



**RANCANG BANGUN DAN IMPLEMENTASI ANTENA
MIKROSTRIP *MEANDERLINE* DENGAN METODE *LINE
FEED* PADA SISTEM *MONITORING PH AIR***

SKRIPSI

Oleh:

**Dinar Adibya Wirawan
NIM 121910201042**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**RANCANG BANGUN DAN IMPLEMENTASI ANTENA MIKROSTRIP
MEANDERLINE DENGAN METODE *LINE FEED* PADA SISTEM
MONITORING PH AIR**

SKRIPSI

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

Oleh:

**Dinar Adibya Wirawan
NIM 121910201042**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

Persembahan

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya, Ayah Suradi, Mama Tri Sunarlin, Adik-adik Dinar Sulbianti Dwi Atmojo dan Dinar Riski Agung Wismada, Siti Nur Farida, Sahabat Kosan Perumahan Sumber Alam blok F no 4, SATE UJ Teknik Eletro 2012. Terimakasih atas dukungan, doa, kesetiaan menemani saya, serta semangat yang luar biasa.
2. Guru-guru TK Dharma Wanita Ngrendeng Gondang, SD Negeri Ngrendeng 1, SMP Negeri 1 Tulungagung, SMA Negeri 1 Gondang Tulungagung dan semua Dosen-dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Almamater yang saya banggakan, Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Motto

Bermimpi adalah langkah awal dari keberhasilan, tetapi mimpi akan tetap semu jika tidak ada tindakan nyata

(Rukia Kuchiki)

Do the best, be good, then you will be the best. Be your self and be success
“lakukan lah yang terbaik, bersikap lah yang baik maka kau akan menjadi orang yang terbaik, jadilah diri sendiri dan semoga sukses”

“if you fall a thousand times, stand up millions of time because you do not know how close you are to success”
jika Kamu jatuh ribuan kali, berdirilah jutaan kali karena kamu tidak tahu seberapa dekat kamu dengan kesuksesan

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dinar Adibya Wirawan

NIM : 121910201042

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “RANCANG BANGUN DAN IMPLEMENTASI ANTENA MIKROSTRIP *MEANDERLINE* DENGAN METODE *LINE FEED* PADA SISTEM *MONITORING* PH AIR” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan 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 ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 22 Januari 2018
Yang menyatakan,

Dinar Adibya Wirawan
NIM. 121910201042

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN DAN IMPLEMENTASI ANTENA MIKROSTRIP
MEANDERLINE DENGAN METODE *LINE FEED* PADA SISTEM
MONITORING PH AIR**

Oleh

**Dinar Adibya Wirawan
NIM 121910201042**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dodi Setiabudi, S.T.,M.T

NIP. 198405312008121004

Dosen Pembimbing Anggota: Prof. Dr. Ir. Bambang Sujanarko, M.M.

NIP. 196312011994021002

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**RANCANG BANGUN DAN IMPLEMENTASI ANTENA MIKROSTRIP MEANDERLINE DENGAN METODE LINE FEED PADA SISTEM MONITORING PH AIR**” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Selasa, 23 Januari 2018

Tempat : Ruang Ujian 1 Fakultas Teknik Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dodi Setiabudi, S.T., M.T
NIP. 198405312008121004

Prof. Dr. Ir. Bambang Sujanarko, M.M.
NIP. 196312011994021002

Penguji 1,

Penguji 2,

Widya Cahyadi, S.T., M.T.
NIP. 198511102014041001

Catur Suko Sarwono, S.T., M.Si
NIP. 196801191997021001

Mengesahkan
Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M.
NIP. 196005061987021001

Rancang Bangun dan Implementasi Antena Mikrostrip *Meanderline* dengan metode *Line Feed* pada Sistem *Monitoring pH* Air

Dinar Adibya W

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Antena merupakan sarana untuk memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik yang terdapat sinyal informasi didalamnya. Antena mikrostrip merupakan salah satu antena *low profile* yang dapat diintegrasikan pada bidang garis yang dicetak dengan jaringan dan alat aktif. Kinerja antena mikrostrip *Meanderline* dapat bekerja pada sistem *monitoring pH* air dengan mengetahui frekuensi kerja dari RF APC220 yaitu pada frekuensi 418-455 MHz. Perancangan antena mikrostrip *meanderline* terbaik berupa simulasi diperoleh frekuensi kerja pada 434 Mhz dengan nilai parameter VSWR sebesar 1.2281, *return loss* sebesar -19.7979 dB, dan *bandwidth* sebesar 6.996 Mhz, sedangkan pada antena fabrikasi memiliki nilai optimum yang bekerja pada frekuensi 423 Mhz dengan parameter VSWR sebesar 1.08, *return loss* -28.50 dB, dan *bandwidth* sebesar 19.92 Mhz. Acuan terbaik antena mikrostrip memiliki jarak kerja optimal pada 460 meter, dan saat menggunakan antena perancangan yang berupa antena mikrostrip *meanderline* mencapai jarak optimal 500 meter. Pengukuran jarak transmisi data dari sistem *monitoring* pada kondisi NLOS dengan menggunakan antena *default* yang berupa antena *monopole* memiliki jarak kerja optimal pada 180 meter, dan saat menggunakan antena perancangan yang berupa antena mikrostrip *meanderline* mencapai jarak optimal 240 meter

Kata Kunci: Antena mikrostrip, *Meanderline*, sistem *monitoring pH*

Meanderline Microstrip Antena Prototype and Implementation with line Feed Method for Water pH Monitoring System

Dinar Adibya W

Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember

ABSTRACT

Antenna is a medium to transmit or receive electromagnetic waves that contain information. Microstrip antenna is one of the low profile antenna that can be integrated into the field of lines printed with networks and active devices. Meanderline mikrostrip antena performance could be used on water pH monitoring system by knowing the working frequency of RF APC220 that is at frequency 418-455 MHz. The best design of meanderline mikrostrip antenna could be achieved in the simulation, which has working frequency at 434 Mhz, with VSWR parameter equal to 1.2281, return loss equal to -19.7979 dB, and bandwidth equal to 6,996 Mhz, while our designed antenna has optimum value that works at 423 Mhz with VSWR parameter equal to 1.08, return loss -28.50 dB, and bandwidth of 19.92 Mhz. The best reference of the microstrip antenna has an optimal working distance of 460 meters, while our designed meanderline mikrostrip antena reaches an optimal distance of 500 meters. Measurement of data transmission distance from the monitoring system under NLOS conditions using default monopole antenna has an optimal working distance of 180 meters, while our designed meanderline mikrostrip antenna reaches an optimum distance of 240 meters.

Keywords :Microstrip Antenna, Meanderline, monitoring ph system

RINGKASAN

Rancang Bangun dan Implementasi Antena Mikrostrip *Meanderline* dengan metode *Line Feed* pada Sistem *Monitoring pH* Air; Dinar Adibya Wirawan, 121910201042; 2018; 140 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Antena merupakan sarana untuk memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik yang terdapat sinyal informasi didalamnya. Jenis antena terbagi menjadi tiga jenis, antena mikrostrip merupakan salah satunya. Antena mikrostrip merupakan salah satu antena *low profile* karena memiliki beban yang ringan, mudah disesuaikan bentuknya dengan biaya pembuatan yang rendah. *Monitoring* merupakan proses pemantauan parameter suatu obyek (benda, ruang, kondisi alam) agar mampu membuat pengukuran melalui waktu yang menunjukkan pergerakan ke arah tujuan atau menjauh dari arah tujuan (Dewi, 2016). Dalam proses *monitoring* parameter suatu obyek, hasil pemantauan parameter di kirimkan ke tempat lain melalui proses pengiriman data baik dengan menggunakan kabel maupun tanpa menggunakan kabel (*wireless*).

Pada Penelitian ini dilakukan sebuah perancangan antena dan sebuah perangkat sistem *monitoring* pH air dan melakukan analisa. Tujuan penelitian ini berguna untuk memperoleh sebuah perancangan antena mikrostrip *meanderline* yang mampu bekerja pada sistem *monitoring* berbasis RF APC220. Dimana penelitian ini bermanfaat untuk pengembangan sistem *wireless* pada sistem *monitoring*.

Modul yang digunakan pada transmisi sistem *monitoring* ini menggunakan RF APC220 yang menggunakan antena *monopole* sebagai antenanya yang mampu menjangkau jarak 1 kilometer pada kondisi LOS seperti yang terdapat pada *datasheet*, tetapi pada penggunaan RF APC220 tidak sama dengan yang terdapat pada data *sheet* dengan jarak maksimal yang dapat dijangkau 400 Meter pada kondisi LOS. Sensor yang digunakan pada sistem *monitoring* ini menggunakan

sensor pH. Antena pengujian yang digunakan untuk perbandingan dengan antena *monopole* yaitu antena mikrostrip *meanderline*.

Pengujian yang dilakukan pada penelitian meliputi pengujian antena dan juga pengujian jarak pada sistem, pada pengujian antena dilakukan pengujian VSWR, *Return Loss*, Bandwidth, dan pola radiasi dengan pengujian secara simulasi dan juga uji laboratorium. Dari pengujian antena yang dilakukan diperoleh nilai yang bagus dan memenuhi standar pembuatan antena, selanjutnya dilakukan pengujian sistem *monitoring* pH air dan diperoleh pada kondisi LOS menggunakan antena *monopole* diperoleh jarak pengiriman maksimum pada ketinggian 3 meter dan baudrate 4800 bps dengan jarak maksimum pengiriman 460 meter, sedangkan dengan menggunakan antena mikrostrip *meanderline* diperoleh jarak maksimum 500 meter dengan kondisi ketinggian 3 meter dan baudrate 4800. Pada kondisi NLOS diperoleh jarak maksimum pengiriman dengan menggunakan antena *monopole* sejauh 180 meter pada ketinggian 3 meter dan baudrate 4800 sedangkan menggunakan antena mikrostrip *meanderline* diperoleh jarak maksimum pengiriman 240 pada baudrate 4800 dengan ketinggian 3 meter.

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu perancangan antena mikrostrip *meanderline* pada simulasi maupun fabrikasi memenuhi standar untuk pembuatan antena, dengan frekuensi kerja 434 MHz, nilai VSWR sebesar 1.288, *return loss* sebesar -19.7979 dB, dan bandwidth 6.996 pada simulasi dan pada antena yang telah difabrikasi diperoleh frekuensi kerja 423 MHz dengan nilai VSWR 1.08, *return loss* 28.50 dB dan bandwidth sebesar 19.92 MHz. Pada pengukuran jarak transmisi pada kondisi LOS dengan menggunakan antena *monopole* antena tersebut mampu bekerja optimal pada jarak 460 meter dan pada antena mikrostrip *meanderline* mampu bekerja optimal pada jarak 500 meter, sedangkan pada kondisi NLOS antena *monopole* mampu bekerja optimum pada jara 180 meter dan antena mikrostrip *meanderline* mampu bekerja optimum pada jarak 240 meter.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang maha kuasa atas segalanya, karena dengan ridho, hidayah dan petunjukNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan berbagai pihak yang turut memberikan bantuan berupa motivasi, inspirasi, bimbingan, doa, fasilitas dan dukungan lainnya yang membantu memperlancar pengerjaan skripsi ini. untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada.

1. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M., Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T., Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember;
3. Bapak Dodi Setia Budi, S.T., M.T. dan Bapak Prof. Dr. Ir Bambang Sujanarko, M.M., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing menyelesaikan tugas akhir ini;
4. Bapak Widya Cahyadi, S.T., M.T. dan bapak Catur Suko Sarwono, S.T., M.Si., selaku dosen penguji yang sudah memberikan saran untuk memperbaiki tugas akhir ini;
5. Kedua Orang tua Ayah Suradi dan Mama Tri Sunarlin., yang telah membesarkan, mendidik, mendoakan tiada henti, memberi motivasi semangat, menitikkan air mata dan memberi kasih sayang yang tak pernah habis serta pengorbanannya selama ini;
6. Saudara-saudaraku Dinar Sulbianto Dwi Atmojo dan Dinar Risky Agung Wismada Serta Penyemangatku Siti Nur Farida;
7. Keluarga Pak Jaya Awang Kharisma Asad A, Krisnawan Putra Kumala, Achmad Yusuf Ali S, Vicky Fahriza M, Augyna Swietenia P, dan Rizky Toursiadi yang selalu memberi dukungan moral dan material kepada saya;
8. Keluarga besar teknik eletro 2012 SATE UJ yang tidak bisa disebutkan satu persatu;
9. LPG team Aditya Inas F, Pratama Ciptaning, dkk ;

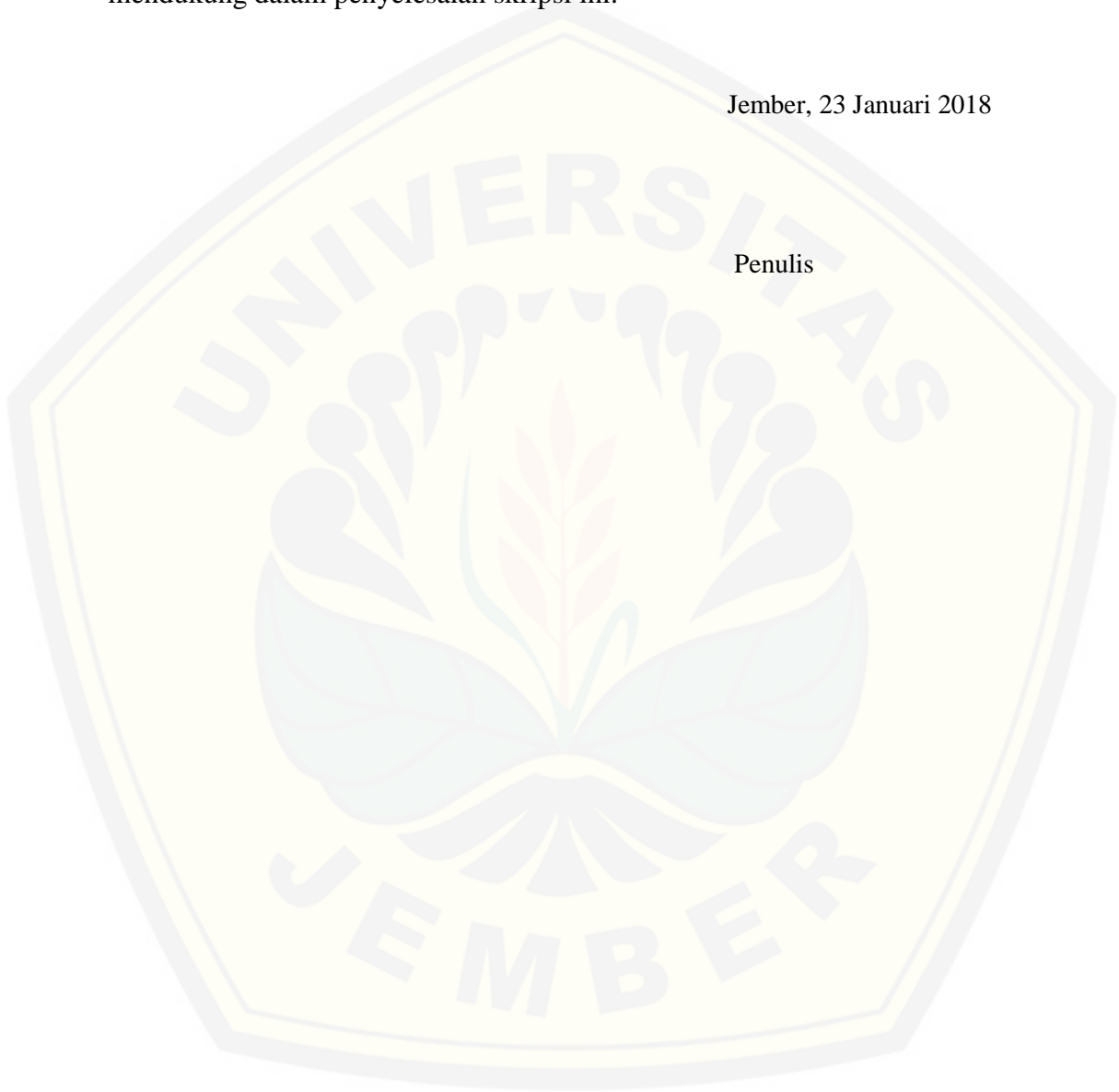
10. Terimakasih juga kepada Lunatics Guild yang selalu berbagi tawa canda bersama;

11. Seluruh teman kos perumahan sumberalam blok F no 4

Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah mendukung dalam penyelesaian skripsi ini.

Jember, 23 Januari 2018

Penulis



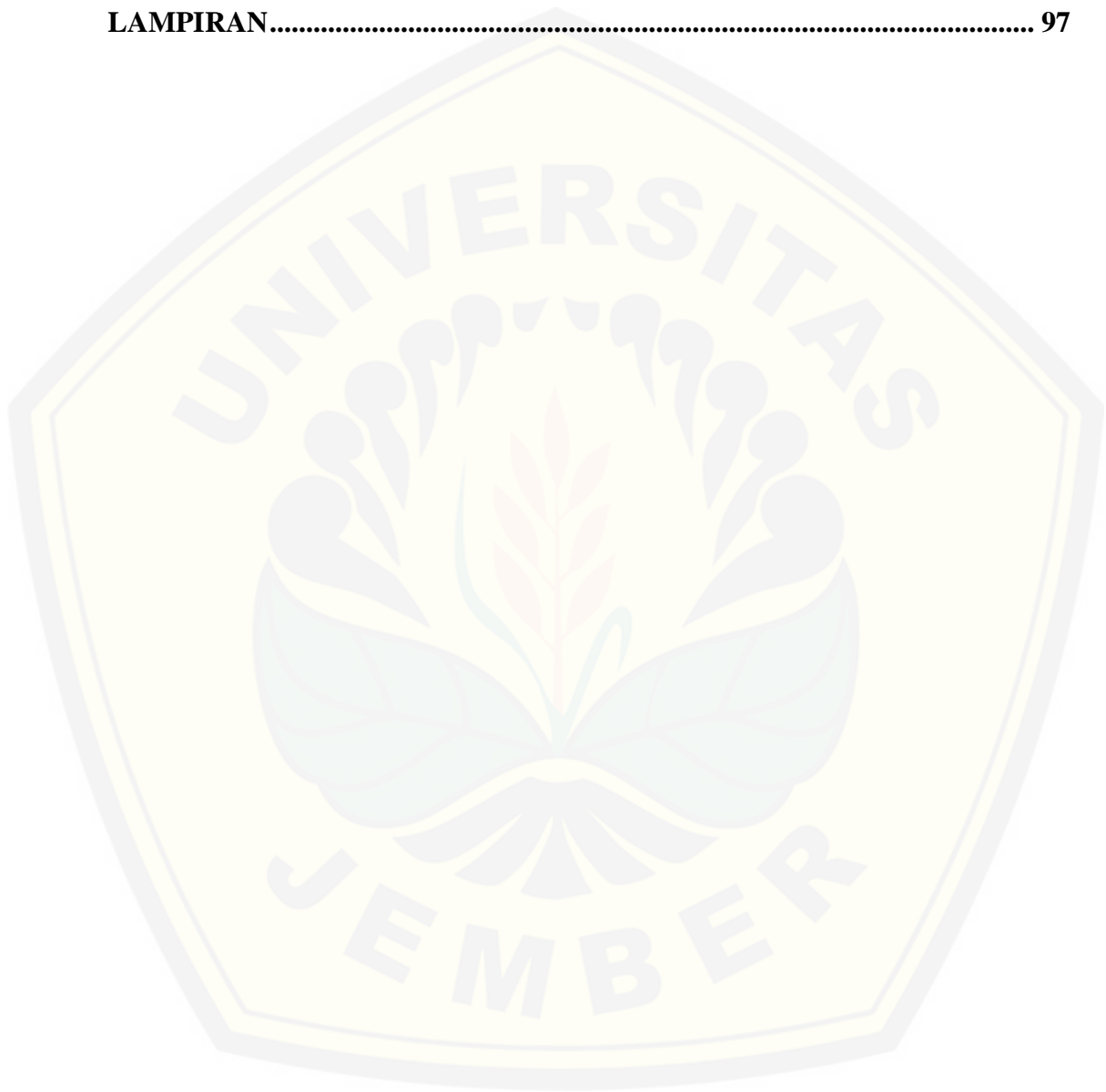
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
TUGAS AKHIR	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRAK INGGRIS	viii
RINGKASAN	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xx
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Hasil Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Konsep Dasar Antena	7
2.3 Parameter Dasar Antena	7
2.3.1 Pola Radiasi.....	7
2.3.2 Directivity (keterarahan)	8
2.3.3 Gain (penguatan).....	9
2.3.4 Return Loss	10

