# BAB II

# LANDASAN TEORI

## 2.1 *Radio frequency identification* (RFID)

*Radio frequency identification* (RFID) adalah teknologi yang menggabungkan fungsi dari kopling elektromagnetik atau elektrostatik pada porsi frekuensi radio dari spektrum elektromagnetik, untuk mengidentifikasi sebuah objek. Teknologi RFID mudah digunakan, dan sangat cocok untuk operasi otomatis. RFID megnkombinasikan keunggulan yang tidak tersedia pada teknologi identifikasi lain. RFID dapat disediakan dalam perangkat yang hanya dapat dibaca saja (*Read Only*) atau dapat dibaca dan ditulis (*Read/Write*), tidak memerlukan kontak langsung maupun jalur cahaya untuk dapat beroperasi, dapat berfungsi pada berbagai variasi kondisi lingkungan, dan menyediakan tingkat integritas data yang tinggi .

Pada sistem RFID umumnya, *tag* atau transponder ditempelkan pada suatu objek. Setiap *tag* dapat membawa informasi yang unik seperti *serial number*, model, warna, tempat perakitan, dan data lain dari objek tersebut. Ketika *tag* ini melalui medan yang dihasilkan oleh pembaca RFID yang kompatibel, *tag* akan mentransmisikan informasi yang ada pada *tag* kepada pembaca RFID, sehingga proses identifikasi objek dapat dilakukan.

### 2.1.1 *Tag* RFID

*Tag* RFID adalah perangkat yang dibuat dari rangkaian elektronika dan antena yang terintegrasi di dalam rangkaian tersebut. Rangkaian elektronik dari *tag* RFID umumnya memiliki memori sehingga *tag* ini mempunyai kemampuan untuk menyimpan data. Memori pada *tag* secara dibagi menjadi sel-sel. Beberapa sel

menyimpan data *Read only*, misalnya *serial number* yang unik yang disimpan pada saat *tag* tersebut diproduksi. Selain pada RFID mungkin juga dapat ditulis dan dibaca secara berulang. Berdasarkan catu daya *tag*, *tag* RFID dapat digolongkan menjadi:

a. *Tag* Aktif: yaitu *tag* yang catu dayanya diperoleh dari baterai, sehingga akan mengurangi daya yang diperlukan oleh pembaca RFID dan *tag* dapat mengirimkan informasi dalam jarak yang lebih jauh. Kelemahan dari tipe *tag* ini adalah harganya yang mahal dan ukurannya yang lebih besar karena lebih komplek. Semakin banyak fungsi yang dapat dilakukan oleh *tag* RFID maka rangkaiannya akan semakin komplek dan ukurannya akan semakin besar.

b. *Tag* Pasif: yaitu *tag* yang catu dayanya diperoleh dari medan yang dihasilkan oleh pembaca RFID. Rangkaiannya lebih sederhana, harganya jauh lebih murah, ukurannya kecil, dan lebih ringan. Kelemahannya adalah *tag* hanya dapat mengirimkan informasi dalam jarak yang dekat dan pembaca RFID harus menyediakan daya tambahan untuk *tag* RFID. *Tag* RFID telah sering dipertimbangkan untuk digunakan sebagai *barcode* pada masa yang akan datang. Pembacaan informasi pada *tag* RFID tidak memerlukan kontak sama sekali. Karena kemampuan rangkaian terintegrasi yang modern, maka *tag* RFID dapat menyimpan jauh lebih banyak informasi dibandingkan dengan *barcode*.



Gambar 2.1 Contoh *Tag RFID*

### 2.1.2 RFID *Interrogators*

*Interrogator* RFID bertindak sebagai jembatan antara *tag* RFID dan *controller* dan terdapat beberapa fungsi dasar.

a. *Read the data contents of an RFID tag*
b. *Write data to the tag (in the case of smart tags)*
c. *Relay data to and from the controller*
d. *Power the tag (in the case of passive tags)*

*Interrogator* pada dasar nya sebuah komputer kecil. Yang terdiri dari kira-kira tiga bagian: antena, RF *electronics module*, yang betanggung jawab untuk melakukan komunikasi dengan RFID *tag*, dan *controller electronics module* yang bertanggung jawab untuk melakukan komunikasi dengan *controller*.

