

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Telekomunikasi Teknik Elektro Universitas Negeri Jakarta, pada bulan Mei 2016 – Januari 2017 dan di Laboratorium P2ET (Pusat Penelitian Elektronika dan komunikasi) LIPI Bandung pada Bulan Oktober 2016 – Desember 2016. Waktu tersebut cukup efektif untuk melakukan penelitian.

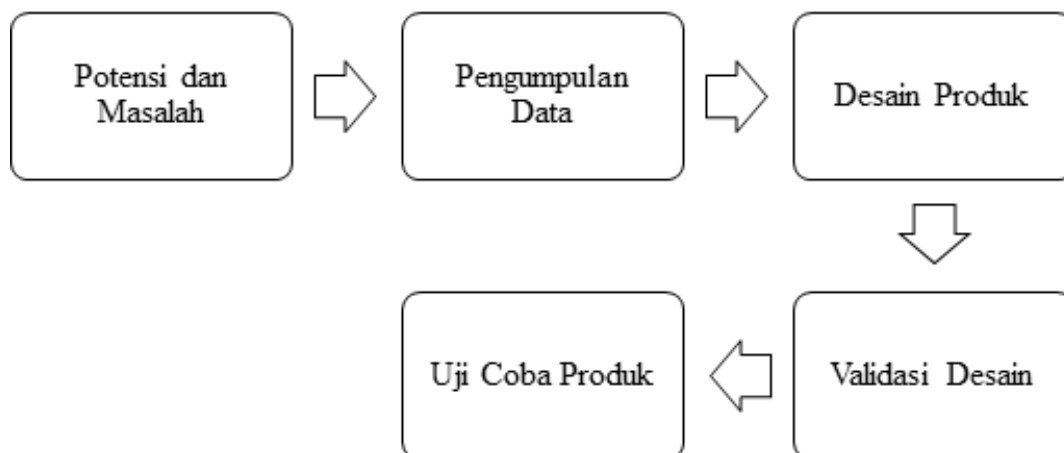
3.2. Metode Pengembangan Produk

3.2.1. Tujuan Pengembangan

Tujuan dalam penelitian ini adalah mampu merancang, membuat, dan menguji *rectifier 3 stages* pada frekuensi 2,45 GHz menggunakan metode penyesuaian impedansi saluran mikrostrip dan menggunakan dengan kriteria uji yaitu, frekuensi tengah 2,45 GHz, *output voltage* ≥ 2 Volt, $VSWR \leq 2$, *Return Loss* (S11) ≤ -10 dB.

3.2.2. Metode Pengembangan

Metode penelitian yang digunakan adalah Metode *Research and Development* (R&D). Metode *Research and development* (R&D) merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut agar dapat berfungsi dimasyarakat luas.



Gambar 3.1 Langkah Penggunaan Metode *Research and Development*(R&D) (Sugiyono, 2009:298)

Dari beberapa tahapan pada Gambar 3.1, peneliti menggunakan 5 langkah penelitian pengembangan yaitu potensi masalah, pengumpulan data / informasi, desain produk, validasi desain dan uji coba produk.

1. Potensi dan Masalah

Penelitian bermula dari potensi gelombang elektromagnetik yang terdapat dalam gelombang frekuensi radio (Radio Frequency/ RF) bebas di udara untuk digunakan sebagai sumber energi alternatif.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data berbagai informasi yang digunakan sebagai bahan untuk perencanaan desain *rectifier* sesuai yang diharapkan.

3. Desain Produk

Rectifier pada *rectenna* yang dihasilkan dalam penelitian, didesain dengan bantuan software simulasi yakni menggunakan *Advance Design System* 2011 dalam perancangan sesuai dengan pengumpulan data.

4. Validasi Desain

Validasi desain merupakan hasil simulasi dari desain produk pada software simulasi, dimana untuk menilai apakah rancangan *rectifier* sesuai dengan yang diharapkan.

5. Uji Coba Produk

Uji Coba produk meliputi fabrikasi *rectifier*, penyolderan komponen *rectifier*, dan pengukuran hasil fabrikasi dan penyolderan *rectifier*.

3.2.3. Sasaran Produk

Sasaran produk dalam penelitian ini yakni penggunaan *rectifier* 3 tingkat sebagai *rectenna* menggunakan metode penyesuai impedansi saluran mikrostrip dengan mengikuti parameter *rectifier* yang sesuai dengan karakteristik *rectifier* yang digunakan pada frekuensi 2,45 GHz.

3.2.4. Instrumen

Pada penelitian, instrumen yang digunakan adalah peneliti dan alat penunjang lainnya. Berikut alat penunjang yang dibutuhkan dalam penelitian sebagai berikut:

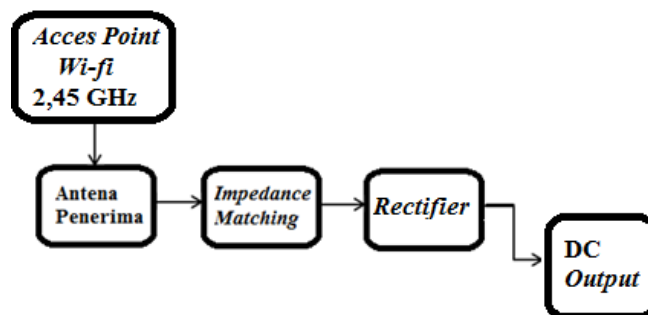
- a. *Software Advance Design System (ADS) 2011*
- b. *Software Altium Designer Summer 2013*
- c. *Vector Network Analyzer (VNA) tipe Advantest R3770*
- d. *Signal Generator tipe ROHDE & SCHWARZ SMJ 100A, RF 100 KHz – 6 GHz*
- e. *Wi-Fi Router En-Genius ENS202EXT 802.11b/g.n.*
- f. *Antena receiver TL-WN722N*
- g. *Multimeter digital dan analog*

Namun peneliti dapat menyesuaikan diri dari semua aspek pendukung dalam prosedur pengembangan, pengumpulan data, dan analisis data hingga pada hasil kesimpulan dari penelitian.

