

Rancang Bangun Antena Penerima pada RFID Reader untuk Aplikasi Parkir Kendaraan Bermotor di Lingkungan Kampus UNIKOM

Designing of a Receiver Antenna on the RFID Reader for Motor Vehicle Parking Application at Campus UNIKOM

Cisko Nurdiyanto, Tri Rahajoeningroem

Universitas Komputer Indonesia

Jl. Dipati Ukur No 112, Bandung

Email : ciskonurdiyanto30@gmail.com

Abstrak

Teknologi parkir pada sebuah gedung sudah memberikan pelayanan yang begitu praktis dengan memanfaatkan *Radio Frequency Identification* (RFID) sebagai alat Bantu untuk mengetahui identitas pengguna layanan parkir. RFID adalah salah satu teknologi identifikasi yang begitu cepat perkembangannya. Salah satu komponen RFID adalah reader atau pembaca. Reader merupakan salah satu bagian pokok yang menentukan performansi dari sistem RFID sehingga diperlukan sebuah antena yang baik untuk meningkatkan performansinya. Dalam skripsi ini, antena loop kecil yang dapat bekerja pada aplikasi RFID telah dirancang, difabrikasikan, dan diuji. Dari Spesifikasi yang diinginkan untuk *bandwidth* impedansi sebesar 5-10 KHz untuk *return loss* <-14 dB. *Gain* capaian pada spesifikasi didapatkan sebesar 1-1,5 dB pada frekuensi resonansi 125 KHz. Pada hasil pengukuran didapatkan *bandwidth* impedansi sebesar 8 KHz untuk *returnloss* <-14 dB dengan *gain* capaian sebesar -35,61 dengan nilai loss kabel sebesar -55dBm. Pola radiasi yang dihasilkan antena loop kecil yang dibuat adalah *omnidirectional*. Antena hasil perancangan dapat diaplikasikan untuk sistem parkir dilingkungan kampus yang semula dapat membaca kartu/tag ± 2 cm, dengan perancangan antena jarak baca yang di capai dapat dihasilkan $\pm 6,9$ cm.

Kata Kunci: RFID Reader, antena loop kecil, *Voltage standing wave ratio* (VSWR), *return loss*, gain, *bandwidth*, kartu/tag

Abstract

Technology park in a building already providing services that are so practical by utilizing Radio Frequency Identification (RFID) as a tool to determine the identity of the users of the service park. RFID is one technology that is so fast identification of development. One component is the RFID reader or reader. Reader is one of the main parts that determine the performance of an RFID system that required a good antenna to improve its performance. In this thesis, a small loop antenna which can work on RFID applications have been designed, fabricated, and tested. From the specifications desired for impedance bandwidth of 5-10 KHz for return loss <-14 dB. Gain achievements on the specifications obtained by 1 to 1.5 dB at a resonant frequency of 125 KHz. In the measurement results obtained impedance bandwidth of 8 KHz to return loss <-14 dB with a performance gain of -35.61 with cable loss value of -55dBm. The resulting radiation pattern made of small loop antenna is omnidirectional. Antenna design results can be applied to the environment of the campus parking system that can read the original card / tag ± 2 cm, with a reading distance of an antenna design that can be generated to achieve ± 6.9 cm.

Keywords: RFID Reader, small loop antenna, *Voltage standing wave ratio* (VSWR), *return loss*, gain, *bandwidth*, card/tag

I. PENDAHULUAN

Teknologi parkir pada sebuah gedung sudah memberikan pelayanan yang begitu praktis dengan memanfaatkan *Radio Frequency Identification* (RFID) sebagai alat Bantu untuk mengetahui identitas pengguna layanan parkir. Tetapi pada kenyataannya modul RFID yang digunakan tidak dapat melakukan pembacaan kartu/tag sesuai dengan spesifikasi jarak maksimal pembacaan yang seharusnya mencapai jarak $\pm 12\text{cm}$ namun jarak baca kenyataannya hanya $\pm 2\text{cm}$.

Masalah ini dapat meningkatkan kesulitan dari sisi pengguna parkir terutama yang menggunakan kendaraan mobil, mereka harus lebih dekat menempelkan kartu/tag nya ke RFID Reader.

Dan untuk menjawab permasalahan ini penulis bermaksud membuat sebuah alat yang dapat meningkatkan jarak baca nyata pada RFID Reader dengan menambahkan rangkaian antena eksternal pada RDM6300. RDM6300 ini dapat ditambahkan rangkaian antena tambahan di bandingkan dengan RFID lainnya, sehingga pengguna layanan parkir lebih nyaman saat melakukan scanning kartu atau tag RFID.

II. DASAR TEORI

A. Radio frequency identification(RFID)

Radio frequency identification (RFID) adalah teknologi yang menggabungkan fungsi dari kopling elektromagnetik atau elektrostatik pada porsi frekwensi radio dari spectrum elektromagnetik, untuk mengidentifikasi sebuah obyek.Pada sistem RFID umumnya, *tag* atau transponder ditempelkan pada suatu obyek. Setiap *tag* dapat membawa informasi yang unik seperti *serialnumber*, model, warna, tempat perakitan, dan data lain dari obyek 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 obyek dapat dilakukan.

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.



