

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

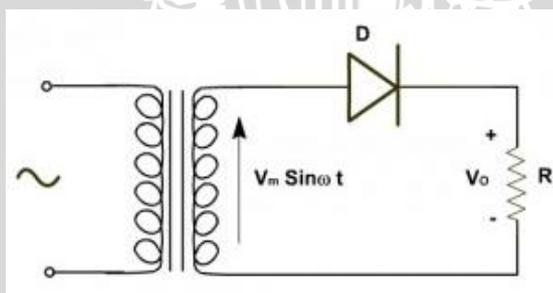
Tinjauan pustaka berisi teori-teori pendukung sebagai bahan acuan dalam menyelesaikan permasalahan. Kajian-kajian ini bersifat akademik yang didasarkan pada referensi serta hasil penelitian yang telah diuji kebenarannya. Dalam kajian ini akan membahas antara lain *rectifier*, *rectenna*, perancangan *rectenna*, Arduino Uno ATmega328, pengertian antena, parameter dasar antena seperti pola radiasi, *gain*, VSWR, *return loss* serta *bandwidth*.

### 2.1 Rectifier

*Rectifier* adalah alat yang digunakan untuk mengubah sumber arus bolak-balik (AC) menjadi sinyal sumber arus searah (DC). Gelombang AC yang berbentuk gelombang sinus hanya dapat dilihat dengan alat ukur Osiloskop. Rangkaian *rectifier* banyak menggunakan transformator *step down* yang digunakan untuk menurunkan tegangan sesuai dengan perbandingan transformasi transformator yang digunakan. Prinsip *rectifier* dalam mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi sinyal sumber arus searah (DC), dapat dilihat berikut ini:

#### 2.1.1 Rectifier Setengah Gelombang

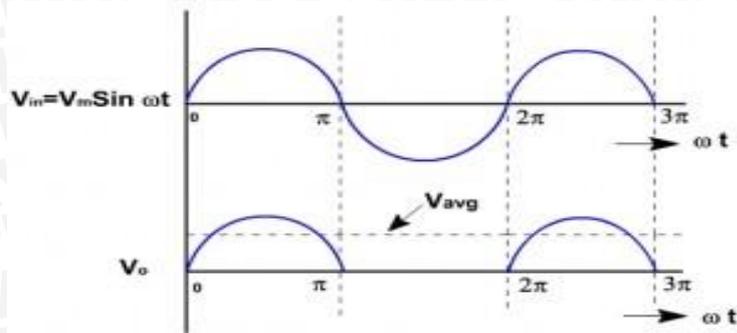
*Rectifier* jenis ini hanya menggunakan 1 buah dioda sebagai komponen utama dalam menyearahkan gelombang AC. *Rectifier* dengan anoda pada positif *load* dan katoda pada transformator atau pada sumber AC, untuk lebih jelasnya dapat digambarkan dengan gambar 2.1 berikut ini:



**Gambar 2.1** Rangkaian Rectifier setengah gelombang

Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id> (diakses pada tanggal 19 september 2016)

Prinsip kerja penyearah setengah gelombang adalah bahwa pada saat sinyal input berupa siklus positif maka dioda mendapat bias maju sehingga arus ( $i$ ) mengalir ke beban, dan sebaliknya bila sinyal input berupa siklus negatif maka dioda mendapat bias mundur sehingga tidak mengalir arus. Selama input tegangan berada pada setengah siklus positif, dioda D1 aktif dan arus akan lewat ke beban. Sinyal *output* dapat dilihat pada gambar 2.2:

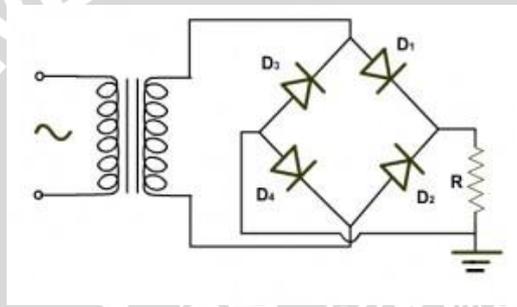


**Gambar 2.2** Gelombang masuk dan keluaran rectifier setengah gelombang

Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id> (diakses pada tanggal 19 September 2016)

### 2.1.2 Rectifier Gelombang Penuh

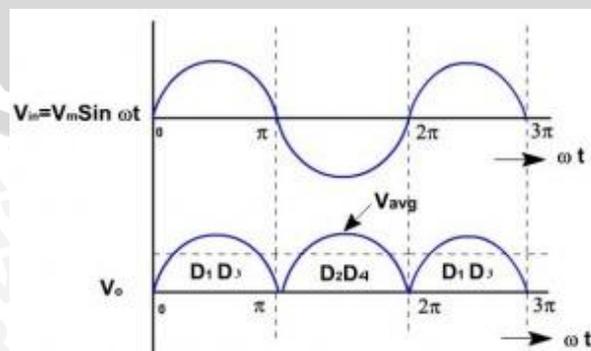
*Rectifier* jenis ini menggunakan 4 (empat) diode yang dirangkai secara *bridge*. *Rectifier* gelombang penuh dapat digambarkan dengan gambar 2.3.



