

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM *RADIO DIRECTION FINDING* UNTUK FREKUENSI 2 METER BAND

Haidhir Abdurrabbi, Ir. Kartiko Ardi Widodo., MT., Dr. F. Yudi Limpraptono., ST., MT.
Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia
haidhirabdurrabbi@gmail.com,

abstrak - *Radio Direction Finder (RDF)* adalah alat yang berfungsi mencari dan menentukan arah sinyal pemancar. Dalam aplikasi telekomunikasi di masyarakat sangat populer menggunakan band frekuensi 2 meter untuk berbagai keperluan, sehingga dilakukan perancangan dan pembuatan *radio direction finder* dengan band frekuensi 2 meter band berkisar dari 144 – 173 MHz.

Dalam pembuatan alat radio pendeteksi arah sinyal pemancar ini dibuat dengan cara sederhana yaitu dengan memodifikasi radio pemancar dan penerima portabel *Handy Transceiver* yang dikontrol secara otomatis oleh Arduino UNO, sebagai antena penerima menggunakan 4 buah antena yang dimana masing-masing menggunakan 3 elemen. Keempat antena yang memiliki parameter yang hampir sama baik dari *vswr*, *gain*, dan pola radiasi yang telah diukur melalui *VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)*, *VNA (Vector Network Analyzer)*, dan *Spectrum Analyzer*, keempat antena yang tersebut diletakkan masing-masing tegak lurus pada arah 90° untuk dijadikan referensi pencarian sinyal terkuat.

Radio pendeteksi arah sinyal pemancar digunakan secara manual, yaitu dengan cara menseting frekuensi sesuai frekuensi pemancar yang akan dicari, kemudian antena akan menerima gelombang *electromagnetic* dari sebuah pemancar melalui masing-masing antena dimana arah sinyal pemancar dapat disimpulkan berada pada posisi diantara kedua antena yang memiliki penerimaan sinyal tertinggi dan hal ini dapat dilihat pada layar LCD (*Liquid Crystal Display*).

Kata Kunci — radio direction finder, arduino uno, perancangan antena yang dan pembuatan radio direction finder.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Komunikasi pada dasarnya adalah cara untuk menyampaikan informasi antara yang satu dengan yang lain melalui penglihatan, pendengaran dan kata-kata yang tertulis dengan

semua pihak yang telah disepakati. Cara untuk menyampaikan informasi sekarang ini semakin berkembang pesat, antara lain ditemukan alat-alat baru ataupun rekayasa terhadap alat peralatan yang sudah ada untuk ditingkatkan lagi daya gunanya sehingga dapat mempermudah manusia untuk berkomunikasi.

Layanan darurat, termasuk tim pencarian dan penyelamatan, menggunakan *radio direction finder (RDF)* sebagai sarana untuk menemukan arah pancaran komunikasi, untuk menemukan ambulans, personel darurat, dan korban bencana. Tantangan utama dengan sistem ini adalah bahwa mereka mahal dan rumit, seringkali membutuhkan luas infrastruktur dan pelatihan untuk diterapkan. Relawan dan organisasi layanan publik selalu berjuang dengan anggaran yang menyusut dan peralatan penuaan sehingga keinginan untuk biaya rendah Sistem RDF menjadi semakin kuat. Memiliki sistem yang beroperasi dengan yang sudah ada peralatan yang dimiliki oleh organisasi memungkinkan biaya yang lebih rendah dan implementasi yang disederhanakan.

Radio Direction Finder (RDF) ini sangat membantu sekali di dalam menentukan posisi dengan cara menangkap arah pancaran radio yang dipakainya. Pada masa sekarang tim pencarian dan penyelamatan sedang berupaya mencari peningkatan baik teknik maupun alat peralatan yang dapat mendukung suksesnya penugasan di daerah operasi maupun di penugasan-penugasan lainnya.

Sehubungan dengan adanya permasalahan – permasalahan diatas, guna mengimbangi dan mendukung teknologi yang semakin maju khususnya untuk komunikasi maka perlu adanya pembaharuan atau rekayasa terhadap alat peralatan yang sudah ada. Berdasarkan fungsi yang dijelaskan diatas maka penulis merancang sebuah alat dengan judul ” Perancangan Dan Pembuatan Sistem *Radio Direction Finder Untuk Frekuensi 2 Meter Band*”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sistem *radio direction finder* untuk frekuensi 2 meter band
2. Bagaimana merancang antena sistem *radio direction finder* untuk frekuensi 2 meter band

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan skripsi adalah :

Digunakan sebagai alat penentu arah dari sudut kedatangan suatu pemancar pada frekuensi 2 meter band.