Gambar 1. Contoh Tag RFID

2. RFID Interrogators

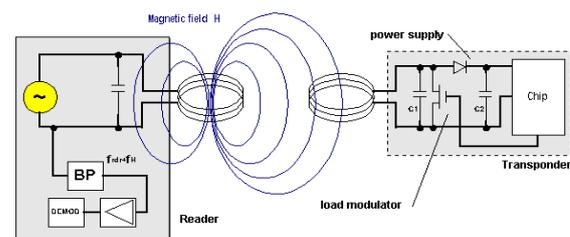
Interrogator pada dasar nya sebuah komputer kecil. Yang terdiri dari kira-kira tiga bagian: antena, RF *electronics module*, yang bertanggung jawab untuk melakukan komunikasi dengan RFID *tag*, dan *controller electronics module* yang bertanggung jawab untuk melakukan komunikasi dengan *controller*.

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. Modul RFID RDM6300

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 kaa terjadi sesuatu tegangan jatuh pada beban *tag*. Tegangan jatuh ini akan terbaca oleh *reader*. Perubahan tegangan jatuh ini berlaku sebagai *amplitude* modulasi untuk bit data. Ilustrasi untuk *Inductive coupling* diberikan oleh Gambar 2.3



Gambar 3. Inductive Coupling

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*.

4. Frekuensi

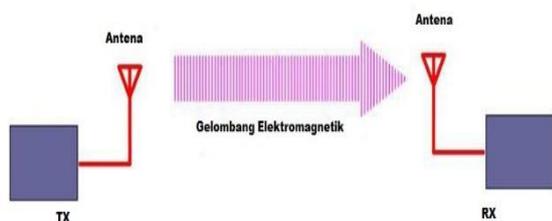
Faktor penting yang harus diperhatikan dalam RFID adalah frekuensi kerja dari sistem RFID. Ini adalah frekuensi yang digunakan untuk komunikasi *wireless* antara pembaca RFID dengan tag RFID. Ada beberapa *band* frekuensi yang digunakan untuk sistem RFID

Tabel 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.

5. 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 4.Antena Sebagai Pengirim dan Penerima

B. Parameter Antena

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

1. 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.

$$VSWR = \frac{1 + |Γ_L|}{1 - |Γ_L|} \tag{1}$$

$$RL = -20 \log_{10} (|Γ_L|) \tag{2}$$

Dimana: $|Γ_L|$ = Koefisien Refleksi
 RL = Return Loss

2. 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.

3. 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 4π .

Nilai keterarahan jika dilihat dari pola radiasi sebuah antena adalah sebagai berikut (Balanis, 2005: 105). Nilai *D* diperoleh melalui Persamaan:

$$D = 10 \log \frac{4\pi (\frac{180}{\pi})^2}{(\theta \phi)} \tag{3}$$

dengan:

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

θ = lebar berkas daya pada polarisasi horizontal ($^{\circ}$)

ϕ = lebar berkas daya pada polarisasi vertikal ($^{\circ}$)

4. Gain

Parameter lainnya 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 antenna diradiasikan secara isotropis, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 4.

$$G_{(dBm)} = P_{1rx(dBm)} - P_{2(dBm)} + G_{Reff(dBm)} \quad (4)$$

dengan:

- G_{dBm} = gain antenna yang diukur
- P_{1rx} = level daya antenna pada saat rx
- P_{2tx} = level daya antenna pada saat tx
- $G_{Reff(dBm)}$ = gain antenna referensi

$$\begin{aligned} \text{Gain} &= 4\pi \frac{\text{Intensitas radiasi pada arah tertentu}}{\text{intensitas radiasi yang di terima}} \\ &= 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_{in}} \quad (\text{dimensionless}) \end{aligned} \quad (5)$$

5. Bandwidth

Bandwidth sebuah antenna didefinisikan sebagai rentang frekuensi kerja dari suatu antenna dengan memperhatikan beberapa kriteria yang mengacu pada suatu standar tertentu. Nilai *bandwidth* antenna dapat ditentukan dengan mengetahui batas frekuensi kerja bawah dan atas terlebih dahulu

Nilai *bandwidth* dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (6)

$$\begin{aligned} Bw &= \frac{fh - fl}{fc} \times 100\% \\ fc &= \frac{fh + fl}{2} \end{aligned} \quad (6)$$

Dimana:

- fh = frekuensi atas (Hz)
- fl = frekuensi bawah (Hz)
- fc = frekuensi tengah (Hz)

C. Diameter Kawat Tembaga

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

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \sigma}} \quad (7)$$

Dimana:

- f = frequency
- μ = permeability (F/m) = $\mu_0 \mu_r$
- μ_0 = Permeability of air = $4 \pi \times 10^{-7}$ (h/m)
- μ_r = 1 for Copper, Aluminum, Gold, etc
- = 4000 for pure Iron

- σ = Conductivity of the material (mho/m)
- = 5.8×10^7 (mho/m) for Copper
- = 3.82×10^7 (mho/m) for Aluminum
- = 4.1×10^7 (mho/m) for Gold
- = 6.1×10^7 (mho/m) for Silver
- = 1.5×10^7 (mho/m) for Brass

D. Induktansi

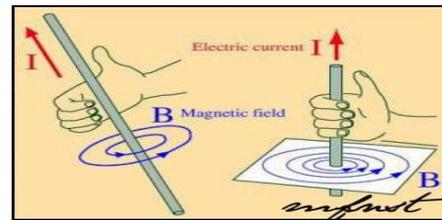
Induktor merupakan kumparan yang memiliki banyak lilitan kawat. Induktor memiliki induktansi diri, yaitu gejala kelistrikan yang menyebabkan perubahan arus listrik pada kumparan dapat membangkitkan GGL induksi pada kumparan tersebut.