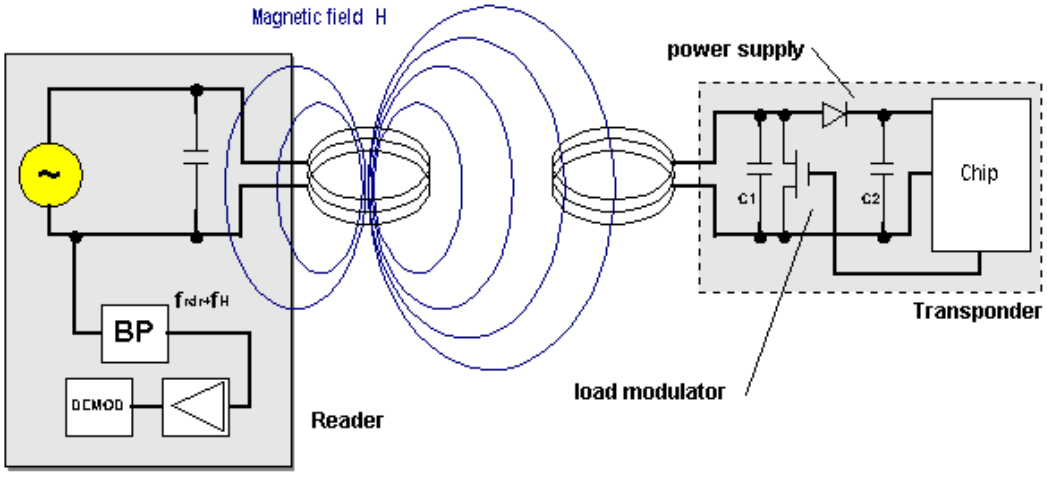
Sensor RFID yang digunakan adalah Modul RDM6300, modul ini memiliki dua buah jenis *mode output* yaitu, *output* TTL *interface* RS232 data format dan WEIGAND, sehingga harus teliti didalam pengaturan konfigurasinya, modul ini bekerja pada frekuensi 125kHz.



Gambar 2.2 Modul RFID RDM6300

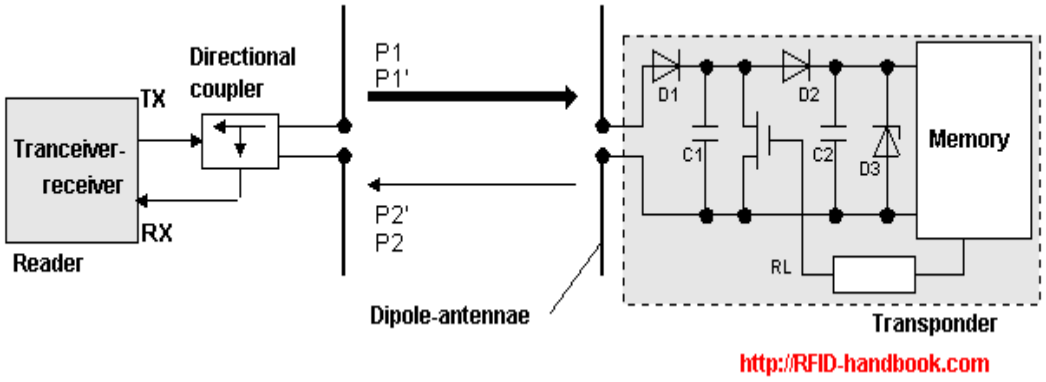
Langkah kerja perpindahan data terjadi ketika sebuah *tag* didekatkan pada sebuag *reader* dikenal sebagai *coupling.* Perbedaan frekuensi yang digunakan oleh RFID *tag* aktif dengan RFID *tag* pasif menyebabkan perbedaan metode perpindahan data yang digunakan pad kedua *tag* tersebut. Perpindahan data pada RFID *tag* pasif menggunakan metode *magnetic* (*inductive) coupling* sedangkan RFID *tag* aktif menggunakan metode *backscatter coupling.*

*Inductive coupling* terjadi pada frekuensi rendah. Ketika medan gelombang radio dari *reader* didekati oleh *tag* pasif, koil antena yang terdapat pada *tag* pasif ini akan membentuk suatu medan magnet. Medan magnet ini akan menginduksi suatu tegangan listrik yang memberi tenaga pada *tag* pasif. Pada saat yang sama akan terjadi sesuatu tegangan jatuh pada beban *tag*. Tegangan jatuh ini akan terbaca oleh *reader*. Perubahan tegagan jatuh ini berlaku sebagai *amplitude* modulasi untuk bit data. Ilustrasi untuk *Inductive coupling* deberikan oleh Gambar 2.3




Gambar 2.3 *Inductive Coupling*

*Backscatter coupling* terjadi pada frekuensi tinggi. Sinyal radio frekuensi dipancarkan oleh *reader* dan diterima oleh *tag* dalam porsi kecil. Sinyal radio frekeuensi ini akan memicu suatu tegangan yang akan digunakan oleh *tag* untuk mengaktif/menon-aktifkan beban untuk melakukan modulasi sinyal data. Gelombang refleksi yang dipancarkan *tag* domodulasi dengan gelombang *carrier*. Gelombang yang akan termodulasi ini ditangkap oleh *reader*. Ilustrasi untuk *Backscatter coupling* diberikan oleh Gambar 2.4




Gambar 2.4 *Backscatter Coupling*

### 2.1.3 RFID *Controller*

*Controller* RFID adalah otak dari sistem RFID. Biasanya digunakan dalam jaringan *multiple* integrasi RFID bersama-sama dan pemusatan proses informasi. *Controller* di dalam jaringan biasanya berupa PC, *workstation running database* atau *software* aplikasi, jaringan pada *controller*. *Controller* ini mengumpulkan informasi ke dalam suatu tempat oleh *interrogator*.

### 2.1.4 Frekuensi

Faktor penting yang harus diperhatikan dalam RFID adalah frekuensi kerja dari sistem RFID. Ini adalah frekuensi yang digunakan untuk komunikasi *wireless*

antara pembaca RFID dengan *tag* RFID.Ada beberapa *band* frekuensi yang digunakan untuk sistem RFID. Pemilihan dari frekuensi kerja sistem RFID akan mempengaruhi jarak komunikasi, interferensi dengan frekuensi sistem radio lain, kecepatan komunikasi data, dan ukuran antena. Untuk frekuensi yang rendah umumnya digunakan *tag* pasif, dan untuk frekuensi tinggi digunakan *tag* aktif.