**Gambar 2.3** Rangkaian Rectifier gelombang penuh

Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id> (diakses pada tanggal 19 September 2016)

Prinsip kerja *rectifier* gelombang penuh adalah bahwa pada saat sinyal input berupa siklus positif, maka  $D_1$  dan  $D_4$  aktif, sedangkan  $D_2$  dan  $D_3$  tidak aktif, sehingga level tegangan sisi puncak positif tersebut akan di lewatkan melalui  $D_1$  ke  $D_4$ . Pada saat sinyal siklus negatif maka  $D_2$  dan  $D_3$  aktif, sedangkan  $D_1$  dan  $D_4$  tidak aktif, sehingga level tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui  $D_2$ ,  $D_3$ . Sinyal *output* dapat dilihat seperti gambar 2.4:

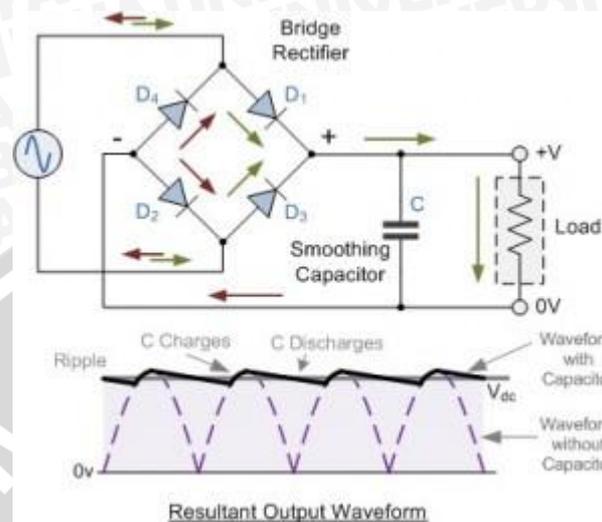


**Gambar 2.4** Gelombang masuk dan keluaran rectifier gelombang penuh

Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id> (diakses pada tanggal 19 september 2016)

### 2.1.3 Rectifier Gelombang Penuh dengan Filter

*Ripple* harus dikurangi supaya *output* rectifier sinyalnya mendekati DC murni. Berdasarkan teori di atas, maka gelombang sudah bernilai positif dan perlu ditambahkan komponen kapasitor untuk mengurangi *ripple* dan di rangkaian seperti gambar 2.5.

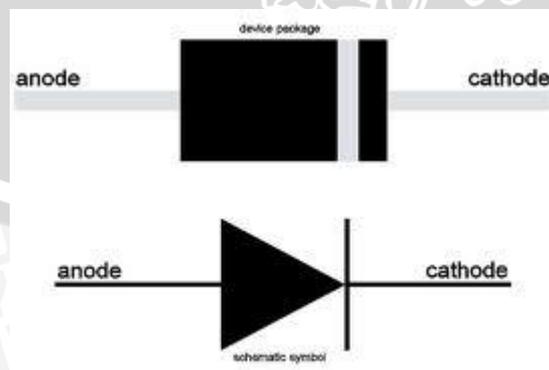


**Gambar 2.5** Rangkaian serta gelombang masuk dan keluar rectifier gelombang penuh dengan filter kapasitor

Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id> (diakses pada tanggal 19 september 2016)

## 2.2 Dioda

Pengertian dioda adalah komponen elektronika dengan 2 terminal (anoda dan katoda) dan terbentuk dari dua jenis semikonduktor (silikon jenis N dan silikon jenis P) yang tersambung. Bahan ini mampu dialiri arus secara relatif mudah dalam satu arah. Dioda dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran serta amat berguna. Dari pengertian dioda, maka pada simbol dioda terdapat tanda menyerupai anak panah yang menunjukkan arah aliran arus listrik. Bentuk dan simbol pada diode dapat dilihat pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Simbol Dioda

Sumber: Elektronika Dasar: 2013

Pada mulanya dioda dibuat dari bahan germanium karena bahan ini lebih mudah dipakai untuk memurnikan bahan dasar apabila dibandingkan dengan silikon, namun semua peralatan germanium mempunyai kelemahan yaitu akan rusak bila suhu naik. Setelah pemurnian silikon mencapai tingkat yang dibutuhkan, peralatan silikon mulai muncul. Sekarang pasaran semikonduktor benar-benar dikuasai oleh silikon. Dioda ini mempunyai beberapa fungsi, diantaranya adalah sebagai penyearah arus, penyetabil tegangan, indikator, dan sebagai saklar. Berdasarkan fungsi dioda tersebut, dioda terdiri dari:

a. Dioda Kontak Titik

Dioda dipergunakan untuk mengubah frekuensi tinggi menjadi frekuensi rendah. Dioda ini tidak mengalirkan arus yang besar dan banyak dipergunakan pada rangkaian radio dan televisi. Dioda kontak titik ini dibuat dari kawat wolfram dengan ujung yang runcing ditempelkan secara kuat pada lempengan germanium atau silikon serta ditutup dengan kotak dari kaca. Dioda ini hanya dapat mengalirkan arus listrik pada arah sebaliknya.

b. Dioda Hubungan

Dioda hubungan dapat mengalirkan arus listrik yang besar hanya satu arah dan tidak dapat mengalirkan arus sebaliknya. Dioda ini biasanya dipergunakan untuk perata arus *power supply* (catu daya atau sumber tegangan). Dioda ini berkapasitas besar yang dinyatakan dengan ampere dan mempunyai daya tahan terhadap tegangan yang dinyatakan dengan volt. Jadi setiap silikon yang dibeli di toko elektronika, mempunyai kapasitas daya tahan terhadap arus dan tegangan yang berbeda. Sebagai contoh adalah silikon 1N 4002, ada dua macam yakni berkapasitas 1A/50V dan berkapasitas 1A/100V.