Secara matematika pernyataan ini dapat dituliskan sebagai:

$$L = N \frac{N\Phi}{I} \quad (\text{henry}) \quad (8)$$

Dimana:

- N= jumlah lilitan
- I = arus
- Φ = flux magnet



Gambar 5. Kaidah tangan kanan

Keterangan:

$$\Phi = BA$$

Φ = *Magnetic flux* (Besarnya akumulasi medan listrik B pada suatu luas area A tertentu) Weber (Wb = T.m²)

B = Medan listrik Tesla (T)

A = Luas Area meter kuadrat (m²)

Induktansi dari multilayer persegi panjang lingkaran kumparan adalah dihitung dengan:

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

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

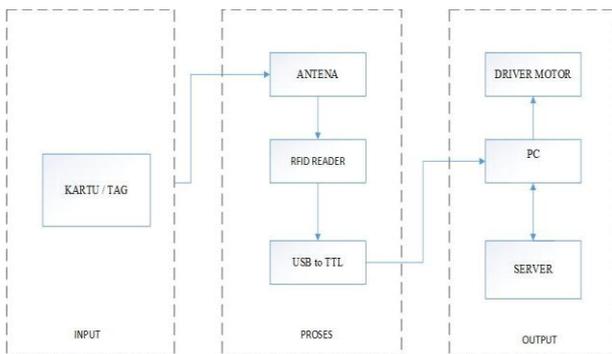
C = Kapasitansi stray bahan

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]

III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ANTENA LOOP KECIL

A. Perancangan Sistem Parkir Keseluruhan

Secara umum perancangan sistem keseluruhan dibagi menjadi dua komponen utama yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Namun secara sistematis perancangan sistem melibatkan tiga bagian yaitu masukan (*input*), pemroses (*process*), dan keluaran (*output*). Berikut diagram blok sistem parkir keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 6



Gambar 6. Diagram Blok Sistem Parkir Keseluruhan

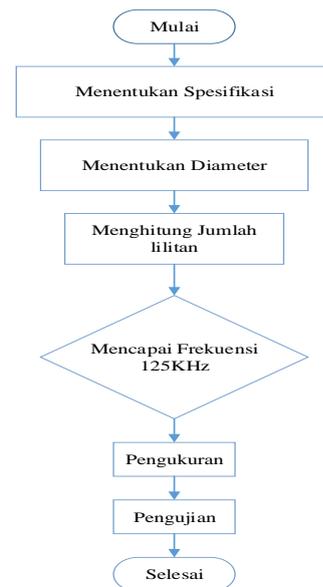
Cara kerja dari sistem parkir berbasis RFID ini bersumber dari pembacaan data identifikasi dari kartu RFID atau dari tag. Informasi yang berada atau tersimpan dalam chip ini akan terkirim atau terbaca melalui gelombang elektromagnetik setelah tag antenna mendapatkan atau menerima pancaran gelombang elektromagnetik dari reader antenna. RFID reader ini yang sekaligus akan meneruskan informasi ke USB to TTL sebagai data masukan yang berguna untuk melakukan perintah-perintah yang sudah dirancang di komputer. Kemudian komputer akan menerjemahkan data pembacaan data RFID ke server sebagai masukkan database, jika database sesuai maka komputer akan mengirimkan perintah untuk mengaktifkan driver motor.

1. Perancangan Antena Loop Kecil

Pada tugas akhir ini akan dirancang sebuah antena loop kecil yang digunakan pada sistem parkir sebagai penguat jarak pembacaan antena. Tahap perancangan di mulai dari memperhitungkan frekuensi kerja antena, selanjutnya menghitung dimensi jarak baca antena. Untuk mendapatkan rancangan antena yang optimal dilakukan beberapa karakterisasi berupa perubahan jumlah lilitan dan perubahan dimensi jarak pembacaan dengan melakukan beberapa percobaan selanjutnya diperoleh hasil rancangan yang lebih optimal tersebut.

2. Tahapan Perancangan Antena

Pada proses perancangan antena, dilakukan beberapa tahapan mulai dari penentuan frekuensi antena sampai dengan pengujian antena. Berikut adalah perancangan antena.



Gambar 7. Diagram Tahapan Pembuatan Antena

3. Menentukan Spesifikasi Antena yang dibuat

- Frekuensi
Frekuensi yang diharapkan dalam pembuatan antena ini antara 120 KHz – 130 KHz (frekuensi rendah). Frekuensi untuk antena loop kecil pada umumnya sangat rendah dikarenakan Arus yang dimiliki sangat kecil.
- VSWR
Adapun antena loop kecil ini mempunyai batasan VSWR yang dipakai yaitu $\leq 2\text{db}$.

Karena mempunyai rugi-rugi dielektrikal maka antenna loop kecil ini mempunyai *Return Lost* ± -14db.

- Gain (Daya)
Didalam antenna loop kecil dengan gelombang elektromagnetik untuk menghasilkan tegangan yang kecil diujung kutubnya, biasanya mempunyai daya yang kecil yaitu 1-1.5db, dikarenakan antenna loop kecil ini mempunyai unsur reflektif dan direktif sehingga permukaannya tidak terhubung ke pemancar.
- Bandwidth
Pada antenna loop kecil mempunyai bandwidth antara 5-10 KHz.

Dalam perancangan antenna diperlukan langkah-langkah yang tepat agar didapatkan hasil sesuai dengan yang diinginkan. Tidak hanya itu, proses perancangan yang baik akan mempercepat waktu proses perancangan antenna. Hal ini dikarenakan perancangan sudah memiliki acuan sebelumnya.