3.3. Prosedur Pengembangan

3.3.1. Tahap Penelitian dan Pengumpulan Informasi

Sistem Transfer Daya *Wireless* adalah sistem yang digunakan untuk menangkap energi elektromagnetik yang tersebar bebas di udara. Kemudian energi tersebut dilakukan pengolahan sehingga menghasilkan daya yang dapat digunakan untuk mencatu perangkat elektronik berdaya rendah. Antena merupakan salah satu komponen utama dalam sistem Transfer Daya *Wireless*. Antena digunakan untuk menangkap gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh sumber RF pada *access point*.



Gambar 3.2 Blok Diagram Rancangan Sistem Transfer Daya *Wireless*

Dari Gambar 3.2 dapat dilihat bahwa sistem yang diajukan memiliki bagian utama, yaitu sistem transfer daya *wireless* dengan sinyal *access point* Wi-Fi 2,45 GHz sebagai sumber energi elektromagnetik. Sistem ini diujikan sebagai alternatif bagi sumber energi berdaya rendah. Sistem transfer daya *wireless* terdiri dari antena yang berfungsi menangkap sinyal RF di frekuensi 2,45 GHz (Wi-Fi),

kemudian daya yang ditangkap antena berupa sinyal AC akan diserahkan dan dinaikkan nilai tegangannya oleh rangkaian *rectifier*, kemudian sinyal DC yang didapat akan dinaikkan lagi hingga mencapai nilai tegangan yang konstan yang dibutuhkan untuk beban menggunakan rangkaian *rectifier*.

Sinyal RF 2,45 GHz memiliki frekuensi yang tinggi dan terpancar dengan besar daya yang sangat dibatasi, begitu pula dengan daya sinyal RF yang bisa ditangkap dari udara bebas oleh antena yang paling efisien pun akan relatif kecil mengingat banyaknya rugi-rugi di udara bebas, karena itu pada rangkaian *rectifier* diperlukan komponen yang tepat, salah satunya dioda. Dioda dengan besar tegangan *threshold* yang kecil dan bisa bekerja pada frekuensi tinggi. Dioda *Schottky* menjadi pilihan yang paling tepat dikarenakan alasan-alasan tersebut. Dioda *Schottky* menggunakan *metal-semiconductor junction* alih-alih *semiconductor-semiconductor junction* yang umumnya digunakan pada jenis dioda biasa. Penggunaan *metal-semiconductor* pada *junction* ini akan membuat *junction* mampu bekerja lebih cepat dan memberikan tegangan *threshold* mulai dari 0,15 V sampai 0,5 V, rentang ini lebih kecil dibandingkan tegangan *threshold* dioda biasa yang rentangnya sekitar 0,6 – 1,7 V (Pylarinos, 2006). Pada sistem yang diajukan peneliti, dioda *Schottky* yang digunakan adalah dioda *Schottky* HSMS 2862. Dioda *Schottky* HSMS 2862 dari Agilent memiliki tegangan *threshold* sebesar 0,34 V dan mampu bekerja hingga frekuensi gelombang 2,45 GHz.

3.3.2. Tahap Perencanaan

3.3.2.a. Penentuan Karakteristik *Rectifier*

Spesifikasi *rectifier* pada *rectenna* menjadi bagian yang penting dalam proses perancangannya. *Rectifier* yang akan dibuat dengan 3 *stage* (tingkat) dengan spesifikasi seperti ditunjukkan pada Tabel 3.1 :

Tabel 3.1 Spesifikasi *Rectifier* pada *Rectenna* pada Frekuensi 2,45GHz

Parameter	Spesifikasi
Frekuensi kerja	2,4 – 2,5 GHz
VSWR	< 2
<i>Return Loss</i> (S_{11})	≤ -10 dB
Impedansi <i>Input</i>	$\approx 50 \Omega$
<i>Output Voltage</i>	≤ 2 Volt

3.3.2.b. Penentuan Jenis Material

Dalam melakukan perancangan *rectifier* bahan yang digunakan dalam perancangan adalah jenis substrat Roger Duroid 4350B dengan pertimbangan *loss* yang dimilikinya kecil. Adapun spesifikasinya ditunjukkan pada tabel 3.2 :

Tabel 3.2 Spesifikasi Substrat yang digunakan

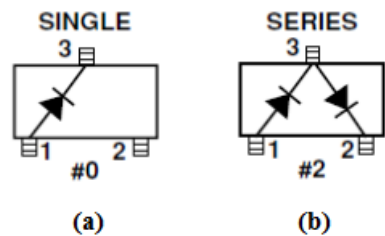
Jenis Substrat	Roger Duroid 4350B
Konstanta Dielektrik Relatif (ϵ_r)	3,48
<i>Dielectric Loss Tangent</i> ($\tan \delta$)	0,0037
Ketebalan Substrat	1,524 mm

Adapun untuk layout PCB serta *groundplane* menggunakan bahan tembaga. Antara *ground* rangkaian *rectifier* dan *groundplane* dihubungkan dengan *throughhole*.