c. Dioda Zener

Dioda zener disebut juga dioda tegangan konstan karena alat ini dapat mengalirkan arus dengan tegangan yang tetap sesuai dengan kapasitas dari dioda zener tersebut. Dioda zener biasa disingkat ZD (*Zener Diode*), dioda ini kebanyakan mempunyai daya tahan 0,5 watt. Dioda zener dapat dipergunakan untuk menstabilkan tegangan yang ada pada sumber tegangan searah. Tipe dari dioda zener dibedakan oleh tegangan pembatasnya. Dioda banyak digunakan sebagai pembatas tegangan.

d. Dioda Pemancar Cahaya (LED)

Dioda ini akan mengeluarkan cahaya bila diberi tegangan sebesar 1,5 V dengan arus 1,5 mA. LED digunakan sebagai alat *display* (peraga), digunakan sebagai indikator aktif atau tidaknya suatu rangkaian elektronik, sebagai lampu isyarat, dan lampu hias.

## 2.3 Antena

Antena merupakan komponen yang sangat penting untuk mendukung sistem komunikasi nirkabel karena antena berfungsi sebagai sarana untuk memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik yang di dalamnya terkandung sinyal informasi. Selain itu, antena merupakan media peralihan antara ruang bebas dengan saluran transmisi (Balanis, 1982:1).

Menurut Syam (2011), secara umum terdapat dua jenis antena yaitu: antena *omni directional* dan antena *directional*. Antena *omni directional/non directional* memiliki kemampuan mengirim dan menangkap sinyal dari segala arah. Sedangkan antena *directional* mempunyai pola pemancaran sinyal satu arah tertentu atau konfigurasi *point to point*.

Untuk menggambarkan performa dari suatu antena maka diperlukan pendefinisian berbagai parameter antena. Beberapa diantara parameter tersebut saling berhubungan dan semuanya tidak harus disebutkan untuk menggambarkan performa antena secara keseluruhan (Balanis, 2005:27).

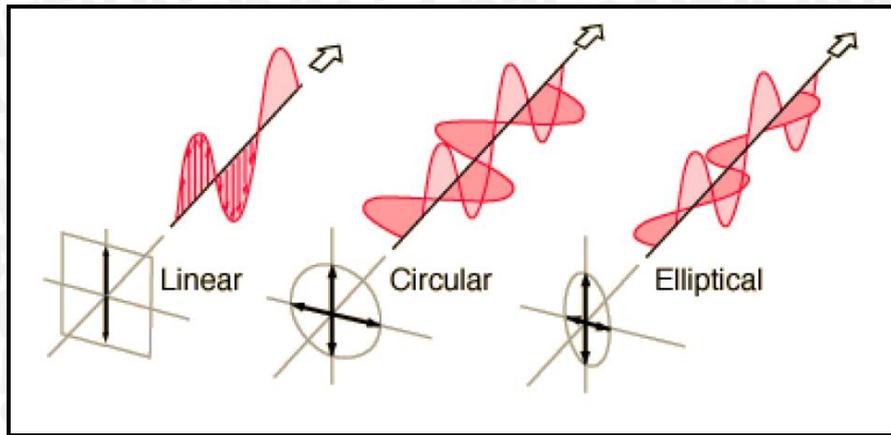
Beberapa parameter antena yang perlu dan penting untuk diketahui dalam perancangan sebuah antena yaitu polarisasi, pola radiasi, impedansi masukan, VSWR, RL, *bandwidth*, *directivity* dan *gain*.

### 2.3.1 Parameter Antena

Parameter antena adalah hal yang sangat penting untuk menjelaskan kinerja suatu antena pada skripsi ini menggunakan parameter antena seperti polarisasi, pola radiasi, impedansi masukan, VSWR, RL, Bandwidth, *Directivity*, dan *gain*.

#### 2.3.1.1 Polarisasi

Polarisasi merupakan salah satu parameter antena yang digambarkan sebagai arah vektor gelombang medan elektrik yang diradiasikan. Polarisasi juga dapat diartikan sebagai arah getaran gelombang radio atau dalam bahasa yang lebih tepat adalah arah medan elektrik gelombang radio yang dibangkitkan dari sebuah antena. Polarisasi gelombang dapat didefinisikan pemancaran atau penerimaan gelombang oleh antena dalam arah tertentu. Polarisasi dapat dikelompokkan sebagai linier, lingkaran, elips dan dapat dilihat pada Gambar 2.7. Jika vektor, yang menggambarkan medan elektrik sebagai fungsi waktu, selalu searah sepanjang garis lurus, maka medan tersebut dikatakan sebagai polarisasi linier (Balanis, 2005:72).



**Gambar 2.7** Bentuk umum polarisasi

Sumber: Shakeeb, 2010:8

Secara umum medan elektrik antena total (medan E) mempunyai dua komponen dalam satu bidang. Dua komponen medan E ini mungkin mempunyai besar dan arah sudut yang berbeda. Kedua antena, baik pada pemancar maupun pada penerima, harus memiliki polarisasi yang sama agar gelombang yang dipancarkan dapat diterima secara maksimum. Jika kedua antena yang terpolarisasi secara linier tidak sama orientasinya, maka akan terjadi penurunan transfer energi akibat ketidaksetaraan polarisasi.