2.3.5	VSWR (Voltage Standing Wave Ratio).....	11
2.3.6	Bandwidth	11
2.3.7	Polarisasi	12
2.4	Antena Mikrostrip.....	13
2.4.1	Teknik Pencatuan Antena Mikrostrip	14
2.4.2	Mikrostrip <i>Line Feed</i>	14
2.4.3	<i>Coaxial Feed</i>	15
2.5	Antena Mikrostrip <i>Meanderline</i>.....	16
2.5.1	Dimensi Antena Mikrostrip <i>meanderline</i>	17
2.6	Sistem Komunikasi.....	18
2.7	Modul Radio APC220	19
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....		21
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.1.1	Tempat penelitian.....	21
3.1.2	Waktu penelitian	22
3.2	Alat dan Bahan	23
3.2.1	Alat.....	23
3.2.2	Bahan.....	23
3.3	Tahap Penelitian.....	23
3.4	Perancangan Sistem	25
3.4.1	Blok sistem.....	25
3.5	<i>Flowchart</i> Perancangan Antena	26
3.6	Perancangan Desain Antena mikrostrip	28
3.6.1	Penentuan frekuensi kerja	28
3.6.2	Spesifikasi Dimensi substrat	29
3.6.3	Perancangan Dimensi Antena Mikrostrip <i>Meanderline</i>	29
3.6.4	Perancangan Dimensi saluran transmisi.....	31
3.6.5	Hasil Desain perancangan mikrostrip <i>meander-line</i>	34
3.6.6	Teknik Fabrikasi Antena Mikrostrip <i>Meanderline</i>	34
3.6.6.1	Pencetakan Pola Antena Mikrostrip pada Substrat	34
3.6.6.2	Pemasangan Konektor	35

3.7	Pengujian dan Analisa Parameter Antena <i>Meanderline</i>	35
3.7.1	Pengujian secara simulasi	35
3.7.2	Pengujian Antena Menggunakan <i>Spectrum Analyzer</i>	36
3.7.3	Analisa parameter antena mikrostrip <i>meanderline</i>	41
3.7.4	Analisa perhitungan error pada sensor pH	41
3.8	Perencanaan Sistem <i>Monitoring</i>	42
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN		45
4.1	Pengujian Desain Antena Menggunakan HFSS V13	45
4.1.1	Pengujian Return Loss	45
4.1.2	Pengujian VSWR	46
4.1.3	Pengujian Bandwidth	47
4.1.4	Pengujian Gain	48
4.1.5	Pengujian pola radiasi	50
4.2	Dimensi dan Bentuk Antena Mikrostrip <i>Meanderline</i>	54
4.3	Pengujian Performasi Antena <i>Meanderline</i>	55
4.3.1	Performasi return loss	55
4.3.2	Performasi VSWR.....	60
4.3.3	Performasi <i>bandwidth</i>	62
4.3.4	Performasi <i>gain</i>	63
4.3.5	Performasi pola radiasi.....	64
4.3.6	Performasi pola radiasi pada bidang H	64
4.3.7	Performasi Pola Radiasi pada bidang E	67
4.3.8	Perfomasi Pola Radiasi Total	69
4.3.9	Performasi Keseluruhan Antena Mikrostrip <i>Meanderline</i>	71
4.4	Analisa Hasil Simulasi dan Pengukuran	73
4.4.1	Hasil pengukuran dan simulasi <i>Return Loss</i> dan <i>VSWR</i>	73
4.4.2	Analisis Pola Radiasi secara Simulasi dan pengukuran	76
4.5	Pengujian Implementasi Pada Sistem <i>Monitoring PH Air</i>	78
4.5.1	Pengujian Sensor Ph air	80
4.5.2	Pengukuran Pada Kondisi LOS.....	81
4.5.3	Pengukuran paket loss kondisi N-LOS	88

BAB 5. PENUTUP	94
5.1 Kesimpulan	94
5.2 Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	96
LAMPIRAN	97

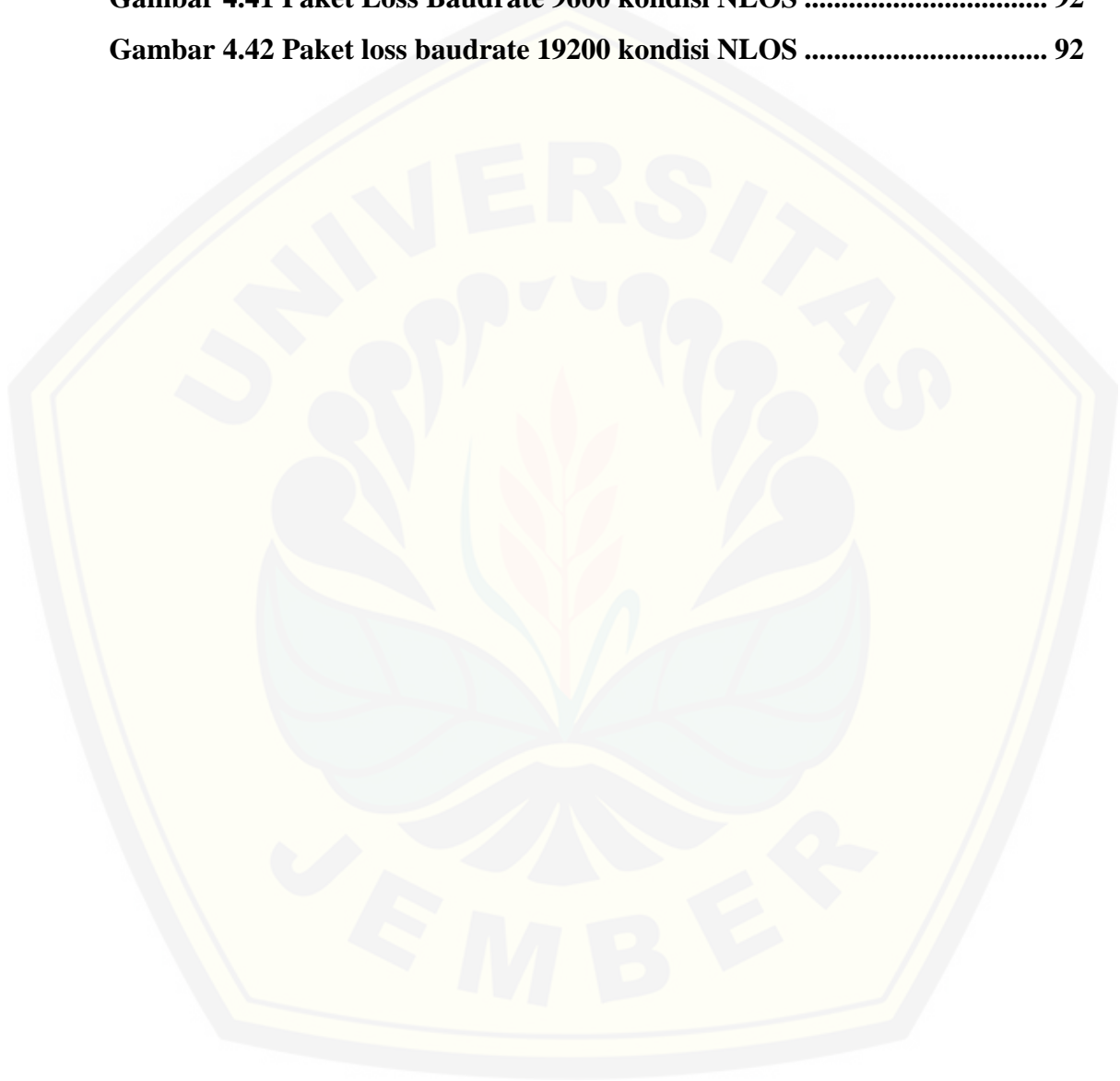


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.2 Struktur antena mikrostrip	13
Gambar 2.3 macam-macam bentuk elemen mikrostrip.....	14
Gambar 2.4 mikrostrip line feed.....	15
Gambar 2.5 Pencatuan coaxial <i>feed</i>	15
Gambar 2.6 Mikrostrip <i>meanderline</i>	16
Gambar 2.7 Sistem Komunikasi	19
Gambar 2.8 Modul APC220.....	19
Gambar 2.9 Pin konfigurasi APC220.....	20
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian.....	23
Gambar 3.1 Blok diagram sistem	25
Gambar 3.2 Flowchart perancangan antena mikrostrip	28
Gambar 3.4 Hasil simulasi Txline2003 dengan impedansi 50ohm	32
Gambar 3.5 Desain antena mikrostrip <i>meanderline</i>	34
Gambar 3.6 Rangkaian Kalibrasi Antena	37
Gambar 3.7 Kalibrasi Antena.....	37
Gambar 3.7 Skema rangkaian konfigurasi <i>meanderline</i>	38
Gambar 3.8 konfigurasi antena <i>meanderline</i>	38
Gambar 3.9 Frekuensi resonansi antena mikrostrip <i>meanderline</i>	39
Gambar 3.10 Grafik bandwidth antena mikrostrip <i>meanderline</i>	39
Gambar 3.11 Rangkaian pengukuran Gain antena.....	40
Gambar 3.12 pengukuran pola radiasi	41
Gambar 3.13 Rencana sistem <i>monitoring</i>	42
Gambar 4.1 grafik plot <i>return loss</i>	46
Gambar 4.2 grafik nilai VSWR antena mikrostrip <i>meanderline</i>	47
Gambar 4.3 grafik <i>bandwidth</i>	48
Gambar 4.4 gain 3D satuan dB.....	49
Gambar 4.5 gain dengan grafik plot satuan dB	49
Gambar 4.6 3D gain antena satuan dBm.....	50

Gambar 4.7 Grafik plot gain satuan dBm	50
Gambar 4.8 pola radiasi 3D	51
Gambar 4.9 Pola radiasi 2D	51
Gambar 4.11 <i>spectrum analyzer</i> GW instek GSP-827.....	55
Gambar 4.12 Skema pengukuran <i>return loss</i>	56
Gambar 4.13 Rangkaian Pengukuran <i>Return loss</i>	56
Gambar 4.14 <i>display return loss</i> pada <i>spectrum analyzer</i>	57
Gambar 4.15 grafik <i>return loss</i> pengukuran.....	59
Gambar 4.16 grafik VSWR.....	61
Gambar 4.17 <i>marking</i> frekuensi <i>bandwidth</i>	62
Gambar 4.18 pengukuran pola radiasi pada bidang H.....	65
Gambar 4.19 Pola radiasi bidang H.....	67
Gambar 4.20 Pola radiasi pada bidang E.....	69
Gambar 4.21 Pola Radiasi Total.....	71
Gambar 4.22 Grafik perbandingan <i>return loss</i>	74
Gambar 4.23 Perbandingan VSWR.....	74
Gambar 4.24 Pola Radiasi Simulasi	76
Gambar 4.25 Pola Radiasi secara Pengukuran.....	77
Gambar 4.26 Perancangan sistem <i>monitoring</i> PH Air	78
Gambar 4.27 pengaturan frekuensi kerja pada receiver	79
Gambar 4.28 Pengaturan frekuensi kerja pada <i>transmitter</i>	79
Gambar 4.29 Implementasi antena pada sistem <i>monitoring</i> PH air kondisi LOS.....	80
Gambar 4.30 Tampilan <i>logger</i> pada laptop.....	80
Gambar 4.31 Pengujian pada kondisi LOS.....	82
Gambar 4.32 Grafik paket loss baudrate 4800 kondisi LOS.....	82
Gambar 4.33 Paket loss baudrate 9600 bps kondisi LOS	83
Gambar 4.34 Grafik paket loss baudrate 19200 bps kondisi LOS.....	84
Gambar 4.35 grafik paket loss baudrate 4800 bps kondisi LOS.....	85
Gambar 4.36 Grafik paket loss baudrate 9600 kondisi LOS.....	86
Gambar 4.37 Grafik paket loss baudrate 19200 kondisi LOS.....	86

Gambar 4.37 Paket Loss baudrate 4800 kondisi NLOS.....	88
Gambar 4.38 Paket Loss Baudrate 9600 kondisi NLOS	89
Gambar 4.39 Paket loss baudrate 19200 kondisi NLOS	90
Gambar 4.40 Paket loss Baudrate 4800 kondisi NLOS.....	91
Gambar 4.41 Paket Loss Baudrate 9600 kondisi NLOS	92
Gambar 4.42 Paket loss baudrate 19200 kondisi NLOS	92



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Matriks Permasalahan.....	5
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	22
Tabel 3.2 Standar nilai parameter antenna	36
Tabel 3.3 Antena mikrostrip <i>meanderline</i>	41
Tabel 3.4 perhitungan error pada sensor pH	42
Tabel 3.5 Kondisi LOS.....	43
Tabel 3.6 Kondisi N-LOS	44
Tabel 4.1 Analisa parameter antenna mikrostrip <i>meanderline</i> secara simulasi	52
Tabel 4.2 Analisa parameter <i>meanderline</i> secara simulasi	53
Tabel 4.3 data level daya pada spectrum analyzer	57
Tabel 4.4 Return Loss dari hasil pengukuran <i>spectrum analyzer</i>	58
Tabel 4.5 Data nilai VSWR	60
Tabel 4.6 Sample Gain Antena <i>meanderline</i>	64
Tabel 4.7 Pengukuran pola radiasi bidang H.....	65
Tabel 4.8 Pengukuran pola radiasi bidang E	67
Tabel 4.9 Data normalisasi Bidang H dan E	69
Tabel 4.10 Analisa Parameter antenna Mikrostrip Secara Uji Laboratorium	71
Tabel 4.11 Data pengukuran dengan Simulasi.....	75
Tabel 4.12 Data perbandingan sensor pH dengan pH meter.....	81
Tabel 4.15 Perbandingan paket loss antenna <i>monopole</i> dan <i>meanderline</i> pada kondisi LOS	87
Tabel 4.18 Perbandingan paket loss antenna <i>monopole</i> dan <i>meanderline</i> pada kondisi NLOS	93

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Antena merupakan sarana untuk memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik yang terdapat sinyal informasi didalamnya. Antena mikrostrip merupakan salah satu antena *low profile* karena memiliki beban yang ringan, mudah disesuaikan bentuknya dengan biaya pembuatan yang rendah. Antena mikrostrip dapat terintegrasi dengan bidang garis yang dicetak pada jaringan dan alat aktif. Antena ini terdiri dari tiga komponen, sebuah bidang (*patch*) yang memancar di salah satu sisi lapisan (substrat) dielektrik yang memiliki bidang dasar (*ground plane*). Antena mikrostrip yang dibuat secara tersusun merupakan mikrostrip *array* (Adhe, 2011).

Teknik pencatutan antena mikrostrip yang akan dilakukan menggunakan *line feed* yang merupakan metode kontak langsung, dengan menghubungkan konektor langsung ke *patch* peradiasi. Perancangan antena mikrostrip yang dilakukan terkait sistem *monitoring* yang menggunakan sensor pH air untuk mengetahui jarak transmisinya. Penelitian yang dilakukan Yusuf (2015) tentang “sistem pemantau lobster air tawar berbasis jaringan sensor nirkabel”, hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa dalam membuat sistem menggunakan pemantauan kondisi kolam berupa pH, suhu, dan kadar garam. Modul yang digunakan pada media *wireless* menggunakan modul RF APC220 dengan antena *default* berupa antena monopole sebagai *transceiver*-nya dan memperoleh nilai jarak maksimal pada transmisinya sejauh 51,5 m dengan *delay* maksimal 1 detik

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Susana (2015) tentang “Sistem *Monitoring* Pendeteksi Kebocoran LPG Berbasis Mikrokontroler Atmega 16 menggunakan RF APC220”, hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem menggunakan sensor gas, dan RF APC220 sebagai media transmisi dengan menggunakan antena *default* dan memperoleh jarak maksimum transmisi sejauh 200m. Selanjutnya apabila dilihat dari kedua penelitian diatas dapat diketahui bahwa keduanya sama-sama menggunakan RF APC220 dengan sistem *monitoring*

sensor yang berbeda menunjukkan bahwa keduanya tidak bisa memaksimalkan jarak transmisi data yang dikirim maupun diterima.

Selanjutnya berdasarkan penelitian Jiang (2009), Sistem pemantauan lingkungan air berdasarkan jaringan sensor nirkabel ini menjelaskan bahwa sistem telah berhasil menyelesaikan pemantauan otomatis terhadap suhu air dan lingkungan nilai pH buatan danau. Kapasitas pengukuran sistem berkisar antara 0 sampai 80 ° C untuk suhu air, dengan akurasi $\pm 0,5$ ° C; dari 0 sampai 14 pada nilai pH, dengan akurasi pH $\pm 0,05$ unit. Sensor yang berlaku untuk skenario kualitas air yang berbeda harus dipasang di node untuk memenuhi permintaan pemantauan untuk berbagai lingkungan air dan untuk memperoleh parameter yang berbeda dengan sistem pemantauan menggunakan prospek penerapan yang luas.

Berdasarkan beberapa sumber penelitian tersebut penulis memperoleh ide untuk memberikan solusi berupa perancangan untuk melakukan optimasi pada proses transmisi sistem *monitoring* jarak jauh dengan menggunakan perancangan berupa antena mikrostrip *meanderline* dengan metode pencatutan *line feed* yang akan digunakan sebagai *transmitter* sekaligus *repeater* pada sistem *monitoring* pH air berbasis radio frekuensi APC220 yang mampu bekerja pada range frekuensi 418-455 MHz. Simulasi perancangan yang akan dibuat menggunakan software HFSS v13. Adapun parameter utama yang akan dianalisis yaitu *VSWR* (*Voltage Standing Wave Ratio*), polarisasi, *return loss*, *bandwidth*, *gain*, *directivity*, dan juga pola radiasi.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas maka diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara memperoleh perancangan antena mikrostrip *meanderline* sehingga mampu diaplikasikan pada sistem *monitoring* berbasis radio frekuensi APC220?
2. Bagaimana acuan kinerja terbaik antena mikrostrip *meanderline* yang diimplementasikan pada sistem *monitoring* pH air berbasis radio frekuensi APC220?

1.3 Batasan Masalah

Dalam membatasi materi yang akan diteliti pada tugas akhir ini, penulis memberikan batasan sebagai berikut:

1. Antena yang dirancang berupa antena mikrostrip *meanderline*
2. Antena mikrostrip *meanderline* yang dibuat akan dijadikan *transmitter*
3. Frekuensi kerja antena yang dirancang adalah 434 MHz
4. Substrat yang digunakan berbahan FR-4 epoxy
5. Parameter yang akan dianalisis berupa VSWR, polarisasi antena, *return loss*, *bandwidth*, *gain*, *directivity* dan juga pola radiasi.
6. Tidak membahas sisi elektronika
7. Simulasi yang dilakukan menggunakan *software* HFSS v13
8. Pengaplikasian antena ini diterapkan pada sistem *monitoring* pH air berbasis radio frekuensi APC220

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kinerja dari antena mikrostrip *meanderline* pada pengaplikasian sistem *monitoring* berbasis radio frekuensi APC220
2. Memperoleh rancangan antena mikrostrip *patch* terbaik yang mampu diaplikasikan pada sistem *monitoring* berbasis radio frekuensi APC220
3. Mengetahui acuan kinerja terbaik antena mikrostrip yang akan diimplementasikan pada sistem *monitoring* pH air berbasis radio frekuensi APC220

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Mampu mengetahui kinerja antena mikrostrip *meanderline* pada sistem *monitoring* pH air berbasis radio frekuensi APC220
2. Memperoleh rancangan antena mikrostrip *meanderline* yang sesuai pada pengaplikasian sistem *monitoring* pH air berbasis radio frekuensi APC220
3. Menghasilkan model antena mikrostrip *meanderline* yang mampu bekerja pada frekuensi 434 MHz
4. Sebagai referensi, dan sumber informasi untuk peneliti selanjutnya

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar penyusunan proposal skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan pembahasan, manfaat pembahasan dan sistematika pembahasan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang tinjauan pustaka yang menguraikan pendapat-pendapat atau hasil-hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan, landasan teori merupakan penjabaran dari tinjauan pustaka.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan tentang metode kajian yang digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang analisa yang telah didapat dari proses perhitungan.

