

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi sekarang ini sangat pesat, salah satunya adalah teknologi 5G sebagai generasi kelima dalam sistem komunikasi seluler setelah 4G. Teknologi 5G mempunyai data yang akan dikirimkan melalui gelombang radio, yang memiliki perbedaan masing-masing. Perbedaan dibagi sesuai tipe komunikasi yang dibutuhkan, yaitu siaran televisi, mobile data, dan sinyal navigasi. Agar dapat memenuhi kebutuhan teknologi telekomunikasi yang berkembang saat ini, diperlukan perangkat antena yang menjadi perangkat penting untuk komunikasi bergerak dengan mengedepankan ukuran yang lebih kecil sesuai dengan kemajuan perangkat komunikasi. Antena merupakan perangkat komunikasi yang dapat mengubah besaran listrik dan saluran transmisi menjadi suatu gelombang elektromagnetik untuk diradiasikan ke udara bebas dan begitu juga sebaliknya. Antena dengan ukuran kecil yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan teknologi 5G salah satunya adalah antena mikrostrip.

Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki kelebihan dimensi yang tipis dan ringan. Antena mikrostrip cenderung memiliki *gain* yang kecil dikarenakan dimensinya yang kecil. Oleh karena itu, dibutuhkan perangkat tambahan yang dapat menjadi penunjang sebuah antena mikrostrip agar dapat memenuhi spesifikasi teknologi antena yang mampu bekerja pada frekuensi 3,5 GHz untuk teknologi 5G, sehingga mampu didapatkan spesifikasi *gain* yang diinginkan dengan tetap dapat mempertahankan ukurannya yang *compact*. Pada perancangan ini, antena mikrostrip ditambahkan penguat dan *metasurface* untuk meningkatkan *gain*.

1.2 Informasi Pendukung Masalah

1.2.1 Informasi Pendukung Penguat

Penguat adalah komponen elektronika yang dipakai untuk menguatkan daya (atau tenaga secara umum). Besarnya penguatan ini sering dikenal dengan istilah *gain*. Nilai dari *gain* yang dinyatakan sebagai fungsi frekuensi disebut sebagai fungsi transfer yang bertugas sebagai penguat akhir dari *amplifier* menuju ke driver speaker.

1.2.2 Informasi Pendukung Antena Mikrostrip

Antena adalah sebuah perangkat yang biasanya terbuat dari logam untuk memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik [3]. Antena mikrostrip merupakan salah satu jenis antena yang banyak digunakan pada perangkat telekomunikasi karena memiliki ukuran yang lebih kecil dari jenis antena yang lain. Antena mikrostrip merupakan salah satu jenis antena yang banyak digunakan pada perangkat telekomunikasi karena memiliki berat yang ringan serta mudah untuk difabrikasi.

1.2.3 Informasi Pendukung *Metasurface*

Metasurface ekuivalen dengan metamaterial dua dimensi. Metamaterial itu sendiri merupakan suatu struktur bahan tambahan yang mampu mencapai sifat elektromagnetik yang tidak dapat ditemukan di alam, agar suatu rancangan dapat mencapai parameter yang diinginkan secara efektif [1]. Pengaplikasian *metasurface* memiliki banyak fungsi, penggunaan *metasurface* yang cukup populer yaitu digunakan sebagai penyerap gelombang dan juga pemantul gelombang.

