

I. Judul

Rancang Bangun Antena Mikrostrip Berpolarisasi Melingkar sebagai RFID *Tag* untuk Menjangkau Frekuensi 2.4 GHz

II. Pendahuluan

2.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi komunikasi nirkabel memerlukan suatu sistem perangkat yang dapat mendukung kelangsungan komunikasi itu sendiri. Salah satu sistem pendukung perangkat adalah antena yang merupakan sebuah transduser yang mengubah sinyal elektrik menjadi gelombang elektromagnetik dan sebaliknya.

Selain itu, karena perkembangan teknologi rangkaian elektronika menyebabkan ukuran perangkat telekomunikasi semakin mengecil dan membuat semua komponen termasuk antena yang juga mengalami penyusutan dalam ukuran namun tidak mengalami penurunan kualitas kinerjanya. Untuk mengatasinya, jenis antena mikrostrip dapat dipilih dikarenakan antena mikrostrip memiliki keunggulan dalam ukuran, ragam bentuk dan kinerjanya.

Dengan berbagai macam bentuk dan ukuran, antena mikrostrip juga memiliki beragam kinerja. Salah satunya polarisasi dari antena yang meliputi polarisasi linier (*linearly polarized*), elips (*elliptically polarized*) dan melingkar (*circularly polarized*) (Balanis, 2005:72) namun dari ketiganya polarisasi melingkar memiliki keunggulan dibandingkan polarisasi linier maupun elips. Keunggulan ini dikarenakan dengan polarisasi melingkar, antena dapat menerima dan/atau mentransmisikan gelombang elektromagnetik secara optimal dengan rugi-rugi yang sangat kecil yang disebabkan oleh ketidaksejajaran sinyal dengan antena (Eman dan Darwish, 2008).

Polarisasi melingkar pada antena mikrostrip dapat diperoleh dengan berbagai metode, diantaranya dengan menggunakan *orthogonal dual feed* (Kumar dan Ray, 2003:311) dan *power divider* (Balanis, 2005:860). kedua metode tersebut jarang digunakan untuk membuat sebuah antena mikrostrip yang memiliki polarisasi melingkar karena keduanya memiliki berbagai kerumitan, diantaranya *orthogonal dual feed* hanya untuk bahan antena mikrostrip yang memiliki ketebalan tidak lebih dari 0.5 cm dan dengan konstanta dielektrik tidak lebih

dari 2 dikarenakan jika konstanta dielektrik dan ketebalan material meningkat, nilai *axial ratio* naik melebihi 3 dB, sehingga tidak dapat dikatakan polarisasi melingkar (Kumar dan Ray, 2003:313). Di samping itu, penggunaan metode-metode yang ada lebih banyak menggunakan *feed* yang dipasangkan (*coupled feed*) dan *coaxial feed*, bukan dengan *microstrip line* yang hanya mempunyai satu lapisan.

Dalam aplikasinya, selain dipakai pada perangkat komunikasi berbasis nirkabel, antena mikrostrip juga dapat dipakai pada sistem *Radio Frequency Identification* (RFID), yaitu sebagai antena *tag* untuk menerima gelombang radio dari pemancar RFID serta mentransmisikan kode yang tersimpan dalam *chip* RFID untuk dapat dibaca RFID *reader* (Preradovic dan Karmakar, 2012:1). Pada awalnya, jenis antena yang digunakan sebagai *tag* adalah *printed dipole* (Daniel, 2010:57) namun dalam perkembangannya, antena yang dipakai adalah *hybrid*, yaitu perpaduan antara *dipole* dan mikrostrip (Daniel, 2010:58).

Penggunaan antena *dipole* maupun *hybrid dipole* sebagai antena *tag* memiliki beberapa kekurangan diantaranya antena *dipole* dan *hybrid dipole* hanya memiliki polarisasi linier ataupun elips, sering kali membuat pembacaan *tag* menjadi tidak akurat dikarenakan ketidaktepatan posisi *tag* dengan *reader* (Finkenzeller, 2003:116). Untuk mengatasinya, diperlukan antena *tag* yang memiliki polarisasi melingkar untuk mengurangi ketidaktepatan dalam pembacaan.