Sistem RFID menggunakan rentang frekuensi yang tak berlisensi dan diklasifikasikan sebagai peralatan *industrial scientific-medical* atau peralatan berjarak pendek *(short-range device)* yang diizinkan oleh FCC. Peralatan yang beroperasi pada *bandwidth* ini tidak menyebabkan interferensi yang membahayakan dan harus menerima interferensi yang diterima. FCC juga mengatur batas daya spesifik yang berasosiasi dengan masing-masing frekuensi. Kombinasi dari level-level frekuensi dan daya yang dibolehkan menentukan rentang fungsional dari suatu aplikasi tertentu seperti keluaran daya dari *Reader*. Terdapat empat utama yang digunakan pada teknologi yaitu: (1) LF, (2) HF, (3) UHF, dan (4) gelombang mikro. Adapun beberapa *band* frekuensi yang digunakan untuk sistem RFID yaitu:

Tabel 2.1 Frekuensi RFID yang Umum Beroperasi Pada *Tag* Pasif

| Gelombang | Frekuensi | Rentang dan laju baca |
|---|---|---|
| *Low Frequency* (LF) | 125 - 134 KHz | -1.5 kaki; kecepatan baca rendah. |
| *High Frequency* (HF) | 13.56 MHz | ~3 kaki; kecepatan baca sedang. |
| *Ultra High Frequency* (UHF) | 868 - 956 MHz | up to 15 kaki; kecepatan baca tinggi |
| *Microwave* | 2.45 GHz | ~3 kaki; kKecepatan baca tinggi. |

Pada frekuensi rendah, *tag* pasif tidak dapat mentransmisikan data dengan jarak yang jauh, karena keterbatasan daya yang diperoleh dari medan

elektromagnetik. Akan tetapi komunikasi tetap dapat dilakukan tanpa kontak langsung. Pada penelitian ini hal yang perlu mendapatkan perhatian adalah *tag* pasif harus terletak jauh dari obyek logam, karena logam secara signifikan mengurangi fluks dari medan magnet. Akibatnya *tag* RFID tidak bekerja dengan baik, karena *tag* tidak menerima daya minimum untuk dapat bekerja. Pada frekuensi tinggi, jarak komunikasi antara *tag* aktif dengan pembaca RFID dapat lebih jauh, tetapi masih terbatas oleh daya yang ada. Sinyal elektromagnetik pada frekuensi tinggi juga mendapatkan pelemahan (atenuasi) ketika *tag* tertutupi oleh es atau air. Pada kondisi terburuk, *tag* yang tertutup oleh logam tidak terdeteksi oleh pembaca RFID.

Ukuran antena yang harus digunakan untuk transmisi data bergantung dari panjang gelombang elektromagnetik. Untuk frekuensi yang rendah, maka antena harus dibuat dengan ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan RFID dengan frekuensi tinggi.

### 2.1.5 Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang mempunyai sifat listrik dan sifat magnet secara bersamaan. Gelombang radio merupakan bagian dari gelombang elektromagnetik pada *spectrum* frekuensi radio. Gelombang dikarakteristikkan oleh panjang gelombang dan frekuensi. Panjang gelombang (λ) memiliki hubungan dengan frekuensi ($f$) dan kecepatan (ν) yang ditunjukkan pada Persamaan 2.1

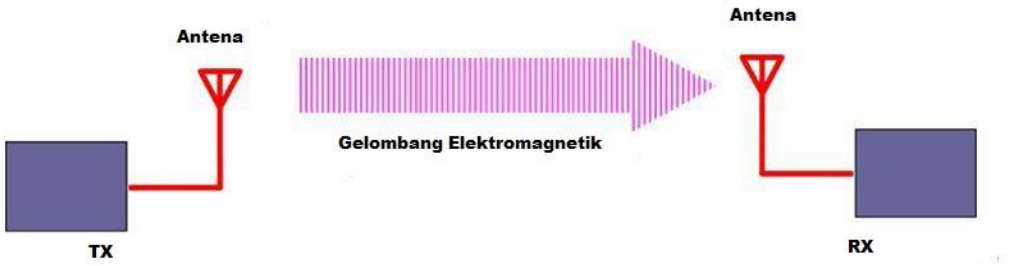
$$\lambda = \frac{v}{f} \tag{2.1}$$

Kecepatan (ν) bergantung pada medium. Ketika medium rambat adalah hampa udara (*free space)*, maka:

v = c = 3 x 108 m/s

## 2.2 Antena

Sebuah antena adalah rangkaian yang merubah bentuk gelombang terbimbing pada saluran kabel (Tx) ke dalam gelombang ruang bebas dan menangkap semua gelombang elektromagnetik, dan sebaliknya (Rx).




