



**ANALISIS KINERJA SISTEM TELEMETRI 915 MHz SUHU DAN  
KELEMBABAN PADA TANAMAN KEDELAI DI DESA GUNUNG  
ANYAR**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**Muhammad Fajri Fadilah**

**NIM: 111910201012**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2018**



**ANALISIS KINERJA SISTEM TELEMETRI 915 MHz SUHU DAN  
KELEMBABAN PADA TANAMAN KEDELAI DI DESA GUNUNG  
ANYAR**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi S1 Teknik Elektro  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh :

**Muhammad Fajri Fadilah**

**NIM: 111910201012**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2018**

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, hidayah dan ridho-Nya, penulis mampu menyelesaikan naskah skripsi. Sholawat serta salam semoga tetap terlimpahkan kepada baginda Nabi Besar Muhammad SAW. Semoga bekal ilmu yang penulis dapatkan bisa bermanfaat bagi penulis maupun bagi yang membaca kelak.

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, Ibu Juhriyah dan Ayah Idul Fitri yang telah mendoakan serta berjuang keras untuk segalanya.
2. Kedua adekku yang terkasih Dwi Indri Noviana , Rendi Pranata dan semua saudara yang telah memberi do'a serta semangat.
3. Semua Guru mulai TK, SDN 1 Kalitapen, SMPN 1 Tapen, SMKN 1 Bondowoso, Serta semua Dosen Teknik Elektro Universitas Jember yang telah ikhlas memberikan dedikasi dan ilmunya agar berguna bagi nusa dan bangsa
4. Almamater Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.
5. Teman - teman Kopi Asap , Majelis Al – Alfatih serta kawan – kawan seperjuangan Teknik Elektro Unej 2011.

Semoga Allah SWT memberikan yang terbaik kepada semuanya. Tentunya masih banyak kekurangan pada penulisan skripsi ini. Penulis mengharap skripsi ini dapat berguna dan juga bermanfaat ke depannya.

Jember, 13 November 2017.

Penulis,



Muhammad Fajri Fadilah

**MOTTO**

“Allah akan meninggikan derajat orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang yang memiliki ilmu pengetahuan”.  
(QS. Al-Mujadillah : 11)

“Barang siapa keluar untuk mencari ilmu  
Maka dia berada di jalan Allah”.  
(HR. Turmidzi)

“Barang siapa menginginkan kebahagiaan di dunia dan di akhirat  
maka haruslah memiliki banyak ilmu”.  
(HR. Ibnu Asakir)

“Sebuah tantangan akan selalu menjadi beban, jika itu hanya difikirkan.  
Sebuah cita-cita adalah beban, jika itu hanya angan-angan”.  
(Anonim)

“Hidup ini seperti sepeda, agar tetap seimbang,  
kau harus terus bergerak”  
(Albert Einstein)

“Barang siapa bertaqwa pada Allah, maka Allah memberikan jalan keluar  
kepadanya dan memberi rezeki dari arah  
yang tidak disangka-sangka”.  
(QS. Ath-Thalaq: 2)

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Fajri Fadilah

NIM : 111910201012

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa proyek akhir yang berjudul: *“Analisis Kinerja Sistem Telemetri 915 MHz Suhu dan Kelembaban Pada Tanaman Kedelai Di Desa Gunung Anyar”* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 13 November 2017

Yang menyatakan,



Muhammad Fajri Fadilah

NIM 111910201012

**TUGAS AKHIR**

ANALISIS KINERJA SISTEM TELEMTRI 915 MHz  
SUHU DAN KELEMBABAN PADA TANAMAN  
KEDELAI DI DESA GUNUNG ANYAR

Oleh

Muhammad Fajri Fadilah

NIM 111910201012

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Widya Cahyadi, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Ike Fibriani, S.T., M.T.

## LEMBAR PENGESAHAN

Laporan proyek akhir berjudul "*Analisis Kinerja Sistem Telemetri 915 MHz Suhu dan Kelembaban Pada Tanaman Kedelai Di Desa Gunung Anyar*" oleh Muhammad Fajri Fadilah NIM: 111910201012 telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Elektro Universitas Jember pada;

Hari : Rabu

Tanggal : 13 November 2017

Tempat : R. Sidang 2 Lantai III Dekanat Fakultas Teknik

Pembimbing Utama,



Widya Cahyadi, S.T., M.T.  
NIP. 19851110 201404 1 001

Pembimbing Anggota,



Ike Fibriani, S.T., M.T.  
NIP. 19800207 201504 2 001

Penguji I,



Sumardi, S.T., M.T.  
NIP. 19670113 199802 1 001

Penguji II,



Dodi Setiabudi, S.T., M.T.  
NIP. 19840531 200812 1 004

Mengesahkan  
Dekan,



Dr. I. Entin Hidayah, M.U.M  
NIP. 19661215 199503 2 001

Analisis Kinerja Sistem Telemetri 915 MHz Suhu Dan Kelembaban Pada Tanaman Kedelai Di Desa Gunung Anyar” (*The Performance Analysis Of Telemetry System 915 MHz Temperature And Humidity On Soybean Plants In Gunung Anyar*)

**Muhammad Fajri Fadilah**

**Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember**

### **ABSTRAK**

Penelitian ini berfokus untuk mengembangkan penelitian agar sebuah teknologi penanaman kedelai menjadi lebih baik, yaitu dengan cara membuat sebuah sistem monitoring yang terdiri pendeteksian kelembaban dan suhu pada sebuah media taman yang pada penelitian ini menggunakan *Greenhouse*. Sistem tersebut adalah sistem telemetri yang menggunakan *wireless* supaya pengukurannya dapat dilakukan secara jarak jauh dan hasil data dapat dimonitoring secara *real time*. Untuk dapat melakukan penelitian secara *real time* dan dapat memberikan informasi yang spesifik mengenai kelayakan dari media tanam sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan, peneliti juga berfokus pada pentransmisi data dari antena agar selain *monitoring* dapat dilakukan secara *real time*, jangkauan jarak pancar dari sistem ini juga dapat lebih optimal atau lebih jauh. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan antena *microstrip* untuk dipasangkan ke dalam sistem transmisi data. Hasil yang akan diamati dalam penelitian ini adalah kondisi lapangan lapangan secara *real time* yang berisikan data suhu, kelembaban dan kriteria media tanam serta jarak jangkauan pancar dari sistem *monitoring* ini memiliki daya pancar yang lebih baik dibandingkan penggunaan antena *telemetry* kit dimana untuk area *loss space* mencapai jarak jangkauan 100 meter dan untuk kondisi *obstacle* atau dengan halangan mencapai jangkauan 50 meter.

**Kata kunci : Monitoring, Kedelai, Telemtri, Microstrip, Transmisi**



Analisis Kinerja Sistem Telemetry 915 MHz Suhu dan Kelembaban Pada Tanaman Kedelai Di Desa Gunung Anyar” (*The Performance Analysis Of Telemetry System 915 MHz Temperature And Humidity On Soybean Plants In Gunung Anyar*)

**Muhammad Fajri Fadilah**

**Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember**

### **ABSTRACT**

*This research focus to develop the research in order to make a tecnology of soybean’s planting be batter by the manner of making a system monitoring that is consist of detection of humidity and temperature in a plant media using Greenhouse. In this research. The system is telemetry system that use wireless so that, the measuring can do by far distance and the result of the data is able to monitoring in real time. The research can do by real time and give the Spesific Information about properness of the plant media appropriate with the certain criteria. The researcher also focus to the data transmission. From antenna so that the besodes of monitoring can do in real time., the range distance from this system also be more optimum or more far. In this research the researcher use microstripe antenna to paired into the system data transmission. The result will monitoring in this research in the field’s condotion in real time that is consist of data’s temperature, humidity and criteria of media’s plant also the range distance from this system monitoring have dispersed every better than the using of telemetry antenna square where is for the loss space area reached range distance up to 100 m and for the obstacle condotion reached range 50 m.*

**Keywords : Monitoring, Soybean, Telemetry, Microstripe, Transmission**

## RINGKASAN

**“Analisis Kinerja Sistem Telemetri 915 MHz Suhu dan Kelembaban Pada Tanaman Kedelai Di Desa Gunung Anyar”**; Muhammad Fajri Fadilah 111910201012; 2017: 85 halaman; Program Studi Strata 1 (S1) Teknik , Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember.

Kedelai merupakan salah satu komoditas pertanian yang unggul di Indonesia. Bahkan di hampir setiap komponen kebutuhan masyarakat, kedelai menjadi bahan penting dalam setiap bahan masakan yang bisa dalam berupa kecap, tempe, tahu dan lain sebagainya. Besarnya akan kebutuhan itu juga harus diimbangi dengan peningkatan produktivitas dari tanaman kedelai yaitu bisa dengan cara mengembangkan bio-teknologi atau pada teknologi pertaniannya.

Pada penelitian ini, peneliti mencoba untuk mengembangkan penelitian agar sebuah teknologi penanaman kedelai menjadi lebih baik, yaitu dengan cara membuat sebuah sistem monitoring yang terdiri pendeteksian kelembaban dan suhu pada sebuah media taman yang pada penelitian ini menggunakan *Greenhouse*. Sistem tersebut adalah sistem telemetri yang menggunakan *wireless* supaya pengukurannya dapat dilakukan secara jarak jauh dan hasil data dapat dimonitoring secara *real time*. Untuk dapat melakukan penelitian secara *real time* dan dapat memberikan informasi yang spesifik mengenai kelayakan dari media tanam sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan, peneliti juga berfokus pada pentransmisi data dari antena agar selain *monitoring* dapat dilakukan secara *real time*, jangkauan jarak pancar dari sistem ini juga dapat lebih optimal atau lebih jauh. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan antena *microstrip* untuk dipasangkan ke dalam sistem transmisi data.

Hasil yang akan diamati dalam penelitian ini adalah kondisi lapangan lapangan secara *real time* yang berisikan data suhu, kelembaban dan kriteria media tanam serta jarak jangkauan pancar dari sistem *monitoring* ini.

## PRAKATA

*Bismillahirrohmanirrohim*

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan proyek akhir yang “*Analisis Kinerja Sistem Telemetry 915 MHz Suhu dan Kelembaban Pada Tanaman Kedelai Di Desa Gunung Anyar*” dapat terselesaikan dengan baik. Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Terselesainya laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu disampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, Tuhan pencipta alam semesta yang telah melimpahkan rahmat dan rizki-Nya serta memberi pertolongan sehingga tugas akhir ini dapat saya selesaikan dengan lancar dan mudah atas izin – Nya.
2. Shalawat serta salam kepada baginda Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan terbaik bagi umatnya serta yang telah menjadi penghubung antara manusia dengan Rabb pencipta alam semesta untuk mendapatkan tuntunan yang diharapkan oleh Dia.
3. Ayah (Idul Fitri) dan Ibu (Juhriyah) serta Adekku Dwi Indri Noviana dan Rendi Pranata yang saya cintai, terima kasih atas doa dan dukungannya sehingga anakmu ini mampu meraih gelar yang selama ini ia cita – citakan.
4. Terimakasih kepada program Bidikmisi, alhamdulillah dengan program ini saya dapat mewujudkan keinginan saya untuk terus belajar dan terus berbakti kepada negeri dengan ilmu dan karya yang telah saya dapatkan saat di masa perkuliahan ini.
5. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah M.U.M selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
6. Bapak Widya Cahyadi., S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing utama dan Ibu Ike Fibriani, ST., MT. selaku dosen pembimbing anggota yang telah

- masukan kepada saya sehingga saya dapat menciptakan sebuah karya berupa tugas akhir menjadi lebih baik dan lebih baik lagi.
8. Seluruh guru – guru saya dan dosen – dosen saya yang telah memberikan ilmunya kepada saya, beribu – ribu ucapan terimakasih atas ilmu yang selama ini telah diberikan kepada saya, sehingga tangga – tangga kesuksesan kini telah tersusun dan menjulang semakin tinggi menuju puncak cita – cita saya. Saya hanya bisa mengucapkan terimakasih dan berdoa agar Allah memberikan pahala jariyah yang tak pernah terputus atas ilmu yang sangat amat bermanfaat ini.
  9. Keluarga besar Teknik Elektro khususnya angkatan 2011, terimakasih atas dukungan dan motivasi yang kalian berikan.

Penulis menyadari bahwa sebagai manusia biasa tidak terlepas dari keterbatasan, yang biasanya akan mewarnai kadar ilmiah dari tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis selalu terbuka terhadap masukan dan saran dari semua pihak yang sifatnya membangun untuk mendekati kesempurnaan. Tidak lupa penulis menyampaikan permohonan maaf yang sebesar-besarnya jika terdapat kesalahan dan kekeliruan. Akhir kata penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan dapat menjadi bahan acuan yang bermanfaat di kemudian hari.

Jember, 13 November 2017



Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN .....	vi
HALAMAN PENGESAHAN .....	vii
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
RINGKASAN .....	x
PRAKATA .....	xi
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
<b>BAB 1. Pendahuluan .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	1
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB 2. Tinjauan Pustaka .....</b>	<b>4</b>
2.1 <i>Greenhouse</i> .....	4
2.2 <i>Wireless</i> .....	4
2.3 Modul Radio Telemetry Kit 915MHz .....	6
2.4 Antena .....	7
2.4.1 Antena Mikrostrip .....	8
2.4.2 Struktur Antena Mikrostrip .....	10
2.4.3 Kelebihan dan Kekurangan Antena Mikrostrip .....	11

<b>2.4.4 Parameter Umum Antena Mikrostrip</b> .....	<b>11</b>
2.4.4.1 <i>Return Loss</i> .....	12
2.4.4.2 <i>VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)</i> .....	12
2.4.4.3 <i>Gain</i> .....	13
2.4.4.3 <i>Bandwidth</i> .....	13
2.4.4.5 <i>Pola Radiasi</i> .....	14
2.4.4.5 <i>Polarisasi</i> .....	14
<b>2.5. Teknik Pencatuan</b> .....	<b>15</b>
2.5.1 <i>Coaxial Feeding</i> .....	15
2.5.2 <i>Microstrip Line Feed</i> .....	16
2.5.3 <i>Proximity Coupled Feeding</i> .....	17
2.5.4 <i>Apertured Coupled Feeding</i> .....	17
2.5.5. <i>Coplanar Waveguide (CPW)</i> .....	18
<b>2.6 Impedansi Matching</b> .....	<b>19</b>
<b>2.7 Antena mikrostrip garis berliku (<i>meander-line</i>)</b> .....	<b>20</b>
2.7.1 <i>Dimensi Antena Mikrostrip Meander-line</i> .....	22
2.7.2 <i>Teknik pencatuan Grounded Coplanarwaveguide (GCPW)</i> .....	23
<b>2.8 ANFOST HFSS</b> .....	<b>23</b>
<b>2.9 Tanaman Kedelai</b> .....	<b>24</b>
2.9.1 <i>Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai</i> .....	24
2.9.1 <i>Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai</i> .....	27
<b>2.10 Arduino UNO</b> .....	<b>29</b>
<b>2.11 Sensor DHT11</b> .....	<b>31</b>
<b>2.12 Teori Suhu dan Kelembaban</b> .....	<b>32</b>
2.12.1 <i>Suhu</i> .....	32
2.12.2 <i>Kelembaban Udara</i> .....	33
<b>2.13 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)</b> .....	<b>33</b>
<b>2.14 Packet Loss</b> .....	<b>35</b>
<b>BAB 3. Metodologi Penelitian</b> .....	<b>37</b>
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	<b>37</b>

3.2 Tahapan Penelitian .....	37
3.3 Alat dan Bahan .....	41
3.3.1 Radio Telemetry Kit 915 MHz .....	43
3.3.2 Mikrokontroler Arduino UNO .....	43
3.3.3 Sensor DHT11 .....	44
3.3.4 <i>Visual Basic</i> .....	45
3.4 Perancangan Alat .....	45
3.5 Diagram Blok Sistem .....	46
3.6 <i>Flowchart</i> Sistem .....	48
3.7 Perancangan Sistem .....	50
BAB 4. Hasil dan Pembahasan .....	51
4.1 Pengujian Sensor DHT11 .....	51
4.1.1 Pengujian dan Kalibrasi Sensor DHT11 .....	52
4.2 Pembuatan Alat .....	54
4.3 .....	P
Perancangan Antena .....	55
4.3.1 Dimensi antena Mikrostrip <i>Meander-line</i> .....	55
4.3.2 Perancangan Saluran Pencatu .....	57
4.3.3 Desain Antena Mikrostrip <i>Meander-line</i> .....	58
4.3.4 Pengujian Secara Simulasi .....	60
4.3.5 Pengujian Antena Hasil Fabrikasi .....	64
4.3.6 Pengujian <i>Return Loss</i> .....	68
4.3.7 Pengujian VSWR .....	69
4.3.8 Pengujian Gain .....	69
4.3.9 Pengujian <i>Bandwidth</i> .....	70
4.3.10 Pengujian Pola Radiasi .....	70
4.3.11 Fabrikasi Antena Mikrostrip <i>Meander-line</i> .....	71
4.3.12 Analisa dan Pengukuran .....	72
4.3.13 Pengukuran VSWR .....	74
4.3.14 Pengukuran <i>Gain</i> .....	75

