, Murata, & Okamura, 2011b).

$$\begin{aligned} E_{m-light}(y) &= E_0 \sin \sin \left( \omega_m \frac{y - y'}{v_g} \right) \\ &= E_0 \sin \sin \left( k_m c \frac{y - y'}{v_g} \right) \\ &= E_0 \sin \sin [k_m n_g (y - y')] \\ &= E_0 \sin \sin (k_m n_g y + \zeta) \\ k_m &= \frac{\omega_m}{c} ; \quad c = n_g v_g ; \quad \zeta = k_m n_g y' \end{aligned} \quad (8)$$

dimana  $k_m$  adalah adalah bilangan gelombang (*wave number*) gelombang mikro dalam ruang hampa,  $n_g$  adalah indeks grup (*group index*) gelombang optik yang merambat di pandu

gelombang,  $\zeta$  adalah fase awal gelombang optik dalam pandu gelombang, dan  $c$  adalah kecepatan optik pada ruang hampa.

#### D. Persamaan Indeks Modulasi Optik

Keluaran gelombang optik dari pemandu gelombang adalah modulasi optik fase, di mana indeks modulasi,  $\Delta\phi$ , dapat diperoleh dengan memperhitungkan irisan antara medan listrik gelombang mikro dan optik sepanjang celah tipis. Ini dapat dihitung melalui integrasi antara medan listrik gelombang mikro yang diobservasi oleh gelombang optik seperti yang diekspresikan pada persamaan (9) (Wijayanto, Murata, & Okamura, 2012a).

$$\Delta\phi = \frac{\pi r_{33} n_e^3}{\lambda} \Gamma \int_0^W E_0 \sin \sin (k_m n_g y + \zeta) dy \quad (9)$$

dimana  $\lambda$  adalah panjang gelombang optik yang dipropagasikan pada pemandu gelombang,  $r_{33}$  adalah koefisien elektro-optik dari substrate,  $n_e$  adalah indeks bias luar biasa dari substrate, dan  $\Gamma$  adalah fakto irisan antara medan listrik gelombang mikro dan optik.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adji, R. P. H., Taufiqqurrachman, Rahim, M. K. A., Samsuri, N. A. B., Yaziz, N. S. M., Daud, P., Santiko, A. B., Kurniawan, E. D., Kurniadi, D. P., Fathnan, A. A., Mahmudin, D., & **Wijayanto, Y. N.** (2023). Simulation of circular patch unit cell as a reflector on F4BMX220 substrate. Dalam *2023 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications* (168–171). ICRAMET. <https://doi.org/10.1109/ICRAMET60171.2023.10366758>
- Agrawal, G. P. (2016). Optical communication: Its history and recent progress. Dalam M. D. Al-Amri, M. El-Gomati, M. S. Zubairy, *Optics in our time* (177–199). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-31903-2\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-31903-2_8)
- Amrullah, Y. S., **Wijayanto, Y. N.**, Setiawan, A., & Wahyu, Y. (2017). Enhancement of quasi yagi antenna design for Ka-band application. *Proceeding-2017 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications* (142–144). ICRAMET. <https://doi.org/10.1109/ICRAMET.2017.8253163>
- Arisesa, H., Idrus, S. M., Iqbal, F., **Wijayanto, Y. N.**, & Adhi, P. (2023). Blocking object effect in propagation channel of millimeter wave wireless communication. Dalam *2023 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite* (525–529). COMNETSAT. <https://doi.org/10.1109/COMNETSAT59769.2023.10420572>
- Arisesa, H., **Wijayanto, Y. N.**, Adhi, P., Iqbal, F., & Idrus, S. M. (2024). Fast prediction of a high directivity antenna characterization for future wireless communication based on terahertz photonics.

*Journal of Physics: Conference Series*, 2696(1): Article 012012.  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/2696/1/012012>

- Aya, H., Inoue, T., Murata, H., Okamura, Y., **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., & Kawanishi, T. (2017). Wireless millimeter-wave-lightwave signal converter using stacked patch-antennas embedded with a micrometer-gap and electro-optic crystal. Dalam *2016 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications ICRAMET* (77–80). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICRAMET.2016.7849586>
- Aya, H., **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., Kawanishi, T., Murata, H., & Okamura, Y. (2016). Electro-optic modulator using millimeter-wave gap-embedded patch antenna with stacked structure. Dalam *OptoElectronics and Communications Conference, (OECC 2016) Held Jointly with 2016 International Conference on Photonics in Switching, PS 2016*.
- Bardin, J. C., Slichter, D. H., & Reilly, D. J. (2021). Microwaves in quantum computing. *IEEE Journal of Microwaves*, 1(1), 403–427. <https://doi.org/10.1109/JMW.2020.3034071>
- Chen, L. R. (2021). Integrated microwave photonics. Dalam *2021 International Topical Meeting on Microwave Photonics, MWP* (1–4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/MWP53341.2021.9639375>
- Chitraningrum, N., **Wijayanto, Y. N.**, Arisesa, H., Sakti, I., Mahmudin, D., Prawara, B., Kurniadi, D. P., & Daud, P. (2022). The optical characteristics of 20 watt Far-UVC light and its application for disinfection chamber. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 22(2), 57. <https://doi.org/10.55981/jet.502>
- Chowdhury, M. Z., Hasan, M. K., Shahjalal, M., Hossan, M. T., & Jang, Y. M. (2020). Optical wireless hybrid networks: Trends, opportunities, challenges, and research directions. *IEEE*

*Communications Surveys and Tutorials*, 22(2), 930–966. <https://doi.org/10.1109/COMST.2020.2966855>

- Darwis, F., **Wijayanto, Y. N.**, Setiawan, A., Mahmudin, D., Rahman, A. N., & Daud, P. (2018). 10 GHz Standing-Wave Coplanar stripline on LiNbO<sub>3</sub> Crystal for radio to optical-wave conversion. *Journal of Physics: Conference Series*, 1011(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1011/1/012050>
- Daud, P., Kurniadi, D. P., Mahmudin, D., **Wijayanto, Y. N.**, Putranto, P., Pristianto, E. J., Nurrahman, A., Andriana, Zulkarnaen, & Vertus, O. (2019). 10 Ghz optical modulator using CPS structure for communication and sensing. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 622(1): Article 012018. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/622/1/012018>
- Daud, P., Mahmudin, D., Fathnan, A. A., Syamsu, I., Estu, T. T., & **Wijayanto, Y. N.** (2016). Inset-fed U-slotted patch antenna array for 10GHz radio-over-fiber applications. Dalam *2016 International Conference on Semiconductor Electronics (ICSE)* (117–120). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SMELEC.2016.7573605>
- Daud, P., **Wijayanto, Y. N.**, Mahmudin, D., Kurniadi, D. P., & Putranto, P. (2021). *Modulator optik coplanar stripline frekuensi 10 GHz untuk radio-over-fiber* (Nomor Paten IDP000077433). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual. [https://pdki-indonesia.dgip.go.id/detail/38695ee\\_b1a0202f91c9\\_98af099f2e0fc30\\_888711f51432\\_b8dbe555211\\_b924bfd?nomor=P00201904350&type=patent&keyword=Modulator%20Optik%20Coplanar%20Stripline%20Frekuensi%2010%20GHz%20untuk%20Radio-Over-Fiber](https://pdki-indonesia.dgip.go.id/detail/38695ee_b1a0202f91c9_98af099f2e0fc30_888711f51432_b8dbe555211_b924bfd?nomor=P00201904350&type=patent&keyword=Modulator%20Optik%20Coplanar%20Stripline%20Frekuensi%2010%20GHz%20untuk%20Radio-Over-Fiber)
- Desvasari, W., Darwis, F., Sulistyaningsih, Susanti, N. D., Sukma, I., Chitraningrum, N., Danufane, F. H., Kurniadi, D. P., & **Wijayanto, Y. N.** (2023). A filtenna design for Ku-



- Band satellite mobile terminal. Dalam *2023 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications* (269–272). ICRAMET. <https://doi.org/10.1109/icramet60171.2023.10366708>
- Ermawati, F. U., Taryana, Y., Sulaeman, Y., **Wijayanto, Y. N.**, Sudrajat, N., & Adi, W. A. (2023). Fabrication and characterization of (Mg<sub>0.8</sub>Zn<sub>0.2</sub>)(Ti<sub>0.99</sub>Sn<sub>0.01</sub>)O<sub>3</sub> ceramics as a 4.0 GHz resonator in dielectric resonator oscillator module. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, *34*(20), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s10854-023-10890-0>
- Fathnan, A. A., Hossain, T. M., Mahmudin, D., **Wijayanto, Y. N.**, & Powell, D. A. (2022). Characterization of broadband focusing microwave metasurfaces at oblique incidence. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, *70*(3), 2023–2032 . <https://doi.org/10.1109/TAP.2021.3118848>
- Fathnan, A. A., & **Wijayanto, Y. N.** (2018). Passive sensing through near-field coupling interaction of loaded transmission line. Dalam *Proceedings 2018 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications, ICRAMET 2018* (59–62). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICRAMET.2018.8683914>
- Fathnan, A. A., **Wijayanto, Y. N.**, Daud, P., Mahmudin, D., Kanno, A., & Kawanishi, T. (2016). Millimeter-wave antenna using metamaterial ELC resonators on electro-optics substrate. *2015 11th Conference on Lasers and Electro-Optics Pacific Rim, CLEO-PR 2015*, *4*, 1–2. <https://doi.org/10.1109/CLEOPR.2015.7376308>
- Jiang, W., Zhao, X., Huang, F., Huang, X., Jin, T., Lin, H., Zhang, J., & Qiu, K. (2023). End-to-end learning of constellation shaping for optical fiber communication systems. *IEEE Photonics*

*Journal*, 15(6): Article 7202507 <https://doi.org/10.1109/JPHOT.2023.3321736>

- Kanno, A. (2023). Seamless convergence between terahertz radios and optical fiber communication toward 7G systems. *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*, 29(5): Article 8600509. <https://doi.org/10.1109/JSTQE.2023.3311793>
- Kanno, A., Umezawa, T., Kuri, T., Yamamoto, N., **Wijayanto, Y. N.**, & Kawanishi, T. (2017). Key technologies for millimeter-wave distributed RADAR system over a radio over fiber network. *Proceeding - 2016 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications, ICRAMET 2016*. <https://doi.org/10.1109/ICRAMET.2016.7849571>
- Lee, K. F., & Luk, K. M. (2011). *Microstrip patch antennas*. Imperial College Press.
- Lim, C., & Nirmalathas, A. (2021). Radio-Over-Fiber technology: Present and future. *Journal of Lightwave Technology*, 39(4), 881–888. <https://doi.org/10.1109/JLT.2020.3024916>
- Lim, C., Tian, Y., Ranaweera, C., Nirmalathas, T. A., Wong, E., & Lee, K. L. (2019). Evolution of radio-over-fiber technology. *Journal of Lightwave Technology*, 37(6), 1647–1656. <https://doi.org/10.1109/JLT.2018.2876722>
- Mahmudin, D., -, S., Daud, P., & **Wijayanto, Y. N.** (2017). Fabrication of Polyimide Optical Waveguide on Silicon Dioxide Layer Stacked Silicon Substrate. *Jurnal Elektronika Dan Telekomunikasi*, 17(2). <https://doi.org/10.14203/jet.v17.36-41>
- Mahmudin, D., Kurniadi, D. P., Daud, P., Putranto, P., **Wijayanto, Y. N.**, & Hardiati, S. (2017). *Antena mikrostrip array inseted patch rektangular* (Nomor Paten P00201705501). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual. <https://pdki-indonesia.dgip.go.id/detail/679e278f67db05eaa532b5e31>