3.3.2.c. Pemilihan Jenis Dioda

Pada rangkaian *rectifier* terdiri dari dioda dan kapasitor. Untuk pemilihan dioda, digunakan dioda Schottky seri HSMS-286x yaitu tipe HSMS-2862 yang memiliki *forward voltage* yang rendah dan telah dirancang dan dioptimasi untuk

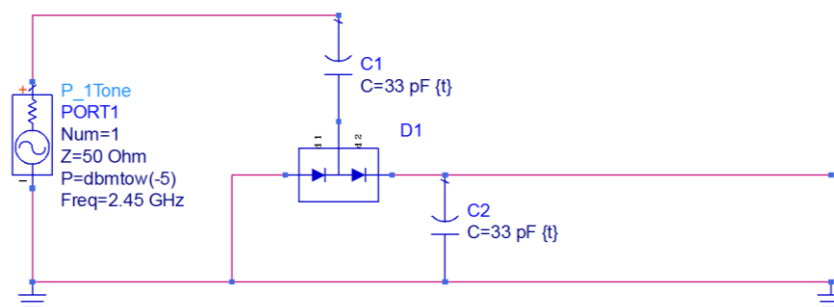
digunakan pada rentang frekuensi 915 MHz hingga 5.8 GHz. HSMS-2862 merupakan komponen dengan konfigurasi dua dioda seri seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.3b. Komponen dioda menggunakan komponen *Surface Mount Device* (SMD) agar memudahkan dalam proses fabrikasi. Gambar 3.3a menunjukkan tipe dioda *schottky* HSMS 2860 dengan jenis *single* dioda, sedangkan Gambar 3.3b menunjukkan tipe dioda HSMS 2862 dengan jenis *series* dioda.



Gambar 3.3 Tipe Dioda *Schottky*, (a) HSMS 2860, (b) HSMS 2862

3.3.2.d. Penentuan Model Rangkaian *Rectifier*

Pemakaian rangkaian *Rectifier* dapat dilakukan dengan beberapa bentuk susunan, seperti Villard, Dicson, Resonant Villard dan Resonant Dickson. Berangkat dari hasil simulasi yang dipublikasi oleh Sogorb, Liario, Pelegri dan Alberora, maka digunakan susunan dickson dalam sistem ini, karena susunan dickson relatif lebih baik dalam penggunaan untuk sistem bertegangan rendah. Seperti pada sistem *rectenna* pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Model Rangkaian *Rectifier* Dickson

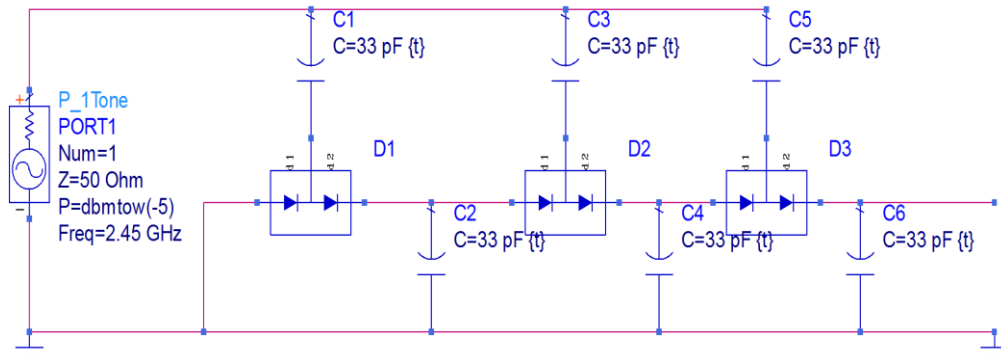
3.3.2.e. Penentuan Nilai Kapasitor

Setelah Menentukan jenis dioda yang sesuai dengan parameter yang akan dirancang, pada frekuensi yang semakin tinggi untuk mendapatkan nilai tegangan *output* yang semakin besar diperlukan nilai kapasitor yang semakin kecil. Pada kapasitor *stage* mengganti nilai kapasitor *stage* sedikit saja dapat memberikan perubahan yang sangat drastis pada tegangan keluaran. Penggunaan nilai kapasitor ini menggunakan nilai kapasitor 33 pF berdasarkan uji coba pada simulasi perangkat lunak *Advance Design System (ADS) 2011*. Nilai kapasitor tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.4.

3.3.2.f. Penentuan Konfigurasi *Rectifier* dan Jumlah *Stage*

Tahap berikutnya adalah menentukan Konfigurasi *rectifier* yang berfungsi sebagai pelipat tegangan atau disebut juga *voltage doubler*. Sesuai pembahasan pada bab 2 *voltage doubler* dapat dijadikan beberapa tingkat (n-Stage) atau yang disebut juga dengan *Voltage Multiplier*. Jumlah stage yang semakin banyak akan semakin besar pula nilai tegangan DC yang dihasilkan rangkaian *Voltage Multiplier*. Namun ada batasan pada jumlah stage yang dapat digunakan pada rangkaian. Pembatasan yang dimaksud adalah hukum Ohm, Jika besar tegangan yang dihasilkan semakin besar maka nilai arus yang dihasilkan juga semakin kecil. Selain itu jumlah *stage* yang semakin banyak berarti rugi rugi yang muncul selama proses di sepanjang *stages* juga akan semakin banyak. Oleh sebab itu, rangkaian ini menggunakan 3 *stages* untuk memastikan bahwa nilai tegangan *output* cukup besar namun tidak terlalu mengorbankan nilai arus output

yang dihasilkan. Adapun rangkaian *Voltage Multiplier 3 stages* ditunjukkan pada Gambar 3.5.