**Gambar 2.5** Antena Sebagai Pengirim dan Penerima

### 2.2.1 Parameter Antena

Antena memiliki berbagai parameter yang menunjukkan karakteristik dari antena tersebut. Parameter- parameter tersebut adalah:

a. Frekuensi Kerja

Frekuensi kerja adalah frekuensi dimana antena tersebut memenuhi spesifikasi yang diinginkan, dalam hal ini adalah nilai *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR). VSWR adalah perbandingan *amplitude* maksimum dengan *amplitude* minimum gelombang berdiri. Gelombang berdiri adalah superposisi antara gelombang datang dan gelombang pantul. Berikut ini hubungan antara VSWR – *Return loss*- Koefisien Refleksi

$$\text{VSWR} = \frac{1+|\Gamma_L|}{1-|\Gamma_L|} \qquad (2.2)$$

Dimana: $|\Gamma_L|$ = Koefisien Refleksi

$$\text{RL} = -20 \log 10 (|\Gamma_L|) \qquad (2.3)$$

RL = Return Loss

*Voltage standing wave ratio* (VSWR) adalah rasio dari tegangan yang keluar dari antenna dengan tengangan pantulan. VSWR terjadi ketika ada sebuah penghalang yang tidak cocok pada alat sistem RF, VSWR bisa disebabkan oleh sinyal RF yang di reflesikan pada suatu *poin impedance mismatch* pada alur sinyal. VSWR menyebabkan kehilangan titik balik, dimana dapat diartikan sebagai kehilangan energi penerus melalui suatu sistem untuk mematikan energi yang di reflesikan kembali menuju *transmitter*. Bila akhir dari penghalang pada sebuah koneksi tidak cocok, maka jumlah maximum dari energi yang ditransmisikan tidak akan diterima oleh antena.

b. Pola Radiasi

Pola radiasi adalah fungsi matematika atau representasi grafik dari sifat radiasi antena sebagai fungsi ruang. Sifat radiasi tersebut meliputi kerapatan flux, intensitas radiasi, kuat medan, atau polarisasi. Biasanya sifat dari radiasi yang sangat dipentingkan adalah persebaran secara tiga dimensi atau dua dimensi dari energi yang diradiasikan antena.

c. Direktivitas (Keterarahan)

Direktivitas sebuah antena didefinisikan sebagai perbandingan antara intensitas radiasi antena pada suatu arah tertentu dengan intensitas radiasi rata-rata dari segala arah. Intensitas radiasi rata-rata sebanding dengan total daya yang diradiasikan oleh antena dibagi dengan $4\pi$. Dengan kata lain direktivitas adalah kemampuan suatu antena untuk mengkonsentrasikan energinya pada satu arah tertentu. Secara sederhana, keterarahan sumber non-isotropic sebanding dengan rasio intensitas radiasinya pada suatu arah tertentu terhadap intensitas radiasi

sumber isotropis. Nilai keterarahan sebuah antena dapat diketahui dari pola radiasi antena tersebut, semakin sempit *main lobe* maka keterarahannya semakin baik disbanding *main lobe* yang lebih lebar. Nilai keterarahan jika dilihat dari pola radiasi sebuah antena adalah sebagai berikut (Balanis, 2005: 105). Nilai *D* diperoleh melalui Persamaan:

$$D = 10\ log \frac{4\pi(\frac{180}{\pi})^2}{(\theta\emptyset)} \quad (2.4)$$

Dengan:

$D_{dB}$= keterarahan *(directivity*) (dB)

$\theta$ = lebar berkas daya pada polarisasi horisontal ( $^0$ )

$\emptyset$ = lebar berkas daya pada polarisasi vertikal ( $^0$ )

*d. Gain*

Parameter lainya yang juga menggambarkan kinerja dari suatu antena adalah gain. *Gain absolut* dari suatu antena (dalam arah tertentu) didefinisikan sebagai rasio dari intensitasnya, dalam arah tertentu, terhadap intensitas radiasinya yang diperoleh jika daya yang di terima oleh antena diradiasikan secara isotropis, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.4

$$G_{(dBm)} = P_{1\ rx(dBm)} - P_{2(dBm)} + G_{Reff(dBm)} \quad (2.5)$$

Dengan:

$G_{dBm)}$ = gain antena yang diukur

$P_1$ rx = level daya antena pada saat rx

$P_2$ tx = level daya antena pada saat tx

$G_{Reff(dBm)}$ = gain antena referensi

$$\text{Gain} = 4\pi \frac{Intensitas\ radiasi\ pada\ arah\ tertentu}{intensitas\ radiasi\ yang\ di\ terima} = 4\pi = \frac{U\ (\theta,\emptyset)}{P\ in}\ (dimensionless) \quad (2.6)$$

e. Impedansi Input

Impedansi antena didefinisikan sebagai perbandingan antara medan elektrik terhadap medan magnetik pada suatu titik. Dengan kata lain pada sepasang terminal maka impedansi antena bisa didefinisikan sebagai perbandingan antara tegangan terhadap arus pada terminal tersebut.

$$ZT = \frac{V}{I} \tag{2.7}$$

Dimana:

$ZT$ = impedansi terminal

$V$ = beda potensial terminal

$I$ = arus terminal

f. Beamwidth

Beamwidth adalah besarnya sudut berkas pancaran gelombang frekuensi radio utama (main lobe) yang dihitung pada titik 3 dB menurun dari puncak lobe utama. Besarnya beamwidth adalah sebagai berikut:

$$B = \frac{21.1}{fd} derajat \tag{2.8}$$

Dimana:

