

Perancangan *Reconfigurable* Antena 5G Untuk Frekuensi 3.5 GHz dan WiFi-6 Untuk Frekuensi 5 GHz

1st Ngurah Pratyusa Dharma Cetrya

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

Ingpratyusa@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Levy Olivia Nur

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

levyolivia@telkomuniversity.ac.id

3rd Harfan Hian Ryanu

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

harfanhr@telkomuniversity.co.id

Abstrak— *Teknologi komunikasi yang digunakan dewasa ini pada umumnya adalah selular dan jaringan lokal atau biasa disebut wireless fidelity (wi-fi). Salah satu perangkat penting dalam penyediaan layanan telekomunikasi adalah keberadaan antena. Antena beroperasi pada frekuensi sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Untuk teknologi selular sudah menyentuh generasi kelima atau fifth generation (5G) saat ini. Sedangkan teknologi jaringan lokal sudah menyentuh generasi keenam, yaitu wireless fidelity 6 (wi-fi 6). Antena reconfigurable yang dirancang pada penelitian ini berkerja pada frekuensi 3.5 GHz untuk jaringan selular 5G dan 5 GHz untuk wi-fi. Perancangan antena pada penelitian ini menggunakan patch model bow-tie. Sistem dari reconfigurable antenna ini menggunakan brick pada perancangan simulasi perangkat lunak. Pada fabrikasi, copper tape digunakan untuk menggantikan fungsi brick. Antena yang dirancang pada simulasi perangkat lunak mampu berfungsi sebagai antena reconfigurable saat menggunakan brick sebagai copper tape. Pada fabrikasi didapatkan hasil return loss -30.36102338 dB pada saat frekuensi 3.5 GHz, namun pada frekuensi 5 GHz mengalami pergeseran frekuensi resonan menjadi 4.92 GHz.*

Kata kunci— *Antena mikrostrip, reconfigurable antenna, bow-tie, 5G, wi-fi 6.*

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini teknologi berkembang semakin pesat. Seiring dengan perkembangan teknologi, kebutuhan manusia terhadap teknologi meningkat. Oleh karena itu fleksibilitas dari suatu layanan berperan penting. Semakin fleksibel suatu layanan, maka efisiensi dari penggunaan teknologi semakin bertambah. Selain itu, pemerintah turut mendukung perkembangan teknologi dengan menyediakan berbagai sarana penunjang seperti Wi-Fi gratis dan sejenisnya.

Teknologi komunikasi yang digunakan dewasa ini pada umumnya adalah selular dan jaringan lokal atau biasa disebut Wi-Fi. Untuk teknologi komunikasi selular, pada saat ini sudah menyentuh generasi kelima atau fifth generation (5G). 5G merupakan suksesor dari generasi sebelumnya yaitu 4G atau biasa disebut dengan Long Term Evolution (LTE). 5G memiliki beberapa keunggulan dibandingkan pendahulunya yaitu, kecepatan 10 kali lebih cepat dalam transfer data, Bandwidth (lebar pita) lebih luas, kapasitas lebih banyak, serta memiliki latensi yang rendah. Teknologi 5G memiliki 2

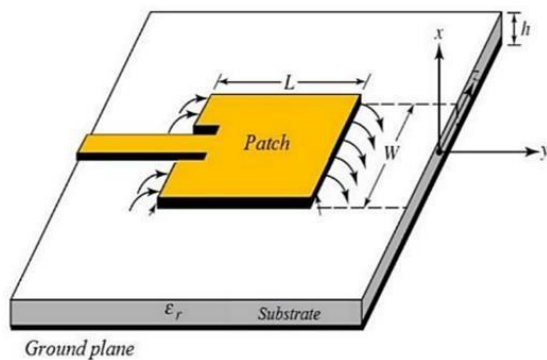
spektrum utama yaitu, frekuensi di atas 6 GHz dan di bawah 6 GHz [1]. Pada umumnya spektrum di bawah 6 GHz dimanfaatkan untuk komunikasi perangkat seluler. Hal ini dikarenakan frekuensi 6 GHz memiliki data rate yang tinggi serta cakupan area yang lebih luas [2]. Pada jaringan lokal sudah menyentuh generasi ke 6. Wi-Fi merupakan jaringan area lokal nirkabel yang berbasis pada standar jaringan IEEE 802.11. Wi-Fi 6 beroperasi pada spektrum 2.4 GHz atau 5 GHz. Wi-Fi 6 memiliki beberapa keunggulan dibandingkan pendahulunya yaitu, kecepatan yang lebih tinggi, serta dapat menampung lebih banyak pengguna hingga 1024 perangkat [3]. Wi-Fi sendiri pada umumnya dimanfaatkan pemerintah sebagai sarana penunjang pada ruang terbuka, maupun fasilitas umum.