1.2.4 Informasi Pendukung 5G

| Requirement | Test environment | Indoor Hotspot-eMBB | Dense Urban-eMBB | Rural-eMBB | Urban Macro-mMTC | Urban Macro-URLLC | Evaluation methodology |
|-------------|---|---|--|--|--|--|---|
| | | | | | | | |
| 1 | Peak data rate | Downlink: 20 Gbps, Uplink: 10 Gbps | | | – | – | Analytical |
| 2 | Peak spectral efficiency | Downlink: 30 bps/Hz, Uplink: 15 bps/Hz | | | – | – | Analytical |
| 3 | User experienced data rate | – | Downlink: 100 Mbps Uplink: 50 Mbps | – | – | – | Analytical for single band and single layer cell layout Simulation for multi-layer cell layout |
| 4 | 5 th percentile user spectral efficiency | Downlink: 0.3 bps/Hz Uplink: 0.21 bps/Hz | Downlink: 0.225 bps/Hz Uplink: 0.15 bps/Hz | Downlink: 0.12 bps/Hz Uplink: 0.445 bps/Hz | – | – | Simulation |
| 5 | Average spectral efficiency | Downlink: 9 bps/Hz Uplink: 6.75 bps/Hz | Downlink: 7.8 bps/Hz Uplink: 5.4 bps/Hz | Downlink: 3.3 bps/Hz Uplink: 1.6 bps/Hz | – | – | Simulation |
| 6 | Area traffic capacity | 10 Mbps/m ² | – | – | – | – | Analytical |
| 7 | Latency | User plane | 4 ms | | – | 1 ms | Analytical |
| | | Control plane | 20 ms | | – | 20 ms | Analytical |
| 8 | Connection density | – | – | – | 1,000,000 device/km ² | – | Simulation |
| 9 | Energy efficiency | Shall have the capability to support a high sleep ratio and long sleep duration. | | | – | – | Inspection |
| 10 | Reliability | – | – | – | – | 1-10 ⁵ success probability of transmitting a layer 2 PDU (protocol data unit) of 32 bytes within 1 ms | Simulation |
| 11 | Mobility | Normalized traffic channel link data rates of 1.5 bps/Hz at 10 km/h in the uplink | Normalized traffic channel link data rates of 1.12 bps/Hz at 30 km/h in the uplink | Normalized traffic channel link data rates of 0.8 and 0.45 bps/Hz at 120 and 500 km/h, respectively, in the uplink | – | – | Simulation |
| 12 | Mobility interruption time | 0 ms | | | – | 0 ms | Analytical |
| 13 | Bandwidth | At least 100 MHz | | | Shall support bandwidths up to 1 GHz for operation in higher frequency bands (e.g. above 6 GHz). | | Inspection |

Gambar 1. 1 IMT-2020 *radio interface technical performance requirements, required values, and evaluation methodology*

Gambar 1.1, merupakan ketentuan kebutuhan 5G yang didefinisikan oleh IMT-2020.

Rentang frekuensi yang dimiliki 5G adalah 1-6 GHz dan di atas 6 GHz. Di dalam 1-6 GHz, terdapat rentang spektrum frekuensi 3,3-3,8 yang terpilih di beberapa negara sebagai rentang frekuensi yang digunakan. 5G memiliki band frekuensi yang bervariasi dan menjadi beberapa trunk antara lain n78, n77 dan lainnya dari trunk n78 yang umumnya digunakan pada Eropa dan Asia, dimana Indonesia termasuk pada area Asia walaupun Indonesia saat ini belum menggunakan frekuensi 3,5 GHz belum terwujud dikarenakan masih dipakai untuk komunikasi satelit. Frekuensi 3,5 GHz tidak hanya untuk 5G tetapi dapat digunakan untuk teknologi komunikasi nirkabel, termasuk 5G, 4G LTE, WI-FI, dan lainnya. Saat ini, frekuensi tertinggi 5G yang tersedia di Indonesia adalah 2,3 GHz yang digunakan oleh Telkomsel. Frekuensi 3,5 GHz merupakan frekuensi terpilih yang digunakan untuk dikembangkan oleh operator, bergantung kesepakatan operator dan pemerintah sebagai pengelola frekuensi negara.

1.2.5 Informasi Pendukung Sistem

Ketiga rancangan perangkat yang berbeda-beda ini nantinya akan dirangkai menjadi satu setelah melalui tahap-tahap optimasi. Penguat pada rancangan antena di sini akan berperan sebagai penguat daya yang akan mengurangi *noise* yang akan mengganggu proses transmisi 5G. Pemilihan antena mikrostrip di sini dilandasi oleh perangkat pada masa kini yang berlomba-lomba memiliki dimensi kecil dengan spesifikasi yang tinggi, penambahan *metasurface* pada antena dapat dijadikan sebagai solusi untuk membantu pengoptimalan spesifikasi yang dalam hal ini yaitu *gain*, dengan mempertahankan dimensinya yang kecil.

