

Antena Mikrostrip Biosensor untuk Deteksi Virus pada Darah

YUSNITA RAHAYU, MEILITA KURNIATI, INESTI LAILATUL QODRIYAH

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Riau, Indonesia
Email: yusnita.rahayu@lecturer.unri.ac.id

Received 15 Februari 2021 | *Revised* 15 Maret 2021 | *Accepted* 2 April 2021

ABSTRAK

Kemajuan teknologi gelombang mikro memainkan peran penting dalam berbagai aplikasi diagnosa dan deteksi penyakit. Penelitian ini mengusulkan dua model antena untuk mendeteksi virus menggunakan Antena Mikrostrip Biosensor yang beroperasi pada ISM band (2,4-2,5 GHz). Antena yang diusulkan disimulasikan pada Software CST dengan material substrat Roger 3010. Hasil simulasi yang diperoleh antena pertama beroperasi pada 2,46 GHz, return loss -19,76 dB, bandwidth 401,2 MHz. Antena kedua pada 2,45 GHz, return loss -22,51 dB, bandwidth 227,4 MHz. Hasil simulasi pengujian menggunakan phantom darah menunjukkan pergeseran frekuensi semakin rendah dengan antena pertama 2,38 GHz dan antena kedua 2,43 GHz. Pengukuran antena pertama beroperasi pada 2,5 GHz dengan return loss -21,55 dB dan antena kedua beroperasi pada 2,47 GHz dengan return loss -28 dB. Pengukuran antena menggunakan VNA menunjukkan pergeseran frekuensi semakin meningkat diikuti return loss semakin rendah dibandingkan dengan hasil simulasi.

Kata kunci: antena deteksi virus, ISM, proximity coupled, mikrostrip, phantom.

ABSTRACT

Advances in microwave technology play an important role in a wide variety of disease diagnostic and detection applications. This study proposes two antenna models for virus detection using a Microstrip Biosensor antenna that operates on the ISM band (2.4-2.5 GHz). The proposed antenna is simulated in CST software with Roger 3010 substrate material. The simulation results obtained by the first antenna operate at 2.46 GHz, return loss of -19.76 dB, a bandwidth of 401.2 MHz. The second antenna at 2.45 GHz, return loss of -22.51 dB, a bandwidth of 227.4 MHz. The test simulation results using blood phantom show that the frequency shift is getting lower with the first antenna at 2.38 GHz and the second antenna at 2.43 GHz. The first antenna measurement operates at 2.5 GHz with a return loss of -21.55 dB and the second antenna operates at 2.47 GHz with a return loss of -28 dB. Antenna measurement using VNA shows that the frequency shift is increasing followed by lower return loss compared to the simulation results.

Keywords: antena for virus detection, ISM, proximity coupled, mikrostrip, phantom.

1. PENDAHULUAN

Infeksi virus yang terjadi secara terus menerus telah menjadi ancaman serius terutama bagi kesehatan masyarakat global (**Luo & Gao, 2020**). Beberapa infeksi virus dapat berlangsung dalam waktu kurang dari satu minggu bahkan dalam jangka waktu panjang (**Cabigas, 2020**). Sejak tahun 1997 hingga saat ini berbagai variasi virus terus bermunculan hingga menjadi wabah. Wabah yang disebabkan oleh infeksi virus memberikan dampak yang signifikan dalam berbagai aspek kehidupan manusia mulai dari pendidikan, sosial hingga perekonomian (**Abidah, dkk, 2020**)(**Development Bank, 2020**)(**Pawar, 2020**). Tercatat pada 2003, persentase kematian yang disebabkan oleh infeksi virus sebanyak 9,6%, dilanjutkan tahun 2012 persentase kematian lebih dari 30% (**Luo & Gao, 2020**). Dilanjutkan semenjak akhir tahun 2019 terjadi infeksi penyebaran virus corona dan dalam waktu tiga bulan menjadi pandemi global (**Hariyani, dkk, 2020**). Berdasarkan laman <https://covid19.go.id/> yang diakses pada tanggal 4 Januari 2020, data sebaran virus corona secara global terkonfirmasi sebanyak 222 negara dengan lebih dari 83 juta orang di dunia terinfeksi dan lebih dari 1,8 juta angka kematian di seluruh dunia. Hingga saat ini dunia masih diselimuti oleh wabah dan mengakibatkan berbagai sektor mengalami kerugian. Hal ini memperlihatkan kasus infeksi virus merupakan ancaman serius bagi negara-negara di seluruh dunia yang perlu menjadi perhatian dan sangat penting untuk diselesaikan.

Berbagai upaya telah dilakukan untuk menekan laju penyebaran infeksi virus yang relatif cepat. Upaya dalam menghapus penyebaran ini sangat sulit bahkan tidak memungkinkan, namun laju penyebaran infeksi virus dapat diminimalisir, setidaknya mengimbangi dengan kemampuan perawatan di dunia medis. Dengan demikian, resiko yang ditimbulkan dapat dihindari. Strategi yang telah diusulkan saat ini adalah dengan melalui uji *polymerase chain reaction* (PCR) dan *swab* tenggorokan (**Hariyani, dkk, 2020**). Meskipun demikian, strategi ini belum cukup efektif karena memerlukan waktu dan biaya yang relatif mahal. Proses diagnosa atau *screening* awal tidak dapat diterapkan dalam strategi tersebut. Tindakan *non-invasive* sebagai strategi lain yang dapat dipertimbangkan adalah dengan memanfaatkan kemajuan teknologi gelombang mikro yang mulai digunakan dalam berbagai aplikasi rekayasa biomedis di berbagai aplikasi seperti deteksi virus pada darah (**Goudos, 2017**).

Kemajuan teknologi gelombang mikro meningkatkan dalam mendiagnosa dan pengobatan terapeutik di berbagai aplikasi (**Elsheikh, dkk, 2013**). Metode alternatif yang diusulkan antara lain menggunakan teknologi gelombang mikro berupa antena mikrostrip untuk mendeteksi virus. Penelitian terkait aplikasi antena untuk deteksi virus telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Penelitian oleh Elsheikh., dkk mengevaluasi virus dengan memanfaatkan teknologi gelombang mikro yakni antena mikrostrip. Antena yang diusulkan peneliti beroperasi pada dual band, pertama pada *Industrial Science Medical* (ISM) pada frekuensi 2.45 GHz dan pada *Wireless Local Area Network* (WLAN) pada frekuensi 5.2 GHz. Metode yang digunakan adalah dengan memperhatikan perubahan sifat kelistrikan darah seperti dielektrik, konduktivitas dan resistivitas di dalam antigen atau antibody. Penelitian ini memberi kesimpulan bahwa sensitivitas instrument tergantung wilayah uji dan frekuensi operasi (**Elsheikh, dkk, 2013**). Studi lanjutannya oleh Elsheikh., dkk mengidentifikasi serum darah yang terinfeksi virus entero yang akan beroperasi pada jalur Bluetooth di frekuensi 2.4 GHz dengan menggunakan sensor mikroimun (**Elsheikh, dkk, 2013**). Penelitian lain oleh Dolai&Tabib-Azar menggunakan sinyal Terahertz untuk mendeteksi virus Zika pada frekuensi kerja 0,75 THz – 1,1 THz (**Dolai & Tabib-azar, 2020**). Penelitian oleh Keshavarz&Vafapour mengemukakan deteksi tiga subtipe virus Avian Influenza (AI) H1N1, H5N2 dan H9N2 dengan menggunakan metamaterial biosensing Terahertz (THz). Peneliti ini mendapati pergeseran resonansi frekuensi dari dari THz metamaterial setelah virus