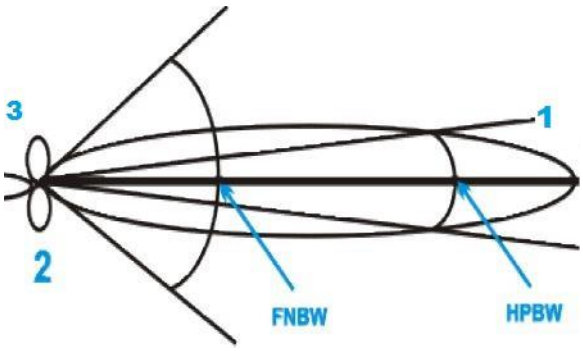
B = 3 dB *beamwidth* (derajat)

f = frekuensi (GHz)

d = diameter antena (m)

Gambar 2.6 menunjukkan tiga daerah pancaran yaitu lobe utama (main lobe, nomor 1), lobe sisi samping (side lobe, nomor 2) dan lobe sisi belakang (back lobe, nomor 3). *Half Power Beamwidth* (HPBW) adalah daerah sudut yang dibatasi oleh titik-titik setengah daya atau -3 dB atau 0.707 dari medan maksimum pada lobe

utama. *First Null Beamwidth* (FNBW) adalah besar sudut bidang diantara dua arah pada main lobe yang intensitas radiasinya nol.




Gambar 2.6 *Beamwidth* Antena

*g. Bandwidth*

*Bandwidth* sebuah antena didefinisikan sebagai rentang frekuensi kerja dari suatu antena dengan memperhatikan beberapa kriteria yang mengacu pada suatu standar tertentu. Nilai *bandwidth* antena dapat ditentukan dengan mengetahui batas frekuensi kerja bawah dan atas terlebih dahulu. Frekuensi kerja bawah adalah nilai frekuensi kerja awal dari frekuensi kerja antena, sedangkan frekuensi atas merupakan nilai frekuensi kerja akhir dari frekuensi kerja antena. Nilai *bandwidth* dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.9)

$$Bw = \frac{fh-fl}{fc} x100\% \quad (2.9)$$

$$fc = \frac{fh+fl}{2} \quad (2.10)$$

Dimana:

fh = frekuensi atas (Hz)

fl = frekuensi bawah (Hz)

fc = frekuensi tengah (Hz)

Terdapat berbagai cara penulisan *bandwidth* sebuah antena. Untuk *broadband* antena, *bandwidth* biasanya dinyatakan dengan rasio antara batas

frekuensi atas dan bawah yang telah sesuai dengan batas standar VSWR atau *return loss* tertentu. Sebagai contoh, bandwidth 5:1 menunjukkan bahwa batas frekuensi atas lebih besar 5 kali dari frekuensi bawahnya. Untuk narrowband antena, bandwidth biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase. Sebagai contoh, 5% bandwidth menunjukkan bahwa selisih batas frekuensi kerja atas dan bawah besarnya 5% dari frekuensi tengahnya.

h. Diameter kawat tembaga

Pada pembuatan antena sangat dipengaruhi oleh diameter kawat tembaga yang akan digunakan untuk meningkatkan frekuensi, medan magnet akan meningkat pada induktor Oleh karena itu, reaktansi dekat pusat kawat meningkat. Hal ini menyebabkan impedansi disekitar arus lebih tinggi.

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \sigma}} \qquad (2.11)$$

Dimana

$\delta$= diameter antena (m)

f = frequency (MHz)

$\mu$ = permeability (F/m) = $\mu o \mu r$

$\mu_o$ = Permeability of air = $4\pi \times 10^{-7}$ (h/m)

$\mu_r$ = 1 for Copper, Aluminum, Gold, etc

= 4000 for pure Iron

$\sigma$ = Conductivity of the material (mho/m)

= $5.8 \times 10^7$ (mho/m) for Copper

= $3.82 \times 10^7$ (mho/m) for Aluminum

= $4.1 \times 10^7$ (mho/m) for Gold

= $6.1 \times 10^7$ (mho/m) for Silver

= 1.5 x $10^7$ (mho/m) for Brass

### 2.2.2 Daerah Medan Radiasi Antena

Daerah medan radiasi antena terbagi menjadi tiga daerah. Pada masing-masing daerah ini karakteristik distribusi medan akan berbeda. Perbedaan karakteristik distribusi medan pada masing – masing daerah terletak pada fungsi distribusi medan terhadap jarak. Ketiga daerah tersebut adalah:

*a. Reactive Near – Field Region*

Daerah ini merupakan daerah yang paling dekat dengan antena, dimana medan reaktif paling mendominasi dibandingkan dengan medan radiasi. Distribusi medan merupakan fungsi terhadap jarak $\frac{1}{r3}$ Sehingga setiap penambahan jarak $\frac{1}{r3}$ distribusi medan akan bervariasi.oleh karena itu medan radiasi antena pada daerah ini belum stabil dan daerah ini tidak dapat digunakan sebagai daerah propagasi antena untuk transmisi.

