

BAB III METODOLOGI

Kajian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengenai perencanaan dan pembuatan antenna mikrostrip *rectangular patch array switched beam* pada range frekuensi kerja 2400 - 2483.5 MHz. Adapun metodologi yang digunakan dalam penyelesaian penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Studi Literatur dan Pengumpulan Data
- b) Desain, Simulasi, dan Optimasi
- c) Realisasi
- d) Pengujian
- e) Kesimpulan

3.1 Studi Literatur dan Pengumpulan Data

Pengumpulan bahan dan materi yang mendukung mengenai antenna, antenna mikrostrip, dan *butler matrix* beserta perancangannya. Materi-materi tersebut didapat dari kumpulan penelitian dan buku yang ada di RBTE UB maupun perpustakaan di perguruan tinggi lain, jurnal dan *ebook* di internet, konsultasi dengan dosen, dan diskusi dengan beberapa mahasiswa jurusan teknik telekomunikasi.

Hasil studi literatur dari berbagai sumber yang disebutkan di atas merupakan data sekunder yang berguna sebagai acuan dalam memulai perancangan antenna. Beberapa contoh data yang dibutuhkan dalam perancangan antenna misalnya spesifikasi bahan dielektrik dan peradiasi, frekuensi kerja antenna, teknik simulasi dan pengukuran parameter antenna, nilai parameter-parameter antenna, dan rumus-rumus perancangan dimensi antenna.

3.2 Desain, Simulasi, dan Optimasi

Substrat dielektrik yang dipilih dalam perancangan dan realisasi adalah *FR-4* ($\epsilon_r = 4.4$) hal ini karena *FR-4* memiliki permitivitas dielektrik yang menghasilkan kinerja antenna yang baik pada frekuensi 2.4 GHz serta murah dan mudah didapatkan. Bentuk segi empat dipilih sebagai antenna peradiasi karena mudah dalam mendesain dan pembuatannya.

Perancangan dimulai dengan merancang dan mensimulasi bagian-bagian antenna secara terpisah. Setelah didapatkan hasil simulasi komponen yang optimal maka semua

komponen digabung menjadi sebuah antena utuh. Komponen-komponen antena yang didesain antara lain:

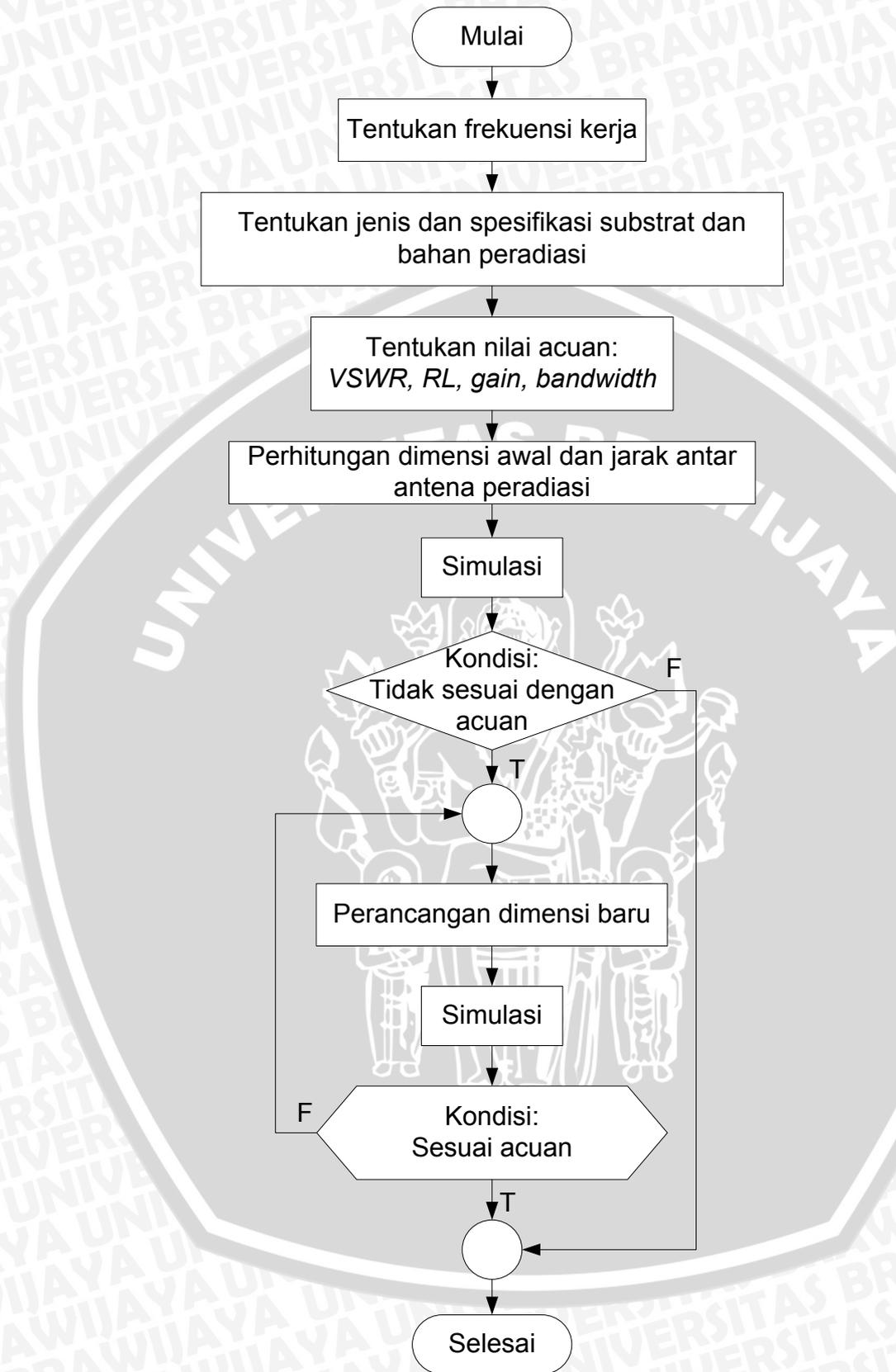
- a) Empat buah elemen peradiasi (*rectangular*)
- b) Empat buah *hybrid* 90°
- c) Dua buah *crossover*
- d) Empat buah *phase shifter*