diendapkan pada permukaan desain antena yang diusulkan. Penelitian ini menggunakan tiga sub tipe virus tersebut dengan perbedaan konsentrasi protein dan nilai RI yang berbeda. Frekuensi utamanya 1,7164 THz, Virus H1N1 menggunakan frekuensi 1,668 THz, virus H5N2 menggunakan Frekuensi 1,665 THz dan virus H9N2 menggunakan Frekuensi 1,641 THz **(Keshavarz & Vafapour, 2019)**. Penelitian oleh Park dan lainnya mendemonstrasikan antena untuk deteksi virus dengan menggunakan resonator cincin terpisah (*split-ring*) Terahertz dengan berbagai kapasitas celah. Peneliti ini mendapati pergeseran frekuensi resonansi metamaterial THz setelah virus mengendap di permukaan antena dengan kepadatan rendah. Pengukuran pada penelitian ini menggunakan konstanta dielektrik sebagai objek penelitian. Pergeseran frekuensi semakin meningkat dengan konstanta dielektrik yang relatif besar **(Park, dkk, 2017)**. Penelitian oleh Cheng dan lainnya juga mengoperasikan antena pada THz. Penelitiannya menggunakan *cross* planar Jerusalem metamaterial absorber untuk deteksi virus yang didasarkan pada *poof Surface Plasmon Polaritons* (SSPPs) **(Cheng, dkk, 2018)**. Penelitian oleh Zang dan lainnya mendeteksi virus Ebola dengan mendeteksi antigen dan antibodinya. Penelitian ini menggunakan sensor pengujian plasmonik 3D nano antena yang dikembangkan sebagai immunoassay *on-chip*. Biosensor yang digunakan berbasis nanoantena **(Zang, dkk, 2019)**.

Pada penelitian ini dirancang antena mikrostrip biosensor untuk mendeteksi virus melalui darah manusia. Antena yang diusulkan akan beroperasi pada *single band* pada *Industrial Scientific Medicine (ISM)* frekuensi kerja 2,45 GHz (2,4-2,5 GHz) **(Kiourti & Nikita, 2012)**. Frekuensi kerja 2,45 untuk deteksi virus didasarkan pada kegunaan frekuensi ISM yang memang dialokasikan untuk kebutuhan dalam bidang kesehatan seperti pada aplikasi antena mikrostrip untuk biomedis, hal ini juga dikuatkan dengan referensi terkait **(Elsheikh, dkk, 2013)** pendeteksian virus yang menunjukkan frekuensi tersebut untuk melihat perubahan konstanta dielektrik sesuai dengan kebutuhan penelitian. Penelitian ini memaparkan dua model antena. Desain antena yang diusulkan dibuat dengan menggunakan *software* CST *Studio Suite*. Antena yang diusulkan pada penelitian ini menggunakan teknik pencatu *proximity coupled feed*. Teknik pencatutan yang penulis usulkan ditujukan agar dapat meningkatkan bandwidth dan meminimalisir radiasi tambahan. Penelitian ini menggunakan material substrat Roger 3010 dengan ketebalan 1,28 mm. Penelitian ini memaparkan metode yang belum ada sebelumnya berupa pengujian dengan simulasi phantom darah. Pada penelitian ini penulis memaparkan antena yang dapat mendeteksi keberadaan virus secara umum melalui simulasi dengan menggunakan phantom serum darah.

2. METODOLOGI

2.1. Spesifikasi Antena

Pada penelitian ini, peneliti mengusulkan dua model antena dengan dimensi yang berbeda. Penulis mengusulkan dua antena yang berbeda dengan tujuan untuk membandingkan sensitivitas dari kedua antena dengan karakteristik yang berbeda. Tahapan perancangan pertama kali adalah menentukan karakteristik antena yang diharapkan sebagai berikut :

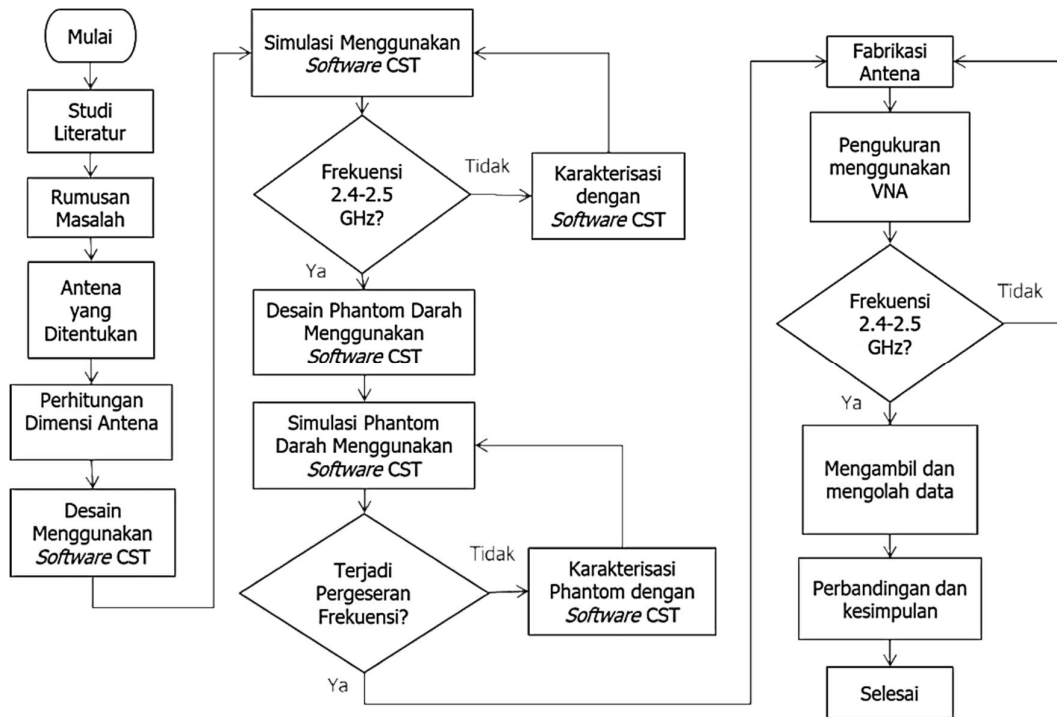
1. Frekuensi kerja : 2.4 GHz (2.4 GHz - 2.5GHz)
2. Impedansi Masukan : 50 Ω Koaksial konektor SMA
3. *Return loss* : ≤ -10 dB
4. *Gain* : Optimum pada *single patch*