4.3.15 Pengukuran <i>Bandwidth</i> .....	76
4.3.16 Pengukuran Pola Radiasi .....	77
4.4 Pengujian <i>Software Interface</i> .....	81
4.5 Pengujian Pengiriman Data pada Kondisi <i>Loss Space</i> .....	83
4.5.1 Pengujian Tanpa Antena .....	83
4.5.2 Pengujian Menggunakan Antena <i>Telemetry Kit</i> dan <i>Microstrip</i> pada Area <i>Loss Space</i> .....	84
4.6 Pengujian Pengiriman Data pada Kondisi <i>Obstacle</i> .....	87
4.6.1 Pengujian Tanpa Antena .....	87
4.6.2 Pengujian Menggunakan Antena <i>Telemetry Kit</i> dan <i>Microstrip</i> pada Area <i>Obstacle</i> .....	88
4.7 Pengujian dengan Menggunakan Data <i>Real Time</i> Pertanian .....	91
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	<b>93</b>
5.1 Kesimpulan .....	93
5.2 Saran .....	94
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>95</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>97</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Radio Telemetry Kit 915 Mhz .....	6
Gambar 2.2 Bentuk <i>Patch</i> Antena Mikrostrip .....	9
Gambar 2.3 Struktur Antena Mikrostrip .....	10
Gambar 2.4 <i>Coaxial Feeding</i> .....	16
Gambar 2.5 <i>Microstrip Line Feeding</i> .....	16
Gambar 2.6 <i>Proximity coupled feeding</i> .....	17
Gambar 2.7 <i>Aperture Coupled Feeding</i> .....	18
Gambar 2.8 <i>Coplanar Waveguide</i> .....	18
Gambar 2.9 Mikrostrip <i>Meander-line</i> .....	20
Gambar 2.10 Akar Perkecambahan Kedelai .....	27
Gambar 2.11 Tanaman Kedelai .....	28
Gambar 2.12 <i>Board Arduino UNO</i> .....	31
Gambar 2.13 Sensor DHT11 .....	31
Gambar 2.14 LCD 16x2 .....	34
Gambar 2.14 Koneksi LCD Dengan <i>Board Arduino</i> .....	35
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Pengujian Antena .....	39
Gambar 3.2 Modul <i>Wireless</i> Radio Telemetry Kit 915MHz .....	43
Gambar 3.3 Mikrokontroler Arduino UNO .....	43
Gambar 3.4 Sensor DHT11 .....	44
Gambar 3.5 Tampilan Aplikasi Monitoring Visual Basic .....	45
Gambar 3.6 Desain Perancangan Alat .....	45
Gambar 3.7 Diagram Blok Sistem .....	45
Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> Unit <i>Transmitter (Tx)</i> .....	48
Gambar 3.9 <i>Flowchart</i> Unit <i>Receiver (Rx)</i> .....	49
Gambar 4.1 Skema Rangkaian Sensor DHT11 dengan Arduino .....	51
Gambar 4.2 Pengujian DHT11 dengan Menggunakan Program <i>DHT11 Test</i> .....	52
Gambar 4.3 Pengujian DHT11 dengan Menggunakan HTC-1 .....	53
Gambar 4.4 Perakitan Komponen .....	54

Gambar 4.5 Proses Pemrograman pada Arduino UNO .....	55
Gambar 4.6 Tampilan Program TXLine 2003 Untuk Dimensi Saluran Pencatu .....	58
Gambar 4.7 Desain Antena Mikrostrip <i>Meander-line</i> .....	60
Gambar 4.8 <i>Solution Setup</i> .....	61
Gambar 4.9 <i>Edit Frequency Sweep</i> .....	62
Gambar 4.10 <i>Validation Check</i> .....	62
Gambar 4.11 <i>Result Rectangular Plot</i> .....	63
Gambar 4.12 <i>Report Rectangular Plot</i> .....	63
Gambar 4.13 <i>Report 3D Polar Plot</i> .....	64
Gambar 4.14 <i>Report Far Fields</i> .....	64
Gambar 4.15 Tampilan Awal NA .....	65
Gambar 4.16 Tampilan Menu VNA .....	65
Gambar 4.17 Tampilan Awal Setelah Dipilih Menu VNA.....	66
Gambar 4.18 Tampilan Awal Kalibrasi .....	66
Gambar 4.19 Konfigurasi Pengukuran Antena .....	67
Gambar 4.20 Tampilan <i>Range</i> Frekuensi.....	67
Gambar 4.21 Menu <i>Return Loss</i> .....	68
Gambar 4.22 Menu VSWR .....	88
Gambar 4.23 Hasil Pengujian <i>Return Loss</i> .....	69
Gambar 4.24 Hasil Pengujian VSWR .....	69
Gambar 4.25 Hasil Pengujian <i>Gain</i> .....	70
Gambar 4.26 Hasil Pengujian <i>Bandwidth</i> .....	70
Gambar 4.27 Hasil Pengujian Pola Radiasi.....	71
Gambar 4.28 Antena Mikrostrip <i>Mender-Line</i> Tampak Depan.....	72
Gambar 4.29 Antena Mikrostrip <i>Mender-Line</i> Tampak Belakang.....	72
Gambar 4.30 Grafik <i>Return loss</i> pada VNA.....	74
Gambar 4.31 Grafik VSWR pada VNA.....	75
Gambar 4.32 Grafik <i>Return Loss</i> Untuk Mencari <i>Bandwidth</i> .....	76
Gambar 4.33 Pengukuran Pola Radiasi pada Bidang H .....	78
Gambar 4.34 Pengukuran Pola Radiasi pada Bidang E .....	78

<b>Gambar 4.35 Pola Radiasi antena Mikrostrip <i>Meander-line</i> .....</b>	<b>80</b>
<b>Gambar 4.36 Pengujian Aplikasi <i>Interface</i> .....</b>	<b>81</b>
<b>Gambar 4.37 Pengujian Aplikasi <i>Interface</i> Saat Sistem Bekerja .....</b>	<b>82</b>
<b>Gambar 4.38 Data yang Tersimpan dalam <i>Datalogger</i> .....</b>	<b>83</b>
<b>Gambar 4.39 Pengiriman pada Area <i>Loss Space</i> Tanpa Antena .....</b>	<b>84</b>
<b>Gambar 4.40 Pengiriman pada Area <i>Loss Space</i> Tanpa Antena .....</b>	<b>85</b>
<b>Gambar 4.41 Grafik Pengiriman pada Area <i>Loss Space</i> .....</b>	<b>86</b>
<b>Gambar 4.42 Pengiriman pada Area <i>Obstacle</i> Tanpa Antena .....</b>	<b>87</b>
<b>Gambar 4.43 Pengiriman pada Area <i>Obstacle</i> .....</b>	<b>89</b>
<b>Gambar 4.44 Grafik Pengiriman pada Area <i>Obstacle</i> .....</b>	<b>90</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Performansi dari ketiga jenis CPW .....	19
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino UNO .....	29
Tabel 2.3 Fungsi <i>Pin</i> LCD .....	34
Tabel 2.3 Fungsi Pin LCD .....	23
Tabel 3.1 Spesifikasi Subtrat .....	37
Tabel 4.1 Pengujian DHT11 dengan Menggunakan HTC-1 .....	53
Tabel 4.2 Spesifikasi dimensi antena .....	58
Tabel 4.3 Iterasi Dimensi Antena Mikrostrip <i>Meander-line</i> .....	59
Tabel 4.4 Standar Parameter Antena .....	61
Tabel 4.5 Nilai <i>Return loss</i> hasil VNA .....	73
Tabel 4.6 Pengujian pada Lahan Pertanian .....	75
Tabel 4.6 Nilai VSWR Hasil VNA .....	74
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran <i>Gain</i> .....	76
Tabel 4.8 Pengukuran Polaradiasi .....	79
Tabel 4.9 Parameter Antena Mikrostrip <i>Meander-line</i> .....	80
Tabel 4.10 Pengujian Pengiriman Data Tanpa Antena pada Area <i>Loss Space</i> .....	84
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Pengiriman pada Area <i>Loss Space</i> .....	85
Tabel 4.12 Pengujian Pengiriman Data Tanpa Antena pada Area <i>Obstacle</i> .....	87
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Pengiriman pada Area <i>Obstacle</i> .....	89
Tabel 4.14 Pengujian pada Lahan Pertanian .....	91

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman merupakan salah satu makhluk hidup yang sangat dibutuhkan manusia. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan pada tanaman, seperti suhu dan kelembaban yang dibutuhkan oleh tumbuhan juga beraneka ragam. Ada tumbuhan yang biasa hidup di dataran tinggi yang bersuhu rendah dan sebaliknya ada juga yang biasa hidup di dataran rendah yang bersuhu tinggi. Dari keberagaman suhu yang dibutuhkan oleh tumbuhan, maka timbulah suatu masalah dimana ketika seseorang yang berada di dataran rendah dengan suhu yang tinggi berkeinginan menanam tumbuhan yang biasa hidup di dataran tinggi dengan suhu yang rendah, seperti pada tanaman kedelai. Persyaratan tumbuh tanaman kedelai yang optimal adalah suhu 20-30°C, sedangkan suhu dapat dikatakan sesuai untuk tanaman kedelai yaitu suhu 18-35°C (Marwoto dkk, 2012). Kelembaban udara berpengaruh langsung terhadap proses pemasakan biji kedelai karena semakin tinggi kelembaban proses pemasakan polong akan semakin cepat sehingga proses pembentukan biji menjadi kurang optimal. Di sisi lain, kelembaban udara yang tinggi selama beberapa waktu akan mendorong berkembangnya hama penyakit sehingga serangan akan semakin meningkat. Kelembaban udara yang optimal untuk pertumbuhan tanaman kedelai berkisar 75-90% (Adisarwanto, 2008). Untuk memanipulasi suhu dan kelembaban sesuai kebutuhan tanaman, maka sekarang ini sudah mulai banyak dibuat *greenhouse*. *Greenhouse* ini digunakan untuk tempat pembibitan atau budidaya buatan untuk mengembangkan bibit tanaman tertentu seperti pada tanaman kedelai. Para petani kedelai di pedesaan membangun *greenhouse* walaupun dalam bentuk yang sederhana dengan fungsi yang terbatas untuk pembibitan dan karantina tanaman. Hal ini menandakan bahwa para petani tidak kalah dengan para pelaku agribisnis besar. Mereka terbentur dari segi permodalan sehingga *greenhouse* yang di buat dengan bentuk ala kadarnya.

Adapun penelitian sebelumnya yang mencoba menangani masalah pembudidayaan tanaman kedelai dengan penggunaan *Greenhouse* yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Kendali Suhu Dan Kelembaban Pada *Prototype Greenhouse* Tanaman Kedelai dengan Pemanfaatan *Peltier* Menggunakan Metode

*Fuzzy Logic* ” yang diteliti oleh Mohammad Abdul Khamid pada tahun 2015. Namun masih terdapat kekurangan pada penelitian tersebut yang antara lain penggunaan aktuator masih menggunakan sistem yang manual yaitu dengan saklar untuk mengaktifkan motor servo, begitu pula pada sistem monitoring data masih melalui LCD sehingga pengoperasian alat yang dibangun tidak dapat dilakukan dengan jarak jauh. Dengan mengacu pada permasalahan tersebut peneliti mencoba untuk mengembangkan penelitian tersebut. Dengan memilih judul sistem telemetri menggunakan *wireless* supaya pengukurannya dapat dilakukan secara jarak jauh dan hasil data dapat dimonitoring secara *real time*. Sehingga penulis memilih judul “Analisis Kinerja Sistem Telemetri 915 MHz Suhu dan Kelembaban Pada Tanaman Kedelai di Desa Gunung Anyar ”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Pada tugas akhir ini masalah yang akan diselesaikan adalah :

1. Bagaimana merancang alat ukur suhu dan kelembaban menggunakan sistem telemetri 915 MHz ?
2. Bagaimana mengaplikasikan sistem telemetri 915 MHz pada alat ukur suhu dan kelembaban ?

## 1.3 Batasan Masalah

Pada penulisan tugas akhir ini penulis memberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Sensor yang digunakan yaitu menggunakan sensor suhu dan kelembaban DHT11.
2. Tanaman yang digunakan hanya tanaman kedelai.
3. Tidak membahas alat secara keseluruhan, namun lebih kearah telekomunikasinya.
4. Mikrokontroler yang digunakan menggunakan *Arduino Uno*.

5. Monitoring atau *output* yang ditampilkan pada laptop menggunakan *software visual basic*.
6. Parameter analisis yang digunakan yaitu pengaruh jarak, pengaruh pengiriman dalam kondisi *obstacle* atau *loss space*

## 1.4 Tujuan

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Merancang alat ukur suhu dan kelembaban menggunakan sistem telemetri.
2. Mengaplikasikan sistem telemetri 915 MHz pada alat ukur suhu dan kelembaban.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Dapat memonitoring suhu dan kelembaban tanaman kedelai dari jarak jauh tanpa menggunakan kabel atau *wireless*.
2. Memperoleh data nilai suhu dan kelembaban pada *prototype greenhouse* yang dapat di akses setiap saat sehingga dapat digunakan dalam proses analisa tanaman kedelai.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Greenhouse*

*Greenhouse* atau rumah kaca proyek akhir ini sebagai *plant*, merupakan suatu bangunan yang dapat digunakan untuk melakukan pembibitan buatan untuk mengembangkan bibit tanaman tertentu seperti pada tanaman kedelai. Bangunan pada *greenhouse* ini di buat dari bahan yang tembus cahaya seperti kaca, aklirik, plastik dan sejenisnya. Yang mana dapat berfungsi untuk menahan energi panas matahari yang dipancarkan sehingga energi panas tetap berada di dalam bangunan *greenhouse* tersebut. Dengan rumah kaca ini bisa dilakukan suatu pengkondisian ruangan yang sesuai dengan keadaan sebenarnya. *Greenhouse* ini dibangun dengan kualitas tanah yang baik untuk menentukan tumbuh kembang, kelangsungan hidup juga reproduksi tanaman. Para petani kedelai di pedesaan membangun *greenhouse* walaupun dalam bentuk yang sederhana dengan fungsi yang terbatas untuk pembibitan dan karantina tanaman. Hal ini menandakan bahwa para petani tidak kalah dengan para pelaku agribisnis besar. Mereka terbentur dari segi permodalan sehingga *greenhouse* yang di buat dengan bentuk ala kadarnya.

Dalam pembuatan *prototype* rumah kaca ini dibutuhkan spesifikasi dan ukuran sebagai berikut :

- a.) Bahan
  - Kaca untuk kerangka *greenhouse*
- b.) Ukuran
  - Panjang: 75 cm, lebar : 50 cm, tinggi : 75 cm

### 2.2 *Wireless*

Teknologi *wireless*, memungkinkan satu atau lebih peralatan untuk berkomunikasi tanpa koneksi fisik, yaitu tanpa membutuhkan jaringan atau peralatan kabel. Teknologi *wireless* menggunakan transmisi frekuensi radio sebagai



alat untuk mengirimkan data, sedangkan teknologi kabel menggunakan kabel. Teknologi *wireless* berkisar dari sistem kompleks seperti *Wireless Local Area Network* (WLAN) dan telepon selular hingga peralatan sederhana seperti *headphone wireless*, *microphone wireless* dan peralatan lain yang tidak memproses atau menyimpan informasi. *Wireless Local Area Network* (WLAN) adalah hubungan antara komputer yang satu dengan komputer peripheral lainnya dengan mempergunakan sedikit kabel. Jaringan komputer tersebut mempergunakan gelombang radio sebagai media transmisi datanya.

Informasi (data) ditransfer dari satu komputer ke komputer lain menggunakan gelombang radio. WLAN sering disebut sebagai Jaringan Nirkabel atau Jaringan *Wireless*. Disini juga termasuk peralatan infra merah seperti *remote control*, *keyboard* dan *mouse komputer wireless*, dan *headset stereo hi-fi wireless*, semuanya membutuhkan garis pandang langsung antara *transmitter* dan *receiver* untuk membuat hubungan (Janner Simamarta,2014). Sedangkan untuk standarisasi *Wireless LAN*, sebagai berikut:

a) 802.11a

Dibuat pada tahun 1999. Menggunakan frekuensi 5GHz, dan kecepatan transfer data teoritis maksimal 300 Mbps. Kini 802.11a mengalami perubahan teknologi secara revolusioner dengan kecepatan transfer data teoritis maksimal 150 Mbps juga mengalami peningkatan jangkauan sampai dengan 50 Km (bisa dilakukan dengan memanfaatkan peralatan *wireless* tertentu).

b) 802.11b

Dibuat pada tahun 1999. Menggunakan frekuensi 2.4 GHz, dan kecepatan transfer data teoritis maksimal 11 Mbps.

c) 802.11g

Dibuat pada tahun 2003. Menggunakan frekuensi 2.4 GHz, dan kecepatan transfer data teoritis maksimal 108 Mbps.

## d) 802.11n

Ditujukan untuk WLAN dengan kecepatan transfer data teoritis maksimal 450 Mbps dengan teknologi 3T3R. Di pasar dapat dijumpai dengan merek dagang MIMO atau Pre-802.11n.

### 2.3 Modul Radio *Telemetry Kit* 915 MHz

Sistem telemetri 3DR Radio dirancang sebagai *open source set* radio pengganti Xbee, menawarkan harga yang lebih rendah, jangkauan yang lebih panjang dan kinerja unggul radio Xbee. Ini *available* di 915MHz; dan dalam konfigurasi berikut : papan serial (untuk udara) dan USB (untuk tanah).

- Radio adalah sistem komunikasi nirkabel dengan antarmuka standar UART TTL, berdasarkan HM-TRP data *link modul HopeRF* ini, dan *firmware kustom* yang meningkatkan pada fitur asli modul dan kinerja.

- *Firmware* sik termasuk *bootloader* yang memungkinkan *upgrade firmware* radio melalui antarmuka serial, dan *firmware* radio dengan parameter dikonfigurasi. *Upgrade firmware* dan konfigurasi sepenuhnya didukung dalam *Planner APM Mission*. Konfigurasi juga dimungkinkan melalui perintah AT.



Gambar 2.1 Radio Telemetry Kit 915 MHz

Modul Radio *Telemetry Kit* 915 MHz ini nantinya berperan sebagai pengirim dan penerima data berbasis *wireless*. Pada Modul telemetri ini sudah terdapat dua alat, modul pertama berperan sebagai pengirim data sedangkan modul kedua sebagai penerima data.

