

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**RANCANG BANGUN *MONITORING* KONDISI PIPA
MENGUNAKAN ALAT DETEKSI KARAT DENGAN *SMALL*
ANTENA**



LAILATUL NI'MATUS SADIYA
NIT: 0820009207

Disusun sebagai salah satu syarat
Menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL
TAHUN 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**RANCANG BANGUN *MONITORING* KONDISI PIPA
MENGUNAKAN ALAT DETEKSI KARAT DENGAN *SMALL*
ANTENA**



LAILATUL NI'MATUS SADIYA

NIT: 0820009207

Disusun sebagai salah satu syarat
Menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL
TAHUN 2025

PENYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Lailatul Ni'matus Sa'diya

Nomor Induk Taruna : 08.20.009.2.07

Program Studi : D-IV TRKK REGULER

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

RANCANG BANGUN MONITORING KONDISI PIPA MENGGUNAKAN ALAT DETEKSI KARAT DENGAN *SMALL* ANTENA

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan diatas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

Surabaya, 22 September 2025



10000
METERAN
TEMPEL
406FFANX079445742

Lailatul Ni'matus Sa'diya

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Judul : RANCANG BANGUN MONITORING KONDISI PIPA
MENGGUNAKAN ALAT PENDETEKSI KARAT
DENGAN *SMALL ANTENA*

Program Studi : Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Nama : LAILATUL NI'MATUS SADIYA

NIT : 08.20.009.2.07

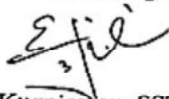
Jenis Tugas Akhir : Karya Ilmiah Terapan

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan
Seminar Proposal Tugas Akhir

Surabaya, 22 November 2024

Menyetujui,

Pembimbing I



(Edi Kurniawan, SST., MT)
Penata Muda Tk. I (III/B)
NIP.198312022019021001

Pembimbing II



(Maulidiah Rahmawati, S.Si, M.Sc)
Penata TK. I (III/D)
NIP. 197702282006042001

Mengetahui

Ketua Prodi D-IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



(Akhmad Kasan Gupron, M. Pd)
Penata Tk. I (III/D)
NIP.19805172005021003

**PERSETUJUAN SEMINAR HASIL
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : **RANCANG BANGUN MONITORING KONDISI PIPA
MENGUNAKAN ALAT PENDETEKSI KARAT DENGAN
SMALL ANTHERA**

Nama Taruna : Lailatul Ni'matus Sa'diya

NIT : 08.20.009.0.07

Program Studi : Diploma IV TRKK

Dengan ini menyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan

Surabaya, 19 Februari 2025

Menyetujui

Pembimbing I

(Edi Kurniawan, SST., MT)

Penata (III/C)

NIP.198312022019021001

Pembimbing II

(Maulidiah Rahmawati, S.St, M.Sc)

Penata Tk. 1 (III/D)

NIP. 198512112009122003

Mengetahui

Ketua Prodi D-IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

(DIRHAMSYAH, S.E., M.Pd.)

Penata Tk.1(III/d)

NIP. 197504302002121002

PENGESAHAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

RANCANG BANGUN MONITORING KONDISI PIPA MENGGUNAKAN
ALAT PENDETEKSI KARAT DENGAN *SMALL ANTENA*

Disusun oleh:

LAILATUL NI'MATUS SADIYA
NIT. 08.20.009.0.07

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 18 Desember 2024
Mengesahkan,

Dosen Penguji I



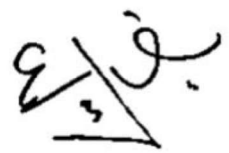
HENNA NURDIANSARI, S.T., M.T., M.Sc
NIP. 198512112009122003

Dosen Penguji II



KUNTORO BAYU AJIE, S.Kom., M.T
NIP. 198502012010121003

Dosen Penguji III



EDI KURNIAWAN, S.ST, M.T
NIP. 198312022019021001

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



AKHMAD KASAN GUPRON, M.Pd
NIP. 198005172005021003

PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

RANCANG BANGUN MONITORING KONDISI PIPA MENGGUNAKAN
ALAT PENDETEKSI KARAT DENGAN *SMALL ANTHERA*

Disusun oleh:

LAILATUL NI'MATUS SA'DIYA
NIT. 08.20.009.0.07

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 22 September 2025

Mengesahkan,

Dosen Penguji I



HENNA NURDIANSARI, S.T., M.T., M.Sc.
NIP. 198512112009122003

Dosen Penguji II



DIANA ALIA, S.T., M.Eng.
NIP. 199106062019022003

Dosen Penguji III



EDI KURNIAWAN, SST., MT.
NIP. 198312022019021001

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



DIRHAMSYAH, S.E., M.Pd
NIP. 197504302002121002

ABSTRAK

Lailatul Ni'matus Sa'diya, (2024) "Rancang Bangun *Monitoring* Kondisi Pipa Menggunakan Alat Deteksi Karat dengan *Small Antena*". Politeknik Pelayaran Surabaya Dibimbing oleh Bapak Edi Kurniawan, SST, MT. dan Ibu Maulidiah Rahmawati, S.Si.M.Sc.