3.2.1 Perancangan Elemen Peradiasi

Elemen peradiasi berupa antena mikrostrip *rectangular patch array*. Berikut langkah-langkah-langkah mendesain antena mikrostrip *rectangular*.

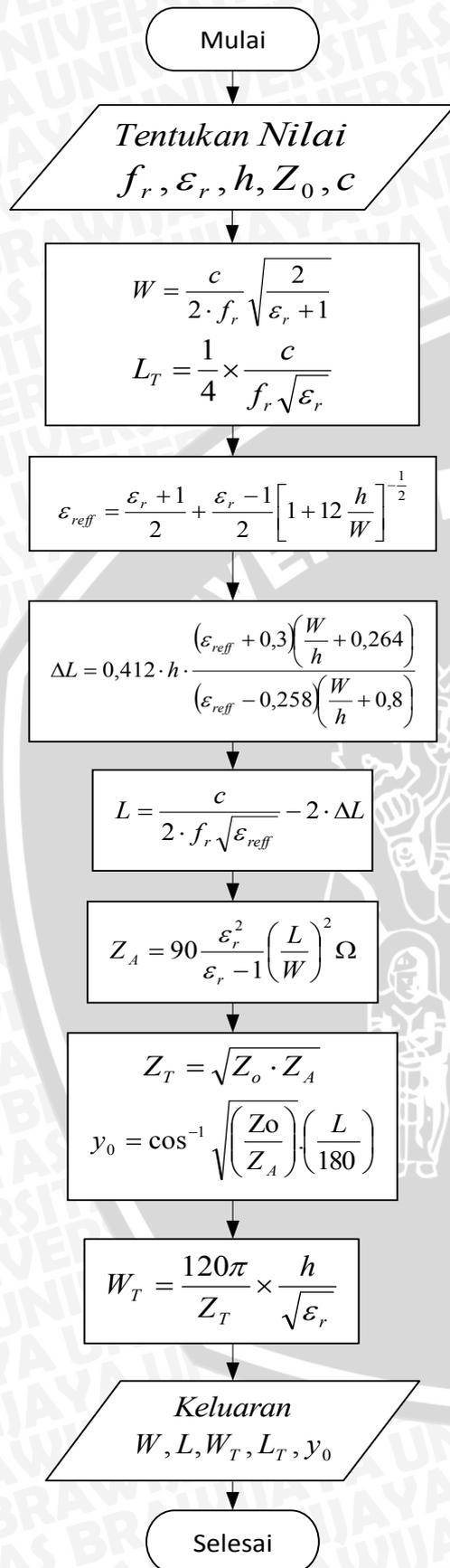
- a) Menentukan range frekuensi kerja dan frekuensi tengahnya (f_r).
- b) Menentukan jenis bahan dielektrik dan spesifikasinya (permitivitas dielektrik relatif (ϵ_r), tangent loss (σ), dan tebal dielektrik (h))
- c) Menentukan bahan konduktor atau peradiasi beserta spesifikasinya
- d) Menentukan nilai impedansi karakteristik (Z_0)
- e) Menghitung lebar (W) elemen peradiasi menggunakan persamaan (2-49)
- f) Menghitung panjang (L) elemen peradiasi menggunakan persamaan (2-51)
- g) Menghitung lebar saluran *transformer* (W_T) dan panjangnya (L_T) menggunakan persamaan (2-54) dan (2-55).
- h) Menghitung panjang *inset feed* (y_0) saluran transformer pada antena peradiasi menggunakan persamaan (2-56)
- i) Menghitung jarak antar elemen menggunakan persamaan (2-57)
- j) Jika hasil simulasi tidak sesuai dengan nilai parameter atau acuan yang telah ditetapkan sebelumnya ($VSWR < 2$, $return\ loss < -10dB$, dan $gain > 3dBi$), maka dilakukan optimasi hingga didapatkan nilai parameter yang sesuai dengan syarat-syarat perencanaan.

Berikut ini adalah *flow chart* mengenai tahapan-tahapan perancangan dan optimasi elemen peradiasi diilustrasikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur perancangan elemen peradiasi

Penjelasan mengenai perancangan dimensi elemen peradiasi secara terperinci diilustrasikan pada Gambar 3.2.