BAB 5. PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan tugas akhir ini dan saran dari penulis untuk pengembangan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka sebagai daftar acuan dalam melakukan penelitian tugas akhir yang saat ini dikerjakan. Tinjauan pustaka berguna dapat memperdalam wawasan dan mengembangkan ilmu pengetahuan yang telah ada, sehingga bidang keilmuan penelitian yang diteliti akan mengalami perkembangan dan peningkatan.

2.1 Hasil Penelitian Sebelumnya

Matriks Permasalahan ini dapat memberikan wacana bagi peneliti agar dapat mengulas lebih dalam tentang topik yang diteliti serta dapat memberikan masukan lebih berarti bagi permasalahan yang diteliti. Informasi selengkapnya mengenai pustaka penelitian peneliti lain serta pembahasan terkait solusi, saran terhadap kesamaan konsep dengan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Hasil Penelitian Sebelumnya

No	Pustaka	Solusi	Metode	Hasil	Pesan/Saran
1.	Sistem Pemantau Lobster Air Tawar Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel (Candra Yusuf B A, 2015)	Melakukan perancangan Sebuah Sistem <i>monitoring</i> menggunakan jaringan sensor nirkabel untuk pemantauan Lobster air tawar, dengan menggunakan modul APC220 sebagai modul transmisi dan ICOMSATSIM900 sebagai pengirim pesan dari atmega 328 yang terhubung pada sensor suhu, pH, dan juga kadar garam.	Menggunakan modul APC220 sebagai media transmisi, yang menggunakan antena default berupa antena monopole	Diperoleh nilai jarak maksimal transmisi sejauh 50 meter dengan delay pengiriman 1 detik.	Diperlukan cara untuk meningkatkan jarak transmisi yang sesuai data sheet untuk apc220 bisa mencapai 1000m/1km

2.	Sistem <i>Monitoring</i> Pendeteksi Kebocoran LPG Berbasis Mikrokontroller ATmega 16 Menggunakan RF APC220 (Ratna Susana, 2015)	Melakukan perancangan Sebuah Sistem <i>monitoring</i> untuk mendeteksi kebocoran LPG dengan transmisi nirkabel menggunakan RF APC220 sebagai medianya. Dengan menggunakan sensor gas MQ5 untuk detectornya.	Perancangan Sistem ini Menggunakan antena default pada RF APC220 yang berupa antena monopole dengan software RF-ANET yang diinstall pada PC	Diperoleh jarak pengiriman maksimal pada proses transmisi sejauh 200 Meter	Perlu dicoba untuk penggunaan antena lain yang bisa diintegrasikan pada sistem, sehingga bisa memperoleh jarak transmisi maksimal APC220.
3.	Design of a water environment <i>monitoring</i> system based on wireless sensor networks (Peng Jiang, dkk 2009)	Melakukan pemantauan otomatis terhadap suhu air dan lingkungan nilai pH buatan danau dengan WSN	Menggunakan zigbee wireless communication program	Diperoleh Kapasitas pengukuran sistem berkisar antara 0 sampai 80 °C untuk suhu air, dengan akurasi $\pm 0,5$ °C; dari 0 sampai 14 pada nilai pH, dengan akurasi pH $\pm 0,05$ unit.	Menggunakan jaringan nirkabel lain untuk memperoleh hasil yang berbeda
4.	Enhancement of bandwidth and gain of mikrostrip antena applicable for 430 MHz Wind profiling radar using eleptical slot (Debajyoti Chatterjee and Jayasree, 2013)	Melakukan pengembangan antena mikrostrip yang mampu bekerja pada frekuensi 430 MHz	Antena yang dirancang berupa mikrostrip <i>patch</i> rectangular dengan simulasi yang digunakan berupa software IE3D	Memperoleh peningkatan bandwidth pada <i>patch</i> elemen tunggal. Dan pada elemen yang di array diperoleh 18%-26% dari bandwidth semula	Peningkatan gain maupun banadwidth pada antena dapat dilakukan dengan melakukan array pada antena yang dibuat

2.2 Konsep Dasar Antena

Antena merupakan media yang penting pada system komunikasi radio dan merupakan media peralihan antara ruang bebas dengan piranti pemandu. Antena berfungsi untuk menggerakkan energy elektromagnetik dari sumber pemancar ke antena atau dari antena ke penerima. Hal ini antena dapat dibedakan menjadi antena *transmitter* dan antena *receiver* (Balanis, 1997).

Perancangan antena yang baik merupakan perancangan dari suatu antena yang mampu mentransmisikan daya maksimal dengan keterarahan yang sesuai dengan receiver. Pada transmisi antena juga terdapat rugi-rugi yang terjadi pada proses pengiriman gelombang elektromagnetik, sekaligus terjadi kondisi tidak *matching* antara saluran transmisi dan antena, sehingga pada proses perancangan antena perlu mempertimbangkan *matching* impedansinya.

2.3 Parameter Dasar Antena

Penggambaran performa dari suatu antena memerlukan pendefinisian berbagai parameter antena. Beberapa parameter pada antena juga saling berhubungan dan semuanya tidak perlu disebutkan untuk menggambarkan performa antena secara keseluruhan (Balanis, 1997).

Perancangan sebuah antena terdapat beberapa karakteristik yang perlu diperhatikan sehingga bisa memperoleh perancangan sekaligus kondisi antena yang sesuai dalam kinerjanya. Karakteristik yang terdapat pada antena antara lain : intensitas radiasi, pola radiasi, polarisasi, *directivity*, *bandwidth*, *beamwidth*, *gain*, *VSWR*, efisiensi antena, dan *return loss*.

2.3.1 Pola Radiasi

Pola radiasi pada antena biasa didefinisikan sebagai fungsi matematis atau penggambaran radiasi yang berkaitan dengan kekuatan gelombang radio yang di transmisikan oleh antena maupun tingkat penerimaan sinyal yang diterima oleh antena pada sudut yang berbeda. Pola radiasi pada antena biasanya digambarkan dengan bentuk plot 3 dimensi, pola antena 3 dimensi ini biasanya dibentuk dari dua

pola radiasi yaitu berupa pola elevasi dan pola azimuth. Bentuk pola radiasi antenna terbagi menjadi tiga yaitu *isotropic*, *directional* dan *omnidirectional*. Pola radiasi pada antenna dapat dihitung dengan perbandingan dari daya pada sudut 0 derajat (radiasi daya maksimum) dengan daya pada sudut tertentu. Maka Pola radiasi (P) dapat dinyatakan (Balanis, 1997):

$$P(dB) = 10 \log \frac{P_0}{P_T} (dB) \quad (2.1)$$

$$P(dB) = 10 \log P_0 - 10 \log P_T$$

Dengan:

P = Intensitas radiasi antenna pada sudut tertentu (dB)

P_0 = daya yang diterima antenna pada sudut 0° (watt)

P_T = Daya yang diterima antenna pada sudut tertentu (watt)

Perancangan antenna dilakukan dengan mengkonsentrasikan energy pada satu arah tertentu sehingga transmisi yang dilakukan bisa terarah. Hasil konsentrasi tersebut akan memperoleh pola radiasi yang paling tinggi atau biasa disebut dengan *major lobe*, ukuran konsentrasi pada *major lobe* tersebut disebut beamwidth.

2.3.2 Directivity (keterarahan)

Directivity merupakan perbandingan antara densitas daya antenna pada jarak sebuah titik tertentu relative terhadap sebuah radiator isotropis. Radio isotropis didefinisikan sebagai hipotesis antenna tanpa rugi yang mempunyai radiasi sebanding pada semua arah. Walaupun pola radiasi seperti itu merupakan pola radiasi ideal tetapi secara perancangan tidak bisa di fabrikasi, tetapi sering digunakan sebagai antenna acuan untuk keterarahan suatu antenna. Sehingga dapat diketahui *directivity* memiliki kata lain yaitu kemampuan suatu antenna dalam mengkonsentrasikan energinya pada satu arah tertentu.

Pola radiasi tersebut dapat digunakan sebagai keterarahan suatu antenna, tingkat keterarahan semakin baik saat kondisi *major lobe* semakin dibandingkan dengan saat *major lobe* semakin lebar. Untuk mengetahui keterarahan dari suatu pola radiasi sebuah antenna dapat diketahui sebagai berikut (Balanis, 1997):

$$D_0 = 10 \log \frac{4\pi \left(\frac{180}{\pi}\right)^2}{\theta_{HP} \phi_{HP}}$$

$$D_0 = 10 \log \frac{41252.96125}{\theta_{HP} \phi_{HP}} \quad (2.2)$$

Keterangan:

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

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

ϕ_{HP} = lebar berkas daya pada polarisasi vertical ($^{\circ}$)

2.3.3 Gain (penguatan)

Salah satu pengukuran yang penting untuk menggambarkan performa suatu antenna adalah gain (penguatan). Gain merupakan salah satu parameter antenna yang mengukur kemampuan antenna dalam mengarahkan radiasi sinyalnya atau penerimaan sinyal dari arah tertentu, dengan kata lain gain digunakan sebagai pengukur efisiensi dari sebuah antenna. Gain ini diukur dengan satuan dB(decibel)

Pada praktiknya mengukur nilai gain dilakukan dengan menggunakan metode perbandingan (gain-comparison method) atau *gain transfer mode*. Prinsip pengukuran ini adalah dengan menggunakan antenna referensi (biasanya menggunakan antenna dipole standar) yang sudah diketahui nilai gainnya. Besar gain dari sumber isotropis dapat diketahui sebagai berikut (Stutzman, 1981):

$$G = G_{ref} \times \frac{P_U}{P_R}$$

$$G = 1,64 \times \frac{P_U}{P_R}$$

$$G(dB) = 10 \log 1,64 \frac{P_U}{P_R}$$

$$G = 2,15 + P_U(dBm) - P_R(dBm) \quad (2.3)$$

Dengan:

G = Gain antenna uji(dB)

G_{ref} = Gain antenna referensi (dB)

P_U = daya yang diterima antenna uji (dBm)

P_R = daya yang diterima antenna referensi (dBm)

2.3.4 Return Loss

Parameter yang digunakan untuk mengetahui berapa banyak daya yang hilang pada beban dan tidak kembali sebagai pantulan yaitu merupakan *return loss*. Return loss pada dasarnya memiliki asal yang saling bersinergi dengan VSWR yaitu terjadi disebabkan oleh pencampuran antara gelombang yang ditransmisikan dengan gelombang yang di pantulkan yang sama-sama menentukan *matching* (kesesuaian impedansi) antara perangkat transmiter dengan antenna. Return loss juga dapat digunakan untuk melihat atau mengindikasikan hilangnya suatu daya yang ditransmisikan dan seberapa besar receiver menerima daya yang di transmisikan. Penentuan nilai performansi berbanding lurus dengan VSWR yaitu semakin kecil nilai Return lossnya maka akan semakin baik pula performansi antenna tersebut. Hal ini dapat di simpulkan bahwa semakin sedikit daya yang hilang pada penransmisian antenna maka akan semakin bagus antenna tersebut. (Irfan, 2016)

Antena yang sangat bagus dapat memiliki nilai return loss yang lebih rendah dari -10dB sehingga 90% sinyal diserap dan hanya 10% yang dipantulkan kembali. Koefisien refleksi dinyatakan sebagai :

$$\Gamma = \frac{V_o^-}{V_o^+}$$

Dengan V_o^- adalah tegangan pantul dan V_o^+ adalah tegangan pancar. Return loss dinyatakan sebagai bentuk logaritmik dari koefisien pantul. Sehingga dapat diperoleh persamaan sebagai berikut (Alsager, 2011):

$$s_{11} = -20 \times \log |\Gamma| \quad (2.4)$$

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

2.3.5 VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)

VSWR merupakan rasio perbandingan antara gelombang datang dengan gelombang pantul dimana masing-masing gelombang tersebut membentuk gelombang berdiri (*standing wave*). *Standing wave* merupakan gabungan antara refleksi dan interferensi yaitu gelombang pantul yang menginterferensi gelombang datang sehingga fasa gelombang datang jadi terganggu oleh gelombang pantul yang menyebabkan gelombang datang mengalami kerusakan. VSWR juga bisa diartikan sebagai perbandingan antara gelombang maksimum dengan gelombang minimum. Sehingga dapat disimpulkan semakin tinggi VSWR, maka semakin besar juga ketidaksesuaian. VSWR merupakan parameter penentu *matching* antara antena dengan transmitter. Kondisi nilai VSWR yang terbaik bernilai 1 tetapi untuk nilai VSWR paling besar yang biasa ditoleransi berdasarkan teori bernilai 2. VSWR dirumuskan sebagai berikut (Zulkifli,2008):

$$VSWR = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \quad (2.5)$$

2.3.6 Bandwidth

Bandwidth atau lebar pita frekuensi dapat didefinisikan sebagai jangkauan frekuensi, dengan mengacu pada beberapa karakteristik sehingga dapat diperoleh standar yang telah ditentukan. Biasanya bandwidth dibatasi pada $VSWR \leq 1,5$. Pada antena *broadband*, *bandwidth* merupakan perbandingan antara frekuensi atas dengan frekuensi bawah dalam rentang frekuensi kerja. Sedangkan pada antena *narrowband*, *bandwidth* dinyatakan dalam presentase dari perbedaan frekuensi (frekuensi atas dikurangi frekuensi bawah) yang melewati frekuensi tengah *bandwidth*.

Untuk persamaan *bandwidth* dalam persen (B_p) atau sebagai bandwidth rasio (B_r) dinyatakan sebagai (Punit,2004):

$$\begin{aligned} B_p &= \frac{f_u - f_l}{f_c} \times 100\% \\ f_c &= \frac{f_l + f_u}{2} \\ B_r &= \frac{f_u}{f_l} \end{aligned} \quad (2.6)$$

Dengan :

B_p = bandwidth dalam persen (%)

B_r = bandwidth rasio

f_u = jangkauan frekuensi atas (Hz)

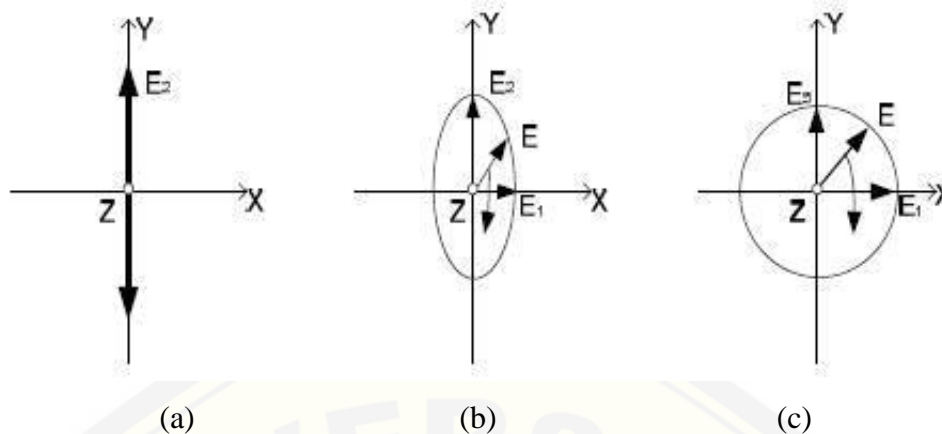
f_l = jangkauan frekuensi bawah (Hz)

Cara menentukan bandwidth bisa dilakukan dengan mengukur lebar rentang frekuensi dengan batasan -10dB pada grafik return loss.

2.3.7 Polarisasi

Polarisasi merupakan fenomena yang terjadi saat energi dari medan elektromagnetik mengalir bolak-balik dari satu medan ke medan lainnya dengan cara bersilasi. Medan elektromagnetik ini terdiri dari medan listrik dan medan magnet yang saling tegak lurus.

Polarisasi gelombang yang diradiasikan oleh antena merupakan definisi dari polarisasi antena pada arah tertentu. Pada saat tidak diketahui arah maka polarisasi dianggap polarisasi pada gain maksimum, tetapi polarisasi dari energi radiasi terdapat berbagai variasi arah dari pusat antena. Polarisasi dapat diklasifikasikan sebagai linear (linier), circular (melingkar), atau elliptical (elips). Seperti yang digambarkan pada gambar 2.1

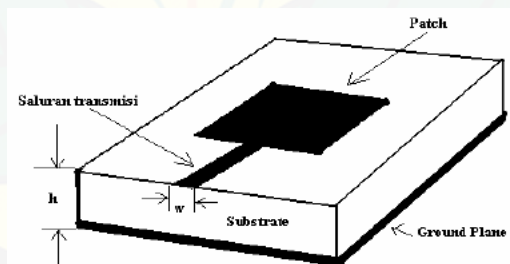


Gambar 2.1 Tipe polarisasi (a) *linear* (b) *elliptical* (c) *circular*

(Sumber : Sahalos, 2016)

2.4 Antena Mikrostrip

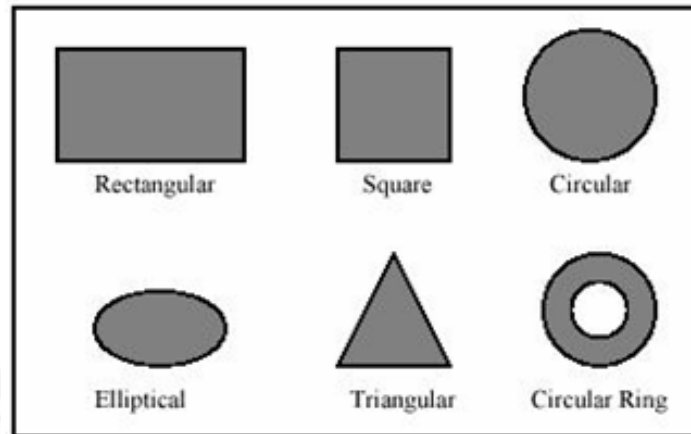
Pada dasarnya antena mikrostrip terdiri atas lapisan radiasi (*patch*) yang berada pada suatu lapisan (*substrate*) dielektrik yang mempunyai bidang pentanahan pada salah satu sisinya. Lapisan radiasi pada umumnya terbuat dari bahan penghantar (konduktor) dan dapat memiliki bentuk yang bermacam-macam. Lapisan radiasi dan saluran transmisi biasanya dicetak diatas bahan dielektrik. Struktur antena mikrostrip dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Struktur antena mikrostrip

(Sumber: Punit S. Nakar, 2004)

Untuk mempermudah dalam hal memprediksi dan menganalisis kinerja antena, lapisan radiasi umumnya berbentuk kotak, persegi, lingkaran, segitiga, elips, atau bentuk umum lainnya sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 2.3. Setiap *substrate* memiliki nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) yang berkisar antara $2,2 \leq \epsilon_r \leq 12$, misalnya FR-4 atau *alumina* dengan rugi-rugi *tangent* dari 0,0001 sampai 0,018.