Pemantauan kondisi pipa di kapal MT Arimbi merupakan aspek krusial dalam industri perkapalan, terutama karena fungsinya sebagai jalur transportasi cairan dan gas seperti bahan bakar, air, dan gas buang. Masalah utama yang sering terjadi adalah kebocoran dan penyumbatan pipa, yang dapat memicu kerugian finansial, risiko keselamatan, serta kerusakan lingkungan. Kebocoran biasanya disebabkan oleh korosi, tekanan berlebih, atau kerusakan mekanis, sementara penyumbatan sering kali terkait dengan endapan karat dalam pipa. Dalam mengatasi masalah tersebut, penelitian ini berfokus pada pengembangan alat pendeteksi karat menggunakan antena mikrostrip dengan frekuensi ultra tinggi (UHF) 860–960 MHz, yang mampu mendeteksi karat secara efisien dan akurat.

Rumusan masalah yang mendasari penelitian ini adalah bagaimana rancang bangun alat monitoring kondisi pipa menggunakan antena mikrostrip untuk mendeteksi karat, serta seberapa akurat dan sensitif alat tersebut dalam mendeteksi tingkat korosi pada pipa. Dengan desain yang memanfaatkan teknologi modern, alat ini diharapkan mampu mengidentifikasi kondisi pipa secara real-time, memproses data dengan radar, dan menyimpan hasil deteksi dalam micro-SD untuk evaluasi lebih lanjut. Selain itu, penelitian ini juga membatasi cakupan pada sistem monitoring berbasis antena UHF yang terintegrasi dengan perangkat penyimpanan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pendeteksi karat yang andal dan efisien guna meningkatkan keselamatan operasional kapal. Melalui pengujian statis dan dinamis, alat ini akan dievaluasi untuk mengetahui performanya dalam berbagai kondisi. Hasil yang diharapkan adalah terciptanya solusi monitoring kondisi pipa yang dapat digunakan oleh industri perkapalan untuk meminimalkan risiko kebocoran dan penyumbatan, serta mengurangi biaya perawatan melalui deteksi dini kerusakan.

Kata kunci: *Radar, Antenna microstrip, Micro SD, Pendeteksi Karat.*

ABSTRACT

Lailatul Ni'matus Sa'diya, (2024) "Design and Construction of Pipe Condition Monitoring Using Rust Detection Tool with Small Antenna". Surabaya Maritime Polytechnic Supervised by Mr. Edi Kurniawan, SST, MT. and Mrs. Maulidiah Rahmawati, S.Si.M.Sc.

Monitoring the condition of the pipelines on the MT Arimbi is a crucial aspect in the shipping industry, especially because they function as a transportation route for liquids and gases such as fuel, water, and exhaust gas. The main problems that often occur are leaks and blockages in the pipelines, which can trigger financial losses, safety risks, and environmental damage. Leaks are usually caused by corrosion, excessive pressure, or mechanical damage, while blockages are often associated with rust deposits in the pipeline. To address these problems, this research focuses on the development of a rust detector using a microstrip antenna with an ultra-high frequency (UHF) of 860–960 MHz, which is capable of detecting rust efficiently and accurately.

The research problem formulation underlying this study is how to design a pipe condition monitoring tool using a microstrip antenna to detect rust, and how accurate and sensitive the tool is in detecting the level of corrosion in pipes. With a design that utilizes modern technology, this tool is expected to be able to identify pipe conditions in real-time, process data with radar, and store detection results in a micro-SD for further evaluation. In addition, this study also limits the scope to a monitoring system based on a UHF antenna integrated with a storage device.

This research aims to design and build a reliable and efficient rust detection device to improve ship operational safety. Through static and dynamic testing, the device will be evaluated to determine its performance under various conditions. The expected outcome is the creation of a pipe condition monitoring solution that can be used by the shipping industry to minimize the risk of leaks and blockages, as well as reduce maintenance costs through early damage detection.