2.2 Rumusan Masalah

Dari beberapa alasan yang telah diungkapkan, maka dirumuskan masalah sebagai berikut

1. Bagaimana cara pembuatan antena mikrostrip untuk *tag* RFID yang memiliki polarisasi melingkar hanya dengan *microstrip line*?
2. Bagaimana performansi dari antena *tag* yang telah dibuat?
3. Dari performansi yang didapat, apakah polarisasi antena yang didapat sesuai dengan frekuensi kerja dari antena yang dibuat?

2.3 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian kali ini, akan dikhususkan pada pembuatan antena mikrostrip untuk *tag* RFID yang memiliki polarisasi melingkar dengan menggunakan substrat *microstrip line feed*

dan pengukuran parameter antenna yang meliputi *S-Parameter (Return Loss)*, *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)*, *Axial Ratio*, *Gain* dan keterarahan (*Directivity*).

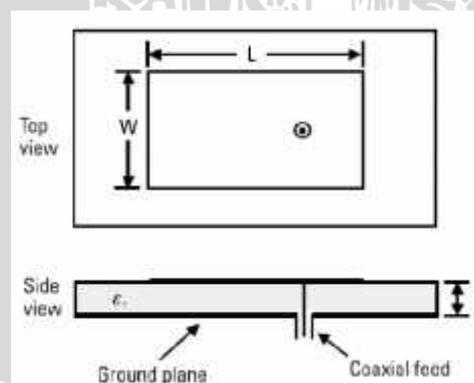
2.4 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian kali ini berguna untuk mengetahui performansi dari antenna mikrostrip yang dirancang untuk *tag* RFID agar memiliki polarisasi melingkar dengan menggunakan *microstrip line feed* melalui tahap perancangan, fabrikasi dan pengukuran parameter-parameter antenna.

III. Tinjauan Pustaka

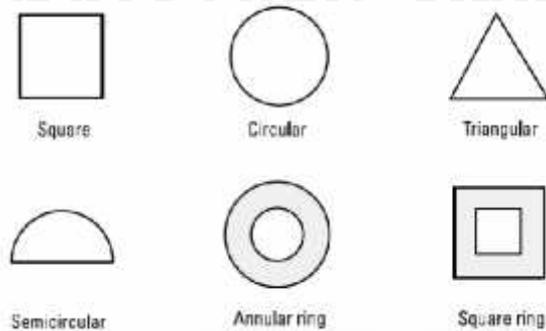
3.1 Antena Mikrostrip

Sebuah antenna mikrostrip terdiri dari berkas peradiasi di salah satu sisi dari substrat dielektrik dan sebuah *ground plane* di sisi lainnya. Antena mikrostrip terdiri atas beberapa beberapa bentuk, diantaranya persegi panjang (seperti yang terlihat pada Gambar 1), bujur sangkar, lingkaran, segitiga, setengah lingkaran dan cincin (Gambar 2). Radiasi dari sebuah antenna mikrostrip terjadi dari medan tepian yang berada di antara berkas dan *ground plane* (Kumar dan Ray, 2008:1). Bahan yang dipakai untuk antenna mikrostrip adalah bahan dielektrik dengan nilai konstanta dielektrik antara 2.2 sampai 12 (Balanis, 2005:812).