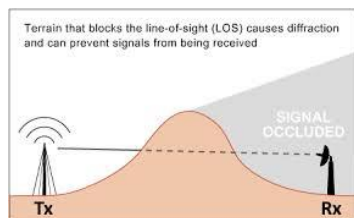
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Komunikasi

Komunikasi adalah pemindahan informasi dari suatu titik pada waktu tertentu (titik sumber) ke titik yang lain. Sumber informasi dapat berupa manusia, alat musik, mesin dan segala yang berubah menurut fungsi masing-masing waktu. Tujuan komunikasi untuk menyediakan replika *message* pada tempat tujuan. *Message* juga merupakan salah satu bentuk manifestasi dari informasi. Fungsi dasar dari sistem komunikasi adalah untuk transmisi/pengiriman informasi. [Nugroho Setiawan,2014]

B. Sistem komunikasi radio band frekuensi 2 meter

Komunikasi 2M ialah komunikasi berbasis radio HT/RIG yang berjalan pada *very high frequensi* (VHF) yang beroperasi pada frekuensi 144-148 MHz. Istilah 2M band muncul dari perhitungan matematis $300/144 = 2, 300$ merupakan kecepatan rambat gelombang di udara, jalur frekuensi yang kita gunakan adalah 144. teknologi komunikasi pada frekuensi 2M band adalah teknologi kuno, tetapi sampai sekarang masih populer dan banyak yang menggunakan. [Nugroho Setiawan,2014]



Gambar 1. Operasi Komunikasi Direct

C. Radio Pemancar dan Penerima HT (Handy Talkie)

RADIO HT adalah alat komunikasi genggam yang dapat mengkomunikasikan dua orang atau lebih

dengan menggunakan gelombang radio. [Wikipedia,2018]

D. Spektrum Frekuensi

Spektrum Frekuensi Radio merupakan susunan pita frekuensi radio yang memiliki frekuensi lebih kecil dari 3000 GHz sebagai satuan getaran gelombang elektromagnetik yang merambat dan terdapat dalam dirgantara (ruang udara). [Dickson Kho,2018]

Berikut ini table pengalokasian spektrum frekuensi radio.

Pita Frekuensi	Rentang Frekuensi
Very Low Frequency (VLF)	Kurang dari 30 KHz
Low Frequency (LF)	30 KHz s/d 300 KHz
Medium Frequency (MF)	300 KHz s/d 3 MHz
High Frequency (HF)	3 MHz s/d 30 MHz
Very High Frequency (VHF)	30 MHz s/d 300 MHz
Ultra High Frequency (UHF)	300 MHz s/d 3 GHz
Super High Frequency (SHF)	3 GHz s/d 30 GHz
Extremely High Frequency (EHF)	Lebih dari 30 GHz

Tabel 1. Spektrum Frekuensi Gelombang Radio

E. Radio Direction Finder (RDF/DF)

Radio direction finder

(RDF) adalah sebuah sistem pencari arah dan penerima yang diatur dalam kombinasi untuk menentukan sudut azimuth dari sebuah pemancar. Pada dasarnya semua sistem RDF memperoleh sebuah pemancar dengan menentukan sudut awal kedatangan. Teknik pencarian arah radio secara klasik didasarkan pada sistem multi-antena yang menggunakan beberapa penerima. Teknik klasik untuk mencari arah pancaran menggunakan informasi phase simultan dari setiap antenna untuk memperkirakan sudut kedatangan sinyal yang diinginkan. Akan tetapi dalam beberapa penelitian hal ini menjadi teknik penerima yang tidak praktis. Selanjutnya dengan teknik satu kanal akan lebih menarik untuk dikembangkan dalam stasiun bergerak/mobile. Meskipun penelitian tentang satu kanal RDF lebih sedikit dari multi saluran, tetapi teknik penelitian ini mulai banyak dikembangkan kembali.

Saat ini sistem satu kanal RDF dikenal ada dua jenis sistem. Sistem pertama adalah sistem *direction finder* berbasis amplitudo, sistem kedua adalah sistem *direction finder* berbasis phase. Sistem *direction finder* berbasis amplitudo adalah untuk menentukan arah sudut kedatangan sinyal dengan menganalisis tegangan keluaran amplitudo dari setiap elemen masing-masing antena. Sedangkan sistem *direction finder* berbasis

phase yaitu sistem yang menggunakan tiga atau lebih elemen antenna yang dikonfigurasi dalam suatu arah. [F. Terman]

F. Sistem Penemuan Arah

Penemuan arah (DF) berdasarkan algoritma telah dipelajari dan diimplementasikan di laboratorium komunikasi nirkabel. Sebagian besar algoritma direction direction (DF) memerlukan beberapa antenna dengan setidaknya $\lambda / 2$ spasi. Juga, kinerja algoritma DF terutama bergantung pada :