Keywords: *Radar, Microstrip Antenna, Micro SD, Rust Detector*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Rancang Bangun *Monitoring* Kondisi Pipa Menggunakan Alat Pendeteksi Karat dengan *Small Antena*”**. KIT ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Diploma 4 di Politeknik Pelayaran Surabaya. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya menjaga integritas pipa dalam berbagai industri, terutama untuk menghindari terjadinya korosi yang dapat menyebabkan kebocoran dan kerugian yang signifikan. Dengan demikian, pengembangan alat monitoring kondisi pipa secara real-time menjadi sangat krusial. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan terwujud tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak.

Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Moejiono, MT. M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah menyediakan sarana dan prasarana untuk kelancaran penyelesaian KIT.
2. Bapak Edi Kurniawan, SST, MT dan Ibu Maulidiah Rahmawati, S.Si.M.Sc, selaku dosen pembimbing yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, arahan, dan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat.
3. Bapak Akhmad Kasan Gupron, M.Pd. selaku Ketua Prodi DIV TRKK yang telah membantu membimbing dan mendidik secara sabar.
4. Ibu Diana Alia, S.T, M.Eng yang telah membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Orang tua saya Bapak Mujiono, Ibu Juma'ani dan kakak saya M.Ardhi Aprilianto yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat yang tak pernah putus.
6. Seluruh rekan-rekan Taruna/i Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah memberikan bantuan dan semangat selama proses penelitian. Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna.

Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif dan bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya,2024

Lailatul Ni'matus Sa'diya

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL TUGAS AKHIR.....	iii
PERSETUJUAN SEMNAR HASIL TUGAS AKHIR	iv
LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL.....	v
LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR	vi
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Review Penelitian Sebelumnya.....	5
B. Landasan Teori.....	6
1. Rancang Bangun	6
2. Korosi	7

3. dBm (decibel-milliwatt).....	8
4. Antena Mikrostrip.....	9
5. ESP32	9
6. Baterai.....	10
7. Step Down.....	10
8. Saklar on/off.....	11
BAB III METODE PENELITIAN	13
A. Perancangan Sistem	13
B. Perancangan Alat.....	14
C. Rencana Pengujian dan Uji Coba Alat.....	17
1. Pengujian Statis.....	17
2. Pengujian Dinamis.....	18
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	20
A. Pengujian Statis.....	20
1. Pengujian Antena Mikro Strip.....	20
2. Pengujian Transmitter & Reciver.....	22
3. Pengujian ESP32.....	24
B. Pengujian dinamis.....	25
1. Pengujian Pada Pipa Berkarat	25
2. Pengujian Pada Pipa Tidak Berkarat.....	26
3. Hasil Pengujian.....	26
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	28
A. Kesimpulan.....	28
B. Saran.....	28

DAFTAR PUSTAKA	30
----------------------	----



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Korosi	7
Gambar 2. 2 dBm	8
Gambar 2. 3 Antena Microstrip.....	9
Gambar 2. 4 ESP 32	9
Gambar 2. 5 Baterai 18650	10
Gambar 2. 6 Step down	11
Gambar 2. 7 Saklar on/off.....	11
Gambar 3. 1 Diagram Sistem Perancangan Alat.....	13
Gambar 3. 2 Block Diagram Perancangan Alat	14
Gambar 3. 3 Flowchart Pengirim Perintah.....	15
Gambar 3. 4 Wiring Diagram	16
Gambar 3. 5 Sistem Pengujian Dinamis Pipa Berkarat.....	19
Gambar 4. 1 Pengujian Antenna Mikro Strip.....	20
Gambar 4. 2 Pengujian Transmitter & Receiver.....	22
Gambar 4. 3 Pengujian ESP32	24
Gambar 4. 4 (A) Sebelum Pengecekan, (B) Setelah Pengecekan	25
Gambar 4. 5 (A) Sebelum Pengecekan, (B) Setelah Pengecekan	26



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Review penelitian sebelumnya.....	5
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Antenna Microstrip	21
Tabel 4. 2 Pengujian Antenna Microstrip.....	23
Tabel 4. 3 Pengujian Pipa Berkarat.....	25
Tabel 4. 4 Tabel Pengujian Pipa Tidak Berkarat.....	26