Gambar 2.3 macam-macam bentuk elemen mikrostrip

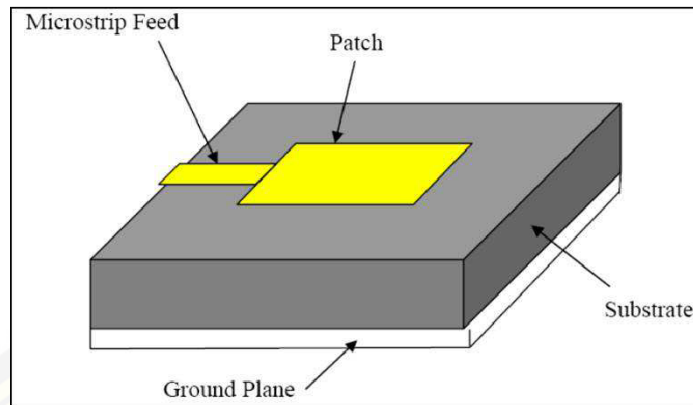
(sumber: Punit S. Nakar, 2004)

2.4.1 Teknik Pencatuan Antena Mikrostrip

Teknik yang digunakan untuk menghubungkan antena mikrostrip dengan saluran transmisinya merupakan pencatuan atau teknik *feed*, bagian *patch* pada antena mikrostrip yang pada umumnya dihubungkan pada pencatuan. Metode yang digunakan untuk pencatuan antena mikrostrip terdapat beberapa. Metode-metode yang digunakan untuk pencatuan pada antena mikrostrip terdapat dua kategori: metode kontak tak langsung (*non contacting method*) dan metode kontak langsung (*contacting method*). Pada metode kontak langsung *patch* radiasi dihubungkan langsung dengan daya RF dengan menggunakan saluran mikrostrip. Sedangkan dalam skema *non contacting method* kopling medan elektromagnet dilakukan untuk mentransfer daya antara saluran transmisi dan *patch* radiasi. Ada dua teknik pencatuan yang menggunakan skema kontak langsung yaitu microstrip line dan coaxial feed.

2.4.2 Mikrostrip *Line Feed*

Bagian tepi *patch* antena mikrostrip akan terhubung langsung dengan konduktor seperti pada gambar 2.4. Lebar strip konduktor lebih kecil daripada elemen radiasi antena mikrostrip. Model pencatuan semacam ini memiliki kelebihan pada pencatuan dapat diberikan pada substrat yang sama untuk menyediakan suatu struktur planar.



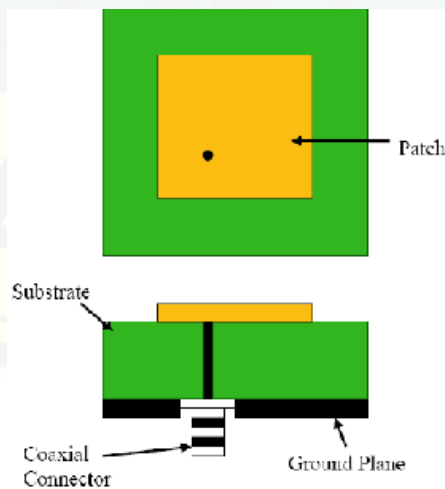
Gambar 2.4 mikrostrip line feed

(sumber: Punit S. Nakar, 2004)

sehingga metode ini mudah dalam pembuatan dan pemodelan untuk mendapatkan kesesuaian impedansi.

2.4.3 Coaxial Feed

Coaxial feed atau *probe feed* merupakan teknik yang biasa dipakai untuk pencatuan antenna. Seperti terlihat pada Gambar 2.5 kabel tembaga yang berada pada inti kabel koaxial terhubung pada elemen radiasi sedangkan konduktor yang terdapat diluar kabel koaxial akan terhubung pada *ground plane*.



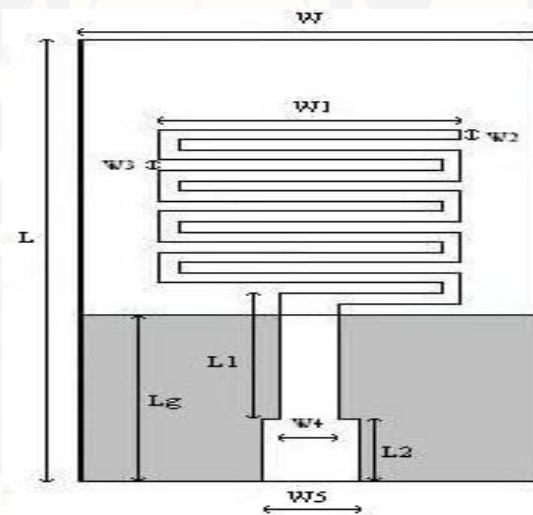
Gambar 2.5 Pencatuan coaxial feed

(sumber: Punit S. Nakar, 2004)

Metode pencatuan *coaxial feed* ini memiliki kelebihan yaitu pada peletakkan lokasi penempatan pada *patch* bisa ditempatkan pada *patch* yang diinginkan untuk mendapatkan *matching* impedansi dari antenna. Tetapi metode ini juga memiliki kekurangan yaitu berupa bandwidth yang sempit dan sulit dalam pemodelannya

2.5 Antena Mikrostrip *Meanderline*

Pada dasarnya antenna *Meanderline* merupakan bagian dari antenna mikrostrip yang memiliki bentuk berliku dari kombinasi garis vertikal dan garis horizontal, dengan garis vertikal dan horizontal yang sangat berpengaruh pada frekuensi resonansi sekaligus pola radiasi. Sehingga dapat diketahui bahwa antenna mikrostrip *meanderline* merupakan antenna mikrostrip yang mana pemancar terdiri dari garis strip berliku seperti yang dapat ditunjukkan pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Mikrostrip *meanderline*

(Sumber : S. Marchidi, 2014)

Menurut (Shivshankar Tondare, 2014) terdapat tiga jenis pencatuan yang dapat di implementasikan pada antenna mikrostrip *meanderline* yaitu:

1. *Inset feed*
2. Mikrostrip *feed (line feed)*
3. *CPW feed (coplanar waveguide)*

Coplanar waveguide merupakan salah satu metode pencatutan saluran transmisi yang dibentuk seperti papan persegi yang memiliki jarak antar papan satunya atau disebut (*Gap*).

Mikrostrip *feed* merupakan salah satu metode pencatutan yang lebih mudah dibuat, hanya dengan menghubungkan *feed strip* dengan *patch* mikrostrip yang ada sehingga bisa juga disebut sebagai penambah kepanjangan dari *patch* antenna mikrostrip *meanderline*, metode ini lebih gampang pada penerapannya.

Inset feed merupakan teknik pencatutan yang mendorong feeding masuk kedalam pusat dari antenna untuk menentukan impedansinya. Sehingga metode ini menghasilkan impedansi masukan yang tinggi, impedansi masukan dapat dikurangi dengan memasukkan feed semakin didekatkan pada pusat.

2.5.1 Dimensi Antena Mikrostrip *meanderline*

Dalam proses penentuan dimensi antenna mikrostrip *meanderline*, dapat dihitung dengan persamaan-persamaan sebagai berikut (Manchanda, 2014).

Untuk menentukan ketinggian substrat dapat dihitung dengan persamaan berikut:

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

dimana,

h_s = ketinggian substrat

f = frekuensi (GHz)

c = kecepatan cahaya (m/s)

ϵ_r = konstanta dielektrik substrat

Lebar *patch* (w_p) dapat ditentukan melalui persamaan :

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

Panjang *patch* (L_p) dapat dihitung dengan persamaan :

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

Dimana, ϵ_{eff} = *effective permittivity* yang dapat diberikan oleh:

$$\varepsilon_{eff} = \left(\frac{\varepsilon_r+1}{2}\right) + \left(\frac{\varepsilon_r-1}{2}\right) \left(\frac{1}{\sqrt{1+\frac{12h}{w_p}}}\right) \quad (2.10)$$

Panjang fisik antena (ΔL) dapat dihitung dengan persamaan :

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

Panjang *subtract* (L_s) dapat dihitung dengan persamaan :

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

Lebar *subtract* (w_s) dapat ditentukan dengan persamaan :

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

Adapun dalam penentuan persamaan lebar dan panjang teknik pencatutan dapat dihitung menggunakan persamaan yang dikutip dari (Hendra, 2015) .

Adapun persamaan lebar saluran mikrostrip dapat dihitung menggunakan persamaan (2.15),

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B-1) + \frac{\varepsilon_r-1}{2\varepsilon_r} \left[\ln(B-1) + 0,39 - \frac{0,61}{\varepsilon_r} \right] \right\} \quad (2.14)$$

Dengan ε_r adalah konstanta dielektrik relatif dan:

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\varepsilon_r}} \quad (2.15)$$

Sedangkan untuk menghitung panjang saluran mikrostrip dihitung menggunakan persamaan (2.16)

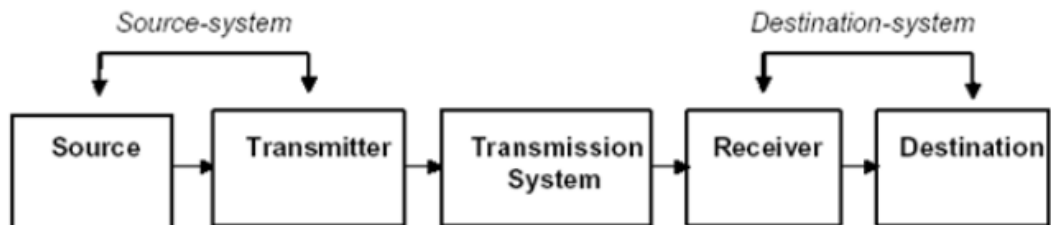
$$L = \frac{c}{4fr\sqrt{\varepsilon_{eff}}} \quad (2.16)$$

$$\varepsilon_{reff} = \frac{4,4+1}{2} + \frac{4,4-1}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{1+12\left[\frac{1}{W}\right]}} \right] \quad (2.17)$$

2.6 Sistem Komunikasi

Pada dasarnya system komunikasi merupakan perangkat komunikasi yang saling terkait satu sama lain yang mampu digunakan untuk memberikan,

memindahkan, atau membagi informasi kepada komponen yang saling berkaitan (Mariana, 2012). Pada proses komunikasi yang terjadi akan melalui beberapa proses dari Sumber data sampai mencapai pada tujuan pengiriman.



Gambar 2.7 Sistem Komunikasi

(Sumber : Nursohib, 2011)

2.7 Modul Radio APC220

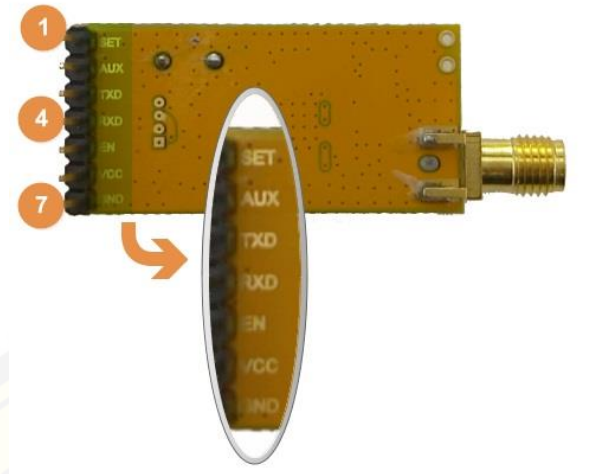
APC220 merupakan modul *transceiver* komunikasi radio dengan komunikasi *half duplex* yang dapat digunakan pada komunikasi point to point maupun point to multipoint. Bentuk model transceiver APC220 dapat dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2.8 Modul APC220

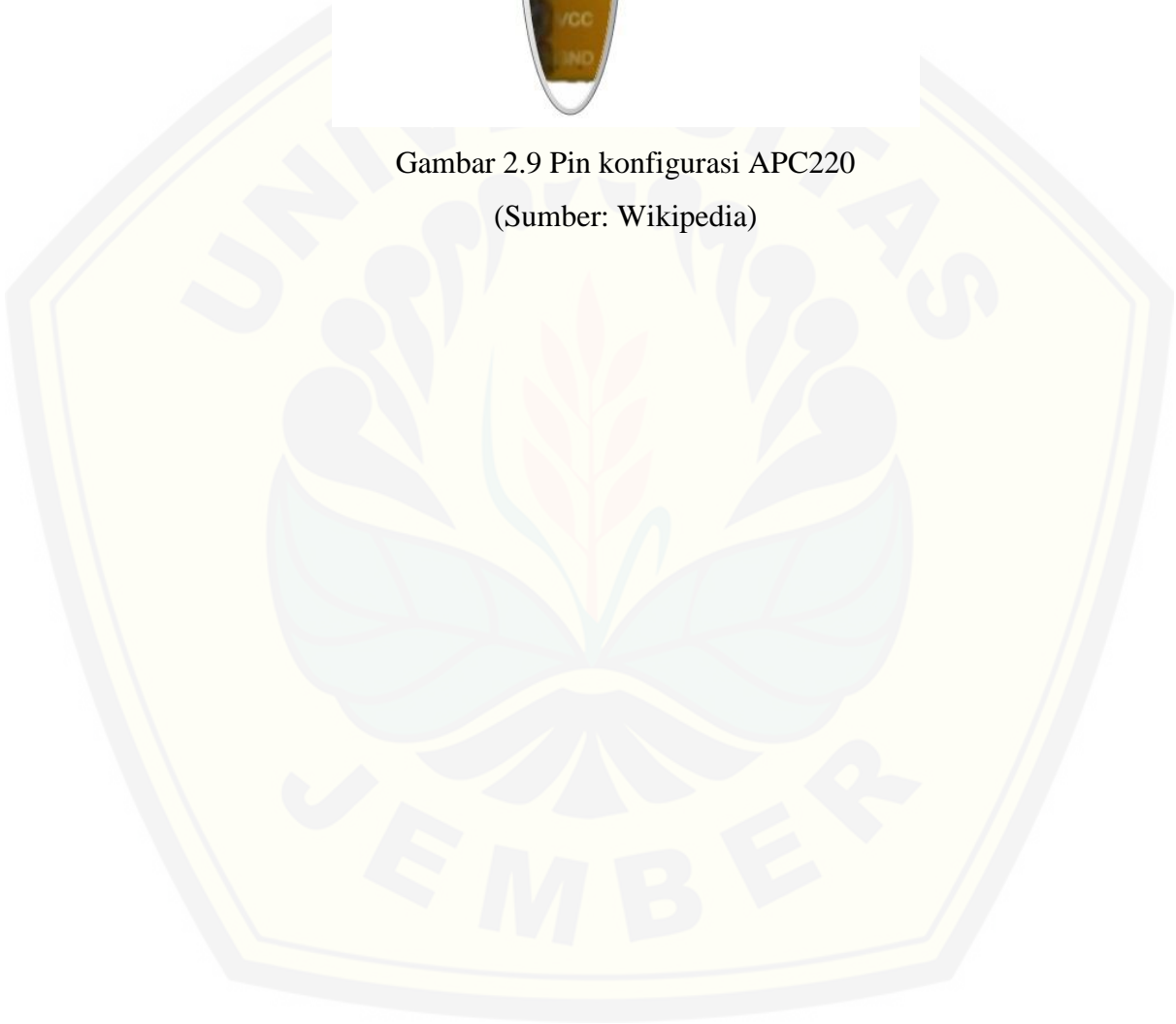
(Sumber: Appcon)

Rentang frekuensi kerja APC220 ini adalah 418-455, sehingga pada perancangan ini digunakan frekuensi kerja 434MHz. Konfigurasi pin pada modul *transceiver* APC220 dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Pin konfigurasi APC220

(Sumber: Wikipedia)



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada metodologi penelitian ini akan dijelaskan tentang hal pokok yang akan dikaji dalam bentuk *flowchart* (diagram alur) yaitu objek penelitian, tahap penelitian, tempat dan waktu penelitian, alat dan bahan, pengolahan data, pelaksanaan penelitian lapangan, pengambilan data, serta penggunaan software yang akan digunakan pada penelitian. Perancangan antenna yang akan digunakan dalam perbandingan kinerja antenna bawaan pada modul APC220 dengan antenna rancangan yang berupa antenna mikrostrip *meanderline* dengan penggunaan metode pencatutan *line feed*. Antenna mikrostrip yang dirancang ini bekerja pada frekuensi 434 MHz pada frekuensi radio APC220. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan perbandingan antara antenna *default* dari APC220 dengan antenna rancangan mikrostrip yang akan digunakan pada proses transmisi *monitoring* pH air berbasis radio frekuensi APC220 dengan frekuensi kerja 434 MHz.

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat penelitian

Proses perancangan antenna mikrostrip *meanderline* dilakukan di kabupaten Jember. Pada proses pengambilan data parameter antenna yang diuji dilakukan di laboratorium antenna politeknik negeri Malang. Penelitian Uji antenna mikrostrip *meanderline* dilakukan dua tahap berupa pengujian *indoor* dan *outdoor*. Pengambilan data *indoor* merupakan pengambilan data yang dilakukan di laboratorium uji antenna. Sedangkan untuk pengambilan data *outdoor* dilakukan pada sistem *monitoring* pH air dengan mengintegrasikan antenna mikrostrip *meanderline* dengan modul RFAPC 220, untuk mengetahui kondisi saat LOS maupun N-LOS. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Telekomunikasi Terapan Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl Slamet Riyadi No.62 Patrang,

3.1.2 Waktu penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan Oktober 2016-Februari 2017, dengan jadwal pelaksanaan sebagai berikut:

Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan/Minggu																			
		Bulan ke-1				Bulan ke-2				Bulan ke-3				Bulan ke-4				Bulan ke-5			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi literatur	■	■	■	■																
2	Perancangan dan fabrikasi antena					■	■	■	■												
3	Pengukuran dan pengambilan data parameter antena													■	■	■	■				
4	Pengujian Antena pada sistem <i>monitoring</i> pH air serta analisis data																	■	■	■	■
5	Penyusunan laporan																	■	■	■	■

3.2 Alat dan Bahan

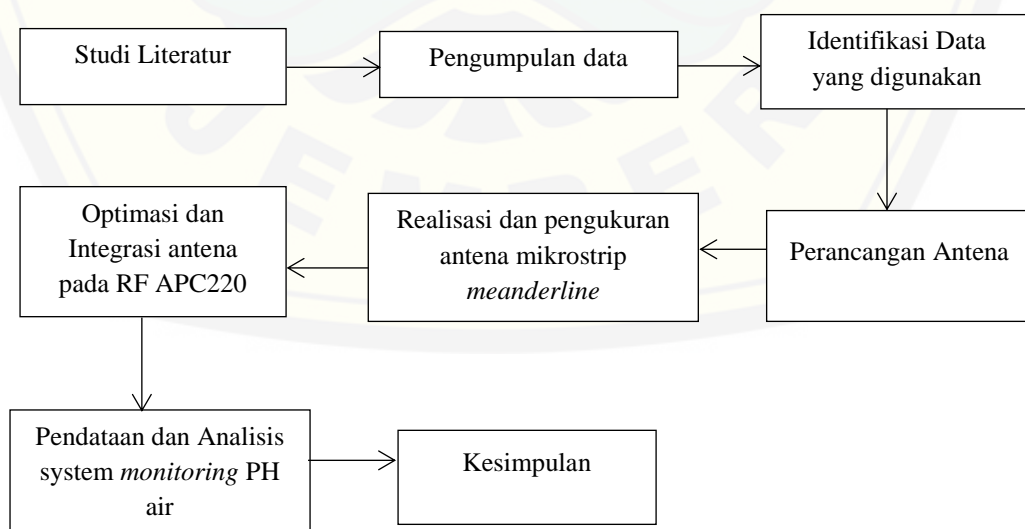
3.2.1 Alat

1. PC/Laptop
2. Software ansoft HFSS V13
3. Software Txline2003
4. Konektor antena
5. Solder
6. Gergaji
7. Amplas
8. Spectrum analyzer

3.2.2 Bahan

1. PCB dengan bahan subtrat FR4 epoxy dengan lapisan konduktor tembaga
2. Timah
3. Mika/akrilik
4. Kabel coaxial 50 Ω sebagai input impedansi
5. Connector sma 50 Ω

