

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi di era digital sangatlah pesat dan telah membawa berbagai perubahan di masyarakat. Salah satu bidang teknologi yang berkembang pesat adalah di bidang telekomunikasi. Kebutuhan akan kapasitas yang lebih besar dan kecepatan yang lebih tinggi mendorong berkembangnya teknologi ke generasi yang lebih mumpuni. Teknologi 5G menjadi sorotan karena memiliki kecepatan pengiriman data yang lebih cepat dibandingkan teknologi 4G yaitu dapat mencapai kecepatan hingga 1 Gbps.

Teknologi 5G menyediakan kecepatan transmisi yang jauh lebih baik dibandingkan generasi sebelumnya dan sangat cocok diimplementasikan khususnya pada kawasan yang memerlukan penggunaan data yang tinggi seperti di area dalam ruangan seperti ruang-ruang kelas. Untuk mendukung implementasi teknologi 5G dalam ruangan, dibutuhkan komponen komunikasi yang memiliki sifat *compact*. Antena mikrostrip merupakan komponen yang bersifat compact dan mudah untuk difabrikasi yang berarti sangat cocok untuk diimplementasikan di dalam ruangan. Namun, *gain* dari antena mikrostrip sangat kecil dan masih jauh dari persyaratan kebutuhan, dimana pada teknologi 5G dibutuhkan antena dengan *gain* yang tinggi untuk mentransmisikan sinyal dengan kecepatan yang optimal, sehingga harus digunakan suatu metode untuk meningkatkan *gain* pada antena mikrostrip.

Salah satu metode yang banyak digunakan untuk meningkatkan *gain* adalah dengan menggunakan metode *array* pada antena. Pada penelitian yang telah dilakukan [1-3], didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa antena *array* memiliki *gain* yang lebih tinggi dibandingkan antena satu elemen. Namun, pada metode *array* ini berakibat pada bertambahnya dimensi dari antena yang membuat ukurannya menjadi besar. Oleh karena itu, metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menambahkan metasurface sebagai superstrate dimana penggunaannya memiliki keunggulan untuk meningkatkan *gain* antena tanpa

membuat dimensi antenna menjadi lebih besar untuk mempertahankan sifat compact dari antenna mikrostrip [4].

Agar teknologi 5G dapat memberikan layanan yang optimal dibutuhkan alokasi spektrum frekuensi, diantaranya ada *low band* dengan frekuensi kurang dari 1 GHz, *mid band* dengan rentang frekuensi 1-6 GHz dan *high band* dengan rentang frekuensi lebih dari 6 GHz [5]. Untuk penggunaan frekuensi pada teknologi 5G di Indonesia rencananya akan memanfaatkan pita frekuensi 3,5 GHz yang berada pada rentang 3,4 - 3,6 GHz [6]. Dengan demikian, pada penelitian ini akan dilakukan perencanaan dan merealisasikan antenna *metasurface* untuk teknologi 5G yang dapat digunakan di ruang-ruang kelas dengan rentang frekuensi 3,4 - 3,6 GHz.