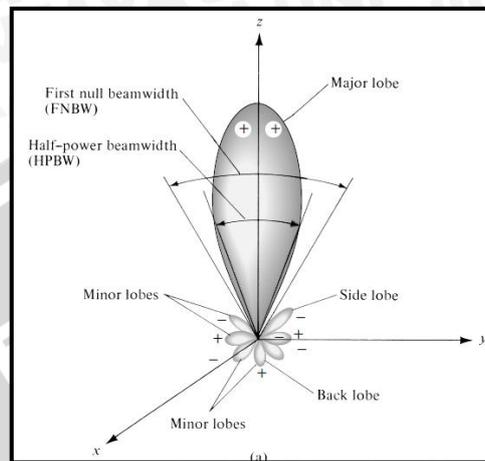
### 2.3.1.2 Polaradiasi

Pola radiasi didefinisikan sebagai pernyataan grafis yang menggambarkan sifat radiasi suatu antena pada fungsi koordinat ruang. Pola radiasi disebut juga pola medan (*field pattern*) dan digambarkan sebagai fungsi koordinat arah. Sifat radiasi meliputi intensitas radiasi, kuat medan, sudut fasa dan polarisasi (Balanis, 2005:27).

Berdasarkan pola radiasinya, antena terbagi atas antena dengan pola radiasi *isotropic*, *directional*, dan *omnidirectional*. Radiator isotropis didefinisikan sebagai “sebuah hipotesis antena tanpa memiliki rugi – rugi yang mempunyai radiasi yang sama ke segala arah.” Meskipun ini adalah pola yang ideal yang secara fisik tidak mungkin direalisasikan, namun seringkali dijadikan acuan untuk menyatakan sifat keterarahan suatu antena. Antena *directional* adalah antena yang mempunyai sifat radiasi atau penerimaan gelombang elektromagnetik yang lebih efektif pada suatu arah tertentu dibandingkan arah lainnya. Sedangkan antena *omnidirectional* adalah antena yang mempunyai pola *non-directional* pada suatu bidang tertentu dan sebuah pola *directional* pada bidang tegak lurus lainnya (Balanis, 2005:32).

Bagian-bagian dalam pola radiasi disebut juga *lobe* seperti pada Gambar 2.8. Berikut ini adalah *lobe* dalam pola radiasi:

- Main Lobe* : Arah radiasi maksimum pada antena.
- Minor lobe* : Arah radiasi minimum pada antena yang tidak diinginkan.
- Back lobe* : Bagian dari *minor lobe* yang berlawanan dengan *main lobe*.
- Side lobe* : Bagian dari *minor lobe* yang bersebelahan dengan *main lobe*.



**Gambar 2.8** Pola Radiasi

Sumber: Balanis, 2005:30

### 2.3.1.3 Impedansi Masukan

Impedansi terminal antena perlu diketahui, hal ini untuk keperluan pemindahan daya dari atau menuju antena. Secara umum impedansi terminal antena didefinisikan sebagai impedansi yang ditimbulkan antena pada terminalnya atau perbandingan antara tegangan terhadap arus pada pasangan terminalnya, dapat dituliskan dalam persamaan (2-1) seperti berikut (Balanis, 2005:80):

$$Z_A = R_A + jX_A \quad (2-1)$$

keterangan:

$Z_A$  = Impedansi terminal antena ( $\Omega$ )

$R_A$  = Resistansi terminal antena ( $\Omega$ )

$X_A$  = Reaktansi terminal antena ( $\Omega$ )

Sedangkan impedansi antena dapat diperoleh dari koefisien pantul dengan persamaan (2-2) sebagai berikut (Edgar Hund, 1989: 44):

$$|\Gamma| = \left| \frac{Z_{ant} - Z_c}{Z_{ant} + Z_c} \right| \quad (2-2)$$

sehingga diperoleh impedansi antenna seperti pada persamaan (2-3):

$$Z_{ant} = Z_c \left( \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \right) \quad (2-3)$$

keterangan:

$Z_{ant}$  = impedansi antenna ( $\Omega$ )

$Z_c$  = impedansi karakteristik ( $\Omega$ )

$\Gamma$  = koefisien pantul

#### 2.3.1.4 VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)

VSWR suatu antenna merupakan perbandingan antara jumlah tegangan datang dan tegangan pantul dengan selisih antara tegangan datang dan tegangan pantul. Nilai VSWR dapat diperoleh dari koefisien pantul dengan Persamaan (2-4) (Edgar Hund, 1989:43):

$$VSWR = \frac{|V|_{max}}{|V|_{min}} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (2-4)$$

dengan menggunakan persamaan (2-5) untuk menentukan daya terpantul:

$$P_r = \Gamma^2 \cdot P_{out} \quad (2-5)$$

maka nilai  $\Gamma$  (koefisien pantul) dapat diperoleh dari Persamaan (2-6):

$$\Gamma^2 = \frac{P_r}{P_{out}} \quad (2-6)$$

keterangan:

$\Gamma$  = koefisien pantul

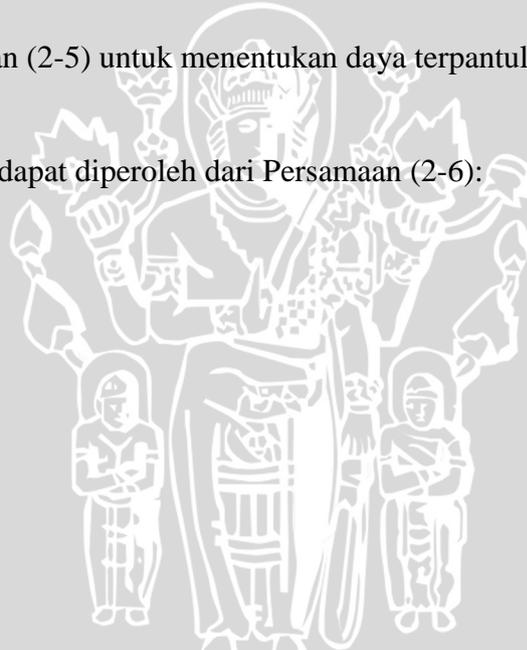
$P_r$  = daya terpantul (W)

$P_{out}$  = daya keluaran (W)

#### 2.3.1.5 RL (Return Loss)

*Return loss* adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui berapa banyak daya yang hilang pada beban dan tidak kembali sebagai pantulan. RL adalah parameter seperti VSWR yang menentukan *matching* antara antenna dan *transmitter*.