- a. Jumlah antenna dalam susunan antenna
- b. Jarak antar antenna
- c. Menempatkan batasan pengukuran lapangan dengan analisa spektrum genggam membuat penerapan antenna dalam array dalam jumlah besar
- d. Efek mutual coupling bertambah ketika jumlah antenna meningkat

G. Yagi Antena

Antena adalah susunan logam yang dirancang untuk memancarkan dan menerima energi elektromagnetik. Sebuah antenna bertindak sebagai sebuah susunan peralihan antara perlengkapan penuntun atau pedoman.

Untuk mengetahui bagaimana sebuah antenna bekerja dapat kita lihat bagaimana proses terjadinya radiasi. selain itu radiasi dapat terjadi pada pergerakan gelombang dengan kecepatan yang sama. [Asep Suradireja,2008

H. Lamda Antena

Lambda adalah panjang gelombang di udara. Cepat rambat gelombang listrik pada logam itu lebih kecil, sebesar 0.95 kali gelombang radio di udara. Jadi untuk menghitung lambda adalah sebagai berikut :

Dimana λ dinyatakan $\lambda = \frac{300}{f} \times 0,95$ r dan f dalam MHz.

Panjang gelombang r $\frac{1}{4} \lambda = \frac{75}{f} \times 0,95$ a adalah :

$$\lambda = \frac{V}{f} = \frac{3 \times 10^8}{f} = \text{meter}$$

Panjang gelombang radio pada logam(antena) adalah :

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{f} \times 0,95$$

λ = panjang gelombang dalam meter.
f = frekuensi dalam MHz.

I. Antena Array

Antena array adalah satu set antenna spasial yang dipisahkan. Jumlah antenna array dari 2 sampai beberapa ribu (seperti yang digunakan pada angkatan udara). Secara umum, kinerja dari sebuah antenna array meningkat sesuai jumlah antenna (elemen) dalam array (Abi Royen,2014)

J. Teori Pengukuran Antena

Pola penguatan tegangan ideal (dalam azimuth) antenna ini adalah omni-directional, membuat antenna sama sensitifnya terhadap sinyal datang dari arah mana pun.

Antena dipol mengukur amplitudo sesaat dari sinyal pada titik tertentu. Tegangan yang dihasilkan dalam antenna diberikan oleh persamaan.

$$V(t) = V_d \sin(\omega t + \phi) \text{ Volts.}$$

Dengan membandingkan tegangan antenna dengan tegangan antenna dipol kedua, sudut fase relatif antara dua antenna dapat ditentukan. (Harrington, J.B, 1983)

K. Teori Perumusan Pendetesi Sinyal

Dalam derivasi matematika yang mengikuti, sinyal radio frequency menghasilkan tegangan pada antenna dipol yang sesuai dari formulir $S(t) = V_d \sin(\omega t + \phi)$ Volts di mana parameter persamaan didefinisikan dalam paragraf berikut. (Harrington, J.B,1983)

Sudut fase ϕ didefinisikan sebagai 0 derajat jika dipol terletak di pusat geometri array antenna yang merupakan bagian. Akhirnya, sejumlah parameter digunakan berulang kali di seluruh bagian ini. Mereka didefinisikan di sini sebagai:

- t = time (seconds)
- ω = Signal Frequency (radian/second)
- λ = Signal Wavelength (meters)
- ϕ = true signal bearing in azimuth referenced to true North (radians),
- ϕ_c = bearing computed by the CDF system (radians),
- d = distance between a pair of antennas (meters),
- V_d = maximum voltage induced in a matched dipole antenna (Volts),
- Y = signal phase (radians).

L. Arduino Uno



Gambar 2. Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (*datasheet*). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Uno berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver USB-to-serial.

M. I2C (*Inter Integrated Circuit*)

Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didisain khusus untuk mengirim maupun menerima data. [Purnomo Sejati,2011]

N. Penguat Amplifier

Penguat (*Amplifier*) Merupakan rangkaian komponen elektronika yang dipakai untuk menguatkan daya. Dalam bidang audio, amplifier akan menguatkan signal suara berbentuk analog dari sumber suara yaitu memperkuat signal/gain arus (I) dan tegangan (V) listrik berbentuk sinyal AC dari inputnya menjadi arus listrik AC dan tegangan yang lebih besar, juga dayanya akan menjadi lebih besar di bagian outputnya.

