

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 3.1 Spesifikasi antenna. | 19 |
| Tabel 3.2 Dimensi antenna <i>rectangular patch</i> hasil perhitungan. | 27 |
| Tabel 3.3 Dimensi antenna <i>rectangular patch</i> satu elemen setelah optimasi. | 29 |
| Tabel 3.4 Dimensi antenna <i>rectangular patch array</i> 2×1 sebelum optimasi. | 30 |
| Tabel 3.5 Dimensi antenna <i>rectangular patch array</i> 2×1 setelah optimasi. | 32 |
| Tabel 3.6 Dimensi antenna <i>rectangular patch array</i> 2×2 setelah optimasi. | 34 |
| Tabel 3.7 Dimensi antenna <i>rectangular patch array</i> 2×2 setelah optimasi. | 36 |
| Tabel 3.8 Dimensi antenna <i>rectangular patch array</i> 2×2 dengan teknik pencatutan <i>proximity coupled</i> dan <i>slot</i> sebelum optimasi. | 41 |
| Tabel 3.9 Dimensi antenna <i>rectangular patch array</i> 2×2 dengan teknik pencatutan <i>proximity coupled</i> dan <i>slot</i> setelah optimasi. | 43 |
| Tabel 4.1 Tabel perbandingan <i>return loss</i> dan <i>bandwidth</i> hasil pengukuran dan simulasi <i>single</i> antenna. | 52 |
| Tabel 4.2 Tabel perbandingan <i>return loss</i> dan <i>bandwidth</i> hasil pengukuran dan simulasi antenna empat sektor. | 54 |
| Tabel 4.3 Pengukuran <i>gain single</i> antenna. | 59 |
| Tabel 4.4 Pengukuran <i>gain</i> antenna empat sektor. | 59 |
| Tabel 4.5 Perbandingan spesifikasi antenna dengan hasil simulasi dan pengukuran. | 60 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi selalu berkembang pesat setiap tahunnya, sehingga kebutuhan akan informasi jauh lebih besar. Efektivitas dan efisiensi teknologi sangat dibutuhkan seiring dengan pertumbuhan teknologi contohnya penggunaan frekuensi dalam suatu sistem komunikasi jarak jauh. Dalam konteks ini, 5G membayangkan tidak hanya satu teknologi saja yang ditemukan atau dikembangkan, tetapi sebuah ekosistem jaringan nirkabel yang bekerja secara sinergis untuk menyediakan media komunikasi tanpa batas bagi pengguna [1]. Pada hal ini antena menjadi salah satu komponen pendukung untuk teknologi 5G.

Penggunaan frekuensi sudah memiliki regulasi dan alokasinya masing – masing, contohnya penggunaan frekuensi untuk kebutuhan militer, stasiun TV, satelit serta seluler. Hal tersebut menyebabkan penggunaan frekuensi generasi keempat (5G) memiliki keterbatasan. Rentang pita frekuensi 3,3 – 4,2 GHz merupakan salah satu kandidat untuk teknologi 5G di dunia pada spektrum pita tengah dibawah 6 GHz. Pada rentang frekuensi 3,4 – 3,6 GHz merupakan band frekuensi 5G hasil harmonisasi dari ITU untuk digunakan secara global [2]. Hal tersebut kemudian frekuensi 3.5 GHz digunakan untuk penelitian Tugas Akhir ini. Pada hal ini, rentang frekuensi yang digunakan tersebut juga digunakan untuk *Fixed Satelite Service* (FSS). Oleh sebab itu komunikasi *Fixed Satelite Service* (FSS) pada stasiun bumi dan *base station* (BTS) 5G menjadi suatu perhatian dalam tugas akhir ini. Pada hal ini frekuensi pada komunikasi FSS serta frekuensi pada komunikasi 5G berada pada band frekuensi yang sama, sehingga perlu adanya *sharing* frekuensi antara frekuensi FSS dan frekuensi 5G agar tidak terjadi interferensi satu dengan yang lain.

Jepang secara intensif telah mempelajari tiga teknologi untuk *improve sharing*, yaitu *Multiple Input Multiple Output* (MIMO), *sector disabling*, dan *Dynamic*

Spectrum Access/Allocation (DSA). Studi-studi ini dijelaskan dalam laporan ITU-R M.2019. Selain itu, Jepang berpendapat bahwa *sharing scenario* seperti *small cell* dengan menggunakan *low power* dan *low antenna height* dapat lebih meningkatkan pembagian antara IMT dan FSS [3].