### 2.3.1 Spesifikasi Pada Telemetry Kit

- Ukuran kecil dan ringan
- Tersedia dalam varian 915MHz
- Sensitivitas *Receiver* ke -121 dBm
- Mengirimkan tenaga hingga 20dBm (100mW)
- Kecepatan data diudara hingga 250 kbps
- Protokol MAVLink *framing* dan status pelaporan
- *Frekuensi hopping spread spectrum* (FHSS)
- Waktu *Adaptive Division Multiplexing* (TDM)
- Dukungan untuk LBT dan AFA
- Siklus Dikonfigurasi
- Dibangun pada kesalahan kode koreksi (dapat memperbaiki hingga 25% kesalahan data *bit*)
- Menunjukkan rentang beberapa kilometer dengan antena omni kecil
- Dapat digunakan dengan penguat *bi-directional* untuk lebih rentang
- Sumber *firmware* terbuka
- perintah untuk konfigurasi radio
- RT perintah untuk konfigurasi radio jarak jauh
- Kontrol aliran adaptif bila digunakan dengan APM
- Berat modul *transmitter* 4.6 g dan *receiver* 16.8 g ( termasuk kabel dan antena.

## 2.4 Antena

Antena adalah salah satu komponen yang mempunyai peranan sangat penting dalam sistem komunikasi. Fungsi antena adalah untuk merubah gelombang elektromagnetik menjadi listrik atau sebaliknya. Jenis antena bermacam-macam tergantung dari fungsi dan aplikasinya. Salah satu antena yang cocok dipakai untuk aplikasi perangkat kecil adalah antena mikrostrip yang mempunyai sifat *low profile*.

Meskipun termasuk dalam antena dengan *gain* rendah, keberadaannya sangat cocok untuk digunakan pada perangkat-perangkat yang berdimensi kecil. Aplikasi perangkat ini banyak dipakai pada komunikasi seluler hingga satelit nano (Siska, 2011).

Pada saat proses transmisi, gelombang elektromagnetik akan ditransmisikan sepanjang jalur transmisi dan menyebar ke udara. Jalur transmisi ini dapat berupa kabel koaksial, terkadang juga ditambahkan dengan pipa untuk memperluas jalur transmisi dan dikenal sebagai gelombang terbimbing (*wave guide*).

#### **2.4.1 Antena Mikrostrip**

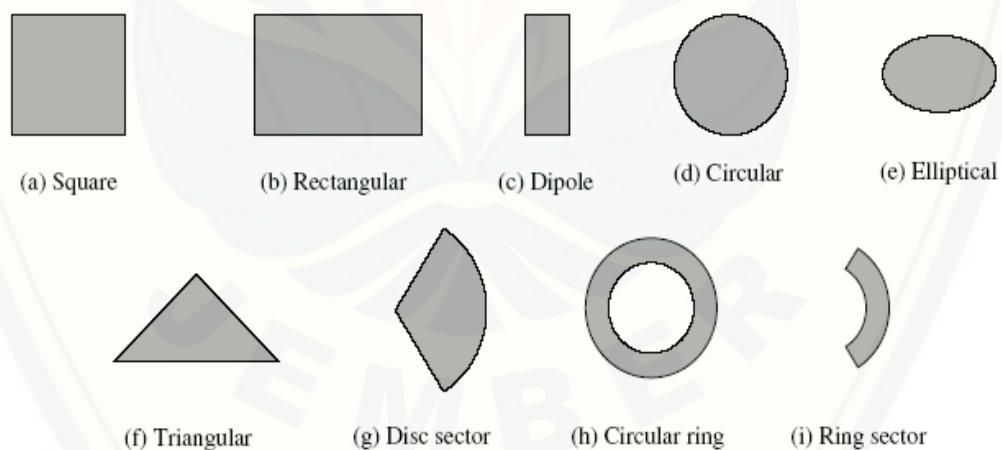
Antena mikrostrip mendapat perhatian yang cukup besar yaitu ditahun 1970an meskipun ide dasar pembuatannya yaitu tahun 1953 dan mendapatkan hak paten tahun 1955. Antena mikrostrip merupakan antena kecil berbentuk lempengan yang dapat dibuat dari plat PCB. PCB dapat dengan mudah kita temukan pada elektronika berfrekuensi rendah, yaitu berupa lajur-lajur pipih yang terletak diatas substrat (Balanis, 2005).

Salah satu antena yang paling populer saat ini adalah antena mikrostrip. Hal ini disebabkan karena antena mikrostrip sangat cocok digunakan untuk perangkat telekomunikasi yang sekarang ini sangat memperhatikan bentuk dan ukuran. Ukurannya yang kecil dan beratnya yang ringan membuat jenis antena ini sederhana untuk dibuat dan mudah untuk diintegrasikan.

Beberapa kemajuan pada area penelitian ini mulai menghasilkan perkembangan antena praktis untuk pertama kalinya. Bentuk paling sederhana dalam peralatan mikrostrip adalah berupa sisipan dua buah lapisan konduktif yang saling paralel yang dipisahkan oleh suatu substrat dielektrik. Konduktor bagian atas adalah potongan metal yang tipis (biasanya tembaga atau emas) yang merupakan fraksi kecil dari suatu panjang gelombang. Konduktor bagian bawah adalah bidang pentanahan yang secara teori bernilai tak hingga. Keduanya dipisahkan oleh sebuah substrat dielektrik yang non magnetik.

Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki masa ringan, mudah untuk difabrikasi, dapat ditempatkan pada hampir semua jenis permukaan dan ukurannya kecil dibandingkan dengan antena jenis lain, karena sifat yang dimilikinya, antena mikrostrip sangat sesuai dengan kebutuhan saat ini, sehingga dapat diintegrasikan dengan peralatan telekomunikasi lain yang berukuran kecil.

Antena mikrostrip sudah banyak diterapkan diberbagai media elektronik, seperti *handphone*, laptop (*netbook* dan *notebook*), televisi, dsb. Hal tersebut membuktikan bahwa antena mikrostrip memiliki tempat tersendiri bagi pengembangan teknologi nantinya. Antena mikrostrip dipilih karena bentuknya yang kecil dan ringan sehingga dapat diletakkan dimanapun dan membuat perangkat yang menggunakannya tampak lebih rapi dan praktis. Kegunaan lain, antena ini dapat dibawa kemanapun, sehingga kedepannya dapat diaplikasikan pada kendaraan berjalan.



Gambar 2.2 Bentuk *Patch* Antena Mikrostrip

(Sumber : Balanis, 2005)

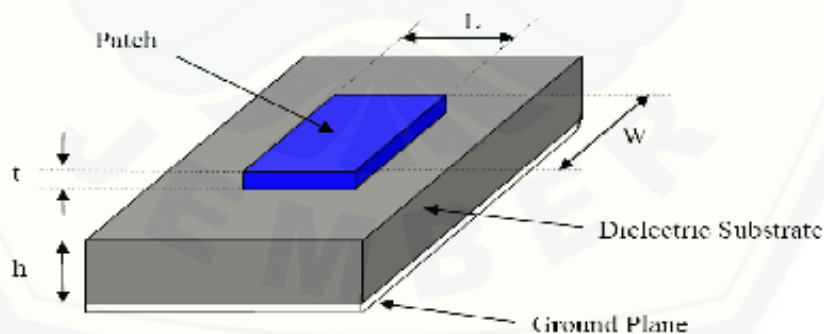
Antena mikrostrip dikenal dalam beberapa macam bentuk *patch*, seperti gambar di atas : persegi panjang (*rectangular*), persegi (*square*), lingkaran (*circular*), elips (*elliptical*), segitiga (*triangular*), dan *circular ring*.

### 2.4.2 Struktur Antena Mikrostrip

Dalam pembuatannya, antena mikrostrip terdiri atas tiga elemen, yaitu peradiasi (*patch*), elemen substrat (*substrate*) dan elemen pertanahan (*ground*).

1. *Patch*, bagian yang berfungsi untuk meradiasi gelombang elektromagnetik dan terbuat dari lapisan logam (metal) yang memiliki ketebalan tertentu. *Patch* dapat berbentuk lingkaran, persegi panjang, dan segitiga.
2. *Substrate* berfungsi sebagai bahan dielektrik dari antena mikrostrip yang membatasi elemen peradiasi dengan elemen pertanahan. Elemen ini memiliki jenis yang bervariasi yang dapat digolongkan berdasarkan nilai konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ) dan ketebalannya ( $h$ ). Kedua nilai tersebut mempengaruhi frekuensi kerja, *bandwidth*, dan juga efisiensi dari antena yang akan dibuat.
3. *Ground* yaitu lapisan paling bawah yang berfungsi sebagai *reflektor* yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan

Gambar dibawah ini memperlihatkan struktur dasar dari antena mikrostrip yang tersusun atas *patch*, *substrate* dan *groundplane*.



Gambar 2.3 Struktur Antena Mikrostrip

(sumber: Rahmat, 2014)

Pada dielektrik substrat terdapat parameter  $h$  yang merupakan ketebalan dari substrat, *loss tangent* ( $\tan \delta$ ) yang merupakan rugi rugi dielektrik dan yang

merupakan konstanta dielektrik substrat. Ketiga konstanta tersebut sangat penting pada saat perancangan antena.

### 2.4.3 Kelebihan dan Kekurangan Antena Mikrostrip

Bentuknya yang *low profile* membuat antena mikrostrip dapat diintegrasikan pada berbagai bidang permukaan, sederhana dan tidak mahal untuk diproduksi dengan menggunakan teknologi sirkuit modern, secara mekanik tangguh pada saat diintegrasikan pada permukaan yang kasar, dan sangat baik dalam frekuensi resonansi, polarisasi, bentuk dan impedansi. Jenis antena ini dapat diintegrasikan pada permukaan yang memerlukan performansi yang sangat tinggi seperti pada pesawat terbang, pesawat antariksa, satelit, misil, mobil bahkan pada telepon genggam.

Secara garis besar antena mikrostrip memiliki kelebihan, yaitu:

1. Ringan, kecil, dan tipis
2. Bentuknya yang sederhana memudahkan proses perakitan
3. Tidak memakan biaya besar pada proses pembuatan
4. Kemampuan dalam *dual frequency* dan *triple frequency*
5. Dapat diintegrasikan pada *microwave integrated circuit* (MIC)

Namun demikian, antena mikrostrip juga memiliki kekurangan seperti :

1. Bandwidth yang sempit
2. *Gain* yang rendah
3. Rugi-rugi ohm yang besar pada struktur pencatu
4. Daya (*power*) yang rendah
5. Radiasi yang berlebih pada proses pencatutan

### 2.4.4 Parameter Umum antena mikrostrip

Kinerja suatu antena dapat dilihat dari nilai parameter-parameter antena tersebut. Parameter-parameter antena yang biasanya digunakan untuk menganalisis

suatu antenna adalah *return loss*, *Voltage Wave Standing Ratio* (VSWR), *gain*, *bandwidth*, pola radiasi, dan polarisasi. Sebagian parameter ini saling berhubungan satu dengan yang lainnya.

**2.4.4.1 Return loss**

*Return loss* merupakan perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan oleh antenna terhadap amplitudo gelombang yang ditransfer atau yang dikirimkan. *Return loss* dapat dideskripsikan sebagai peningkatan pada amplitudo terhadap gelombang yang direfleksikan ( $V_0^-$ ) dibandingkan dengan gelombang yang dikirim ( $V_0^+$ ). *Return loss* terjadi dikarenakan terdapat diskontinuitas antara saluran pada transmisi dengan impedansi pada masukan beban (antenna). Pada rangkaian gelombang mikro yang memiliki diskontinuitas (*mismatched*), besarnya *return loss* bervariasi tergantung pada frekuensi, akan tetapi kaitannya dengan pengaplikasian pada antenna, *return loss* dapat ditentukan  $< -20$  dB.

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \dots \dots \dots (2.1)$$

**2.4.4.2 VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)**

VSWR merupakan perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (standing wave) maksimum  $|V|_{max}$  dengan minimum  $|V|_{min}$ . Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan  $V_0^+$  dan tegangan yang Direfleksikan  $V_0^-$ . Hal ini terjadi apabila impedansi saluran transmisi tidak sesuai dengan pengirim, sehingga timbul daya refleksi (*reflected power*) pada saluran yang berinterferensi dengan daya maju (*forward power*). Interferensi ini menghasilkan gelombang berdiri (*standing wave*) yang besarnya bergantung pada daya refleksi. Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan tegangan yang dikirimkan tersebut sebagai koefisien refleksi tegangan ( $\Gamma$ ) :

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0} \dots \dots \dots (2.2)$$



Dimana  $Z_1$  adalah impedansi beban (load) dan  $Z_0$  adalah impedansi saluran (*lossless*). Koefisien refleksi tegangan ( $\Gamma$ ) memiliki nilai kompleks, yang mempresentasikan besarnya magnitudo dan fasa dari refleksi. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari  $\Gamma$  adalah nol, maka :

$\Gamma = -1$  : refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat.

$\Gamma = 0$ : tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan matched sempurna.

$\Gamma = +1$ : refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka.

Sedangkan rumus untuk mencari nilai VSWR adalah :

$$S = \frac{|V|_{max}}{|V|_{min}} = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma} \dots \dots \dots (2.3)$$

**2.4.4.3 Gain**

*Gain* merupakan perbandingan antara kerapatan daya persatuan unit dari antenna terhadap rapat daya pada antenna referensi dalam arah dan daya masukan yang sama. Gain suatu antenna berlainan dengan gain kutub empat, gain diperhatikan daya masukan ke terminal antenna. Gain didapat dengan menggunakan persamaan:

$$G = \eta \times D \dots \dots \dots (2.4)$$

**2.4.4.4 Bandwidth**

*Bandwidth* didefinisikan sebagai rentang frekuensi kerja yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, pola radiasi, *beamwidth* axial ratio) memenuhi spesifikasi standard. *Bandwidth* (BW) antenna biasanya ditulis dalam bentuk persentase *bandwidth* karena bersifat relatif lebih konstan terhadap frekuensi dan dirumuskan sebagai:

$$BW = \frac{fh - fl}{fc} \times 100\% \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

$$f_c = \frac{f_h + f_l}{2}$$

$f_h$  = frekuensi tertinggi (MHz)

$f_l$  = frekuensi terendah (MHz)

$f_c$  = frekuensi tengah (MHz)

#### 2.4.4.5 Pola Radiasi

Pola radiasi antena diukur pada daerah medan jauh antena, karena pada daerah tersebut gelombang elektromagnetik yang terpancar tidak bergantung jarak dari antena. Nilai medan jauh dapat dihitung melalui persamaan berikut:

$$R \geq \frac{2L^2}{\lambda} \quad \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana:

$L$  = dimensi terbesar antena

$\lambda$  = panjang gelombang

#### 2.4.4.6 Polarisasi

Polarisasi dapat didefinisikan sebagai suatu keadaan dimana gelombang elektromagnet yang menggambarkan daerah dari magnitudo vektor medan elektrik yang bervariasi menurut waktu. Polarisasi dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu *linier (linier)*, *circular (melingkar)*, atau *elliptical (elips)*.

##### 1. Polarisasi *Linier*

Polarisasi linier terjadi pada suatu gelombang yang berubah menurut waktu di titik ruang memiliki vektor medan elektrik (atau magnet) pada titik tersebut selalu berorientasi pada garis lurus yang sama pada setiap waktu.

##### 2. Polarisasi *Elips*

Polarisasi elips terjadi pada gelombang yang berubah menurut waktu memiliki vektor medan (elektrik atau magnet) berada pada jalur kedudukan *elips* pada ruang.

### 3. Polarisasi Melingkar

Polarisasi melingkar pada jika suatu gelombang yang berubah menurut suatu titik memiliki vektor medan elektrik (atau magnet) pada titik tersebut berada pada jalur lingkaran sebagai fungsi waktu. Polarisasi melingkar dibagi menjadi dua, yaitu *Left Handed Circular Polarization* (LHCP) dan *Right Handed Circular Polarization* (RHCP).

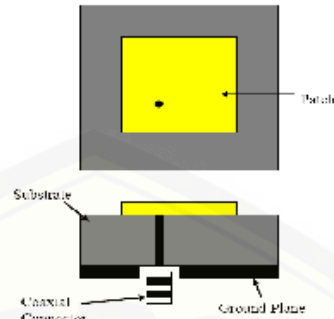
Polarisasi melingkar saat ini sangat penting dalam industri desain antenna, diantaranya dapat menghilangkan pentingnya orientasi antenna dalam bidang tegak lurus terhadap arah propagasi, lalu memberikan fleksibilitas lebih banyak sudut antara transmisi dan penerima antenna. Polarisasi melingkar saat ini digunakan dalam banyak aplikasi komersial dan militer. Namun sulit untuk mendesain antenna dengan polarisasi melingkar yang baik. Antena mikrostrip pada awalnya tidak menghasilkan polarisasi melingkar, kemudian beberapa perubahan harus dilakukan untuk antenna patch untuk dapat menghasilkan polarisasi melingkar.

## 2.5 Teknik Pencatuan

Terdapat beberapa macam teknik pencatuan, antara lain sebagai berikut.

### 2.5.1. *Coaxial Feeding*

*Coaxial Feeding* adalah teknik dasar yang banyak digunakan dalam pencatuan antenna mikrostrip. Kabel koaksial terhubung ke antenna sehingga konduktor bagian luarnya terhubung pada bagian *ground*, sementara konduktor dalam disolder ke bagian *patch*.

