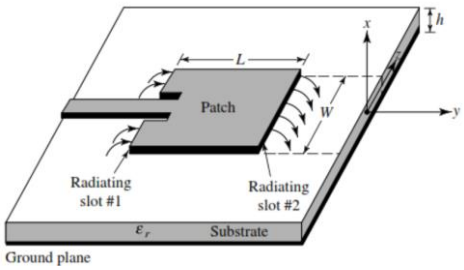
BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah antena yang tersusun dari 3 elemen, diantaranya yaitu: elemen substrat (*substrate*), elemen peradiasi (*patch*), dan elemen pentanahan (*ground*) [16].



Gambar 2.1 Antena mikrostrip [16]

Patch merupakan bagian dari antena mikrostrip yang terbuat dari logam yang berfungsi untuk memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik [16]. Bentuk dari *patch* dapat bermacam-macam seperti persegi panjang, lingkaran, segitiga, dan lain seba*gain*ya yang mana pada masing- masing bentuk terdapat cara perhitungan yang berbeda pada saat proses pendesainannya [17].

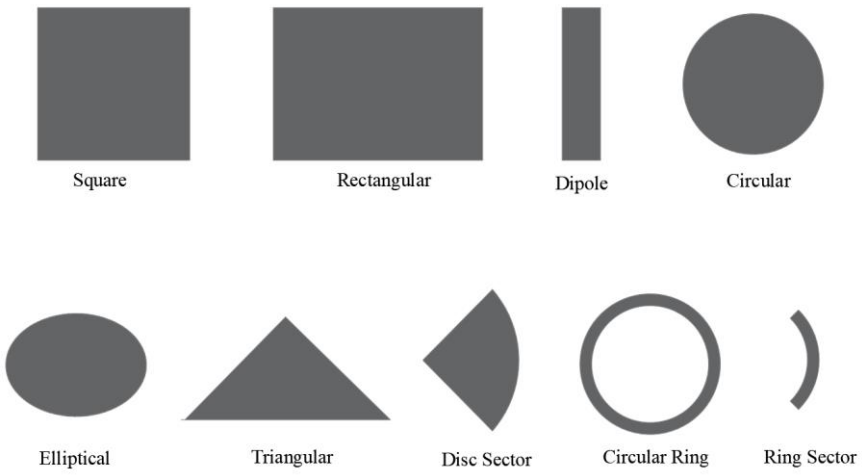
Substrat merupakan lapisan dielektrik yang terletak dibawah *patch* yang berfungsi untuk memisahkan antara *patch* dengan lapisan bawah yang disebut *ground* ketebalan dari substrat juga akan mempengaruhi sifat impedansi dan efisiensi antena [16]. *Ground* merupakan lapisan yang konduktor yang terletak dibawah substrat antena yang berfungsi sebagai reflektor yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan, serta mempengaruhi impedansi dan pola radiasi antena [16]

Pada antena mikrostrip terdapat nilai radiasi tertinggi terutama pada bagian, dan biasanya dibuat substrat dengan bahan yang tebal serta konstanta dielektrik yang rendah guna meningkatkan efisiensi dan lebar radiasi, namun hal ini akan meningkatkan ukuran antena itu sendiri [18]. Hampir semua perangkat komunikasi nirkabel tidak memiliki antena fisik, hal ini disebabkan karena peralatan telekomunikasi menggunakan antena mikrostrip yang dapat langsung diintegrasikan ke dalam perangkat [19].

Meskipun antena mikrostrip memiliki dimensi yang kecil, namun antena mikrostrip memiliki kemampuan untuk bekerja pada frekuensi yang sangat tinggi. Kelebihan lain dari antena ini juga diantaranya yaitu dengan bentuknya yang *compact* membuat bahan baku yang digunakan untuk fabrikasi menjadi sedikit sehingga biaya yang dikeluarkan pun relatif murah. Akan tetapi, dari dimensinya yang kecil tersebut mengakibatkan *bandwidth* dari antena ini juga relatif kecil.

2.1.1 Elemen Peradiasi (*patch*)

Elemen peradiasi atau *patch* pada antena merupakan konduktor tipis yang biasanya terbuat dari bahan tembaga yang dapat beresonansi dengan frekuensi kerjanya [20]. *Patch* antena juga memiliki berbagai bentuk dengan masing-masing bentuk tersebut memiliki Panjang gelombang yang berbeda [17], [20].