3.3 Tahap Penelitian



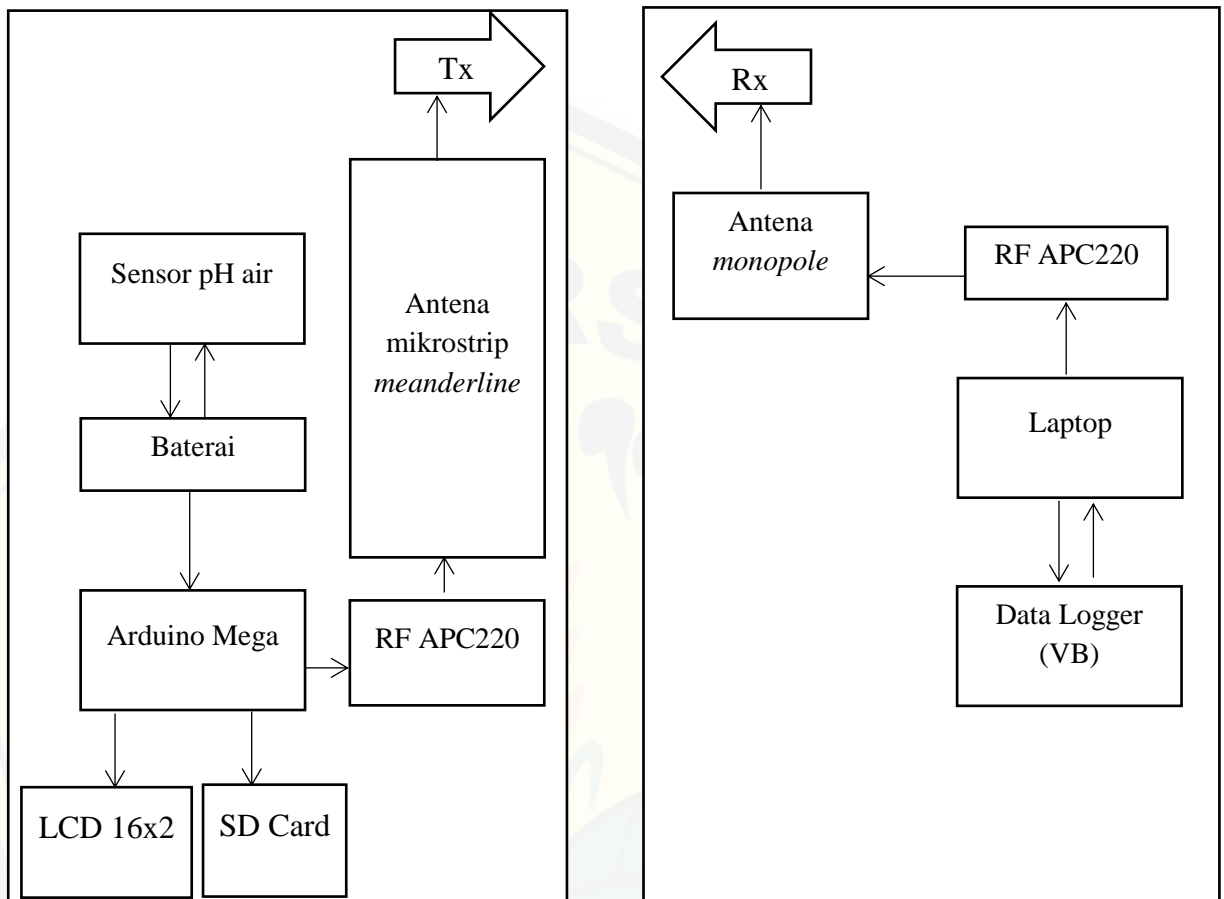
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

Pada alur tahapan penelitian ini pada awalnya dilakukan studi literatur dengan menentukan topik yang akan diteliti sekaligus melakukan kajian pustaka pada pemahaman parameter antena khususnya antena mikrostrip *meanderline*, kemudian mencari perancangan antena mikrostrip yang akan diaplikasikan pada system *monitoring* pH air berbasis radio frekuensi APC220. Kemudian mengumpulkan beberapa data yang digunakan pada penelitian yaitu berupa data primer dan juga data sekunder. Data primer pada penelitian ini diperoleh dari hasil pengukuran antena yang akan dilakukan di laboratorium uji antena di politeknik negeri Malang, kemudian data sekunder pada penelitian diperoleh dari hasil rumus-rumus yang diperoleh pada studi literatur dan hasil simulasi pada software HFSS. Pada tahap selanjutnya berupa perancangan dan pembuatan, pada proses perancangan antena mikrostrip *patch meanderline* line feed yang ada pada proses penelitian berupa bagaimana penulis bisa membuat rancang bangun dan analisa pada system *monitoring* dengan frekuensi kerja 434 MHz.

Selanjutnya setelah perancangan antena *meanderline* selesai akan dilakukan pengukuran secara matematis dan uji laboratorium untuk memperoleh antena dengan kualitas yang baik dan sesuai dengan perencanaan. Pada tahap selanjutnya setelah mengukur antena yang dibuat/difabrikasi, kemudian antena tersebut diintegrasikan pada system *monitoring* pH air berbasis RF APC220, dan menjadikan antena yang telah dirancang menjadi modul transmisi. Pengambilan dan analisa data yang dilakukan pada system *monitoring* pH air dengan menggunakan parameter kondisi LOS dan NLOS dan parameter tambahan pada radio frekuensi APC220 yaitu berupa perubahan baudrate. Tahap akhir dari penelitian ini yaitu membuat kesimpulan.

3.4 Perancangan Sistem

3.4.1 Blok sistem



Gambar 3.1 Blok diagram sistem

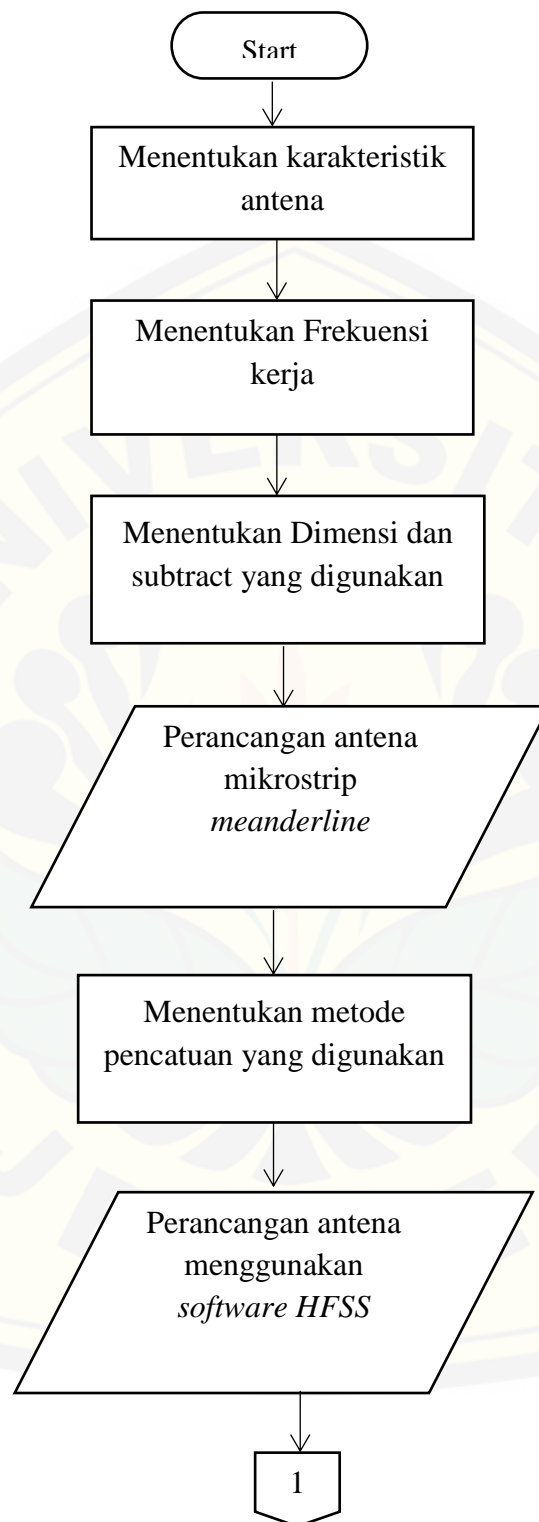
Dari diagram blok sistem diatas dapat diketahui secara garis besar bahwa system *monitoring* ini terdiri dari beberapa modul perancangan yang digunakan sebagai *transmitter* dan *receiver*. Pada transmitter terdapat sensor pH air yang terhubung ke arduino mega, dengan menggunakan batrei sebagai sumber tegangannya. Kemudian dihubungkan dengan RF APC220 sebagai modulator pada proses transmisi data yang diterima pada arduino dan akan dikirim ke receiver. Dengan menggunakan antena mikrostrip *meanderline*. Pada system receiver juga terdapat modul APC220 yang berfungsi sebagai demodulator untuk proses pengolahan data ke laptop yang akan diolah menjadi data logger. Antena yang

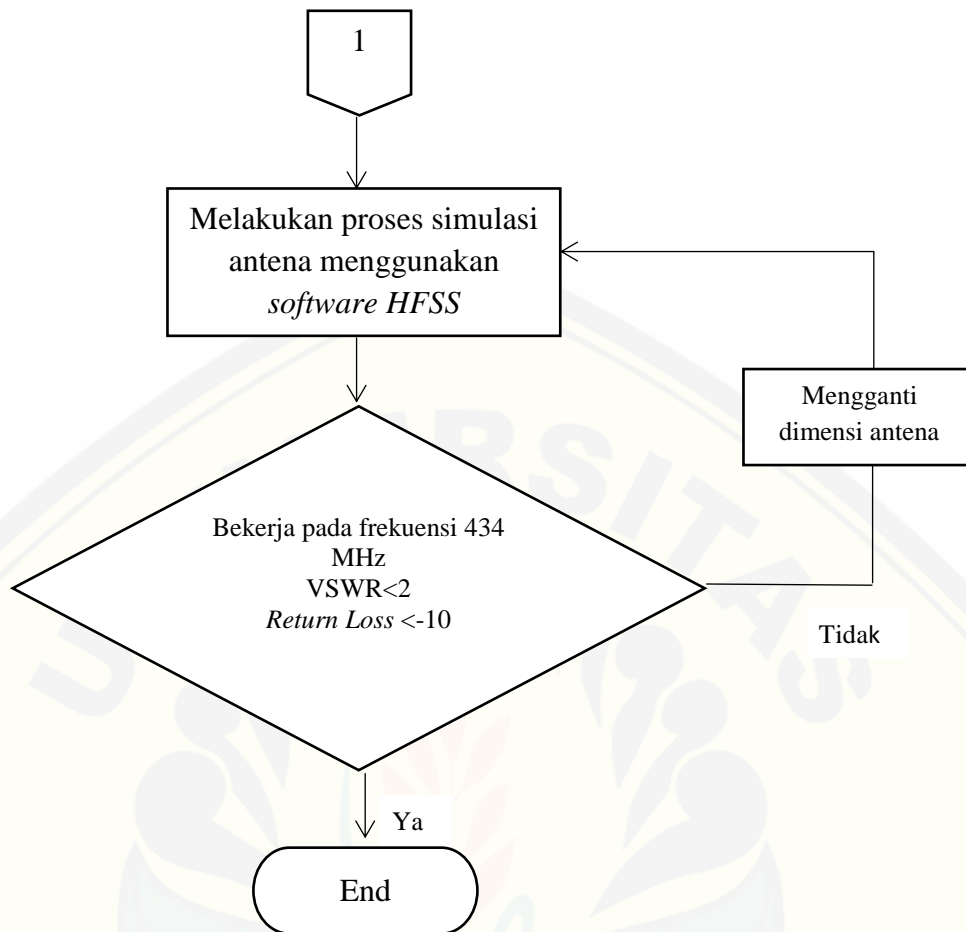
digunakan pada system receiver merupakan antenna *default* yang berupa antenna *wire* yang berfungsi sebagai pengubah energy elektromagnetik menjadi energy listrik.

3.5 Flowchart Perancangan Antena

Pada *flowchart* perancangan antenna terdapat beberapa tahapan, pada tahapan ini pertama penulis menentukan karakteristik antenna yang harus benar-benar diperhatikan sehingga memperoleh kualitas antenna yang baik, karakteristik antenna ini bisa diperoleh dengan melakukan perhitungan maupun simulasi dan juga studi literature. Setelah penulis mengetahui karakteristik dari antenna yang akan dibuat maka selanjutnya penulis menentukan frekuensi kerja antenna yang akan dibuat, antenna ini dirancang untuk bekerja pada system *monitoring* pH air dengan frekuensi kerja 434 MHz. Setelah menentukan frekuensi kerja antenna selanjutnya menentukan dimensi dan subtract yang akan digunakan dalam fabrikasi antenna, dimensi antenna bisa diperoleh dengan cara perhitungan sekaligus bisa juga dilakukan dengan simulasi, pada perancangan antenna ini subtract yang digunakan yaitu berupa sebrat jenis FR-4 *epoxy* dengan nilai $\epsilon_r : 4,4$. Setelah menentukan subtract yang digunakan dan dimensi antenna selanjutnya menentukan metode pencatuan yang akan digunakan pada antenna, sekaligus menentukan panjang dan lebar pencatuan yang digunakan.

Pada tahap selanjutnya melakukan perancangan antenna mikrostrip *meanderline* dengan parameter yang telah diperoleh dengan menggunakan *software* HFSS, setelah selesai pada proses perancangan kemudian melakukan simulasi antenna tersebut dengan mengganti karakteristik yang sesuai pada antenna yang dibangun pada *software* HFSS. Pada gambar 3.2 dapat diketahui tahapan-tahapan yang akan dilakukan penulis pada proses perancangan antenna mikrostrip *patch meanderline*.





Gambar 3.2 Flowchart perancangan antenna mikrostrip

3.6 Perancangan Desain Antena mikrostrip

Pada perancangan antenna mikrostrip *patch meanderline array series feed* memiliki beberapa tahapan berupa penentuan frekuensi kerja antenna, penentuan subtrat yang akan digunakan pada fabrikasi antenna, dan perhitungan dimensi pada *patch* antenna serta pencatuan yang akan digunakan.

3.6.1 Penentuan frekuensi kerja

Pada penelitian ini antenna mikrostrip *meanderline* dirancang agar mampu bekerja pada modul RF APC220 dengan frekuensi kerja 434 MHz. sehingga diharapkan dapat memperoleh nilai karakteristik antenna yang diinginkan yaitu:

1. Frekuensi kerja : 434 MHz
2. VSWR : < 2

3. Return loss : -10

3.6.2 Spesifikasi Dimensi substrat

Pada penentuan bahan suatu antena mikrostrip kita harus mengetahui parameter serta batasan frekuensi maksimum yang mampu dilewatkan pada substrat terlebih dahulu. Perancangan antena mikrostrip *meanderline* menggunakan substrat sebagai berikut :

- Bahan *epoxy fiberglass* – FR4
 - Konstanta dielektrik relative (ϵ_r) = 4,4
 - Ketebalan lapisan dielektrik(h) = 1,6 mm
 - Loss tangent* = 0,02
- Frekuensi Kerja = 445 MHz
- Impedansi karakteristik saluran = 50 ohm

3.6.3 Perancangan Dimensi Antena Mikrostrip *Meanderline*

Patch antena mikrostrip *meanderline* dapat dicari berdasarkan frekuensi kerjanya dan parameter-parameter substrat yang digunakan.

Menurut jurnal (Marchanda,2014) untuk memperoleh dimensi dari antena mikrostrip *meanderline* dapat dilakukan sesuai dengan perhitungan seperti berikut :

Perhitungan lebar *patch* (w) berdasarkan persamaan 2.8 :

$$w_p = \frac{c}{f} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}}$$

$$w_p = \frac{3 \times 10^8}{4.34 \times 10^8} \sqrt{\frac{2}{4.4 + 1}}$$

$$w_p = 0.69124 \times 0.60858$$

$$w_p = 0.199529$$

$$w_p = 420.674 \text{ mm}$$

Perhitungan nilai Efektif Dielektrik Konstan (ϵ_{eff}) dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.10 :

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

$$\epsilon_{eff} = \left(\frac{4.4 + 1}{2}\right) + \left(\frac{4.4 - 1}{2}\right) \left(\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12 \times 1.6}{420.674}}}\right)$$

$$\epsilon_{eff} = 2.7 + 1.7 \times 0.82918$$

$$\epsilon_{eff} = 4.109$$

Perhitungan panjang fisik antena (ΔL) berdasarkan persamaan 2.11 :

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

$$\Delta L = 1.6 \left[\frac{0.412 \times 1.6 (4.109 + 0.3) \left(\frac{420.674}{1.6} + 0.264\right)}{(4.109 - 0.258) \left(\frac{420.674}{1.6} + 0.8\right)} \right]$$

$$\Delta L = 1.6 \left[\frac{0.412 \times 1.6 (4.409) (263.185)}{(3.851) (263.721)} \right]$$

$$\Delta L = 1.6 \left[\frac{781.633}{1015.589} \right]$$

$$\Delta L = 1.231 \text{ mm}$$

Perhitungan panjang *patch* (L_p) berdasarkan persamaan 2.9 :

$$L_p = \frac{c}{2f \sqrt{\epsilon_{eff}}} - 2\Delta L$$

$$L_p = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 4.34 \times 10^8 \sqrt{4.109}} - 2 \times 1.231$$

$$L_p = 170.512 - 2.462$$

$$L_p = 168.512 \text{ mm}$$

Perhitungan panjang substrat berdasarkan persamaan 2.12 :

$$L_s = L_p + 6h_s$$

$$L_s = 168.512 + 6 \times 1.6$$

$$L_s = 178.112 \text{ mm}$$

Perhitungan lebar subtrat berdasarkan persamaan 2.13 :

$$w_s = w_p + 6h_s$$

$$w_s = 420.674 + 6 \times 1.6$$

$$W_s = 430.274 \text{ mm}$$

3.6.4 Perancangan Dimensi saluran transmisi

Perancangan pada teknik pencatutan mikrostrip *meanderline* ini menggunakan metode pencatutan *line feed*, dikarenakan penggunaan pencatutan *line feed* ini memudahkan pada proses fabrikasi sekaligus penentuan *matching* dari saluran. Penentuan panjang dan lebar saluran transmisi ini dapat diperoleh dengan menentukan nilai impedansi yang diinginkan.