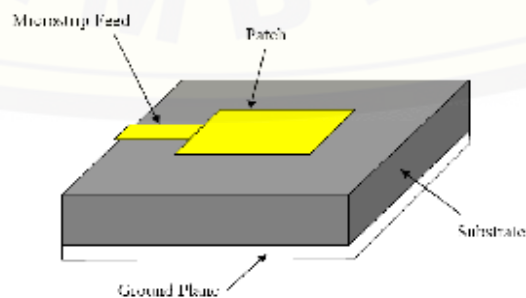


Gambar 2.4 *Coaxial Feeding*  
(Sumber: Rahmat, 2014)

*Coaxial feeding* cukup mudah untuk didesain, cukup mudah dalam fabrikasinya. Namun pencatuan *coaxial feeding* memiliki kelemahan, yaitu membutuhkan tingkat presisi yang tinggi dalam penyolderan. *Coaxial feeding* biasanya memberikan bandwidth yang sempit dan ketika pabrikasi menggunakan substrat yang tebal, *probe* yang lebih lebar akan dibutuhkan untuk meningkatkan *power* permukaan dan induktansi dari *feeding*.

#### 2.4.2 *Microstrip Line Feed*

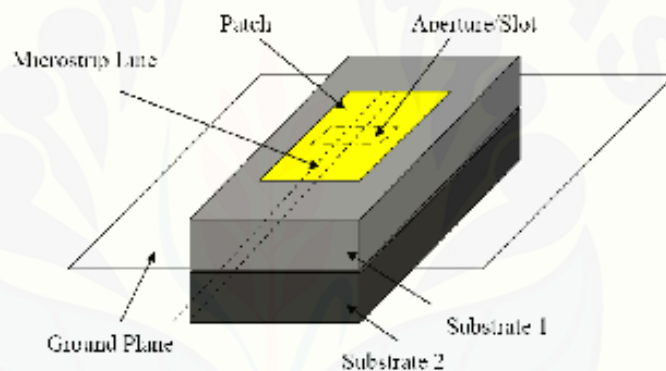
Dalam pencatuan jenis ini, *patch* dari mikrostrip di catu dengan jalur konduktor yang diletakan di sisi yang sama pada elemen *patch*, atau biasa disebut dengan *microstrip line*. *Microstrip line feed* sangat mudah didesain, dihubungkan, dan di fabrikasi. Pencatuan jenis ini adalah pilihan yang baik jika digunakan untuk mencatu antenna *array*. Bagaimanapun juga, pencatuan jenis ini juga memiliki kelemahan, yaitu menghasilkan *bandwidth* yang sempit.



Gambar 2.5 *Microstrip line feeding*  
(Sumber: Rahmat, 2014)

### 2.3.3 Proximity Coupled Feeding

*Proximity coupled feeding* terdiri dari 2 *layer* atau tumpukan substrat dielektrik. *patch* dari antenna mikrostrip terletak dibagian atau tumpukan atas substrat pertama dan jalur *feeding* atau pencatuannya terletak di bagian atas di *layer* kedua atau tumpukan bawah dari substrat. Jadi pencatuannya dikopel secara elektromagnetis oleh bagian *feeding* secara tidak langsung yang dibatasi oleh substrat dielektrik. Pencatuan jenis ini mengurangi radiasi yang tidak dibutuhkan dan memperluas *bandwidth*. Kelemahannya yaitu dibutuhkan ketepatan dalam mendesain bagian atas dan bawah *layer*, agar energi dapat terkopel dengan baik.

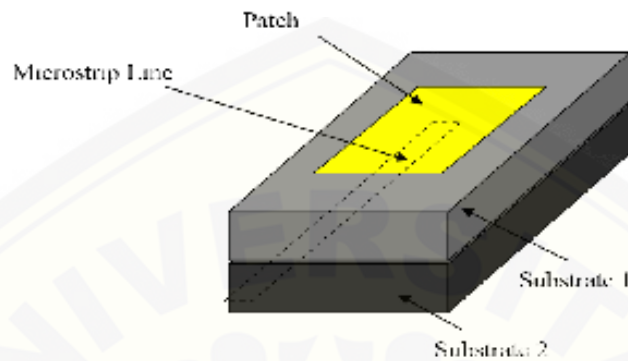


Gambar 2.6 *Proximity coupled feeding*  
(Sumber: Rahmat, 2014)

### 2.5.4 Apertured Coupled Feeding

Pencatuan jenis ini hamper sama dengan teknik pencatuan *proximity coupled feeding*, yaitu terdiri dari 2 *layer* substrat dengan bagian ground yang terletak bagian tengah diantara kedua substrat tersebut. *patch* dari mikrostripterletak di bagian atas dari *layer* teratas substrat, dan jalur *feeding* terletak dibagian bawah dari *layer* terbawah substrat, dimana pada bagian ground diberikanslot yang sama dengan ukuran *feed line* agar energi dapat terkopel kebagian *patch*. Keuntungan dari teknik pencatuan ini adalah akan memperluas *bandwidth* dari antenna dan meningkatkan ketepatan polarisasi yang diinginkan dan mengurangipolarisasi yang menyilang. Tetapi memiliki tingkat kesulitan yang

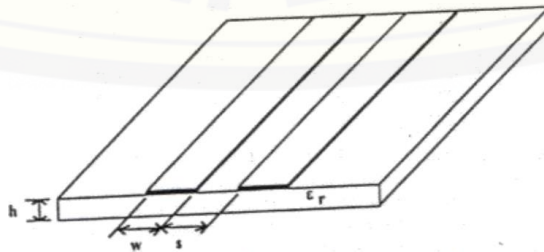
sama dengan *proximity coupled feeding* dimana pabrikasinya membutuhkan 2 layer substrat.



Gambar 2.7 *Aperture Coupled Feeding*  
(Sumber: Pratama, 2013)

### 2.5.5. Coplanar Waveguide (CPW)

Dari beberapa macam saluran pencatu yang sering digunakan pada antenna mikrostrip, salah satunya adalah *coplanar waveguide* (CPW) seperti terlihat pada gambar 2.12. Keuntungan dengan menggunakan CPW ini adalah bahwa karakteristik impedansinya dapat dikontrol dengan mengkombinasikan *line width* dan *gap width* dari saluran CPW tersebut, memiliki kemudahan untuk merealisasikan hubungan seri maupun parallel baik pada komponen pasif maupun komponen aktif sehingga sangat memudahkan dalam rancang bangun antenna mikrostrip aktif (Indra, 2001).



Gambar 2.8 *Coplanar Waveguide*  
(Sumber: Indra, 2001)

Ada beberapa jenis *coplanar waveguide* yang sering digunakan, yaitu: *grounded coplanar waveguide* (G-CPW), *finite ground plane coplanar waveguide* (F-CPW), dan *channelized coplanar waveguide* (C-CPW).

Tabel 2.1 Performansi dari ketiga jenis CPW

<i>Transmission line</i>	<b>GCPW</b>	<b>FCPW</b>	<b>CCPW</b>
<i>Spurious modes</i>	<i>Several</i>	<i>Few</i>	<i>Few</i>
<i>Coupling to patch</i>	<i>Excellent</i>	<i>Excellent</i>	<i>Excellent</i>
<i>Radiation patters</i>	<i>Excellent</i>	<i>Excellent</i>	<i>Excellent</i>
<i>Front to back ratio(dB)</i>			
<i>E plane</i>	10-8	10-2	10-3
<i>H plane</i>	14-0	11-1	12-4
<i>2:1 VSWR band (%)</i>	2-3	3-6	4-2
<i>Fabrication</i>	<i>Simple</i>	<i>Simple</i>	<i>Complex</i>
<i>Cost</i>	<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>High</i>

(sumber: Indra, 2011)

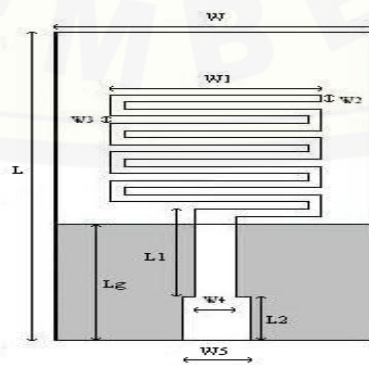
## 2.6 Impedansi Matching

Perancangan suatu antenna tidak terlepas dari penyesuaian impedansi. Suatu jalur transmisi dikatakan *matched* apabila karakteristik impedansi  $Z_0 = Z_L$  atau dengan kata lain tidak ada refleksi yang terjadi pada ujung saluran beban.  $Z_0$  merupakan karakteristik impedansi suatu saluran transmisi dan biasanya bernilai 50 ohm.  $Z_L$  merupakan impedansi beban. Beban dapat berupa antenna atau rangkaian lain yang mempunyai impedansi ekuivalen  $Z_L$ . Karena kegunaan utama saluran transmisi adalah untuk *mentransfer* daya secara sempurna, maka beban yang *matched* sangat diperlukan.

Metode pencatutan secara langsung sulit untuk mencapai kondisi *matching*. Oleh karena itu dibutuhkan suatu cara untuk mendapatkan kondisi yang *matching*, yaitu dengan cara menambahkan *transformator*  $\lambda/4$ , pemberian *single stub*, dan *double stub*.

### 2.7 Antena mikrostrip garis berliku (*meander-line*)

Antena garis liku adalah antena dengan elektrik kecil. Desain suatu antena garis berliku adalah seperangkat garis horisontal dan vertikal. Kombinasi garis horisontal dan vertikal membentuk antena secara bergantian. Jumlah belitan meningkatkan efisiensi dan jarak likuan berpengaruh pada frekuensi resonansi. Polarisasi antena tergantung pada radiasi dari tikungan. Jarak antara dua tikungan sangat vital, di mana jika tikungan terlalu dekat satu sama lain, maka kopling silang akan lebih, yang mempengaruhi polarisasi kemurnian pola radiasi yang dihasilkan. Sebuah antena garis berliku menyusut panjang aliran listrik pada antena *monopole* atau antena *dipole* dengan melipat panjangnya antena untuk menciptakan struktur dengan beberapa pergantian. Metode ini memiliki kelebihan yaitu ketika antena yang beroperasi pada frekuensi rendah ukuran antena akan dikurangi secara signifikan. Ukuran antena bahkan akan semakin kecil karena penggunaan substrat dielektrik yang tepat. Antena garis berliku yang dicetak biasanya memiliki efisiensi radiasi yang baik dan dekat dengan pola radiasi Omni-directional (Prakash, 2014).



Gambar 2.9 Mikrostrip *Meander-line*  
(Sumber: Prakash, 2014)



Menurut Samridhi dkk (2014) antena mikrostrip *meander-line* atau antena garis berliku adalah jenis antena cetak yang meminimalkan ukuran dengan menanamkan struktur kawat atau patch pada substrat dielektrik. Desain antena *meander-line* adalah kombinasi garis horizontal dan vertikal yang membentuk antena secara bergantian yang membentuk liku-liku, jumlah liku-liku antena mempengaruhi efisiensi. Dasar garis antena garis berliku ini adalah lipatan dari konduktor secara bolak-balik untuk membuat panjang keseluruhan antena menjadi lebih pendek dari panjang aslinya. Desain antena *meander-line* adalah seperangkat garis horizontal dan vertikal yang membentuk sebuah antena secara bergantian. Peningkatan jumlah lekukan juga meningkatkan efisiensi antena tersebut. Dalam kasus antena *meander-line* jika jarak likuan meningkat maka resonansi frekuensi akan menurun. Dalam bentuk dasar antena mikrostrip *meander-line* adalah kombinasi dari kawat konvensional dan jalur planar dengan konfigurasi yang sederhana, mudah untuk diintegrasikan ke perangkat nirkabel, serta berpotensi untuk fitur dengan spesifikasi tingkat penyerapan yang rendah.

*Meander-line* antena merupakan *electrical-smal antenna*, antena tersebut didefinisikan sebagai antena yang berdimensi terbesar tidak lebih dari sepersepuluh dari panjang gelombang. Desain garis berliku-liku antena merupakan satu set garis horizontal dan vertikal yang dikombinasikan membentuk antena yang berliku-liku. Jumlah likuan antena meningkatkan efisiensi, sedangkan jika jarak pada likuan meningkat maka resonansi frekuensi akan menurun. Antena *meander-line* merupakan perpanjangan dari antena dasar yang dilipat dan frekuensi yang jauh lebih rendah dari resonansi dari elemen antena tunggal dengan panjang yang sama. Garis liku pada antena terdiri dari garis vertikal dan horisontal sehingga membentuk serangkaian *set* tikungan. Polarisasi antena tergantung pada radiasi dari tikungan, jarak antara dua tikungan sangat penting karena jika tikungan terlalu dekat satu sama lain dan *cross coupling* akan meningkat, hal tersebut akan mempengaruhi kemurnian polarisasi pada pola radiasi yang dihasilkan (Adeniran dkk, 2014).

**2.7.1 Dimensi Antena Mikrostrip Meander-line**

Untuk menentukan dimensi antena mikrostrip, terlebih dahulu harus diketahui parameter bahan yang digunakan untuk perancangan antena mikrostrip tersebut yaitu tebal substrat (h), konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ), serta parameter lain yang terdapat pada bahan yang digunakan. Dalam proses penentuan dimensi antena mikrostrip *meander-line*, dapat dihitung dengan persamaan-persamaan sebagai berikut (Samridhi, 2014).

Untuk menentukan ketinggian substrat dapat dihitung dengan persamaan :

$$h_s \leq \frac{0.3c}{2\pi f \sqrt{\epsilon_r}} \dots \dots \dots (2.7)$$

dimana,

$h_s$  = ketinggian substrat

f = frekuensi (GHz)

c = kecepatan cahaya (m/s)

$\epsilon_r$  = konstanta dielektrik substrat

Lebar *patch* dapat ditentukan melalui persamaan :

$$w_p = \frac{c}{f} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \dots \dots \dots (2.8)$$

Panjang *patch* dapat dihitung dengan persamaan :

$$L = \frac{c}{2f \sqrt{\epsilon_{eff}}} - 2\Delta L \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana,  $\epsilon_{eff}$  = effective permitivity yang dapat diberikan oleh:

$$\epsilon_{eff} = \left(\frac{\epsilon_r + 1}{2}\right) + \left(\frac{\epsilon_r - 1}{2}\right) \left(\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12h}{w_p}}}\right) \dots \dots \dots (2.10)$$

Panjang fisik antena dapat dihitung dengan persamaan :

$$\Delta L = h_s \left[ \frac{0.412h_s(\epsilon_{eff} + 0.3) \left(\frac{w_p}{h_s} + 0.264\right)}{(\epsilon_{eff} - 0.258) \left(\frac{w_p}{h_s} + 0.8\right)} \right] \dots\dots\dots (2.11)$$

Panjang substrat dapat dihitung dengan persamaan :

$$L_s = L_p + 6h_s \dots\dots\dots (2.12)$$

Lebar substrat dapat ditentukan dengan persamma :

$$w_s = w_p + 6h_s \dots\dots\dots (2.13)$$

**2.7.2 Teknik pencatuan *Grounded Coplanarwaveguide* (GCPW)**

Saluran pencatu suatu antenna dapat mempengaruhi *matching*. Untuk *matching*-kan antenna, pada teknik pencatuan GCPW ini hal yang perlu dilakukan yaitu dengan marubah-rubah ukuran *line width* dan *gap width* pada saluran CPW. Untuk memastikan efektivitas dan kepraktisan merancang kita harus mempertimbangkan ketebalan substrat dielektrik dan struktur *coplanar waveguide* terbatas.

**2.8 ANSOFT HFSS**

Ansoft HFSS adalah suatu simulator medan elektromagnetika untuk pemodelan tiga dimensi perangkat pasif berstruktur frekuensi tinggi yang memiliki kelebihan sangat mudah dan interaktif digunakan pada sistem operasi *microsoft windows grafical user interface*. Dalam simulatornya terintegrasi visualisasi, pemodelan volumetrik dan kemudahan dalam interaktif dimana solusi permasalahan pemodelan 3 dimensi bisa cepat dan akurat didapatkan. HFSS (*High Frequency Structure Simulator*) dapat digunakan untuk mengkalkulasi beberapa parameter diantaranya parameter S, frekuensi resonan dan medan elektromagnetika. Tipikal penggunaan diantaranya:

1. *Package modeling* –BGA, QFP, *Flip-chip*
2. Pemodelan papan PCB – *power/groundplane, mesh grid grounds, backplanes*
3. Silikon/GaAs – *spiral Induktor, Transformers.*

4. EMC/EMI – *shield Enclosures, Coupling, Near or Far Field Radiation.*
5. Antena mikrostrip, dipole, *horn, conformal cell phone antenna, Quadrafilar Helix, Specific Absorption Rate (SAR), Infinite Arrays, Radar Cross Section (RCS), Frequency Selective Surfaces (FSS).*
6. Konektor – koax, *backplane, SFP/XFP, Transtion*
7. *Waveguide – Filter, resonator, transtion, Coupler.*
8. *Filter – Cavity Filter, Mikrostrip, Dielektrik*

## **2.9. Tanaman Kedelai**

### **2.9.1 Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai**

#### **A. Iklim**

Kedelai dapat tumbuh baik di tempat yang berhawa panas, di tempat-tempat terbuka dan bercurah hujan 100 – 400  $mm^3$  per bulan. Oleh karena itu, kedelai kebanyakan ditanam didaerah yang terletak kurang dari 400 m diatas permukaan laut dan jarang sekali ditanam di daerah yang terletak kurang dari 600 m diatas permukaan laut. Jadi tanaman kedelai akan tumbuh baik jika ditanam didaerah beriklim kering (Aak, 2002).

Persyaratan tumbuh tanaman kedelai yang optimal adalah suhu 20-30°C, sedangkan suhu dapat dikatakan sesuai untuk tanaman kedelai yaitu suhu 18-35°C (Marwoto dkk, 2012). Kelembaban udara berpengaruh langsung terhadap proses pemasakan biji kedelai karena semakin tinggi kelembaban proses pemasakan polong akan semakin cepat sehingga proses pembentukan biji menjadi kurang optimal. Di sisi lain, kelembaban udara yang tinggi selama beberapa waktu akan mendorong berkembangnya hama penyakit sehingga serangan akan semakin meningkat. Kelembaban udara yang optimal untuk pertumbuhan tanaman kedelai berkisar 75-90% (Adisarwanto,2008).