Gambar 1 Konfigurasi antenna mikrostrip

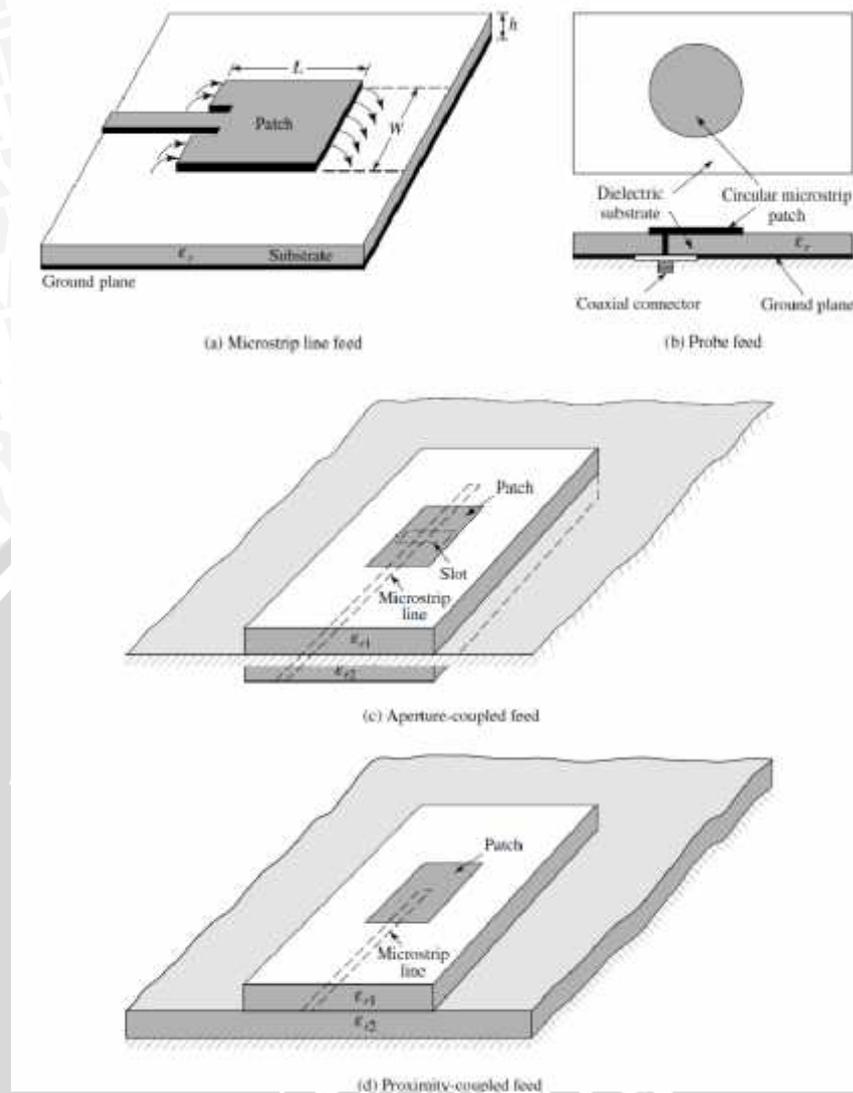
(Kumar dan Ray, 2008:2)



Gambar 2 Beragam bentuk antena mikrostrip
(Kumar dan Ray, 2008:2)

3.1.1 Metode *Feeding*

Metode *feeding* pada antena mikrostrip terdiri atas beberapa macam, diantaranya *microstrip line*, *coaxial probe*, *aperture coupling* dan *proximity coupling*. Keempatnya sering kali digunakan dalam pembuatan sebuah antena mikrostrip seperti pada Gambar 3 (Balanis, 2005:813). Dari keempatnya, *microstrip line* adalah yang paling mudah untuk dibuat, mudah disesuaikan dengan mengatur posisi komponen yang disisipkan dan sederhana dalam membuatnya (Balanis, 2005:813).



Gambar 3 Macam metode *feeding* antenna mikrostrip

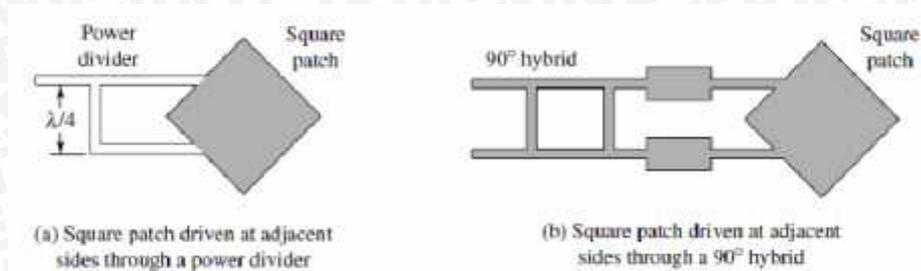
(Balanis, 2005:814)

3.1.2 Polarisasi Melingkar

Pada mikrostrip, polarisasi melingkar dapat dibuktikan jika ada dua modus tegak lurus yang mempunyai perbedaan fasa 90° . Cara memperolehnya dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya dengan memodifikasi ukuran *patch* antenna dan dengan menggunakan satu, dua ataupun lebih banyak jumlah *feed* (Balanis, 2005:859).