O. Pengertian Desibel dan Perumusan

Pengertian Desibel dan Cara Menghitungnya – Desibel merupakan satuan yang sering digunakan sebagai skala penguatan dalam rangkaian Elektronika seperti rangkaian pada peralatan Audio dan Komunikasi. Besaran-besaran yang menggunakan skala penguatan Desibel tersebut diantara seperti penguatan pada Daya, Tegangan, Arus dan juga Intensitas suara. Jadi pada dasarnya Desibel adalah satuan yang menggambarkan suatu perbandingan atau Rasio. Secara definisi, Desibel yang sering disingkat dengan “dB” ini dapat diartikan sebagai “Perbandingan antara dua besaran dalam skala Logaritma”. (Artikel ini diambil dari blog Teknik Elektroika.)

Rumus-rumus Desibel

- **Rumus Penguatan Daya**
Penguatan Daya (dB) = 10 log (Pout / Pin)
- **Rumus Penguatan Tegangan**

$$\text{Penguatan Tegangan (dB)} = 20 \log (V_{out} / V_{in})$$

- **Rumus Penguatan Arus**
Penguatan Arus (dB) = 20 log (Iout / Ivin)

P. Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. [Wikipedia]

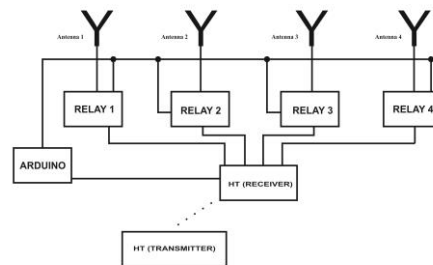
III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Pendahuluan

Pada dasarnya perancangan antenna dan pembuatan sistem *radio direction finder* ini digunakan untuk membandingkan kekuatan sinyal pemancar dari arah yang berbeda menggunakan metode berbasis amplitudo dengan menganalisis tegangan keluaran amplitudo dari setiap elemen masing-masing antenna, sehingga kita dapat menentukan arah sudut kedatangan suatu pemancar. Perancangan ini dilakukan dengan menggunakan antenna yang dan mikrokontroler Arduino Uno untuk pemrosesan sinyal, pengukuran sinyal, proses switching antenna dan *display* tampilan. Sehingga pada bab ini akan dijelaskan dan dijabarkan tentang perancangan dan pembuatan sistem keseluruhan yang terdiri dari blok diagram, perancangan sistem, rangkaian alat, bagaimana cara kerja sistem, dan yang terakhir penjelasan analisa yang akan dilakukan dalam penelitian ini.

B. Blok Diagram

Diagram blok sistem merupakan salah satu bagian terpenting dalam perancangan antenna dan pembuatan sistem *radio direction finder*, karena dari diagram blok dapat diketahui cara kerja atau prinsip kerja keseluruhan rangkaian. Adapun blok diagram system seperti yang kita lihat pada gambar 3.1.



Gambar 3. Blok Perancangan

Keterangan dari blok diagram :

a. Antena Yagi

Antena yagi disini terdiri dari empat buah susunan antena yang dirancang untuk memancarkan dan menerima energy elektromagnetik. Sebuah antena bertindak sebagai susunan peralihan antara perlengkapan penuntun atau pedoman. Antena ini bersifat direksional, yaitu menambah gain hanya pada salah satu arahnya. Sisi antena yang berada di belakang reflektor memiliki gain yang lebih kecil daripada di depan director. Ke empat antena ini nantinya akan dicari nilainya secara bergantian dan otomatis menggunakan mikrokontroler Arduino UNO sebagai proses *switching antena*. Susunan antena ini terdiri dari tiga bagian, yaitu :

1. **Driven** adalah titik catu dari kabel antena, panjang fisik *driven* adalah setengah panjang gelombang ($0,5 \lambda$).
2. **Reflektor** adalah bagian belakang antena yang berfungsi sebagai pemantul sinyal, dengan panjang fisik lebih panjang daripada *driven*.
3. **Director** adalah bagian pengarah antena, ukurannya sedikit lebih pendek daripada *driven*.

b. Relay

Relay adalah saklar mekanik yang dikendalikan atau dikontrol secara elektromagnetik. Saklar pada relay akan terjadi perubahan posisi OFF ke ON pada saat diberikan energy elektromagnetik pada relay tersebut. Relay pada dasarnya terdiri dari 2 bagian utama yaitu saklar mekanik dan system pembangkit elektromagnetik (inductor inti besi). Saklar atau inductor pembangkit magnet untuk menarik saklar atau kontak relay. Dari blok diagram diatas fungsi relay saat diaplikasikan ke dalam sebuah rangkaian elektronika, yaitu :

1. Mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan menggunakan bantuan signal tegangan rendah.
2. Menjalankan *logic function* atau fungsi logika.
3. Memberikan *time delay function* atau fungsi penundaan waktu.

c. Radio Pemancar dan Penerima Handy Talkie (HT)

Radio HT adalah alat komunikasi genggam atau yang biasa disebut radio dua arah. Dalam penelitian ini menggunakan 2 buah HT yang satu berfungsi sebagai *transceiver* dan satunya berfungsi sebagai *receiver* yang di kontrol oleh arduino sehingga dapat memancarkan dan menerima gelombang suara sehingga bisa menghasilkan grafik nilai gain yang didapatkan dari setiap elemen masing-masing antena.

d. Arduino UNO

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (*datasheet*). Memiliki 14 pin

input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Arduino disini berfungsi sebagai mikrokontroler keseluruhan mulai dari proses switching antenna, pemrosesan sinyal, pengukuran sinyal, penyimpanan data dan dapat menampilkan nilai gain yang dapat menentukan arah pancaran.

e. LCD (Liquid Crystal Display)

Pada saat semua proses sudah terpenuhi kita dapat melihat hasil tampilan dari tiap elemen masing-masing antenna pada LCD yang hasil keluarannya sudah terproses pada arduino .

C. Audio Digital Converter (ADC)

Keluaran suara HT penerima ke Arduino dapat diperoleh dengan menggunakan rumus :

ADC \rightarrow 10 bit

Resolusi = 10 bit $V_{ref} = 5v$
 $= 1023$

Stepsize = $\frac{1}{Resolusi} \times V_{ref}$

Stepsize = $\frac{1}{1023} \times 5$
 $= 4.88 \text{ mV}$

Tegangan \rightarrow ADC \rightarrow Tegangan

(Vin) (1) \rightarrow (2) (Vout)

$$(1) \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times Resolusi = nADC$$

$$(2) nADC \times Stepsize = V_{out}$$

Vout \rightarrow dB

Penetapan Gain (dB) untuk sinyal yang diterima serta proses pengkalibrasian menggunakan Metode Regresi untuk menghitung dB dari Nilai ADC.

D. PERANCANGAN ALAT DAN PERHITUNGAN ANTENNA

Pada bagian ini akan dijelaskan tentang perancangan desain antena yagi dan perhitungan pembuatan antena

a. Lamda antena (λ)

dimana: C : kecepatan cahaya (3×10^8)

f : frekuensi

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

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{155 \cdot 10^6}$$

$$\lambda = 1,94$$

b. Perhitungan Antena Yagi

Penerapan perhitungan pada antena yagi dengan menggunakan rumus pada pembahasan bab 2 pada antena yagi

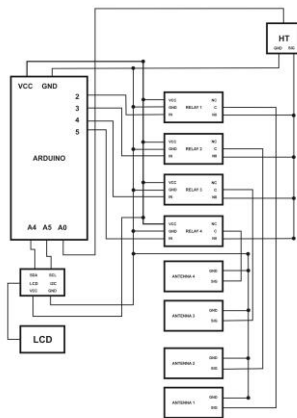
Panjang elemen :

1. Reflector $= \frac{\lambda}{2}$
= 48 cm
2. Dipole $= 0,95 \frac{\lambda}{2}$
= 45 cm
3. Direktor $= 0,9 \frac{\lambda}{2}$
= 43 cm

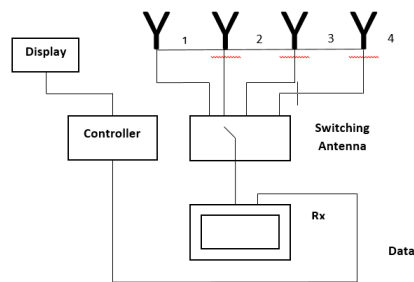
Jarak antar elemen :

1. Reflektor – dipole = $0,18 \lambda$
= 17,5 cm
2. Dipole – director = $0,09 \lambda$
= 7,5 cm

E. Rangkaian Alat



Gambar 4. Rangkaian Alat



Gambar 5. Ringkasan Rangkaian Alat

Prinsip Kerja Alat

1. Antena akan menerima gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh sebuah pemancar.
2. Susunan antena yang digerakkan oleh sebuah switcher antena akan memutar elemen-elemen secara elektronik.
3. Sinyal yang diterima oleh masing-masing posisi antena selanjutnya akan diteruskan ke sebuah receiver.

4. Sinyal yang diterima tersebut akan diukur amplitudonya (kuat sinyalnya) dan akan dibandingkan dengan sinyal-sinyal sebelumnya untuk mencari sinyal terkuat.
5. Proses sinyal disinkronkan dari antena bersama dengan penerima amplitudo untuk menentukan arah sinyal.
6. Tampilan posisi arah sinyal diketahui.