3acffc14fb358 3f69acd0515f 33123226262 39f?nomor=P002  
01705501&type=patent&keyword=P00201705501

- Mahmudin, D., & **Wijayanto, Y. N.** (2016). Pemandu gelombang optik polimer pada substrat silikon dioksida untuk panjang gelombang 1,55  $\mu\text{m}$ . *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 14(2), 56–60. <https://doi.org/10.14203/jet.v14.56-60>
- Murata, H., Aya, H., Inoue, T., Sanada, A., **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., & Kawanishi, T. (2017). Millimeter-wave electro-optic modulator using stacked patch-antennas embedded with micrometer-gap for radio-over-fiber system. Dalam *2017 47th European Microwave Conference (EuMC)* (628–631). IEEE. <https://doi.org/10.23919/EuMC.2017.8230926>
- Murata, H., Kohmu Naohiro, **Wijayanto, Y. N.**, & Okamura, Y. (2014). Integration of patch antenna on optical modulators. *IEEE Photonics Society News*, 28(2), 1–4. <https://doi.org/10.23919/EuMC.2017.8230926>
- Murata, H., Nakamori, S., Otagaki, Y., Sato, M., Onizawa, M., & Kurokawa, S. (2023). 5G-Band antenna-coupled electrode electro-optic modulator for discriminating two orthogonal polarization components of wireless signal. Dalam *2023 IEEE Conference on Antenna Measurements and Applications (CAMA)* (601–603). IEEE. <https://doi.org/10.1109/cama57522.2023.10352792>
- Nagatsuma, T., Ohtake, H., Kato, K., Yumoto, J., & Ito, H. (2023). Photonics-empowered terahertz Wireless communications. Dalam *24th International Conference on Applied Electromagnetics and Communications* (1–3). ICECOM. <https://doi.org/10.1109/icecom58258.2023.10367950>
- Oktafiani, F., Wahyu, Y., & **Wijayanto, Y. N.** (2015). Broadband octagonal patch antenna for cognitive radio applications. Dalam *2015 IEEE Asia Pacific Conference on Wireless and*

*Mobile (APWiMob)* (251–254). IEEE. <https://doi.org/10.1109/APWiMob.2015.7374931>

- Oktafiani, F., Wahyu, Y., & **Wijayanto, Y. N.** (2016). Measurement and evaluation of Tx/ Rx Antennas for X-Band radar system. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 14(2), 555–562. <https://doi.org/10.12928/telkomnika.v14i2.3291>
- Pramudya, T., Yudistira, R. P., Trisnawan, M. A., Setianingrum, L., **Wijayanto, Y. N.**, Hamidah, M., Dewi, M. F., Firdaus, M. Y., Rasuanta, M. P., Rahmadiansyah, M., & Rahardjo, S. (2023). Transmitter and receiver design for visible light communication system with off-the-shelf LED towards its implementation possibility for Vehicle to Vehicle/Infrastructure (V2V/V2I) communication. Dalam *2023 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications* (258–263). ICRAMET. <https://doi.org/10.1109/icramet60171.2023.10366558>
- Satyawan, A. S., Kurniawan, D., Armi, N., & **Wijayanto, Y. N.** (2019). Room map estimation from two-dimensional lidar's point cloud data. Dalam *Proceedings 2019 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications* (152–155). ICRAMET. <https://doi.org/10.1109/ICRAMET47453.2019.8980374>
- Satyawan, A. S., Prini, S. U., Abu-Bakar, S. A. R., & **Wijayanto, Y. N.** (2022). An elastic frame rate up-conversion for sequential omnidirectional images. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 12(1), 158–164. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.12.1.12963>
- Wahyu, Y., **Wijayanto, Y. N.**, & Lestari, A. A. (2019). Performance of antenna using linear resistive loading for ground penetrating

radar. Dalam *Proceedings of CAMA 2019: IEEE International Conference on Antenna Measurements and Applications* (323–324). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CAMA47423.2019.8959723>

Wahyu, Y., **Wijayanto, Y. N.**, Oktafiani, F., & Maulana, Y. Y. (2020). *Antena radar bawah tanah berbentuk dasi kupu-kupu* (Nomor Paten P00200800142). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual. <https://pdki-indonesia.dgip.go.id/detail/df34abe1781bce5428b1ca560146345ae43190aac9730a55002b5501485e5317?nomor=P00200800142&type=patent&keyword=P00200800142>

Widodo, S., Daud, P., & **Wijayanto, Y. N.** (2017). *Teknologi sensor dan miniaturisasi*. Informatika.

**Wijayanto, Y. N.**, Amrullah, Y. S., Darwis, F., Kanno, A., Kawanishi, T., & Adhi, P. (2019). Microstrip yagi antenna stacked with optical modulator for 28GHz communication. Dalam *IEEE International Conference on Antenna Measurements and Applications* (1–3). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CAMA47423.2019.8959771>

**Wijayanto, Y. N.**, Arisesa, H., Mahmudin, D., Daud, P., Adhi, P., Murata, H., Kanno, A., & Kawanishi, T. (2017). Optical fiber and microwave wireless up-links using EO modulator with planar stripline feed to gap-embedded patch-antennas. Dalam *2017 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications, ICRAMET* (75–78). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICRAMET.2017.8253149>

**Wijayanto, Y. N.**, Fathnan, A. A., Kanno, A., Mahmudin, D., & Daud, P. (2019). Metamaterial antenna on electro-optic modulator for wireless terra-hertz detection through Radio-Over-Fibre technology. Dalam *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 622(1): Artikel 012004. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/622/1/012004>

- Wijayanto, Y. N., Kanno, A., & Kawanishi, T. (2015a).** Broadband millimeter-wave electro-optic modulator using multi-patch antennas for pico-cell radar networks. *International Seminar on Photonics, Optics, and Its Applications (ISPhOA 2014)*: Artikel 9444. <https://doi.org/10.1117/12.2075142>
- Wijayanto, Y. N., Kanno, A., & Kawanishi, T. (2015b).** Metamaterial electric-LC resonators on electro-optic modulator for wireless THz-lightwave signal conversion. Dalam *Conference on Lasers and Electro-Optics Europe - Technical Digest* (1–2). IEEE. [https://doi.org/10.1364/CLEO\\_AT.2015.JTh2A.37](https://doi.org/10.1364/CLEO_AT.2015.JTh2A.37)
- Wijayanto, Y. N., Kanno, A., & Kawanishi, T. (2015c).** Metamaterial electric-LC resonators on electro-optic modulator for wireless THz-lightwave signal conversion. Dalam *2015 Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO)* (1–2). IEEE. [https://doi.org/10.1364/CLEO\\_AT.2015.JTh2A.37](https://doi.org/10.1364/CLEO_AT.2015.JTh2A.37)
- Wijayanto, Y. N., Kanno, A., Kawanishi, T., Murata, H., & Okamura, Y. (2014a).** Wireless millimeter-wave to lightwave signal converters using simple planar antennas on LiNbO<sub>3</sub> optical crystal. Dalam *Progress in Electromagnetics Research Symposium, PIERS 2014* (310–314). Electromagnetics Academy.
- Wijayanto, Y. N., Kanno, A., Kawanishi, T., Murata, H., & Okamura, Y. (2014b).** Z-cut LiNbO<sub>3</sub> optical modulator using patch-antenna with orthogonal-gaps for millimeter-wave radar applications. Dalam *Microwave Photonics (MWP) and the 2014 9th Asia-Pacific Microwave Photonics Conference (APMP) 2014 International Topical Meeting On* (192–195). IEEE. <https://doi.org/10.1109/MWP.2014.6994528>
- Wijayanto, Y. N., Kanno, A., Kawanishi, T., Murata, H., & Okamura, Y. (2015a).** Microstrip patch antennas feed to optical waveguides in electro-optic modulator for millimeter-wave radar system.

Dalam *2015 IEEE MTT-S International Microwave Symposium* (1–4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/MWSYM.2015.7166877>

**Wijayanto, Y. N., Kanno, A., Kawanishi, T., Murata, H., & Okamura, Y. (2015b).** Millimeter-wave LiNbO<sub>3</sub> modulator with orthogonal-gap-embedded patch-antenna for fiber-wireless link. Dalam *2015 IEEE International Broadband and Photonics Conference (IBP)* (23–26). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IBP.2015.7230759>

**Wijayanto, Y. N., Kanno, A., Kawanishi, T., Murata, H., & Okamura, Y. (2015c).** Millimeter-wave wireless beam-steering using patch-antennas with meandering-gaps on electro-optical modulator. Dalam *2015 European Microwave Conference (EuMC)* (1140–1143). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EuMC.2015.7345969>

**Wijayanto, Y. N., Kanno, A., Kawanishi, T., Murata, H., & Okamura, Y. (2015d).** Wireless millimetre-wave-lightwave signal conversion using patch-antennas on LiNbO<sub>3</sub> optical modulator. Dalam *2015 European Conference on Lasers and Electro-Optics-European Quantum Electronics Conference* (paper CI\_5\_6). Optica Publishing Group. [https://opg.optica.org/abstract.cfm?URI=CLEO\\_Europe-2015-CI\\_5\\_6](https://opg.optica.org/abstract.cfm?URI=CLEO_Europe-2015-CI_5_6)

**Wijayanto, Y. N., Kanno, A., Kawanishi, T., Murata, H., Umezawa, T., Yamamoto, N., & Okamura, Y. (2016).** Multi-layered stacked patch-antennas on electro-optic material for optical modulation. Dalam *European Microwave Week 2016: “Microwaves Everywhere”, EuMW 2016-Conference Proceedings; 46th European Microwave Conference, EuMC 2016* (945–948). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EUMC.2016.7824501>

**Wijayanto, Y. N., Kanno, A., Kawanishi, T., Murata, H., Yamamoto, N., & Okamura, Y. (2016).** Performance of 90GHz electro-optic modulator with patch-antennas in high-power wireless irradiation. Dalam *2016 Conference on Lasers and Electro-Optics, CLEO*

2016 (paper JW2A.128). Optica Publishing Group. [https://doi.org/10.1364/cleo\\_at.2016.jw2a.128](https://doi.org/10.1364/cleo_at.2016.jw2a.128)

- Wijayanto, Y. N.,** Kanno, A., Murata, H., Kawanishi, T., & Adhi, P. (2018). W-band millimeter-wave patch antennas on optical modulator for runway security systems. Dalam *2017 IEEE Conference on Antenna Measurements and Applications, CAMA 2017* (79–82). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CAMA.2017.8273483>
- Wijayanto, Y. N.,** Kanno, A., Murata, H., Kawanishi, T., & Okamura, Y. (2015e). Millimeter-wave radar receiver using Z-Cut LiNbO<sub>3</sub> optical modulator with orthogonal-gap-embedded patch-antennas on low- $\kappa$  dielectric material. *IEICE Transactions on Electronics, E98C*(8), 783–792. <https://doi.org/10.1587/transele.E98.C.783>
- Wijayanto, Y. N.,** Kanno, A., Murata, H., Kawanishi, T., Yamamoto, N., & Okamura, Y. (2016a). Array of patch-antennas with meandering-gaps on optical modulator for wireless millimeter-wave beam-steering. *International Journal of Microwave and Wireless Technologies*, 8(4–5), 759–765. <https://doi.org/10.1017/S1759078716000210>
- Wijayanto, Y. N.,** Kanno, A., Murata, H., Kawanishi, T., Yamamoto, N., & Okamura, Y. (2016b). Free-space millimeter-wave electro-optic modulators using quasi-phase-matching gap-embedded-patch-antennas on low dielectric constant substrate. Dalam P. Ribeiro & M. Raposo (Eds.), *Photoptics 2015* (83–103). Springer International Publishing.
- Wijayanto, Y. N.,** Murata, H., & Hermida, I. D. P. (2016). Microwave and optical electric field interaction in microwave polarization detector based on photonic technology for EMC measurement. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 16(1), 7. <https://doi.org/10.14203/jet.v16.7-10>