1.2 Informasi Pendukung Masalah

Menurut Kominfo, jaringan 5G di Indonesia disiapkan untuk *low band* pada pita frekuensi 700 MHz, *middle band* pada pita frekuensi 3,5 GHz dan 2,6 GHz dan *high band* pada pita frekuensi 26 GHz dan 28 GHz. Oleh karena itu antenna *metasurface* akan dirancang menggunakan frekuensi 3,5 GHz. Pada artikel [7] telah diulas mengenai *roadmap* dari pengembangan antenna berbasis *metasurface*. Menurut Wang et al., (2020) dengan mengintegrasikan *metasurface* pada antenna konvensional, kinerja dari antenna dapat ditingkatkan secara signifikan, termasuk dalam meningkatkan *gain*, meningkatkan efisiensi *aperture*, mengurangi profil atau volume dan mengendalikan pola radiasi. Pada [8] telah dilakukan perancangan antenna mikrostrip pada frekuensi 7,26 GHz dengan penambahan *metasurface* layer ganda 2 x 2 sebagai *superstrate* yang memiliki *unit cell* berbentuk hexagonal. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa antenna mikrostrip tanpa *metasurface* memiliki *gain* 3,28 dB dan nilai S11 sebesar -31,217 kemudian setelah penambahan *metasurface* *gain* menjadi 6,554 dB dan nilai S11 menjadi -38,338 dB. Selain itu pada [9] juga telah dilakukan perancangan antenna mikrostrip pada frekuensi 4,8 GHz dengan penambahan satu *layer metasurface* 4 x 4 sebagai *superstrate* yang memiliki *unit cell* berbentuk *window-shaped*. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa *gain* setelah antenna mikrostrip yang terintegrasi dengan *metasurface* sebagai *superstrate* mengalami peningkatan sebesar 2,42 dBi menjadi 7,63 dBi.

1.3 Analisis Umum

Dalam perancangan antenna mikrostrip dengan ditambahkan metamaterial sebagai *metasurface*, dapat dianalisis beberapa aspek diantaranya sebagai berikut :

1.3.1 Aspek Manufakturabilitas

Dalam mendesain antenna *metasurface* untuk diimplementasikan di dalam ruangan, tentunya dibutuhkan tenaga ahli yang memahami tentang desain dan juga pengetahuan mengenai antenna. Selain itu, alat-alat untuk merealisasikan antenna yang perlu disiapkan diantaranya plat tembaga, substrat FR-4, konektor SMA, dan *spacer nylon* yang mudah dicari di pasaran. Kemudian, untuk mendesain antenna dan mensimulasikan hasil dari antenna yang didesain diperlukan *software* aplikasi seperti CST *Studio Suite*. Pengujian pada penelitian ini dilakukan dalam *chamber* dan laboratorium antenna. Untuk pelaksanaan penelitian, diperlukan ketersediaan materi atau referensi sebagai acuan dalam perancangan antenna yang akan didesain.

1.3.2 Aspek Ekonomi

Produk untuk teknologi 5G cenderung memiliki harga yang relatif mahal yang dijual secara komersial di toko elektronik ataupun di toko *online*. Dengan adanya penelitian ini, akan diciptakan sebuah antenna *metasurface* dengan kualitas mumpuni dan harga yang terjangkau.

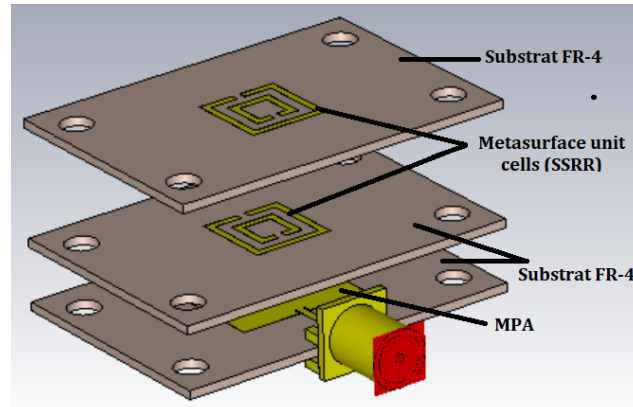
1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Produk yang akan dihasilkan dari penelitian ini adalah sebuah antenna dengan ukuran kecil yang dapat digunakan di dalam ruangan. Kebutuhan yang harus terpenuhi dalam penelitian ini adalah antenna tersebut harus memiliki daya pancar yang baik dan menghasilkan *gain* yang mumpuni. Selain itu, antenna yang dirancang harus sederhana dan mudah untuk dipasang dalam ruangan.