Keterangan:

f_r : Frekuensi kerja pada antenna (Hz)

ϵ_r : Konstanta dielektrik bahan(F/m)

h : Ketebalan bahan (mm)

c : Kecepatan cahaya di ruang bebas
($3 \cdot 10^8$ m/s)

Z_0 : impedansi karakteristik saluran transmisi (Ω)

ϵ_{reff} : Konstanta dielektrik relatif

W : Lebar antenna peradiasi (mm)

L : Panjang antenna peradiasi (mm)

Z_A : Impedansi masukan peradiasi (Ω)

Z_T : Impedansi *transformer* (Ω)

W_T : Lebar saluran *transformer* (mm)

L_T : Panjang saluran *transformer*
(mm)

Gambar 3.2 Flow chart perhitungan dimensi elemen peradiasi

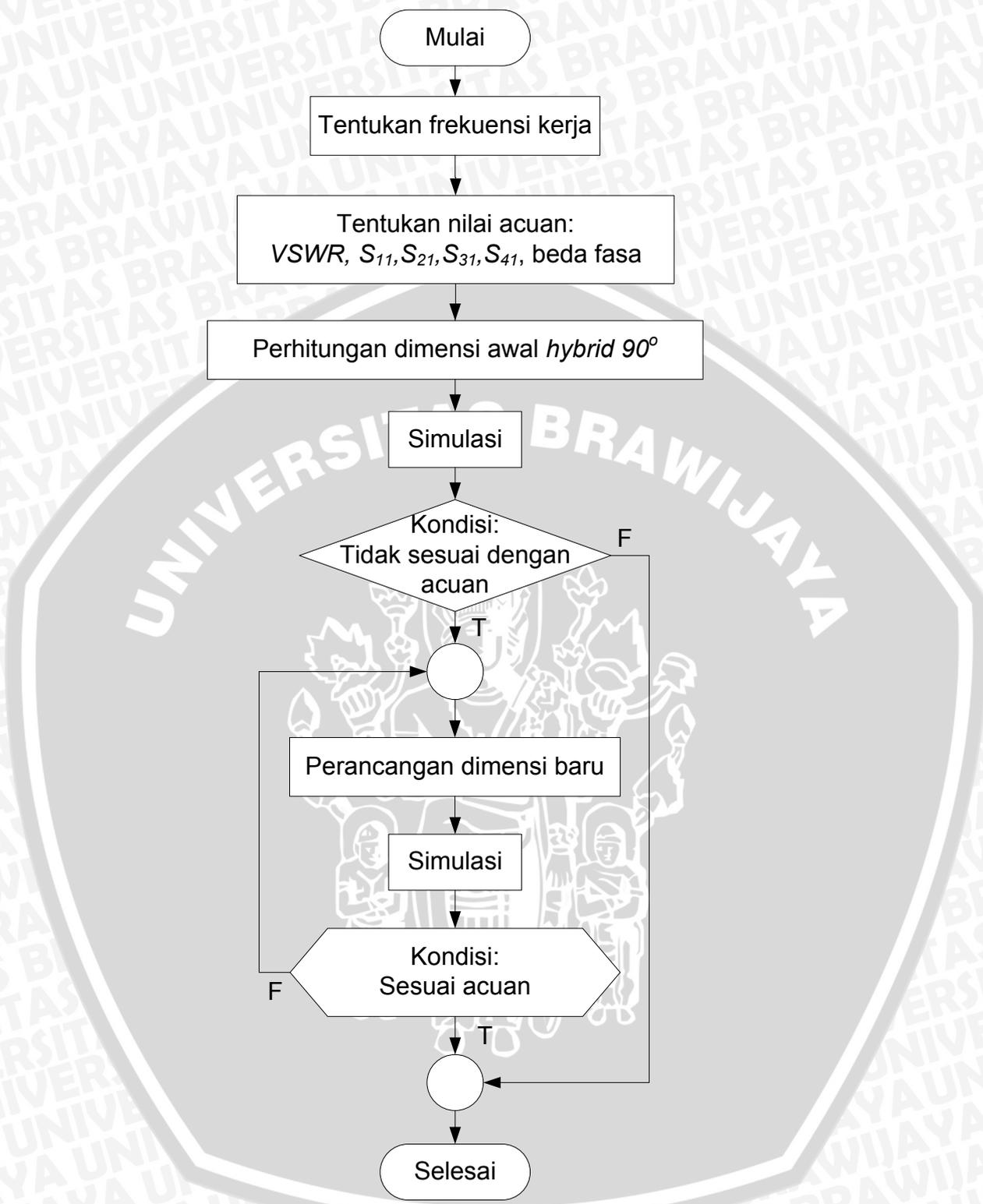
3.2.2 Perancangan *Hybrid 90*⁰

Setelah merancang elemen peradiasi, maka tentunya bahan dielektrik dan peradiasi beserta spesifikasinya sudah diketahui sehingga dapat menjadi acuan dalam merancang komponen-komponen berikutnya. Langkah selanjutnya adalah perancangan *hybrid 90*⁰. Langkah-langkah perancangan *hybrid 90*⁰ adalah sebagai berikut:

- a) Menghitung lebar lengan seri (W_1) menggunakan persamaan (2-63)
- b) Menghitung lebar lengan paralel (W_2) menggunakan persamaan (2-63)
- c) Menghitung panjang lengan seri (L_1) menggunakan persamaan (2-62)
- d) Menghitung panjang lengan paralel (L_2) menggunakan persamaan (2-62)
- e) Dimensi *hybrid 90*⁰ hasil perhitungan disimulasi dan dioptimasi hingga memenuhi syarat perancangan *hybrid 90*⁰ sebagaimana dijelaskan di BAB II