Untuk mengatasi masalah tersebut, dibuat sebuah antenna susun 2×2 *rectangular patch* 3,5 GHz empat sektor untuk *base station* 5G dengan memperhatikan studi *sector disabling*. Pada tugas akhir ini antenna akan disektor sebesar 60 derajat sebanyak empat buah antenna, sehingga ada bagian dari pola radiasi yang memiliki *blank spot*, pada bagian *blank spot* tersebut akan digunakan untuk menghindari *ground station* satelit sehingga dapat meminimalisir terjadinya interferensi. Penggunaan teknik *array* 2×2 berfungsi untuk memperbesar *gain* pada antenna karena akan ditempatkan pada *base station*.

1.2. Rumusan Masalah

Frekuensi 3,5 GHz merupakan frekuensi untuk komunikasi seluler generasi keempat (5G) dan juga merupakan frekuensi untuk komunikasi FSS sehingga perlu adanya sebuah solusi untuk meminimalisir terjadinya interferensi dengan membuat sebuah antenna sektoral yang memiliki *blank spot* mengarah pada *ground station* satelit. Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah yaitu bagaimana merancang dan merealisasikan sebuah antenna susun 2×2 *rectangular patch* 3,5 GHz empat sektor untuk *base station* 5G.

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk merancang dan merealisasikan antenna susun 2×2 *rectangular patch* 3,5 GHz empat sektor untuk *base station* 5G. Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah supaya antenna yang dibuat bisa mengurangi serta meminimalisir interferensi antara frekuensi 5G dan frekuensi FSS.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah :

1. Alokasi frekuensi yang digunakan adalah 3,5 Ghz.
2. Antena yang akan dirancang dan direalisasikan adalah antena mikrostrip *array*.
3. Simulasi hasil dari perancangan menggunakan *software* simulasi.
4. Penempatan antena pada *base transceiver station*.
5. Tidak membahas lebih lanjut 5G dan FSS.
6. Parameter antena yang akan dianalisis dan diukur pada Tugas Akhir ini adalah *return loss*, VSWR, *bandwidth*, pola radiasi azimuth dan elevasi, serta *gain*.

1.5. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan untuk penyelesaian tugas akhir ini adalah:

1. Studi literatur

Pencarian referensi dari buku-buku, jurnal penelitian yang berkaitan dengan penunjang Tugas Akhir.

2. Perancangan dan Simulasi

Perancangan antena menggunakan *software* simulasi, perancangan antena berdasarkan hasil studi literature yang pada tahap sebelumnya sudah dilakukan. Kemudian dilakukan optimasi agar hasil sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

3. Realisasi Antena

Pada realisasi antena hasil simulasi dari *software* akan dilakukan pencetakan antena dengan bahan-bahan yang sudah ditentukan pada simulasi

4. Pengukuran

Pada tahap ini dilakukan pengukuran parameter-parameter antena yang akan dianalisis, sehingga dapat mengetahui performansi dari antena hasil realisasi.

5. Analisis

Tahap ini merupakan tahap terakhir untuk mengumpulkan perhitungan dan data dari hasil simulasi maupun pengukuran setelah antenna di pabrikan agar dilakukan analisis. Selanjutnya analisis yang dihasilkan akan menjadi kesimpulan dari penelitian ini.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada Tugas Akhir terdiri dari lima bab yang disusun sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menerangkan latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penulisan, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB II KONSEP DASAR

Pada bab ini menerangkan konsep-konsep dan teori dasar yang berhubungan dengan Tugas Akhir yang dibuat.

3. BAB III PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini menerangkan tentang perancangan antenna pada saat simulasi berdasarkan perhitungan yang didapat, beserta tahapan-tahapan yang terjadi pada saat simulasi

4. BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Pada bab ini berisi tentang hasil pengukuran pada antenna hasil realisasi beserta analisis perbandingan dengan hasil simulasi yang ditinjau berdasarkan parameter-parameter sesuai spesifikasi.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan yang diambil pada saat proses perancangan serta hasil analisis dan saran untuk pengembangan pada penelitian selanjutnya.