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pemantauan kondisi pipa pada kapal adalah aspek yang sangat penting dalam industri perkapalan. Pipa pada kapal berfungsi sebagai jalur transportasi berbagai cairan dan gas penting, termasuk bahan bakar, air, minyak, dan gas buang. Kerusakan atau kebocoran pada pipa-pipa ini dapat menyebabkan berbagai masalah serius, mulai dari kerugian finansial hingga ancaman terhadap keselamatan manusia dan lingkungan. Salah satu masalah utama adalah kebocoran pipa. Kebocoran pada sistem pipa dapat menyebabkan kerugian finansial yang signifikan dan ancaman terhadap keselamatan lingkungan serta manusia (Smith, 2021). Penanganan kebocoran yang cepat dan efisien sangat penting untuk mengurangi dampak negatif tersebut ketika terjadi kebocoran, bahan berbahaya seperti minyak atau bahan bakar bisa mencemari laut, mengakibatkan kerusakan ekosistem dan biaya pembersihan yang sangat tinggi. Selain itu, kebocoran gas dapat menimbulkan risiko kebakaran atau ledakan, yang sangat berbahaya bagi awak kapal dan bisa merusak kapal itu sendiri.

Permasalahan selain kebocoran pada pipa di atas kapal adalah penyumbatan pipa. Penyumbatan ini bisa menghambat aliran cairan atau gas, menyebabkan penurunan efisiensi operasional sistem kapal. Jika aliran bahan bakar atau air pendingin terganggu, mesin kapal bisa mengalami atau kerusakan, yang bisa mengakibatkan kerusakan penyebab kebocoran bisa terjadi

karena korosi, tekanan berlebih, atau kerusakan mekanis. Korosi terjadi akibat proses degradasi logam akibat reaksi kimia seperti kimia seperti oksidasi yang terjadi saat logam bersentuhan dengan air atau udara lembap. Proses ini menyebabkan logam menjadi rapuh, menipis, atau bahkan berlubang, sehingga mengurangi kekuatan strukturalnya. Seiring waktu, korosi yang tidak diatasi dapat menimbulkan kebocoran, ketika cairan atau gas keluar melalui lubang atau retakan yang terbentuk akibat korosi. Selain itu, serpihan karat atau produk korosi lainnya yang terlepas dari permukaan logam dapat terbawa aliran di dalam pipa dan mengendap di area yang sempit, memicu penyumbatan. Dengan demikian, korosi dapat menyebabkan dua masalah utama, yaitu kebocoran dan penyumbatan, yang pada akhirnya dapat mengganggu fungsi dan kinerja sistem secara keseluruhan.

Berdasarkan hal tersebut dengan memanfaatkan perkembangan teknologi maka dibuatlah suatu alat seperti menggunakan *small* antena untuk memancarkan dan menerima signal pada korosi dengan frekuensi sebesar 860-960 Mhz. yang termasuk dalam jenis frekuensi UHF (*Ultra High Frekuensi*). Menggunakan jenis frekuensi jenis ini karena memiliki keunggulan dapat membaca data dengan jarak lebih jauh dan transfer data yang lebih cepat (Doe,2022), maka peneliti tertarik untuk mengadakan penelitian berjudul “Rancang Bangun *Monitoring* Kondisi Pipa Menggunakan Alat Pendeteksi Karat dengan *Small Antena*”.

B. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka rumusan masalah yang diangkat penulis antara lain :

1. Bagaimana rancang bangun alat monitoring kondisi pipa menggunakan alat pendeteksi karat dengan *small* antenna?
2. Seberapa akurat dan sensitif alat pendeteksi karat ini dalam mendeteksi berbagai tingkat korosi pada pipa dengan cara pengujian statis ?

C. Batasan Masalah

Batasan masalah yang diulas pada alat *monitoring* kondisi pipa menggunakan alat pendeteksi karat dengan *small* antenna sebagai berikut :

1. Penelitian lebih fokus pada perancangan *monitoring* karat pada pipa.
2. Penelitian ini tidak mencakup analisis faktor eksternal lain yang dapat mempengaruhi laju korosi pada pipa, seperti kandungan kimia dalam fluida yang mengalir, kondisi lingkungan ekstrem, dan pengaruh tekanan operasional. Fokus utama penelitian hanya pada deteksi korosi menggunakan antenna mikrostrip dengan frekuensi UHF.
3. Menggunakan antenna dengan frekuensi 860-960MHz sebagai pengirim dan menerima signal.
4. Penelitian hanya menggunakan radar sebagai pembaca dan mengidentifikasi informasi yang disimpan dalam *micro sd*
5. Micro sd untuk menyimpan data.