- Wijayanto, Y. N.,** Murata, H., Kawanishi, T., & Okamura, Y. (2012). X-cut LiNbO<sub>3</sub> optical modulators using gap-embedded patch-antennas for wireless-over-fiber systems. Dalam *Advances in Optical Technologies*. <https://doi.org/10.1155/2012/383212>
- Wijayanto, Y. N.,** Murata, H., & Okamura, Y. (2011a). Novel electro-optic microwave-lightwave converters utilizing a patch antenna embedded with a narrow gap. *IEICE Electronics Express*, 8(7), 491–497. <https://doi.org/10.1587/elex.8.491>
- Wijayanto, Y. N.,** Murata, H., & Okamura, Y. (2011b). Passive electromagnetic field sensors using electro-optic crystal with metal planar antennas and narrow gaps. *ECO-MATES 2011*, 213–214.
- Wijayanto, Y. N.,** Murata, H., & Okamura, Y. (2012a). Discrimination of wireless electromagnetic signals by electro-optic modulators using an array of patch antennas embedded with orthogonal gaps. *Journal of Physics: Conference Series*, 379: Artikel 012017. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/379/1/012017>
- Wijayanto, Y. N.,** Murata, H., & Okamura, Y. (2012b). Electro-optic microwave-lightwave converters utilizing quasi-phase-matching array of patch antennas with gap. *Electronics Letters*, 48(1), 36. <https://doi.org/10.1049/el.2011.3548>
- Wijayanto, Y. N.,** Murata, H., & Okamura, Y. (2012c). Electro-optic microwave-lightwave converters utilizing patch antennas with orthogonal gaps. *journal of nonlinear optical physics & materials*, 21(01): Artikel 1250001. <https://doi.org/10.1142/S0218863512500014>
- Wijayanto, Y. N.,** Murata, H., & Okamura, Y. (2012d). Electro-optic wireless millimeter-wave-lightwave signal converters using planar yagi-uda array antennas coupled to resonant electrodes. *Opto-Electronic Communications Conference*, 5E1-2.

- Wijayanto, Y. N.,** Murata, H., & Okamura, Y. (2012e). Novel wireless millimeter-wave to lightwave signal converters by electro-optic crystals suspended to narrow-gap-embedded patch-antennas on low-k dielectric substrates. Dalam *Photonic Global Conference* (1–4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/PGC.2012.6458097>
- Wijayanto, Y. N.,** Murata, H., & Okamura, Y. (2013a). Electro-optic beam forming device using a two-dimensional array of patch-antennas embedded with orthogonal-gaps for millimeter-wave signals. Dalam *2013 IEEE Photonics Conference, IPC 2013* (414–415). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IPCon.2013.6656613>
- Wijayanto, Y. N.,** Murata, H., & Okamura, Y. (2013c). Electrooptic millimeter-wave-lightwave signal converters suspended to gap-embedded patch antennas on low-k dielectric materials. Dalam *IEEE Journal on Selected Topics in Quantum Electronics*, 19(6), 33–41. <https://doi.org/10.1109/JSTQE.2013.2265192>
- Wijayanto, Y. N.,** Murata, H., & Okamura, Y. (2013d). Wireless microwave-optical signal conversion in using gap-embedded patch-antennas. *IEICE Transactions on Electronics*, E96-C(2), 212–219.
- Wijayanto, Y. N.,** Murata, H., & Okamura, Y. (2013e). 60GHz electro-optic modulator suspended to patch-antennas embedded with a gap on low-k dielectric material. *Pacific Rim Conference on Lasers and Electro-Optics, CLEO - Technical Digest* (1–2). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CLEOPR.2013.6600376>
- Wijayanto, Y. N.,** Murata, H., & Okamura, Y. (2016). Optical modulator using channel optical waveguides and planar patch-

antennas with gaps. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 15(2), 50–54. <https://doi.org/10.14203/jet.v15.50-54>

**Wijayanto, Y. N., Murata, H., Shiomi, H., & Okamura, Y. (2010).** A new electro-optic microwave-lightwave converter using a square patch antenna embedded with a narrow gap. Dalam *2nd Global COE Student Conference on Innovative Electronic Topics (SCIENT)*.

**Wijayanto, Y. N., Murata, H., Shiomi, H., & Okamura, Y. (2011).** Electro-optic microwave-lightwave converter using patch antenna embedded with a narrow gap for optical modulation. *Conference on Lasers and Electro-Optics, 2011*: Artikel JWA122.

**Wijayanto, Y. N., Pristianto, E. J., Mahmudin, D., & Daud, P. (2019).** Short range visible light communication for high-speed data transfer using low-cost optoelectronic components. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 620(1): Artikel 012089. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/620/1/012089>

Yao, J. (2022). Microwave photonic systems. *Journal of Lightwave Technology* 40(20), 6595–6607. <https://doi.org/10.1109/JLT.2022.3201776>

## DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH

### Buku/Bagian Buku:

1. **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., Murata, H., Kawanishi, T., Yamamoto, N., & Okamura, Y. (2016). Free-Space millimeter-wave electro-optic modulators using quasi-phase-matching gap-embedded-patch-antennas on low dielectric constant substrate. Dalam P. Ribeiro & M. Raposo, *Springer photoptics 2015 volume 181 of the series Springer proceedings in physics* (83–103). [tpps://doi.org/10.1007/978-3-319-30137-2\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-30137-2_6)
2. Murata, H., Aya, H., Inoue, T., Sanada, A., **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., & Kawanishi, T. (2019) Wireless-optical signal converter utilizing stacked-patch antennas and electro-optic substrates. Dalam Electronic Navigation Research Institute (Eds.), *Air Traffic Management and Systems III. EIWAC 2017* [Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 555] (219–232). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-7086-1\\_15](https://doi.org/10.1007/978-981-13-7086-1_15)
3. Widodo, S., Daud, P., & **Wijayanto, Y. N.** *Teknologi sensor dan miniaturisasinya*. Informatika.
4. **Wijayanto, Y. N.** (2024). Gap-embedded patch-antenna EOM. Dalam T. Kawanishi, (Ed.), *Handbook of radio and optical networks convergence* (1–54). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-33-4999-5\\_35-1](https://doi.org/10.1007/978-981-33-4999-5_35-1)

## Jurnal Internasional

5. **Wijayanto, Y. N.**, Murata, H., & Okamura, Y. (2011). Novel electro-optic microwave-lightwave converters utilizing a patch antenna embedded with a narrow gap. *IEICE Electronics Express*, 8(7), 491–497.
6. **Wijayanto, Y. N.**, Murata, H., & Okamura, Y. (2012). Electro-optic microwave-lightwave converters utilizing a quasi-phase-matching array of patch antennas with a gap. *Electronics Letters*, 48(1), 36–38.
7. **Wijayanto, Y. N.**, Murata, H., & Okamura, Y. (2012). Electro-optic microwave-lightwave converters utilizing patch antennas with orthogonal gaps. *Journal of Nonlinear Optical Physics and Material*, 21(1): Artikel 1250001. <https://doi.org/10.1142/S0218863512500014>
8. **Wijayanto, Y. N.**, Murata, H., & Okamura, Y. (2012). Discrimination of wireless electromagnetic signals by electro-optic modulators using an array of patch antennas embedded with orthogonal gaps. *Journal of Physics: Conference Series*, 379: Artikel 012017. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/379/1/012017>
9. **Wijayanto, Y. N.**, Murata, H., Kawanishi, T., & Okamura, Y. (2012). X-Cut LiNbO<sub>3</sub> optical modulators using gap-embedded patch-antennas for wireless-over-fiber systems. *Advances in Optical Technologies*, 2012: Artikel 383212. <https://doi.org/10.1155/2012/383212>
10. **Wijayanto, Y. N.**, Murata, H., & Okamura, Y. (2013). Wireless microwave-optical signal conversion in quasi-phase-matching electro-optic modulators using gap-embedded patch-antennas. *IEICE transaction on electronics*, E96-C(2), 212–219.

11. **Wijayanto, Y. N.**, Murata, H., & Okamura, Y. (2013). Electro-optic millimeter-wave-lightwave signal converters suspended to gap-embedded patch antennas on low- $k$  dielectric materials. *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*, 19(6).
12. Murata, H., Kohmu, N., **Wijayanto, Y. N.**, & Okamura, Y. (2014). Integration of patch antenna on optical modulators. *IEEE Photonics Society News*, 28(2).
13. Oktafiani, F., Wahyu, Y., & **Wijayanto, Y. N.** (2014). Measurement and evaluation of Tx/ Rx Antennas for X-band radar system. *TELKOMNIKA*, 14(2).
14. **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., Murata, H., Kawanishi, T. & Okamura, Y. (2015). Millimeter-wave radar receiver using Z-Cut LiNbO<sub>3</sub> optical modulator with orthogonal-gap-embedded patch-antennas on low-k dielectric material. *IEICE Transaction on Electronics*, E98-C(8), 783–792.
15. **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., Murata, H., Kawanishi, T., Yamamoto, N., & Okamura, Y. (2016). Array of patch-antennas with meandering-gaps on optical modulator for wireless millimeter-wave beam-steering. *International Journal of Microwave and Wireless Technologies*. <https://doi.org/10.1017/S1759078716000210>
16. Darwis, F., **Wijayanto, Y. N.**, Setiawan, A., Mahmudin, D., Rahman, A. N., & Daud, P. (2017). 10 GHz standing-wave coplanar stripline on linbo<sub>3</sub> crystal for radio to optical-wave conversion. *Journal of Physics: Conference Series*, 1011.
17. Daud, P., Simalongo, J. A., Mahmudin, D., **Wijayanto, Y. N.**, & Putranto, P. (2017). Design of vehicle tracking system using MCU STM32F103RET6 and SIM908. *Internetworking Indonesia Journal*, 9(2).

18. Mahmudin, D., Huda, N., Estu, T. T., Fathnan, A. A., Daud, P., Hardiati, S., Hasanah, L., & **Wijayanto, Y. N.** (2017). Design of the optical channel waveguide Mach-Zehnder Interferometer (MZI) for environmental sensor applications. *Journal of Physics: Conference Series*, 817(1).
19. Faozan, Y. M. R., Mahmudin, D., Daud, P., **Wijayanto, Y. N.**, Sugandi, G., & Pantjawati, A. B. (2019). Optimizations of optical polymer waveguide dimensions for ammonia sensor applications. *Journal of Physics: Conference Series*, 1191(1): Artikel 012001.
20. **Wijayanto, Y. N.**, Pristianto, E. J., Mahmudin, D., Daud, P. (2019). Short range visible light communication for high-speed data transfer using low-cost optoelectronic components. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 620(1): Artikel 012089.
21. Daud, P., Kurniadi, D.P., Mahmudin, D., **Wijayanto, Y. N.**, Putranto, P., Pristianto, E. J., Nurrahman, A., & Vertus, O. (2019). 10 GHz optical modulator using cps structure for communication and sensing. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 622(1): Artikel 012018.
22. **Wijayanto, Y. N.**, Fathnan, A. A., Kanno, A., Mahmudin, D., & Daud, P. (2019). Metamaterial antenna on electro-optic modulator for wireless Terra-Hertz detection through radio-over-fibre technology. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/622/1/012004>.
23. Dicky, G., Taufiqurrahman, Estu, T. T., **Wijayanto, Y. N.**, Manurung, R. V., Mahmudin, D., Anshori, I., & Daud, P. (2020). Sensitivity enhancement of silicon-on-insulator multipath ring resonator using gold nanodisk for sensor application. *Makara Journal of Science*, 24(3): Artikel 5.