BAB II

KONSEP DASAR

2.1. Generasi Kelima (5G)

Generasi kelima (5G) adalah pengembangan teknologi *mobile* dari generasi – generasi sebelumnya. Tidak seperti generasi sebelumnya, teknologi 5G diharapkan mampu mengubah peran secara mendasar dari teknologi telekomunikasi di masyarakat. Teknologi 5G juga diharapkan meningkatkan pertumbuhan ekonomi lebih lanjut dan transformasi digital pada segala aspek sehingga semua orang bisa saling terhubung, dimana tidak hanya semua orang yang bisa terhubung ke jaringan kapanpun dibutuhkan, melainkan juga banyak perangkat lain yang secara virtual menciptakan masyarakat dengan segala sesuatunya terhubung [4].

Generasi kelima (5G) masih harus didefinisikan lebih lanjut dan secara resmi oleh badan standardisasi. Hal ini akan menjadi sistem data berkecepatan sangat tinggi dengan syarat desain yang dirancang khusus untuk menghasilkan energi dan mengurangi pengeluaran dalam segi oprasional. Dalam konteks ini, 5G membayangkan tidak hanya satu teknologi saja yang ditemukan atau dikembangkan, tetapi sebuah ekosistem jaringan nirkabel yang bekerja secara sinergis untuk menyediakan media komunikasi tanpa batas bagi pengguna [1]. Hal ini menjadikan antenna menjadi salah satu komponen pendukung dari sebuah ekosistem jaringan nirkabel dalam teknologi 5G.

2.2. *Sharing* 5G dan FSS pada 3.5 GHz

Menurut *Internation Telecommunication Union* (ITU), *Fixed Satellite Service* (FSS) didefinisikan layanan komunikasi radio antara stasiun bumi pada lokasi tertentu dengan satelit yang ditempatkan diruang angkasa. Pada saat ini penggunaan frekuensi FSS berada di 3,4 – 4,2 GHz yang juga dipersiapkan oleh ITU untuk digunakan oleh sistem IMT-2020 (5G). Potensi interferensi sangat besar untuk terjadi. Interferensi merupakan saat dimana pada sistem transmisi sinyal data mengalami gangguan.

Interferensi didefinisikan sebagai sinyal pengganggu yang tidak diharapkan yang dapat terjadi karena frekuensinya berdekatan atau sama, dengan memiliki daya yang besar. Potensi interferensi yang akan dialami oleh sistem FSS terkait penggunaan frekuensi secara bersamaan dengan IMT-2020 antara lain sebagai berikut [3] :

a. *In-band emission* dari IMT-2020

Interferensi ini disebabkan oleh lokasi stasiun bumi dekat dengan sistem IMT-2020. Jarak yang jauh antara stasiun bumi dan satelit menyebabkan daya yang dipancarkan oleh satelit menurun dengan signifikan saat diterima oleh antena stasiun bumi, sementara sinyal yang dihasilkan pada sistem IMT-2020 yang berada dekat dengan stasiun bumi dipancarkan dengan kuat. Hal tersebut mengakibatkan terganggunya sinyal yang diterima oleh stasiun bumi dari satelit.

b. *Adjacent band emission* dari IMT-2020

Interferensi ini pada dasarnya hampir sama dengan interferensi *in-band emission*, sinyal pengganggu dari sistem IMT-2020 berada pada frekuensi yang berdekatan dengan frekuensi yang digunakan pada transmisi sinyal FSS ke stasiun bumi.