Lebar saluran mikrostrip dapat dihitung menggunakan persamaan 2.15 , dengan nilai impedansi $Z_0 = 50\Omega$ maka dapat dilakukan perhitungan seperti berikut:

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B-1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B-1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\}$$

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$B = \frac{60(3.14^2)}{50\sqrt{4.4}} = 5.64 \text{ mm}$$

$$W = \frac{2 * 1.6}{3.14} \left\{ 5.64 - 1 - \ln(2 * 5.64 - 1) + \frac{4.4 - 1}{2 * 4.4} \left[\ln(5.64 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{4.4} \right] \right\}$$

$$= 3.044 \text{ mm}$$

Menentukan panjang saluran impedansi 50 ohm menggunakan persamaan 2.16 yaitu:

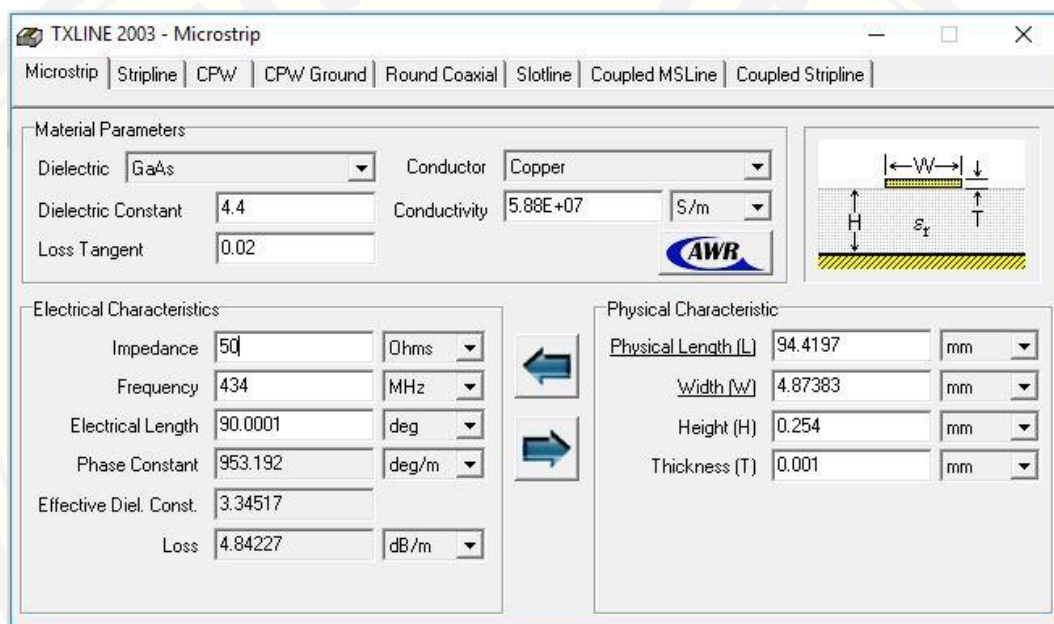
$$L = \frac{c}{4fr\sqrt{\epsilon_{reff}}}$$

$$\epsilon_{reff} = \frac{4.4+1}{2} + \frac{4.4-1}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{1+12\left[\frac{1}{3.044}\right]}} \right] = 3.465$$

$$L = \frac{3 \times 10^8}{4.434 \times 10^6 \sqrt{3.465}}$$

$$L = 92 \text{ mm}$$

Setelah dilakukan perhitungan secara teoritis, dilakukan juga menggunakan software Txline2003 sebagai pembanding. Pada perhitungan teoritis diperoleh nilai L sebesar 92 mm sedangkan untuk lebar (W) diperoleh nilai sebesar 3.044 mm. Untuk memperoleh nilai panjang (L) dan lebar (W) dengan impedansi masukan 50ohm dilakukan juga melalui software Txline2003 dan diperoleh nilai seperti gambar 3.4



Gambar 3.4 Hasil simulasi Txline2003 dengan impedansi 50ohm

Konsep dasar perhitungan menggunakan Txline 2003 sama dengan perhitungan secara manual yang menggunakan berbagai rumus, tetapi pada *software* Txline di peroleh nilai yang berbeda di karenakan *software* ini memiliki sistem seperti pada kalkulator dengan tingkat ketelitian lebih tinggi daripada dihitung secara manual.

Dari hasil simulasi diketahui bahwa dengan masukan impedansi 50ohm diperoleh nilai panjang 94,4196 mm dan lebar 4,87383 mm, jika dibandingkan dengan perhitungan teoritis terdapat beberapa perbedaan sehingga untuk

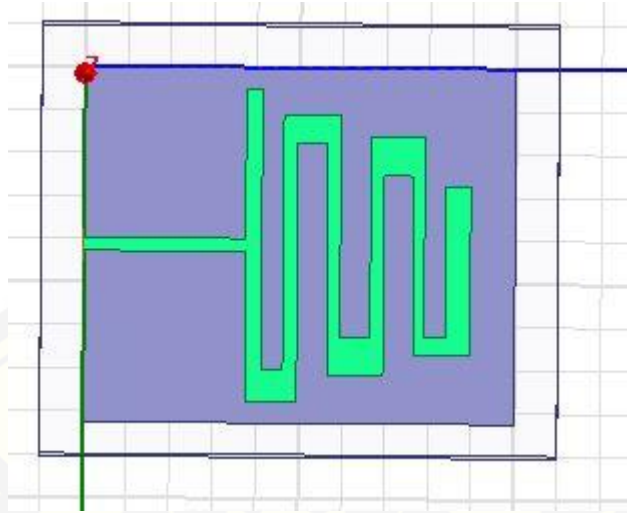
memperoleh nilai perancangan yang sesuai akan dilakukan perubahan beberapa angka pada simulasi.

Dari hasil perhitungan antenna secara matematis diperlukan proses iterasi untuk memperoleh dimensi antenna yg sesuai sehingga dapat memperoleh model antenna yang layak digunakan. Proses iterasi yang dilakukan dalam perancangan antenna mikrostrip *meanderline* adalah mengubah dimensi substrat dan dimensi pencatu. Hasil dari proses iterasi antenna mikrostrip *meanderline* dapat dilihat dari tabel 3.2 sebagai berikut

Tabel 3.2 hasil proses iterasi antenna mikrostrip

Dimensi Subtrat		Dimensi <i>Patch</i>		Dimensi Pencatu		Freq (Mhz)	<i>Return Loss</i>	VSWR
Panjang (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Lebar (mm)			
147	250	140	170	72	5	434	-2.866	6.114
150	340	140	150	75	5.5	434	-8.529	4.253
155	260	140	140	72	4	434	-4.002	9.582
153	330	145	250	80	4	434	-1.504	16.48
150	310	140	220	72	4.8	434	-2.106	7.086
165	200	145	125	75	6	434	-21.82	1.176

3.6.5 Hasil Desain perancangan mikrostrip *meander-line*



Gambar 3.5 Desain antenna mikrostrip *meanderline*

Desain antenna mikrostrip *meanderline* dilakukan menggunakan software ansoft HFSS v13 dengan melakukan perhitungan matematis sebelum melakukan perancangan .

3.6.6 Teknik Fabrikasi Antena Mikrostrip *Meanderline*

Antena mikrostrip yang telah dibuat rancangan menggunakan *software* HFSS V13 selanjutnya akan dilakukan proses fabrikasi yang untuk membuat antena yang dapat diuji secara laboratorium dengan menggunakan antena yang telah dirancang.

3.6.6.1 Pencetakan Pola Antena Mikrostrip pada Substrat

Pola antena yang akan di cetak pada PCB pertama digambar ulang dengan menggunakan *software* Coreldraw X7, yang kemudian dicetak pada kertas kalkir sebagai *sample layout* untuk memperoleh hasil *layout* yang bagus maka dilakukan proses *zooming* pada masing-masing titik pertemuan dari model gambar pada coreldraw. Setelah model dari perancangan jadi cetak model antena pada kertas film ataupun kertas kalkir, utamakan kebersihan dahulu pada kertas yg akan digunakan untuk mencetak, agar kotoran yang melekat pada kertas tidak ikut tercetak pada proses pembuatan antena mikrostrip.

Sebelum proses pencetakan, bersihkan lembar PCB dari debu dan kotoran lain yang mungkin terdapat pada PCB tersebut. Pembersihan dapat dilakukan dengan menggosokan kit kemudian dicuci dengan menggunakan deterjen agar tidak ada kotoran yang menempel. Selanjutnya layout model antena yang telah kita cetak kita tempelkan pada PCB yang akan digunakan kemudian panaskan sampai tinta pada lembar desain antena menempel pada PCB, proses selanjutnya yaitu *etching* setelah tercetak pola antena mikrostrip yang kita inginkan, kemudian proses pelarutan PCB sampai lapisan konduktor yang tidak diinginkan larut dan hanya tersisa gambar pola antena yang kita rancang setelah itu antena mikrostrip ini dicuci dan dibersihkan.

3.6.6.2 Pemasangan Konektor

Setelah proses pencetakan dan pelarutan PCB selesai selanjutnya memasang konektor SMA pada antena dengan penyolderan menggunakan timah, sebelum penyolderan dilakukan potong dua kaki dari konektor SMA yang paling ujung kanan dan paling ujung kiri sehingga tersisa tiga kaki yang akan disolder, konektor yang terdapat satu kaki yg berada ditengah disolder pada bagian substrat atau line feed sedangkan yang memiliki dua kaki di solder pada bagian *ground* antena. Penggunaan penyangga untuk menopang antena dibuat menggunakan isolator yang baik dalam hal ini menggunakan akrilik/mika agar antena bisa berdiri kokoh saat diuji.

3.7 Pengujian dan Analisa Parameter Antena *Meanderline*

Pengujian yang dilakukan pada antena mikrostrip *meanderline* dilakukan melalui dua tahapan, pertama melalui simulasi dengan menggunakan *software* yang kedua dilakukan uji antena setelah antena di fabrikasi yang dilakukan di laboratorium radio frekuensi antena uji Politeknik Negeri Malang.

3.7.1 Pengujian secara simulasi

Pada pengujian secara simulasi ini juga dilakukan analisa pada antena mikrostrip *meanderline* yang dilakukan dengan *software* ansoft HFSS V13 untuk mengetahui nilai parameter berupa:

- *Return Loss*
- *VSWR*

- *Bandwidth*
- *Gain*
- Pola radiasi

Analisa parameter yang dilakukan pada antenna *meanderline* digunakan untuk memperoleh nilai parameter berupa data table maupun grafik 2D serta 3D. Untuk parameter *return loss*, *VSWR*, *bandwidth*, *gain*, dan pola radiasi. Masing-masing parameter uji memiliki standart nilai maksimum atau minimum yang telah ditentukan. Standar tersebut yang digunakan agar antenna yang di fabrikasi diketahui tingkat kelayakanya. Standar nilai parameter yang akan diuji dapat dilihat pada table 3.2.

Tabel 3.3 Standar nilai parameter antenna

Parameter	Nilai
Frekuensi kerja	434 MHz
<i>Return loss</i>	<10dB
<i>VSWR</i>	≤ 2 dB

3.7.2 Pengujian Antena Menggunakan *Spectrum Analyzer*

Setelah hasil antenna yang dilakukan secara simulasi diperoleh nilai sesuai kelayakan maka dilakukan proses fabrikasi antenna, pada pengujian antenna yang dilakukan di laboratorium radio frekuensi antenna uji Politeknik Negeri Malang terdapat alat yang digunakan untuk menguji antenna berupa:

- *Spectrum Analyzer GW Instek-827 2.7 GHz*
- *Signal Generator Aeroflex IFR 3413 250kHz-3GHz*

Parameter yang dapat diperoleh dari spectrum analyzer berupa *return loss*, *VSWR*, *gain*, *bandwidth*, dan pola radiasi. Prosedur yang dilakukan pada pengukuran parameter sebagai berikut:

1. Pengaturan pada *Signal Generator*

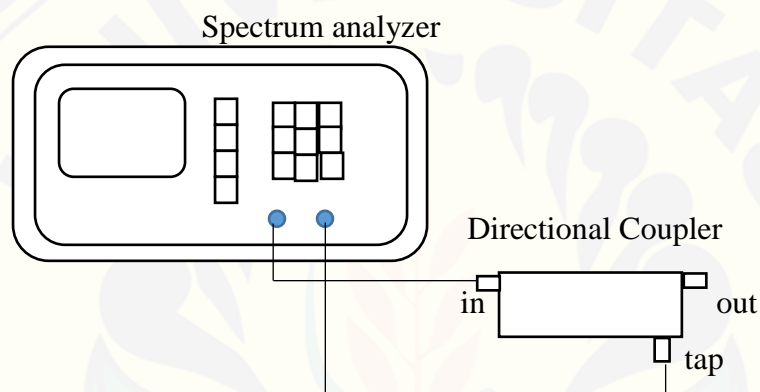
- Pertama mempersiapkan *signal generator*, signal generator ini berfungsi untuk memancarkan sinyal kirim, dan mengatur frekuensi yang di pancarkan untuk di terima antenna yang akan diuji.

2. Pengaturan *Spectrum analyzer*

- Pada spectrum analyzer yang dibutuhkan untuk kelengkapannya berupa kabel *power*, kabel koaxial RG-58A/U serta *connector* BNC to sma male.
- Nyalakan tombol power pada spectrum analyzer

3. Pengaturan *Directional coupler*

- Pengaturan yang dilakukan pada *directional coupler* bertujuan untuk melakukan kalibrasi dengan antenna referensi, penggunaan *directional coupler* untuk sampling signal yang akan di tampilkan pada *spectrum analyzer* dapat dilihat pada gambar 3.6 dan 3.7



Gambar 3.6 Rangkaian Kalibrasi Antena

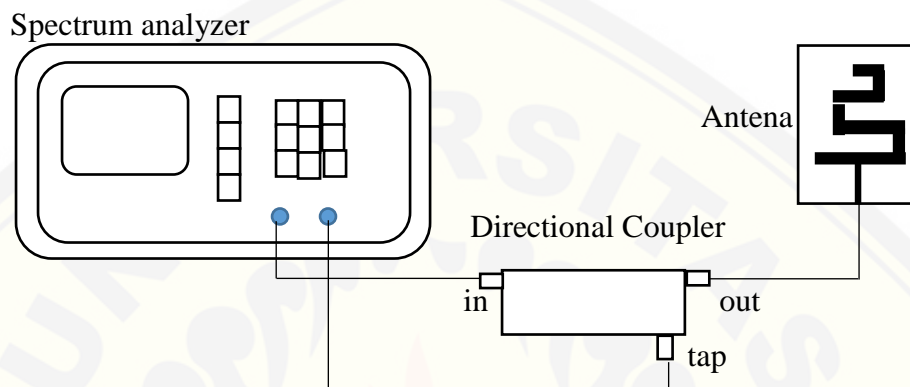


Gambar 3.7 Kalibrasi Antena

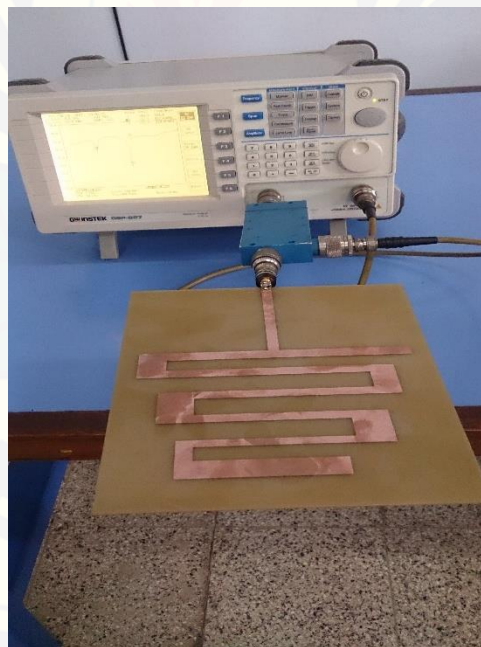
4. Melakukan pengukuran parameter antenna mirostrip *meanderline* dengan menggunakan spectrum analyzer.

- Mengatur spectrum analyzer pada range frekuensi 200-600 MHz

- Untuk mengetahui parameter dari antenna mikrostrip *meanderline* dilakukan penggabungan antenna mikrostrip dengan directional coupler yang akan di tampilkan pada spectrum analyzer. Adapun skema rangkaian dapat dilihat pada gambar 3.7 dan 3.8.

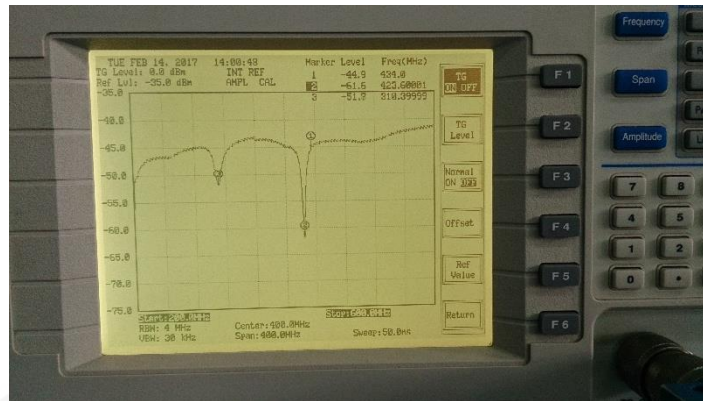


Gambar 3.7 Skema rangkaian konfigurasi *meanderline*



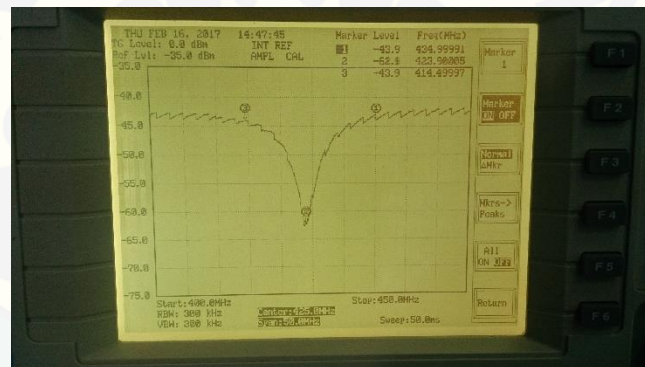
Gambar 3.8 konfigurasi antenna *meanderline*

Setelah menyesuaikan sesuai dengan gambar skema tersebut maka dapat dilakukan pengujian pada parameter dengan mengatur frekuensi 200-600MHz, dengan frekuensi 200MHz sebagai start frekuensi dan 600 MHz sebagai stop frekuensi sehingga hasil dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Frekuensi resonansi antenna mikrostrip *meanderline*

Dari hasil frekuensi yang ditampilkan oleh spectrum analyzer kita dapat mengetahui nilai *bandwidth*, seperti pada gambar 3.9

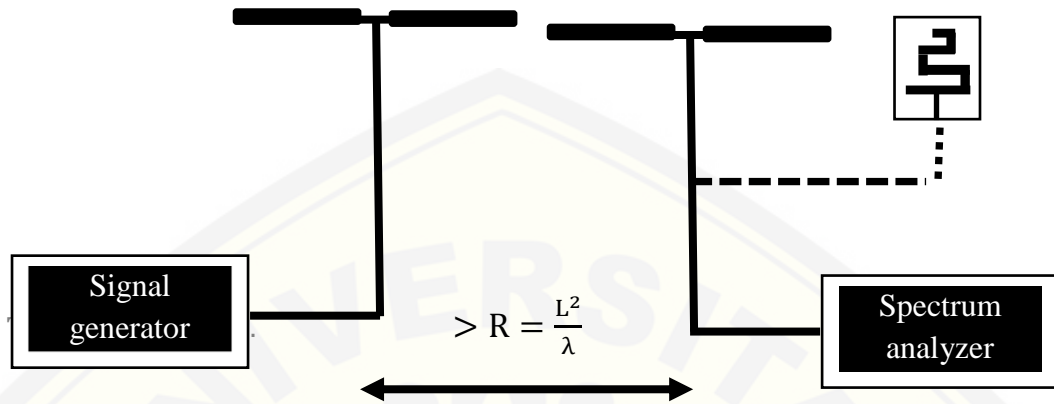


Gambar 3.10 Grafik bandwidth antenna mikrostrip *meanderline*

5. Proses pengukuran parameter gain dan pola radiasi antenna *meanderline* dilakukan dengan menggunakan *Signal Generator Aeroflex IFR 3413 250kHz-3GHz* dan *Spectrum analyzer*

- Proses pengukuran gain dilakukan dengan melakukan kalibrasi dari dua antenna dipole $\frac{1}{2} \lambda$
- Kedua antenna dipole $\frac{1}{2} \lambda$ dipasang sebagai *transmitter* dan *receiver*
- Signal generator diatur pada range frekuensi 300MHz dan catat daya antenna dipole kedua yang terukur pada spectrum analyzer dengan step kenaikan setiap 12 MHz
- Antenna dipole $\frac{1}{2} \lambda$ pada penerima (refrensi) diganti dengan antenna uji (Antenna mikrostrip *meanderline*)

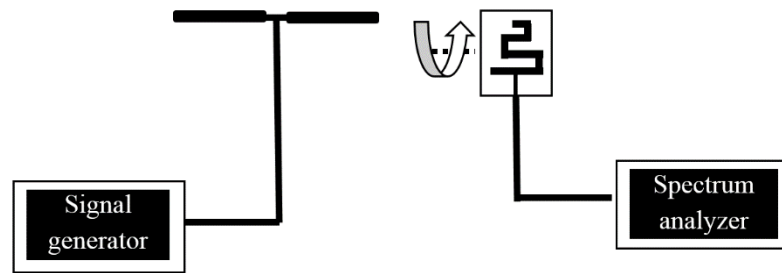
- Signal generator diatur pada range frekuensi 300MHz dan catat daya antenna mikrostrip *meanderline* pada spectrum analyzer dengan step kenaikan setiap 12 MHz



Gambar 3.11 Rangkaian pengukuran Gain antenna

Pengukuran yang dilakukan pada antenna referensi dengan antenna uji harus tepat terhadap rentang *far-field* yaitu pada jarak yang lebih besar dari R, dengan perhitungan yang dilakukan untuk jarak minimal sejauh 2.91 meter.