1.3 Analisis Umum

Perancangan dan realisasi *capstone design* ini dapat dianalisis dari berbagai aspek dengan rincian sebagai berikut:

1.3.1 Aspek Ekonomi

Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki dimensi kecil serta murah dalam fabrikasinya, sehingga untuk aspek ekonomi dari perancangan ini yaitu tidak memakan biaya yang besar.

1.3.2 Aspek Manufakturabilitas

Pembuatan atau manufaktur pada pembuatan antena ini dapat dikategorikan cukup rumit, namun apabila perancangan ini terealisasi, dapat menghasilkan sebuah antena mikrostrip dengan ukuran yang *compact* serta kecil dengan spesifikasi yang cukup tinggi, sehingga rumitnya pembuatan antena ini sebanding dengan spesifikasi tinggi yang akan dihasilkan nantinya.

1.3.3 Aspek Keberlanjutan

Rancangan antena yang telah terealisasi nantinya memiliki aspek berkelanjutan yang berarti alat ini dapat dikembangkan menggunakan metode lain sebagai bahan studi dan digunakan pada masa depan dengan perkembangan teknologi terutama di bidang telekomunikasi.

1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, perancangan antena mikrostrip 5G ini memiliki beberapa kebutuhan yang perlu dicapai agar spesifikasi yang diinginkan dapat terpenuhi. Kebutuhan yang perlu dipenuhi dapat disebutkan sebagai berikut:

1. Frekuensi kerja pada penelitian ini menggunakan 3.5 GHz.
2. Penggunaan substrat FR-4 epoxy.
3. Arah pola radiasi antena 5G yang diperlukan adalah unidireksional.

Beberapa tujuan perancangan ini yaitu,

1. Mendesain antena mikrostrip yang bekerja pada frekuensi 3,5 GHz.
2. Menambahkan dan menganalisis lapisan *metasurface* pada antena mikrostrip.
3. Menentukan solusi untuk peningkatan *gain*.
4. Penentuan metode *metasurface* yang dapat menunjang peningkatan *gain* antena mikrostrip pada frekuensi kerja 3.5 GHz.
5. Mengimplementasikan perangkat tambahan dan *metasurface* untuk peningkatan *gain* dengan target penambahan sebesar 3 *dBi* pada sebuah antena mikrostrip 5G.

1.5 Solusi Sistem yang Diusulkan

Usulan solusi yang dapat digunakan untuk mendapatkan besar *gain* yang diinginkan yaitu dengan menambahkan penguat pada bagian *ground plane* antena utama, memodifikasi bentuk antena, dan merangkai antena utama dengan bahan *metasurface*.

1.5.1 Karakteristik Produk

A. Penguat

Penguat adalah suatu peralatan elektronik atau rangkaian elektronika yang digunakan untuk memperbesar sinyal yang diberikan pada frekuensi tertentu. Fungsi dari penguat adalah mendukung peningkatan *gain* sebagai penguat daya pada bagian pengirim. Terdapat dua jenis penguat yang dapat digunakan sebagai solusi peningkatan *gain*, yaitu:

a. LNA

Low Noise Amplifier (LNA) adalah sebuah komponen yang untuk meningkatkan sinyal input sekaligus menekan noise dan merupakan komponen yang dekat dengan antena sebagai sistem penerima (*receiver*). Fungsi LNA ini untuk memperkuat daya sinyal yang dikirim atau diterima.

b. HPA

High Power Amplifier (HPA) adalah salah satu bagian dalam radar yang dibutuhkan, yang berfungsi sebagai penguat sinyal yang diteruskan ke pemancar.

B. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip terdiri dari tiga bagian, yaitu *ground plane*, substrat dielektrik, dan patch. Pada antena mikrostrip, patch berfungsi untuk menyalurkan gelombang elektromagnetik. Patch pada antena ini memiliki karakteristik yaitu semakin besar frekuensi kerja maka semakin kecil ukuran dari patch tersebut dan juga sebaliknya.

Dalam perancangan antena, terdapat beberapa cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan *gain* yang diinginkan, yaitu dengan menentukan dimensi yang tepat dalam peningkatan serta memodifikasi dari bentuk antena pada bagian patch, bagian groundplane, dan jenis bahan substrat yang dipakai, atau dapat dengan menambahkan penguat pada antena, serta dapat juga dengan menambahkan *metasurface* pada antena.