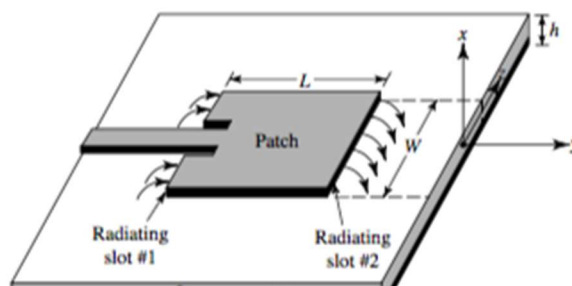
2.2.1. Sector Disabling

Sector disabling merupakan salah satu dari tiga teknologi yaitu *Multiple Input Multiple Output* (MIMO), dan *Dynamic Spectrum Access/Allocation* (DSA) untuk teknologi dari *improve sharing*. Tujuan dari teknik ini adalah untuk mengurangi daya yang dikeluarkan sebuah antena yang ditransmisikan dari *base station* ke arah stasiun bumi FSS yang terganggu. Secara umum, *base station* 5G menggunakan antena sektoral (misalkan konfigurasi sektoral 3 – 6). Oleh karena itu, salah satu sisi dapat menonaktifkan antena yang mengarah ke stasiun bumi FSS, dengan catatan area tersebut yang menjadi dampak dinonaktifkannya antena pada *base station* tidak akan dilayani oleh pita frekuensi 3400 – 3600 MHz yang akan diidentifikasi lebih lanjut oleh IMT melalui perencanaan frekuensi yang tepat.

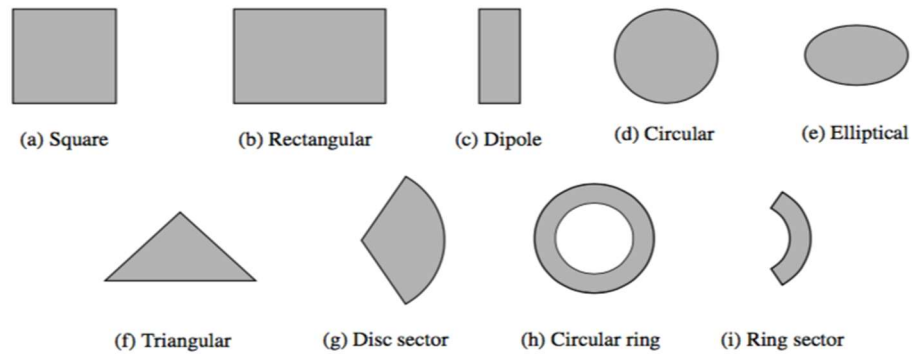
Teknik ini akan mendapatkan hasil seperti yang diharapkan, dengan syarat *ground station* berada pada lokasi yg sudah diketahui dan hanya dalam satu arah [5].

2.3. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah sebuah antena konduktor yang menempel pada *groundplane* dan diantara antena konduktor dan *groundplane* terdapat bahan dielektrik. Antena mikrostrip adalah salah satu jenis antena yang memiliki massa ringan, dan mudah untuk difabrikasi dengan sifat yang konformal sehingga antena mikrostrip dapat ditempatkan di hampir semua permukaan [6]. Antena mikrostrip mendapat perhatian besar mulai tahun 1970an meskipun antena tersebut sudah mulai digagaskan pada tahun 1953 [7] dan paten pada 1955 [8]. Antena mikrostrip seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 terdiri dari 3 bagian yaitu substrat, *patch*, dan *groundplane*. Ada banyak substrat yang dapat digunakan pada antena mikrostrip, konstanta dielektrik biasanya berada pada kisaran $2,2 \leq \epsilon_r \leq 12$. Substrat yang baik digunakan untuk mendukung kinerja sebuah antena adalah substrat dengan nilai konstanta dielektriknya bernilai kecil karena akan memberikan efisiensi yang lebih baik, bandwidth yang lebih besar, tetapi dengan mengorbankan ukuran dari elemen yang lebih besar [9]. *Groundplane* merupakan salah satu komponen dari antena mikrostrip yang terletak paling bawah seperti pada Gambar 2.1. *Groundplane* terbuat dari bahan konduktor yang memiliki peran sebagai reflektor yang dapat memantulkan sinyal yang tidak diinginkan.



Gambar 2.1 Antena mikrostrip.



Gambar 2.2 Bentuk *patch* pada antena mikrostrip.

Seringkali antena mikrostrip disebut sebagai antena *patch*. *Patch* yang digunakan pada antena mikrostrip terdiri dari berbagai bentuk seperti pada Gambar 2.2. *Patch* yang digunakan dapat berbentuk persegi, persegi panjang, dipol, bundar, elips, segitiga, atau konfigurasi lainnya. Persegi, persegi panjang, dipol, dan lingkaran menjadi yang paling banyak digunakan karena kemudahan dalam segi fabrikasi dan analisis [10].