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan dan batasan masalah di atas, tujuan penulis Karya Ilmiah Terapan (KIT) ini adalah :

1. Merancang dan membuat alat monitoring kondisi pipa menggunakan alat pendeteksi karat dengan *small* antena.
2. Mengetahui tingkat akurasi dan sensitivitas pendeteksi karat pada pipa menggunakan *small* antena.

E. Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang didapatkan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Merancang alat untuk memonitoring karat pada pipa , sehingga dapat digunakan dalam industri perkapalan guna meningkatkan efisiensi dan keamanan operasional.
2. Menjadi panduan bagi teknisi untuk memahami desain dan rangkaian sistem pencegah karat berlebih di kapal, termasuk penggunaan mikrokontroler dan penginderaan
3. Dengan penerapan sistem ini di kapal, diharapkan risiko kerusakan pipa dapat dikurangi.

Peneliti memiliki harapan yang besar kepada para pembaca Karya Ilmiah Terapan (KIT) ini yang tentunya diharapkan dapat memberi inovasi untuk dikembangkan penelitian berikutnya

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Pada setiap penelitian tentunya memiliki penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai referensi untuk di modifikasi dan menciptakan sebuah penelitian terbaru yang diharapkan menjadi lebih baik kedepannya. Pada penelitian ini, peneliti melakukan review pada 2 penelitian sebelumnya seperti terdapat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 *Review* penelitian sebelumnya

Nama	Judul	Hasil	Perbedaan
Jun Zhang . Jurnal IEE, 18 Juni 2022: 1-2	<i>UHF RFID Tag Antenna- Based Sensing For Corrosion Detection & Characterizati on Using Principal Component Anaylsis</i>	Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode yang diusulkan menggunakan <i>principal component analisis</i> (PCA) dapat diterapkan untuk mendeteksi adanya korosi tahap awal pada logam	Pada penelitian sebelumnya menampilkan persentase korosi pada grafik di PC sedangkan pada penelitian ini menentukan adanya korosi tahap awal ditampilkan pada LCD
Ali Hanafiah Rambe, Natio nal Conference on Industrial Electrical and Electronics (NCIEE). Vol.18, No.2, Desember 2023: 1-2	Perancangan Antena <i>Mikrostrip Patch</i> Segi Empat <i>Dual Band</i> (1,8 GHz dan 2,4 GHz)	Antena yang diusulkan memiliki 53 <i>Bandwidth</i> MHz untuk pita 1,8 GHz dan 78 MHz untuk pita 2,4 GHz dengan VSWR kedua pita mempunyai pola radiasi searah. Penguatan frekuensi 1,8 GHz sebesar 5,575 dB dan frekuensi 2,44 GHz sebesar 6,012 dB.	Pada penelitian sebelumnya merancang antena <i>micro</i> sedangkan pada penelitian ini mengembangkan antena <i>micro</i> sebagai pengirim dan penerima sinyal untuk mendeteksi korosi
Hong Zhang . Jurnal IEEE 24 Oktober 2022:127-130	<i>Characterisati on of steel corrosion using high frequency RFID</i>	Desain pengembangan dengan waktu paparan yang berbeda (1 bulan, 6 bulan, 10 bulan, 12 bulan), menggunakan antena 13,56 MHz (<i>high frequency</i>) untuk menentukan waktu korosi	Pada penelitian sebelumnya menggunakan 13,56 MHz (<i>high frequency</i>) pada Penelitian ini menggunakan 860-960 MHz (<i>ultra high frequency</i>)

B. Landasan Teori

Dalam penelitian ini penulis menggunakan landasan teori yang akan digunakan atau dijadikan dasar dari pada penelitian ini (Hamdan, 2023). Beberapa definisi, serta proposisi yang telah dirancang dan disusun dengan rapi serta sistematis tentang variabel-variabel dalam sebuah penelitian. Sumber tersebut memberikan kerangka atau dasar untuk memahami latar belakang dari timbulnya permasalahan secara sistematis.

1. Rancang Bangun

Rancang merupakan serangkaian prosedur untuk menerjemahkan hasil analisis dari sebuah sistem kedalam bahasa pemrograman untuk mendeskripsikan dengan detail bagaimana komponen-komponen sistem diimplementasikan (Rohmat,2020:1). Sedangkan pengertian bangun atau pembangunan sistem adalah kegiatan menciptakan baru maupun mengganti atau memperbaiki sistem yang telah ada baik secara keseluruhan maupun sebagian (Pressman,2022:9).