Gambar 2.2 *Patch* antena mikrostrip

2.1.2 Substrat Dielektrik

Substrat dielektrik merupakan bagian dari antena mikrostrip yang berfungsi sebagai media penyaluran gelombang elektromagnetik dari saluran catu ke *patch* serta bersifat *non magnetic*. Material yang digunakan untuk membuat substrat biasanya terbuat dari FR4 (*Flame Retardan* 4) serta menggunakan spesifikasi ketebalan 1.6 mm – 1.8 mm. FR4 banyak digunakan dalam pembuatan PCB (*Printed Circuit Board*) karena memiliki sifat isolasi yang baik, tahan terhadap panas, serta biaya nya yang terjangkau, sehingga dapat diproduksi massal khusus

nya untuk produk elektronik yang terdapat pada antena dan *system microwave* [17], [20]. Jenis substrat yang digunakan pada penelitian ini adalah Rogers RT5880 karena substrat tersebut memiliki keunggulan diantara substrat lainnya [21]. Berikut ini merupakan keunggulan dari substrat Rogers RT5880 antara lain:

1. Memiliki kemampuan konduktivitas termal yang sangat baik sehingga dapat membantu menjaga sirkuit agar tetap dingin dan mencegah *overheating*
2. Memiliki stabilitas dimensi yang tinggi sehingga substrat tidak akan melengkung atau berubah bentuk walau dalam kondisi suhu atau kelembaban yang ekstrim.
3. Mudah diproses menggunakan teknik manufaktur papan sirkuit standar.
4. *Solderability* yang baik, sehingga membuatnya mudah untuk melakukan perakitan dan penyolderan komponen.
5. Rogers RT5880 cocok untuk berbagai aplikasi, termasuk sirkuit elektronik daya, sirkuit RF dan *microwave* hingga sirkuit digital kecepatan tinggi.

2.2 *Filtering Antenna* dalam Komunikasi Nirkabel

Filtering antenna dalam komunikasi nirkabel berfungsi untuk membatasi atau mengontrol rentang frekuensi sinyal yang diterima atau dikirim oleh antena yang merujuk pada integrasi elemen penyaringan ke dalam desain antena. *Filtering antenna* dilakukan guna mengoptimalkan performa komunikasi nirkabel dalam lingkunagan yang kompleks karena komunikasi yang diinginkan bisa saja terganggu oleh adanya *noise* dan berbagai sinyal interferensi [22]. *Filtering antenna* juga memiliki beberapa tujuan sebagai berikut:

1. Penyaringan interferensi: *Filtering antenna* digunakan untuk memblokir sinyal-sinyal yang datang dari luar yang dapat mengganggu dan hanya menerima atau mengirimkan sinyal yang relevan [23].
2. Penyaringan harmonik: Beberapa perangkat elektronik menghasilkan frekuensi kedua dari sinyal asli atau bisa disebut juga dengan harmonik. Fungsi dari *filtering* ini untuk membantu menyaring harmonik agar tidak mempengaruhi performa komunikasi [24].

3. Pengurangan *noise*: Antena juga dapat menerima sinyal gangguan atau biasa disebut *noise* yang dapat merugikan kualitas komunikasi. *Filtering antenna* dapat membantu mengurangi dampak dari *noise* ini agar sinyal yang diinginkan tetap terjaga [17].
4. Peningkatan selektivitas: Dengan menggunakan *filtering*, antena dapat memiliki karakteristik selektivitas yang ditingkatkan terhadap frekuensi tertentu, sehingga memungkinkan dapat lebih responsif terhadap frekuesi yang ditargetkan [25].
5. Peningkatan kualitas sinyal: Dengan menyaring sinyal gangguan dari luar, sinyal yang akan diterima atau dikirimkan akan menjadi lebih bersih serta memiliki kualitas yang baik [25].
6. Pengurangan intermodulasi: *Filtering antenna* juga dapat membantu terjadinya intermodulasi, yang mana ini merupakan fenomena ketika dua atau lebih sinyal frekuensi yang berbeda berinteraksi [17], [25].

2.3 *Bandwidth*

Bandwidth merupakan nilai rentang frekuensi ketika perangkat radio frekuensi dengan karakteristik dan standar yang ditetapkan telah sesuai, serta besarnya saluran transmisi untuk dilewati sinyal informasi. [26], [27].