4. Menentukan diameter Antena dan Jumlah lilitan

Penentuan Diameter kawat tembaga bertujuan untuk memperoleh nilai induktansi yang sesuai dengan nilai frekuensi yang di inginkan maka dalam menentukan nilai diameter kawat sangat diperlukan dari persamaan (7).

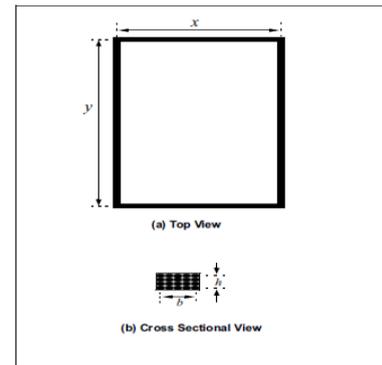
$$\begin{aligned} \delta &= \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \sigma}} \\ &= \frac{1}{\sqrt{\pi f (4 \pi \times 10^{-7}) 5.8 \times 10^7}} \\ &= \frac{0,06608}{\sqrt{f}} \quad (m) \\ &= \frac{0,06608}{\sqrt{125}} \\ &= \frac{0,06608}{0,3535} \\ &= 0,187mm \approx 0,20mm \end{aligned}$$

Dalam perancangan antenna diperlukan langkah-langkah yang tepat agar didapatkan hasil sesuai dengan yang diinginkan. Tidak hanya itu,

proses perancangan yang baik akan mempercepat waktu proses perancangan antenna. Hal ini dikarenakan perancangan sudah memiliki acuan dengan mengambil data dari antenna referensi. Dimana:

Induktansi dari multilayer persegi panjang lingkaran kumparan dihitung dengan persamaan (9):

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



Gambar 8. N-turn Multilayer Persegi Panjang Loop Coil

Dalam antenna referensi terdapat nilai x= 3cm, y=4cm, dan h= 0,2

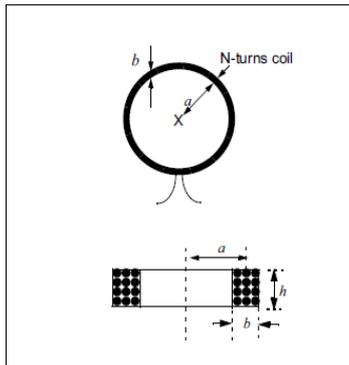
$$\begin{aligned} C &= x + y + 2h \\ C &= 3+4+2(0,2) \\ C &= 3+4+0,4 \\ C &= 7,4 \end{aligned}$$

Dengan N= 100 dari nilai lilitan antenna referensi Sehingga diperoleh :

$$\begin{aligned} L &= \frac{0,0276(CN)^2}{1,908 C + 9b + 10h} \\ L &= \frac{0,0276(7,4 \times 100)^2}{1,908 (7,4) + 9(0,2) + 10(0,2)} \\ L &= \frac{0,0276(740)^2}{14.1192 + 1,8 + 2} \\ L &= \frac{0,0276 \times 547600}{17,9192} \\ L &= \frac{15113,76}{17,9192} \\ L &= 843,4394(\mu H) \end{aligned}$$

Untuk merancang antenna yang akan di buat terlebih dahulu menentukan jari-jari lingkaran

seperti pada Gambar 3.4 menggunakan persamaan (2.16) dengan $L = 843,4394 \mu\text{H}$



Gambar 9. N-turn Multilayer Circular Coil

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

$$843,4394 = \frac{0,31(a \times 100)^2}{6a + 9(0,2) + 10(0,2)}$$

$$843,4394 = \frac{0,31x(10000)a^2}{6a + 1,8 + 2}$$

$$843,4394 = \frac{0,31x(10000)a^2}{6a + 1,8 + 2}$$

$$843,4394 = \frac{3100a^2}{6a + 3,8}$$

$$843,4394 \times (6a + 3,8) = 3100a^2$$

$$843,4394 \times (6a + 3,8) = 3100a^2$$

$$5060,6364a + 3205,0697 = 3100a^2$$

$$3100a^2 - 5060,6364a + 3205,0697 = 0$$

$$a^2 - 1,6324a + 1,0339 = 0$$

Sehingga:

$$A = 1 \quad B = -1,6324 \quad C = -1,0339$$

Untuk memperoleh a dengan menggunakan persamaan.

$$a_{1,2} = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$$

$$a_{1,2} = \frac{1,6324 \pm \sqrt{-1,6324^2 - 4 \times 1 \times (-1,0339)}}{2(1)}$$

$$a_{1,2} = \frac{1,6324 \pm \sqrt{-1,6324^2 - 4 \times 1 \times (-1,0339)}}{2(1)}$$

$$a_{1,2} = \frac{1,6324 \pm \sqrt{2,6647 + 4,1356}}{2}$$

$$a_{1,2} = \frac{1,6324 \pm \sqrt{6,8003}}{2}$$

$$a_{1,2} = \frac{1,6324 \pm 2,6077}{2}$$

$$a_1 = \frac{1,6324 + 2,6077}{2} = \frac{4,2401}{2} = 2,1200$$

$$a_2 = \frac{1,6324 - 2,6077}{2} = \frac{-0,9753}{2} = -0,4876$$

Jadi untuk jari jari lingkaran $a = 2,12 \text{ cm}$

Untuk menentukan jumlah lilitan yang akan digunakan dalam membuat antenna maka terlebih dahulu mengetahui jarak yang akan diinginkan. Dimana kita asumsikan dengan nilai $r_1 = 6,5 \text{ cm}$, $r_2 = 5,40 \text{ cm}$, $N_1 = 100$ lilitan dan nilai $a = 2,12 \text{ cm}$ dari radius lingkaran.