Koefisien pantulan (*reflection coefficient*) adalah perbandingan antara tegangan pantulan dengan tegangan maju (*forward voltage*). Antena yang baik akan mempunyai nilai *return loss* dibawah -10 dB, yaitu 90% sinyal dapat diserap, dan 10%-nya terpantulkan kembali. Koefisien pantul dan *return loss* didefinisikan pada persamaan (2-7) dan persamaan (2-8) (Punit, 2004:19):



$$\Gamma = \frac{V_r}{V_i} \quad (2-7)$$

$$RL = -20 \cdot \log \Gamma \quad (dB) \quad (2-8)$$

keterangan:

$\Gamma$  = koefisien pantul

$V_r$  = tegangan gelombang pantul (*reflected wave*)

$V_i$  = tegangan gelombang maju (*incident wave*)

$RL$  = *return loss* (dB)

Untuk *matching* sempurna antara transmitter dan antena, maka nilai  $\Gamma = 0$  dan  $RL = \infty$  yang berarti tidak ada daya yang dipantulkan, sebaliknya jika  $\Gamma = 1$  dan  $RL = 0$  dB maka semua daya dipantulkan.

### 2.3.1.6 Bandwidth

*Bandwidth* didefinisikan sebagai jangkauan frekuensi dimana performa antena, dengan mengacu pada beberapa karakteristik, dapat memenuhi standar yang telah ditentukan. Untuk antena *broadband*, *bandwidth* biasanya dinyatakan sebagai perbandingan frekuensi atas dengan frekuensi bawah dalam rentang frekuensi kerja. Untuk persamaan *bandwidth* dalam persen ( $B_p$ ) dinyatakan dalam persamaan (2-9) (Punit, 2004:22):

$$B_p = \frac{f_u - f_l}{f_c} \times 100\% \quad (2-9)$$

$$f_c = \frac{f_l + f_u}{2} \quad (2-10)$$

Nilai *bandwidth* rasio ( $B_r$ ) dinyatakan dalam persamaan (2-11) sebagai berikut:

$$B_r = \frac{f_u}{f_l} \quad (2-11)$$

keterangan:

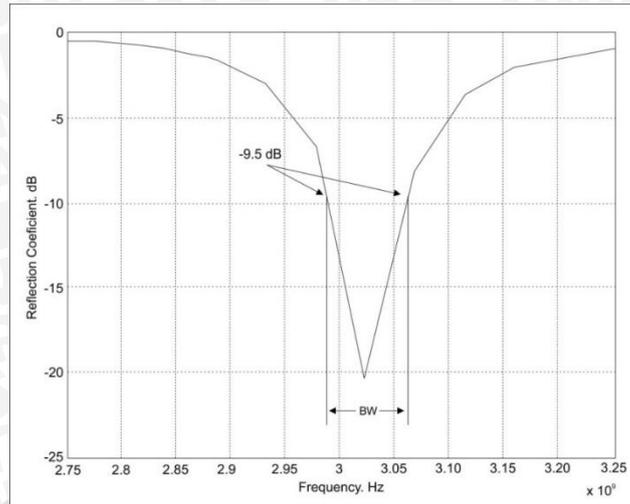
$B_p$  = *bandwidth* dalam persen (%)

$B_r$  = *bandwidth* rasio

$f_u$  = jangkauan frekuensi atas (Hz)

$f_l$  = jangkauan frekuensi bawah (Hz)

Untuk lebih jelasnya mengenai gambar dari hasil pengukuran *bandwidth* dapat dilihat dalam Gambar 2.9. Salah satu cara untuk menentukan *bandwidth* dapat dilakukan dengan mengukur lebar rentang frekuensi dengan batasan -10 dB pada grafik *return loss*.



**Gambar 2.9** Pengukuran *bandwidth* berdasarkan *plot return loss*

Sumber: Punit, 2004:22

### 2.3.1.7 Directivity

Keterarahan (*directivity*) suatu antenna didefinisikan sebagai kemampuan antenna untuk mengkonsentrasikan energinya pada suatu arah tertentu. Dengan kata lain keterarahan dari suatu antenna dapat ditunjukkan dengan perbandingan antara intensitas radiasi pada arah radiasi tertentu dibandingkan dengan intensitas radiasi rata – rata pada segala arah atau dapat dinyatakan dalam persamaan (2-12) (Balanis, 2005:44):

$$D_{max} = D_0 = \frac{U_{max}}{U_0} = \frac{4\pi U_{max}}{P_{rad}} \quad (2-12)$$

keterangan:

- $D$  = keterarahan (tanpa satuan)
- $D_0$  = keterarahan maximum (tanpa satuan)
- $U$  = intensitas radiasi (W/satuan sudut ruang)
- $U_0$  = intensitas radiasi sumber isotropis (W/ satuan sudut ruang)
- $U_{max}$  = intensitas radiasi maksimum (W/satuan sudut ruang)
- $P$  = daya radiasi total (W)