Biasanya, untuk mendapatkan polarisasi melingkar, cara yang paling sederhana ialah dengan memakai *patch* berbentuk persegi dengan menggunakan dua buah *feed* yang

diletakkan secara tegak lurus dan memakai *power divider* ataupun menggunakan *hybrid* (Balanis, 2005:859), seperti pada Gambar 4. Dengan menggunakan kedua metode tersebut, daya yang menuju antena akan terbagi sama rata dengan perbedaan fasa 90^0 (Kumar dan Ray, 2008:312).



Gambar 4 Susunan *feed* untuk *patch* berbentuk persegi untuk mendapatkan polarisasi melingkar (Balanis, 2005:860)

3.2 Sistem RFID

RFID (*Radio Frequency Identification*) adalah suatu metode identifikasi suatu informasi dengan gelombang radio sebagai media pembawanya. Sistem RFID terdiri dari *transponder* (*tag*) dan *reader*. *Transponder* berada pada sisi objek yang akan diidentifikasi dan berisi informasi yang disimpan pada sebuah *chip* yang berada pada sebuah *transponder* (Finkenzeller, 2003:6-7). Konfigurasi dasar RFID ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Konfigurasi dasar RFID (Preradovic dan Karmakar, 2012:2)

3.3 Parameter Antena

3.3.1 VSWR (*Voltage Standing Wave ratio*)

Merupakan parameter antena yang menunjukkan ketidaksuaian impedansi antara impedansi antena dan saluran transmisi. Ketidaksesuaian berarti bahwa ada daya yang terpantul kembali (Punit, 2004:18). Persamaan VSWR diberikan sebagai berikut (Persamaan 2.1) (Balanis, 2005:65).

$$VSWR = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \quad (3.1)$$

Dengan Γ adalah koefisien pantul yang diperoleh dari persamaan 2.2 (Balanis, 2005:65)

$$\Gamma = \frac{Z_{in}-Z_0}{Z_{in}+Z_0} \quad (3.2)$$

Dengan

Z_{in} = impedansi masukan antena

Z_0 = impedansi karakteristik saluran transmisi

VSWR mengukur ketidaksesuaian antara antena dan saluran transmisi. Jika nilai VSWR semakin naik maka ketidaksesuaiannya semakin tinggi dan sebaliknya (Punit, 2004:18).

3.3.2 Return Loss

Merupakan sebuah parameter yang berkaitan dengan penyesuaian impedansi beban. Menunjukkan kemampuan dari antena untuk meradiasikan daya dan memantulkannya kembali ke pembangkit (Makarov, 2002:160). Persamaan Return loss diberikan pada Persamaan 2.3. (Makarov, 2002:160)

$$RL = 20 \log_{10} |\Gamma| \quad (3.3)$$

Dalam kondisi ideal, antena dikatakan mempunyai kesesuaian impedansi jika nilai koefisien pantul sama dengan nol atau tidak ada daya yang terpantul kembali. Namun, pada keadaan praktis, nilai tersebut tidak dapat dipenuhi, sehingga nilai yang ditoleransi adalah dengan *return loss* di bawah -9.54 dB dan VSWR dibawah 2 (Punit,2004:19).