*b. Radiating Near – Field Region*

Daerah ini merupakan daerah transisi antara daerah *reactive near – field* dan daerah *far – field.* Batas daerah ini dimulai dari jarak R1 dari antena sampai pada batas *far – field.*

$$R_1 = 0.62 \times \frac{\sqrt{D^2}}{\lambda} \qquad (2.12)$$

Dimana: $R_1$= jarak antena sampai batas far-field

D = dimensi linier terbesar dari antenna [m]

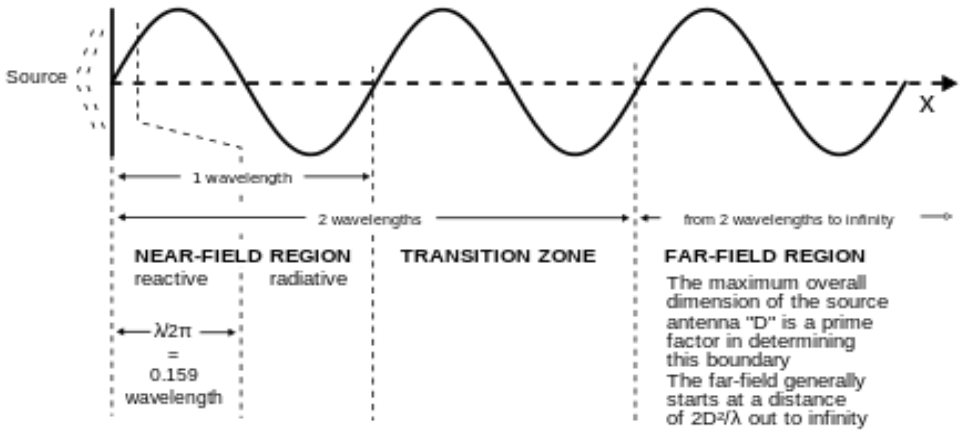
$\lambda$ = penjang gelombang [m]

Daerah ini didominasi oleh medan radiasi dan distribusi medan angular sangat tergantung pada jarak $\frac{1}{r2}$. Kekuatan medan memang tidak secara signifikan berkurang dengan bertambahnya jarak, namun medan pada daerah ini akan memiliki karakter osilator (bolak – balik) sehingga daerah transmisi ini belum dapat digunakan untuk menghitung gain antena.

c. *Far – Field Region*

*Far – field region* merupakan daerah dimana pola radiasi antena tidak bergantung pada jarak. Medan radiasi pada daerah ini sudah stabil, sehingga pengukuran parameter antena seperti pola radiasi dan gain dilakukan pada daerah ini. Daerah *far – field* antena dimulai pada jarak $R_2$. Pada praktiknya, supaya propagasi gelombang dari antena pengirim menuju antena penerima berhasil, jarak antara pengirim dan penerima harus memenuhi jarak *far – field* ini.

$$R_2 = \frac{2D^2}{\lambda} \tag{2.13}$$




Gambar 2.7 Daerah Medan Radiasi Antena

## 2.3 Induktansi

Induktor merupakan kumparan yang memiliki banyak lilitan kawat. Induktor memiliki induktansi diri, yaitu gejala kelistrikan yang menyebabkan perubahan arus listrik pada kumparan dapat membangkitkan GGL induksi pada kumparan tersebut.

Joseph Henry telah melakukan penyelidikan tentang ggl induksi akibat perubahan fluks magnetik yang ditimbulkan oleh suatu kumparan dan diperoleh kesimpulan bahwa besarnya GGL induksi sebanding dengan laju perubahan arus terhadap waktu. Secara matematika pernyataan ini dapat dituliskan sebagai:

$$L = N \frac{N\Phi}{I} \qquad \text{(henry)} \qquad (2.14)$$

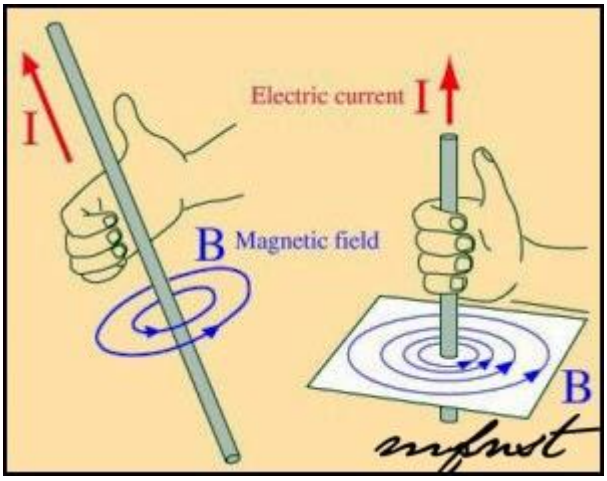
Dimana: L = induktansi

N = jumlah lilitan

I = arus

Φ = flux magnet

Prinsip kerja induktor: Dalam bentuk yang paling sederhana induktansi terjadi pada sebuah penghantar listrik (konduktor) yang bisa berupa kumparan atau sebuah kabel. Arus listrik (I) yang mengalir pada konduktor tersebut menghasilkan *flux magnetik* (Φ) yang sebanding dengan arus listrik yang mengalir tersebut. Dengan aturan tangan kanan dapat diketahui arah medan listrik terhadap arah arus listrik.