Dalam rancang bangun antena mikrostrip yang diusulkan, peneliti menggunakan perangkat keras (*hardware*) dan (*software*). Adapun perangkat keras yang digunakan adalah Pocket Vector Network Analyzer (VNA) untuk pengujian kinerja. Perangkat lunak yang digunakan

adalah CST *Software* dalam hal perancangan desain antena dan melakukan simulasi untuk mengetahui karakteristik atau kinerja antena mikrostrip.

2.2. Diagram Alir

Diagram alir dibuat dengan tujuan mempermudah dalam perancangan antena mikrostrip yang diusulkan dengan mengikuti langkah-langkah yang tersusun secara sistematis. Gambar 1 merupakan tampilan diagram alir yang digunakan dalam penelitian ini :



Gambar 1. Diagram Alir Rancang Bangun Antena

2.3. Perancangan Antena

Pada penelitian ini digunakan material substrat Roger 3010 dengan spesifikasi yang ditunjukkan pada Tabel 1 :

Tabel 1. Spesifikasi Substrat yang Digunakan

Jenis Substrat	Roger 3010
Konstanta Dielektrik Relatif (ϵ_r)	11,20
Dielektrik Loss Tangent ($\tan \delta$)	0,0022
Ketebalan Substrat (h)	1,28 mm

Setelah menentukan jenis substrat yang digunakan, selanjutnya adalah melakukan pengukuran dimensi antena secara teoritis (**Balanis, 2012**).

Perhitungan dimensi substrat antena dihitung dengan menggunakan Persamaan (1) :

$$W = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (1)$$

Dimana :

W : Lebar konduktor (mm)

ϵ_r : Konstanta Dielektrik Relatif (V/m)

c : Kecepatan Cahaya Ruang Bebas (3×10^8 m/s)

f_0 : Frekuensi kerja antenna (Hz)

Perhitungan dimensi *ground* antenna dihitung dengan menggunakan Persamaan (2) :

$$Ag = 6t + a \quad (2)$$

Dimana :

t : Ketebalan substrat

a : Panjang saluran pencatu ditambah diameter dimensi *patch*

Resonansi frekuensi *patch* lingkaran antenna dihitung dengan menggunakan Persamaan (3) :

$$f_{res} = \frac{1.8412c}{2\pi a_e \sqrt{\epsilon_r}} \quad (3)$$

Dimensi *feedline* antenna dihitung dengan menggunakan Persamaan (4) :

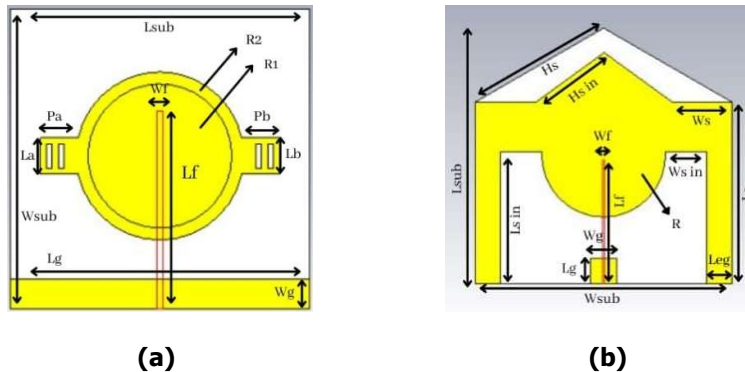
$$Lf = \lambda g \quad (4)$$

Lebar mikrostrip *line* (Wf) antenna dihitung dengan menggunakan Persamaan (5) :

$$Wf = 2 \times h \pi \times [B - 1 - \ln(2B - 1) \times \epsilon_r - 12 \epsilon_r \times [\ln(B - 1) + 0,39 - 0,61 \epsilon_r] \quad (5)$$

2.4 Model Antena

Setelah peneliti melakukan perhitungan dimensi antenna secara teoritis, langkah selanjutnya peneliti mendesain antenna dengan menggunakan *software CST*. Pada Gambar 2 - 6 merupakan tampilan desain kedua antenna yang peneliti usulkan :

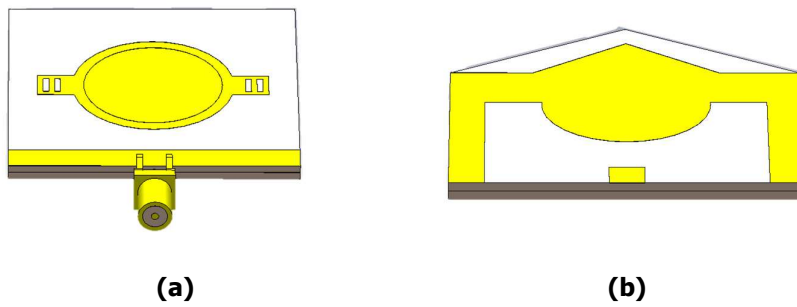


Gambar 2. Tampak Depan (a) Antena Pertama dan (b) Antena Kedua

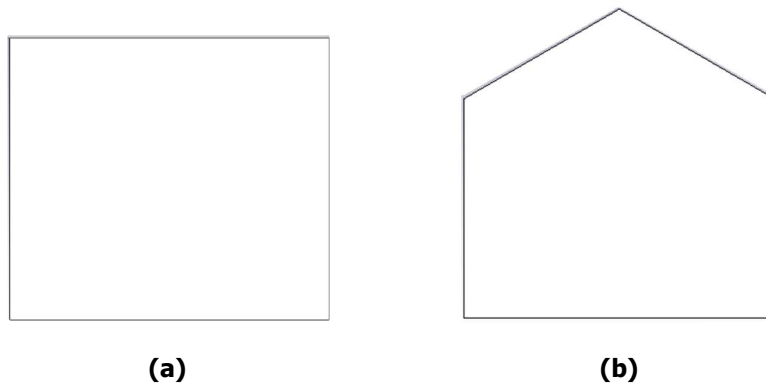
Antena Mikrostrip Biosensor untuk Deteksi Virus pada Darah