### 2.3.1.8 Gain

Salah satu pengukuran yang penting untuk menggambarkan performa suatu antenna adalah *gain*. Walaupun *gain* sangat berhubungan dengan keterarahan, pengukuran *gain* memperhitungkan efisiensi antenna maupun keterarahannya. *Gain* antenna didefinisikan sebagai “perbandingan antara intensitas radiasi yang diberikan pada arah tertentu terhadap intensitas radiasi yang didapatkan oleh antenna bila diradiasikan secara isotropis. Intensitas

radiasi yang dipancarkan secara isotropis sama dengan daya yang diterima oleh antena dibagi dengan  $4\pi$ ." dengan persamaan (2-13) (Balanis, 2005:65):

$$Gain = 4\pi \frac{\text{intensitas radiasi}}{\text{total daya masukan (yang diterima)}} = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_{in}} \text{ (tanpa satuan)} \quad (2-13)$$

*Gain* antena dibedakan menjadi *absolute gain* dan *relative gain*. *Absolute gain* suatu antena (pada arah tertentu) didefinisikan sebagai perbandingan intensitas radiasi antena pada arah tertentu terhadap intensitas radiasi yang akan diperoleh jika daya yang diterima antena diradiasikan secara isotropis. Intensitas radiasi dari daya yang diradiasikan secara isotropis sebanding dengan daya yang diterima (pada terminal *input*) antena dibagi dengan  $4\pi$ . Dinyatakan dalam persamaan (2-14) sebagai berikut:

$$G = 10 \cdot \log \frac{4\pi \cdot U_m}{P_{in}} \text{ (dB)} \quad (2-14)$$

keterangan:

$G$  = *gain* antena (dB)

$U_m$  = intensitas radiasi antena (watt)

$P_{in}$  = daya *input* total yang diterima oleh antena (watt)

*Relative gain* suatu antena didefinisikan sebagai perbandingan penguatan daya pada arah tertentu terhadap penguatan daya antena referensi dalam acuannya (dengan catatan bahwa kedua antena mempunyai daya masukan yang sama). Untuk *gain* relatif, antena referensi yang digunakan berupa antena sumber isotropis tanpa rugi. Sehingga dapat dituliskan dengan persamaan (2-15):

$$Gain = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_{in}} \text{ (tanpa satuan)} \quad (2-15)$$

Penguatan daya disini mempunyai pengertian yang tidak sama dengan penguatan daya yang sering dijumpai pada amplifier. Penguatan daya disini mempunyai pengertian perbandingan daya yang dipancarkan oleh suatu antena tertentu dibandingkan dengan daya yang dipancarkan oleh suatu antena isotropis yang bentuk polanya seperti bola. *Radiator* isotropis sebenarnya adalah konsep teoritis, sedang pada praktisnya *gain* antena biasanya dibandingkan dengan intensitas radiasi sebuah antena standar dipole  $\frac{1}{2} \lambda$  yang kira-kira 1,64 kali atau 2,15 dB dibandingkan dengan suatu radiator isotropis. Sehingga besar *gain* terhadap sumber isotropis dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (2-18):

$$G = 1,64 \times \frac{P_U}{P_R} \quad (2-16)$$

$$G(\text{dB}) = 10 \log 1,64 \frac{P_U}{P_R} \quad (2-17)$$

$$G = 2,15 + P_U(\text{dBm}) - P_R(\text{dBm}) \quad (2-18)$$

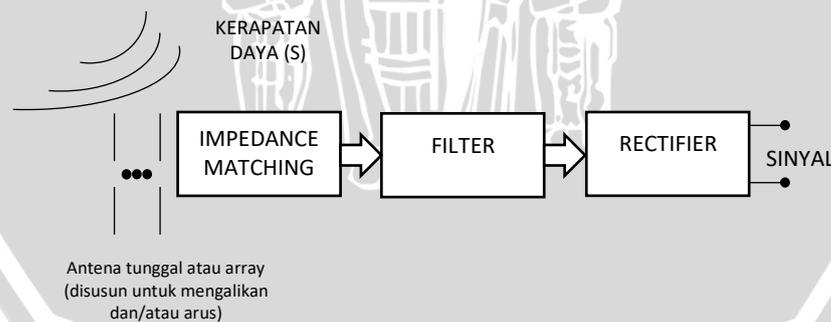
keterangan:

- $G$  = gain antenna uji (dB)  
 $P_U$  = daya yang diterima antenna uji (W)  
 $P_R$  = daya yang diterima antenna referensi (W)

## 2.4 Rectenna

*Rectenna* merupakan gabungan dari kata "*rectifying*" dan "*antenna*" yaitu sebuah teknologi yang memanfaatkan gelombang elektronik untuk dikonversi ke energi listrik. *Rectenna* yang saat ini dikembangkan memungkinkan kita bisa mendapatkan sumber listrik dari gelombang elektronik yang ada di sekitar, hal tersebut karena *rectenna* terdiri dari komponen pasif dan dioda yang dapat menerima dan memperbaiki daya gelombang mikro menjadi tegangan searah. Sumber listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk menjalankan alat elektronik yang punya daya listrik rendah seperti sebuah sensor (Escala, 2010).

Secara umum perancangan *rectenna* yang terdiri dari antenna, rangkaian *impedance matching*, *filter* dan *rectifier*, seperti terlihat pada Gambar 2.10.