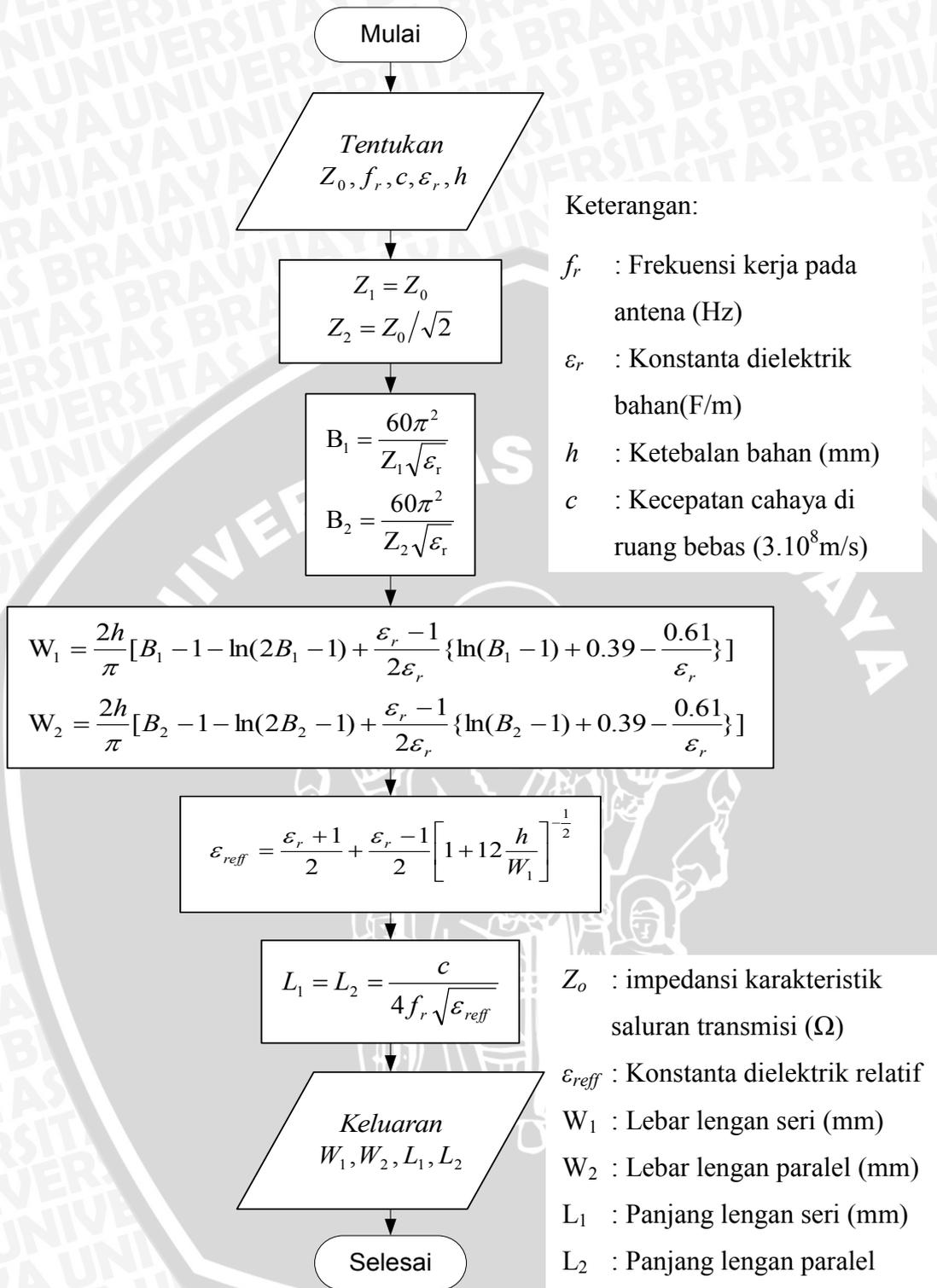
Berikut ini adalah *flow chart* mengenai tahapan-tahapan perancangan dan optimasi *hybrid 90*⁰ diilustrasikan pada Gambar 3.3.





Gambar 3.3 Alur perancangan *hybrid 90°*

Penjelasan mengenai perancangan dimensi *hybrid 90°* secara terperinci diilustrasikan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Flow chart perhitungan dimensi hybrid 90°