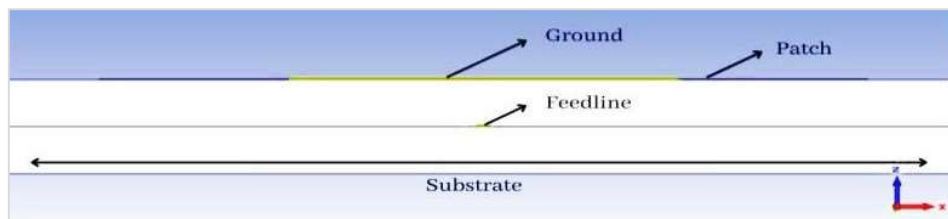
Gambar 3. Tampak Samping (a) Antena Pertama dan (b) Antena Kedua



Gambar 4. Tampak Bawah (a) Antena Pertama dan (b) Antena Kedua

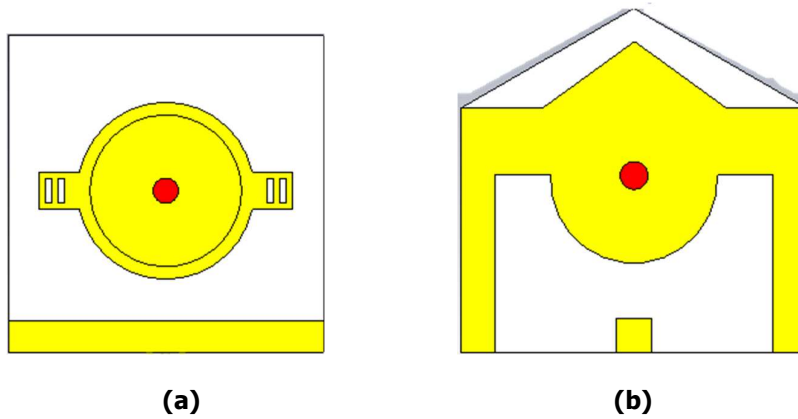


Gambar 5. Tampak Belakang (a) Antena Pertama dan (b) Antena Kedua

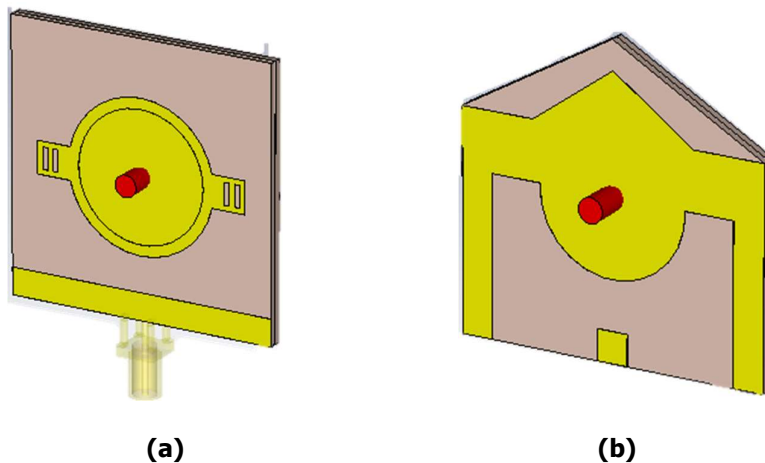


Gambar 6. Struktur Antena yang Diusulkan

Gambar 2 sampai Gambar 4 menunjukkan desain geometris kedua antenna dilihat dari sisi tampak depan, samping dan bawah. Sementara Gambar 5 sampai Gambar 6 menunjukkan sisi belakang dan struktur antenna menggunakan teknik pencatuan *proximity coupled feed*. Pengujian antenna menggunakan phantom darah ditunjukkan pada Gambar 7 sampai Gambar 8.



Gambar 7. Tampak Depan (a) Antena Pertama dan (b) Antena Kedua dengan Phantom Darah



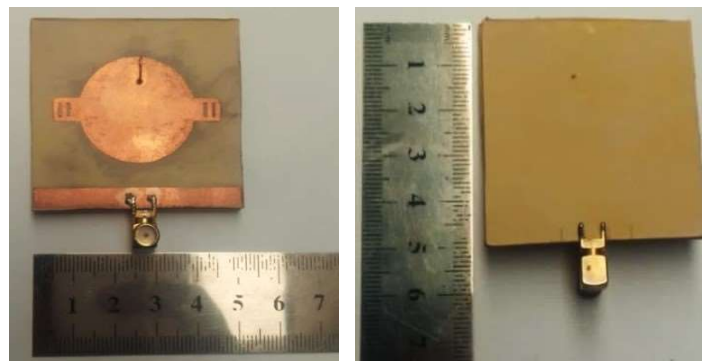
Gambar 8. Tampak Samping (a) Antena Pertama dan (b) Antena Kedua dengan Phantom Darah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Antena yang diusulkan menggunakan teknik pencatu *proximity coupled feed* (Tong & Huang, 2008), sehingga terdiri dari dua substrat dengan *feedline* yang terhimpit diantara kedua substrat tersebut. Dengan demikian, analisa hasil simulasi kinerja antenna meliputi frekuensi, *return loss* (dB), VSWR, *Directivity* (dBi), *Gain* (dBm), *Bandwidth* (MHz) dan Impedansi Antena (Ohm). Tabel dimensi antenna setelah dikarakterisasi ditunjukkan pada Tabel 2, dan hasil fabrikasi kedua antenna menggunakan substrate Roger 3010 ditampikan pada Gambar 9 dan Gambar 10.