3.3.3 Keterarahan

Merupakan perbandingan intensitas radiasi antenna pada arah tertentu dengan intensitas radiasi antenna rata-rata dari semua arah (Balanis,2005:44). Pada persamaan matematis dituliskan seperti pada Persamaan 2.4

$$D = \frac{U}{U_0} = \frac{4\pi U}{P_{rad}} \quad (3.4)$$

Jika arah tidak diketahui, maka keterarahan yang ditunjukkan adalah keterarahan secara maksimal, sehingga

$$D_{max} = D_0 = \frac{U_{max}}{U_0} = \frac{U_{max}}{U_0} = \frac{4\pi U_{max}}{P_{rad}} \quad (3.5)$$

Dengan

D = keterarahan

D₀ = keterarahan maksimal

U = intensitas radiasi (W/satuan sudut)

U_{max} = intensitas radiasi maksimal (W/satuan sudut)

U₀ = intensitas radiasi pada keadaan isotropis (W/satuan sudut)

P_{rad} = total daya teradiasi (W)

3.3.4 Gain

Merupakan perbandingan intensitas pada arah tertentu, dengan intensitas radiasi yang akan dibuktikan saat daya diterima antenna dalam keadaan isotropis (Balanis, 2005:66). Intensitas radiasi berhubungan dengan daya yang diradiasikan secara isotropis yang merupakan daya yang diterima oleh antenna dibagi dengan 4π, seperti pada Persamaan 2.6 Berikut (Balanis, 2005:66).

$$Gain = 4\pi \frac{\text{intensitas radiasi}}{\text{daya total yang diterima}} = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_{in}} \quad (3.6)$$

3.3.5 Axial Ratio

Diefinisikan sebagai perbandingan antara sumbu mayor dan sumbu minor (Kumar dan Ray, 2008:310), seperti pada persamaan berikut

$$\text{Axial Ratio} = \frac{\text{sumbu mayor}}{\text{sumbu minor}} \quad (3.7)$$

Axial ratio merupakan karakterisasi dari sebuah polarisasi (Kumar dan Ray, 2008:311), yaitu arah vektor medan elektrik dari gelombang yang diradiasikan antenna (Punit, 2004:20). Nilai dari *axial ratio* dapat menunjukkan jenis polarisasinya. Jika nilai *axial ratio* sama dengan tak hingga maka polarisasi yang terjadi adalah polarisasi linier. Jika nilai *axial ratio* sama dengan satu maka dipastikan bahwa polarisasi yang terjadi adalah polarisasi melingkar (Kumar dan Ray, 2008:311).

IV. Metodologi Penelitian

4.1 Kerangka Penelitian

Dalam penelitian yang akan dilakukan dalam rancang bangun antenna mikrostrip untuk RFID tag tersusun atas

1. Studi literatur

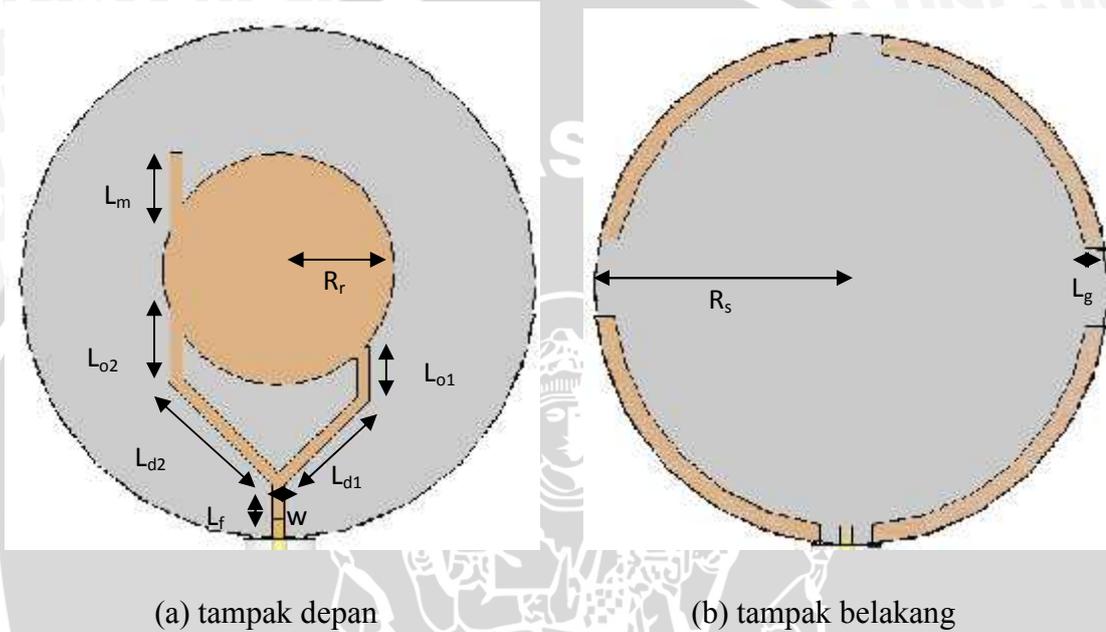
Bertujuan untuk mempelajari dan memahami teori yang berhubungan tentang antenna yang akan dirancang. Studi literatur juga meliputi menelaah kembali hasil penelitian-penelitian yang telah dilakukan dalam hal yang sama.