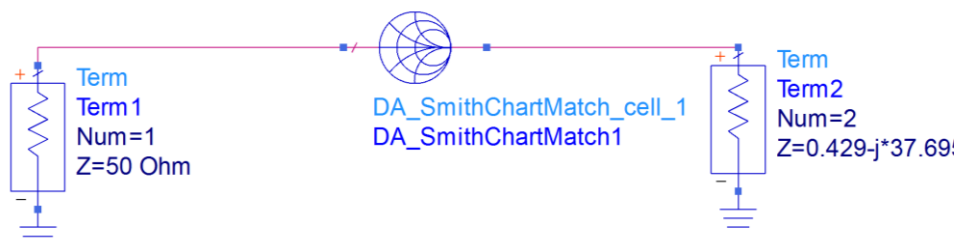


Gambar 3.5 Rangkaian *Voltage Multiplier 3 Stages*

3.3.2.g. Penentuan Jenis *Impedance Matching*

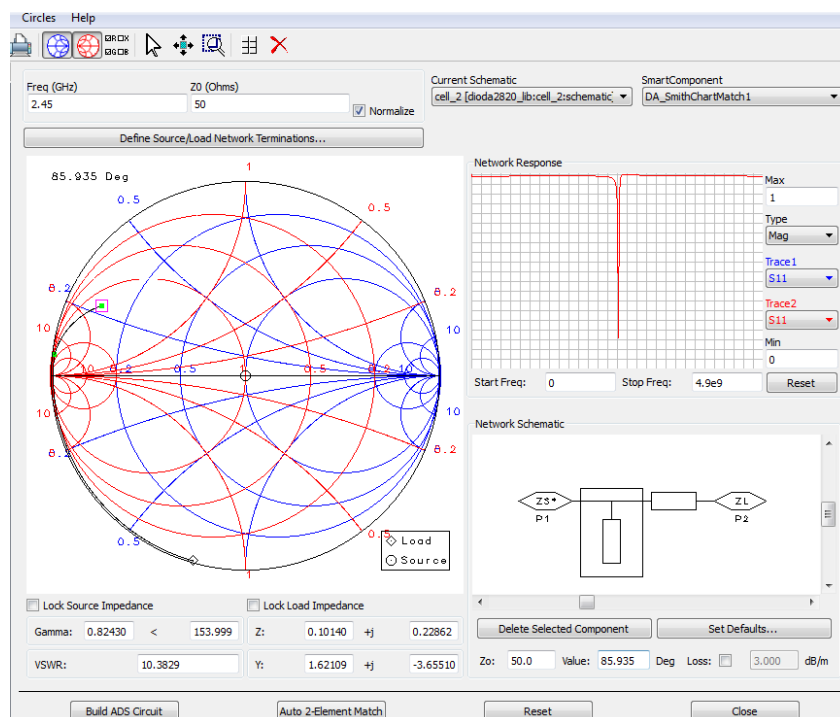
Ada beberapa cara yang digunakan untuk membuat saluran *matching* pada *rectifier*, diantaranya saluran mikrostrip, *L-Network*, *T-Network*, dan $\Pi(\text{phi})$ -*Network*. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan saluran mikrostrip menggunakan teknik *single stub* pada saluran impedansi. Teknik ini merupakan teknik yang cukup dalam saluran mikrostrip, cukup dengan menghitung lebar saluran mikrostrip, jarak *stub* ke beban (d_s) dan panjang *stub* (l_s).

Sedangkan pada perangkat lunak *Advance Design System (ADS)* *impedance matching* dapat dilakukan dengan menggunakan *tools smith chart utility*, adapun konsep dari *impedance matching* menggunakan *smith chart utility* dapat ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Konsep *Impedance Matching* pada ADS

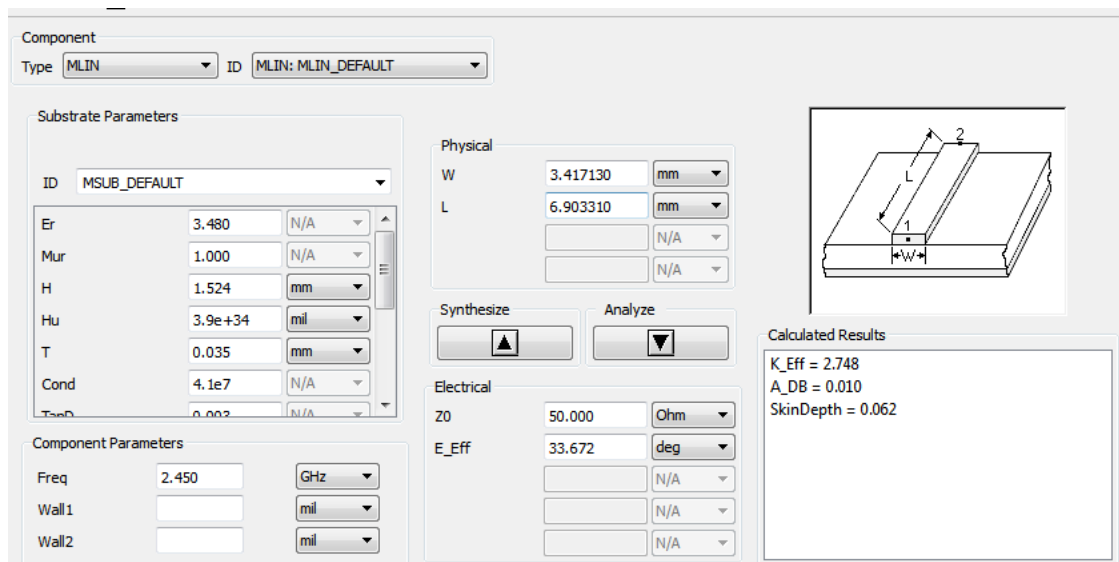
Pada Gambar 3.6 nilai impedansi dapat diketahui melalui simulasi pada ADS saat rangkaian *rectifier* telah dibuat dengan konfigurasi *Voltage Multiplier 3 Stages*. setelah menggunakan konsep tersebut, maka nilai d_s dan l_s akan di dapat dengan bantuan *smith chart utility*. Adapun tampilannya ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Tampilan Smith Chart Utility