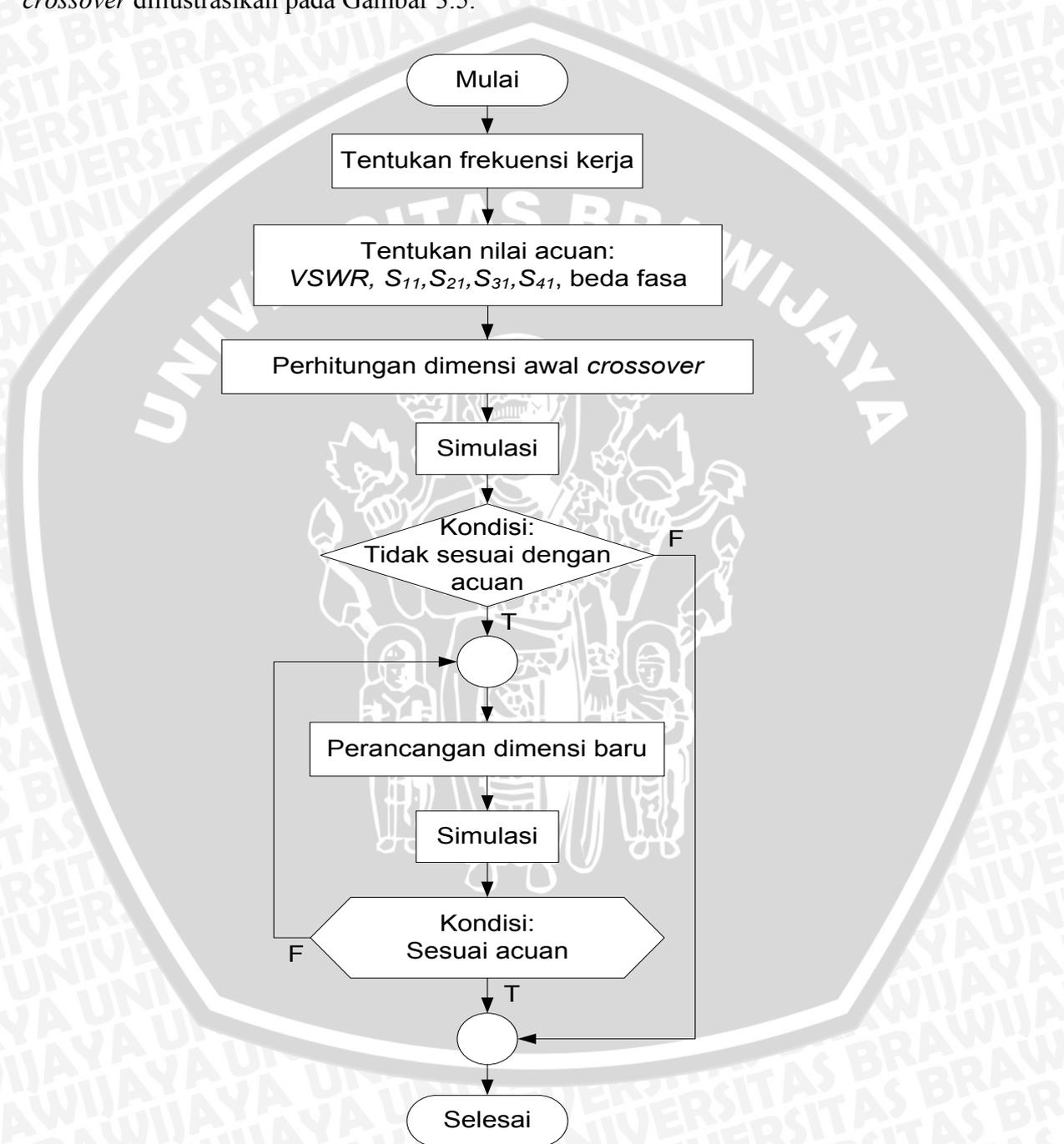
3.2.3 Perancangan Crossover

Langkah-langkah perancangan *crossover* adalah sebagai berikut:

- a) Menghitung lebar lengan seri dan paralel menggunakan persamaan (2-63)
- b) Menghitung panjang lengan seri (L_s) menggunakan persamaan (2-62)