2.4 S-*Parameter*

Scattering Parameter atau S-*Parameter* merupakan ukuran atau parameter yang terdapat pada antena mikrostrip yang digunakan untuk menggambarkan bagaimana suatu antena atau komponen mikrostrip merespon terhadap sinyal elektromagnetik yang datang kedalamnya [19], [28].

S-*Parameter* dinyatakan dalam bentuk S11, S21, S12, dan S22 sebagai komponen utamanya. Berikut merupakan penjelasan dari komponen-komponen berikut:

1. S11 (koefisien refleksi depan): Mengukur sejauh mana sinyal yang datang ke *port input* dipantulkan kembali tanpa adanya transmisi ke dalam sistem.
2. S21 (koefisien transmisi dari *port* 1 ke *port* 2): Menunjukkan seberapa baik sinyal yang datang ke *port input* yang ditransmisikan ke *port output*.

3. S12 (koefisien transmisi dari *port* 2 ke *port* 1): Menunjukkan seberapa baik sinyal dari *port output* salurkan kembali ke *port input.*
4. S22 (koefisien refleksi dalam): Mengukur sejauh mana sinyal yang datang ke *port output* lalu dipantulkan kembali tanpa adanya transmisi ke dalam sistem.

2.5 Koefisien refleksi

Koefisien refleksi merupakan ukuran seberapa baik daya yang dikirimkan ke antena lalu dikembalikan ke sumbernya yang biasanya terjadi karena pantulan. Koefisien refleksi mengukur refleksi sinyal di antara antena dan sumbernya. Semakin tinggi koefisien refleksi nya, maka akan semakin sedikit pula daya yang dipantulkan serta semakin baik juga antena dapat menyesuaikan impedansi dengan sumbernya [17].

Fungsi koefisien refleksi juga serupa dengan VSWR yaitu untuk menentukan *matching* antara antena dan *transmitter*. Nilai koefisien refleksi yang baik pada antena yaitu di bawah -10 dB atau 90% sinyal yang diserap dan 10% sinyal yang dipantulkan kembali [19].

2.6 *Voltage Standing Wave Ratio (*VSWR*)*

VSWR adalah pengukuran dasar impedansi antara *transmitter* dan antena. Nilai VSWR yang baik adalah 1. Namun, merupakan hal yang sulit untuk mendapatkan nilai tersebut, sehingga untuk nilai VSWR diberi toleransi menjadi kurang dari 2. Jika nilai VSWR semakin tinggi, maka kemungkinan *missmatch* pada *transmitter* dan antena akan semakin besar, namun jika nilai tersebut semakin kecil, maka antena akan semakin *matching* [19].

2.7 *Gain*

Gain pada antena mikrostrip merupakan perbandingan antara daya radiasi didalam suatu arah tertentu dengan daya yang nantinya akan dimiliki oleh antena ideal yang sama serta mengacu pada kemampuan antena guna mengarahkan daya radiasi dalam suatu arah tertentu. *Gain* dapat mengukur efisiensi antena dalam

mengubah energi listrik menjadi radiasi elektromagnetik dalam arah tertentu [17], [19].

2.8 CST Studio Suite

CST Studio Suite merupakan perangkat lunak simulasi elektromagnetik 3D yang digunakan untuk menganalisis serta merancang berbagai jenis perangkat dan sistem elektromagnetik. CST Studio Suite merupakan perangkat lunak yang popular digunakan dalam bidang rekayasa elektromagnetik, termasuk perangkat mikrostrip, desain antena, sirkuit tercetak, filter, komponen optik, dan masih banyak lagi [29].

CST Studio Suite memungkinkan desainer dan insinyur untuk melakukan simulasi serta menganalisis perilaku elektromagnetik dari perangkat atau sistem sebelum dilakukannya fabrikasi. Hal ini membantu untuk menghemat biaya, waktu, serta upaya yang diperlukan dalam pengembangan dan optimasi produk [17].

2.9 Kajian Pustaka

Penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian mengenai desain *wideband antenna* dengan fungsi *filtering* dibuat rangkuman pada bagian ini. Berikut ini merupakan beberapa penelitian terdahulu yang menjadi referensi pada penelitian yang sedang dilakukan.