Rata-rata curah hujan tiap tahun yang cocok bagi kedelai adalah kurang dari 200 mm dengan jumlah bulan kering 3-6 bulan dan hari hujan berkisar antara 95-122 hari selama setahun. Volume air yang terlalu banyak tidak menguntungkan,

karena akan mengakibatkan akar membusuk. Banyaknya curah hujan juga sangat mempengaruhi aktivitas bakteri tanah dalam menyediakan nitrogen. asalkan selama 30 – 40 hari suhu di dalam dan permukaan tanah pada musim panas sekitar 35°C – 39°C. Hasil observasi ini menunjukkan bahwa pengaruh curah hujan, temperatur dan kelembaban udara terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (Aak, 2002).

Varietas kedelai berbiji kecil, sangat cocok ditanam di lahan dengan ketinggian 0,5 - 300 m dpl. Sedangkan varietas kedelai berbiji besar cocok ditanam di lahan dengan ketinggian 300-500 m dpl. Kedelai biasanya akan tumbuh baik pada ketinggian tidak lebih dari 500 hingga 600 m dpl. Tanaman kedelai sebagian besar tumbuh di daerah yang beriklim tropis dan subtropis. Iklim kering lebih disukai tanaman kedelai dibandingkan iklim lembab. Tanaman kedelai dapat tumbuh baik di daerah yang memiliki curah hujan sekitar 100-400 mm/bulan. Sedangkan untuk mendapatkan hasil optimal, tanaman kedelai membutuhkan curah hujan antara 100-200 mm/bulan (Prihatman, 2000).

## B. Tanah

Tanaman ini pada umumnya dapat beradaptasi terhadap berbagai jenis tanah dan menyukai tanah yang bertekstur ringan hingga sedang, dan berdrainase baik. Tanaman ini peka terhadap kondisi salin (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).

Kedelai membutuhkan tanah yang kaya akan humus atau bahan organik. Bahan organik yang cukup dalam tanah akan memperbaiki daya olah dan juga merupakan sumber makanan bagi jasad renik, yang akhirnya akan membebaskan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman. Pada dasarnya kedelai menghendaki kondisi tanah yang tidak terlalu basah, tetapi air tetap tersedia. Kedelai tidak menuntut struktur tanah yang khusus sebagai suatu persyaratan tumbuh. Bahkan pada kondisi lahan yang kurang subur dan agak asam pun kedelai dapat tumbuh dengan baik, asal tidak tergenang air yang akan menyebabkan busuknya akar. Kedelai dapat tumbuh baik pada berbagai jenis tanah, asal drainase dan aerasi tanah cukup baik.

Toleransi keasaman tanah sebagai syarat tumbuh bagi kedelai adalah pH 5,8-7,0 tetapi pada pH 4,5 pun kedelai dapat tumbuh. Pada pH kurang dari 5,5 pertumbuhannya sangat terlambat karena keracunan Aluminium. Sehingga pertumbuhan bakteri bintil dan proses *nitrifikasi* (proses oksidasi amoniak menjadi *nitrit* atau proses pembusukan) akan berjalan kurang baik (Prihatman, 2000).

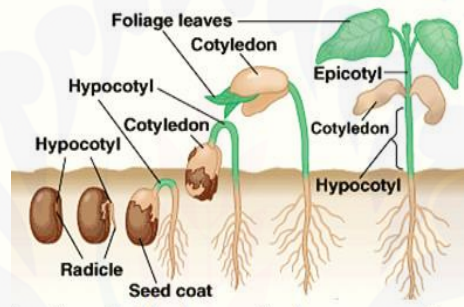
*Aerasi* tanah (kandungan O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> di dalam tanah) sangat mempengaruhi sistem perakaran suatu tanaman. Oksigen merupakan unsur yang penting untuk proses-proses metabolisme. Kebutuhan oksigen untuk setiap jenis tanaman berbeda-beda. Pada kedelai kebutuhan O<sub>2</sub> dan pengambilan nitrogen lebih besar pada *fase vegetatif* dibandingkan dengan *fase generatif*. Apabila tanaman ditanam pada tempat yang dijenuhi oleh air (tergenang) maka dalam jangka waktu yang relatif singkat akan menunjukkan penguningan daun, pertumbuhan terhambat, dan menyebabkan matinya tanaman. Hal ini disebabkan karena pada kondisi yang jenuh air, maka kandungan O<sub>2</sub> sedikit dan CO<sub>2</sub> meningkat. Sehingga akan menghambat pertumbuhan akar yang selanjutnya berpengaruh pada proses pengisapan air dan unsur hara (Islami dan Utomo, 1995)

Terdapat empat musim tanam utama kedelai di Indonesia:

- 1) Awal musim hujan. Di lahan kering, waktu tanam bulan Oktober atau November, tergantung mulainya musim hujan. Tanaman dipanen dalam bulan Januari.
- 2) Akhir musim hujan. Kedelai ditanam dalam bulan Januari atau Februari, setelah panen kedelai di lahan kering. Tanaman dipanen dalam bulan Mei.
- 3) Awal musim kemarau. Ini dilakukan di lahan sawah pada awal bulan April setelah panen padi sawah. Tanaman dipanen pada akhir bulan Juni.
- 4) Akhir musim kemarau. Dilakukan di lahan sawah pada awal bulan Juli dengan pola tanam padi-kedelai-kedelai atau padi-padi-kedelai. Karena kemungkinan tidak adanya hujan sepanjang pertumbuhan tanaman (Juli-Oktober), diperlukan irigasi untuk kedelai akhir musim kemarau.

### 2.9.2 Bentuk Tanaman Kedelai

Akar tanaman kedelai terdiri dari akar tunggang, akar lateral, dan akar serabut. Pada tanah yang gembur, akar ini dapat menembus tanah sampai kedalaman lebih kurang 1,5 m. Menurut Fachruddin (2000), akar tanaman kedelai mampu membentuk bintil-bintil akar yang merupakan *koloni* dari bakteri *Rhizobium Japonicum*. Bakteri tersebut bersimbiosis dengan akar tanaman kedelai untuk mengikat nitrogen dari udara. Nitrogen ini sangat dibutuhkan bagi pertumbuhan tanaman kedelai.



Gambar 2.10 Akar Perkecambahan Kedelai

(sumber:<http://biologimediacentre.com/pertumbuhan-dan-perkembangan-1-pertumbuhan-dan-perkembangan-pada-tumbuhan/>)

Kedelai memiliki susunan daun majemuk yang terdiri dari 3 helai anak daun dan umumnya berwarna hijau kekuning-kuningan. Bentuk daun ada yang oval, dan ada juga yang segitiga. Warna dan bentuk daun sangat tergantung pada *varietas*. Ujung daun kedelai ada yang runcing, ada yang tumpul. Permukaan daun berbulu, ada yang berbulu jarang dan kasap, berbulu jarang tidak kasap, berbulu tipis dan berbulu tebal. Semua ini tergantung *varietas*.

Batang tanaman kedelai dapat dibedakan menjadi 2 bagian. Bagian batang di bawah keping biji yang belum lepas disebut *hypocotyl* sedangkan bagian di atas keping biji disebut *epycotyl*. Batang kedelai tersebut berwarna ungu atau hijau. Batang kedelai memiliki buku yang akan menjadi tempat tumbuhnya bunga. Buku

yang menghasilkan buah disebut buku subur, pada batang tanaman tersebut biasanya akan muncul cabang.

Tanaman kedelai memiliki bunga sempurna, yaitu dalam satu bunga terdapat alat kelamin jantan (benang sari) dan alat kelamin betina (putik). Bunga berwarna ungu atau putih sekitar 60% bunga rontok sebelum membentuk polong. Di Indonesia tanaman kedelai mulai berbunga pada umur 30-50 hari setelah tanam (Fachruddin, 2000). Semakin pendek penyinaran dan semakin tinggi suhu udaranya akan semakin cepat berbunga. Bunga kedelai berbentuk kupu-kupu dan muncul di ketiak daun, bunga kedelai ini umumnya menyerbuk sendiri. Penyerbukan terjadi sebelum bunga mekar setelah penyerbukan terjadi bunga akan berkembang menjadi buah. Seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.11 Tanaman Kedelai

(sumber:<http://kluet-raya.blogspot.com/>)

Banyaknya polong tergantung varietasnya. Ada *varietas* kedelai yang menghasilkan banyak biji dan ada pula yang sedikit. Berat masing-masing biji berbeda-beda ada yang mencapai 50-500 gr per 1000 butir biji. Polong berwarna hijau saat muda dan akan berubah menjadi kuning kecokelatan saat masak. Sementara itu, warna kulit bijinya bervariasi misalnya kuning, hitam, atau coklat. Bijinya ada yang berbentuk bulat, agak gepeng, atau bulat telur tergantung pada varietas tanaman. Namun demikian sebagian besar biji berbentuk bulat telur.



## 2.10 Arduino UNO

*Arduino Uno* adalah *board* mikrocontroller berbasis ATmega328. *Arduino Uno* memiliki 14 *pin digital input / output* (dimana 6 dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 *input analog*, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, *header ICSP*, dan tombol *reset*. *Arduino Uno* dibangun untuk mendukung mikrocontroller, sumber daya bisa menggunakan *power USB* (jika terhubung ke komputer dengan kabel USB) dan juga dengan adaptor atau baterai.

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino UNO  
(Sumber: Khamid 2015)

Mikrokontroler	ATmega328
Operasi tegangan	5Volt
Input tegangan	disarankan 7-11Volt
Input tegangan batas	6-20Volt
Pin I/O digital	14 (6 bisa untuk PWM)
Pin Analog	6
Arus DC tiap pin I/O	50mA
Arus DC ketika 3.3V	50mA
Memori <i>flash</i>	32 KB (ATmega328) dan 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Kecepatan <i>clock</i>	16 MHz

*Arduino Uno* dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Untuk sumber daya eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan memasukkan 2.1 mm jack DC ke sumber listrik. Baterai dapat dimasukkan pada *pin header* Gnd dan Vin dari konektor daya.

*Board* dapat beroperasi pada pasokan eksternal dari 6 sampai 20 *volt*. Jika menggunakan tegangan kurang dari 6V tidak akan stabil. Tapi jika menggunakan lebih dari 12 *volt*, regulator tegangan bisa panas dan merusak papan. Rentang yang dianjurkan adalah 7 sampai 12 *volt*. *Pin* yang tersedia adalah sebagai berikut:

- VIN: *Input* tegangan ke *board Arduino* ketika menggunakan sumber daya eksternal. Dapat menyediakan tegangan melalui *pin* ini.
- 5V: *Pin* ini merupakan *output 5V* yang telah diatur oleh regulator papan *Arduino*. *Board* dapat diaktifkan dengan daya, baik dari sumber listrik DC (7 - 12V), konektor USB (5V), atau *pin VIN board* (7-12V). Jika memasukan tegangan melalui *pin 5V* atau 3.3V secara langsung (tanpa melewati regulator) dapat merusak papan *Arduino*.
- Tegangan pada *pin 3V3*: 3.3V dihasilkan oleh regulator *on-board*. Menyediakan arus maksimum 50 mA.
- GND: *Pin Ground*.
- IOREF: *Pin* ini di papan *Arduino* memberikan tegangan referensi ketika mikrokontroler beroperasi. Sebuah *shield* yang dikonfigurasi dengan benar dapat membaca *pin* tegangan IOREF sehingga dapat memilih sumber daya yang tepat agar dapat bekerja dengan 5V atau 3.3V.

Panjang maksimum dan lebar PCB Uno masing-masing adalah 2,7 dan 2,1 inci, dengan konektor USB dan sumber listrik yang melampaui dimensi tersebut. Empat lubang sekrup memungkinkan *board* harus terpasang ke permukaan. Jika dicermati, jarak antara *pin* digital 7 dan 8 adalah 0,16", tidak seperti *pin* lainnya.



Gambar 2.12 Board Arduino UNO

Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca *input* tersebut dan kemudian menghasilkan *output* sesuai dengan yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai ‘otak’ yang mengendalikan *input*, proses dan *output* sebuah rangkaian elektronik.

### 2.11. Sensor DHT 1131

Sensor DHT11 merupakan sensor suhu dan kelembaban udara yang memiliki jangkauan pengukuran suhu antara 0-50°C dan jangkauan pengukuran kelembaban udara 20-95% RH. Dengan ukuran yang kecil dan memakan daya listrik yang kecil modul sensor ini mudah untuk diimplementasikan menggunakan mikrokontroler. DHT11 cukup ekonomis namun memadai untuk aplikasi monitoring suhu dan kelembaban udara.



Gambar 2.13 Sensor DHT11

Sensor DHT11 dalam penelitian ini digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban pada saat bekerja. Pengukuran suhu dan kelembaban ini

digunakan untuk bahan analisis pengaruh suhu dan kelembaban yang terdapat di dalam *prototype greenhouse*.

## 2.12. Teori Suhu dan Kelembaban

### 2.12.1 Suhu Udara

Secara meteorologi suhu udara biasanya diukur dalam sangkar cuaca. Dalam situasi ini, yang diukur adalah suhu massa udara setinggi 1.5 meter. Tetapi tanaman menerima radiasi langsung dari cahaya matahari sehingga berbeda dari suhu sangkar cuaca. Suhu tanaman mungkin lebih tinggi dari suhu sangkar cuaca. Hal ini dapat terjadi sebagai akibat dari penguapan sejumlah air, dari pemindahan panas secara konveksi, angin dan pantulan. Disamping terjadinya perubahan suhu tanaman, suhu permukaan tanah juga berubah. Apabila transpirasi berlangsung terus-menerus, suhu permukaan daun tidak akan berubah. Perubahan suhu udara juga ditentukan oleh sudut letak daun terhadap radiasi surya yang akan menentukan jumlah energi yang diserap oleh daun tersebut. Pengukuran suhu daun dapat dilakukan dengan radiometer inframerah atau penyisipan termokopel kedalam daun (Guslim, 2007).

Suhu udara adalah keadaan panas atau dinginnya udara. Alat untuk mengukur suhu udara atau derajat panas disebut thermometer. Biasanya pengukur dinyatakan dalam skala Celcius (C), Reamur (R), dan Fahrenheit (F). Suhu udara tertinggi dimuka bumi adalah didaerah tropis (sekitar ekuator) dan makin ke kutub semakin dingin. Di lain pihak, pada waktu kita mendaki gunung, suhu udara terasa dingin jika ketinggian semakin bertambah. Kita sudah mengetahui bahwa tiap kenaikan bertambah 100 meter maka suhu akan berkurang (turun) rata-rata 0,6 °C. Penurunan suhu semacam ini disebut gradient temperatur vertikal atau *lapse rate*. Pada udara kering, lapse rate adalah 1 °C (Benyamin, 1997)

Suhu dipermukaan bumi makin rendah dengan bertambahnya lintang seperti halnya penurunan suhu menurut ketinggian. Bedanya, pada penyebaran suhu secara vertikal permukaan bumi merupakan sumber pemanas sehingga semakin tinggi

tempat maka semakin rendah suhunya. Rata-rata penurunan suhu udara menurut ketinggian contohnya di Indonesia sekitar  $5\text{ }^{\circ}\text{C} - 6\text{ }^{\circ}\text{C}$  tiap kenaikan 1000 meter. Karena kapasitas panas udara sangat rendah, suhu udara sangat pekat pada perubahan energi dipermukaan bumi. Diantara udara, tanah dan air, udara merupakan konduktor terburuk, sedangkan tanah merupakan konduktor terbaik (Handoko, 1994)

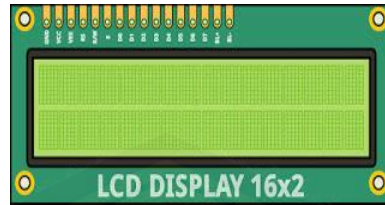
Suhu adalah ukuran energi kinetik rata-rata dari pergerakan molekul suatu benda. Panas adalah energi total dari pergerakan molekul suatu benda. Jadi panas adalah ukuran energi total, sedangkan suhu adalah energi rata-rata dari setiap gerakan molekul. Lebih besar pergerakan, maka lebih benda tersebut (Zailani Kadir, 1986).

#### **2.12.2 Kelembaban Udara**

Kelembapan udara adalah kadar uap air yang ada di udara. Dimana kelembapan udara merupakan bagian dari komponen iklim yang memiliki pengaruh terhadap lingkungan. Kelembapan udara disuatu tempat dapat berpengaruh pada semua aktivitas yang kita lakukan, terkhusus pada pertanian (Ayusra, 2011).

#### **2.13. LCD (*Liquid Crystal Display*)**

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis tampilan yang menggunakan Kristal cair sebagai penampil utama. Namun tidak bisa menampilkan cahaya sendiri tentunya, terdapat sumber cahaya berupa lampu neon berwarna putih di belakang susunan Kristal cair.



Gambar 2.14 LCD 16x2  
(sumber: Khamid 2015)

LCD berperan untuk menampilkan nilai suhu dan kelembaban pada bagian data suhu dan kelembaban.