Di perkotaan pada umumnya memiliki kualitas sinyal baik. Selain memiliki kualitas sinyal yang baik, fasilitas umum pendukung yang disediakan seperti Wi-Fi sudah banyak tersedia. Namun, terkadang kita lupa untuk menggunakan fasilitas tersebut karena sudah mendapatkan sinyal yang baik, namun bila fasilitas ini dimanfaatkan kita dapat menghemat penggunaan paket data. Selain itu, ketika sedang berada di daerah yang jauh dari perkotaan kita sering mengalami kendala jaringan yang tidak stabil. Apabila jaringan tidak pindah dari selular ke jaringan Wi-Fi, maka akan mengganggu produktivitas kita. Reconfigurable antena dibutuhkan karena keunggulan sistem ini yang mampu berganti frekuensi kerja yang dari awalnya menggunakan selular menjadi Wi-Fi, maupun sebaliknya. Dengan melakukan perpindahan ini, secara tidak langsung mampu meningkatkan fleksibilitas dari suatu perangkat, dengan demikian penulis berinisiatif dalam pembuatan antena reconfigurable yang bekerja pada frekuensi 3,5 GHz yang kemudian dilanjutkan dengan proses fabrikasi untuk mengetahui kinerja dari perangkat yang dicanangkan dalam pembuatan alat tersebut.

II. METODE

A. Antena Mikrostrip

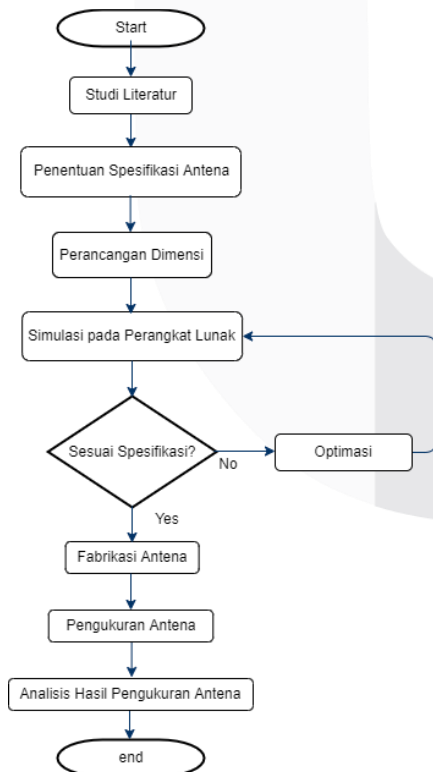
Antena mikrostrip adalah antena berukuran kompak, yang mudah difabrikasi. Karena ukurannya yang kompak, antena mikrostrip banyak digunakan pada perangkat seluler karena fleksibel dalam penerapannya. Kemampuan dari antena mikrostrip dipengaruhi oleh dimensinya. Antena mikrostrip terdiri dari beberapa bagian, yaitu patch, substrat, groundplane dan feed [4]. Patch berfungsi untuk meradiasikan sinyal. Substrat berfungsi sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik dari catuan. Groundplane berfungsi sebagai penyearah sinyal yang dipantulkan, karena substrat memantulkan sinyal [4]. Antena mikrostrip umumnya menggunakan patch rectangular, dikarenakan mudah dalam fabrikasinya [5].



GAMBAR 1

GAMBAR ANTENA MIKROSTRIP

B. Perancangan Percobaan



GAMBAR 2

DIAGRAM ALIR PERBUATAN ANTENA MIKROSTRIP

Perancangan percobaan antena yang diusulkan penulis adalah antena bow-tie dengan kemampuan reconfigurable. Alur kerja pembuatan hingga sampai ke tahap analisis antena dapat dilihat pada diagram alir pada GAMBAR 2. Pada diagram alir pada penelitian ini dijelaskan tahapan dalam penelitian secara singkat. Penelitian dimulai dengan studi literatur, studi literatur bertujuan untuk menambah pemahaman mengenai konsep reconfigurable antena. Tahapan selanjutnya dilakukan penentuan spesifikasi dari antena dan disimulasikan ke dalam perangkat lunak. Apabila hasil belum sesuai yang diharapkan, dilakukan pengoptimalan. Pengoptimalan dilaksanakan dengan mengubah dimensi dari patch, substrat, dan groundplane. Pengoptimalan dilaksanakan hingga mendapatkan hasil sesuai dengan yang diinginkan. Ketika hasil sudah sesuai dengan yang diinginkan, antena difabrikasi. Setelah difabrikasi, dilanjutkan pengukuran antena. Hasil pengukuran dianalisis dan dimasukkan ke dalam pembahasan dan hasil analisis.