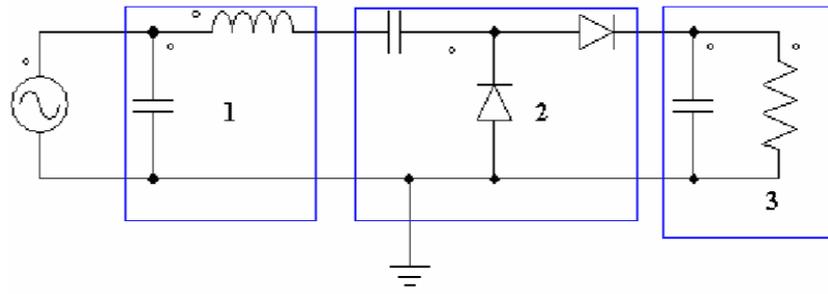
**Gambar 2.10** Blok Diagram *Rectenna* dengan RF frekuensi

Sumber: Posma, 2012

### 2.4.1 Perancangan *rectenna*

*Rectifier* adalah rangkaian yang mengubah daya RF ke daya DC. Terdapat dua macam bentuk rangkaian *rectifier* dalam perancangan ini, yang pertama menggunakan penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh. *Output* tegangan DC dari dioda-

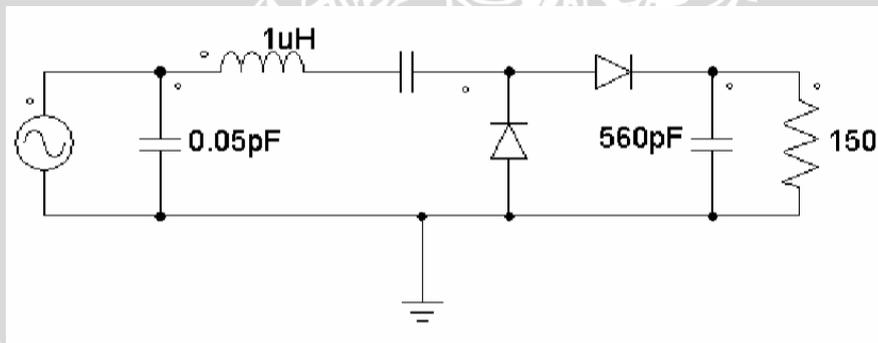
dioda tersebut akan ditambahkan secara seri, dimana tidak hanya meningkatkan nilai keseluruhan sensitivitas untuk jaringan tetapi juga meningkatkan tegangan *output* DC. Tegangan *output* dibuat dengan menyimpan muatan kapasitor seri ( $C_s$ ) selama fase negatif dari sinyal RF melalui dioda parallel. Gambar 2.11 menunjukkan rangkaian pengganti dalam perangkaian *rectenna*.



**Gambar 2.11** Rangkaian Rectenna

(Sumber: Perancangan)

Dimana, blok 1 adalah *Low Pass Filter*, blok 2 adalah *Voltage Doubler*, dan blok 3 adalah filter kapasitor. Sehingga dapat dilihat rangkaian komponen dari rancangan *rectenna* dengan penyearah setengah gelombang pada Gambar 2.12.



**Gambar 2.12** Rectenna dengan penyearah setengah gelombang

(Sumber: Perancangan)

## 2.5 Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328 ([datasheet ATmega328](#)). Arduino Uno memiliki 14 digital pin *input/output*, dimana 6 pin digunakan sebagai *output* PWM, 6 pin input analog, 16 MHz resonator keramik, koneksi USB, jack catu daya eksternal, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua berisi hal-hal yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler; sederhana saja, hanya dengan menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan dengan adaptor AC-DC dan atau baterai untuk memulai menggunakan papan arduino.

“Uno” berarti satu yang diambil dari bahasa Italia dan penggunaan nama ini untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Uno dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi Arduino, yang akan terus berkembang.

Uno adalah yang terbaru dalam serangkaian papan USB Arduino, dan digunakan sebagai model referensi untuk platform Arduino. Arduino Uno R3 berbeda dari semua papan Uno sebelumnya yang sudah tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Sekarang, Arduino Uno menggunakan fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai dengan versi R2) yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial.

- **Arduino Uno Revisi 2** memiliki resistor pulling untuk 8U2 dari jalur HWB ke ground, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU.
- **Arduino Uno Revisi 3** memiliki fitur-fitur baru berikut:
  - pinout: ditambahkan pin SDA dan SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya yang ditempatkan dekat dengan pin RESET, sedangkan IOREF digunakan sebagai perisai untuk beradaptasi dengan tegangan yang tersedia pada papan. Kedepannya, perisai akan dibuat kompatibel dengan dua jenis papan yang menggunakan AVR yang beroperasi pada tegangan 5V dan dengan Arduino Due yang beroperasi pada tegangan 3.3V. Sedangkan 2 pin tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan masa depan.
  - Sirkuit RESET handal.
  - Atmega 16U2 menggantikan 8U2.

Arduino Uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya akan dipilih secara otomatis oleh Arduino. Sumber daya eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan steker 2,1 mm yang bagian tengahnya terminal positif ke ke jack sumber tegangan pada papan. Jika tegangan berasal dari baterai dapat langsung dihubungkan melalui header pin Gnd dan pin Vin dari konektor POWER.