Penelitian yang pernah dilakukan, antara lain

- a. Stevan Preradovic dan Nema C. Karmakar di tahun 2009 dan 2010 (Preradovic dan Karmakar, 2009; 2010) penelitian tentang *Chipless RFID tag* juga membahas tentang antenna RFID tag dengan frekuensi kerja pada *Ultra Wideband* (3.1-10.6 GHz) dengan polarisasi linier
- b. Ronald Joseph dan Takeshi Fukusako (Joseph dan Fukusako, 2012) tentang antenna dengan polarisasi melingkar yang dapat bekerja pada frekuensi 2.8-4.6 GHz

2. Menentukan dimensi dari antenna agar dapat bekerja pada frekuensi 2.4 GHz

Antena yang akan dirancang merupakan antenna mikrostrip dengan *feeding* yang dipakai adalah *microstrip line feeding*. Untuk mendapatkan antenna yang berpolarisasi melingkar, maka antenna yang akan dirancang memakai *dual feed* dengan *power divider* yang mempunyai posisi tegak lurus. Rencana rancangan antenna terlihat seperti dalam Gambar 6



Gambar 6 Rencana rancangan antenna

Spesifikasi bahan untuk antenna yang akan dirancang ditentukan sebagai berikut.

- Bahan : FR-4 Epoxy ($\epsilon_r=4.4$)
- Ketebalan bahan : 0.8 mm

Untuk memperoleh dimensi antenna, dapat digunakan persamaan berikut

a. Untuk lebar dari *microstrip line* menggunakan persamaan (P.Bhartia, 2001:773)

$$\frac{w}{h} = \frac{8 \exp(-1)}{\exp(2A) - 2} \tag{4.1}$$

$$\frac{w}{h} = \frac{2}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.51}{\epsilon_r} \right] \right\} \tag{4.2}$$

Dengan

$$A = \frac{Z_0(\epsilon_r + 1)^{\frac{1}{2}}}{\epsilon_0} + \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 1} \left\{ 0.23 + \frac{0.11}{\epsilon_r} \right\}$$
$$B = \frac{60r^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}}$$
$$Z_0 = (c\sqrt{CC_a})^2$$

Dengan

W = Lebar *microstrip line*

H = Tebal substrat antenna

Z_0 = Impedansi karakteristik

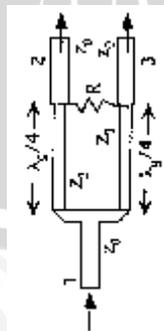
ϵ_r = Konstanta dielektrik

c = cepat rambat cahaya di ruang hampa

C = kapasitansi per satuan panjang

C_a = kapasitansi per satuan panjang struktur dengan dielektrik digantikan udara

b. Untuk panjang *dual feed* dan *power divider* menggunakan *Wilkinson power divider* yaitu sebagai berikut,



Gambar 3.3 *Wilkinson Power Divider*

(P.Bhartia, 2001:517)

Dengan parameter

$$Z_2 = Z_3 = \sqrt{2}Z_0 \quad (4.3)$$

$$R = 2Z_0$$

- c. Untuk bidang peradiasi yang berbentuk lingkaran menggunakan Persamaan 4.4 (Balanis,2005:846)

$$\alpha = \frac{F}{\left\{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln \left(\frac{\pi F}{2h} \right) + 1.7726 \right] \right\}^2} \quad (4.4)$$

Dengan

$$F = \frac{8.79 \times 10^4}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (4.5)$$

Dengan

α = jari-jari lingkaran peradiasi (cm)

f_r = frekuensi resonansi (Hz)

3. Melakukan proses simulasi dan optimasi dengan bantuan perangkat lunak komputer

Proses simulasi dan optimasi ini bertujuan untuk melihat sejauh mana performansi rancangan antena sebelum nantinya difabrikasi.