Rancang bangun sangat berkaitan dengan perancangan sistem yang merupakan satu kesatuan untuk merancang dan membangun sebuah aplikasi. Perancangan sistem adalah penentuan proses dan data yang diperlukan oleh sistem baru. Jika sistem itu berbasis komputer, rancangan dapat menyertakan spesifikasi jenis peralatan yang akan digunakan (Tata Sutabri, 2022:3).

Perancangan sistem dapat didefinisikan sebagai gambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisahkan kedalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi

(Jogiyanto,2021:7). Tujuan dari perancangan sistem yaitu untuk memenuhi kebutuhan para pemakai sistem dan memberikan gambaran yang jelas dan rancang bangun yang lengkap kepada Kedua tujuan ini lebih berfokus pada perancangan atau desain sistem yang terinci yaitu pembuatan rancang bangun yang jelas dan lengkap yang nantinya digunakan untuk pembuatan program komputernya.

2. Korosi

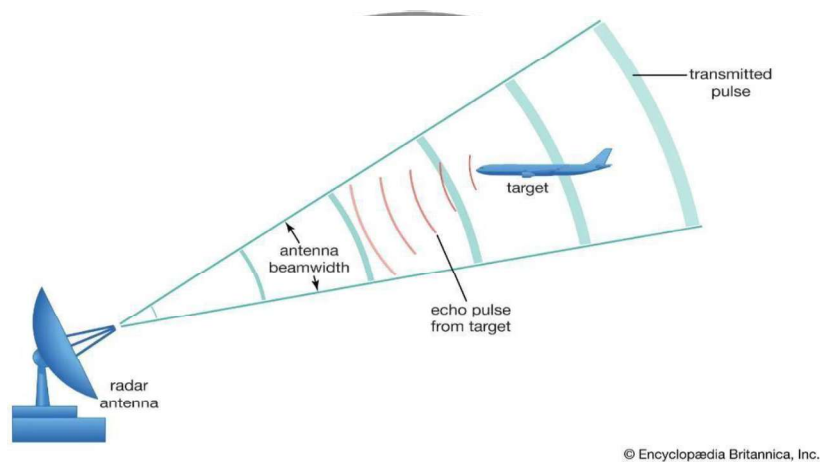


Gambar 2. 1 *Korosi*
Sumber : id.linkedin.com

Korosi adalah kehendak alam dan tidak bisa dicegah, namun laju korosi dapat dihambat (Syafriзал, 2021). Korosi yang terjadi pada logam dipengaruhi oleh sifat logam yang menjadi komposisi pembentuknya. Korosi dapat terjadi terhadap logam *ferrous* dan *non ferrous*, hal ini disebabkan oleh reaksi elektrokimia pada material tersebut. Beberapa penyebab utama korosi meliputi keberadaan kelembapan, oksigen, dan ion-ion agresif seperti klorida. Kelembapan dapat mempercepat proses korosi dengan meningkatkan konduktivitas listrik dari larutan elektrolit, sementara oksigen terlibat dalam reaksi oksidasi yang merusak logam. Selain itu, kontaminasi dari zat kimia tertentu, seperti garam, dapat mempercepat laju

korosi (Fontana,2020). Dalam dunia industri, terutama pada perkapalan, korosi dapat menjadi masalah serius karena pipa, lambung kapal, dan struktur logam lainnya terus-menerus terpapar air laut yang bersifat korosif. Oleh karena itu, pengendalian korosi menjadi sangat penting untuk memastikan keandalan dan keamanan operasi, termasuk penerapan metode pelindung seperti pelapisan antikorosi, penggunaan bahan tahan karat.

3. dBm (decibel-milliwatt)



Gambar 2. 2 dBm

Sumber : <https://images.app.goo.gl/qGYYbSum77c7oYUt5>

dBm (decibel-milliwatt) adalah satuan logaritmik yang digunakan untuk mengukur daya dalam sistem komunikasi dan elektronik, dengan referensi 1 milliwatt (mW). Satuan ini menunjukkan tingkat kekuatan sinyal dalam desibel (dB) dibandingkan dengan 1 mW, di mana 0 dBm setara dengan 1 mW, dan setiap kenaikan 10 dBm berarti peningkatan daya 10 kali lipat. dBm sering digunakan dalam telekomunikasi, jaringan WiFi, dan sistem radio untuk mengevaluasi kinerja pemancar, penerima, serta perhitungan redaman dan penguatan sinyal dalam suatu sistem.