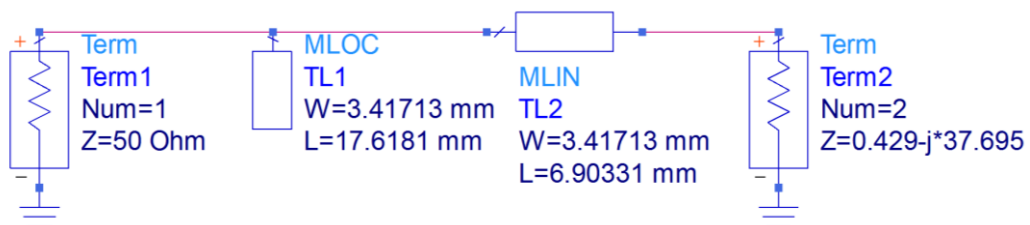
Untuk mendapatkan nilai d_s dan l_s , Diawali dengan cara memasukan nilai impedansi rangakain *rectifier* pada *Smith Chart Utility*. Selanjutnya proses perancangan dilakukan dengan menggunakan komponen *microstrip* yang ada pada kolom *pallette*. Untuk menentukan jarak *stub* dari beban adalah dengan melihat besar sudut dari perputaran garis antara titik Z_S dan lingkaran $VSWR = 1$. Sedangkan untuk menentukan panjang *stub* adalah dengan melihat besar sudut dari perputaran garis yang menghubungkan antara lingkaran $VSWR = 1$ dengan titik $Z = 1 + j0$.

Setelah mendapatkan nilai sudut d_s dan l_s , selanjutnya dapat diketahui lebar dan panjang mikrostrip pada *matching* untuk dapat dirancang pada rangkaian *rectifier 3 stages*. Dengan menggunakan *tools Line Calc*, data dari *Smith Chart Utility* dapat di konvert dengan cara *Synthesize*. Data yang dimasukkan disesuaikan dengan spesifikasi PCB yang akan digunakan, yaitu $\epsilon_r = 3,48$ mm, tebal dielektrik, $h = 1,524$ mm, $\tan D = 0.0037$ frekuensi = 2,45 GHz, impedansi saluran, $Z_0 = 50 \Omega$. Berikut ini hasil dari *Synthesize* menggunakan *Line Calc*. Tampilan dari *Line Calc* ditunjukkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Tampilan Line Calc

Adapun hasil desain *impedance matching* saluran mikrostrip dengan teknik *single stub* pada Gambar 3.9



Gambar 3.9 Desain Single Stub pada ADS

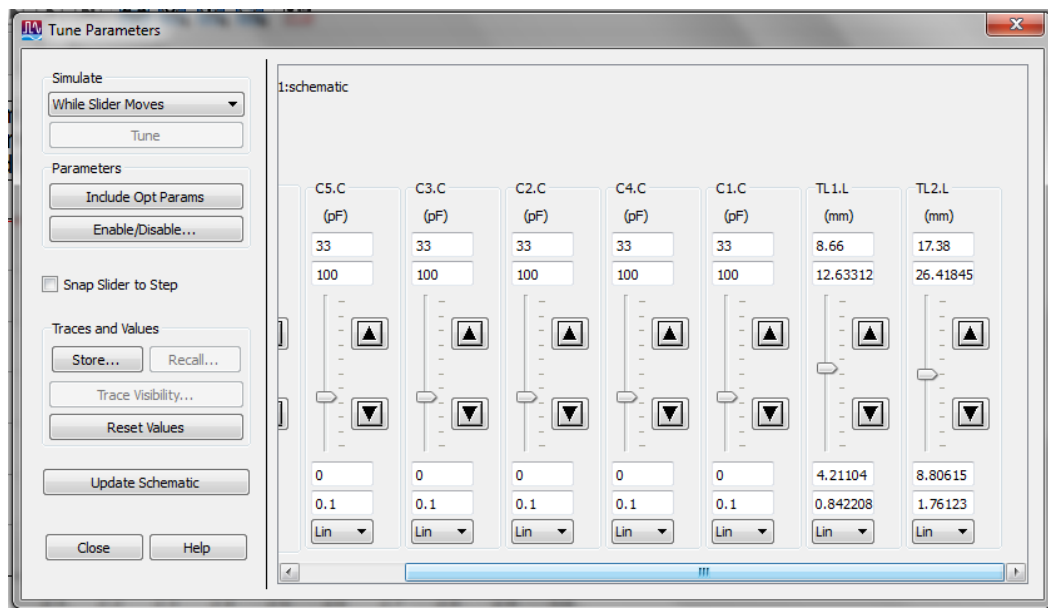
3.3.3. Tahap Desain Produk

3.3.3.a. Desain *Rectifier* pada *Rectenna* Dengan *Software Advance Design System (ADS) 2011*

Untuk merealisasikan sebuah *rectifier*, diperlukan untuk mendesain *rectifier* terlebih dahulu. Desain dilakukan dengan bantuan *software Advance Design System (ADS) 2011*. Pada perancangan akan didesain *rectifier 3 stages*. Tujuannya agar dapat mengetahui pengaruh dan kelebihan yang diberikan oleh *Rectifier 3 stages* terhadap parameter *rectifier*. Desain *rectifier 3 stages* dirancang dengan menggunakan *microstrip line matching network* dengan teknik *single stub*.