24. Desvasari, W., Kurniadi, D. P., Mahmudin, D., Pristianto, E. J., Daud, P., Putranto, P., Setiawan, A., Darwis, F., **Wijayanto, Y. N.**, Hardiati, S., & Kurniawan, D. (2020). 2 way Wilkinson power divider for X band navigation radar. *Journal of Physics: Conference Series*, 1501(1): Artikel 012001.
25. Fathnan, A. A., Hossain, T. M., Mahmudin, D., **Wijayanto, Y. N.**, & Powell, D. A. (2021). Characterization of broadband focusing microwave metasurfaces at oblique incidence. *IEEE Transaction and Propagation*, 70(3), 2023–2032.
26. Ermawati, F. U., Taryana, Y., Sulaeman, Y., **Wijayanto, Y. N.**, Sudrajat, N., & Adi, W. A. (2023). Fabrication and characterization of  $(\text{Mg}_{0.8}\text{Zn}_{0.2})(\text{Ti}_{0.99}\text{Sn}_{0.01})\text{O}_3$  ceramics as a 4.0 GHz resonator in dielectric resonator oscillator module. *Journal of Material Science: Material Electron*, 34: Artikel 1553. <https://doi.org/10.1007/s10854-023-10890-0>
27. Taufiqqurrachman, Rahim, M. K. A., Samsuri, N. A., & **Wijayanto, Y. N.** (2023). Substrate comparison on multiband reflector performance for intelligent reflecting surfaces (IRSs). *ELEKTRIKA: Journal of Electrical Engineering*, 22(2), 56–61. <https://doi.org/10.11113/elektrika.v22n2.457>
28. Arisesa, H., **Wijayanto, Y. N.**, Adhi, P., Iqbal, F., & Idrus, S. M., (2024). Fast prediction of a high directivity antenna characterization for future wireless communication based on terahertz photonics. *Journal of Physics: Conference Series*, 2696(1): Artikel 012012.

## **Jurnal Nasional**

29. **Wijayanto, Y. N.**, & Wahyu, Y. (2006). Power divider/ combiner untuk aplikasi penerima gpr pada frekuensi 100-500 MHz. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 6(1).



30. Daud, P., & **Wijayanto, Y. N.** (2006). Kajian sistem pengukuran kuat medan sinyal TV. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 6(1).
31. **Wijayanto, Y. N.**, & Hastuti, D. (2006). Rangkaian bioamplifier untuk mendeteksi sifat listrik otot. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 6(2).
32. **Wijayanto, Y. N.**, & Daud, P. (2007). Sistem perangkat lunak untuk pengukuran kuat medan sinyal TV. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 7(2), 82–87.
33. Sulistyaningsih, Oktafiani, F., & **Wijayanto, Y. N.** (2007). Optimasi BTS untuk peningkatan kualitas jaringan CDMA 2000. *Jurnal INKOM*, 1(2), 73–78.
34. Oktafiani, F., Sulistyaningsih, & **Wijayanto, Y. N.** (2007). Sistem ground penetrating radar untuk mendeteksi benda-benda di bawah permukaan tanah. *Jurnal INKOM*, 1(2), 53–57.
35. **Wijayanto, Y. N.**, Sulistyaningsih, & Oktafiani, F. Sistem proteksi menggunakan optical switching pada tegangan tinggi. *Jurnal INKOM*, 1(1), 23–27.
36. Hardiati, S., Daud, P., Sulityaningsih, **Wijayanto, Y. N.**, & Pristianto, E. J. (2009). Aplikasi switch rf berbasis teknologi MEMS (Micro-Electro-Mechanical System) pada desain sistem peralatan radar. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 9(2), 69–73.
37. Hardiati, S., Oktafiani, F., Pristianto, E. J., Praludi, T., & **Wijayanto, Y. N.** (2009). Pengedali kecepatan motor induksi 3-phase pada aplikasi industri plastik. *Jurnal INKOM*, 3(1–2), 1–6.
38. Mahmudin, D., Daud, P., & **Wijayanto, Y. N.** Design of asymmetric parallel-cascaded micro-ring resonator using transfer

matrix and signal flow-graph methods. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 13(1).

39. **Wijayanto, Y. N.**, Mahmudin, D., & Daud, P. (2014). Design of rectangular optical waveguide on litao<sub>3</sub> crystal using thermal annealed proton exchange methods. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 14(1).
40. Mahmudin, D., & **Wijayanto, Y. N.** (2014). Pemandu gelombang optik polimer pada substrat silikon dioksida untuk panjang gelombang 1,55  $\mu\text{m}$ . *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 14(2).
41. Fathnan, A. A., Taufiqurrachman, **Wijayanto, Y. N.**, Mahmudin, D., & Daudy, P. (2015). Efek kopling pada filter metamaterial coplanar waveguide menggunakan srss persegi panjang horizontal. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 15(1), 8–22.
42. **Wijayanto, Y. N.**, Murata, H., & Okamura, Y. (2015). Optical modulator using channel optical waveguides and planar patch-antennas with gaps. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 15(2).
43. **Wijayanto, Y. N.**, Murata, H., & Hermida, I. D. P. (2016). Microwave and optical electric field interaction in microwave polarization detector based on photonic technology for emc measurement. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 16(1).
44. Mahmudin, D., Shobih, Daud, P., & **Wijayanto, Y. N.** (2017). Fabrication of polyimide optical waveguide on silicon dioxide layer stacked silicon substrate. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 17(2).
45. Witriani, F. N., Amrullah, Y. S., Darwis, F., Taufiqurrachman, **Wijayanto, Y. N.**, Paramayudha, K., & Elisma. (2021). Gain enhancement of double-slot vivaldi antenna using corrugated

edges and semicircle director for microwave imaging application. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 21(2).

46. Putri, F. A., Kurniawan, D., Hasanah, R., Taufiqurrahman, Pristianto, E. J., Arisesa, H., **Wijayanto, Y. N.**, Kurniadi, D. P., Desvasari, W., Paramayudha, K., Santiko, A. B., Mahmudin, D., Daud, P., Darwis, F., Kurniawan, E. D., Setiawan, A., Miftahushudur, T., Putranto, P., & Ismail, S. (2022). Development of FMCW radar signal processing for high-speed railway collision avoidance. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 22(1), 40–47.
47. Darwis, F., Rahayu, E. A. B., Sutrisno, S., Madiawati, H., Taufiqurrachman, Setiawan, A., Kurniawan, E. D., **Wijayanto, Y. N.** (2022). Cross-coupled line bandpass filter based on modified parallel-coupled line structure. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 22(1), 8–13.
48. Chitraningrum, N., **Wijayanto, Y. N.**, Arisesa, H., Sakti, I., Mahmudin, D., Prawara, B., Kurniadi, D. P., & Daud, P. (2022). The optical characteristics of 20 watt far-uv-c light and its application for disinfection chamber. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 22(2), 57–62.
49. Raharjo, J., Aprillia, B. S., Prihatiningrum, N., Purnama, I., **Wijayanto, Y. N.**, Mufidah, I., & Rumanti, A. A. (2023). Integrasi pembangkit listrik tenaga surya on grid untuk membantu sistem kelistrikan di Masjid Jami'P3SB. *Jurnal Masyarakat Mandiri*, 7(5), 4223–4232.

### **Prosiding Internasional**

50. Wahab, M., Wijayanto, Y. N., & Mahmudin, D. (2007). Signal processing aspect of FM-CW radar. Dalam *International Conference on Instrumentation, Communication, and Information Technology*. Bandung Institute of Technology.

51. Wahyu, Y., Hardiati, S., & Wijayanto, Y. N. (2007). Design and implementation of microstrip antenna with parasitic element for improving gain. Dalam *4<sup>th</sup> International Conference on Telematics System, Service and Application (TSSA)*. Bandung Institute of Technology.
52. Wahab, M., Wijayanto, Y. N., Mahmudin, D., Daud, P., & Syamsi, D. (2008). A data processing scheme for coastal surveillance radar. Dalam *International Conference on Telecommunication 2008*. Bandung Institute of Technology.
53. Wijayanto, Y. N., Murata, H., Shiomi, H., & Okamura, Y. (2010). A new electro-optic microwave-lightwave converter using a square patch antenna embedded with a narrow gap. Dalam *2<sup>nd</sup> Global COE Student Conference on Innovative Electronic Topics 2010* (86). Osaka University.
54. Wijayanto, Y. N., Murata, H., Shiomi, H., & Okamura, Y. (2011). Electro-optic microwave-lightwave converter using patch antenna embedded with a narrow gap for optical modulation. Dalam *Conference of Lasers and Electro-Optics 2011 (JWA122)*.
55. Wijayanto, Y. N., Murata, H., & Okamura, Y. (2011). Electro-optic microwave-lightwave converters for dual-polarized wireless signals using patch antennas embedded with orthogonal gaps. Dalam *8<sup>th</sup> International Symposium on Modern Optics and its Applications (CP-8)*. Institut Teknologi Bandung.
56. Wijayanto, Y. N., Murata, H., & Okamura, Y. (2011). Passive electromagnetic field sensors using electro-optic crystals with metal planar antennas and narrow gaps. Dalam *International Symposium on Materials Science and Innovation for Sustainable Society: Eco-Materials and Eco-Innovation for Global Sustainability (PT 7-13)*.