4. Antena Mikrostrip



Gambar 2. 3 Antena Mikrostrip

Sumber ; <https://images.app.goo.gl/yfaEefwYRr4WVypq9>

Antena Mikrostrip adalah jenis antena yang sedang berkembang dan banyak digunakan untuk perangkat telekomunikasi modern yang salah satunya adalah aplikasi berbasis Wi-Fi 2,4 GHz (Alam et al., 2022). memiliki kelebihan diantaranya bentuk yang sederhana dan mudah difabrikasi namun, memiliki kekurangan berupa bandwidth yang dihasilkan sempit dan keterbatasan dalam gain.

5. ESP32



Gambar 2. 4 ESP 32

Sumber : <https://sl.bing.net/dayUvZ4zu6m>

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler sistem-on-chip (SoC) yang dikembangkan oleh Espressif Systems, dikenal karena kemampuannya dalam komunikasi nirkabel dengan dukungan WiFi dan Bluetooth.

Mikrokontroler ini menggunakan prosesor dual-core atau single-core Tensilica Xtensa LX6/LX7 dan memiliki fitur seperti GPIO yang fleksibel, modul ADC dan DAC, serta berbagai protokol komunikasi seperti SPI, I2C, dan UART. Dengan konsumsi daya yang rendah dan performa tinggi, ESP32 banyak digunakan dalam proyek Internet of Things (IoT), otomasi rumah, sistem tertanam, dan aplikasi berbasis jaringan nirkabel.

6. Baterai



Gambar 2. 5 Baterai 18650

Sumber : <https://sl.bing.net/gkFLJHeuu9Q>

Baterai 18650 adalah jenis baterai lithium-ion berbentuk silinder dengan ukuran 18 mm diameter dan 65 mm panjang. Baterai ini memiliki kapasitas yang bervariasi, biasanya antara 1500 mAh hingga 3500 mAh, dengan tegangan nominal 3.6V – 3.7V dan dapat diisi ulang. Baterai 18650 sering digunakan dalam perangkat elektronik seperti laptop, senter, vape, power bank, dan bahkan kendaraan listrik karena daya tahan yang tinggi dan efisiensi energi yang baik.

7. Step Down

Step-down adalah proses penurunan tegangan listrik dari tingkat yang lebih tinggi ke lebih rendah menggunakan komponen seperti trafo step-down untuk arus bolak-balik (AC) atau buck converter untuk arus searah

(DC).



Gambar 2. 6 Step down

Sumber : <https://sl.bing.net/k6jdXLd7LyK>

Pada trafo step-down, jumlah lilitan primer lebih banyak dibandingkan sekunder, sehingga tegangan keluaran lebih rendah. Sementara itu, buck converter menggunakan saklar, induktor, dioda, dan kapasitor untuk menurunkan tegangan DC secara efisien. Teknologi ini digunakan dalam berbagai perangkat elektronik, seperti adaptor, catu daya, dan sistem kelistrikan untuk menyesuaikan tegangan sesuai kebutuhan komponen yang lebih sensitif.