F. Perancangan Perangkat Keras

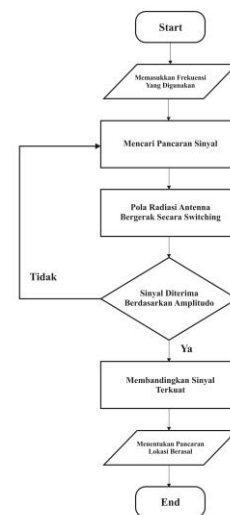
Pada perancangan dan pembuatan ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain kebutuhan system pada perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Langkah – langkah yang harus dilakukan untuk dapat merancang antena dan membuat *radio direction finder* agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

G. Perancangan Software

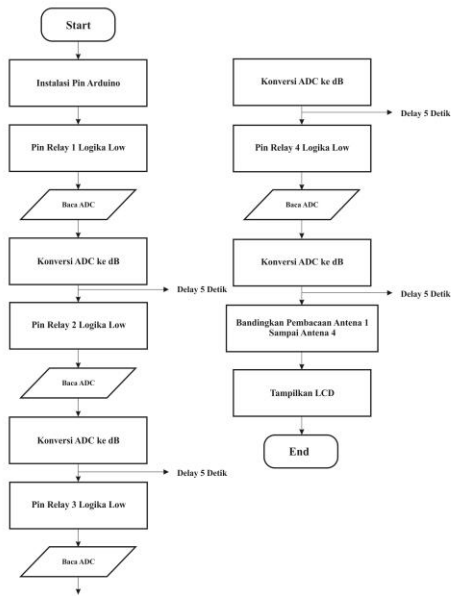
Perancangan Software pada perancangan antena dan pembuatan *radio direction finder* ini meliputi diagram alir (flowchart) dalam menyelesaikan penelitian ini.

H. Diagram Alir (Flowchart)

Flowchart menggambarkan tentang cara kerja system dari *radio direction finder* mulai dari awal hingga akhir berjalannya suatu program. Dimulai dari memasukkan frekuensi yang digunakan, pemrosesan sinyal, pengukuran sinyal, proses switching antena hingga menentukan pancaran lokasi berasal.



Gambar 6. Diagram Alir Sistem



Gambar 7. Flowchart Kerja Arduino

IV. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pendahuluan

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil dari pengujian dan pembahasan dari sistem yang sudah dirancang. Tujuan dari bab ini adalah untuk mengetahui kinerja dari alat maupun secara keseluruhan sistem. Hasil pengujian akan digunakan sebagai dasar untuk menentukan kesimpulan dan kekurangan dari sistem agar sesuai dengan rancangan sistem.

B. Hasil Perancangan Antena Yagi

Hasil perancangan 4 Antena Yagi berdasarkan perhitungan yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya seperti pada gambar 8 dan gambar 9.



Gambar 8. Hasil Antenna Yagi Yang Belum Terpasang



Gambar 9. Hasil Antenna Yagi Yang Sudah Terpasang

C. Pengujian Antena Yagi Pada VSWR (Voltage Standing Wave Ratio, VNA (Vector Network Analyzer), dan Spectrum Analyzer

Pada pengujian 4 antena Yagi menggunakan VSWR untuk mengetahui apakah antena bisa memancarkan sinyal yang sesuai dan mengetahui *match* tidak nya dari antena yang telah dibuat.



Gambar 10. Pengujian Antena Pada VSWR

Pengujian pada gambar 10 guna untuk mendapatkan nilai *matching* tidaknya pada antena yagi yang telah dirancang berupa nilai VSWR dan power yang dihasilkan. Dengan metode pengujian yang sama hasil dari keempat antena terdapat pada tabel 2 :

Tabel hasil uji coba

Antena	Frekuensi (MHz)	Nilai VSWR	Nilai Power Yang Dipancarkan
1	155	1.3	2.5
2	155	1.4	2.1
3	155	1.35	2.5
4	155	1.37	2.4

Tabel 2. Hasil Pengujian Antena Pada VSWR

Pada pengujian 4 antena yagi menggunakan VNA untuk menganalisa data yang di pancarkan antena yagi apakah telah sesuai dan efektif di gunakan pada sistem *radio direction finder* untuk frekuensi 2 meter band.