3.3.3.b. Validasi Desain *Rectifier*

Validasi desain *rectifier* dilakukan pada simulasi bantuan *software Advance Design System (ADS) 2011*. Hal ini bertujuan mengetahui kinerja optimal dari *rectifier*. Optimalisasi akan dilakukan jika hasil *running* berdasarkan perhitungan nilai d_s dan l_s *matching* tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Optimalisasi akan dilakukan dengan mengubah nilai d_s dan l_s (*tuning*) pada bagian *input* rangkaian *rectifier*. Simulasi ini bertujuan sebagai perancangan fabrikasi *rectifier* serta untuk memperoleh spesifikasi yang telah ditentukan. Tampilan proses *tunning* pada *Software ADS 2011* ditunjukkan pada Gambar 3.10.

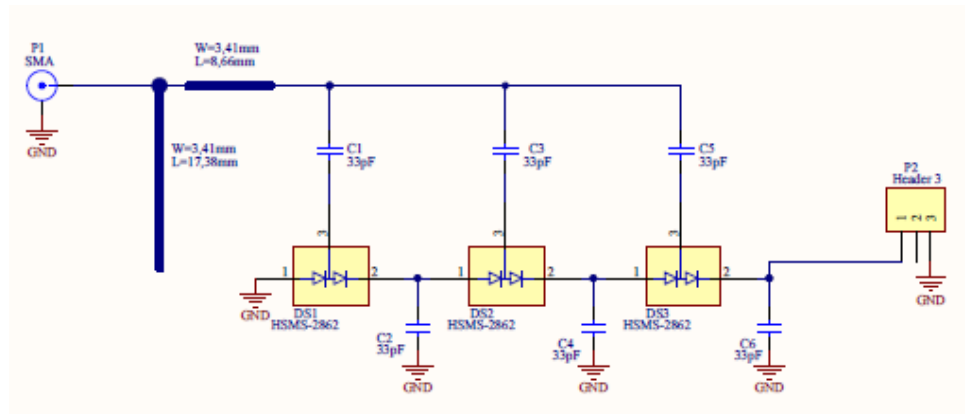


Gambar 3.10 Tampilan Proses *Tuning* pada Software ADS 2011

Pada Gambar 3.10 merupakan tampilan dari *tune parameter* pada software ADS 2011 hasil proses *tuning* dari *microstrip line matching network* dengan teknik *single stub* pada rangkaian *rectifier*, dan didapatkan jarak beban ke stub (ds) 8,66 mm dan panjang stub (ls) 17,38 mm.

3.3.3.c. Desain *Layout* Rangkaian *Rectifier* dengan Altium 2013

Setelah proses validasi sebelum *rectifier* di fabrikasi, maka tahap yang harus dilakukan adalah membuat *layout* rangkaian *rectifier* pada bantuan software Altium 2013. Sebelum membuat *layout*, dipastikan jarak antar kaki komponen telah diketahui agar pada saat penyolderan komponen tersebut sesuai (pas) dengan *pad*. Agar lebih mudah dalam pembuatan *layout*, maka skema rangkaian *rectifier* dirangkai kembali pada Altium terlebih dahulu, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.11



Gambar 3.11 Desain Skema Rangkaian *Rectifier* pada *Software Altium 2013*

3.3.3.d. Uji Coba Produk

d.1. Fabrikasi *Rectifier*

Fabrikasi *rectifier* dilakukan dengan menggunakan jasa pihak ketiga dengan nama Spectra yang berlokasi di Bandung. Bentuk yang dikirim ke Spectra dalam bentuk *.dxf* dengan menggunakan perangkat lunak Altium Designer Summer 2013.





Selanjutnya mengirim desain *rectifier* ke pihak ketiga yaitu Spectra, Bandung. Tahap selanjutnya ketika *rectifier* telah selesai di fabrikasi yaitu membandingkan desain *rectifier* pada *layout* yang telah dibuat pada *software* Altium 2013 dengan hasil fabrikasi.

d.2. Penyolderan Komponen *Rectifier*

Setelah proses fabrikasi dan jalur PCB telah benar, tahap berikutnya adalah penyolderan komponen pasif rangkaian *rectifier*. Komponen *rectifier* yang digunakan adalah komponen SMD (*Surface Mount Device*) yang secara karakteristik berukuran kecil (mm) dan rentan terhadap kejutan – kejutan listrik terutama untuk komponen aktifnya. Sehingga ada beberapa peralatan penunjang

yang digunakan untuk proses menyolder komponen *rectifier*, diantaranya dapat dilihat pada Tabel 3.3 :

Tabel 3.3 Peralatan untuk Penyolderan *Rectifier*

No.	Nama Peralatan	Bentuk Fisik
1.	Solder dc anti static	
2.	Timah 0,6 mm	
3.	<i>Loop</i>	
4.	Pinset	

d.3. Pengukuran Hasil Fabrikasi *Rectifier*

d.3.1. Pengukuran Hasil Fabrikasi *Rectifier* dengan *Vector Network Analyzer*

Vector Network Analyzer (VNA) merupakan alat ukur 2 port yang biasanya digunakan untuk mengukur S-Parameter dari kinerja aplikasi RF. Pada penelitian *Rectifier* ini parameter yang akan diukur menggunakan VNA antara lain S_{11} (*Return Loss*), dan VSWR.