Gambar 2.8 Kaidah tangan kanan

Keterangan:

**Φ = BA**

Φ = *Magnetic flux (*Besar akumulasi medan listrik B pada suatu luas area **A** tertentu) Weber (Wb = $T.m^2$)

B = Medan listrik Tesla (T)

A = Luas Area meter kuadrat ($m^2$)

Jika kawat tembaga itu dililitkan membentuk koil atau kumparan. dan kumparan tersebut dialiri listrik maka tiap lilitan akan saling menginduksi satu dengan yang lainnya. Medan listrik yang terbentuk akan segaris dan saling menguatkan. Komponen yang seperti inilah yang dikenal dengan induktor selenoid.

Induktor adalah komponen yang dapat menyimpan energi magnetik. Energi ini direpresentasikan dengan adanya tegangan **emf** (*electromotive force*) jika induktor dialiri listrik. Secara matematis tegangan emf ditulis :

$$\mathbf{E=-L}\frac{di}{dt} \tag{2.15}$$

Dimana :

E = Tegangan emf

L = Induktansi diri

$(\frac{di}{dt})$ = Perubahan arus terhadap waktu

Maka sebuah induktor akan mempunyai induktansi 1 Henry ketika tegangan emf (ggl) satu volt diinduksi dalam induktor ketika ada arus yang mengalir melalui induktor dengan perubahan satu ampere / detik.

Induktansi dari multilayer persegi panjang lingkaran kumparan adalah dihitung dengan:

$$L = \frac{0{,}0276(CN)^2}{1{,}908\ C+9h+10b}\ (\mu H) \qquad (2.16)$$

Dimana:

N = Jumlah lilitan

C = x + y + 2h

x = lebar coil

y = Panjang coil

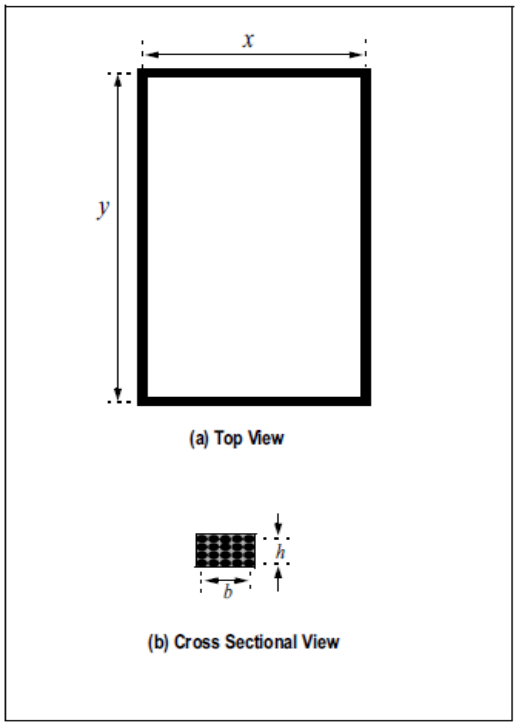
b = lebar penampang

h = tinggi coil dari penampang

Catatan: Semua dimensi dalam cm

C = Kapasitansi stray bahan

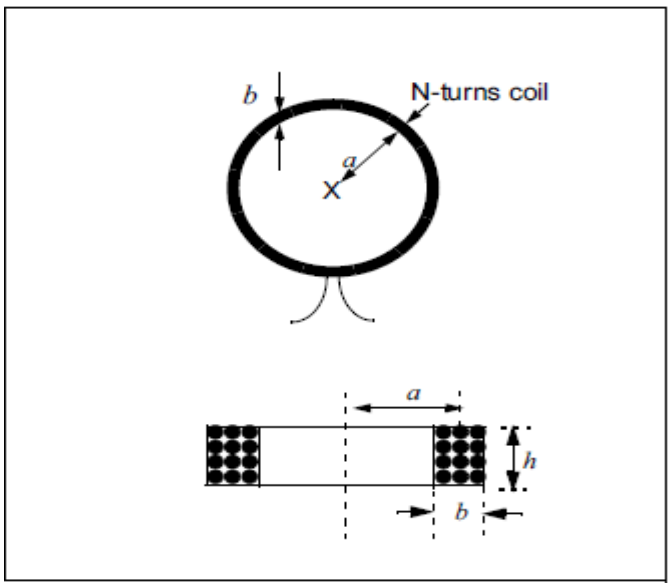
Komponen stray adalah jumlah dari pengurangan nilai komponen yang telah dihitung, dan dinotasikan dengan nilai komponen yang baru (‘C, L’), yang nilainya lebih kecil dibandingkan dengan nilai perhitungan. [11]




Gambar 2.9 N-turn Multilayer Persegi Panjang Loop Coil

Induktansi N- turn multilayer circular coil dapat di hitung menggunakan persamaan:

$$L = \frac{0{,}31(aN)^2}{6a+9h+10b}\ (\mu H) \qquad (2.17)$$




Gambar 2.10 N-turn Multilayer Circular Coil

**a. Induktor inti udara (*Air Core Inductor*)**

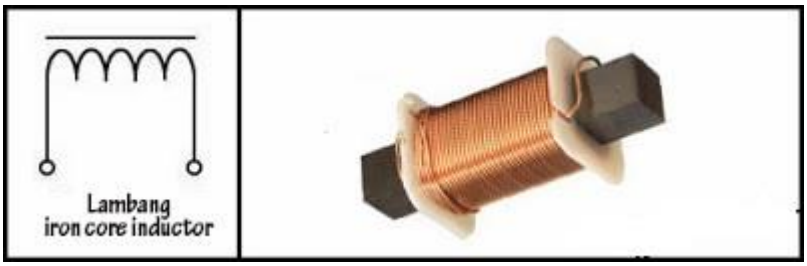
Beroperasi pada frekuensi tinggi tetapi mempunyai induktansi yang rendah