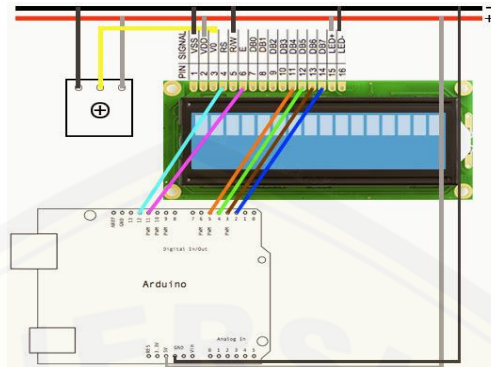
Berikut fungsi dari *pin* LCD 16x2 yang ditempatkan pada tabel 2.3 :

Tabel 2.3 Fungsi *Pin* LCD  
(sumber: Khamid 2015)

PIN ASSIGNMENT		
Pin no.	Symbol	Function
1	Vss	Power supply(GND)
2	Vdd	Power supply(+)
3	Vo	Contrast Adjust
4	RS	Register select signal
5	R/W	Data read / write
6	E	Enable signal
7	DB0	Data bus line
8	DB1	Data bus line
9	DB2	Data bus line
10	DB3	Data bus line
11	DB4	Data bus line
12	DB5	Data bus line
13	DB6	Data bus line
14	DB7	Data bus line
15	A	Power supply for LED B/L (+)
16	K	Power supply for LED B/L (-)

Beberapa penjelasan mengenai *pin* LCD :

- 1) *Pin* LCD nomor 3 (Vo) adalah untuk *contrast* lcd tersebut yang akan dihubungkan dengan potensio.
- 2) *Pin* LCD nomor 4 (RS) adalah *Register* Kontrol atau *Register* Data. *Register* kontrol digunakan untuk menulis data ke memori *display* LCD.
- 3) *Pin* LCD nomor 5 (R/W) untuk memilih data yang digunakan *READ* atau *WRITE*. Karena kebanyakan fungsi hanya perlu menulis data saja ke LCD, maka dihubungkan ke GND (*WRITE*).



Gambar 2.15 Koneksi LCD Dengan *Board* Arduino  
(sumber: Khamid 2015)

#### 2.14. *Packet Loss*

*Packet Loss* merupakan parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang, dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan dan hal ini berpengaruh pada semua aplikasi karena retransmisi akan mengurangi efisiensi jaringan secara keseluruhan meskipun jumlah *bandwidth* cukup tersedia untuk aplikasi-aplikasi tersebut.

Umumnya perangkat jaringan memiliki *buffer* untuk menampung data yang diterima. Jika terjadi kongesti yang cukup lama, *buffer* akan penuh, dan data baru tidak akan diterima.

Beberapa penyebab terjadinya *packet loss* yaitu:

1. *Congestion* disebabkan terjadinya antrian yang berlebihan dalam jaringan
2. *Node* yang bekerja melebihi kapasitas *buffer*
3. Memori yang terbatas pada *node*
4. *Policing* atau kontrol terhadap jaringan untuk memastikan bahwa jumlah trafik yang mengalir sesuai dengan besarnya *bandwidth*. Jika besarnya trafik yang mengalir didalam jaringan melebihi dari kapasitas *bandwidth* yang ada maka *policing control* akan membuang kelebihan trafik yang ada.

5. Derau atau yang biasa disebut *noise* adalah suatu sinyal gangguan yang bersifat akustik (suara), elektris, maupun elektronis yang hadir dalam suatu sistem (rangkaiian listrik/ elektronika) dalam bentuk gangguan yang bukan merupakan sinyal yang diinginkan.

Sumber derau dapat dikelompokkan dalam tiga kategori:

1. Derau karena gangguan alamiah seperti petir dan bintang matahari.
2. Sumber derau *intrinsic* yang muncul dari fluktuasi acak di dalam suatu sistem fisik seperti *thermal* dan *shot noise*.
3. Sumber derau buatan manusia seperti motor, *switch*, elektronika digital.

Perhitungan *packet loss* dilakukan dengan cara membandingkan data yang dikirim oleh komputer di kurangi data yang diterima oleh komputer, kemudian dihitung persentase data yang hilang, dapat dihitung dengan rumus : ( Rahmad Saleh Lubis dan Maksum Pinem, 2014 )

$$Packet Loss = \frac{|DT-DD|}{DT} \times 100\%$$

Dimana :      DT = Paket Data Dikirim  
                  DD = Paket Data Diterima

DT adalah data yang dikirim oleh *transmitter* dan DD adalah data yang diterima oleh *reciever*. Untuk dapat membandingkan data tersebut jumlah paket data harus sama antara jumlah data yang terkirim dengan jumlah data yang diterima.



## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian tugas akhir analisis kinerja suhu dan kelembaban pada tanaman kedelai menggunakan telemetri dilakukan setelah pelaksanaan seminar proposal yang pelaksanaan kegiatan penelitiannya dilakukan di rumah pelaksana yang bertempat di Jl. Raya Situbondo Kalitapen Tapen Bondowoso.

### 3.2 Tahapan Penelitian

Dalam pembuatan tugas akhir ini dibutuhkan langkah-langkah perancangan sebagai berikut :

#### 1) Studi Literatur

Pada tahap pertama dari penelitian ini mencari literatur dari hasil penelitian sebelumnya. Diharapkan dengan literatur yang didapat bisa memberikan keyakinan bahwa penelitian ini dapat dilaksanakan dan memberikan arahan untuk mengurangi kesalahan dalam penelitian.

#### 2) Perancangan alat

Pada tahap kedua merupakan proses pengerjaan yaitu alat dan bahan yang telah dibeli digunakan untuk membangun sistem mekanik dan komponen untuk pembuatan rangkaian pengontrol suhu dan kelembaban. Selain itu, pada tahap kedua ini juga terdapat proses perancangan antena secara simulasi. Sehingga untuk dapat merancang antenna tersebut secara simulasi dibutuhkan suatu perangkat lunak pendukung yaitu *software* demo HFSS v.15.

#### 3) Pengerjaan alat baik mekanik, rangkaian dan antena

Pada tahap ketiga penggabungan dari mekanik dan rangkaian yang telah dibuat. Proses ini meliputi penempatan letak rangkaian sangat menentukan dalam proses pencarian data saat pendeteksi bekerja. Selain itu, dalam tahap ini penulis akan melakukan fabrikasi antena dengan acuan berdasarkan pada perancangan secara simulasi sebelumnya. Antena buatan merupakan antena dengan frekuensi tengah 915 MHz. Antena ini nantinya akan digunakan sebagai pemancar sinyal pengiriman data. Sedangkan untuk perancangan antena yang akan dibuat, berikut ini parameter – parameter yang ingin dicapai oleh peneliti :

1. Frekuensi Kerja : 915 Mhz
2. Return Loss : < -10 dB
3. VSVR : < 2 dB
4. Gain : > 2 dB

Selain itu, peneliti juga melakukan pemilihan substrat untuk antenna. Perlu diketahui bahwa substrat merupakan bahan dielektrik yang memiliki nilai konstanta dielektrik relatif, dielektrik *loss tangent* dan ketebalan tertentu. Ketiga nilai tersebutlah yang akan mempengaruhi frekuensi kerja, *bandwidth* dan juga efisiensi antenna yang akan dibuat. Semakin kecil konstanta dielektrik, maka ukuran elemen peradiasi dan saluran pencatu antenna mikrostrip yang dibutuhkan akan semakin luas, karena ukuran elemen peradiasi dan saluran mikrostrip berbanding terbalik dengan konstanta dielektrik suatu bahan. Ketebalan substrat jauh lebih besar dari pada ketebalan konduktor metal peradiasi. Semakin tebal substrat maka *bandwidth* akan semakin meningkat, tetapi akan berpengaruh terhadap timbulnya gelombang permukaan (*surface wave*). Begitu juga sebaliknya, semakin tipis tebal substrat yang digunakan maka efek gelombang permukaan akan semakin kecil sehingga diharapkan dapat meningkatkan kinerja antenna seperti *gain*, efisiensi, dan *bandwidth* (Ardiyansah, 2016). Namun, pemilihan substrat juga harus mempertimbangkan harga serta ketersediaannya dipasaran. Pada penelitian kali ini digunakan bahan substrat FR4 *epoxy* dengan spesifikasi sebagai berikut :

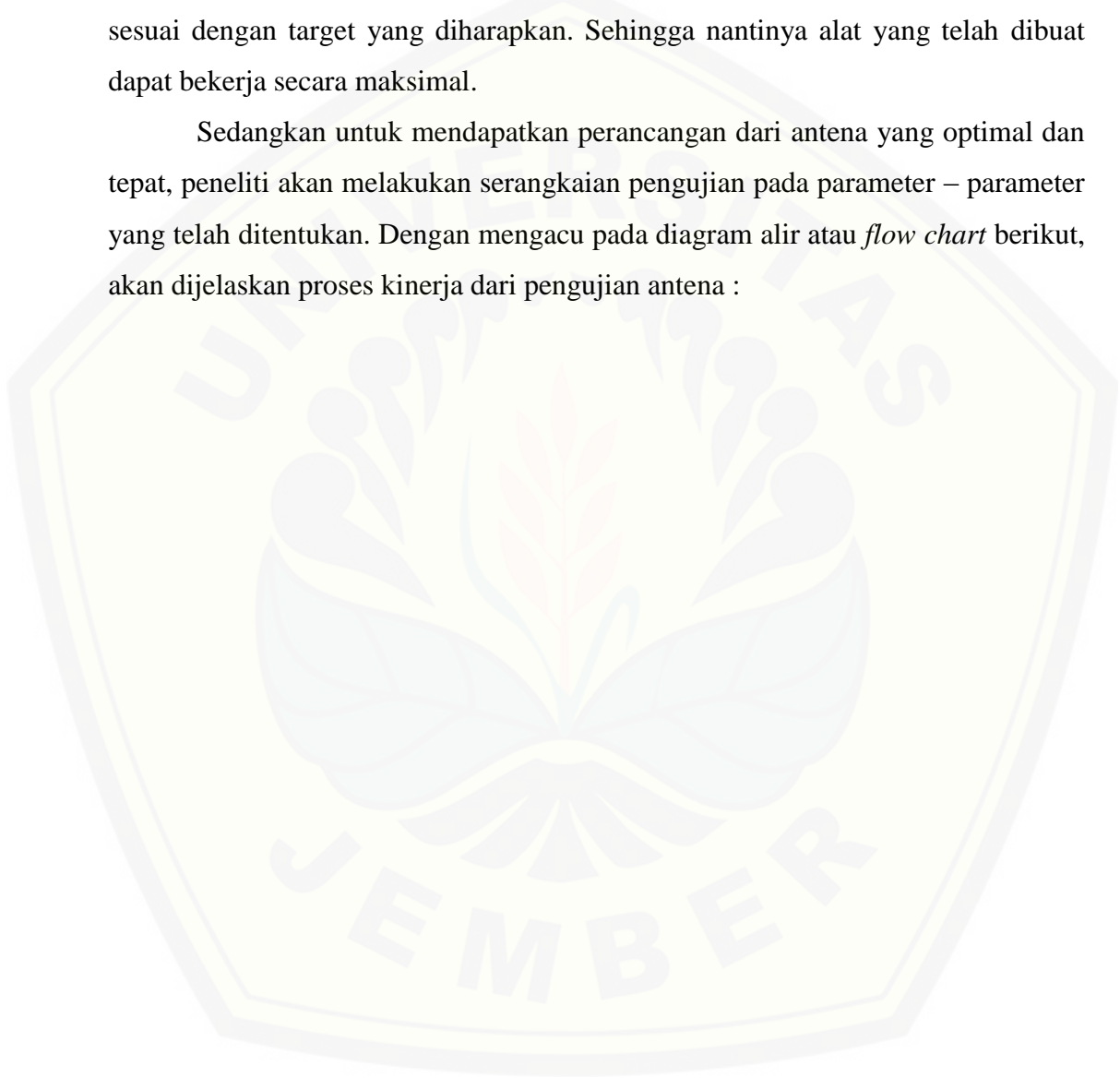
Tabel 3.1 Spesifikasi Substrat

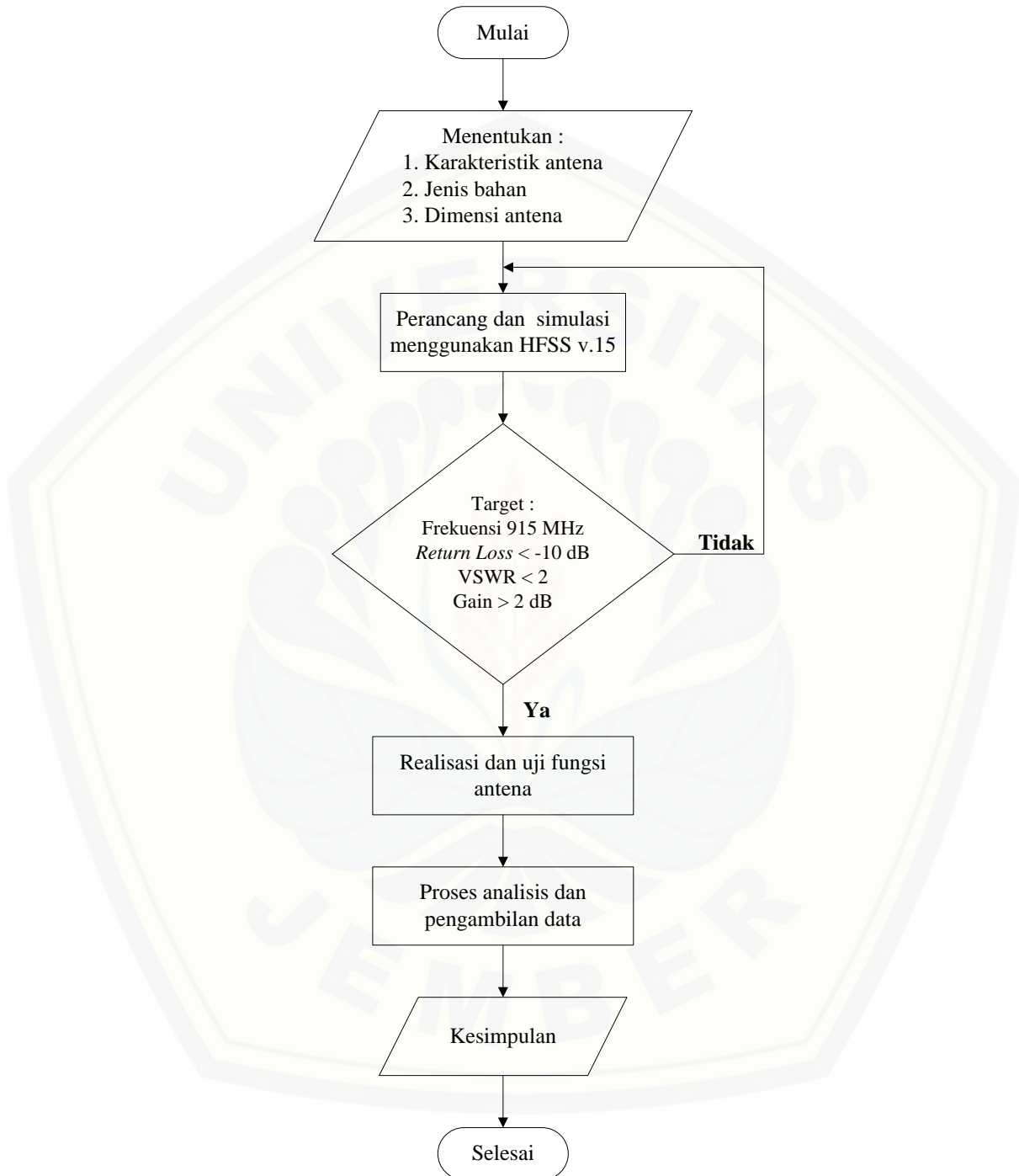
Jenis bahan	FR4-Epoxy
Konstanta dielektrik relatif ( $\epsilon_r$ )	4,4
Dielektrik loss tangent ( $\tan\delta$ )	0,02
Ketebalan ( $h$ )	1,6

#### 4) Pengujian alat

Pada tahap keempat yaitu pengujian alat diharapkan dengan adanya tahap ini fungsi kerja baik mekanik dan rangkaian yang telah dibuat sudah masuk dan sesuai dengan target yang diharapkan. Sehingga nantinya alat yang telah dibuat dapat bekerja secara maksimal.

Sedangkan untuk mendapatkan perancangan dari antenna yang optimal dan tepat, peneliti akan melakukan serangkaian pengujian pada parameter – parameter yang telah ditentukan. Dengan mengacu pada diagram alir atau *flow chart* berikut, akan dijelaskan proses kinerja dari pengujian antenna :





Gambar 3.1 Flowchart Pengujian Antena

Pada tahap awal, peneliti memulai penelitian dengan menentukan karakteristik dari antena yang akan dibuat seperti menentukan metode yang digunakan untuk membuat antena, parameter-parameter apa saja yang akan digunakan dan untuk mengetahui kelayakan antena yang dibuat agar dapat bekerja sesuai dengan yang dirancang, yakni pada frekuensi kerja 915 Mhz,  $VSWR < 2$ ,  $return\ loss > -10\ dB$ ,  $gain > 2\ dB$ , serta pola radiasi *omni-directional*.

Langkah selanjutnya adalah menentukan jenis bahan yang akan dipakai dalam pembuatan antenna ini. Pemilihan bahan ini sangat penting dilakukan, karena pada bahan yang digunakan dalam pembuatan antenna, masing - masing memiliki karakteristik dan konstanta yang berbeda, dan konstanta tersebut tentunya akan berpengaruh pada perhitungan dimensi dari antenna. Selain itu pemilihan jenis bahan harus mempertimbangkan harga dan ketersediaannya dipasaran. Pada pembuatan antenna *meander-line* ini bahan yang digunakan adalah PCB FR-4 *epoxy* dengan spesifikasi konstanta dielektrik sebesar 4.4, dielektrik *loss tangent* sebesar 0.02, dan ketebalan substrat sebesar 1.6 mm.

Setelah menentukan jenis bahan yang akan digunakan, selanjutnya adalah menentukan dimensi antenna. Tahap ini merupakan tahap yang penting, karena pada tahap proses perancangan pada simulasi nanti, dimensi antenna sangat berpengaruh pada parameter-parameter antenna. Oleh karena itu menentukan dimensi antenna harus dilakukan secara teliti agar dapat menggunakan perhitungan-perhitungan yang telah ditulis pada bab 2 dan konstanta-konstanta yang sudah ada.