Adapun prosedur pengukuran *Rectifier* dengan *Vector Network Analyzer* adalah :

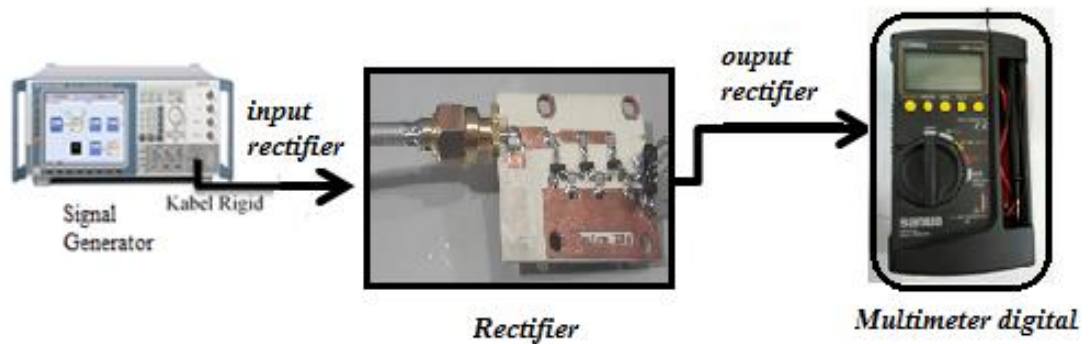
1. Terlebih dahulu mengkalibrasi VNA. Langkah kalibrasi ini sangat penting untuk mendapatkan nilai validitas pengukuran sebaik mungkin.
2. Tekan tombol *measurment* untuk melihat parameter yang akan di ukur.
3. Untuk mengukur S_{11} (*Return Loss*) dan VSWR, maka dibagian *port input rectifier* dipasangkan Konektor ke VNA.



Gambar 3.12 Pegukuran S_{11} (*Return Loss*) dan VSWR

d.3.2. Pengukuran Hasil Fabrikasi *Rectifier* dengan *Signal Generator*

Signal Generator digunakan untuk mengukur parameter *rectifier* yaitu tegangan *output* dan arus, adapun cara *men-set-up* nya ditunjukkan pada Gambar 3.13.



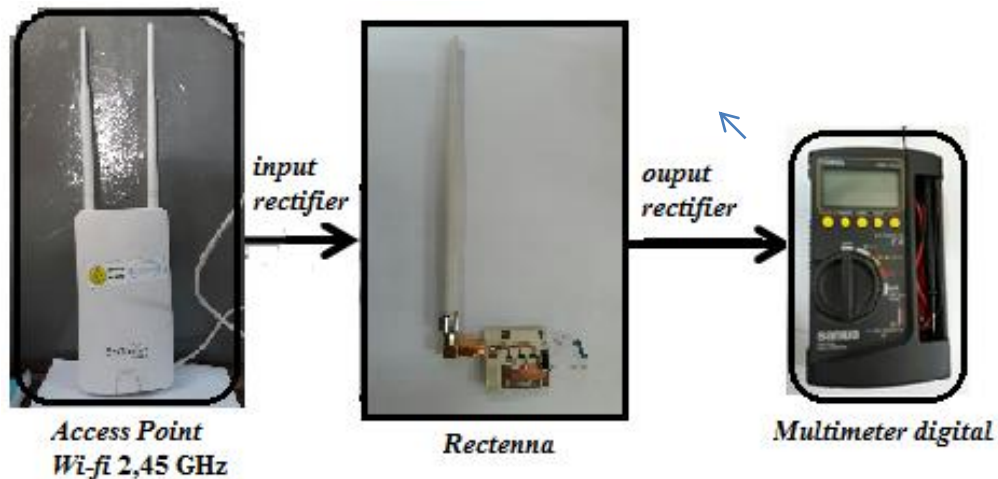
Gambar 3.13 Set-up Pengukuran Output Voltage dan Arus

Dengan *set-up* pengukuran yang dilakukan seperti Gambar 3.13, berikut langkah – langkah kerja agar *rectifier* 2,45 GHz dapat diukur secara tepat.

1. Hubungkan kabel rigid pada *input Rectifier* 2,45 GHz ke *Signal Generator*.
2. Hubungkan *power supply* dengan *input DC Rectifier* 2,45 GHz.
3. Nyalakan *Signal Generator*.
4. *Setting* frekuensi dan level *input* yang diinginkan pada *Signal Generator*, dengan cara tekan tombol “*level*” kemudian *set level input*, kemudian tekan “Enter”. Begitu juga dengan frekuensi, tekan tombol “*Freq*”, kemudian *set* frekuensi yang diinginkan, lalu tekan “Enter”.

d.3.3. Pengukuran Hasil Fabrikasi *Rectifier* dengan Antena dan *Access Point* *Wi-Fi* 2,45 GHz

Pada pengukuran ini dilakukan dengan mengatur jarak antara antenna pemancar pada *access point* ke antenna penerima yang dihubungkan ke *rectifier* sehingga menjadi sebuah rangkaian *rectenna*.



Gambar 3.14 *Set-up* Pengukuran *Output Voltage* dan Arus

Dengan *set-up* pengukuran yang dilakukan seperti Gambar 3.14, berikut langkah – langkah kerja agar *Rectifier* 2,45 GHz dapat diukur secara tepat.