Papan Arduino Uno dapat beroperasi dengan pasokan daya eksternal 6 Volt sampai 20 volt. Jika diberi tegangan kurang dari 7 Volt, maka, pin 5 Volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 Volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan akan mengalami panas berlebihan dan bisa merusak papan. Rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 Volt sampai 12 Volt. Pin tegangan yang tersedia pada papan Arduino adalah sebagai berikut:

- **VIN** : Adalah input tegangan untuk papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai 'saingan' tegangan 5 Volt dari koneksi USB atau sumber daya ter-regulator lainnya). Anda dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika memasok tegangan untuk papan melalui jack power, kita bisa mengakses/mengambil tegangan melalui pin ini.
- **5V** : Sebuah pin yang mengeluarkan tegangan ter-regulator 5 Volt, dari pin ini tegangan sudah diatur (ter-regulator) dari regulator yang tersedia (built-in) pada papan. Arduino dapat diaktifkan dengan sumber daya baik berasal dari jack power DC (7-12 Volt), konektor USB (5 Volt), atau pin VIN pada board (7-12 Volt). Memberikan tegangan melalui pin 5V atau 3.3V secara langsung tanpa melewati regulator dapat merusak papan Arduino.
- **3V3** : Sebuah pin yang menghasilkan tegangan 3,3 Volt. Tegangan ini dihasilkan oleh regulator yang terdapat pada papan (on-board). Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA.
- **GND** : Pin Ground atau Massa.
- **IOREF** : Pin ini pada papan Arduino berfungsi untuk memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada mikrokontroler. Sebuah perisai (shield) dikonfigurasi dengan benar untuk dapat membaca pin tegangan IOREF dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan (voltage translator) pada *output* untuk bekerja pada tegangan 5 Volt atau 3,3 Volt.

Masing-masing dari 14 pin digital pada Arduino Uno dapat digunakan sebagai input atau *output*, dengan menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Semua pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal (terputus secara default) sebesar 20-50 kOhm. Selain itu beberapa pin memiliki fungsi khusus, yaitu:

- **Serial** : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung ke pin korespondensi dari chip ATmega8U2 Serial USB-to-TTL.
- **External Interrupt** (Interupsi Eksternal): Pin 2 dan pin 3 ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai. Baca rincian fungsi `attachInterrupt()` (belum diterbitkan saat artikel ini ditulis).
- **PWM** : Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan *output* PWM 8-bit dengan fungsi `analogWrite()`.

- **SPI** : Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI .
- **LED** : Pin 13. Tersedia secara built-in pada papan Arduino Uno. LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin diset bernilai HIGH, maka LED menyala, dan ketika pin diset bernilai LOW, maka LED padam.

Arduino Uno memiliki 6 pin sebagai input analog, diberi label A0 sampai dengan A5, yang masing-masing menyediakan resolusi 10 bit (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara default pin ini dapat diukur/diatur dari mulai Ground sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference()`. Selain itu juga, beberapa pin memiliki fungsi yang dikhususkan, yaitu:

- **TWI** : Pin A4 atau SDA dan pin A5 atau SCL. Yang mendukung komunikasi TWI menggunakan perpustakaan Wire.

Masih ada beberapa pin lainnya pada Arduino Uno, yaitu:

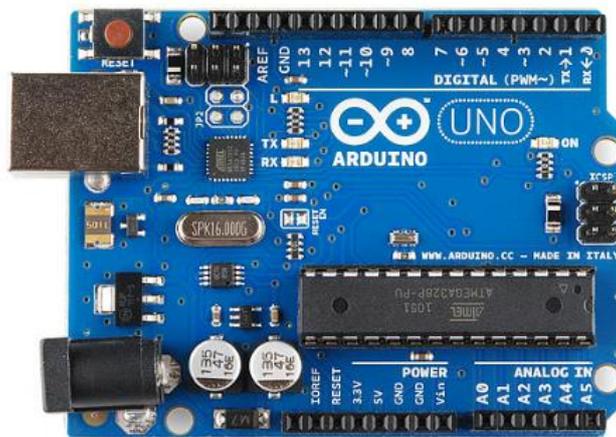
- **AREF** : Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan fungsi `analogReference()`.
- **RESET** : Jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Jalur ini biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada shield yang menghalangi papan utama Arduino.

Panjang dan lebar maksimum PCB Arduino Uno adalah 2.7 x 2.1 inch (6,8 x 5,3 cm), dengan konektor USB dan jack power menonjol melampaui batas dimensi. Empat lubang sekrup memungkinkan papan terpasang pada suatu permukaan atau wadah. Perhatikan bahwa jarak antara pin digital 7 dan 8 adalah 160 mil (0.16"), tidak seperti pin lainnya dengan kelipatan genap berjarak 100 mil. Tabel 2.1 menjelaskan spesifikasi Arduino UNO R3. Gambar 2.13 adalah bentuk fisik dari Arduino UNO R3.

<u>Mikrokontroler</u>	ATmega328
<u>Tegangan Operasi</u>	5 Volt
<u>Input Voltage (disarankan)</u>	7 - 12 Volt
<u>Input Voltage (batas akhir)</u>	6 - 20 Volt
Digital I/O Pin	14 (6 pin sebagai output PWM)
Analog Input Pin	6
<u>Arus DC per pin I/O</u>	40 mA
<u>Arus DC untuk pin 3.3V</u>	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) 0,5 KB <u>untuk bootloader</u>
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

**Tabel 2.1** Ringkasan Spesifikasi ARDUINO UNO R3

<http://indoware.com/apa-itu-arduino-uno.html>.



**Gambar 2.13** ARDUINO UNO R3

<http://indoware.com/apa-itu-arduino-uno.html>.