Tabel 2. Dimensi Antena

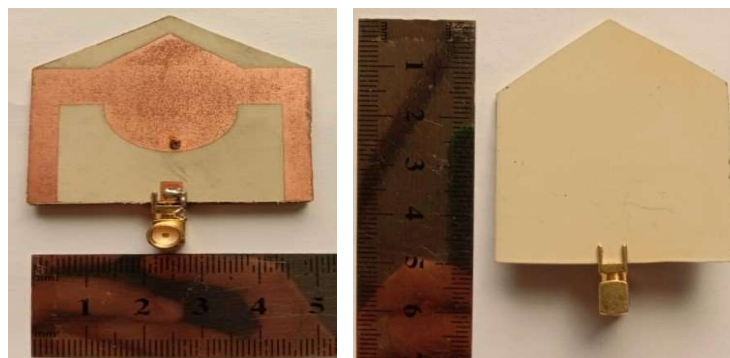
Antena Pertama		Antena Kedua	
Dimensi Antena	Parameter (mm)	Dimensi Antena	Parameter (mm)
Lsub	50	Lsub	50
Wsub	50	Wsub	50
Hsub	1,28	Wg	5
Wf	1	Wf	0,3
Lf	33	R	12
Wg	5	Rin	10,5
Lg	50	Lg	5
H	0,036	Lf	24
R1	12	Ls	35,28
R2	14	Ls in	25,68
Pa	-4,25	Hs	16,45
Pb	4,25	Hs in	28,9
La	1	Ws	11,6
Lb	1	Ws in	8
-	-	Ws Leg	5



(a)

(b)

Gambar 9. Fabrikasi Antena Mikrostrip Pertama Tampak (a) Depan dan (b) Belakang



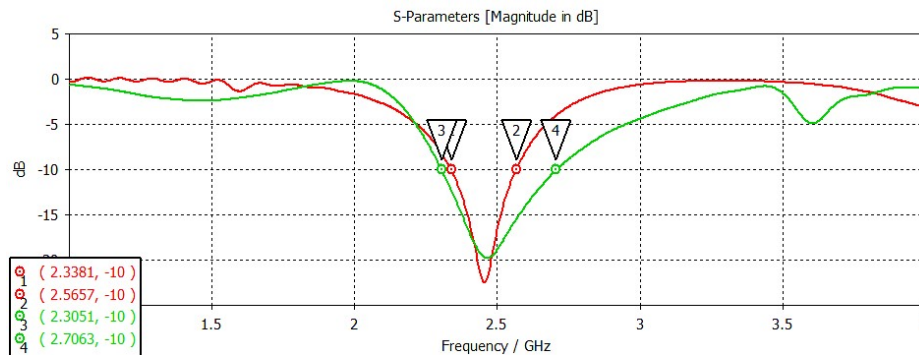
(a)

(b)

Gambar 10. Fabrikasi Antena Mikrostrip Kedua Tampak (a) Depan dan (b) Belakang

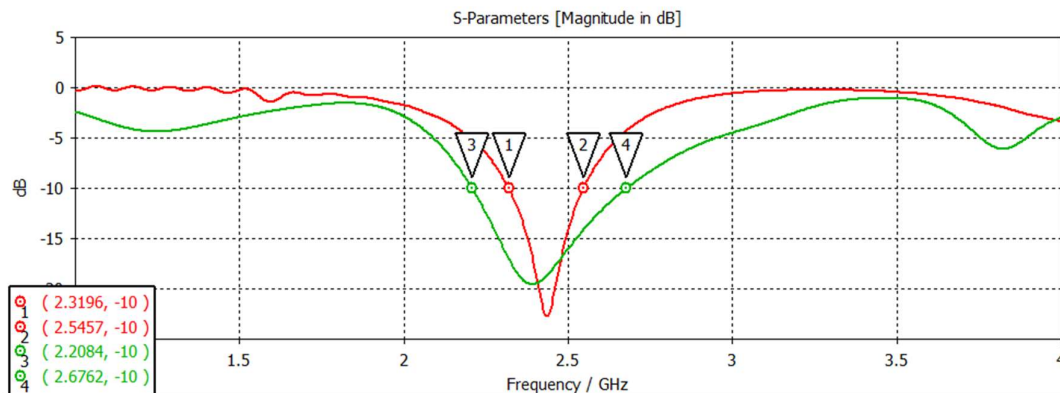
3.1 S-Parameter

S-parameter pada hasil simulasi yang ditunjukkan oleh Gambar 11 berikut ini menunjukkan frekuensi kerja, *return loss* dan lebar *bandwidth* untuk antenna yang diusulkan. Parameter *return loss* ini menunjukkan seberapa besar daya yang kembali atau dipantulkan ke antenna. Jika daya yang kembali ke antenna bernilai besar dari -10 dB maka akan mengurangi efisiensi dari kinerja antenna dan dapat merusak transmitter yang terhubung langsung dengan antenna.



Gambar 11. Hasil Simulasi S_{11} Antena yang Diusulkan

Berdasarkan Gambar 11 diatas memperlihatkan S-Parameter kedua antenna mikrostrip yang diusulkan. S-Parameter antenna pertama ditunjukkan oleh grafik berwarna hijau yang memperlihatkan frekuensi kerja 2,46 GHz dengan *return loss* -19,76 dB dan *bandwidth* selebar 401,2 MHz. Sementara S-Parameter antenna kedua ditunjukkan oleh grafik berwarna merah yang memperlihatkan frekuensi kerja 2,45 GHz dengan *return loss* -22,51 dB dan *bandwidth* selebar 227,6 MHz.

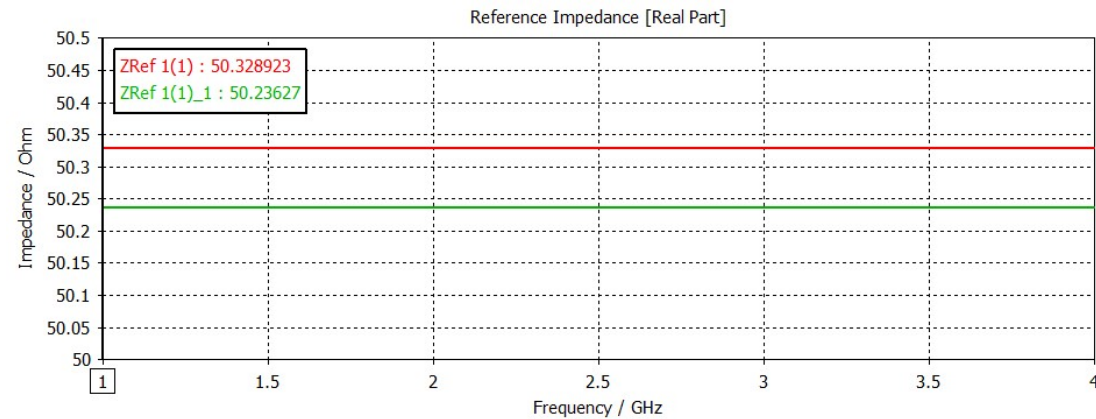


Gambar 12. Hasil Simulasi S_{11} Pengujian Antena dengan Phantom Darah

Berdasarkan Gambar 12 diatas memperlihatkan S-Parameter kedua antenna mikrostrip yang diusulkan yang disimulasikan dengan penambahan phantom darah. S-Parameter antenna pertama ditunjukkan oleh grafik berwarna hijau yang memperlihatkan frekuensi kerja mengalami penurunan menjadi 2,38 GHz dengan *return loss* -18,67 dB dan *bandwidth* selebar 467,8 MHz. Sementara S-Parameter antenna kedua ditunjukkan oleh grafik berwarna merah yang memperlihatkan frekuensi kerja mengalami penurunan menjadi 2,43 GHz dengan *return loss* -22,73 dB dan *bandwidth* selebar 166,1 MHz.