4. Melakukan proses fabrikasi antena

Setelah performansi antena pada proses simulasi dinilai layak, maka antena dapat direalisasikan.

5. Pengukuran performansi antena yang berupa parameter-parameter antena, yaitu *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)*, *Return Loss (S-Parameter)*, keterarahan, *gain*, dan *axial ratio*

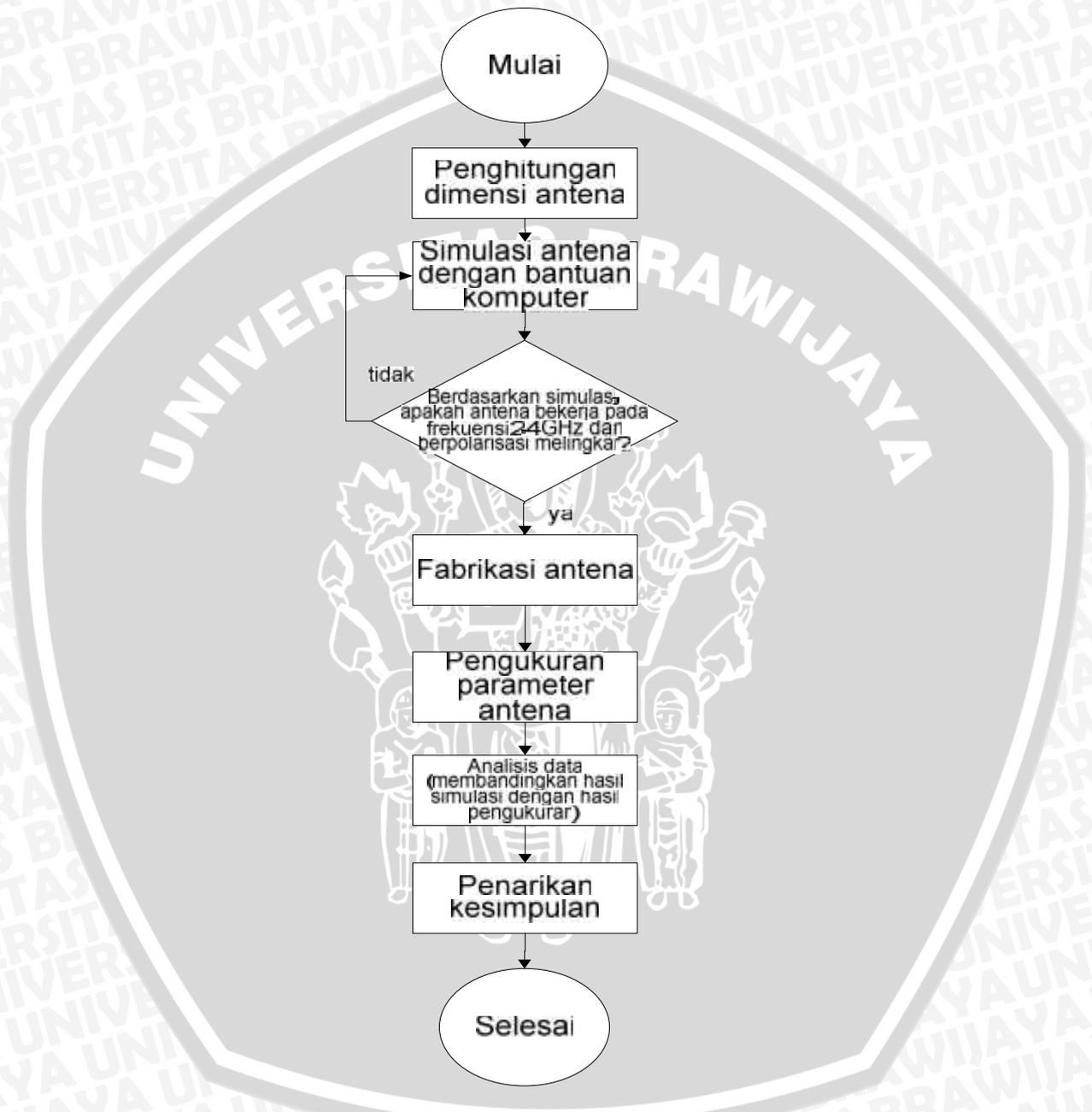
6. Melakukan analisis dari hasil pengukuran