1. Atur jarak antara *Access Point* *Wi-fi* 2,45 GHz dengan *Rectenna* (*Rectifier* yang telah dipasangkan Antena penerima)
2. Ukur tegangan dan arus keluaran *rectenna* dengan menggunakan multimeter digital

3.4. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi meliputi pencarian sumber *literature* dan data hasil penguji di lapangan diantaranya perancangan simulasi dan pengukuran *rectifier*, kemudian

melakukan pengumpulan dan mengolah data hasil uji coba. Adapun data – data yang digunakan dalam menyusun skripsi ini, yaitu berupa data primer dan sekunder.

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dan dikumpulkan secara langsung, atau dengan kata lain data primer adalah data yang didapatkan dari hasil simulasi menggunakan perangkat lunak *Advance Design System* (ADS) 2011 dan pengukuran *Rectifier* dengan *Signal Generator*, *Vector Network Analyzer* dan multimeter digital di P2ET (Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi) LIPI Bandung. Adapun data yang didapat melalui simulasi adalah *output voltage*, S_{11} (*Return Loss*), dan VSWR, serta impedansi *input*.

Pengukuran *rectifier* yang pertama dengan menggunakan *Signal Generator*, *Vector Network Analyzer* dan multimeter digital, data yang didapat *output voltage* berdasarkan input RF, S_{11} (*Return Loss*), dan VSWR, serta impedansi *input*.

Pengukuran *rectifier* yang kedua dengan menggunakan multimeter digital dan amperemeter analog, data yang didapat *output voltage* dan arus berdasarkan jarak antara antena.

3.5. Teknik Analisis Data

Analisis data adalah kegiatan mengubah hasil penelitian menjadi informasi yang dapat digunakan untuk mengambil sebuah kesimpulan dalam suatu penelitian. Setelah mendapatkan data – data primer yang dibutuhkan, maka tahap pertama menentukan nilai komponen kapasitor berdasarkan simulasi dengan hasil simulasi terbaik. Nilai komponen kapasitor didapat berdasarkan hasil *tunning*

menggunakan simulasi pada ADS 2011. Adapun nilai-nilai komponen kapasitor yang digunakan adalah pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Perbandingan Nilai C_{stage}

Komponen	Nilai	
	Sebelum Tuning	Sesudah Tuning
C_{stage}		

Setelah menentukan nilai komponen kapasitor *stages* maka tahap selanjutnya adalah menentukan *stage* (tingkat) rangkaian *rectifier* agar mendapatkan hasil rancangan sesuai dengan parameter yang diharapkan. Dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Penyesuaian Jumlah *Stage Rectifier*

Parameter	Simulasi		
	<i>Stage 1</i>	<i>Stage 2</i>	<i>Stage 3</i>
Tegangan			

Setelah menentukan jumlah *stage* yang sesuai dengan parameter yang diharapkan, maka tahap berikutnya adalah menentukan konsep penyesuaian impedansi. *Rectifier* dirancang menggunakan penyesuaian impedansi saluran mikrostrip dengan teknik *single stub*. Proses perancangan penyesuaian impedansi menggunakan 2 metode, yaitu dengan cara analitis / perhitungan manual dan simulasi menggunakan *software* ADS. Proses perancangan *stub matching* dikonsentrasikan untuk mencari lebar *stub*, besarnya jarak *stub* dari beban (d_s) dan panjang *stub* (l_s). Adapun perbandingan lebar *stub*, jarak *stub* dari beban (d_s) dan panjang *stub* (l_s) berdasarkan perhitungan manual dan simulasi yang ditunjukkan pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Perbandingan Lebar *Stub*, Jarak *Stub* dari Beban (d_s) dan Panjang *Stub* (l_s) *Impedance Matching Input*

Parameter	Nilai	
	Perhitungan	Simulasi
W		
d_s		
l_s		

Tahap selanjutnya adalah melakukan optimalisasi kinerja *rectifier* melalui proses *tunning* pada jarak dan panjang *stub* penyesuai impedansi *input* dan *output*. Setelah proses *tunning* dan mendapatkan lebar, jarak dan panjang *stub*. Proses *tunning* hanya dilakukan ada panjang dan jarak. Sehingga lebar mikrostrip tidak ikut dalam proses *tunning*. Berikut Tabel 3.7 merupakan tabel perbandingan nilai Lebar *Stub*, Jarak *Stub* dari Beban (d_s) dan Panjang *Stub* (l_s) sebelum dan sesudah literasi.

Tabel 3.7 Perbandingan nilai Lebar *Stub*, Jarak *Stub* dari Beban (d_s) dan Panjang *Stub* (l_s) sebelum dan sesudah literasi

Parameter	Nilai		
	Sebelum <i>tunning</i>	Setelah <i>tunning</i>	Selisih
<i>Input</i>	d_s		
	l_s		

Setelah semua nilai komponen telah ditetapkan sesuai dengan yang ada di pasaran, maka tahap selanjutnya adalah me-list semua komponen yang akan di beli. Adapun list-nya dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Daftar Nilai Komponen untuk Rangkaian *Rectifier*

Komponen	Nilai (Spesifikasi)	Produksi	Jumlah

Setelah me-list semua komponen dan mengetahui spesifikasi berdasarkan ukuran tipe dan ukuran komponen, maka tahap selanjutnya adalah, mendesain

layout rectifier dengan bantuan *Software Altium 2013*, yang kemudian akan difabrikasi.

Kemudian hasil *rectifier* yang telah di fabrikasi dilakukan proses penyolderan semua komponen yang telah ditetapkan. Kemudian, *rectifier* memasuki proses pengukuran S_{11} (*return loss*) dan VSWR dengan menggunakan *Vector Network Analyzer (VNA)*. Kemudian pengukuran tegangan output dan arus menggunakan *Signal Generator*.