3.2 Impedansi

Impedansi masukan antenna merupakan perbandingan antara tegangan dan arus, dimana antenna berasal dari *feedline*. Antena pemancar yang akan dihubungkan ke antenna pada umumnya menggunakan saluran transmisi dengan impedansi sebesar 50 ohm. Nilai impedansi antenna yang diusulkan pada hasil simulasi ditunjukkan pada Gambar 13 berikut :

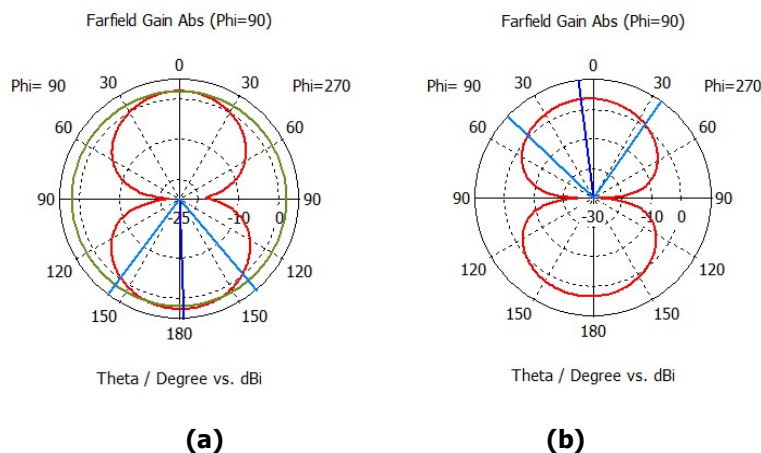


Gambar 13. Impedansi Masukan Antena yang Diusulkan

Berdasarkan Gambar 13 diatas memperlihatkan nilai impedansi antenna pertama ditunjukkan oleh garis berwarna hijau dengan nilai 50,23 Ohm. Sementara nilai impedansi antenna kedua ditunjukkan oleh garis berwarna merah dengan nilai impedansi 50,32 Ohm. Kedua impedansi yang dihasilkan mendekati impedansi saluran 50 ohm.

3.3. Gain, Directivity dan Pola Radiasi

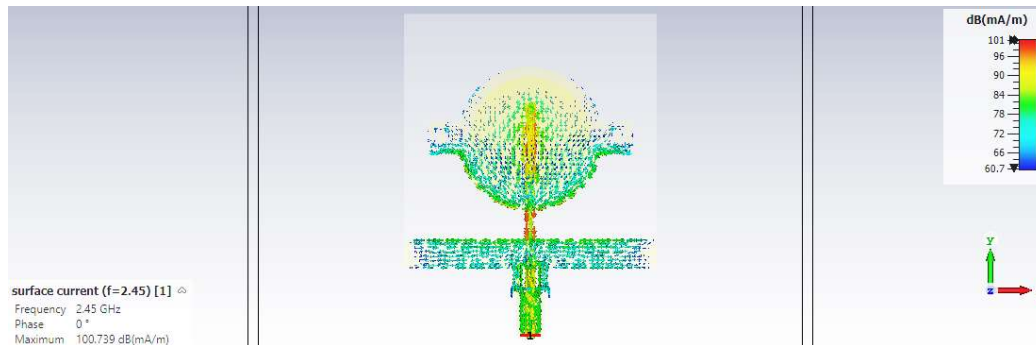
Parameter *gain*, *directivity* dan pola radiasi memiliki pengaruh penting untuk memancarkan radiasi ke tubuh manusia. Parameter *gain* diharapkan menghasilkan cukup besar dan pola radiasi yang diperoleh diharapkan memiliki bentuk yang sempit dengan tujuan gelombang elektromagnetik yang dipancarkan terarah (**Amaelia & Hugeng., 2013**). Hasil simulasi kedua antenna pada CST *Software* dengan frekuensi kerja 2,4-2,5 GHz menghasilkan *gain* antenna pertama sebesar 2,52 dBm, sementara antenna kedua sebesar 3,44 dBm. Pola radiasi kedua antenna berupa *bidirectional*. Hasil simulasi ditunjukkan pada Gambar 14 berikut :



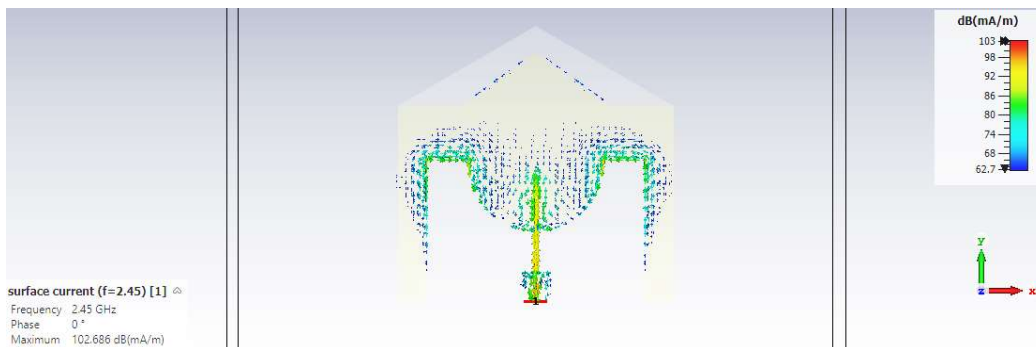
Gambar 14. Pola Radiasi (a) Antena Pertama dan (b) Antena Kedua

3.4. Arus

Arus pada antenna menunjukkan kinerja pergerakan kuat arus selama antenna beroperasi. Simulasi pada CST *Software* menunjukkan kuat arus pergerakan antenna ditandai dengan urutan tingkatan warna mulai dari biru, hijau, kuning dan merah. Berdasarkan Hasil simulasi arus pada Gambar 15 (a) antenna pertama memperlihatkan kuat arus pada antenna pertama bekerja dengan rentang 60,7 mA/m hingga 101 mA/m. Sementara hasil simulasi arus pada Gambar 15 (b) antenna kedua memperlihatkan kuat arus bekerja dengan rentang 62,7 mA/m hingga 103 mA/m. Diperlihatkan pula dari kedua antenna yang diusulkan bahwa arus masuk yang paling kuat berada di sepanjang *feedline*. Tampilan hasil simulasi arus pada kedua antenna yang diusulkan ditunjukkan ada Gambar 15 berikut ini :



(a)



(b)