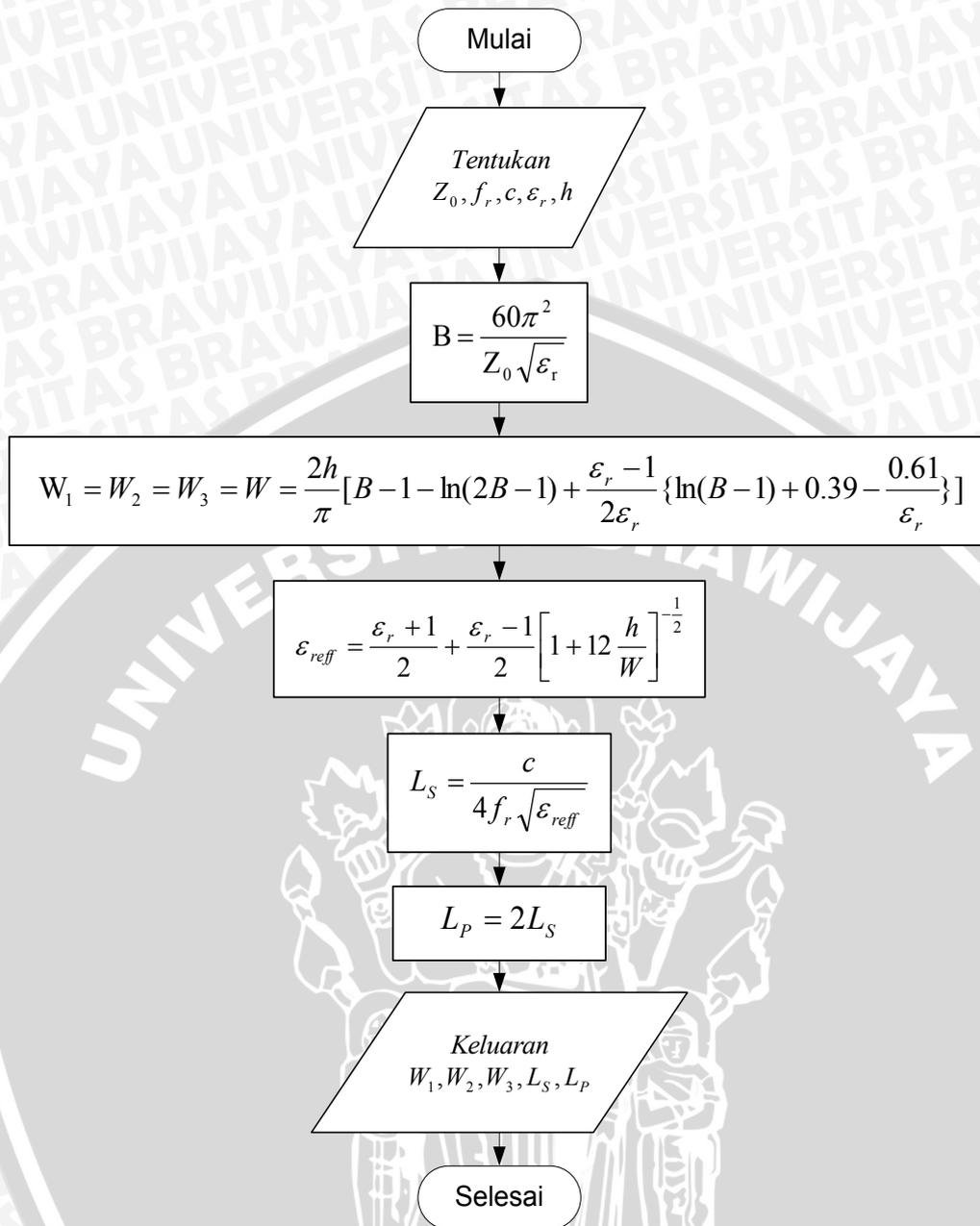
- c) Menghitung panjang lengan paralel (L_p) menggunakan persamaan (2-62)
- d) Dimensi *crossover* hasil perhitungan disimulasi dan dioptimasi hingga memenuhi syarat perancangan *crossover* sebagaimana telah dijelaskan di BAB II

Berikut ini adalah *flow chart* ilustrasi tahapan-tahapan perancangan dan optimasi *crossover* diilustrasikan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Alur perancangan *crossover*

Penjelasan mengenai perancangan dimensi *crossover* secara terperinci diilustrasikan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Flow chart perhitungan dimensi crossover

Keterangan:

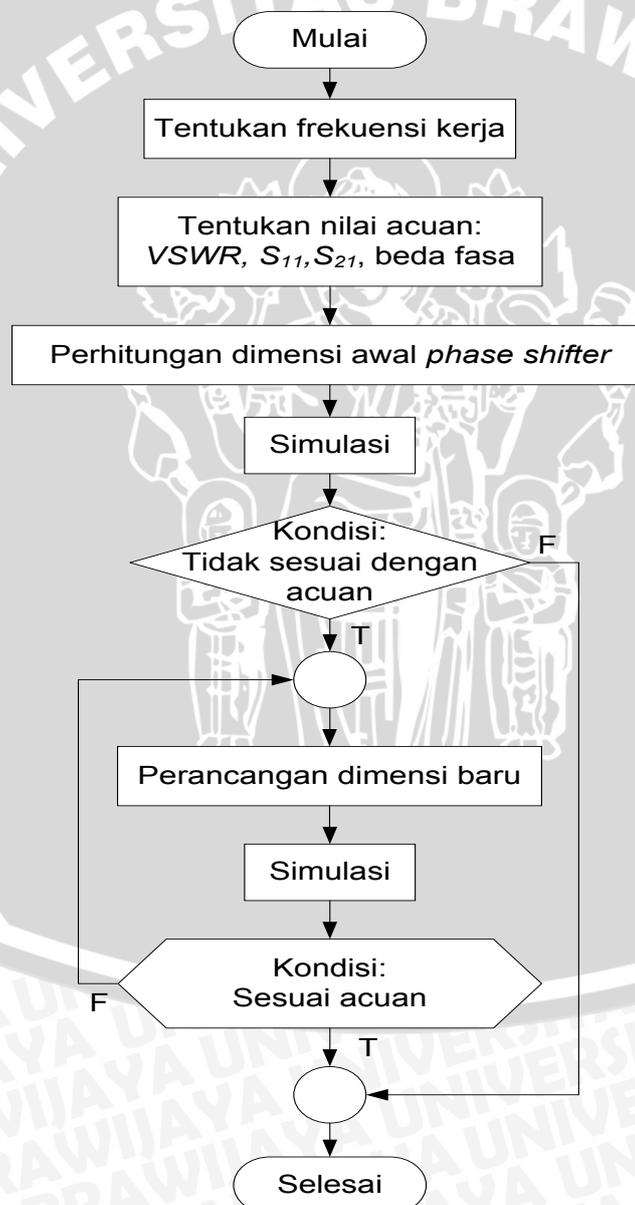
- | | |
|--|---|
| f_r : Frekuensi kerja pada antena (Hz) | W_1 : Lebar lengan seri samping (mm) |
| ϵ_r : Konstanta dielektrik bahan(F/m) | W_2 : Lebar lengan seri tengah (mm) |
| h : Ketebalan bahan (mm) | W_3 : Lebar lengan parallel (mm) |
| c : Kecepatan cahaya di ruang bebas
(3.10^8 m/s) | L_s : Panjang lengan seri (mm) |
| ϵ_{reff} : Konstanta dielektrik relatif | L_p : Panjang lengan paralel (mm) |
| transmisi (Ω) | Z_0 : impedansi karakteristik saluran |