Gambar 2.11 Induktor Inti Udara (*Air Core Inductor*)

**b. Induktor inti besi (*Iron Core Inductor*)**

Mempunyai resistansi yang kecil dan induktansi yang besar. Rugi-rugi pada inti, *eddy current* (arus eddy), saturasi magnetik dan batas histerisis membuat batas frekuensi dan arus operasi.




Gambar 2.12 Induktor Inti Besi (*Iron Core Inductor*)

**c. Induktor inti ferit (*Ferrite Core Inductor*)**

Material keramik yang tidak konduktif membuat induktor jenis ini beroperasi pada frekuensi tinggi, namun mempunyai batasan pada saturasi magnetik.




Gambar 2.13 Induktor Inti Ferit (*Ferrite Core Inductor*)

## 2.4 Medan Magnetik

Medan magnet, dalam ilmu Fisika, adalah suatu medan yang dibentuk dengan menggerakan muatan listrik (arus listrik) yang menyebabkan munculnya gaya di muatan listrik yang bergerak lainnya. (Putaran mekanika kuantum dari satu partikel membentuk medan magnet dan putaran itu dipengaruhi oleh dirinya sendiri seperti arus listrik

Besarnya medan Magnet disekitar kawat lurus panjang berarus listrik. Dipengaruhi oleh besarnya kuat arus listrik dan jarak titik tinjauan terhadap kawat. Semakin besar kuat arus semakin besar kuat medan magnetnya, semakin jauh jaraknya terhadap kawat semakin kecil kuat medan magnetnya. Berdasarkan perumusan matematik oleh Biot-Savart maka besarnya kuat medan magnet disekitar kawat berarus listrik dirumuskan dengan:

$$Bz = \frac{\mu o I N a^2}{2\,(a^2+r^2)^{3/2}} \qquad (2.18)$$

Dimana:

I = Arus

a = Radius lingkaran

r = Jarak dari pusat loop

$\mu_0$ = Permeabilitas ruang bebas dan diberikan sebagai

4 π x 10-7 (Henry/meter)

## 2.5 Komunikasi serial

Komunikasi serial adalah suatu metode komunikasi dengan transmisi data per bit dalam satu waktu melalui sebuah jalur transmisi, kabel, atau pun *wireless*. Komunikasi serial digunakan untuk komunikasi jarak jauh dan kebanyakn dari jaringan komputer, dimana harga kabel dan proses sinkronisasi data menjadi

pertimbangn utama. Karakteristik penting pada komunikasi serial, adalah sebagai berikut.

*a. Baud rate*

*Baud rate* adalah sistem perhitungan untuk komunikasi. *Baud rate* mengindikasikan berapa bit data yang dikirimkan setiap detik, dan pada *clock cycle*, *baud rate* menunjukkan frekuensi yang digunakan oleh *clock* tersebut.

*b. Data bits*

*Data bits* adalah perhitungan jumlah dari data bit yang sedang ditansmisikan. Pengiriman data ini pada standarnya adalah 5,7 atau 8 bit, tergantung dari data yang akan ditransmisikan.

*c. Stop bit*

*Stop bit* digunakn untuk mengakhiri komunikasi untuk satu paket, dan juga digunakn untuk mengangani *error* pada *clock speed.*

*d. Parity*

*Parity* adalah bit tambahan yang akan mendeteksi adanya kesalahan pada komunikasi serial. Bit tambahan ini terletak di akhir data yang ditransmisikan. *Parity* ada beberapa jenis, yaitu even, odd, MARK, dan SPACE *parity*. Pada *even parity*, bit *parity* akan bernilai ‘1’ jika bit ‘0’ pada data yang ditransmisikan berjumlah genap. Pada *odd parity*, bit *parity* akan bernilai ‘1’ jika bit ‘0’ pada data yang ditransmisikan berjumlah ganjil. Pada MARK *parity*, bit *parity* akan selalu bernilai ‘1’. Sedangkan pada SPACE *parity*, bit *parity* akan bernilai ‘0’.

Berdasarkan *clock*-nya terdapat 2 macam cara transmisi data serial, yaitu:

a. Transmisi data serial secara sinkron

Pada sistem ini, *clock* dikirim bersamaan dengan data serial, dan komunikasi berlangsung secara *half-duplex*, dimana pengiriman dan penerimaan data dapat berlangsung dua arah tetapi harus saling bergantian.

b. Transmisi data serial secara asinkron

Pada sistem ini, *clock* tidak dikirim bersama data serial. Rangkaian penerima data harus membangkitkan sendiri *clock* pendorong data serial atau harus memiliki *baud rate generator*. Sistem komunikasi berlangsung secara *full-duplex*, dimana penerima dan pengiriman data dapat berlangsung secara bersamaan.