C. Parameter Perancangan Antena

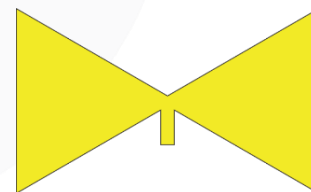
TABEL 1
SPESIFIKASI ANTENA

Parameter	Spesifikasi	
Frekuensi Kerja	3.5 GHz	5 GHz
Gain	>0 dB	>0 dB
Return Loss	< -10 dB	< -10 dB
VSWR	<2	<2
Pola Radiasi	Unidirectional	Unidirectional
Bandwidth	≥ 100 MHz	≥ 160 MHz

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Awal Pengujian

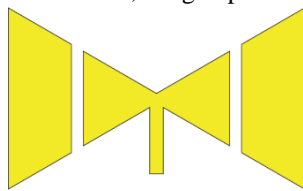
Hasil simulasi awal dari antena mikrostrip bow-tie patch mendapatkan hasil tidak sesuai dengan yang diinginkan.



GAMBAR 3
HASIL ANTENA PERANCANGAN AWAL 3.5 GHZ

Hasil return loss dan VSWR pada frekuensi 3.5 GHz sebelum pengoptimalan seperti pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4, masih belum memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Untuk hasil return loss yang didapatkan adalah -1.1061771dB dan VSWR yang didapatkan adalah 15.725558. Nilai gain yang didapatkan yaitu 7.126 dB seperti pada Gambar 3.5. Pola radiasi yang didapatkan pada simulasi dimensi awal antena frekuensi 3.5 GHz adalah unidirectional, dengan polarisasi linear. Di sisi lain, antena mikrostrip bow-tie patch pada frekuensi 5 GHz pun tidak sesuai dengan ekspektasi penulis.

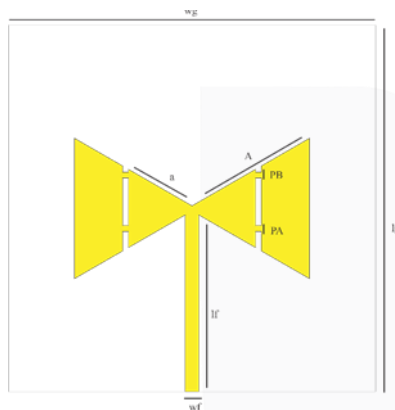
Hasil *return loss* dan VSWR antenna desain awal pada frekuensi 5 GHz masih belum memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Untuk hasil *return loss* yang didapatkan adalah -2.152895dB dan VSWR yang didapatkan adalah 8.1103004. Nilai *gain* yang didapatkan yaitu 5.628 dB. Pola radiasi yang didapatkan pada simulasi antenna dimensi awal frekuensi 5 GHz adalah unidirectional, dengan polarisasi linear.



GAMBAR 4
HASIL PERANCANGAN AWAL PADA
FREKUENSI 5 GHZ

B. Optimasi Antena

Pengoptimalan dilakukan hingga didapatkan hasil yang dikehendaki. Percobaan yang dilakukan adalah dengan menambahkan brick pada potongan patch antenna yang bertujuan untuk menentukan posisi sebagai pemasangan copper tape yang terbaik hingga didapatkan hasil yang optimal. Untuk spesifikasi antenna setelah proses pengoptimalan.



GAMBAR 5
HASIL OPTIMASI ANTENA

TABEL 2
HASIL OPTIMASI
ANTENA

Simbol	Nilai (mm)
a (3.5 GHz)	65
wg	170
lg	170
A (5 GHz)	50.85
lf	85
wf	6.226
PA (Posisi Pin Atas)	14.1428-16.8428 (dari sumbu y=0 ke atas)
PB (Posisi Pin Bawah)	10.625-13.325 (dari sumbu y=0 kebawah)

Pengoptimalan dengan memperbesar dimensi dari antenna mendapatkan hasil yang bagus. Nilai *return loss* yang didapatkan adalah -30.417708 dB, dengan VSWR bernilai 1.0621491 serta *bandwidth* sebesar 285 MHz. Nilai *gain* yang diperoleh adalah 9.085 dB, dengan pola radiasi *unidirectional*. Untuk polarisasi yang didapatkan adalah polarisasi linier.