Selanjutnya adalah pada tahap perancangan dengan menggunakan simulasi pembuatan antenna menggunakan *software* HFSS v.15 yang mengacu yang pada tahap sebelumnya, yakni penentuan dimensi antenna. Jika antenna sudah selesai dibuat maka dilakukan pengujian secara simulasi. Pada tahap pengujian antenna secara simulasi ini dapat diketahui kelayakan antenna yang telah dibuat apakah sudah memenuhi parameter-parameter yang diinginkan atau belum, jika belum memenuhi parameter-parameter yang diinginkan maka akan kembali ke tahap simulasi perancangan, namun jika antenna sudah memenuhi parameter-parameter yakni

frekuensi kerja 915 mhz,  $VSWR < 2$ ,  $return\ loss > -10$  dB,  $gain > 2$  dB, serta pola radiasi *omni-directional* maka akan dilakukan tahap berikutnya yaitu realisasi dan uji fungsi antena.

Tahap terakhir yang paling penting adalah tahap realisasi antena. Hal ini dapat dikatakan penting karena pada tahap ini memerlukan ketelitian dan kepresisian yang sangat tinggi dalam mencetak sebuah antena. Jika melenceng sedikit saja maka akan terjadi pergeseran dan perubahan pada parameter-parameter yang mempengaruhi kualitas antena. Untuk dapat mengetahui ketepatan antena yang dibuat, selanjutnya masuk dalam tahap pengujian antena yang akan dilakukan di laboratorium antena untuk mengetahui kualitas dan kelayakan antena. Kemudian dari hasil pengujian tersebut dilakukan analisa terhadap parameter-parameter yang dihasilkan sehingga dapat diketahui kualitas antena yang telah dibuat. Proses pengambilan data dari penelitian ini yaitu pada saat antena diimplementasikan pada sebuah alat ukur kondisi lahan tanam kedelai. Setelah melakukan pengambilan data tahap yang terakhir adalah menulis kesimpulan dari penelitian yang sudah dilakukan.

#### 5) Pengambilan data dan analisis

Pada tahap kelima pengambilan data yang didapatkan pada saat pengujian, diharapkan pada tahap ini dapat ditemukan sebuah gagasan baru dalam mengurangi kesalahan pada tiap tahapan sebelumnya. Salah satu proses pada tahap ini adalah perbaikan pada parameter pada antena serta pada alat yang akan digunakan. Baik dari proses pengujian fungsi antena serta proses kalibrasi pada sensor untuk mengetahui kelaikan sensor yang digunakan.

#### 6) Pembahasan

Pada tahap keenam adalah pembahasan setelah dilakukan pengambilan data dan analisis pada alat pengontrol suhu dan kelembaban

#### 7) Laporan

Pada tahap ketujuh atau tahap terakhir merupakan hasil dari semua tahapan yaitu membuat laporan alat pengontrol suhu dan kelembaban.

### 3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan yaitu *Modul Wireless Telemetry Kit*, *Arduino Uno*, Sensor DHT, Buzzer dan LCD. Untuk penjelasannya terdapat pada subbab yang tertulis dibawah ini.

#### 3.3.1 Radio Telemetry kit 915 MHz



Gambar 3.2 Modul *Wireless* Radio Telemetry Kit 915MHz

Modul *wireless* radio telemetri ini nantinya berperan sebagai pengirim dan penerima data berbasis *wireless*. Pada modul telemetri ini sudah terdapat dua alat, modul pertama berperan sebagai pengirim data sedangkan modul kedua sebagai penerima data.

#### 3.3.2 Mikrokontroler *Arduino Uno*



Gambar 3.3 Mikrokontroler *Arduino Uno*

*Arduino Uno* adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah *chip* atau IC (Integrated Circuit) yang bisa diprogram menggunakan komputer/laptop.

Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca *input* tersebut dan kemudian menghasilkan *output* sesuai dengan yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai ‘otak’ yang mengendalikan *input*, proses dan *output* sebuah rangkaian elektronik.

### 3.3.3 Sensor DHT11

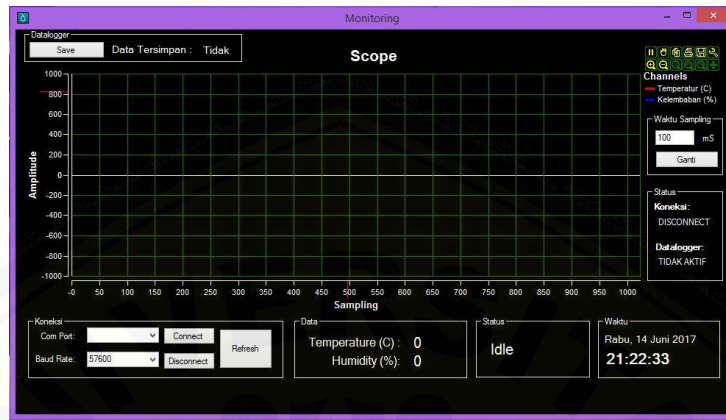


Gambar 3.4 Sensor DHT11

Sensor DHT11 dalam penelitian ini digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban pada saat bekerja. Pengukuran suhu dan kelembaban ini digunakan untuk bahan analisis pengaruh suhu dan kelembaban yang terdapat di dalam *prototype greenhouse*.



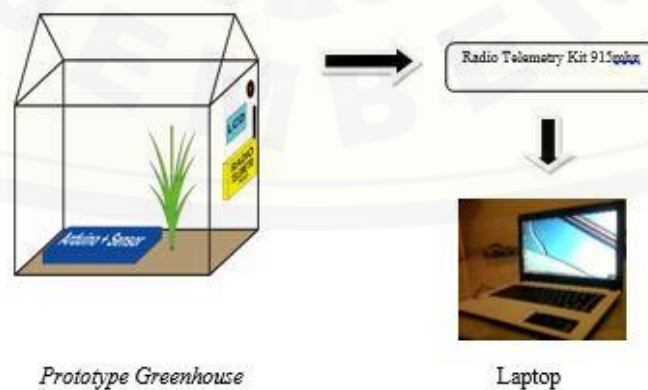
### 3.3.4 Visual Basic



Gambar 3.5 Tampilan aplikasi monitoring *Visual Basic*

Pada pembuatan prototype ini, proses monitoring menggunakan aplikasi yang disebut dengan *visual basic*. Tampilan monitoring yang sudah dibuat dapat dilihat pada gambar 3.4. Pada aplikasi monitoring tersebut terdapat beberapa menu yaitu *com port*, *baud rate*, *save* dan *sampling* untuk pengambilan data. Pada aplikasi tersebut nantinya pembacaan suhu dan kelembaban ditampilkan berupa angka dan grafik. Untuk menu *save* berfungsi sebagai penyimpan data yang *output*-nya berupa file txt.

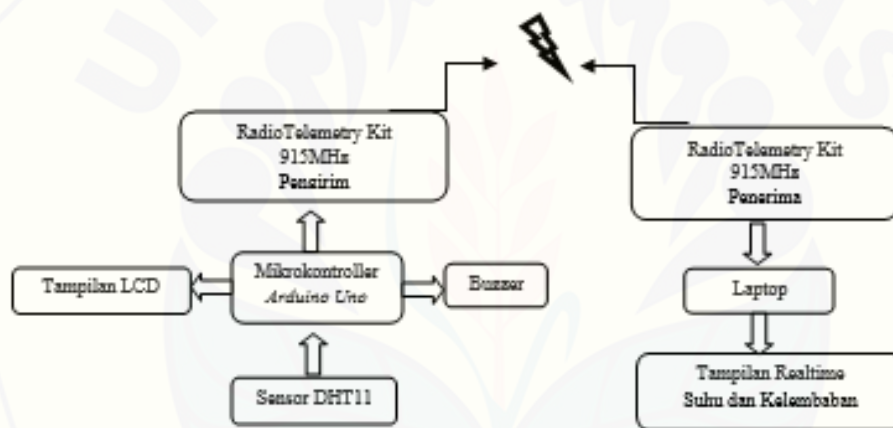
### 3.4 Perancangan Alat



Gambar 3.6. Desain Perancangan Alat

Pada gambar 3.5, *prototype greenhouse* digunakan sebagai tempat, alat dan bahan yang akan diletakkan di dalamnya serta *Arduino Uno* sebagai alat pengontrol, Sensor DHT11 digunakan untuk mengetahui berapa suhu dan kelembaban yang ada di *greenhouse* dan hasil dari pengukuran di dalam *greenhouse* akan dikirim melalui *wireless* telemetry sebagai pengirim dan penerima data. Kemudian data akan ditampilkan di laptop yang ada di rumah.

### 3.5 Diagram Blok Sistem



Gambar 3.7 Diagram Blok Sistem

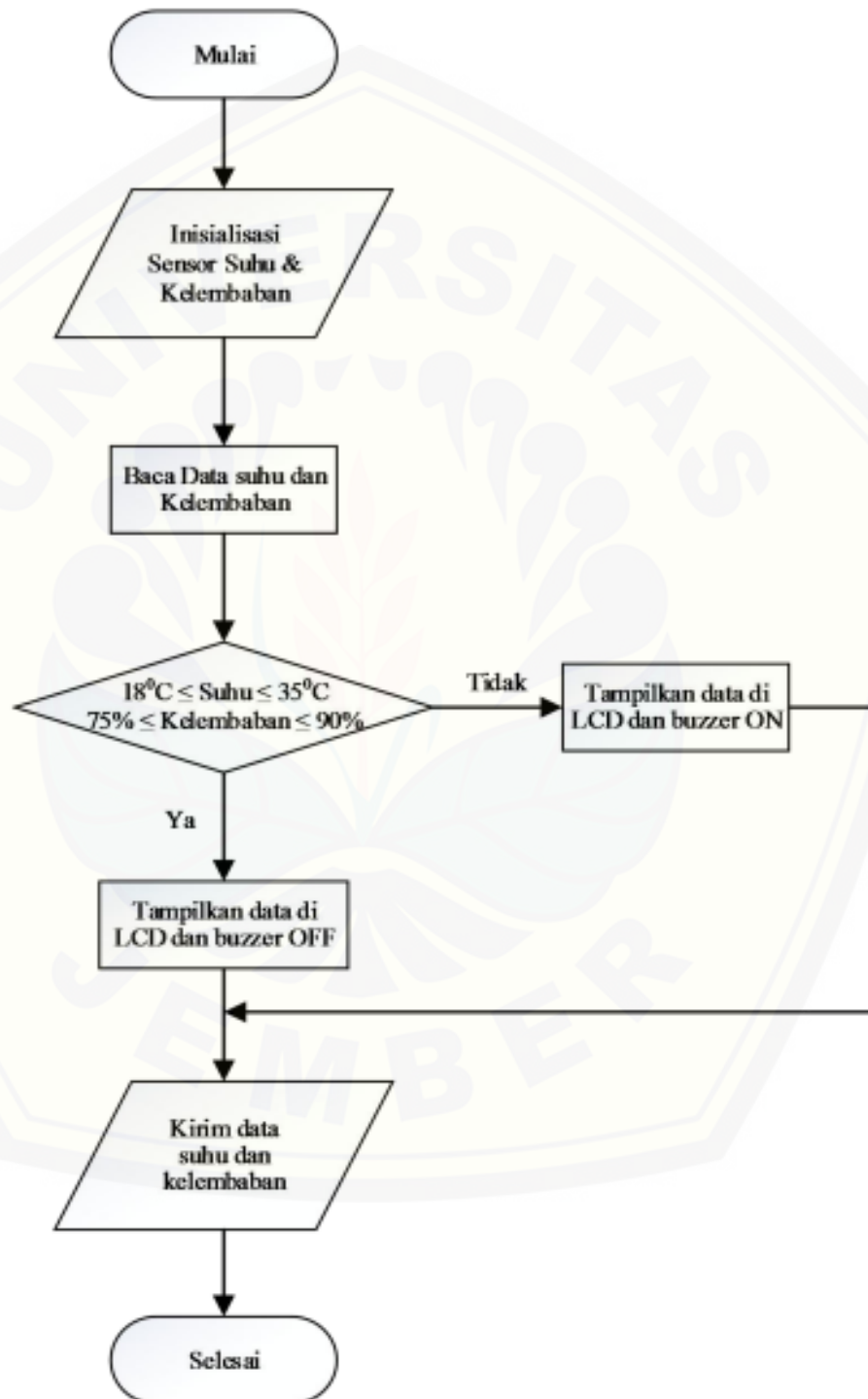
Keterangan:

- Sensor DHT11 akan mendeteksi tingkat suhu dan kelembaban pada tanaman kedelai.
- Mikrokontroler *Arduino Uno* berfungsi sebagai pemroses pengubah nilai tegangan yang diberikan oleh sensor DHT11 menjadi data berupa nilai suhu dan kelembaban.
- LCD berperan untuk menampilkan nilai suhu dan kelembaban pada bagian pengirim data suhu dan kelembaban.

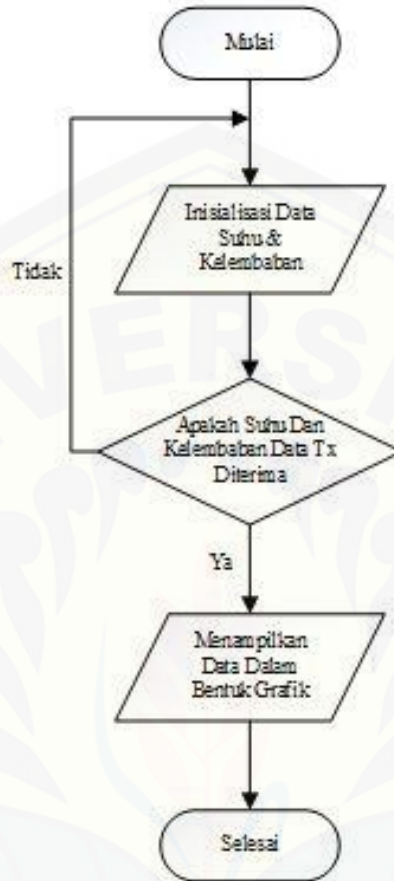
- d. Radio Telemetry Kit 915MHz Pengirim digunakan untuk mentransmisikan data dari mikrokontroler ke Laptop.
- e. Buzzer sebagai indikator jika nilai suhu dan kelembaban lebih dari parameter yang telah ditentukan.
- f. Radio Telemetry Kit 915Mhz Penerima digunakan untuk menerima data dari *wireless* Pengirim.
- g. Laptop berfungsi untuk memproses data digital yang diterima dari mikrokontroler.
- h. *Software visual basic* sebagai penampil data digital yang akan dikonversikan kedalam grafik secara *realtime*.

Dari gambar 3.5 Blok diagram alat ukur suhu dan kelembaban berbasis telemetri tersebut menjelaskan tentang bagian-bagian dari rangkaian yang tersusun menjadi satu sistem alat. Mikrokontroler *Arduino Uno* menjadi pusat pengontrol, artinya mikrokontroler tersebut menjadi otak dari kinerja sistem ini. Mikrokontroler *Arduino Uno* membutuhkan tegangan sumber 5 volt, hal tersebut diperoleh dari rangkaian *power supply*. *Power supply* ini juga digunakan sebagai catu daya led indikator, *wireless* radio *Telemetry Kit* 915MHz dan sensor. Pada bagian *input* pada blok diagram terdiri dari sensor suhu dan kelembaban. Kemudian bagian *output* yaitu nilai suhu dan kelembaban yang ditampilkan di LCD dan laptop menggunakan *software visual basic*. Untuk memprogram *Arduino Uno* menggunakan *software Arduino IDE*.

### 3.6 Flowchart Sistem



Gambar 3.8 Flowchart Unit Transmitter (Tx)



Gambar 3.9 Flowchart Unit Receiver (Rx)

Pada gambar 3.8 dan 3.9 Merupakan gambaran langkah-langkah sistem dalam mengukur suhu dan kelembaban pada tanaman kedelai yang menggunakan sistem telemetri. Hasil data yang ditangkap oleh sensor dapat ditampilkan pada laptop menggunakan sistem *wireless*.

Langkah dari *flowchart* pada gambar 3.6 tersebut yaitu sensor membaca kondisi suhu dan kelembaban ruangan pada *prototype greenhouse*. Kemudian data diolah oleh mikrokontroler *Arduino Uno* dan diterjemahkan pada LCD. Ketika kondisi suhu lebih dari atau sama dengan  $18^{\circ}$  dan kurang dari sama dengan  $35^{\circ}$  sedangkan nilai kelembaban lebih dari sama dengan 75% dan kurang dari 90% maka indikator *buzzer* akan menyala.

Jika nilai suhu antara 18° sampai 35° dan kelembaban 75% sampai 90% maka indikator *buzzer* tidak menyala. Kemudian data dikirimkan menggunakan *wireless* ke laptop.

Pada gambar 3.7 merupakan langkah disisi penerima (*receiver*). Dari gambar tersebut dapat dijelaskan bahwa data dari (*Transceiver*) di terima melalui *wireless receiver*. Kemudian data suhu dan kelembaban yang diterima di terjemahkan pada laptop dalam bentuk grafik menggunakan aplikasi *visual basic*.