1.5 Solusi Sistem yang Diusulkan

1.5.1 Karakteristik Produk

1.5.1.1 *Metasurface* sebagai *Superstrate*



Gambar 1.1 Antena dengan Metasurface sebagai superstrate

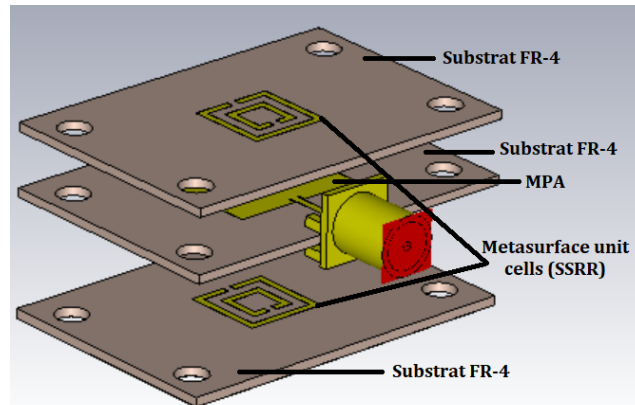
Fitur Utama: Fitur Utama dari produk yang akan direalisasikan adalah sebuah *layer metasurface* yang terdiri dari dua lapisan, lapisan pertama adalah substrat FR-4, lapisan kedua adalah unit cell SSRR (*Square Split Ring Resonator*). Antena mikrostrip memiliki *gain* yang sangat kecil dan jauh dari kebutuhan untuk teknologi 5G, maka dari itu dimanfaatkan *metasurface* ini untuk ditempatkan berada di depan antena mikrostrip sebagai *superstrate* dimana akan berfungsi sebagai lensa yang akan memfokuskan radiasi gelombang elektromagnetik, yang akan mengarah kepada peningkatan *gain* pada antena mikrostrip.

Fitur Dasar: Fitur dasar dari produk yang akan direalisasikan adalah sebuah antena mikrostrip, dimana pada antena mikrostrip akan tersusun dari tiga bagian. Bagian paling bawah adalah *groundplane* kemudian di atasnya ditempatkan substrat FR-4 dan bagian di atas substrat FR-4 adalah *patch* berbentuk *rectangular* yang akan berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik.

Fitur Tambahan: Fitur tambahan dari produk yang akan direalisasikan adalah dengan menambahkan sebuah *layer metasurface* lagi di depan *layer metasurface* pada fitur utama dengan model yang sama, dimana nantinya akan ada dua *layer metasurface* dengan unit cell SSRR (*Square Split Ring Resonator*) sebagai *superstrate* yang akan dapat meningkatkan *gain* yang lebih baik daripada menggunakan satu *layer metasurface* pada antena mikrostrip.

Sifat solusi yang diharapkan: Dapat digunakan untuk teknologi 5G, harga terjangkau, mudah ditempatkan di dalam ruangan.

1.5.1.2 *Metasurface* sebagai Reflector



Gambar 1.2 Antena dengan *Metasurface* sebagai Reflector

Fitur Utama: Fitur Utama dari produk yang akan direalisasikan adalah sebuah *layer metasurface* yang terdiri dari dua lapisan, lapisan pertama adalah substrat FR-4, lapisan kedua adalah unit *cell* SSSR (*Square Split Ring Resonator*). Antena mikrostrip memiliki *gain* yang sangat kecil dan jauh dari kebutuhan untuk teknologi 5G, maka dari itu dimanfaatkan *metasurface* ini untuk ditempatkan berada di depan antena mikrostrip sebagai *superstrate* dimana akan berfungsi sebagai lensa yang akan memfokuskan radiasi gelombang elektromagnetik, yang akan mengarah kepada peningkatan *gain* pada antena mikrostrip.

Fitur Dasar: Fitur dasar dari produk yang akan direalisasikan adalah sebuah antena mikrostrip, dimana pada antena mikrostrip akan tersusun dari tiga bagian. Bagian paling bawah adalah *groundplane* kemudian di atasnya ditempatkan substrat FR-4 dan bagian di atas substrat FR-4 adalah *patch* berbentuk *rectangular* dengan bahan tembaga yang akan berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik.