3.2.4 Perancangan *Phase Shifter*

Langkah-langkah perancangan *phase shifter* adalah sebagai berikut:

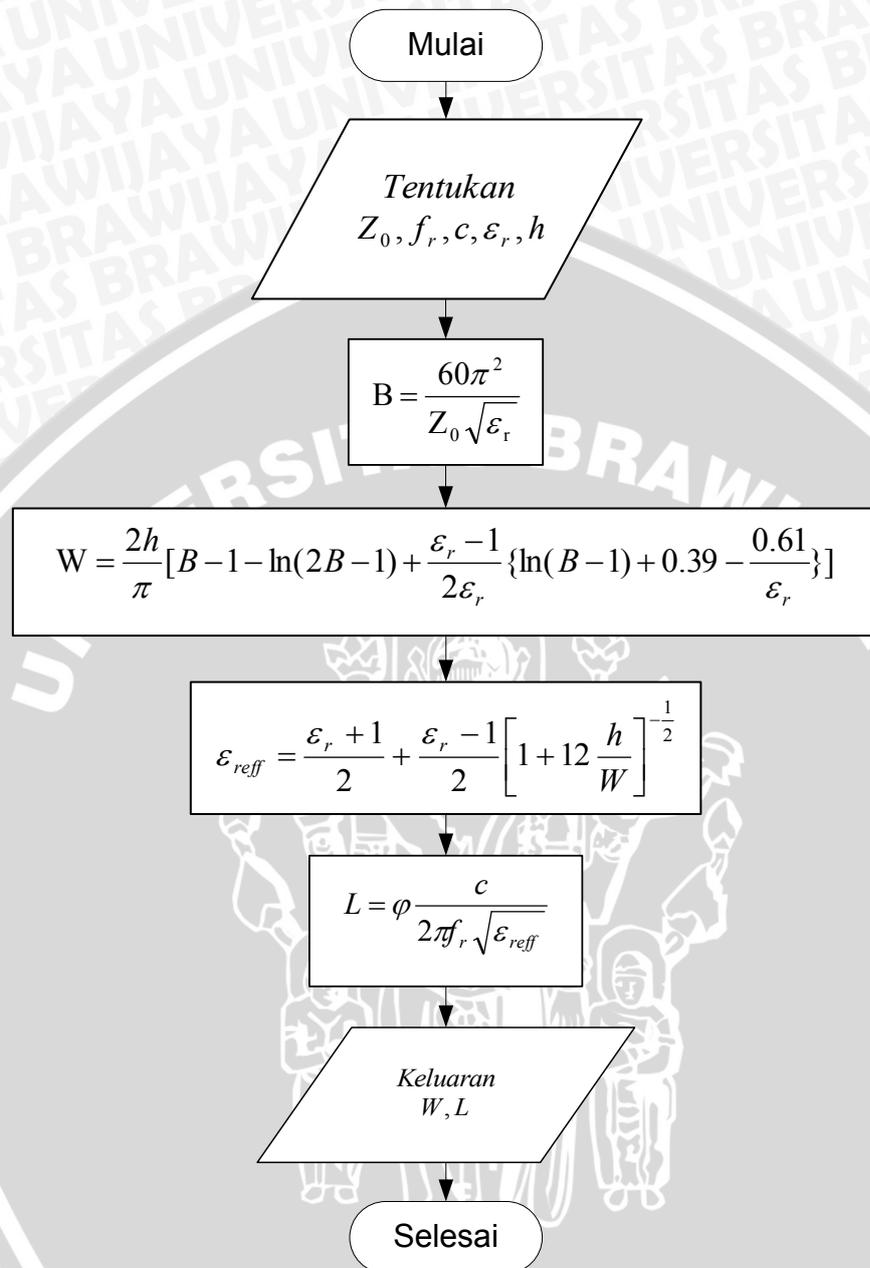
- Menghitung lebar lengan *phase shifter* menggunakan persamaan (2-63)
- Menghitung panjang *phase shifter* dengan persamaan (2-65)
- Dimensi *phase shifter* hasil perhitungan disimulasi dan dioptimasi hingga memenuhi syarat perancangan *phase shifter* sebagaimana telah dijelaskan di BAB II.