Gambar 15. Arus pada (a) Antena Pertama dan (b) Antena Kedua

3.5 Perbandingan Hasil

3.5.1 Perbandingan Karakteristik dan Sensitivitas Antena yang Diusulkan

Tabel 3 berikut ini memperlihatkan adanya perbedaan hasil simulasi antara antenna pertama dengan antenna kedua yang diusulkan. Perbedaan ini dipengaruhi oleh model antenna yang dirancang. Perancangan antenna pertama didesain dengan *ground* yang lebar sehingga menyebabkan *bandwidth* yang dihasilkan semakin lebar. Sedangkan pada antenna kedua dirancang dengan *patch* yang lebar dengan diberi tambahan slot disekitar *patch* yang memberi pengaruh terhadap *gain*. Oleh karena itu apabila membandingkan keunggulan dari kedua model antenna yang diusulkan maka antenna pertama memiliki keunggulan pada *bandwidth* yaitu sebesar 401,2 MHz sedangkan antenna kedua lebih unggul pada *gain* yang diperoleh yaitu sebesar 3,44 dBm.

Tabel 3. Perbandingan Karakteristik dan Sensitivitas Antena Usulan

No.	Parameter	Jenis Antena	
		Antena Pertama	Antena Kedua
1.	Frekuensi Kerja (GHz)	2,46	2,45
2.	<i>Return loss</i> (dB)	-19,76	-22,51
3.	<i>Bandwidth</i> (MHz)	401,2	227,6
4.	Impedansi (Ω)	50,23	50,32
5.	VSWR	1,22	1,16
6.	<i>Gain</i> (dBm)	2,52	3,44

3.5.2 Perbandingan Hasil Simulasi Pengujian Antena Menggunakan Phantom Darah

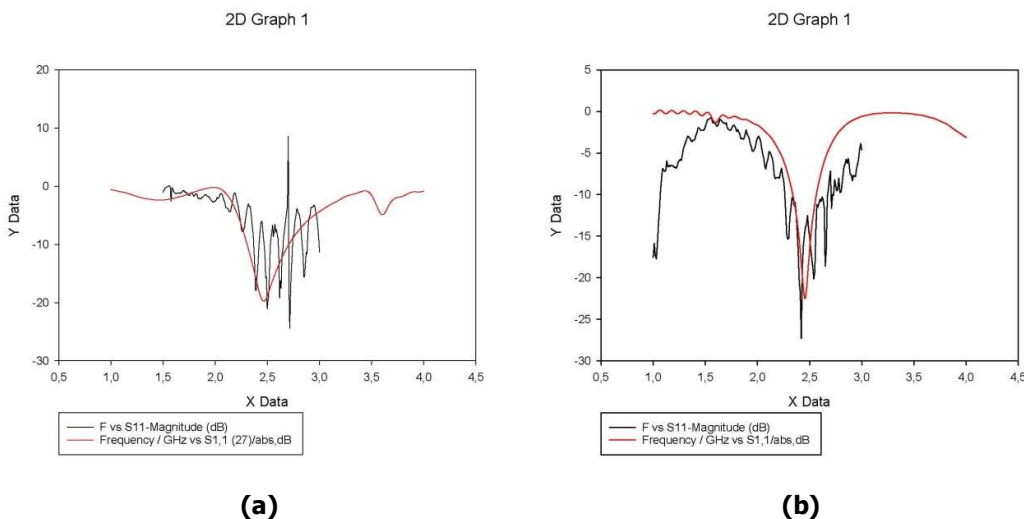
Tabel 4 berikut ini memperlihatkan adanya perbedaan hasil simulasi pengujian antena dengan phantom darah antara antena pertama dengan antena kedua. Hasil simulasi menunjukkan kedua antena usulan mengalami pergeseran frekuensi semakin menurun dengan adanya phantom darah. Apabila dibandingkan dengan hasil simulasi antena, pada antena pertama hasil simulasi juga memberi pengaruh terhadap penurunan *return loss* serta *gain*, namun *bandwidth* serta VSWR simulasi pengujian dengan phantom darah yang dihasilkan semakin lebar. Kemudian hasil pengujian antena kedua menunjukkan penurunan *bandwidth*, VSWR serta *gain* antena, sementara *return loss* pada antena semakin meningkat. Perbandingan hasil simulasi pengujian antena usulan menggunakan phantom darah yang ditunjukkan pada Tabel 4 berikut ini :

Tabel 4. Perbandingan Hasil Simulasi Pengujian Antena Usulan Menggunakan Phantom Darah

No.	Parameter	Jenis Antena	
		Antena Pertama	Antena Kedua
1.	Frekuensi Kerja (GHz)	2,38	2,43
2.	<i>Return loss</i> (dB)	-19,53	-22,73
3.	<i>Bandwidth</i> (MHz)	467,8	226,1
4.	Impedansi (Ω)	50,23	50,35
5.	VSWR	1,23	1,15
6.	<i>Gain</i> (dBm)	2,30	3,38

3.5.3 Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Pengukuran

Pada Gambar 16 berikut ini memperlihatkan grafik perbandingan antara hasil simulasi menggunakan CST *Software* dan hasil pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan VNA. Gambar (a) antena pertama memperlihatkan hasil pengukuran menunjukkan terjadinya pergeseran frekuensi semakin meningkat yakni menjadi 2,5 GHz diikuti pergeseran *return loss* yang semakin rendah yaitu -21,55 dB dibandingkan hasil pada saat simulasi yang diperoleh berupa frekuensi beroperasi pada 2,46 GHz dengan *return loss* -19,76 dB. Kemudian pada Gambar (b) memperlihatkan antena kedua yang diusulkan juga menunjukkan pergeseran frekuensi semakin meningkat yakni menjadi 2,47 GHz diikuti dengan pergeseran *return loss* yang semakin rendah yakni -28 dB dibandingkan dengan hasil pada saat simulasi yang diperoleh frekuensi beroperasi pada 2,45 GHz dengan *return loss* -22,51. Berikut ini merupakan gambar perbandingan antara hasil pengukuran dan hasil simulasi dari kedua antena yang diusulkan dapat dilihat pada Gambar 16 berikut :