C. *Metasurface*

Metasurface merupakan versi dua dimensi dari metamaterial. Fitur utama dari metamaterial adalah karakteristiknya yang memiliki nilai permitivitas(ϵ) serta/atau permeabilitas(μ) negatif. Pada antena, metamaterial dapat digunakan sebagai bahan tambahan yang paling sering digunakan sebagai absorber, selain itu, metamaterial pada antena juga banyak digunakan untuk meningkatkan bandwidth, efisiensi radiator, sebagai reflektor gelombang [5], serta meningkatkan parameter antena lainnya seperti *gain* dengan tetap mempertahankan dimensi antena utama yang kecil.

Dalam berbagai aplikasi, penggunaan *metasurface* lebih menguntungkan untuk dipilih, sebab ukurannya yang lebih kecil dari metamaterial dan menawarkan struktur yang memungkinkan untuk transmisi less-lossy [6].

Dengan pemilihan tipe dan *modelling metasurface* yang tepat, akan dapat meningkatkan efisiensi dimensi antena dan meningkatkan spesifikasi antena dengan mengoptimalkan parameter utama yang dimiliki oleh antena.

1.5.2 Skenario Penggunaan

1. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip yang akan dibuat ini memiliki frekuensi kerja 3.5 GHz. Pada antena ini akan terintegrasi dengan penguat pada bagian *ground plane* antena. Antena ini juga disusun dengan lapisan *metasurface* yang dipasang dengan jarak tertentu. Antena mikrostrip berguna sebagai *transceiver* dengan pola radiasi unidireksional serta memiliki *gain* 2 dBi.

2. *Metasurface*

Pemasangan *metasurface* pada susunan antena ini bertujuan untuk membantu menunjang karakteristik dan parameter antena yang akan didapatkan nantinya. Pada rancangan ini, *metasurface* akan dimanfaatkan sebagai penyerap gelombang yang akan menghilangkan radiasi sinyal yang tidak diinginkan, sehingga gelombang menjadi terserap dengan lebih baik. Untuk pemilihan model *metasurface* yang akan digunakan di perancangan ini, akan difokuskan untuk model yang mampu meningkatkan *gain* dari antena utama.

A. Skema A (Integrasi Penguat LNA)

Pada perancangan ini, penguat akan dipasangkan di bagian *ground plane* antena utama yang berfungsi untuk memperkuat sinyal yang sangat lemah yang diterima oleh antena dengan menambahkan sedikit *noise* dan meminimalkan distorsi sinyal. *Low noise Amplifier* memiliki spesifikasi yang harus diperhatikan, seperti stabilitas, *noise figure*, *gain*, *bandwidth*, linearitas, dan jangkauan dinamis. Oleh karena *Low Noise Amplifier* sangat penting, maka perlu dilakukan perancangan *Low Noise Amplifier*, untuk meningkatkan *gain* pada antena sesuai dengan penguatan daya pada frekuensi yang diinginkan.

B. Skema B (Integrasi Penguat HPA)

Skenario kedua pada perancangan ini yaitu dengan menambahkan penguat berupa HPA yang akan dipasangkan di bagian *ground plane* antena utama dengan tujuan untuk penguatan daya dan berfungsi untuk meningkatkan level daya sinyal sebelum dipancarkan melalui antena pada frekuensi rentang yang telah ditentukan sampai dengan level daya yang diinginkan pada keluarannya. Dengan begitu *gain* pada antena dapat meningkat.

1.6 Kesimpulan dan Ringkasan CD-1

Dokumen CD-1 ini berisikan mengenai perancangan antena 5G. Antena 5G perlu memiliki dimensi yang kecil dengan spesifikasi yang baik sehingga dapat diaplikasikan pada *small device*. Solusi yang akan digunakan pada perancangan tugas akhir ini yaitu dengan menambahkan penguat dan lapisan *metasurface* sebagai perangkat yang membantu peningkatan *gain* pada antena mikrostrip. Sehingga, antena mikrostrip ini akan memiliki dimensi yang *compact* dengan *gain* yang optimum.