Dimensi dan ukuran dari *patch* mempengaruhi frekuensi kerja dari sebuah antena. Semakin besar ukuran *patch* pada sebuah antena maka frekuensi yang bekerja akan semakin kecil begitupun sebaliknya. Dalam perancangannya, diperlukan parameter dari konstanta dielektrik (ϵ_r) dari substrat, tebal dari substrat (h). Untuk menentukan panjang (L) dan lebar (W) dimensi dari antena mikrostrip maka dituliskan pada persamaan (2.1), (2.2), (2.3), (2.4) sebagai berikut [10]:

$$W = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (2.1)$$

$$\varepsilon_{eff} = \frac{\varepsilon_r+1}{2} + \frac{\varepsilon_r-1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1+12\left(\frac{h}{w}\right)}} \right) \quad (2.2)$$

$$L = \frac{c}{2f\sqrt{\varepsilon_{eff}}} - 0,824h \left(\frac{(\varepsilon_{eff}+0,3)\left(\frac{W}{h}+0,264\right)}{\left((\varepsilon_{eff}-0,258)\left(\frac{W}{h}+0,8\right)\right)} \right) \quad (2.3)$$

Untuk menghitung panjang (lg) dan lebar (wg) *groundplane* dengan menghitung terlebih dahulu W dan L *patch* adalah dengan menggunakan persamaan seperti berikut [4]:

$$lg = 6h + L \quad (2.4)$$

$$wg = 6h + W \quad (2.5)$$

Dimana,

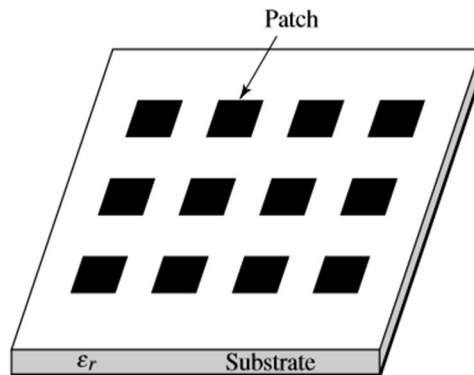
c = cepat rambat cahaya pada ruang hampa 3×10^8 (m/s)

f_0 = frekuensi osilasi (Hz)

ε_{eff} = Konstanta Dielektrik Efektif (F/m)

2.3.1. Antena Mikrostrip *Array*

Banyak aplikasi dari penggunaan antena memerlukan karakteristik yang tidak bisa dipenuhi dengan satu elemen saja. Namun dimungkinkan agregat elemen yang memancar dalam konteks pengaturan listrik serta geometris (*array*) akan menghasilkan karakteristik radiasi yang diinginkan. Susunan peradiasi dari antena *array* yang disusun sedemikian rupa dapat memberikan radiasi secara lebih maksimal dalam arah-arah tertentu seperti yang diinginkan. Biasanya istilah *array* merujuk pada pengaturan dimana peradiator disusun secara terpisah seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2 [10]. Teknik *array* digunakan karena dapat meningkatkan nilai *gain* dan *directivity* yang tidak bisa ditingkatkan jika hanya menggunakan *single* antena, tetapi dengan demikian *beamwidth* yang dihasilkan akan menjadi sempit.



Gambar 2.3 Antena mikrostrip *rectangular patch array*.

Terdapat beberapa jenis konfigurasi dari antena *array*, diantaranya adalah linier, planar, dan sirkular. Antena *array* linier merupakan antena yang titik pusat dari elemen antena *array* berada dalam satu garis lurus. Antena *array* linier digunakan karena memiliki perhitungan yang lebih sederhana dalam konfigurasinya. Kedua adalah antena *array* planar, antena dengan konfigurasi planar memiliki susunan elemen *array* yang membentuk area yang berbentuk kotak. konfigurasi ini digunakan karena memiliki kelebihan dalam pengaturan arah pola radiasinya. Ketiga adalah antena sirkular yang merupakan antena dengan susunan elemennya terletak pada suatu lingkaran dengan ukuran atau radius tertentu.