57. Wijayanto, Y. N., Murata, H., & Okamura, Y. (2012). Electro-optic modulators with gap-embedded patch antenna array for wireless-fiber links. Dalam *2012 Asia-Pacific Microwave Photonics (WD01)*.
58. Wijayanto, Y. N., Murata, H., & Okamura, Y. (2012). Electro-optic wireless millimeter-wave-lightwave signal converters using planar Yagi-Uda array antennas coupled to resonant electrodes. Dalam *17<sup>th</sup> Opto-Electronic Communications Conference (5E1-2)*.
59. Wijayanto, Y. N., Murata, H., & Okamura, Y. (2012). Electro-optic modulators utilizing gap-embedded patch-antennas for ROF communication and measurement systems. Dalam *2<sup>nd</sup> PostGraduate Student Global Conference 2012*.
60. Wijayanto, Y. N., Murata, H., & Okamura, Y. (2012). Novel electro-optic modulators suspended to low-k dielectric substrates using narrow-gap-embedded patch-antennas. Dalam *Photonic Global Conference 2012 (1-4F-5)*.
61. Wijayanto, Y. N., Murata, H., & Okamura, Y. (2013). Millimeter-wave electro-optic modulators suspended to patch-antennas embedded with a narrow-gap on low-k dielectric substrates. Dalam *2013 Asia-Pacific Microwave Photonics (PA-5)*.
62. Wijayanto, Y. N., Murata, H., Kawanishi, T., & Okamura, Y. (2013). X-Cut LiNbO<sub>3</sub> microwave-lightwave converters using patch-antennas with a narrow-gap for wireless-over-fiber networks. Dalam *IEEE Photonics Conference 2012 (WS-4)*.
63. Wijayanto, Y. N., Murata, H., & Okamura, Y. (2012). 60GHz electro-optic modulator suspended to patch-antennas embedded with a gap on low-k dielectric material. Dalam *2013 Conference on Laser and Electro-Optics Pacific Ring and OptoElectronics*

*and Communications Conference/ Photonics in Switching (ThL2-5).*

64. Wijayanto, Y. N., Murata, H., & Okamura, Y. (2013). Electro-optic beamforming device using a two-dimensional array of patch-antennas embedded with orthogonal-gaps for millimeter-wave signals. Dalam *IEEE Photonics Conference 2013*.
65. Armi, N., & Wijayanto, Y. N. (2013). Optical modulator integrated with antenna using silicon-on-insulator for wireless-fiber links. Dalam *7<sup>th</sup> IMEN-LIPI Joint Seminar on Nanotechnology, Microelectronic Devices, System and Instrumentations*.
66. Armi, N., & Wijayanto, Y. N. (2013). Centralized cooperative sensing in opportunistic spectrum access system. Dalam *7<sup>th</sup> IMEN-LIPI Joint Seminar on Nanotechnology, Microelectronic Devices, System and Instrumentations*.
67. Wijayanto, Y. N., Kanno, A., Kawanishi, T., Murata, H., & Okamura, Y. (2014). Wireless millimeter-wave to lightwave signal converters using simple planar antennas on LiNbO<sub>3</sub> optical crystal. Dalam *PIERS 2014*.
68. **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., & Kawanishi, T. (2014). Broadband millimeter-wave electro-optic modulator using multi patch antennas for pico-cell radar networks. Dalam *International Seminar on Photonics, Optics, and Applications 2014*.
69. **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., Kawanishi, T., Murata, H., & Okamura, Y. (2014). Z-Cut LiNbO<sub>3</sub> optical modulator using patch-antenna with orthogonal-gaps for millimeter-wave radar applications. Dalam *Microwave-Photonic/ Asia-Pacific Microwave-Photonic Conference 2014*.
70. **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., Murata, H., Nakajima, S., Kawanishi, T., & Okamura, Y. (2015). Millimeter-wave electro-optic modulator with quasi-phase-matching array of orthogonal-

gap-embedded patch antennas on low-k dielectric material. Dalam *Photoptics 2015* (56.).

71. **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., Kawanishi, T., & Okamura, Y. (2015). Millimeter-wave LiNbO<sub>3</sub> modulators stacked to gap-embedded patch-antennas on low-k dielectric substrate for fiber-wireless link. Dalam *2015 International Broadband and Photonics*.
72. **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., Kawanishi, T. (2015). Metamaterial electric-LC resonators on electro-optic modulator for wireless THz-lightwave signal conversion. Dalam *Conference on Laser and Electro-Optic 2015*: Artikel JTh2A.37.
73. **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., Murata, H., & Kawanishi, T. (2015). Microstrip patch antennas feed to optical waveguides in electro-optic modulator for millimeter-wave radar system. Dalam *International Microwave Symposium 2015*: Artikel WEPM-1.
74. Daud, P., Armi, N., Mahmudin, D., Syamsi, D., & **Wijayanto, Y. N.** (2015). Concept development of integrated monitoring system model to support activities monitoring in the border region. Dalam *2015 International Conference on Smart Sensors and Application*.
75. Mahmudin, D., Daud, P., Armi, N., Wiranto, G., Estu, T. T., & **Wijayanto, Y. N.** (2015). Environmental liquid waste sensors using polymer multi-coupled ring resonators. Dalam *2015 International Conference on Smart Sensors and Application*.
76. **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., Kawanishi, T., Murata, H., & Okamura, Y. (2015). Wireless millimeter-wave-lightwave signal conversion using patch-antennas on LiNbO<sub>3</sub> optical modulator. Dalam *Conference on Laser and Electro-Optic-European Quantum Electronic Conference (CLEO/Europe-EQEC) 2015*: Artikel CI-5.6 MON.

77. **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., Nakajima, S., Daud, P., Mahmudin, D., & Kawanishi, T. (2015). Electrical-optical converter using electric-field-coupled metamaterial antennas on electro-optic modulator. Dalam *Proceeding of PIERS 2015*: Artikel 2A8.
78. **Wijayanto, Y. N.**, Daud, P., Murata, H., Kanno, A., Mahmudin, D., Yamamoto, N., & Okamura, Y. (2015). Slotted patch antenna on LiNbO<sub>3</sub> optical modulator for free space radio-wave and optical fiber up-link. Dalam *10<sup>th</sup> International Symposium on Modern Optics and its Applications*. Institut Teknologi Bandung.
79. Mahmudin, D., Estu, T. T., Hermida, I. D. P., Sugandi, G., Daud, P., **Wijayanto, Y. N.**, & Menon, P. S. (2015). Sensitivity improvement of multipath optical ring resonators using silicon-on-insulator technology. Dalam *IEEE 2015 Regional Symposium on Micro and Nanoelectronics (RSM 2015)*.
80. Fathan, A. A., **Wijayanto, Y. N.**, Daud, P., Mahmudin, D., Kanno, A., & Kawanishi, T. (2015). Millimeter-wave antenna using metamaterial ELC resonators on electro-optics substrate. Dalam *Conference on Laser and Electro-Optics Pacific-Ring (CLEO-PR) 2015*: Artikel 28B2-4.
81. Oktafiani, F., **Wijayanto, Y. N.**, & Wahyu, Y. (2015). Broadband octagonal patch antenna for cognitive radio applications. Dalam *IEEE Asia-Pacific Conference on Wireless and Mobile 2015*.
82. **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., Kawanishi, T., Murata, H., & Okamura, Y. (2015). Millimeter-wave wireless beam-steering using patch-antennas with meandering-gaps on electro-optical modulator. Dalam *Europe Microwave Week (EUMW) 2015*: Artikel EuMC/EuMIC02-01.
83. Fathnan, A. A., Amrulloh, Y. S., **Wijayanto, Y. N.**, Mahmudin, D., & Daud, P. (2015). A compact X-band bandpass filter using rectangular split ring resonators for radar applications. Dalam



*International Conference on Radar, Microwave, Electronics, and Telecommunication (ICRAMET) 2015.*

84. Oktafiani, F., Wahyu, Y., Amrulloh, Y. S., Saputra, Y., & **Wijayanto, Y. N.** (2015). Analysis of corrugated edge variations on balanced antipodal Vivaldi antennas. Dalam *International Conference on Radar, Microwave, Electronics, and Telecommunication (ICRAMET) 2015.*
85. **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., Fathnan, A. A., Daud, P., Kawanishi, T., Mahmudin, D., & Yamamoto, N. (2015). Metamaterial antenna integrated to LiNbO<sub>3</sub> optical modulator for millimeter-wave-photonic links. Dalam *International Symposium Antenna and Propagation (ISAP) 2015.*
86. Daud, P., Hardiati, S., Mahmudin, D., Estu, T. T., Fathnan, A. A., **Wijayanto, Y. N.**, & Armi, N. (2015). 1x2 array of U-slotted rectangular patch antennas for high-speed LTE mobile networks. Dalam *International Conference on Engineering and Technology for Sustainable Development (IECT4SD).*
87. Setiawan, A., Taufiqurrachman, & **Wijayanto, Y. N.** (2015). 10dB planar directional coupler on FR4 substrate for automatic gain control [Presentasi]. Dalam *The International Conference on Telecommunication Systems Services and Applications (TSSA)* (11).
88. **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., Kawanishi, T., Murata, H., Yamamoto, N., & Okamura, Y. (2015). High-power millimeter-wave electromagnetic-field sensing using compact slotted patch-antennas with electro-optic modulator [Presentasi]. Dalam *The 1<sup>st</sup> PEM Workshop.*
89. Aya, H., **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., Kawanishi, T., Murata, H., & Okamura, Y. (2015). Improvement of modulation efficiency of electro-optic modulators with gap-embedded patch antenna

utilizing stacked structure [Presentasi]. Dalam *The 1<sup>st</sup> PEM Workshop*, pp. FB-9. Kyoto, November.

90. Fathnan, A. A., Taufiqurrachman, **Wijayanto, Y. N.**, D., Mahmudin, A., & Daud, P. (2015). Performance improvement of metamaterial coplanar waveguide filter using horizontal rectangular SRRs. Dalam *COMNETSAT 2015*.
91. Fathnan, A. A., Taufiqurrachman, **Wijayanto, Y. N.**, D., Mahmudin, A., & Daud, P. (2016). Electromagnetic coupling mechanism in vertical and horizontal SRR-loaded coplanar waveguide [Presentasi]. Dalam *2016 Asia-Pacific International Symposium on Electromagnetic Compatibility (APEMC)*.
92. **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., Kawanishi, T., Murata, H., Yamamoto, N., & Okamura, Y. (2016). Performance of 90GHz electro-optic modulator with patch-antennas in high-power wireless irradiation [Poster]. Dalam *CLEO 2016*.
93. **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., Kawanishi, T., Murata, H., Yamamoto, N., & Okamura, Y. (2016). Multi-layers stacked patch-antennas on electro-optic material for optical modulation [Presentasi]. Dalam *EuMW 2016*.
94. Aya, H., **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., Kawanishi, T., Murata, H., & Okamura, Y. (2016). Electro-optic modulator using millimeter-wave gap-embedded patch antenna with stacked structure. Dalam *Opto-Electronics Communication Conference (OECC) 2016*: Artikel TuD2-5.
95. Daud, P., Mahmudin, D., Fathnan, A. A., Syamsu, N., **Wijayanto, Y. N.** (2016). Inset-fed U-slotted patch antenna array for 10GHz radio-over-fiber applications. Dalam *2016 IEEE International Conference on Semiconductor Electronics (ICSE)*.
96. Mahmudin, D., Estu, T. T., Fathnan, A. A., Maulana, Y. Y., Daud, P., Sugandi, G., & **Wijayanto, Y. N.** (2016). Optimization of

optical filter using triple coupler ring resonators structure based on polyimide substrate. Dalam *ISPHoA 2016*.

97. Oktafiani, F., & **Wijayanto, Y. N.** (2016). Analysis of printed patch antenna array for 37GHz point-to-point wireless links. Dalam *APCC 2016*.
98. **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., Kawanishi, T., Murata, H., Yamamoto, N., & Okamura, Y. (2016). Multi-layers stacked patch-antennas on electro-optic material for optical modulation. Dalam *EuMW 2016*.
99. Aya, H., Inoue, T., Murata, H., Okamura, Y., **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., & Kawanishi, T. (2016). Wireless millimeter-wave-lightwave signal converter using stacked patch-antennas embedded with a micrometer-gap and electro-optic crystal. Dalam *2016 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications 2016*.
100. Kanno, A., Umezawa, T., Kuri, T., Yamamoto, N., Kawanishi, T., & **Wijayanto, Y. N.** (2016). Key technologies for millimeter-wave distributed radar system over a radio over fiber network. Dalam *2016 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications 2016*.
101. Hardiati, S., Setiawan, A., Santiko, A. B., Mahmudin, D., & **Wijayanto, Y. N.** (2016). Performance of microwave absorbers with fabric form in S-band operational frequency. Dalam *2016 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications 2016*.
102. Mahmudin, D., Huda, N., Estu, T. T., Fathnan, A. A., Daud, P., Hasanah, L., & **Wijayanto, Y. N.** (2016). Design of optical channel waveguide Mach-Zehnder interferometer (MZI) for environmental sensor applications. Dalam *2<sup>nd</sup> International Symposium on Frontier of Applied Physics (ISFAP 2016)*.