C. Perbandingan Spesifikasi Awal dengan Pengoptimalan

Setelah tahap pengoptimalan dapat ditarik perbandingan antara pengoptimalan dengan spesifikasi awal antenna, Perbandingan bertujuan untuk mengetahui tahap pengoptimalan mendapatkan hasil lebih baik dari spesifikasi awal antenna. Switch berfungsi untuk mengatur frekuensi kerja dari antenna, ketika switch dalam keadaan ON akan bekerja pada frekuensi 5 GHz dan pada keadaan OFF akan bekerja pada frekuensi 3.5 GHz. Brick digunakan sebagai switch pada tahap pengoptimalan pada perangkat lunak. Perbandingan antara pengoptimalan dan spesifikasi dapat dilihat pada TABEL 3.

Berdasarkan tabel, dapat dilihat bahwa antenna yang telah dirancang sudah memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Pengoptimalan yang dilakukan adalah dengan memperbesar dimensi dari *patch*, substrat, *groundplane*. *Return loss* yang

TABEL 3
HASIL PERBANDINGAN AWAL SPESIFIKASI DAN HASIL OPTIMASI

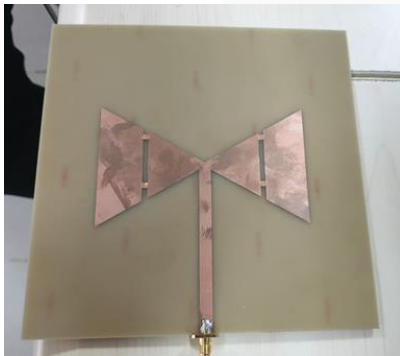
Parameter	Spesifikasi		Pengoptimalan	
	ON	OFF	ON (dengan brick)	OFF
Kondisi (Switch)	ON	OFF	ON (dengan brick)	OFF
Frekuensi Kerja	3.5 GHz	5 GHz	3.5 GHz	5 GHz
Gain	>0 dB	>0 dB	9.085 dB	2.418 dB
Return Loss	<-10 dB	<-10 dB	-30.417708 dB	-33.5873 dB
VSWR	<2	<2	1.0621491	1.0427413
Pola Radiasi	Unidirectional	Unidirectional	Unidirectional	Unidirectional
Bandwidth	≥ 100 MHz	≥ 160 MHz	285 MHz	210 MHz

didapatkan pada tahap pengoptimalan sudah memenuhi spesifikasi yang diinginkan, karena memiliki nilai < -10 dB pada frekuensi 3.5 GHz dan 5 GHz. Nilai *return loss* yang didapatkan pada pengoptimalan adalah -30.417708 dB pada frekuensi 3.5 GHz dan -33.5873 dB pada frekuensi 5 GHz. VSWR yang didapatkan pada pengoptimalan sudah memenuhi spesifikasi yang diinginkan, yaitu $1 \leq \text{VSWR} \leq 2$ pada frekuensi 3.5 GHz dan 5 GHz. Nilai VSWR yang didapatkan pada pengoptimalan adalah 1.0621491 pada frekuensi 3.5 GHz dan 1.0427413 pada frekuensi 5 GHz. *Bandwidth* yang didapatkan pada pengoptimalan sudah memenuhi spesifikasi yang diinginkan, yaitu ≥ 100 MHz pada frekuensi 3.5 GHz dan ≥ 160 MHz pada frekuensi 5 GHz. Nilai *bandwidth* yang didapatkan pada

pengoptimalan adalah 285 MHz pada frekuensi 3.5 GHz dan 210 MHz pada frekuensi 5 GHz. *Gain* yang didapatkan pada pengoptimalan sudah memenuhi spesifikasi yang diinginkan, yaitu bernilai > 0 dB pada frekuensi 3.5 GHz dan 5 GHz. Nilai *gain* yang didapatkan pada pengoptimalan sebesar 9.085 dB pada frekuensi 3.5 GHz dan 2.418 dB pada frekuensi 5 GHz. Pola radiasi pada pengoptimalan sudah memenuhi spesifikasi yang diinginkan, yaitu *unidirectional* pada frekuensi 3.5 GHz dan 5 GHz.

D. Perbandingan Hasil Optimasi dengan Fabrikasi

Setelah melalui tahap optimasi antenna, dilanjutkan dengan tahap fabrikasi, pada tahapan fabrikasi dapat ditarik perbandingan antara pengoptimalan dengan pengukuran antenna yang telah difabrikasi. Perbandingan bertujuan untuk mengetahui apakah antenna yang telah difabrikasi bernilai



GAMBAR 6
HASIL FABRIKASI
ANTENA

sesuai dengan rancangan atau tidak. Perbandingan nilai antara tahap pengoptimalan dengan antenna yang telah difabrikasi dapat dilihat pada TABEL 4.