### 3.7 Perancangan Sistem

Berikut akan di jelaskan perancangan sistem telemetri pengiriman data suhu dan kelembaban pada *prototype greenhouse* tanaman kedelai berbasis *wireless* sesuai dengan *flowchart* yang ada 3.6 dan 3.7 :

1. Pembacaan data oleh sensor DHT11 berupa suhu dan kelembaban yang ada dalam *greenhouse*.
2. Data yang diperoleh akan diolah oleh Arduino sebagai alat pengontrol suhu dan kelembaban pada *greenhouse*.
3. Jika suhu dan kelembaban kurang dari parameter yang di tentukan, maka akan tampilkan data di LCD dan *buzzer* ON.
4. Jika suhu dan kelembaban lebih dari parameter yang di tentukan, maka akan tampilkan data di LCD dan *buzzer* ON.
5. Jika suhu dan kelembaban sudah sesuai dengan parameter yang di tentukan, maka akan tampilkan data di LCD dan *buzzer* OFF.
6. Selanjutnya kirim data suhu dan kelembaban dari *Transmitter* (Tx) menuju *Receiver* (Rx) yang ada di PC pengguna.
7. Pada *Receiver* (Rx) peneliti yang ada di PC pengguna jika data suhu dan kelembaban tidak diterima, maka dalam proses pengiriman data dari *Transmitter* (Tx) terjadi gangguan.
8. Pada *Receiver* (Rx) peneliti yang ada di PC pengguna jika data suhu dan kelembaban diterima, maka akan menampilkan data dalam bentuk grafik.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

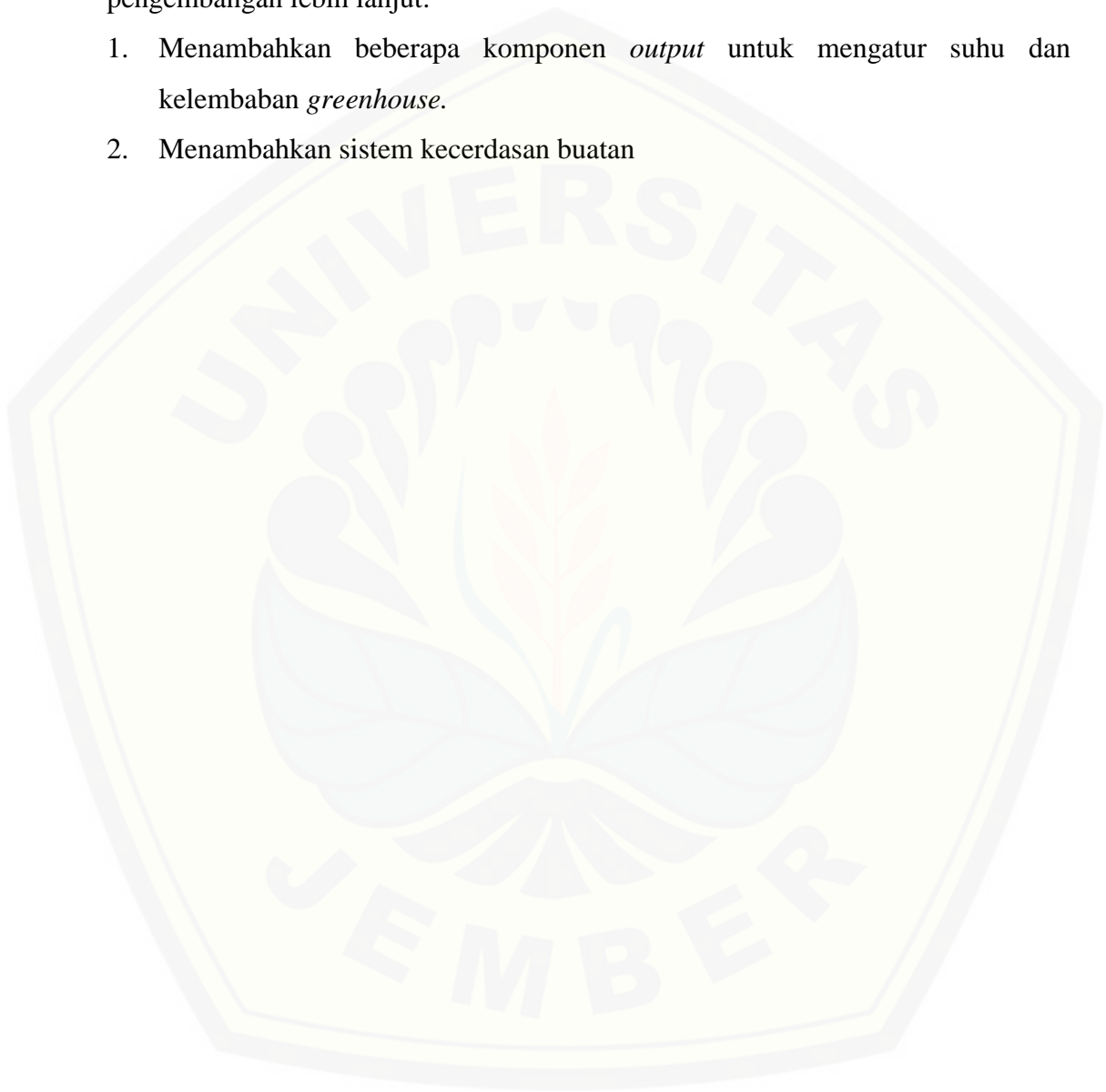
Setelah melakukan perencanaan dan pembuatan sistem kemudian dilakukan pengujian dan analisa, dari hasil tersebut dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada perancangan alat ukur suhu dan kelembaban menggunakan sistem telemetri dapat digunakan dengan baik. Pada area *loss Space* dan area *obstacle* memiliki batas pengiriman sejauh 1 meter. Hal ini dapat dilihat pada tabel 4.5 untuk area *loss space* dan tabel 4.6 pada area *obstacle*. Sedangkan untuk pengujian sistem transmisi data dengan menggunakan antena *telemetry kit* pada area *loss space* memiliki jarak transmisi optimal pada jarak 90 meter dan untuk antena menggunakan mikrostrip memiliki jarak transmisi optimal pada jarak 100 meter. Untuk pengujian transmisi data dengan menggunakan antena *telemetry kit* pada area *obstacle* memiliki jarak transmisi optimal pada jarak 50 meter dan untuk antena menggunakan mikrostrip memiliki jarak transmisi optimal pada jarak 50 meter juga.
2. Untuk pengaplikasian menggunakan sistem telemetri berhasil mendefinisikan lingkungan lahan pertanian. Dari hasil pengujian yang didapatkan pada tabel 4.18 dapat dilihat bahwa sistem telah berhasil menyimpan data secara *realtime* dan berhasil mengidentifikasi sistem sesuai dengan *rule*. Dari data 1 sampai 5 menunjukkan bahwa kondisi lahan pada waktu yang berbeda jauh dari standar yang telah ditentukan. Dengan demikian, maka perlu perbaikan atau renovasi pada lahan pertanian agar dapat menghasilkan kedelai pada lingkungan yang optimal yaitu pada suhu 18-35°C, kelembaban 75-90% untuk setiap 1 hektar lahan.

## 5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian mengenai alat sistem telemetri 915 MHz ini terdapat beberapa kekurangan atau kendala berikut ini merupakan saran untuk pengembangan lebih lanjut:

1. Menambahkan beberapa komponen *output* untuk mengatur suhu dan kelembaban *greenhouse*.
2. Menambahkan sistem kecerdasan buatan





**DAFTAR PUSTAKA**

- Achsan, Aldian N. 2015. Perancangan Dan Pembuatan Sistem Telemetri pH Air Pada Kolam Pembenihan Ikan Menggunakan Frequency Hopping Spread Spectrum. Jurnal Universitas Jember. Vol 1 Nomor 1.
- Ardiansyah. 2016. Perancangan Dan Realisasi Antena Mikrostrip Meander Line 915 MHZ Untuk Optimasi Jarak Pengiriman Data Alat Ukur pH Meter Air Kolam Pembenihan Ikan Sistem Telemetri. Jurnal Universitas Jember. Vol 1 nomor 1.
- Andrianto, Heri dan Aan D. 2015. Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman. Bandung. Badan Penerbit Informatika Bandung.
- Atmoko, Rachmad A. 2013. Sistem Monitoring Dan Pengendalian Suhu Dan Kelembaban Ruang Pada Rumah Walet Berbasis Android, Web Dan SMS. Surabaya : ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Balanis, A. Constantiene. 2005. *Antenna Theory Analysis and Design*. Canada: Wiley Interscience.
- Hariadi, Tony K. 2007. Sistem Pengendali Suhu, Kelembaban Dan Cahaya Dalam Rumah Kaca. Jurnal Ilmiah Semesta Teknik. Vol. 10 Nomor 1.
- Higuitta, Hendra C. 2013. Perancangan Sistem Pengendalian Suhu Kumbung Jamur Dengan Logika Fuzzy. Jurnal POMITS. Vol 1 Nomor 1.
- Hardanis, A. N. H. 2013. Analisis Efisiensi Faktor-Faktor Produksi Usahatani Tembakau Rakyat Kabupaten Temanggung : Universitas Diponegoro. Semarang.
- Jusak, Yoga E.K. 2014. Rancang Bangun Wireless Sensor Network Untuk Monitoring Pencemaran Air Sungai Menggunakan Topologi Mesh Network. Jurnal JCONES. Vol 3 Nomor 2.
- Khamid, Mohammad A. 2015. Rancang Bangun Sistem Kendali Suhu Dan Kelembaban Pada *Prototype Greenhouse* Tanaman Kedelai Dengan Pemanfaatan *Peltier* Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*. Jurnal Universitas Jember. Vol 1 nomor 1.
- Muzakim, Aza. 2011. Telemetri dan Telekontrol Menggunakan Xbee Pro Wireless. Jurnal ELTEK. Vol. 09 Nomor 02.
- Posma, Siska Novita, dkk. 2011. *Rancang Bangun Antena Mikrostrip 900 MHz*. Riau : Jurusan Teknik Elektro Politeknik Caltex.
- Susanto, Rozeff, Mujahidin, Muhammad. 2012. Perancangan Sistem Telemetri Wireless Untuk Mengukur Suhu Dan Kelembaban Berbasis Arduino Uno

ATMEGA328P Dan Xbee Pro. Tanjung Pinang : Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Saputra, Dedi dan Ikwan. 2015. Sistem Kendali Suhu, Kelembaban Dan level Air Pada Pertanian Pola Hidroponik. Jurnal Coding. Vol 03 Nomor 1.

Stallings, William. 2005. *“Wireless Communication and Networks 2nd Edition”*. Pearson Education.

Sugiarti, Adhi H. 2011. Monitoring Kelembaban Dan Temperatur Melalui Sistem Java Remote Laboratory Berbasis Internet. Jurnal TELAAH. Vol 29 Nomor 2.

Torrieri, Don. *“Principles of Spread-Spectrum Communication Systems 2nd Edition”*. Springer. New York. 2011.

Yusuf, Arief dan Aswin. 2014. Sistem Pengendalian Suhu Dan Kelembaban Berbasis Wireless Embedded System. Jurnal Doro. Vol. 3 Nomor 6.

## Lampiran

### PROGRAM ARDUINO :

```
#include <dht.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
dht DHT;
#define DHT11_PIN 5
int buzzer = 3;
float temp = 0, humd = 0;

void setup() {
  Serial.begin(57600);
  lcd.begin();
  lcd.backlight();
  pinMode(buzzer, OUTPUT);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Humd: ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Temp: ");
}

void loop() {
  ReadDHT11();
  SystemWarning();
}
```

```
void ReadDHT11() {
  int chk = DHT.read11(DHT11_PIN);
  humd = DHT.humidity;
  temp = DHT.temperature;
  lcd.setCursor(6, 0);
  lcd.print(humd);
  lcd.print(" %");
  lcd.setCursor(6, 1);
  lcd.print(temp);
  lcd.print(" C");
  Serial.print(humd);
  Serial.print("|");
  Serial.print(temp);
  delay(100);
}

void SystemWarning() {
  if (temp >= 18 && temp <= 35 || humd >= 75 && humd <= 90) {
    digitalWrite(buzzer, HIGH);
    Serial.print("|");
    Serial.println("1");
  }

  if (temp < 18 || temp > 35 || humd < 75 || humd > 90) {
    digitalWrite(buzzer, LOW);
    Serial.print("|");
    Serial.println("2");
  }
}
```

**PROGRAM VISUAL STUDIO:**

```

Imports System
Imports System.ComponentModel
Imports System.Threading
Imports System.IO.Ports

Public Class Form1

    Dim comOpen As Boolean      'Keeps track of the port status. True =
Open; False = Closed
    Dim readbuffer As String    'Buffer of whats read from the serial port
    Dim filepath As String
    Dim file As System.IO.StreamWriter
    Dim time As Integer = 0

    Dim PlotHumd As Double = 0
    Dim PlotTemp As Double = 0

    Private Sub frmDisplay_Load(ByVal sender As Object, ByVal e As
EventArgs) Handles MyBase.Load

        'Get all connected serial ports
        Dim comPorts As String() = System.IO.Ports.SerialPort.GetPortNames

        If comPorts.Count < 1 Then
            'If there are not ports connected, show an error
            MsgBox("There are no com ports available! Closing program.")
        Else
            cmbPort.Items.AddRange(comPorts)
            cmbPort.Text = comPorts(0)
        End If

        Scope1.XAxis.AxisLabel.Text = "Sampling"
        Scope1.YAxis.AxisLabel.Text = "Amplitude"

        DataloggerStatus.Text = "TIDAK AKTIF"

    End Sub

    Private Sub SerialPort1_DataReceived(ByVal sender As System.Object,
ByVal e As System.IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs) Handles
SerialPort1.DataReceived
        If comOpen Then

            Try
                'Send data to a new thread to update the ph display
                readbuffer = SerialPort1.ReadLine()
                Me.Invoke(New EventHandler(AddressOf updateData))
            Catch ex As Exception
                'Otherwise show error. Will display when disconnecting.
                'MsgBox(ex.Message)
            End Try
        End If
    End Sub

```

```

Public Sub updateData(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.EventArgs)
    'Update data
    Dim read As String
    Dim aryTextFile() As String

    read = readbuffer.Replace(vbCr, "").Replace(vbLf, "")
    aryTextFile = read.Split("|")

    PlotHumd = aryTextFile(0).Replace(".", ",")
    PlotTemp = aryTextFile(1).Replace(".", ",")

    Humd.Text = PlotHumd
    Temp.Text = PlotTemp

    Status.Text = aryTextFile(2)

    If aryTextFile(2) = 1 Then
        Status.Text = "WARNING"
        Status.ForeColor = Color.Red
    End If

    If aryTextFile(2) = 2 Then
        Status.Text = "NORMAL"
        Status.ForeColor = Color.Green
    End If

End Sub

Public Sub DoConnect()
    'Setup the serial port connection
    With SerialPort1()
        .PortName = cmbPort.Text
        .BaudRate = CInt(cmbBaud.Text)
        .Parity = IO.Ports.Parity.None
        .DataBits = 8
        .StopBits = IO.Ports.StopBits.One
        .Handshake = IO.Ports.Handshake.None
        .RtsEnable = False
        .ReceivedBytesThreshold = 1
        .NewLine = vbCr
        .ReadTimeout = 10000
    End With

    'Try to open the selected port...
    Try
        SerialPort1.Open()
        comOpen = SerialPort1.IsOpen
    Catch ex As Exception
        comOpen = False
        MsgBox("Error Open: " & ex.Message)
    End Try

    DisconnectButton.Enabled = True
    ConnectButton.Enabled = False

```

```

        cmbBaud.Enabled = False
        cmbPort.Enabled = False
    End Sub

    Public Sub DoDisconnect()
        'Graceful disconnect if port is open
        If comOpen Then
            SerialPort1.DiscardInBuffer()
            SerialPort1.Close()

            'Reset our flag and controls
            comOpen = False
            DisconnectButton.Enabled = False
            ConnectButton.Enabled = True
            cmbBaud.Enabled = True
            cmbPort.Enabled = True
        End If
    End Sub

    Private Sub RefreshButton_Click(sender As Object, e As EventArgs)
        'Get all connected serial ports
        Dim comPorts As String() = System.IO.Ports.SerialPort.GetPortNames

        If comPorts.Count < 1 Then
            'If there are not ports connected, show an error
            MsgBox("There are no com ports available! Closing program.")
        Else
            cmbPort.Items.Clear()
            cmbPort.Items.AddRange(comPorts)
            cmbPort.Text = comPorts(0)
        End If
    End Sub

    Private Sub ConnectButton_Click(sender As Object, e As EventArgs)
Handles ConnectButton.Click
        DoConnect()
        Timer2.Enabled = True
        KoneksiStatus.Text = "CONNECT"
    End Sub

    Private Sub DisconnectButton_Click(sender As Object, e As EventArgs)
Handles DisconnectButton.Click
        DoDisconnect()
        Timer2.Enabled = False
        KoneksiStatus.Text = "DISCONNECT"
    End Sub

    Private Sub Timer1_Tick(sender As Object, e As EventArgs) Handles
Timer1.Tick
        TimeNow.Text = Format(Today, "dddddd, dd MMMM yyyy")
        ClockNow.Text = Format(TimeString)
    End Sub

    Private Sub Timer2_Tick(sender As Object, e As EventArgs) Handles
Timer2.Tick
        time = time + 1
    End Sub

```

```
Scope1.Channels(0).Data.AddXYPoint(time, PlotTemp)
Scope1.Channels(1).Data.AddXYPoint(time, PlotHumd)

If Not filepath Is Nothing Then
    file = My.Computer.FileSystem.OpenTextFileWriter(filepath,
True)
    file.WriteLine(TimeNow.Text + "|" + ClockNow.Text + "|" +
Humd.Text + "|" + Temp.Text + "|" + Status.Text)
    file.Close()
End If
End Sub

Private Sub GantiButton_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
GantiButton.Click
    Timer2.Interval = WaktuSamplingText.Text
    MsgBox("Interval waktu simpan pada datalogger dan sampling menjadi:
" + WaktuSamplingText.Text + " mS", MsgBoxStyle.Information)
End Sub

Private Sub Button1_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
Button1.Click
    OpenFileDialog1.Filter = "Text (*.txt)|*.txt"
    If OpenFileDialog1.ShowDialog() = DialogResult.OK Then
        filepath = OpenFileDialog1.FileName
        StatusSimpan.Text = "Ya"
        DataloggerStatus.Text = "AKTIF"
    End If
End Sub
End Class
```



## Lampiran Foto Penampilan