6. Pengukuran pola radiasi dilakukan dengan memasang antenna dipole sebagai antenna pemancar dengan menghubungkan ke signal generator menggunakan kabel koaxial RG-58A/U, seperti gambar 3.12
 - Pertama memasang antenna mikrostrip *meanderline* sebagai antenna penerima dengan menghubungkan ke *spectrum analyzer* menggunakan kabel koaxial
 - Memposisikan antenna pemancar sejajar dengan antenna uji, kemudian mengatur *signal generator* pada frekuensi 434 MHz
 - Memutar antenna uji pada sumbu horizontal antenna, dari 0° sampai 360° dengan interval 10° , dan mencatat nilai daya yang diterima pada *spectrum analyzer* di setiap interval 10°
 - Kemudian menghitung nilai normalisasi di setiap sudut putarnya



Gambar 3.12 pengukuran pola radiasi

3.7.3 Analisa parameter antenna mikrostrip *meanderline*

Analisa parameter antenna ini dilakukan setelah menyelesaikan pengukuran dari simulasi menggunakan ansoft HFSS V13 maupun dari uji laboratorium maka data pada antenna mikrostrip *meanderline* diperoleh baik secara table maupun grafik 2D dan 3D. Untuk pengambilan data parameter antenna secara simulasi maupun laboratorium dapat dilihat pada table 3.3

Tabel 3.4 Antena mikrostrip *meanderline*

Frekuensi	Parameter	Hasil	
		Nilai	Grafik
	<i>VSWR</i>		
	<i>Return Loss</i>		
	<i>Bandwidth</i>		
	<i>Gain</i>		
Frekuensi	Parameter	Hasil	
		3D	
	Gain		
	Parameter	Hasil	
		2D	3D
	Pola radiasi		

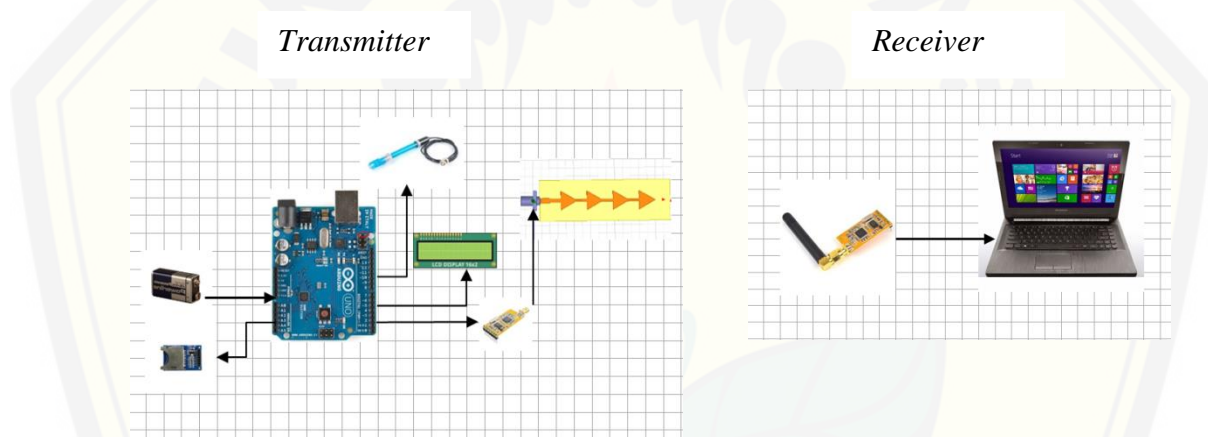
3.7.4 Analisa perhitungan error pada sensor pH

Analisa perhitungan error pada sensor pH berguna sebagai tingkat ketelitian pada sensor pH yang digunakan, antara sensor pH dengan alat ukur pH berupa pH meter dapat dilihat pada table 3.4.

Tabel 3.5 perhitungan error pada sensor pH

Lokasi sampel air	Sensor pH	pH meter	<i>Error</i>
Sampel 1			
Sampel 2			
Sampel 3			
-			
Rata-rata error			

3.8 Perencanaan Sistem *Monitoring*

Gambar 3.13 Rencana sistem *monitoring*

Sumber : Perancangan

Untuk bagian mikrokontroler menggunakan arduino uno, arduino uno bertugas sebagai pembaca nilai yang diperoleh dari sensor, serta mengkonversikan data dari analog menjadi data digital, kemudian pada bagian *output* terdapat LCD, yang berfungsi sebagai *interface* dari alat dengan pengguna, data yang diperoleh arduino tidak bisa langsung dilihat sehingga membutuhkan proses untuk penampilannya. Kemudian terdapat RF APC220 yang berfungsi sebagai modul pengirim data, pada RF APC220 antena default berupa antena monopole. Data dari alat *monitoring* akan dikirim ke *receiver*, pada receiver juga menggunakan modul transmisi yang sama yaitu berupa RF APC220, data yang diperoleh dari alat akan dikirimkan ke laptop dan akan ditampilkan dengan menggunakan VB.

Dalam pengujian kualitas antenna secara *real time* dengan menggunakan port RP-sma yang akan dihubungkan pada modul RF APC220 yang berfungsi sebagai antenna transmitter. Pada pengujian yang akan dilakukan berupa perbandingan antara antenna *default* berupa antenna *monopole* pada APC220 dengan antenna yang dirancang. Pada proses pengujian dilakukan dalam dua kondisi LOS dan N-LOS pengujian kondisi LOS dan N-LOS diambil secara bertahap pada rentang jarak 10 meter.

Pengambilan data kondisi LOS dapat ditunjukkan pada tabel 3.5

Tabel 3.6 Kondisi LOS

No	Baudrate (bps)	Ketinggian Antena (meter)	Range Jarak (meter)	Hasil Pengujian		Data		Packet Loss %
				Terkirim	Tidak Terkirim	Terkirim	Diterima	
1	4800	1	0					
			20					
			40					

		2	0					
			20					
			40					

		3	0					
			20					
			40					

2	9600	1	0					
			20					
			40					

		2	0					
			20					
			40					

		3	0					
			20					
			40					

3	19200	1	0					
			20					
			40					

		2	0					
			20					
			40					

		3	0					
			20					
			40					

Pada pengambilan data kondisi N-LOS dapat dilihat pada tabel 3.7

Tabel 3.7 Kondisi N-LOS

No	Baudrate (bps)	Ketinggian Antena (meter)	Range Jarak (meter)	Hasil Pengujian		Data		Packet Loss %
				Terkirim	Tidak Terkirim	Terkirim	Diterima	
1	4800	1	0					
			20					
			40					

		2	0					
			20					
			40					

		3	0					
			20					
			40					

2	9600	1	0					
			20					
			40					

		2	0					
			20					
			40					

		3	0					
			20					
			40					

3	19200	1	0					
			20					
			40					

		2	0					
			20					
			40					

		3	0					
			20					
			40					

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

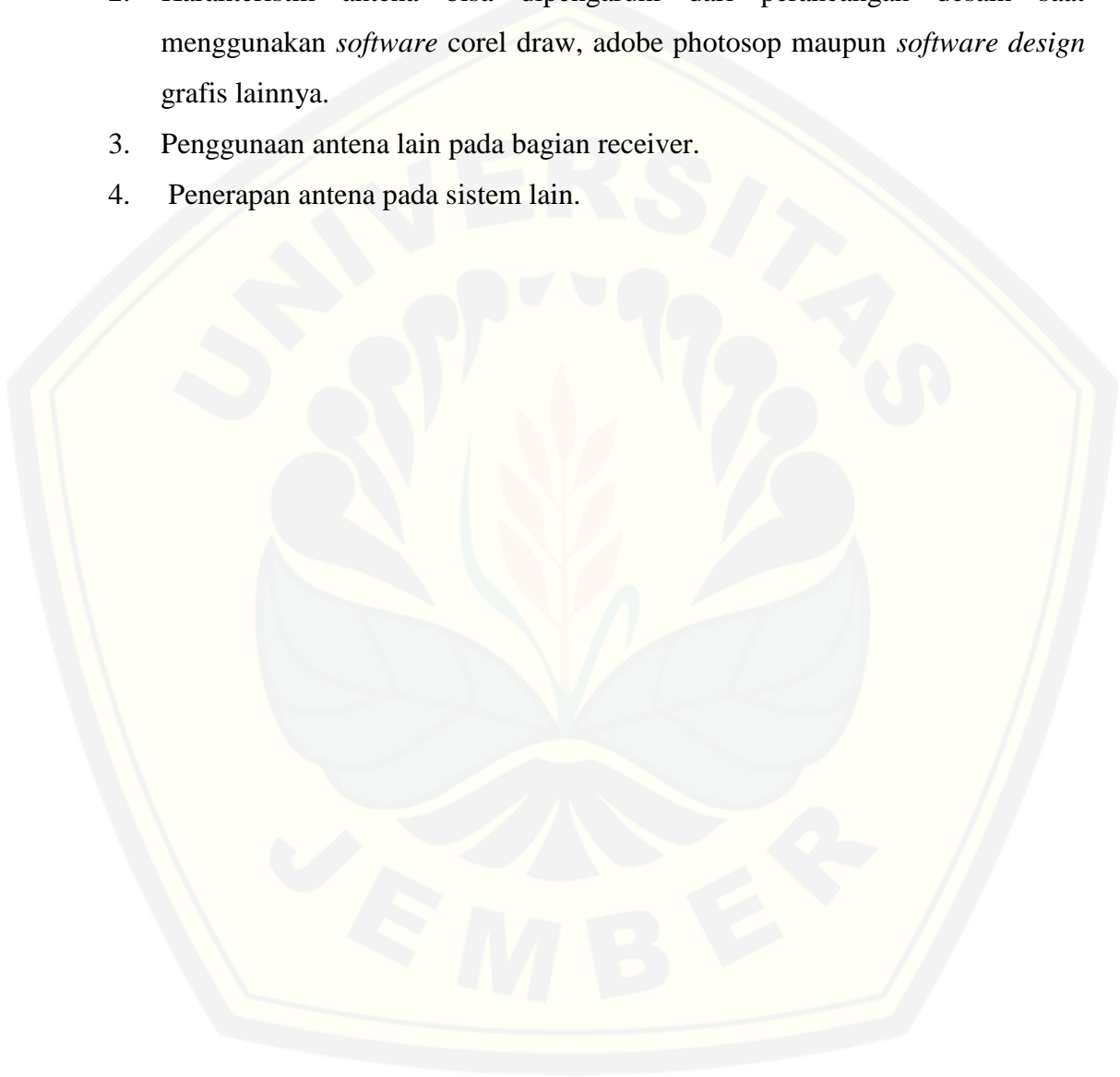
Perancangan antenna mikrostrip *meanderline* yang terintegrasikan dengan system *monitoring* pH air, yang dilakukan secara simulasi maupun fabrikasi dapat diambil kesimpulan yaitu

1. Perancangan antenna mikrostrip *meanderline* terbaik berupa simulasi maupun fabrikasi diperoleh nilai yang memenuhi standar pembuatan antenna, pada simulasi diperoleh frekuensi kerja pada 434 Mhz dengan nilai parameter VSWR sebesar 1.176, *return loss* sebesar -21.82 dB, dan *bandwidth* sebesar 6.996 Mhz, sedangkan pada antenna fabrikasi memiliki nilai optimum yang bekerja pada frekuensi 423 Mhz dengan parameter VSWR sebesar 1.08, *return loss* -28.50 dB, dan *bandwidth* sebesar 19.92 Mhz.
2. Acuan terbaik antenna mikrostrip pada system *monitoring* pH air diperoleh pengukuran jarak transmisi data dari sistem *monitoring* pada kondisi LOS dengan menggunakan antenna *default* yang berupa antenna *monopole* memiliki jarak kerja optimal pada 460 meter, dan saat menggunakan antenna perancangan yang berupa antenna mikrostrip *meanderline* mencapai jarak optimal 500 meter. Pengukuran jarak transmisi data dari sistem *monitoring* pada kondisi NLOS dengan menggunakan antenna *default* yang berupa antenna *monopole* memiliki jarak kerja optimal pada 180 meter, dan saat menggunakan antenna perancangan yang berupa antenna mikrostrip *meanderline* mencapai jarak optimal 240 meter

5.2 Saran

Perancangan antena mikrostrip *meanderline* dan hasil dari pengujian. Penulis memiliki beberapa saran sehingga penelitian ini dapat dikembangkan.

1. Penggunaan antena yang berbeda.
2. Karakteristik antena bisa dipengaruhi dari perancangan desain saat menggunakan *software* corel draw, adobe photosop maupun *software design* grafis lainnya.
3. Penggunaan antena lain pada bagian receiver.
4. Penerapan antena pada sistem lain.

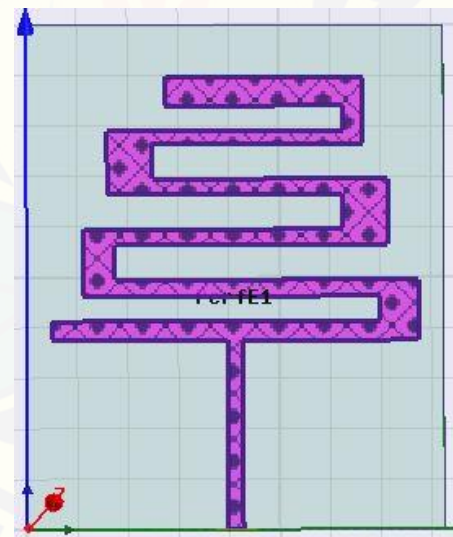
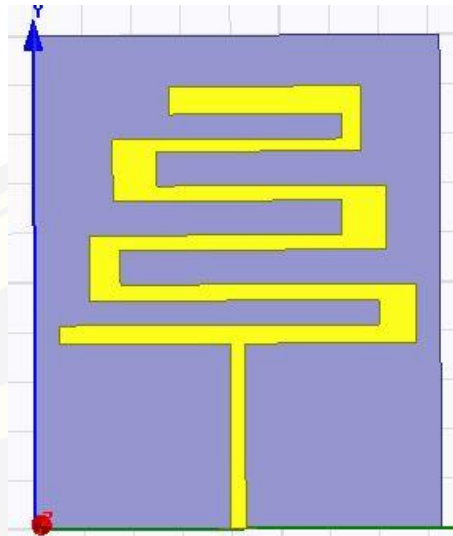


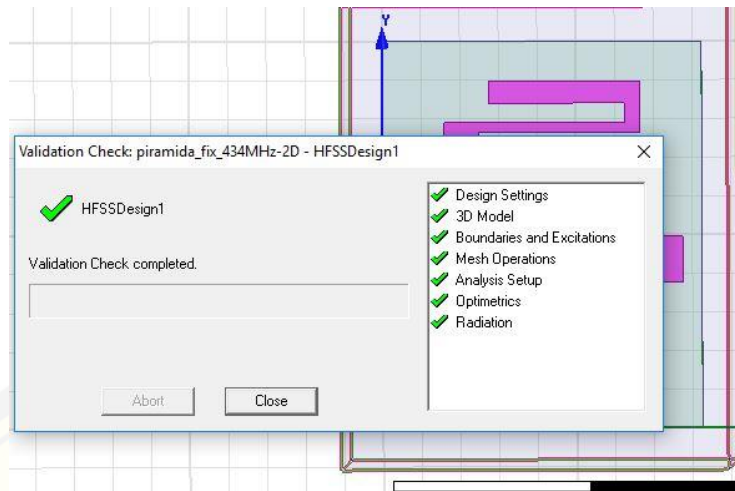
DAFTAR PUSTAKA

- Balanis, Constantine A. 1997. *Antena Theory : Analysis and Design, Third edition*. John Wiley and Sons, Inc.
- Garg, Ramesh, Bhartia, dkk. 2001. *Mikrostrip Antena Design Handbook*. Artech House.
- Nakar, Punit S. 2004. *Design of a Compact Mikrostrip Patch Antena for use in wireless device*. The Florida State University. Thesis
- Sahalos, John N. 2006. *Orthogonal Methods for Array Synthesis : Theory and the ORAMA Computer Tool*. John Wiley and Son,, Inc. New York.
- Stutzman, Warren L. and G.A. Thiele. 1981. *Antena Theory and Design*. John Willey and Son, Inc. New York
- Yusuf, Chandra B. 2015. *Sistem Pemantau Lobster Air Tawar Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel*. Universitas Telkom. Bandung
- Zulkifli, Fitri Y. 2008. *Studi Tentang Antena Mikrostrip Dengan Defected Ground Structure (DGS)*. Disertasi. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. Depok
- Kumar, Dhunish. 2014. *Design and Analysis of Mikrostrip Antenas For Ultra-Wide Band Applications*. National Institute of Technolgy Rourkela. Odisha
- Lagerqvist, Johan. 2002. *Design and Analysis of an Electrically Steerable Mikrostrip Antena for Ground to Air Use*. Lulea University of Technology. Thesis

LAMPIRAN

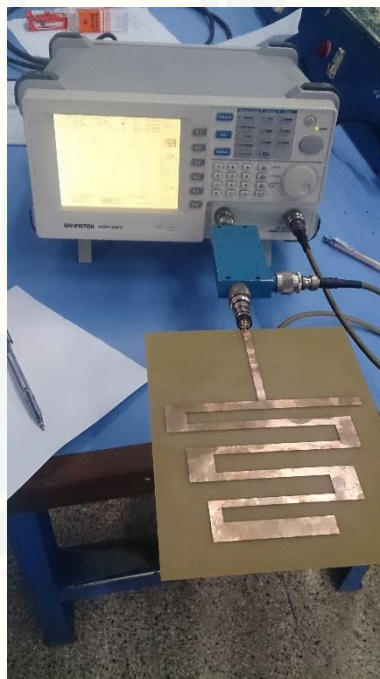
A. Gambar Perancangan Desain Antena Mikrostrip *Meanderline*

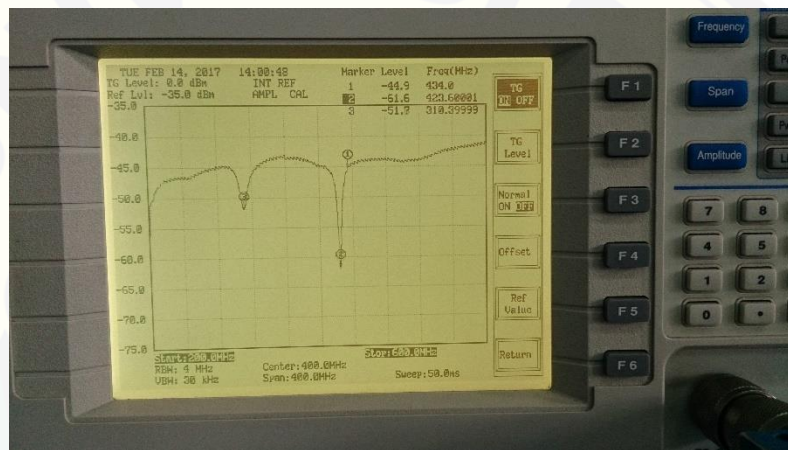
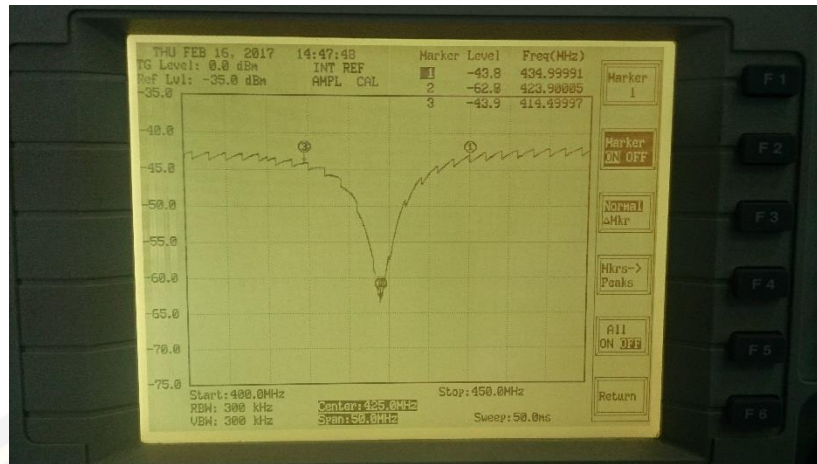