103. Mahmudin, D., Huda, N., Estu, T. T., Fathnan, A. A., Daud, P., Hardiati, S., Hasanah, L., & **Wijayanto, Y. N.** (2017). Design of the optical channel waveguide Mach-Zehnder interferometer (MZI) for environmental sensor applications. Dalam *Quality In Research (QIR)*.
104. **Wijayanto, Y. N.**, Fathnan, A. A., Manurung, R. V., Kanno, A., Murata, H., Mahmudin, D., Kawanishi, T., & Adhi, P. (2017). Wireless terra-hertz detection using metamaterial antenna on optical modulator. Dalam *International Symposium Modern Optics and its Application (ISMOA) 2017*.
105. Mahmudin, D., **Wijayanto, Y. N.**, Manurung, R. V., Sugandi, G., Zain, A. R. Md., Daud, P., & Shaari, S. (2017). High sensitivity integrated sensor based on multi-path optical ring resonator for environment applications. Dalam *International Symposium Modern Optics and its Application (ISMOA) 2017*.
106. Manurung, R. V., **Wijayanto, Y. N.**, Wu, C. T., Mahmudin, D., & Chattopadhyay, S. (2017). Localized surface plasmon resonance of gold nanorods to enhance absorption and emission in NaYF<sub>4</sub>:Yb Er/SiO<sub>2</sub> core-shell type upconversion nanoparticles. Dalam *International Symposium Modern Optics and its Application (ISMOA) 2017*.
107. **Wijayanto, Y. N.**, Sukri, Y., Darwis, F., Kanno, A., Murata, H., Kawanishi, T., Mahmudin, D., Daud, P., & Adhi, P. (2017). 28GHz microstrip Yagi antenna stacked with optical modulator for 5G wireless communication. Dalam *International Symposium Antenna and Propagation (ISAP) 2017*.
108. Murata, H., Aya, H., Inoue, T., Sanada, A., **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., & Kawanishi, T. (2017). Millimeter-wave electro-optic modulator using stacked patch-antennas embedded with

micrometer-gap for radio-over-fiber system. Dalam *The 48<sup>th</sup> European Microwave Conference (EuMC) 2017*.

109. Murata, H., Aya, H., Inoue, T., Sanada, A., **Wijayanto, Y. N.**, Kanno, A., & Kawanishi, T. (2017). Wireless-optical signal converter utilizing stacked-patch antennas and electro-optic substrates. Dalam *The fifth ENRI International Workshop on ATM and CNS (EIWAC 2017)*.
110. Darwis, F., **Wijayanto, Y. N.**, Setiawan, A., Rahman, A. N., Mahmudin, D., Daud, P., & Pamungkas. (2017). 10 GHz standing-wave coplanar stripline on LiNbO<sub>3</sub> crystal for radio to optical-wave conversion. Dalam *The 7<sup>th</sup> International Conference on Theoretical and Applied Physics*.
111. Amrullah, Y. S., **Wijayanto, Y. N.**, Setiawan, A., & Wahyu, Y. (2017). Enhancement of quasi Yagi antenna design for Ka-band application. Dalam *2017 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications*.
112. Rahman, A. N., Heriana, O., Putranto, P., Darwis, F., Pristianto, E. J., & **Wijayanto, Y. N.** (2017). Morphological dilation for radar image enhancement. Dalam *2017 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications*.
113. **Wijayanto, Y. N.**, Arisesa, H., Mahmudin, D., Daud, P., & Adhi, P. (2017). Optical fiber and microwave wireless up-links using EO modulator with planar stripline feed to gap-embedded patch-antennas. Dalam *2017 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications*.
114. **Wijayanto, Y. N.**, Pristianto, E. J., Mahmudin, D., & Daud, P. (2018). Short range visible light communication for data transfer using simple optoelectronic circuits. Dalam *Progress in Electromagnetics Research Symposium (PIERS) 2018*.

115. **Wijayanto, Y. N.**, Fathnan, A. A., Daud, P., Mahmudin, D., & Kanno, A. (2018). Metamaterial antenna on electro-optical modulator for wireless terra-hertz detection through radio-over-fiber technology. Dalam *The 3<sup>rd</sup> International Conference of Materials Research Society of Indonesia (MRS-id) Meeting*.
116. Daud, P., Kurniadi, D. P., **Wijayanto, Y. N.**, Putranto, P., Pristiano, E. J., Rahman, A. N., Mahmudin, D., & Vertus, O. (2018). 10 GHz optical modulator using CPS structure for communication and sensing. Dalam *The 3<sup>rd</sup> International Conference of Materials Research Society of Indonesia (MRS-id) Meeting*.
117. Mahmudin, D., Kurniadi, D. P., **Wijayanto, Y. N.**, Daud, P., Sugandi, G., Manurung, R. V., & Shaari, S. (2018). Design of single side band microwave photonic filter based on multipath optical ring resonator for radio over fiber application. Dalam *The 3<sup>rd</sup> International Conference of Materials Research Society of Indonesia (MRS-id) Meeting*.
118. Fathnan, A. A., & **Wijayanto, Y. N.** (2018). Passive sensing through near-field coupling interaction of loaded transmission line. Dalam *International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET) 2018*.
119. Setiari, A., Sugandi, G., **Wijayanto, Y. N.**, Wiranto, G., Manurung, R. V., & Hermida, I. D. P. (2018). A novel structure of electromagnetic MEMS speaker for hearing aid application. Dalam *International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET) 2018*.
120. **Wijayanto, Y. N.**, Pristiano, E. J., Mahmudin, D., & Daud, P. (2018). Short range visible light communication for high-speed data transfer using low cost opto-electronic components. Dalam *The 2<sup>nd</sup> Sriwijaya International Conference on Science, Engineering, and Technology (SICEST) 2018*.

121. Firmansyah, I., **Wijayanto, Y. N.**, & Yamaguchi, Y. (2018). 2D stencil computation on Cyclone V SoC FPGA using OpenCL. Dalam *International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET) 2018*.
122. Armi, N., Wael, C., **Wijayanto, Y. N.**, Khan, W. Z., & Gharibi, W. (2018). OFDM based signal detection performance in cognitive radio systems. Dalam *2018 International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)* (591–594).
123. Mahmudin, D., Rahman, A. N., Pristanto, E. J., Putranto, P., Desvasari, W., Setiawan, A., Darwis, F., Hardiati, S., Kurniadi, D. P., Sugandi, **Wijayanto, Y. N.**, & Daud, P. (2019). Analysis of multipath optical ring resonator structure for single side band microwave photonic filter application. Dalam *2019 International Conference on Electrical, Electronics and Information Engineering (ICEEIE)*, 6 (128–132).
124. Wahyu, Y., **Wijayanto, Y. N.**, & Lestari, A. A. (2019). Performance of antenna using linear resistive loading for ground penetrating radar. Dalam *2019 IEEE Conference on Antenna Measurements & Applications (CAMA)* (323–324).
125. **Wijayanto, Y. N.**, Amrullah, Y. S., Darwis, F., Kanno, A., Kawanishi, T., & Adhi, P. (2019). Microstrip Yagi antenna stacked with optical modulator for 28GHz communication. Dalam *2019 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET)* (1–3).
126. Satyawan, A. S., Kurniawan, D., Armi, N., & **Wijayanto, Y. N.** (2019). Room map estimation from two-dimensional lidar's point cloud data. Dalam *2019 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET)* (152–155).

127. Putranto, P., Desvasari, W., Daud, P., **Wijayanto, Y. N.**, Mahmudin, D., Kurniadi, D. P., Rahman, A. N., Hardiati, S., Setiawan, A., & Darwis, F. (2019). Performance comparison of Blackman, Bartlett, Hanning, and Kaiser window for radar digital signal processing. Dalam *2019 4<sup>th</sup> International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE)* (391–394).
128. Pristianto, E. J., Kurniadi, D. P., Arisesa, H., Kurniawan, D., Kurniawan, E. D., **Wijayanto, Y. N.**, & Prawara, B. (2021). High-flow and high-pressure oxygen mixing for ventilator system. Dalam *2021 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET)* (201–204).
129. **Wijayanto, Y. N.**, Paramayudha, K., & Kanno, A. (2022). High-gain slotted waveguide antennas for wireless THz and optical fiber front-ends. Dalam *2022 3<sup>rd</sup> URSI Atlantic and Asia Pacific Radio Science Meeting (AT-AP-RASC)*.
130. Oktafiani, F., Hamid, E. Y., Khayam, U., **Wijayanto, Y. N.**, & Munir, A. (2022). Theoretical approach on analysis of ridged waveguide properties using equivalent transmission line circuit. Dalam *2022 IEEE Region 10 Symposium (TENSYP)*.
131. Mahmudin, D., Estu, T. T., Noor, Y., Idrus, A. M., & **Wijayanto, Y. N.** (2022). Modeling and simulation of all-dielectric metasurface structure for LiDAR beam steering in autonomous vehicles. Dalam *2022 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET)*.
132. Rahim, M. K. B. A., Samsuri, N. A. B., & **Wijayanto, Y. N.** (2023). Multiband X-band frequency for reflecting intelligent surfaces (IRSS). Dalam *2023 IEEE International Symposium*



*on Antennas and Propagation and USNC-URSI Radio Science Meeting (USNC-URSI) (1343–1344).*

133. Taufiqurrachman, & **Wijayanto, Y. N.** (2023). Comparison study of ring resonator shape for multiband IRS application. Dalam *2023 IEEE International Symposium On Antennas and Propagation (ISAP)*.
134. Estu, T. T., Murad, N. A., Sugandi, G., Praludi, T., Yusoff, M. F. M., & **Wijayanto, Y. N.** (2023). Directive beam metamaterial inspired transparent folded dipole antenna for millimeter wave applications. Dalam *2023 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET) (45–50)*.
135. Herminawan, F. W., Putra, D. B., Suwandi, B., Wibawa, Y. P., Samudro, M. A., Fitriani, R., Yogiswara, I. P. A., & **Wijayanto, Y. N.** (2023). Performance analysis of LoRaWAN node to LoRaWAN infrastructure for environmental monitoring in suburban area. Dalam *2023 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET) (45–50)*.
136. Adji, R. P. H., Rahim, M. K. A., Samsuri, N. A. B., Yaziz, N. S. M., Daud, P., Santiko, A. B., Kurniadi, D. P., Fathnan, A. A., Mahmudin, D., & **Wijayanto, Y. N.** (2023). Simulation of circular patch unit cell as a reflector on F4BMX220 substrate. Dalam *2023 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET) (168–171)*.
137. Taufiqurrohman, H., Muis, A., **Wijayanto, Y. N.**, Nugroho, T. H., Cahya, D. E., & Cahya, Z. (2023). Visual target locking during fast ground maneuver using enhanced ORB predictive particle filter. Dalam *2023 International Conference on Radar, Antenna,*

*Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET)* (67–72).