Pada referensi [4] ini menggunakan resonator berbentuk H ganda yang memiliki nilai frekuensi 2.4 GHz dan 3.42 GHz, *fractional bandwidth* (FWB) 7.2% dan *return loss* yang tidak kurang dari 22 dB. Filter yang dibuat dikombinasikan dengan kopling EM campuran yang mana kopling ini berkonsentrasi pada resonator yang digabungkan sedangkan medan magnet berkonsentrasi pada area kopling antara *feed line* dan resonator berbentuk H ganda. Pada referensi ini juga memiliki *insertion loss* pada 2.44 GHz/1.43 dB dan 3.52 GHz/1.59 dB serta *return loss* pada 22 dB.

Pada referensi [5] perancangan bentuk antena dibuat menyerupai bentuk Γ yang strukturnya dicetak pada substrat jenis Rogers5880 dengan *dielectric constant* 2.2, *lost tangent* 0.03 dan ketebalan 0.508 mm. Ukuran pada *ground plane* yaitu L×W=29.4×17.5 mm serta panjang total antena yaitu 26.68 mm dan panjang

feeding line nya 26.47 mm dengan lebar antena 1.77 mm. Hasil pengukuran pada referensi ini mendapatkan frekuensi *bandwidth* sebesar 2.7%, *gain* sebesar 2.6 GHz, juga *return loss* sebesar 13.53 dB pada frekuensi 2.6 GHz.

Pada Referensi [6] desain antena terdiri dari tiga lapisan substrat Rogers RT5880 dengan lapisan atas sebagai slot antena konvensional dengan slot berbentuk huruf "U" yang terukir pada *patch*. *Electromagnetic Band Gap* (EBG) pada antena dirancang di lapisan tengah dan bawah yang bertindak sebagai reflektor antena yang berfungsi untuk menghasilkan penguatan antena yang tinggi. Sedangkan dua EBG pada bagian bawah *feeding patch* dilepas karena mengganggu arus pada *patch*. Hasil pengukuran pada antena ini didapatkan *stopband resonance point* 34.6 GHz. Hasil dari dual passband kurang dari -10 dB, dan *gain* diatas 7.5 dB adalah 26-34 GHz dan 37.5-38.5 GHz, serta *gain* dibawah 5 dB adalah 34.0-35.5 GHz. kesimpulan dari referensi ini yaitu memberikan solusi baru untuk desain *filtering antenna* pada *stopband* yang lebar.

Pada referensi [7] desain antena menggunakan spesifikasi substrat jenis Rogers RT/Duroid 5880 (ε_r= 2.2, tan δ = 0.001) dengan ketebalan t = 0.79 mm dengan menggunakan ukuran *ground plane* 70 x 50 mm. *Dual-band filtering antenna* (DBFA) pada referensi ini dirancang untuk menghasilkan *upper band centered* pada f_U = 4.7 GHz, *return loss* = 10 dB, *bandwidth* sebesar 3% dan TZ pada 4.85 GHz. sedangkan *lower band* berpusat pada f_L = 4.1 GHz dengan *bandwidth* sebesar 1.2% dan TZ pada 4.2 GHz. ukuran ground plane pada DBFA ini adalah 70 x 50 mm.

Pada referensi [8] meneliti *waveguide metamaterial* (WG-MTM) untuk mengurangi kopling timbal balik antara *dual-band patch antenna* yang berjarak rapat. Dengan memasang WG-MTM diantara *dual-band patch antenna, electric resonance* dan *magnetic resonance,* masing-masing dihasilkan pada pita yang lebih rendah dan lebih tinggi. Pada referensi ini mendapatkan hasil *lower resonant frequency* sekitar 3.4 GHz dan lebih tinggi lagi pada 4.95 GHz. Kelebihan dari merancang struktur WG-MTM ini, apabila jarak antara dua mikrostrip antena hanya $0.11\lambda_0$ (λ_0 merupakan panjang gelombang *low resonance frequency* dalam ruang hampa), maka *port isolation* dari *high* dan *low frequency bands*, dapat dinaikkan setidaknya 5 dB dan 7 dB dengan memuat struktur WG-MTM. Dibandingkan

dengan struktur celah lainnya, jarak antar antena yang lebih kecil merupakan suatu keuntungan karena metode ini mudah untuk diproses.