Sehingga dapat diperoleh:

$$Bz = \frac{\mu_0 I N a^2}{2(a^2 + r^2)^{3/2}}$$

$$\frac{\mu_0 I N_1 a^2}{2(a^2 + r_1^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 I N_2 a^2}{2(a^2 + r_2^2)^{3/2}}$$

$$\frac{N_1}{(a^2 + r_1^2)^{3/2}} = \frac{N_2}{(a^2 + r_2^2)^{3/2}}$$

$$\frac{N_1}{(2,12^2 + 6,5^2)^{3/2}} = \frac{N_2}{(2,12^2 + 5,40^2)^{3/2}}$$

$$\frac{100}{(4,4944 + 42,25)^{3/2}} = \frac{N_2}{(4,4944 + 29,16)^{3/2}}$$

$$\frac{100(4,4944 + 29,16)^{3/2}}{(4,4944 + 42,25)^{3/2}} = N_2$$

$$\frac{100(33,6544)^{3/2}}{(46,7444)^{3/2}} = N_2$$

$$\frac{100\sqrt{38117,6}}{\sqrt{102138,59}} = N_2$$

$$N_2 = \frac{100 \cdot 195,24}{319,591}$$

$$N_2 = 61$$

5. Perencanaan Dimensi Elemen Peradiasi

Untuk menentukan dimensi elemen peradiasi maka terlebih dahulu harus direncanakan nilai frekuensi kerja (f_r) yaitu 125 KHz dengan nilai perambatan diruang bebas (c) sebesar $3 \times 10^8 \text{ m/s}$. Dengan menggunakan persamaan:

Untuk frekuensi 125 KHz:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{125 \text{ KHz}} = 2400 \text{ m}$$

6. Pembuatan Antena

Setelah informasi dan data yang diperlukan sudah didapat, maka langkah selanjutnya adalah menyiapkan seluruh perlengkapan alat dan bahan yang akan digunakan dalam membuat piranti antena.

pembuatan antena.

Tahap 1: Persiapan Bahan



Gambar 10. Alat dan Bahan antenna

- Kawat Tembaga 0.20mm
- Papan dan Paku (chooker)
- Tang potong
- Connector female

Tahap 2: Persiapan alat dan perangkat yang digunakan:

- Spectrum Analyzer* merupakan sebuah alat ukur yang digunakan untuk mengetahui distribusi energi dari suatu spektrum frekuensi dari sebuah sinyal listrik yang di ukur.
- Signal Generator* adalah alat ukur elektronik yang menghasilkan, atau membangkitkan gelombang pada pengukuran ini menggunakan produk dari Anritsu *SIGNAL GENERATOR* MG3602A generator sinyal sintesis yang menyediakan amplitudo, frekuensi, fase, dan modulasi video yang jangkauan range antara 0.1Mhz- 2080MHz.
- Antenna refferensi digunakan untuk antena pembandingan supaya di antena uji V_{out} menghasilkan spesifikasi yang diinginkan (gain, medan jauh, bandwidth).

Tahap 3: Langkah Pembuatan Antena Loop

a. Chooker

Chooker dibuat sebagai mal untuk membuat jalur coil yang akan di bentuk, adapun bahan yang digunakan bahan dari kertas karton atau plastik mika yang disesuaikan dengan ukuran yang diinginkan.

b. Melilit coil

Adapun banyaknya jumlah lilitan yang dipakai untuk antena loop kecil ini adalah disesuaikan dengan perhitungan untuk mencapai frekuensi yang digunakan sesuai dengan fungsi kerjanya.



Gambar 11. Proses Melilit Antena



Gambar 12. Proses Setelah Antena di Lilit

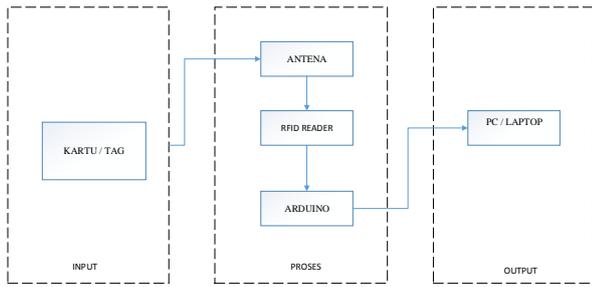
c. Sirlak

Suatu cairan yang pada umumnya digunakan setelah akhir dari pelilitan/ menggulung coil ke chooker, dimana cairan ini berfungsi untuk menyusun/ membentuk lilitan yang dibuat di chooker tersusun rapih dan tidak acak-acakan/ molor.

IV. PENGUJIAN ANTENA DAN ANALISA ALAT

A. Pengujian

Setelah dilakukan perancangan dan pembuatan antena seperti disebutkan pada bab 3 untuk aplikasi pada sistem parkir, maka langkah selanjutnya dilakukan pengukuran dan pengujian terhadap kartu/tag, antena dan RFID reader.



Gambar 13. Blok Diagram Sistem

Secara umum cara kerja dari sistem parkir berbasis RFID ini bersumber dari pembacaan data identifikasi dari kartu RFID atau dari tag. Informasi yang berada atau tersimpan dalam chip ini akan terkirim/terbaca melalui gelombang elektromagnetik setelah tag antenna mendapatkan atau menerima pancaran gelombang elektromagnetik dari reader antenna.