Analisis yang dilakukan dengan cara membandingkan hasil simulasi dengan hasil pengukuran dengan didasarkan pada teori.

7. Penarikan kesimpulan

Didapat dari hasil analisis dengan berdasarkan teori penunjang

Dari tujuh langkah yang telah dijelaskan, didapatkan diagram alir sebagai berikut.



Gambar 3.2 Diagram Alir untuk penelitian

4.2 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan untuk penelitian kali ini adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, pembatasan masalah dan tujuan penelitian

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang teori-teori yang mendukung untuk dilakukannya penelitian

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tahapan-tahapan penelitian, mulai dari tahap perancangan sampai ke tahapan pengukuran

BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ANTENA

Berisi rancangan dan tahapan-tahapan dalam pembuatan antenna

BAB V HASIL PENGUJIAN ANTENA

Berisi tentang langkah-langkah pengujian antenna serta menganalisisnya berdasarkan teori-teori yang menunjang

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dari hasil analisis dan saran untuk penelitian selanjutnya

4.3 Rencana Kegiatan

No	Kegiatan	Bulan-					
		I	II	III	IV	V	VI
1	Seminar Proposal						
2	Studi Literatur						
3	Perancangan dan Pembuatan Antena						
4	Pengukuran Parameter Antena						
5	Analisis Hasil Pengukuran dan Pembuatan Laporan						
6	Seminar Hasil						

Daftar Pustaka

- Balanis, C.A, 2005, *Antenna Theory Analysis and Design*, Wiley, USA
- Punit, Nakar Shantilal, 2004,
- Kumar, Girish, Ray, K.P, 2008, *Broadband Microstrip Antennas*, Artech House, USA
- Bhartia, P, Bahl, Inder, Garg, R, Ittipiboon, 2001, *Microstrip Antenna Design Handbook*, Artech House, USA
- Makarov, Sergey, 2002, *Antenna And EM Modelling With Matlab*, Wiley, USA
- Haneishi, M, Suzuki, Y, 1989 , *Circular Polarization and Bandwidth, IEE Electromagnetic Series 28-Handbook of Microstrip Antennas (edited by JR. James and PS Hall)*, Peter Peregrinus, London
- Finkenzeller, Dr. Klaus, 2003, *RFID Handbook Second Edition*, Wiley, England
- Preradovic, Stevan, Karmakar, Nemai Chandra, 2012, *Multiresonator-Based Chipless RFID-Barcode of the Future*, Springer, USA
- Deavours, Daniel 2010, *UHF RFID Antennas, RFID Systems Research Trends and Challenges (edited by Miodrac Bolic, David Simplot-Ryl and Ivan Stojmenovic)*, Wiley, USA
- Preradovic, Stevan, Karmakar, Nemai C, 2009, *Design of Fully Printable Planar Chipless RFID Transponder with 35-bit Data Capacity, Proceeding of the 39th European Microwave Conference*
- Preradovic, Stevan, Karmakar, Nemai C, 2010, *Design of Chipless RFID Tag for Operation on Flexible Laminates, IEEE Antennas and Propagation Letters, Volume 9 2010*
- Joseph, R, Fukusako, T, 2012, *Circularly Polarized Broadband Antenna with Circular Slot on Circular Ground Plane, Progress in Electromagnetics Research C, Vol. 26, p. 205-217, 2012*