Pada referensi [9] meneliti *wideband filtering antenna* dengan memodifikasi *slots* dan SIR *structure,* yang mana ini bertujuan untuk meningkatkan impedansi pada *bandwidth.* Referensi ini menggunakan spesifikasi substrat jenis FR4 dengan *dielectric constant* ε_r= 4.4 dan ketebalan h = 1.6mm. Hasil dari perhitungan yang dilakukan, antena ini memiliki dua transmisi yaitu pada 5,4 GHz dan 7,7 GHz serta impedansi *bandwidth* sekitar 1.66 GHz. Namun, kekurangan pada antena ini yaitu sinyal yang dihasilkan kurang halus, juga hanya menghasilkan *single band*.

Pada referensi [10] meneliti *filtering antenna* dengan menggunakan metode *stripline low pass filter* yang mana antena ini memiliki performa yang bagus pada *wide stopband lower* yaitu -25 dB pada 2.85 GHz hingga 10.9 GHz. *sharp roll-off* dari 2.6 GHz (-3dB) hingga 2.9 GHz (-39dB). *Insertion loss* yang sedikit yaitu dari -dB pada *pass band*. *Filtering antenna* ini bekerja pada rentang frekuensi mulai dari 1.9 hingga 2.5 GHz (27%). Namun kelemahan pada referensi ini yaitu memiliki *suppression characteristic band* yang tidak berguna itu pada 2.6 GHz hingga 10.9 GHz. Pada referensi [11] meneliti *filtering antenna* dengan menggunakan metode *slotted dense dielectric patch*. Referensi ini menggunakan spesifikasi substrat jenis Rogers RO4003 dengan ukuran h = 32 mm. Hasil dari perhitungan, antena memiliki pita penyaringan yang sempit dan sinyal pada S11 yaitu kurang dari -20dB pada frekuensi tengah f0 = 4.17 GHz.

Pada referensi [12] memiliki 4 radiasi yang dapat dikontrol dan *suppression level* yang berada diatas 29dB dan impedansi *bandwidth* yang lebar yang berkisar dari 2.93 GHz hingga 3.96 GHz. Dengan menggunakan spesifikasi substrat jenis F4B dengan *relative permittivity* = 2.65 dan *loss tangent* = 0.001. Dua *air layer* ditempatkan antara atas dan bawah pada substrat dan *ground.* Kelebihan dari antena ini yaitu dapat menghasilkan isolasi polarisasi antara *polarization differential port* dan *cross-polarization* yang baik dan juga tinggi. Akan tetapi, pada referensi ini antena hanya dapat menghasilkan *single band*.

Tabel 2.1 Komparasi *Filtering Antenna*

Ref.	Metode	*Ave. Gain*	*Bandwidth*	Kompleksitas	Koefisien refleksi	Ukuran
[5]	*Multilayer Structur*	*2.2* dBi	*2.7% = 70 MHz*	*Simple*	-13.53 dB	29.4×17.5 mm
[6]	*Wide Stopband Filtering Antenna with High Gain*	*3* dBi	*26-34 GHz =800 MHz MHz and 37.5-38.5 GHz = 100 MHz*	*Complex*	NA	28×18 mm
[7]	*Dual-Band Filtering Antenna with Novel Transmission Zero Characteristic*	*4.8* dBi	*1.2% = 50 MHz and 2.9% = 136 MHz*	*Complex*	-10 dB	70×50 mm
[9]	*Filtering Antenna with Modified Shaped Slots and SIR Structur*	*3* dBi	*30% = 1.950 MHz*	*Simple*	-18.2 dB	1.2×1mm
[10]	*Filtering Antenna Based on Stripline Low Pass Filter*	*-10* dBi	*27% = 60 MHz*	*Complex*	NA	46.5×26.8mm
[12]	*Dual-Polarized Differential-Fed Filtering Microstrip Patch Antenna with High Suppression and Wide Stopband*	*9.9* dBi	*30% = 1000 MHz*	*Simple*	NA	0.92×0.92mm
[13]	*Filtering Antenna using Dielectric Strip Resonator and Parallel Microstrip Feedline*	*7.1* dBi	*4% = 196 MHz*	*Simple*	NA	0.98×0.98mm
This Work	*Dual Wideband* dan *Dual Narrowband Filtering Antenna*	*>3 dBi*	*>400 MHz, 70 MHz, 650 MHz, & 120 MHz*	*Complex*	-36.67 dB	30×67.08mm

NA = *Not Available*