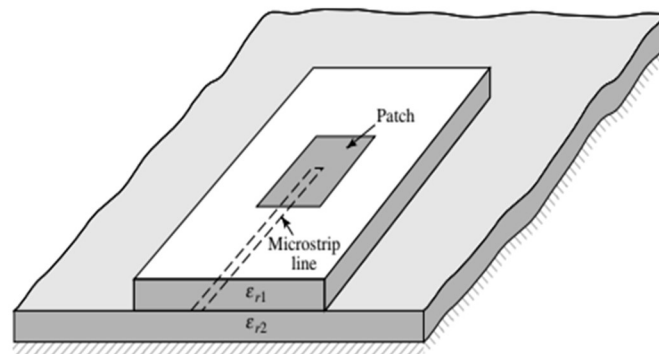
2.4. Antena Sektoral

Antena sektoral yang juga disebut dengan *Antenna Patch Panel* pada dasarnya sama dengan antena *omnidirectional*. Pada umumnya antena sektoral memiliki polarisasi secara vertikal namun ada beberapa antena sektoral yang memiliki polarisasi horizontal. Antena sektoral umumnya memiliki penguatan yang lebih tinggi dari antena *omnidirectional*. Antena sektoral bisanya ditempatkan pada *base station* yang letaknya paling tinggi diantara komponen lainnya, oleh karena itu bisanya antena sektoral harus

di *tilting* terlebih dahulu agar bisa diarahkan sesuai dengan daerah diinginkan. *Tilting* adalah suatu bentuk pengaturan kemiringan antena yang memiliki fungsi untuk menetapkan area atau daerah *coverage* yang akan menerima cakupan sinyal dari antena. Antena sektoral seperti halnya antena *omnidirectional* merupakan antena yang digunakan untuk *base station* [11].

2.5. Teknik Pencatuan Antena Mikrostrip

Ada banyak konfigurasi yang dapat digunakan untuk mencatu antena mikrostrip. Empat yang paling umum digunakan adalah mikrostrip *line*, *coaxial probe*, *aperture coupling*, dan *proximity coupled*. Teknik pencatuan *proximity coupled* seperti Gambar 2.4 menggunakan dua lapis substrat dengan *feed line* berada diantara dua buah substrat tersebut. Teknik ini memiliki keunggulan pada *bandwidth* yang lebih besar dari teknik pencatuan lainnya dan juga radiasi tambahan (*spurious radiation*) yang bernilai kecil [12]. Kerugiannya adalah dalam hal fabrikasi karena memiliki dua buah substrat (*multilayer*), dan ukuran antar lapisnya harus sejajar untuk mendapatkan direktivitas dan *matching impedance* yang sesuai [13].



Gambar 2.4 Teknik pencatuan *proximity coupled*.

Perhitungan untuk teknik pencatuan *proximity coupled* dapat menggunakan persamaan (2.6) dan (2.7) [12].

$$W_f = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} A < 1,52 \quad (2.6a)$$

$$W_f = \frac{8he^A}{e^{2A-2}} \quad A > 1,52 \quad (2.6b)$$

Dimana nilai A dan B didapat dari,

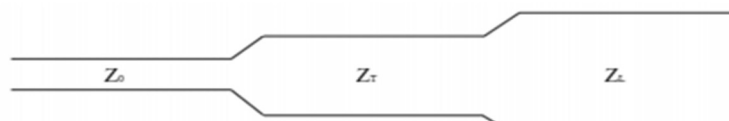
$$A = \frac{Z_0}{60} \left[\frac{\epsilon_r + 1}{2} \right]^{1/2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[0,23 + \frac{0,11}{\epsilon_r} \right] \quad (2.7a)$$

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.7b)$$

2.6. Matching Impedance

Perancangan pada sebuah antenna pasti memerlukan adanya saluran transmisi yang pada saluran tersebut perlu dilakukannya penyataran impedansi. Ketidaksesuaian impedansi antenna dengan saluran transmisi akan mempengaruhi transfer daya yang akan dipancarkan oleh antenna. Untuk memaksimalkan transfer daya dari antenna yang ingin dirancang maka impedansi antenna harus memiliki nilai yang sama dengan impedansi saluran transmisinya $Z_i = Z_0$, Z_0 merupakan impedansi sumber yang pada umumnya bernilai 50 ohm, sedangkan Z_i merupakan impedansi beban dan pada hal ini adalah antenna. Jika hal tersebut tidak terpenuhi maka akan terjadi pemantulan energi yang dipancarkan atau diterima antenna.