138. Pramudya, T., Pratama Yudistira, R., Trisnawan, M. A., Setianingrum, L., **Wijayanto, Y. N.**, Hamidah, M., Firdaus, M. Y., Rasuanta, M. P., Rahmadiansyah, M., & Rahardjo, S. (2023). Transmitter and receiver design for visible light communication system with off-the-shelf LED towards its implementation possibility for vehicle to vehicle/infrastructure (V2V/V2I) communication. Dalam *2023 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET)* (258–263).
139. Desvasari, W., Darwis, F., Susanti, N. D., Sukma, I., Chitraningrum, N., Danufane, F. H., Kurniadi, D. P., & **Wijayanto, Y. N.** (2023). A filtenna design for Ku-band satellite mobile terminal. Dalam *2023 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET)* (269–272).
140. Arisesa, H., Idrus, S. M., Iqbal, F., **Wijayanto, Y. N.**, & Adhi, P. (2023). Blocking object effect in propagation channel of millimeter wave wireless communication. Dalam *2023 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (COMNETSAT)* (525–529).

## **Paten**

141. *Antena radar bawah tanah/penetrasi tanah berbentuk dasi kupu-kupu* [Tersertifikasi] (Nomor Paten P00200800142). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
142. *Filter coplanar waveguide menggunakan resonator cincin terbelah persegi panjang horizontal* [Terdaftar] (Nomor Paten P00201608783). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.

143. *Antena mikrostrip array inset-fed patch rektangular* [Terdaftar] (Nomor Paten P00201705501). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
144. *Antena mikrostrip patch array polarisasi horisontal dengan pembagi daya terintegrasi pada sistem pencatuannya* [Tersertifikasi] (Nomor Paten P00201706641). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
145. *Alat peredam sinyal frekuensi radio secara digital* [Terdaftar] (Nomor Paten P00201803563). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
146. *Metode dan alat untuk memutar antena radar navigasi* [Terdaftar] (Nomor Paten P00201803553). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
147. *Modulator optik coplanar stripline frekuensi 10 ghz untuk radio-over-fiber* [Tersertifikasi] (Nomor Paten P00201904350). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
148. *Sensor optik dengan struktur resonator cincin optik lintas-jamak pada substrat silicon-on-insulator* [Terdaftar] (Nomor Paten P00201911675). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
149. *Filter lolos pita berbentuk hairpin dengan Defected Ground Structure (DGS)* [Terdaftar] (Nomor Paten P00201911847). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
150. *Sistem cerdas otomatis pemisah benda asing pada proses produksi pengolahan minuman instan* [Terdaftar] (Nomor Paten P00201911850). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
151. *Alat sterilisasi ruangan menggunakan lampu ultraungu tipe C dengan pengendali cerdas nirkawat dan metode pengendaliannya* [Terdaftar] (Nomor Paten P00202004985). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.

152. *Bilik disinfektan dengan otomatisasi fokus paparan sinar far UV-C* [Terdaftar] (Nomor Paten P00202009594). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
153. *Kotak sterilisasi menggunakan sinar uv-c yang dilengkapi penggerak penutup* [Tersertifikasi] (Nomor Paten P00202010056). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
154. *Perangkat bergerak otomatis dan modular pensterilisasi ruangan menggunakan sinar ultraviolet* [Tersertifikasi] (Nomor Paten S00202010614). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
155. *Ventilator medis yang menggunakan katup proporsional rendah daya* [Terdaftar] (Nomor Paten P00202105266). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
156. *Alat sterilisasi udara yang dilengkapi dengan uv-c dan senyawa fenol sebagai bahan aktif pensterilnya* [Terdaftar] (Nomor Paten P00202111749). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
157. *Sistem dan metode kendali cerdas lampu far uvc untuk sterilisasi ruangan yang dilengkapi dengan sensor kepadatan manusia* [Terdaftar] (Nomor Paten P00202209024). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
158. *Perangkat pemantau kondisi buoy navigasi pelayaran dengan sensor pemantau intensitas cahaya lampu suar* [Terdaftar] (Nomor Paten P00202308285). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
159. *Sistem peringatan dini dan ketelusuran berbasis jaringan sensor monitor di bidang pertanian* [Terdaftar] (Nomor Paten P00202314356). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
160. *Sistem, perangkat wearable telemedis, dan metode berbasis kecerdasan artifisial untuk pemantauan, deteksi dini dan diagnosis penyakit jantung secara kontinyu* [Terdaftar] (Nomor Paten P00202314695). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.

161. *Antena pandu-gelombang slot dengan sayap frekuensi x-band untuk radar deteksi halangan kereta api* [Terdaftar] (Nomor Paten P00202314667). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.

## Hak Cipta

162.2020. *Aplikasi android untuk smart low-cost uv-c sanitizer dengan nama Si-SUSan* [Granted] (Copyright EC00202029169).

163.2022. *Wireless remote vital sign monitor for homecare* [Granted] (Copyright EC002022107189).

164.2022. *Perangkat lunak untuk tampilan integrasi vital sign monitor dan ventilator mekanis* [Granted] (Copyright EC002022107220).

165.2022. *Human machine interface untuk vital sign monitor* [Granted] (Copyright EC002022107223).

166.2023. *SisMonSBNP versi 1.0* [Granted] (Copyright EC00202386469).

167.2023. *SisMonAWS* [Granted] (Copyright EC002023132252).

## Lisensi

168. Paten Si-Suan. PT Tesena Inovindo.

169. Hak cipta SI-Susan. PT Tesena Inovindo.

170. Paten no. P00202105266. Mitra : Tesena Inovindo.

171. Hak cipta ventilator. PT Tesena Inovindo.

172. Paten no. P00202209024. PT Pulut Jaya.

173. Paten *smart buoy*. PT Geotindo.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### A. Data Pribadi

Nama	: Yusuf Nur Wijayanto, Ph.D.
Tempat, Tanggal Lahir	: Sragen, 10 April 1980
Anak ke	: 1 dari 2 Bersaudara
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Nama Ayah Kandung	: Nur Salim
Nama Ibu Kandung	: Tri Widyastuti
Nama Istri	: Dwi Hastuti, S.Kep., M.Kep.Ners
Jumlah Anak	: 3
Nama Anak	: 1. Naufal Zaky Yudhinta 2. Mifzal Asfa Yudhinta 3. Eshal Aira Yudhinta
Nama Instansi	: Pusat Riset Elektronika, Organisasi Riset Elektronika dan Informatika, Badan Riset dan Inovasi Nasional
Judul Orasi	: Perangkat <i>Microwave</i> dan Fotonika untuk Mendukung Teknologi Nirkabel Pita Lebar
Ilmu	: Teknik Elektro
Bidang	: Teknik Elektronika
Kepakaran	: Teknologi Gelombang Mikro (Microwave) dan Fotonika
No. SK Pangkat Terakhir	: Keppres Nomor 2/M Tahun 2023, Tanggal 9 Januari 2023
No. SK Peneliti Utama	: Keputusan Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional Nomor 3433/I/KP/2023, tanggal 30 Maret 2023

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## B. Pendidikan Formal

No.	Jenjang	Nama Sekolah/ PT/Universitas	Tempat/Kota/ Negara	Tahun Lulus
1	SD	SD Bener III 1	Sragen/Indonesia	1992
2	SMP	SMP Negeri 5	Sragen/Indonesia	1995
3	SMA	SMA Negeri 1	Sragen/Indonesia	1998
4	D3	Politeknik Negeri Semarang	Semarang/Indonesia	2001
5	S1	Institut Teknologi Sepuluh Nopember	Surabaya/Indonesia	2004
6	S2	Osaka University	Osaka/Jepang	2010
7	S3	Osaka University	Osaka/Jepang	2013

## C. Pendidikan Nonformal

No.	Nama Pelatihan/Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
1	Pendidikan Dasar Penelitian III	Politeknik Negeri Semarang	2000
2	Kursus Pemrograman Delphi 5.0	Scomtech Surabaya	2002
3	Pelatihan Teknisi LAN	L2KP Mandiri Surabaya	2002
4	Pelatihan Database Oracle	PENS-ITS Surabaya	2002
5	Pelatihan Sun Solaris OS	PENS-ITS Surabaya	2002
6	Workshop Teknisi Handphone	ITS Surabaya	2003
7	Pelatihan Dasar Jaringan Komputer	ITS Surabaya	2003

No.	Nama Pelatihan/Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
8	Pendidikan dan Pelatihan Prajabatan	Pusbindiklat Peneliti LIPI	2005
9	Diklat Fungsional Peneliti Tingkat Pertama Angkatan XXII - LIPI	LIPI/Cibinong	2006
10	Diklat Fungsional Peneliti Tingkat Pertama	LIPI Cibinong Indonesia	2006
11	Pendidikan dan Pelatihan Penulisan Ilmiah	LIPI Cibinong Indonesia	2006
12	Pelatihan Paten Tk. Dasar	Pusinov LIPI Cibinong	2007
13	Pelatihan Paten Tk. Lanjut	Pusinov LIPI Cibinong	2007
14	International Scientific Instrument Technology Workshop	Instrument Technology Research Center (ITRC), Hsinchu, Taiwan - ROC	2007
15	Notification Invention Workshop, Outcome Promotion Department	NICT, Tokyo, Japan	2015
16	Workshop on Photonic-Applied Electromagnetic Measurement (PEM)	IEICE, Kyoto, Japan	2015
17	Lokakarya Ilmiah Nasional Aplikasi Optik dan Fotonik 2016	LIPI, Tangerang	2016
18	The 4th Workshop on Convergence of Radio and Optical Technology	UPH, Tangerang	2016

Buku ini tidak diperjualbelikan.



No.	Nama Pelatihan/Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
19	Diklat Fungsional Peneliti Tingkat Lanjut Angkatan IX LIPI	LIPI, Cibinong	2016
20	Workshop on Radio and Optical Technology	NICT, Tokyo, Jepang	2016
21	The 5th Workshop on Convergence of Radio and Optical Technologies	Chiang-Mai Univ, Thailand	2017
22	National Workshop on Advanced Techniques in Spectroscopy	LIPI, Serpong	2017
23	Diklat Reviewer tahun 2017 Gel. IV	Kemenristek dikti, Serpong	2017
24	Pelatihan Teknik Wawancara Berbasis Kompetensi	LIPI, Jakarta	2017
25	Workshop on Nano Material and Sensor Technology	LIPI Bandung	2018
26	The 2nd Indonesia-Japan Workshop on Antennas and Wireless Technology (IJAWT) 2019	ITB Bandung	2019
27	Training on Under-Graduated Guardian Lecturer	Telkom Univ Banudng	2019
28	Third International Workshop on Photonics Applied to Electromagnetic Measurements	Mie Univ, Jepang	2019
29	Pelatihan Asesor Peneliti	LIPI Cibonong	2019
30	Workshop on Leadership	BRIN Jakarta	2022
31	Pelatihan Asesor Peneliti	BRIN Jakarta	2023

#### D. Jabatan Fungsional

No.	Jenjang Jabatan	TMT Jabatan
1	Peneliti Ahli Muda Gol. III/c	1 September 2008
2	Peneliti Ahli Muda Gol. III/d	1 Mei 2014
3	Peneliti Ahli Madya Gol. IV/b	1 Juni 2017
4	Peneliti Ahli Madya Gol. IV/c	1 Desember 2019
5	Peneliti Ahli Utama Gol. IV/e	9 Januari 2023