Gambar 11. Pengujian Antena Pada VNA (Vector Network Analyzer)

Pengujian pada gambar 11 guna untuk mengetahui data yang di pancarkan antena yagi apakah telah sesuai dan efektif di gunakan pada sistem *radio direction finder* untuk frekuensi 2 meter band berupa frekuensi kerja pada sebuah antena, *return loss*, *vswr*, dan *beamwidth*. Dengan metode pengujian yang sama hasil dari keempat antena terdapat pada tabel 3:

Tabel hasil uji coba

Antena	Frekuensi (MHz)	Nilai VSWR	S11/Return Loss (dB)
1	145.8	1.06	-29.84
2	146.3	1.03	-35.06
3	146.04	1.05	-30.91
4	146.04	1.06	-29.98

Tabel 3. Hasil Pengujian 4 Antena Yagi Pada VNA

Pengujian 4 antena yagi menggunakan *spectrum analyzer* untuk dapat mengetahui pola radiasi dari penerimaan sinyal antena yang dirancang.



Gambar 12. Pengujian Antena Pada *Spectrum Analyzer*

Pengujian pada gambar 12 guna untuk mengetahui pola radiasi dari penerimaan sinyal antena yang dirancang. Untuk sinyal yang datang akan diukur oleh *spectrum analyzer* dari masing-masing antena serta sudut yang diukur.

D. Pengujian Antenna Yagi Sebagai Sistem radio direction finder(RDF)

Pada pengujian ini bertujuan untuk meneliti sensitivitas 4 antena yagi yang digunakan pada sistem *radio direction finder* sehingga bisa memperoleh arah dari sumber sinyal (pemancar).

Peralatan yang digunakan :

- 4 antenna yagi
- Modul *radio direction finder*
- *Handy Talkie* (HT)

Langkah – langkah pengujian menggunakan radio direction finder

- Memancarkan suara ke sebuah Antenna Yagi melalui HT sehingga dapat menerima gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh sebuah pemancar (HT).
- Susunan antena yang digerakkan oleh sebuah switcher antena yang dikontrol pada Arduino akan memutar elemen-elemen secara elektronik dan otomatis.
- Sinyal yang diterima oleh masing-masing posisi antena selanjutnya akan diterima pada sebuah *receiver*.
- Sinyal yang diterima tersebut akan terukur amplitudonya (kuat sinyalnya) dan akan membandingkan dengan sinyal-sinyal sebelumnya untuk mencari sinyal terkuat.



Gambar 13. Sistem Untuk Rangkaian RDF

Hasil pengujian :

Pada pengujian ini diambil dari arah sudut pemancar pada posisi diantara antena ke 1 dan antena ke 2 dengan jarak $\pm 150m$ dari *radio direction finder*, nilai hasil dari percobaan pengujian ini dapat kita lihat pada gambar 4.27.



Gambar 14. Tampilan Hasil Gain Antena 1

Pada posisi ini hasil gain dari antena 1 yang diterima oleh arduino senilai 97.27dB. Hasil gain pada antena ke 2 mendekati dari hasil nilai gain pada antena ke 1. jika berada pada posisi tengah-tengah dari masing-masing antena maka nilai yang tertinggi atau terkuat dari nilai perbandingan keduanya bisa menjadi acuan sudut arah pancaran berasal. Nilai hasil gain pada sudut pemancar antena ke 2 dapat kita lihat pada gambar 15.



Gambar 15. Tampilan Hasil Gain Antena 2

Pada posisi ini hasil gain dari antena 2 yang diterima oleh arduino senilai 97.81 dB. Pada antena ke 3 dan antena ke 4 Nilai hasil gain pada sudut pemancar akan semakin rendah dapat kita lihat pada gambar 16 dan gambar 17.



Gambar 16. Tampilan Hasil Gain Antena 3



Gambar 17. Tampilan Hasil Gain Antenna 4

Pada posisi antena yang ke 3 hasil gain dari antena yang diterima oleh arduino senilai 91.63 dB lebih rendah dari level sinyal pada antena ke 1 dan antena ke 2. Pada posisi antena ke 4 hasil gain dari antena yang diterima oleh arduino senilai 80.54 dB. Keduanya mendapatkan level sinyal yang lebih rendah karena posisi sudut pancaran kita lebih mengarah pada antena ke 2.