Berikut ini adalah ilustrasi tahapan-tahapan perancangan dan optimasi *crossover* diilustrasikan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Alur perancangan *phase shifter*

Penjelasan mengenai perancangan dimensi *crossover* secara terperinci diilustrasikan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Flow chart perhitungan dimensi *phase shifter*

Keterangan:

f_r : Frekuensi kerja pada antena (Hz)

ϵ_r : Konstanta dielektrik bahan (F/m)

h : Ketebalan bahan (mm)

c : Kecepatan cahaya di ruang bebas
(3.10^8 m/s)

W : Lebar *phase shifter* (mm)

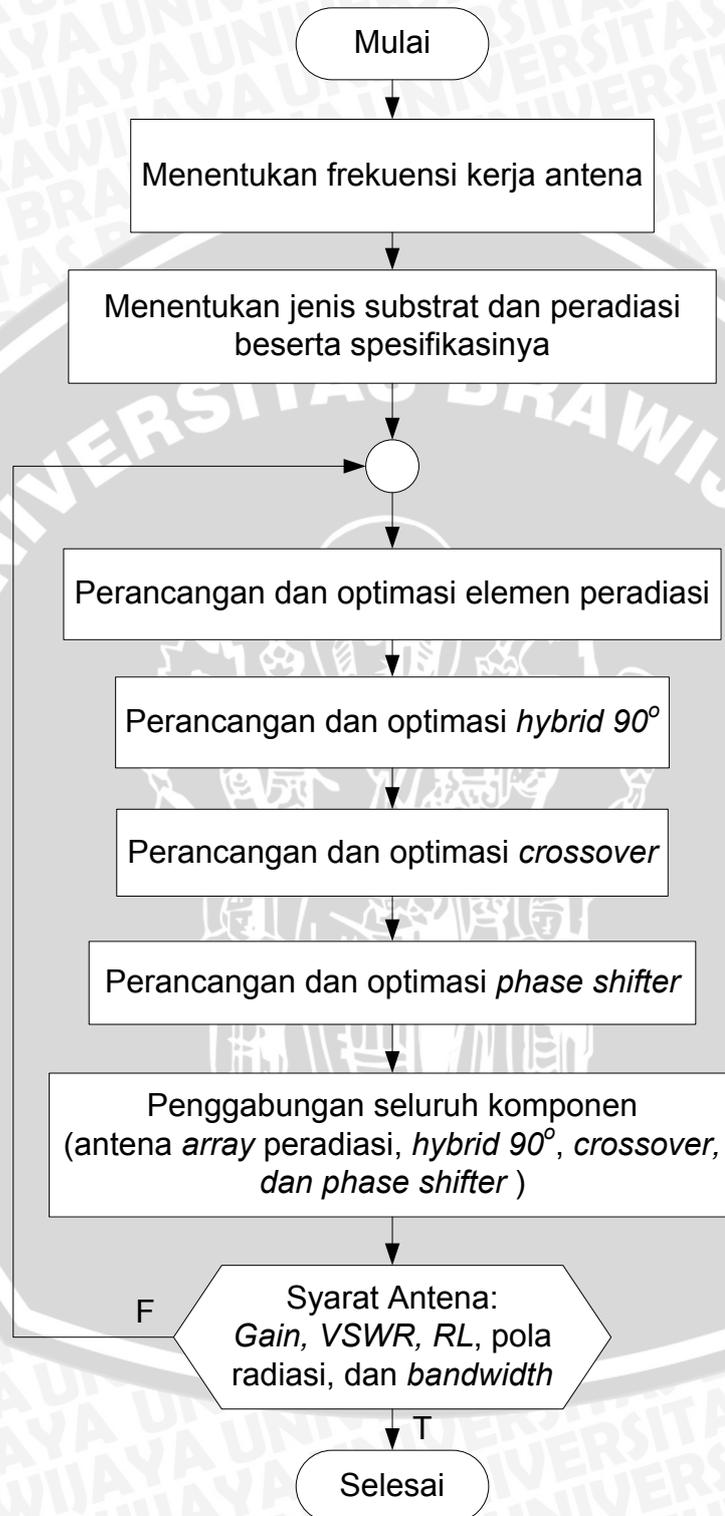
L : Panjang *phase shifter* (mm)

Z_o : impedansi karakteristik saluran

ϵ_{reff} : Konstanta dielektrik relatif transmisi (Ω)

3.2.5 Gambaran Umum Perancangan Antena dan Komponen-Komponennya

Berikut adalah gambaran umum mengenai tahapan-tahapan perancangan antenna secara keseluruhan:



Gambar 3.9 Gambaran umum alur perancangan antenna *switched beam*

3.3 Realisasi

Desain antena yang sudah dioptimasi kemudian direalisasikan atau difabrikasi.

Adapun spesifikasi substrat dan bahan peradiasi yang digunakan adalah:

Spesifikasi substrat:

- Bahan : FR-4
- Konstanta dielektrik (ϵ_r) : 4.4
- Tebal substrat : 1.6 mm
- Loss tangent : 0.02

Spesifikasi peradiasi:

- Bahan : Tembaga
- Ketebalan bahan konduktor (t) : 0.1 mm
- Konduktifitas tembaga (σ) : 5.80×10^7 mho m^{-1}
- Impedansi karakteristik saluran : 50 Ω

3.4 Pengujian

Setelah antena difabrikasi maka selanjutnya dilakukan pengujian dan pengukuran menggunakan alat ukur untuk mengetahui parameter antena yang meliputi *return loss*, *VSWR*, koefisien pantul, *gain*, dan pola radiasi. Pengujian dilakukan dengan cara mencatu bergantian pada salah satu *port* sedangkan yang lain diterminasi dengan beban 50 Ω , sehingga didapatkan nilai parameter yang berbeda setiap pencatuan masing-masing *port*.

3.5 Pengambilan Kesimpulan

Hasil pengukuran di laboratorium dibandingkan dengan hasil simulasi menggunakan *software IE3D*. Berdasarkan kedua macam data tersebut dapat disimpulkan kinerja antena yang dibuat.