1. Kartu

Gulungan tembaga pada piranti pembaca membangkitkan medan elektromagnetik, kemudian gulungan yang ada di kartu RFID terinduksi oleh medan ini, hasil induksi inilah yang menjadi sumber tenaga bagi kartu RFID untuk mengirimkan kembali sinyal yang berisi data ke piranti pembaca. Karena menggunakan prinsip induksi *coupling*, maka jarak antara kartu RFID dengan piranti pembaca juga harus pendek agar induksi dapat ditangkap, jadi bila dihadapkan dengan material logam maka induksinya akan diserap, seperti pada magnet dan prinsip magnet. Didalam setiap tag ini terdapat chip yang mampu menyimpan ID *number* dan sejumlah informasi sebagai sumber data untuk membedakan kartu/tag yang satu dengan kartu/tag yang lainnya.

2. Antena

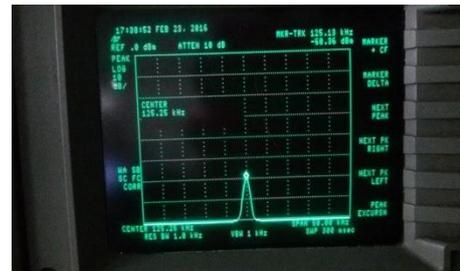
Proses pengukuran antenna ini dilakukan di lab Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (PPET – LIPI). Adapun pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui parameter-parameter dari antenna yang telah dirancang dan difabrikasi, pada skripsi ini pengukuran meliputi pengukuran VSWR, *return loss*, polaradiasi, gain. Pengukuran parameter-parameter tersebut menggunakan alat ukur Anritsu *SIGNAL GENERATOR MG3602A* sebagai sinyal penerima dan Hp 8593A *spectrum analyser* sebagai sinyal pengirim konfigurasi pengukurannya seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 14. Konfigurasi Pengukuran

3. Pengukuran *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) Antena*

Tujuan pengukuran VSWR adalah untuk mengetahui besar gelombang berdiri akibat adanya sinyal pantul. Semakin besar nilainya maka akan semakin buruk. Nilai VSWR yang diharapkan pada tugas akhir ini adalah ≤ 2 dB. Nilai VSWR sebanding dengan nilai *return loss*, semakin kecil nilai *return loss* maka nilai VSWR akan semakin kecil.



Gambar 15. Hasil Pengujian

Dimana nilai VSWR di tunjukan dalam persamaan (1) dimana pada gambar nilai $\Gamma_L = (-60,36)$ dBm

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma_L|}{1 - |\Gamma_L|}$$

$$VSWR = \frac{1 + (60,36)}{1 - (60,36)}$$

$$VSWR = \frac{(61,36)}{(59,36)}$$

$$VSWR = 1,03 \text{ dBm}$$

4. Pengukuran *Return Loss Antena*

Pengukuran *return loss* dilakukan dengan cara yang hampir sama dengan pengukuran VSWR. *Return Loss* sendiri adalah parameter yang mengindikasikan seberapa *matching* antenna yang didesain. Sehingga dapat dinyatakan dalam persamaan (2) dimana $(|\Gamma_L|) = -60,36$ dBm dan terdapat loss kabel sebesar -55dBm

$$RL = -20 \log_{10} (|\Gamma_L|)$$

$$RL = -20 \log_{10} (60,36)$$

$$RL = -35,61 \text{ dBm}$$

Dengan frekuensi kerja (f_r) pada 125KHz yang memiliki *return loss* minimum -35,61 dBm dari data tersebut dapat dihitung besar persentase impedansi bandwidth menggunakan persamaan (6) yang dituliskan kembali sebagai berikut:

$$Bw = \frac{fh - fl}{fc} \times 100\%$$

fh = frekuensi atas
 fl = frekuensi bawah
 fc = frekuensi tengah

$$Bw = \frac{130KHz - 120KHz}{125KHz} \cdot 100\%$$

$$Bw = \frac{10KHz}{125KHz} \cdot 100\%$$

$$Bw = 0,08 \cdot 100\%$$

$$Bw = 8$$

5. Pengukuran Pola Radiasi

Pada pengukuran pola radiasi, dibutuhkan dua buah antenna dimana antenna tersebut berperan sebagai Rx dan Tx. Seperti pada **Gambar 16**.



Gambar 16. Skema Pengukuran Pola Radiasi



Gambar 17. Pola Radiasi hasil pengukuran

6. Pengukuran Gain

Pengukuran Gain dilakukan untuk mengetahui besarnya jarak pancar serta *coverage area* yang dapat dicapai oleh antenna melalui daya yang dapat dicapai oleh antenna melalui daya yang dipancarkan. Metode yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu dengan menggunakan metode antenna referensi. Cara untuk memperoleh *gain* antenna adalah dengan membandingkan antara daya yang dipancarkan antenna Tx dengan daya yang diterima oleh antenna Rx.



Gambar 18. Konfigurasi Pengukuran *Gain* (a. antenna referensi, b. antenna uji)

Dari hasil pengukuran yang diperoleh, maka gain yang dihasilkan oleh antenna dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut,

$$G = (P_{1Rx} - P_{2Tx}) + G_{Referensi}$$

$$G = (-44,52 - (-39,82)) + 6 \text{ dBm}$$

$$G = 1,3 \text{ dBm}$$

7. Reader

Modul elektronika ini adalah modul pembaca *Radio Frequency Identification* (RFID) yang bekerja pada frekuensi 125 kHz. Dengan kemampuan membaca kartu 125 kHz RFID Contactless Smart Card / Tag, dan dapat membaca kartu/tag dengan jarak 15 cm.