Nilai *gain* yang diperoleh pada pengukuran adalah 9.753 dB. Pola radiasi yang didapatkan pada pengukuran frekuensi 5 GHz adalah *unidirectional* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.10. Untuk polarisasi yang didapatkan adalah linear, yang dapat dilihat pada Gambar 4.11. Beberapa hasil pengukuran berbeda dengan simulasi dikarenakan adanya rugi-rugi pada saat pengukuran maupun pada Antena yang di fabrikasi merupakan antenna yang menggunakan brick sebagai pengatur frekuensi kerja. Brick digunakan untuk menggantikan copper tape pada simulasi. Hasil yang didapatkan pada pengoptimalan sudah memenuhi parameter yang diinginkan, namun pada fabrikasi parameter tidak terpenuhi sepenuhnya. Pada pengukuran antenna yang telah di fabrikasi, terdapat pergeseran frekuensi kerja, dari yang awalnya 5 GHz menjadi 4.92 GHz. *Return loss* yang didapatkan pada frekuensi 5 GHz adalah -7.905144 dB, dengan VSWR bernilai 2.34. Pola radiasi yang didapatkan adalah *unidirectional*. Sedangkan pada frekuensi 4.92 GHz didapatkan *return loss* bernilai -20.9917261 dB, dengan VSWR bernilai 1.2 dan *bandwidth* bernilai 120 MHz. Pada pengukuran frekuensi 3.5 GHz didapatkan hasil *return loss* -30.36102338 dB, dengan VSWR bernilai 1.062568718. Untuk pola radiasi yang didapatkan pada antenna yang telah di fabrikasi, baik pada frekuensi 3.5 GHz maupun 5 GHz pada saat pengukuran adalah *unidirectional*. Perbedaan hasil antara simulasi pada perangkat lunak dengan antenna yang telah difabrikasi dikarenakan adanya beberapa keterbatasan dalam fabrikasi maupun pengukuran antenna. Keterbatasan dalam fabrikasi sendiri dikarenakan dalam proses pencetakan ada beberapa keterbatasan seperti kerapatan antar bahan, ketebalan bahan, maupun pemasangan copper tape yang dilakukan secara manual.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat pada percobaan, alat ini berhasil bekerja dengan baik, baik setelah melalui proses optimasi dan dilanjutkan pada tahap fabrikasi, namun pada proses fabrikasi, terjadi pergeseran frekuensi pada keadaan off, selebihnya pada saat keadaan on, alat berhasil memiliki nilai VSWR, *gain*, dan *return loss* yang baik.

TABEL 4
PERBANDINGAN PENGOPTIMALAN DENGAN ANTENNA
FABRIKASI

Parameter	Pengoptimalan		Fabrikasi	
	ON (dengan brick)	OFF	ON (dengan copper tape)	OFF
Kondisi (Switch)				
Frekuensi Kerja	3.5 GHz	5 GHz	3.5 GHz	5 GHz
<i>Gain</i>	9.085 dB	2.418 dB	14.425 dB	19.782 dB
<i>Return Loss</i>	-30.417708 dB	-33.5873 dB	-30.36102338 dB	-7.905144 dB
VSWR	1.0621491	1.0427413	1.062568718	2.34
Pola Radiasi	<i>Unidirectional</i>	<i>Unidirectional</i>	<i>Unidirectional</i>	<i>Unidirectional</i>
<i>Bandwidth</i>	285 MHz	210 MHz	50 MHz	- (pergeseran frekuensi)

REFERENSI

- [1] A. Tikhomirov, E. Omelyanchuk, and A. Semenova, "Recommended 5G frequency bands evaluation," in 2018 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, Apr. 2018, vol. 2018-January, pp. 1–4. doi: 10.1109/SOSG.2018.8350639.
- [2] T. Wang, "Spectrum Analysis and Regulations for 5G," Springer International Publishing., 2017.
- [3] L. Yuyan, "High Quality Network Connection and the Development of Internet of Things Drive the Demand of Wi-Fi-6," 2021.
- [4] S. Muthia and P. Staf Pengajar, "ANALISIS ANTENA MIKROSTRIP FRAKTAL SIERPINSKI GASKET MIMO."
- [5] E. Yovita, D. Utami, F. D. Setiaji, D. Pebrianto, and K. S. Wacana, "RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP PERSEGI PANJANG 2,4 GHZ UNTUK APLIKASI WIRELESS FIDELITY (WI-FI)," vol. 6, no. 3, 2017, doi: 10.20449/jnte.v6i3.406.