Fitur Tambahan: Fitur tambahan dari produk yang akan direalisasikan adalah dengan menambahkan sebuah *layer metasurface* di belakang antena mikrostrip sebagai *reflector* dengan model *metasurface* yang sama seperti pada fitur utama yaitu *metasurface* dengan unit *cell* SSRR (*Square Split Ring Resonator*). *Layer*

metasurface yang berperan sebagai *reflector* juga dapat digunakan untuk peningkatan *gain* pada antena mikrostrip.

Sifat solusi yang diharapkan: Dapat digunakan untuk teknologi 5G, harga terjangkau, dan mudah ditempatkan di dalam ruangan.

1.5.2 Skenario Penggunaan

1.5.2.1 *Metasurface* sebagai *Superstrate*

Produk ini dirancang agar dapat mencakup area kelas dengan ukuran 8 x 7 x 2.9 meter. Antena *metasurface* direncanakan dapat memiliki *beamwidth* yang cukup untuk mencakup area kelas dari pojok ruangan yang nantinya dapat meradiasikan gelombang elektromagnetik dengan pola radiasi *unidirectional* di dalam ruangan kelas untuk teknologi 5G. Penggunaan produk ini dapat ditujukan untuk memperoleh kecepatan transmisi yang mumpuni pada teknologi 5G yang bekerja pada frekuensi 3,5 GHz.

1.5.2.2 *Metasurface* sebagai *Superstrate-Reflector*

Penggunaan produk ini dirancang untuk mengoptimalkan kegiatan perkuliahan yang membutuhkan akses internet yang mumpuni seperti layanan pada teknologi 5G. Cara menggunakan produk ini sederhana yaitu, produk ini ditempatkan di sudut atas dengan ketinggian 2.9 meter dalam ruangan kelas yang berukuran 8 x 7 x 2.9 meter. Antena *metasurface* tersebut direncanakan dapat meradiasikan gelombang elektromagnetik dengan pola radiasi *unidirectional* di dalam ruangan kelas untuk teknologi 5G pada frekuensi 3,5 GHz.

1.6 Kesimpulan dan Ringkasan CD-1

Untuk mendukung implementasi teknologi 5G dalam ruangan, dibutuhkan komponen komunikasi yang memiliki sifat *compact* dimana antena mikrostrip merupakan komponen yang bersifat *compact* yang berarti cocok untuk diimplementasikan di dalam ruangan tetapi masih memiliki *gain* yang rendah. Pada teknologi 5G dibutuhkan antena dengan *gain* yang tinggi untuk mentransmisikan sinyal dengan kecepatan yang optimal, sehingga harus digunakan suatu metode untuk meningkatkan *gain* pada antena mikrostrip. Metode array dapat meningkatkan *gain*, akan tetapi membuat antena menjadi besar. Dengan menambahkan *metasurface* dengan teknik multilayer, akan memungkinkan untuk

mendapatkan peningkatan *gain* pada antena tanpa memperbesar ukuran dari antena mikrostrip.

Solusi yang diusulkan untuk masalah ini ada 2, yaitu antena dengan *metasurface* sebagai *superstrate* dan antena dengan *metasurface* sebagai *superstrate* dan *reflector*. Antena *metasurface* sebagai *superstrate* dirancang dengan menempatkan *metasurface* di depan mikrostrip sedangkan antena *metasurface* sebagai *superstrate* dan *reflector* dirancang dengan menempatkan *metasurface* di depan mikrostrip sebagai *superstrate* kemudian menempatkan *metasurface* di belakang mikrostrip sebagai *reflector*. Reflector memiliki *groundplane* dibagian belakang layernya agar radiasi dapat lebih dipantulkan ke depan.