B. Pengujian Sitem Keseluruhan

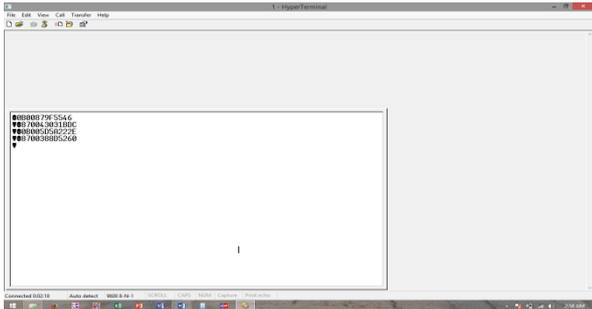
RFID digunakan untuk membaca rangkaian kode-kode yang terdapat pada tag card. Variasi kode tag card mencakup nilai 1-9 dan huruf A-Z sehingga setiap tag card kecil kemungkinan berkode sama. Prinsip kerja alat ini sangatlah sederhana, yaitu modul RFID RDM6300 terdapat antenna yang mana antenna ini merupakan reader atau alat pembaca tag card, sehingga tag card harus didekatkan ke antenna ini, antenna modul ini berupa lilitan yang membentuk persegi panjang, dari antenna tersebut data dikirimkan ke bagian penerjemah input yang telah terdapat pada modul, dari modul RDM6300, data dikirimkan pada Arduino melalui port RX dan TX.



Gambar 19. Rangkaian Sistem

C. Pengujian Jarak Sensor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah RFID Reader dapat membaca informasi yang ada pada tag, sejauh mana tag masih dapat dideteksi oleh sistem, serta dapat mengirimkan data tersebut secara serial ke Arduino. Dari hasil pengujian menggunakan 4 kartu/tag yang berjenis dan berbahan sama dalam gambar (4.14), dapat diamati bahwa kode tag yang berhasil terdeteksi oleh reader.



Gambar 20. Data yang diambil dari pengujian hardware

Tabel 2. Data Hasil Pembacaan Kartu di Kampus

Kartu	Kode
1	0B00879F5546
2	870043031BDC
3	0B005D5A222E
4	8700388D5260

Data yang diterima oleh *hyperterminal* merupakan data *ID* yang terdapat pada RFID tag yang akan digunakan pada program aplikasi sistem parkir pada saat kartu tersebut dideteksi reader RFID berupa dalam hexadecimal seperti yang terlihat dalam tabel 4.3.

- Pengujian dengan menggunakan alat pendeteksi atau modul RFID yang berada di Kampus seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 21. Modul RFID Kampus

Tabel 3. Hasil Pengujian Alat di kampus Jarak Pembacaan Dengan Tag RFID

No Kartu	Kode Kartu / Tag	Jarak Pembacaan maksimal (cm)
1	0B00879F5546	4
2	870043031BDC	3.5
3	0B005D5A222E	4
4	8700388D5260	3.5

Dari data yang didapatkan dari hasil pengujian, menunjukkan bahwa nilai pembacaan terjauh menggunakan jenis kartu no 1 dan 3 rata-rata berada pada jarak baca 4 cm.

a. Pengujian menggunakan Modul RFID RDM6300 dengan menggunakan antena pabrikan pada gambar berikut ini:



Gambar 22. Modul RDM6300 dengan Antena Pabrikan

Tabel 4. Hasil Pengujian Alat dari Antena Pabrikan untuk Menentukan Jarak Pembacaan dengan Tag RFID

No Kartu	Kode Kartu / Tag	Jarak Pembacaan maksimal (cm)
1	0B00879F5546	5,8
2	870043031BDC	3,2
3	0B005D5A222E	5,8
4	8700388D5260	3,2

Dari data yang didapatkan dari hasil pengujian, menunjukkan bahwa nilai pembacaan terjauh menggunakan jenis kartu no 1 dan 3 rata-rata berada pada jarak baca 5,8 cm.

b. Pengujian menggunakan Modul RFID RDM6300 dengan menggunakan antena perancangan pada gambar berikut ini:



Gambar 23. Modul RDM6300 dengan Antena Perancangan

Tabel 5. Hasil Pengujian Alat dari Antena yang di Rancang untuk Menentukan Jarak Pembacaan dengan Tag RFID

No Kartu	Kode Kartu / Tag	Jarak Pembacaan maksimal (cm)
1	0B00879F5546	6,9
2	870043031BDC	4
3	0B005D5A222E	6,9
4	8700388D5260	4

Dari data yang didapatkan dari hasil pengujian, menunjukkan bahwa nilai pembacaan terjauh menggunakan jenis kartu no 1 dan 3 rata-rata berada pada jarak baca 6,9 cm.

D. Analisis Hasil Pengukuran dan Pengujian Antena

Setelah diperoleh hasil dari pengukuran parameter antena selanjutnya adalah membandingkan hasil tersebut dengan hasil spesifikasi yang diinginkan. Berikut ini adalah tabel perbandingan antara parameter hasil pengukuran dengan hasil spesifikasi.

Tabel 6. Tabel Perbandingan Hasil Simulasi dengan Hasil Pengukuran

	Spesifikasi	Pengukuran
VSWR	≤ 2	1,03
Return Loss	± -14dB	-35,61 dBm
Bandwidth	5-10 KHz	8
Gain	1-1,5 dB	1,3 dB

Dari tabel diatas dapat dilihat perbedaan nilai VSWR dimana dari spesifikasi nilainya ≤ 2dB dan hasil pengukuran 1.03, hal ini dapat disebabkan beberapa hal antara lain karena sifatnya yang ideal, karena pada saat pengukuran radiasi sinyal yang dipancarkan sangat peka terhadap kondisi di sekitarnya maka sinyal dapat mengalami pemantulan atau penyerapan sinyal oleh benda-benda di dalam ruangan percobaan.