B. Dokumentasi Foto dan Alat







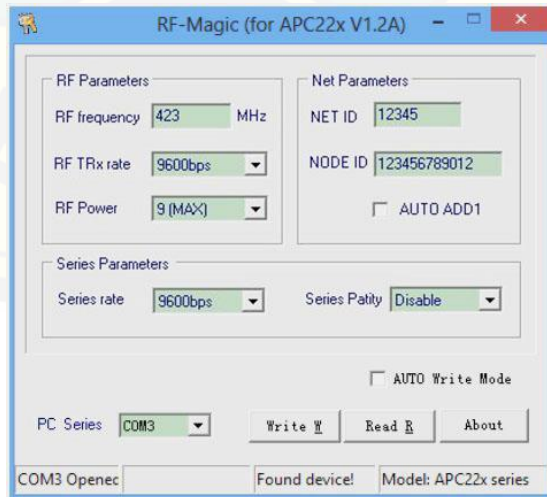
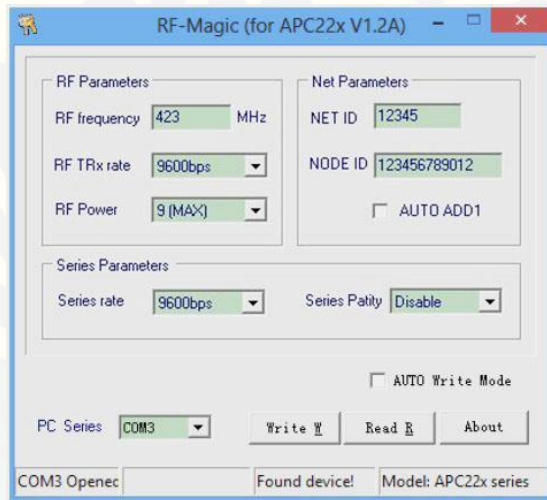
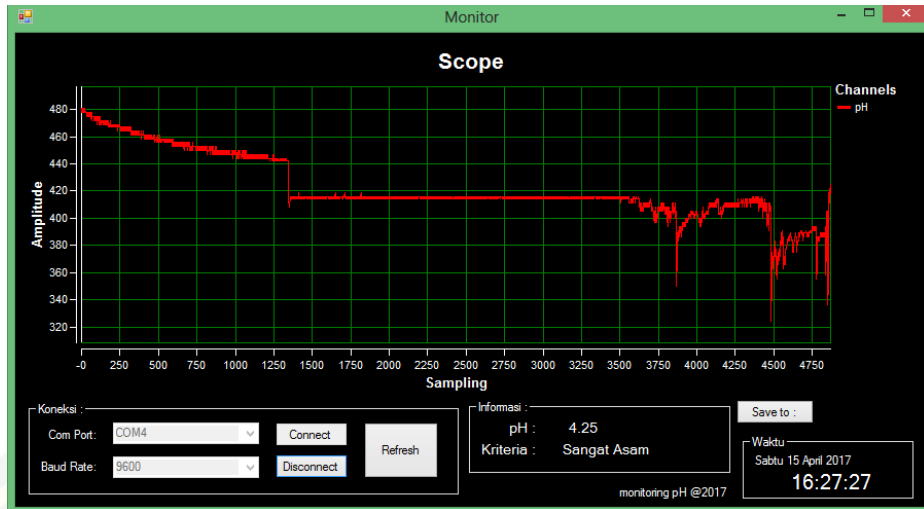
C. Dokumentasi Kalibrasi Sensor pH air



D. Dokumentasi Uji Alat Sistem *Monitoring* dengan integrasi antena rancangan













Data Pengukuran pH air

Lokasi Sampel	Sensor pH	Alat ukur pH meter	Error persen (%)
Air sumur dengan tinta 0,5 ml	8.48	8.4	0.95%
Air sungai daerah Jl. Mastrip	8.09	8.2	1.34%
Air PDAM Jl. Slamet Riyadi	7.09	7	1.29%
Air kolam ikan mahadipa	6.78	6.8	0.29%
Air kolam ikan patrang	5.81	5.9	1.53%
Air sumur Jl.Sriwijaya	4.75	4.6	3.26%
Air saluran drainase Jl. Letjen sutoyo	4.38	4.3	1.86%

Air kolam ikan Jl. Sriwijaya	4.13	4.2	1.67%
Air sungai bedadung	3.91	3.9	0.26%
Air sumur Jl. Letjend panjaitan	3.77	3.8	0.79%
Rata-rata <i>error</i>			1.32%

Paket Data Sistem *Monitoring* Menggunakan Antena *Monopole* (default) pada Kondisi LOS

Baudrate (bps)	Ketinggian (Meter)	Jarak (Meter)	Data Dikirm			Data Diterma			Paket Loss
			Jumlah	byte	bit	Jumlah	byte	bit	
4800	1	0	20	180	1440	20	1440	0 %	1440
		20	20	120	1440	20	1440	0 %	1440
		40	20	120	1440	20	1440	0 %	1440
		60	20	120	1440	20	1440	0 %	1440
		80	20	120	1440	20	1440	0 %	1440
		100	20	120	1440	20	1440	0 %	1440
		120	20	120	1440	20	1440	0 %	1440
		140	20	120	1440	20	1440	0 %	1440
		160	20	120	1440	20	1440	0 %	1440
		180	20	120	1440	20	1440	0 %	1440
		200	20	120	1440	20	1440	0 %	1440
		220	20	120	1440	20	1440	0 %	1440
		240	20	120	1440	20	1440	0 %	1440
		260	20	120	1440	20	1440	0 %	1440
		280	20	120	1440	20	1440	0 %	1440
300	20	120	1440	20	1440	0 %	1440		

		320	20	120	1440	20	1440	0 %	1440
		340	20	120	1440	20	1440	0 %	1440
		360	20	120	1440	20	1440	0 %	1440
		390	20	120	1440	19	1440	0 %	1440
		400	20	120	1440	18	1368	5 %	1368
		420	20	120	1440	16	864	10 %	864
		440	20	120	1440	14	1224	20 %	1224
		460	20	120	1440	10	864	40 %	864
		720	20	120	1440	9	576	60 %	576
	2	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		20	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		180	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		200	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		220	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		240	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		260	20	120	1440	20	1440	1440	0 %

		280	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		300	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		320	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		340	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		360	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		380	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		400	20	120	1440	19	1440	1440	5 %
		420	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		440	20	120	1440	18	1440	864	10 %
		460	20	120	1440	16	1440	1224	20 %
		720	20	120	1440	10	1440	720	50 %
	3	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		20	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		180	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		200	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		220	20	120	1440	20	1440	1440	0 %

		240	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		260	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		280	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		300	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		320	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		340	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		360	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		380	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		400	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		420	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		440	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		460	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		720	20	120	1440	16	1440	1224	20 %
		500	20	120	1440	12	1440	864	40 %
		520	20	120	1440	8	1440	576	60 %
		540	20	120	1440	6	1440	288	80 %
		0	20	120	1440	20	1440	1440	0%
		20	20	120	1440	20	1440	1440	0%
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	1	60	20	120	1440	20	1440	1440	0%
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0%
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0%
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0%

9600	140	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	160	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	180	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	200	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	220	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	240	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	260	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	280	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	300	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	320	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	340	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	360	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	380	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	400	20	120	1440	19	1440	1368	5%
	420	20	120	1440	17	1440	816	15%
	440	20	120	1440	14	1440	1008	30%
	460	20	120	1440	10	1440	720	50%
	720	20	120	1440	4	1440	288	80%
	0	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	20	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	40	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	60	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	80	20	120	1440	20	1440	1440	0%

2	100	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	120	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	140	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	160	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	180	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	200	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	220	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	240	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	260	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	280	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	300	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	320	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	340	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	360	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	380	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	400	20	120	1440	19	1440	1440	5%
	420	20	120	1440	19	1440	1368	5%
	440	20	120	1440	17	1440	816	15%
	460	20	120	1440	14	1440	1008	30%
	720	20	120	1440	8	1440	576	60%
	0	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	20	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	40	20	120	1440	20	1440	1440	0%

3	60	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	80	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	100	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	120	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	140	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	160	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	180	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	200	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	220	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	240	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	260	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	280	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	300	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	320	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	340	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	360	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	380	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	400	20	120	1440	20	1440	1440	0%
	420	20	120	1440	19	1440	1368	5%
	440	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
460	20	120	1440	16	1440	1224	20 %	
720	20	120	1440	12	1440	864	40 %	
500	20	120	1440	8	1440	576	60%	

		520	20	120	1440	4	1440	288	80%
		540	20	120	1440	0	1440	0	100%
19200	1	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		20	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		180	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		200	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		220	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		240	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		260	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		280	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		300	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		320	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		340	20	120	1440	20	1440	1440	0%
		360	20	120	1440	20	1440	1440	0%
		380	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
400	20	120	1440	19	1440	1368	5 %		

		420	20	120	1440	17	1440	1224	15 %
		440	20	120	1440	12	1440	864	40 %
		460	20	120	1440	5	1440	360	75 %
		720	20	120	1440	0	1440	0	100 %
	2	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		20	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		180	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		200	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		220	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		240	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		260	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		280	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		300	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		320	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	340	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	
	360	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	

		380	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		400	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		420	20	120	1440	18	1440	864	10 %
		440	20	120	1440	14	1440	1008	30 %
		460	20	120	1440	4	1440	288	80 %
		720	20	120	1440	0	1440	0	100 %
	3	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		20	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		180	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		200	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		220	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		240	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		260	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		280	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		300	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	320	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	

		340	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		360	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		380	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		400	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		420	20	120	1440	19	1440	1440	5 %
		440	20	120	1440	18	1440	864	10 %
		460	20	120	1440	16	1440	1224	20 %
		720	20	120	1440	12	1440	864	40 %
		500	20	120	1440	6	1440	288	70 %
		520	20	120	1440	2	1440	144	90 %
		540	20	120	1440	0	1440	0	100 %

A. Paket Data Sistem *Monitoring* Menggunakan Antena Mikrostrip *Meanderline* pada Kondisi LOS

Baudrate (bps)	Ketinggian (meter)	Jarak (meter)	Data terkirim			Data diterima			Paket loss
			Data	Byte	Bit	Data	Byte	Bit	
		0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		20	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %

4800	1	120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		180	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		200	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		220	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		240	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		260	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		280	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		300	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		320	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		340	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		360	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		380	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		400	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		420	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		440	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		460	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		720	20	120	1440	17	1440	1224	15 %
		500	20	120	1440	14	1440	1008	30 %
520	20	120	1440	8	1440	576	60 %		
		0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		20	20	120	1440	20	1440	1440	0 %

		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	2	140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		180	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		200	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		220	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		240	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		260	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		280	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		300	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		320	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		340	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		360	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		380	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		400	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		420	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		440	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		460	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		720	20	120	1440	19	1440	1368	5 %

		500	20	120	1440	17	1440	1224	15 %
		520	20	120	1440	14	1440	1008	30 %
		540	20	120	1440	10	1440	720	50 %
	3	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		20	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		180	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		200	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		220	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		240	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		260	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		280	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		300	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		320	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	340	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	
	360	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	
	380	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	

		400	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		420	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		440	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		460	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		720	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		500	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		520	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		540	20	120	1440	16	1440	1224	20 %
		560	20	120	1440	10	1440	720	50 %
		0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		20	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	1	180	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		200	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		220	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		240	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		260	20	120	1440	20	1440	1440	0 %

9600	280	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	300	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	320	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	340	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	360	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	380	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	400	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	420	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	440	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	460	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
	720	20	120	1440	16	1440	1224	20 %
	500	20	120	1440	10	1440	720	50 %
	520	20	120	1440	6	1440	288	70 %
	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	20	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	
160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	
180	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	

2	200	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	220	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	240	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	260	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	280	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	300	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	320	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	340	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	360	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	380	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	400	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	420	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	440	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	460	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
	720	20	120	1440	18	1440	864	10 %
	500	20	120	1440	16	1440	1224	20 %
	520	20	120	1440	12	1440	864	40 %
	540	20	120	1440	6	1440	288	70 %
	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	20	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	
60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	
80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	

3	100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	180	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	200	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	220	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	240	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	260	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	280	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	300	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	320	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	340	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	360	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	380	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	400	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	420	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	440	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	460	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	720	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
500	20	120	1440	19	1440	1368	5 %	
520	20	120	1440	17	1440	816	15 %	
540	20	120	1440	16	1440	1224	50 %	

		560	20	120	1440	10	1440	720	80 %
19200	1	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		20	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		180	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		200	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		220	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		240	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		260	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		280	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		300	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		320	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		340	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		360	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		380	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
400	20	120	1440	20	1440	1440	0 %		
420	20	120	1440	20	1440	1440	0 %		

		440	20	120	1440	19	1440	1440	5 %
		460	20	120	1440	18	1440	1368	10 %
		720	20	120	1440	14	1440	816	30 %
		500	20	120	1440	8	1440	864	60 %
		520	20	120	1440	4	1440	288	80 %
	2	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		20	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		180	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		200	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		220	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		240	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		260	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		280	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		300	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		320	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	340	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	

		360	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		380	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		400	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		420	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		440	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		460	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		720	20	120	1440	17	1440	1224	15 %
		500	20	120	1440	14	1440	1008	30 %
		520	20	120	1440	10	1440	720	50 %
		540	20	120	1440	4	1440	288	80 %
	3	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		20	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		180	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		200	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		220	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		240	20	120	1440	20	1440	1440	0 %

		260	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		280	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		300	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		320	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		340	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		360	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		380	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		400	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		420	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		440	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		460	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		720	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		500	20	120	1440	18	1440	864	10 %
		520	20	120	1440	12	1440	864	40 %
		540	20	120	1440	6	1440	288	70 %
		560	20	120	1440	0	1440	0	100 %

B. Paket Data Sistem *Monitoring* Menggunakan Antena *Monopole* (*default*) pada Kondisi NLOS

Baudrate (bps)	Ketinggian (meter)	Jarak (meter)	Data Terkirim			Data Diterima			Paket Loss
			Data	Byte	Bit	Data	Byte	Bit	
4800	1	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		20	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		160	20	120	1440	18	1440	864	10 %
		180	20	120	1440	17	1440	812	15 %
		200	20	120	1440	14	1440	1008	30 %
		220	20	120	1440	6	1440	288	70 %
		240	20	120	1440	0	1440	0	100 %
		2	0	20	120	1440	20	1440	1440
	10		20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	40		20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	60		20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	80		20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	100		20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	120		20	120	1440	20	1440	1440	0 %

		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		180	20	120	1440	18	1440	864	10 %
		200	20	120	1440	16	1440	1224	20 %
		220	20	120	1440	10	1440	720	50 %
		240	20	120	1440	2	1440	144	90 %
	3	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		10	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		180	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		200	20	120	1440	17	1440	812	15 %
		220	20	120	1440	12	1440	864	40 %
		240	20	120	1440	8	1440	576	60 %
		0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		10	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %

9600	1	80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	
		140	20	120	1440	19	1440	1368	5 %	
		160	20	120	1440	17	1440	816	15 %	
		180	20	120	1440	16	1440	1224	20 %	
		200	20	120	1440	12	1440	864	40 %	
		220	20	120	1440	4	1440	288	80 %	
		240	20	120	1440	0	1440	0	100 %	
	2	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	
		10	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	
		140	20	120	1440	19	1440	1368	5 %	
		160	20	120	1440	19	1440	1368	5 %	
		180	20	120	1440	17	1440	812	15 %	
		200	20	120	1440	14	1440	1008	30 %	
		220	20	120	1440	8	1440	576	60 %	
		240	20	120	1440	0	1440	0	100 %	
			0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %

	3	10	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		180	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		200	20	120	1440	16	1440	1224	20 %
		220	20	120	1440	10	1440	720	50 %
		240	20	120	1440	4	1440	288	80 %
		260	20	120	1440	0	1440	0	100 %
19200	1	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		10	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	18	1440	1440	10 %
		160	20	120	1440	16	1440	1368	20 %
		180	20	120	1440	14	1440	864	30 %

		200	20	120	1440	10	1440	816	50 %	
		220	20	120	1440	0	1440	1008	100 %	
		240	20	120	1440	0	1440	576	100 %	
	2		0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
			10	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
			40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
			60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
			80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
			100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
			120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
			140	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
			160	20	120	1440	17	1440	1224	15 %
			180	20	120	1440	14	1440	1008	30 %
			200	20	120	1440	10	1440	720	50 %
			220	20	120	1440	4	1440	288	80 %
			240	20	120	1440	0	1440	0	100 %
	3		0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
			10	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
			40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
			60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
			80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
			100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
			120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %

		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		180	20	120	1440	18	1440	864	10 %
		200	20	120	1440	14	1440	1224	30 %
		220	20	120	1440	8	1440	576	60 %
		240	20	120	1440	4	1440	288	80 %

C. Paket Data Sistem Monitoring Menggunakan Antena mikrostrip Meanderline pada kondisi NLOS

Baudrate (bps)	Ketinggian (meter)	Jarak (meter)	Data Terkirim			Data Diterima			Paket Loss
			Data	Byte	Bit	Data	Byte	Bit	
4800	1	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		20	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		180	20	120	1440	20	1440	1368	5 %
		200	20	120	1440	19	1440	864	10 %
		220	20	120	1440	18	1440	1224	20 %

		240	20	120	1440	16	1440	864	40 %
	2	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		10	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		180	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		200	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		220	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		240	20	120	1440	17	1440	1224	20 %
		3	0	20	120	1440	20	1440	1440
	10		20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	40		20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	60		20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	80		20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	100		20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	120		20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	140		20	120	1440	20	1440	1440	0 %
	160		20	120	1440	20	1440	1440	0 %

		180	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		200	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		220	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		240	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
9600	1	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		10	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		180	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		200	20	120	1440	19	1440	864	10 %
		220	20	120	1440	17	1440	720	25 %
		240	20	120	1440	8	1440	576	60 %
				0	20	120	1440	20	1440
		10	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %

	2	120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		180	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		200	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		220	20	120	1440	18	1440	864	10 %
		240	20	120	1440	16	1440	1224	20 %
	3	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		10	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		180	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		200	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		220	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		240	20	120	1440	17	1440	816	15 %
260	20	120	1440	12	1440	864	40 %		
1	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	
	10	20	120	1440	20	1440	1440	0 %	

19200		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		180	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		200	20	120	1440	17	1440	1224	20 %
		220	20	120	1440	14	1440	1008	30 %
		240	20	120	1440	7	1440	360	65 %
	2	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		10	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		180	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		200	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
220	20	120	1440	17	1440	812	15 %		

		240	20	120	1440	12	1440	864	40 %
	3	0	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		10	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		40	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		60	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		80	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		100	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		120	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		140	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		160	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		180	20	120	1440	20	1440	1440	0 %
		200	20	120	1440	19	1440	1368	5 %
		220	20	120	1440	18	1440	864	10 %
		240	20	120	1440	16	1440	1224	20 %