Gambar 16. Hasil Perbandingan (a) Antena Pertama dan (b) Antena Kedua

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini diusulkan dua model antena mikrostrip biosensor yang diaplikasikan untuk mendeteksi virus pada darah manusia. Antena yang diusulkan akan beroperasi pada frekuensi kerja 2,45 GHz (2,4 – 2,45 GHz) dengan menggunakan teknik pencatu *proximity coupled feed*. Antena ini menggunakan material substrat Roger 3010 dengan ketebalan 1,28 mm. *Patch* dan *ground* berada disepanjang permukaan substrat pertama. Hasil simulasi antena pertama menggunakan phantom darah menunjukkan pergeseran kinerja frekuensi dari 2,46 GHz menjadi 2,38 GHz. Pergeseran frekuensi kerja juga berlaku pada hasil simulasi antena kedua menggunakan phantom darah dari 2,45 GHz menjadi 2,43 GHz. Dengan demikian, simulasi pengujian antena menggunakan phantom darah memberikan dampak pergeseran frekuensi semakin rendah. Perbandingan hasil simulasi antena pertama dan kedua menunjukkan bahwa kinerja frekuensi antena kedua lebih optimal yakni 2,45 GHz dibandingkan kinerja frekuensi antena pertama yakni 2,46 GHz. Sementara *bandwidth* antena pertama 401,2 MHz lebih baik dibandingkan antena kedua yakni 227,6 MHz. *Return loss* antena kedua -22,51 dB lebih baik dibandingkan antena pertama yang hanya -19,76 dB. Impedansi antena pertama lebih optimal yakni 50,23 ohm sementara impedansi antena kedua 50,32 ohm. Berdasarkan simulasi arus yang bergerak pada antena, pergerakan arus antena pertama lebih kuat dibandingkan arus pada antena kedua. Hasil pengujian fabrikasi antena pertama beroperasi pada frekuensi 2,5 GHz sementara antena kedua beroperasi 2,47 GHz. *Return loss* hasil pengujian antena kedua lebih optimal yakni -28 dB dibandingkan antena pertama hanya -21,55 dB. Sehingga, dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil pengujian fabrikasi kedua antena mengalami pergeseran frekuensi kerja yang semakin meningkat serta *return loss* yang semakin rendah dibandingkan dengan hasil pada saat simulasi. Meskipun demikian, hasil pengujian kedua antena telah memenuhi karakteristik antena yang diharapkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan penelitian dasar (kompetitif nasional) yang didanai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRPM) Ristek-BRIN tahun 2021. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lab Dasar Teknik Elektro dan Lab Mikrobiologi Fakultas Kedokteran, Universitas Riau atas fasilitas dan sarana yang diberikan. Tak lupa juga penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Unri yang selalu mewadahi dan mensupport penelitian yang dilakukan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada teman teman dari LIPI, Universiti Teknologi Malaysia yang selalu mendukung dan membantu segala kegiatan pengujian antena dan tambahan sarana yang diperlukan.

DAFTAR RUJUKAN

- Abidah, A., Hidayatullaah, H. N., Simamora, R. M., Fehabutar, D., & Mutakinati, L. (2020). The Impact of Covid-19 to Indonesian Education and Its Relation to the Philosophy of "Merdeka Belajar." *Studies in Philosophy of Science and Education*, 1(1), 38–49. <https://doi.org/10.46627/sipose.v1i1.9>
- Amaelia, F. Y., & Hugeng. (2013). Sistem Antena Array Paralel untuk Menghasilkan Lobe Radiasi Utama dalam Arah Bervariasi. *Tesla*, 15(2), 165–184.
- Balanis, C. A. (2012). *Antenna Theory: Analysis and Design*.
- Cabigas, R. B. (2020). Covid 19: Impetus for Community Spirits among Filipinos. *Indonesian Journal of Science & Technology*, 2, 201–208. <https://doi.org/https://doi.org/10.17509/ijost.v5i2.24479>
- Cheng, D., He, X., Huang, X., Zhang, B., Liu, G., Shu, G., Fang, C., Wang, J., & Luo, Y. (2018). Terahertz biosensing metamaterial absorber for virus detection based on spoof surface plasmon polaritons. *International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering*, 28(7), 1–7. <https://doi.org/10.1002/mmce.21448>
- Development Bank, A. (2020). *The Economic Impact of the COVID-19 Outbreak on Developing Asia*. 9(128). <https://doi.org/10.22617/BRF200096>
- Dolai, S., & Tabib-azar, M. (2020). Terahertz Detection of Zika Viruses. *Preprints, February*. <https://doi.org/10.20944/preprints202002.0232.v1>
- Elsheikh, D., Elsadek, H., Abdullah, E., Atteya, S., & Elmazny, W. N. (2013). Novel rapid detection of different viruses in blood using microimmuno-sensor. *2013 7th European Conference on Antennas and Propagation, EuCAP 2013*, (pp. 1128–1131).
- Elsheikh, D. M., Elsadek, H. A., Abdallah, E. A., Atteya, S., & Elmazny, W. N. (2013). Rapid detection of blood entero-viruses using microstrip antenna bio-sensor. *European Microwave Week 2013, EuMW 2013 - Conference Proceedings; EuMC 2013: 43rd European Microwave Conference*, (pp. 878–880).

- HARIYANI, Y. S., HADIYOSO, S., & SIADARI, T. S. (2020). Deteksi Penyakit Covid-19 Berdasarkan Citra X-Ray Menggunakan Deep Residual Network. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 8(2), 443. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v8i2.443>
- Keshavarz, A., & Vafapour, Z. (2019). Sensing avian influenza viruses using terahertz metamaterial reflector. *IEEE Sensors Journal*, 19(13), 5161–5166. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2019.2903731>
- Kiourti, A., & Nikita, K. S. (2012). Miniature scalp-implantable antennas for telemetry in the MICS and ISM bands: Design, safety considerations and link budget analysis. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 60(8), 3568–3575. <https://doi.org/10.1109/TAP.2012.2201078>
- Luo, G., & Gao, S. J. (2020). Global health concerns stirred by emerging viral infections. *Journal of Medical Virology*, 92(4), 399–400. <https://doi.org/10.1002/jmv.25683>
- Park, S. J., Cha, S. H., Shin, G. A., & Ahn, Y. H. (2017). Sensing viruses using terahertz nano-gap metamaterials. *Biomedical Optics Express*, 8(8), 3551. <https://doi.org/10.1364/boe.8.003551>
- Pawar, M. (2020). The Global Impact of and Responses to the COVID-19 Pandemic. *The International Journal of Community and Social Development*, 2(2), 111–120. <https://doi.org/10.1177/2516602620938542>
- Tong, K. F., & Huang, J. (2008). New proximity coupled feeding method for reconfigurable circularly polarized microstrip ring antennas. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 56(7), 1860–1866. <https://doi.org/10.1109/TAP.2008.924736>
- Zang, F., Su, Z., Zhou, L., Konduru, K., Kaplan, G., & Chou, S. Y. (2019). Ultrasensitive Ebola Virus Antigen Sensing via 3D Nanoantenna Arrays. *Advanced Materials*, 31(30), 1–9. <https://doi.org/10.1002/adma.201902331>