Return loss yang dihasilkan terdapat perbedaan jauh dari spesifikasi yang diinginkan dalam data spesifikasi ± -14dB sedangkan dalam pengukuran terdapat nilai -35,61 dBm hal ini dapat terjadi dikarenakan:

- a. sinyal mengalami *atenuasi* di ruang bebas dan sinyal yang dipantulkan maupun diserap oleh benda-benda sekitar ketika pengukuran dilakukan.
- b. Pembacaan oleh alat ukur yang kurang presisi.
- c. Terdapat loss kabel yang begitu besar dengan nilai -55 dBm

Pengujian dilakukan dengan cara menggunakan jenis kartu/tag yang sama untuk melihat jarak pembacaan pada *reader* dan antena yang digunakan.

Tabel 7. Data hasil pengujian dari jarak pembacaan

No Kartu	Kode Kartu / tag	Modul 1 RFID Kampus (Cm)	Modul RDM6300 Antena Pabriksi (Cm)	Modul RDM6300 Antena Rancangan (Cm)
1	0B00879F5546	4	5,8	6,9
2	870043031BDC	3,5	3,2	4
3	0B005D5A222E	4	5,8	6,9
4	8700388D5260	3,5	3,2	4

Dengan melihat data hasil pengujian dengan kartu/ tag yang sama terdapat perbedaan dari ketiga pengujian, hal ini disebabkan dari jenis kartu/tag yang dipakai, dalam pengujian ini menggunakan kartu/tag pasif yang tidak memiliki daya sendiri, sehingga memperoleh daya dari medan gelombang elektromagnet yang dihasilkan oleh *reader* RFID. Ketika antena tag dipengaruhi oleh sinyal frekuensi radio yang datang dari *reader* RFID, maka akan timbul daya yang cukup pada tag RFID untuk mengirimkan sebuah respon. Dan hal lain yang dapat mempengaruhi adalah antena yang digunakan. Antena untuk mentransmisikan sinyal frekuensi radio antara *reader* dengan kartu/tag tidak memiliki frekuensi yang sesuai antara antena *reader* dengan antena pada kartu/tag sehingga dalam pembacaan kartu/tag jarak pembacaannya pendek.

V. KESIMPULAN

Berikut ini merupakan kesimpulan dari penelitian tugas akhir yang telah dilaksanakan beberapa pengujian:

1. Dari hasil perancangan antenna eksternal pada RDM6300 sudah memenuhi spesifikasi yang diinginkan dengan nilai hasil pengukuran sebagai berikut.
 - a. Nilai VSWR yang didapatkan pada frekuensi kerja 125KHz adalah 1,03 dan dengan spesifikasi VSWR sebesar ≤ 2 memiliki *bandwidth* 8 KHz
 - b. Pola radiasi yang dihasilkan sudah memenuhi spesifikasi yaitu *omnidirectional* dengan tujuan RFID tag ini dapat digunakan dalam segala arah.
 - c. Gain yang dihasilkan sudah memenuhi spesifikasi yaitu 1,3 dB dimana dalam spesifikasinya 1-1,5 dB.
 - d. Return Loss yang dihasilkan jauh dari spesifikasi yang diharapkan, hal ini karena terjadi loss kabel yang besar -55dB.
2. Dari hasil pengujian ke empat kartu/tag didapatkan data jarak pembacaan modul RFID kampus dengan jarak baca 4cm, dengan menggunakan modul RDM6300 beserta antenna pabrikan memperoleh jarak baca 5,8cm dan

dengan menggunakan antenna perancangan dapat memperoleh jarak pembacaan 6,9 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Klaus Finkenzeller. 2010. RFID Handbook Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication Third Edition. wiley
- [2] Wolfgang Rankl and Wolfgang Effing, 2002. "Smart Card Handbook Third Edition" Wiley
- [3] Antenna Research from Miller & Beasley 2002
- [4] Zakaria, Dwyan. 2012. "Rancang Bangun RFID Implan Dipole Berbentuk Helix" Skripsi UNIVERSITAS INDONESIA
- [5] Hunt, V. D., Puglia, A. and Puglia, M. (2007). *RFID - A Guide to Radio Frequency Identification*. John Wiley & Sons.
- [6] Didik Suyoko. 2012. Alat Pengaman Pintu Rumah Menggunakan RFID (Radio Frequency Identification) 125 KHz Berbasis Mikrokontroler ATMEGA328, Skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta
- [7] Ida Bagus N.W.W, 2010. Perancangan dan Pembuatan Antena Mikrostrip Circular Patch Array Empat Elemen Dengan Konfigurasi Symmetry Parallel Feed Network Untuk Frekuensi Kerja 2,4 GHz, Skripsi, Universitas Brawijaya Malang, Malang
- [8] Ilyas Safari, 2010. Rancang Bangun Antena Multiband Untuk Aplikasi RFID, Skripsi, Universitas Indonesia, Depok
- [9] Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi, 2013 volume 13 no 1, LIPI, Bandung
- [10] Microchip, 2004. MicroID® 125 kHz RFID System Design Guide. USA
- [11] Hendarsyah, hanum fatonah, 2012. Realisasi Penguat Daya RF 20 Watt untuk Pemancar TV VHF Kanal 4 pada Band Frekuensi 174 - 181 MHz, Skripsi. Politeknik Negeri Bandung. Bandung