Dari pengujian antena penerima dengan posisi sudut yang berada diantara antena ke 1 dan antena ke 2 dengan jarak $\pm 150\text{m}$ menggunakan sistem *radio direction finder* diperoleh pada tabel 4 :

Frekuensi (MHz)	Jarak Sumber Pemancar ke Radio Direction Finder (m)	Gain (dB)	Sinyal Yang Menerima
155	± 150	97.27	Antena 1
155	± 150	97.81	Antena 2
155	± 150	91.63	Antena 3
155	± 150	80.54	Antena 4

Tabel 4. Hasil pengujian sinyal antena bila pemancar berada pada posisi diantara antena ke 1 dan antena ke 2

Dari tabel 4 tampak bahwa sinyal tinggi berada pada posisi mendekati antena 1 dan antena 2 sehingga yang berarti arah sudut pemancar datang berada diantara antena ke 2 dan antena ke 1 dan lebih mendekati antena ke 2.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penerapan, pengujian, dan analisa pada perancangan antena yagi dan pembuatan *radio direction finder*. Berikut adalah beberapa kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini :

1. Untuk menunjukkan arah sinyal sudut datang dari sebuah pemancar dapat diperoleh melalui *radio direction finder*.
2. *Radio direction finder* menggunakan 4 komponen antena yagi yang disusun masing-masing pada posisi 90° untuk melihat sinyal datang yang terkuat pada masing-masing antena yang dikendalikan oleh sistem switching berbasis arduino uno.
3. Keempat antena yagi yang bekerja pada frekuensi 2 meter band. Masing – masing memiliki VSWR mendekati 1, serta frekuensi kerja optimal pada 146 Mhz, serta pola radiasi hampir sama dengan daya max (*main lobe*) pada arah depan.
4. Sinyal terkuat yang diperoleh pada 2 antena terdekat (bersebelahan) akan menunjukkan arah datang sinyal dari sebuah pemancar dengan nilai yang paling tinggi diantara ke 2 antena nya, maka dapat disimpulkan arah sudut pancaran datang berada pada posisi yang lebih mengarah pada nilai tinggi/terkuat.
5. Secara keseluruhan alat bisa berfungsi dengan baik

B. Saran

Dari penelitian ini masih terdapat beberapa kekurangan yang dapat ditambahkan dalam proses penyempurnaan alat yang ada dan Agar alat yang sudah dirancang dan dibuat ini lebih bisa berdaya guna dan bisa lebih mendapatkan arah sudut suatu pancaran yang lebih presisi maka :

1. Alat ini dapat dikembangkan dengan menambahkan jumlah antena yagi yang lebih banyak lagi.
2. Menghubungkan sistem ke GPS (*Global Positioning System*) untuk mendapatkan arah yang lebih akurat dan presisi.
3. Menambahkan perhitungan matematis serta tampilan untuk monitoring sudut arah pancaran datang pada LCD (*Liquid Crystal Display*).

VI. REFERENSI

Abi, Royen, Antenna Array dan perumusan pada output sinyal (Indonesia) 2014.

<http://abi-blog.com/antena-array-pengertian-dasar-dan-rumus/>

Adibfreeze, Antenna dan penjelasan yagi antenna(Indonesia)

2012.<http://adibdevc.blogspot.com/2012/02/definisi-dan-jenis-jenis-antena-dalam.html>

Dickson, Kho, pengertian spectrum frekuensi radio dan pengalokasiannya (Indonesia) 2018.

<https://teknikelektronika.com/pengertian-spektrum-frekuensi-radio-pengalokasiannya/>

F. Terman, Radio Engineering (New York: McGraw-Hill Book Co.) Radio Direction Finding, published by the Happy Flyer, 1811 Hillman Ave, Belmont, CA 94002.

Harrington, J.B., "Direction-Finding in Tactical Communications is Constrained by Topography, not Technology", MSN, pp. 64-78, August, 1983.

Nugroho, Setiawan, Sistem komunikasi radio 2 meteran (Indonesia) 2014.

<https://spectrumph.wordpress.com/author/nugpro/page/4/>

<https://www.caratekno.com/pengertian-arduino-uno-mikrokontroler/> diakses tanggal 6 Juli 2015.

<https://purnomosejati.wordpress.com/2011/08/25/mengenal-komunikasi-i2cinter-integrated-circuit/> diakses tanggal 25 Agustus 2011

<https://teknikelektronika.com/pengertian-desibel-dan-cara-menghitungnya/> diakses tanggal 1 Maret 2019.



Haidhir Abdurrahbi, lahir di Pasuruan pada 18 Oktober 1996, anak ke tiga dari Miftachul Ulum dan Dzurriyatul lum'ah Beralamat di Jl. Urip Sumoharjo Gg. Sidodadi Rt:01/Rw:05 No.27 Kec. Pandaan, Kab. Pasuruan, Jawa Timur. Penulis menempuh pendidikan SDS Ma'rif Pandaan. SMPN 1 Pandaan, SMKN 1 Purwosari jurusan Multimedia, kemudian melanjutkan pendidikan di Institut Teknologi Nasional Malang. Penulis aktif sebagai Asisten Laboratorium Jaringan Telekomunikasi di ITN Malang.

Email:haidhirabdurrahbi@gmail.com

VII. BIODATA PENULIS