Solusi terkait penyataran impedansi dapat dilakukan dengan menggunakan transformator $\lambda/4$ seperti pada Gambar 2.5. Pada gambar tersebut terlihat saluran transmisi (Z_T) disisipkan diantara saluran beban (Z_i) dan saluran sumber (Z_0).



Gambar 2.5 Transformator $\lambda/4$.

Dalam perancangan antena mikrostrip *array* perlu adanya saluran *feed* yang terbagi ke masing-masing *patch*. Untuk membagi *feed* ini dapat menggunakan transformator $\lambda/4$ sebagai *T-junction* seperti pada Gambar 2.6. Panjang dari saluran *T-junction* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.8).

$$Z_T = \sqrt{Z_0 Z_L} \quad (2.8)$$

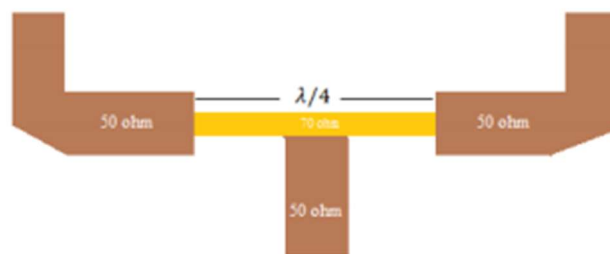
$$l_t = \frac{\lambda_g}{4} \quad (2.9)$$

Dimana,

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{f_r} \quad (2.10a)$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_r} \quad (2.10b)$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \left(\frac{h}{w} \right)}} \right) \quad (2.10c)$$



Gambar 2.6 Transformator $\lambda/4$ pada *T-junction*.

2.7. Power Divider

Power divider adalah suatu komponen pasif yang memiliki fungsi untuk memisahkan sinyal dari satu buah *input* menjadi dua atau lebih sinyal *output* identik (amplitudo dan fase sama), atau untuk menggabungkan beberapa sinyal *input* untuk

menjadi satu sinyal *output*. *Power divider* standar, syarat dalam hal fungsi penggabungan atau pemisahan sinyal ini adalah untuk mempertahankan nilai impedansi konstan Z_0 (impedansi sumber) di semua port melebihi batas frekuensi pengaplikasian perangkat.

2.8. Base Station

Base Station berfungsi menjembatani perangkat komunikasi dari satu pengguna dengan pengguna lain. Satu cakupan pancaran *base station* disebut sebagai *cell*. *Base station* menjadi salah satu perangkat pendukung yang sangat penting pada komunikasi seluler. Oleh karena itu, perlu mengidentifikasi elemen-elemen yang paling berkontribusi dalam pemanfaatan *base station* sebagai komponen pendukung komunikasi seluler. Unsur-unsur pada *base station* dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu peralatan pada frekuensi radio (meliputi amplifier dan transceiver daya) yang memiliki peran melayani satu atau lebih sektor [14]. Komponen lainnya pendukung jaringan komunikasi seluler antara lain rectifier sistem, baterai, *microwave system*, *feeder*, dan antena sektoral yang menjadi perhatian pada penelitian tugas akhir ini.

2.9. Link Budget

Link Budget adalah perbandingan daya sinyal yang ditransmisikan pada sisi penerima dengan melibatkan media transmisi serta karakteristik pemancar dan penerima [15]. Hasil perhitungan didapatkan dengan menghitung total redaman yang terjadi, *power gain*, serta *noise* yang berada pada sisi penerima.

Parameter dari *link budget* yang memiliki peran penting adalah *gain*, *losses*, *Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP), sensitivitas pada sisi *receiver* dan *Fade Margin* yang harus memiliki nilai minimum 20- 30 dB.

$$L_{fs} = 92,44 + 20 \log R \text{ (km)} + 20 \log f \text{ (GHz)} \quad (2.11)$$

$$EIRP = P_{Device}(dBm) + G_{Antena}(dB) - L_{Kabel}(dB) \quad (2.12)$$

$$P_r = EIRP + Gain_{RX} - Loss_{system} \quad (2.13)$$

$$Fade\ Margin = P_r - Rx\ sensitivity \quad (2.14)$$

Dengan,

L_{fs} = Losses System

$EIRP$ = Effective Isotropic Radiated Power

P_r = Power Receive