### E. Penugasan Khusus Nasional/Internasional

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
1	Visiting Researcher at NICT Jepang	Kepala LIPI	2014–2016
2	Participant, 17 <sup>th</sup> APT Wireless Group (AWG-17)	MIC, Jepang	2014
3	Chairman of ICRAMET 2016	Kepala Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi LIPI	2016
4	Ketua Tim perencanaan, Monitoring, dan Evaluasi	Kepala Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi LIPI	2017–2019
5	Ketua Tim Pusat Unggulan Iptek Teknologi Radar	Kepala Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi LIPI	2018–2020
6	Asesor Jabatan Fungsional Peneliti	LIPI/BRIN	2019–sekarang
7	Wakil Ketua Tim perencanaan, Monitoring, dan Evaluasi	Deputi Ilmu Pengetahuan Teknik LIPI	2020

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
8	Plt. Kepala Pusat Riset Elektronika dan Telekomunikasi BRIN	Kepala BRIN	2022– 2022
9	Kepala Pusat Riset Elektronika	Kepala BRIN	2022– Sekarang
10	Pengajar di Workshop Penulisan KTI	Kepala Pusdiklat Tekfunghan Kementerian Pertahanan RI	2023

#### F. Keikutsertaan dalam Kegiatan Ilmiah

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
1	Seminar Radar Nasional	Pemakalah	Jakarta, Indonesia	2008
2	Electrical Power, Electronics, Communication, Control, and Informatics (EECCiS)	Pemakalah	Malang, Indonesia	2008
3	2 <sup>nd</sup> Global COE Student Conference on Innovative Electronic Topics 2010	Pemakalah	Osaka, Jepang	2010
4	Conference of Lasers and Electro-Optics 2011	Pemakalah	Baltimore, Amerika Serikat	2011

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
5	International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics and Telecommunications (ICRAMET) 2012	Pemakalah	Bali, Indonesia	2012
6	2012 Asia-Pacific Microwave Photonics	Pemakalah	Kyoto, Jepang	2012
7	17-th Opto-Electronic Communications Conference	Pemakalah	Busan, Korea Selatan	2012
8	IEEE Photonics Conference 2012	Pemakalah	California, Amerika Serikat	2012
9	Photonic Global Conference 2012	Pemakalah	Singapore	2012
10	2013 Asia-Pacific Microwave Photonics	Pemakalah	Gwangju, Korea Selatan	2013
11	International Symposium on Modern Optics and its Applications	Pemakalah	Bandung, Indonesia	2013

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
12	2013 Conference on Laser and Electro-Optics Pacific Ring and OptoElectronics and Communications Conference/ Photonics in Switching	Pemakalah	Kyoto, Jepang	2013
13	MWP/ APMP 2014	Pemakalah	Clayton, Australia	2014
14	ISPhOA 2014	Pemakalah	Bali, Indonesia	2014
15	Photoptics 2015	Pemakalah	Berlin, Jerman	2015
16	2015 International Broadband and Photonics	Pemakalah	Bali, Indonesia	2015
17	International Microwave Symposium 2015	Pemakalah	Phoenix, Amerika Serikat	2015
18	Laser and Electro-Optic-European Quantum Electronic Conference (CLEO/ Europe-EQEC) 2015	Pemakalah	Munich, Jerman	2015
19	PIERS 2015	Pemakalah	Praha, Republik Ceko	2015

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
20	Europe Microwave Week (EUMW) 2015	Pemakalah	Paris, Perancis	2015
21	International Symposium Antenna and Propagation (ISAP) 2015	Pemakalah	Tasmania, Australia	2015
22	1st PEM Workshop	Pemakalah	Kyoto, Jepang	2015
23	EuMW 2016	Pemakalah	London, Inggris	2016
24	MRS-ID Meeting 2016	Pemakalah	Bandung, Indonesia	2016
25	Internasional Symposium Antenna and Propagation (ISAP) 2017	Pemakalah	Phuket, Thailand	2017
26	2017 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications	Pemakalah	Jakarta, Indonesia	2017

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
27	Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS) 2018	Pemakalah	Toyama, Jepang	2018
28	2019 IEEE Conference on Antenna Measurements & Applications	Pemakalah	Bali, Indonesia	2019
29	Seminar Kenavigasian	Pembicara Kunci	Semarang, Indonesia	2021
30	ICMAD	Pembicara Kunci	Makasar, Indonesia	2021
31	Prodi Fisika UNHAN	Dosen tamu	Bogor, Indonesia	2022

### G. Editor Jurnal/Prosiding

No.	Nama Jurnal/Prosiding	Peran/Tugas	Tahun
1	Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi	Dewan Redaksi dan Reviewer	2017– sekarang
2	Jurnal Teknologi Indonesia	Reviewer	2017
3	IECEE Electronic Transaction	Reviewer	2017

No.	Nama Jurnal/Prosiding	Peran/Tugas	Tahun
4	Proceedings of International Conference on Sustainable Energy Engineering and Application (ICSEEA)	Reviewer	2018–2022
5	Proceedings of International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics and Telecommunication (ICRAMET)	Anggota Scientific Committee & Reviewer	2015–2023
6	Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology	Reviewer	2021–2023
7	Proceedings of International Conference on Computer, Control, Informatics and its Applications (IC3INA)	Reviewer	2020–2023
8	Proceedings of International Symposium on Modern Optics and Its Application	Reviewer	2023

## H. Karya Tulis Ilmiah

No.	Kualifikasi Penulis	Jumlah
1	Penulis Tunggal	1
2	Bersama Penulis lainnya	140
	Total	141

No.	Kualifikasi Bahasa	Jumlah
1	Bahasa Indonesia	21
2	Bahasa Inggris	120
3	Bahasa lainnya	-
	Total	141



No.	Kekayaan Intelektual	Jumlah
1	Paten	21
2	Hak Cipta	6
3	Lisensi	6
	Total	33

## I. Pembinaan Kader Ilmiah Pejabat Fungsional Peneliti

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1	Salita	P2ET LIPI	Pembimbing Latsar	2018
2	Asih Setiarini	P2ET LIPI	Pembimbing Latsar	2018
3	Aditya Inzani	PRE BRIN	Pembimbing S2	2023– Sekarang
4	Heru	PRE BRIN	Pembimbing S2	2023– Sekarang
5	Hana Arisesa	PRT BRIN	Pembimbing S3	2022– Sekarang.
6	Tauffiqurrachman	PRT BRIN	Pembimbing S3	2022– Sekarang.
7	Topik Teguh Estu	PRT BRIN	Pembimbing S3	2022– Sekarang.
8	Dadin Mahmudin	PRT BRIN	Pembimbing S2	2022– Sekarang.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
9	Sulistyaningsih	PRE BRIN	Pembimbing S3	2021– Sekarang

## Mahasiswa

No.	Nama Bimbingan	PT/Universitas	Tahun Lulus
1	Ade Istiqomah (S1)	Telkom University Bandung	2017
2	Sagahalled Ramadhan (S1)	Telkom University Bandung	2018
3	Muhammad Naufal Aimansyah Sofyan (S1)	Telkom University Bandung	2019
4	Mohamad Wisnu Setiawan (S1)	Telkom University Bandung	2020
5	Mochammad Fahreza Darmawan (S1)	Telkom University Bandung	2020
6	Yoganata Mundi Dharma (S1)	Telkom University Bandung	2021
7	Gibran Rakhe Syailendra (S1)	Telkom University Bandung	2022
8	Indra Lesmana (S1)	Telkom University Bandung	2022
9	Moch Alif Trisnawan (S1)	Telkom University Bandung	2022
10	Muhammad Faiz Fadel (S1)	Telkom University Bandung	2022
11	Priscilia Angel Pabutungan (S1)	Telkom University Bandung	2022
12	Rangga Pratama Yudistira (S1)	Telkom University Bandung	2022
13	Venden Budi Jaya (S1)	Telkom University Bandung	2023

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Nama Bimbingan	PT/Universitas	Tahun Lulus
14	Riswandiwijaya (S1)	Telkom University Bandung	2023
15	Ichsan Maulana (S1)	Telkom University Bandung	2023
16	Fajar Nur Raudhidarma (S1)	Telkom University Bandung	2023
17	Rosul Josua Silalahi (S1)	Telkom University Bandung	2023
18	Annasaai Saif Ashshiddiq (S1)	Telkom University Bandung	2023
19	Gifari Fitra Wali (S1)	Telkom University Bandung	2023

## J. Organisasi Profesi Ilmiah

No.	Jabatan	Nama Organisasi	Tahun
1	Anggota	IEICE	2008–2016
2	Anggota	Japan Society of Applied Physics (JSAP)	2008–2016
3	Anggota	Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)	2010– Sekarang
4	Anggota	Indonesian Optical Society InOS)	2012– Sekarang
5	Anggota	INSTICC	2015
6	Anggota	Himpunan Peneliti Indonesia (HIMPENINDO)	2019–2021
7	Anggota	Perhimpunan Periset Indonesia (PPI)	2022– Sekarang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## K. Tanda Penghargaan

No.	Nama Penghargaan	Pemberi Penghargaan	Tahun
1	ECOMATES 2011 Promotion Award	ECOMATES 2011	2011
2	IEEE Photonics Society Japan Young Scientist Award	IEEE	2012
3	JSAP Young Scientist Oral Presentation Award	JSAP	2013
4	LIPI Inventor Award	LIPI	2015
5	10th EuMIC Prize	EUMC	2015
6	Satya Lencana X Tahun	Presiden RI	2015
7	Riset PRO Non-Degree	Kemenristekdikti	2016
8	Peneliti LIPI Teladan 2017	LIPI	2017
9	Reviewer Penelitian Bersertifikat ISO 17024	Kemenristek-Dikti	2017
10	Satya Lencana Pembangunan	Presiden RI	2022

Pemanfaatan teknologi nirkabel pita lebar merupakan solusi masa depan untuk aplikasi telekomunikasi kecepatan tinggi dan penginderaan beresolusi tinggi. Untuk mendukung hal perlu ada pemanfaatan teknologi gelombang mikro dan kabel serat optik dengan memanfaatkan keunggulannya dalam menyediakan pita lebar. Dalam hal ini perangkat microwave dan fotonika menjadi antarmuka antara teknologi gelombang mikro dan kabel serat optik.

Orasi ini berisi pemaparan terkait perkembangan perangkat microwave dan fotonika khususnya penggabungan antara antena gelombang mikro dan modulator optik sebagai pengubah gelombang mikro nirkabel menjadi gelombang optik yang dapat didistribusikan melalui kabel serat optik. Tahapan riset dan pengembangan perangkat ini telah dilakukan dan dikembangkan dengan keunggulannya mulai dari keleluasaannya, beroperasi secara pasif dan lebih lanjut tanpa menimbulkan rugi (zero loss). Diperlukan penguatan sinergi nasional dan global melibatkan seluruh pemangku kepentingan (stakeholder) baik dari pemerintah, akademisi, industri, dan komunitas serta media dalam pengembangan perangkat dan teknologi microwave dan fotonika ini. Dampak dan dampak pengembangan teknologi dan perangkat ini peningkatan ekonomi kesejahteraan masyarakat dan penguatan daya saing bangsa serta mendukung terwujudnya kemandirian bangsa selaras dengan misi menuju Indonesia Emas 2045.

BRIN Publishing  
The Legacy of Knowledge

Diterbitkan oleh:  
Penerbit BRIN, anggota Ikapi  
Gedung B.J. Habibie Lt. 8,  
Jln. M.H. Thamrin No. 8,  
Kota Jakarta Pusat 10340  
E-mail: penerbit@brin.go.id  
Website: penerbit.brin.go.id

DOI: 10.55981/brin-others.1318



ISBN 978-602-6303-22-6



9 786026 303226

Buku ini tidak diperjualbelikan.