8. Saklar on/off

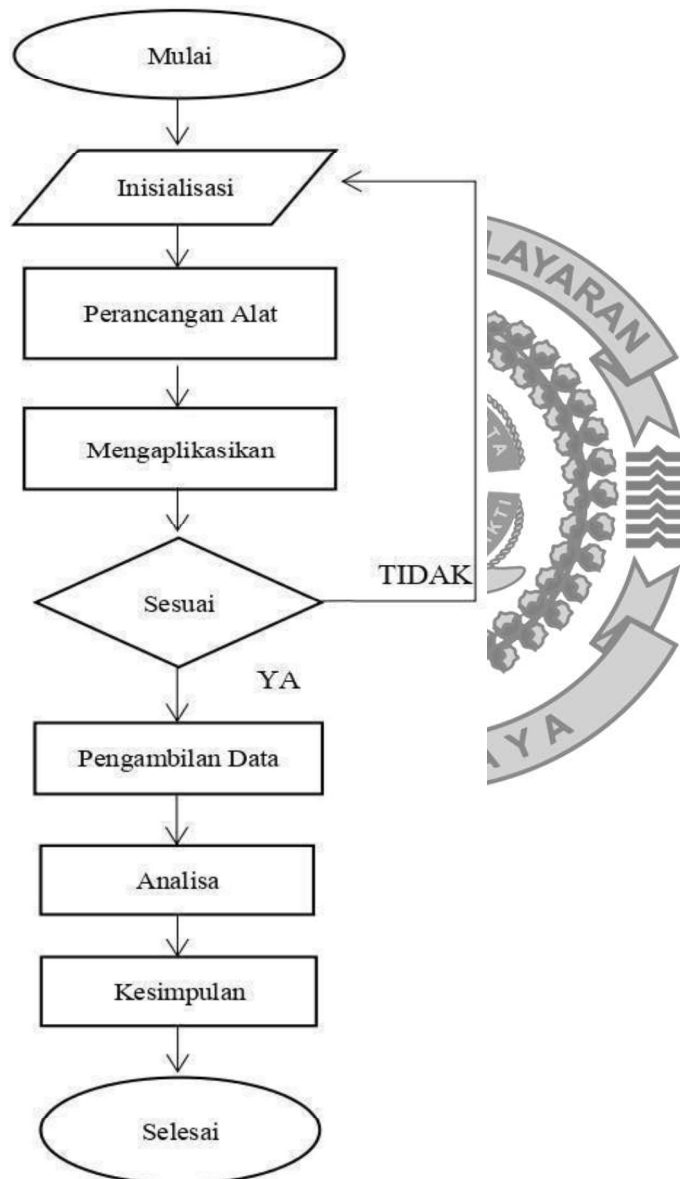


Gambar 2. 7 Saklar on/off

Sumber : <https://sl.bing.net/QWXiILZYzY>

Saklar On/Off adalah perangkat listrik yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dalam suatu rangkaian. Saat saklar dalam posisi "On", kontak di dalamnya terhubung sehingga arus listrik dapat mengalir, sedangkan dalam posisi "Off", kontak terputus sehingga arus listrik tidak mengalir.

Saklar ini banyak digunakan dalam berbagai perangkat elektronik dan kelistrikan, seperti lampu, kipas, dan peralatan rumah tangga, untuk mengontrol daya secara manual dengan cara yang sederhana dan efisien.



Gambar 2. 5 Flowchart kerangka penelitian

Sumber : Dokumen pribadi

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

Metode prototype merupakan satu metode dalam pengembangan perangkat lunak, metode ini merupakan suatu paradigma baru dalam pembuatan / pengembangan perangkat lunak dan juga salah satu metode dalam pengembangan sistem yang menggunakan pendekatan untuk membuat sesuatu program dengan cepat dan bertahap sehingga segera dapat dievaluasi oleh pemakai (Mardani dan Melda,2023). Berikut perencanaan alat yang akan dibuat



Gambar 3. 1 Diagram Sistem Perancangan Alat

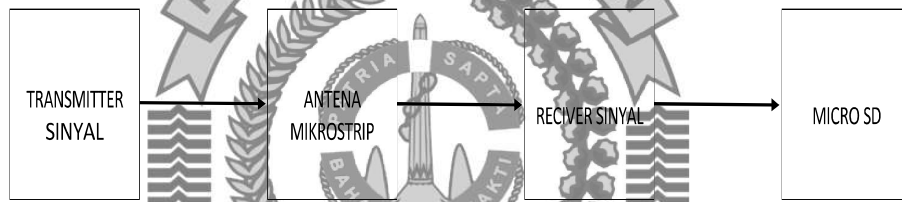
Sumber: Dokumen pribadi

Berdasarkan blok diagram 3.1 pada gambar berikut, informasi rancang bangun monitoring kondisi pipa menggunakan alat pendeteksi karat dengan *small* antenna. Pendeteksi karat pada pipa memancarkan gelombang pada pipa, lora transmitter memerintahkan radar untuk menghasilkan gelombang yang di pancarkan oleh antenna mikrostrip ke arah pipa, lalu oleh pipa di pantulkan lalu di tangkap lagi dengan antenna mikrostrip lalu informasi tersebut di kembalikan ke radar dan di proses oleh lora receiver dan informasinya di tampilkan pada LCD 16 x 2.

B. Perancangan Alat

1. Block Diagram Perancangan Alat

Block diagram perancangan alat adalah representasi visual dari struktur atau alur kerja sebuah sistem, yang menunjukkan hubungan antar komponen utama. Setiap komponen dalam sistem diwakili oleh sebuah kotak atau blok, dan hubungan antar komponen ditunjukkan oleh garis penghubung dengan arah panah yang menggambarkan aliran data, sinyal, atau energi. Diagram ini membantu dalam merancang dan memahami cara kerja suatu alat, karena memberikan gambaran umum tentang komponen apa saja yang terlibat dan bagaimana mereka berinteraksi satu sama lain.



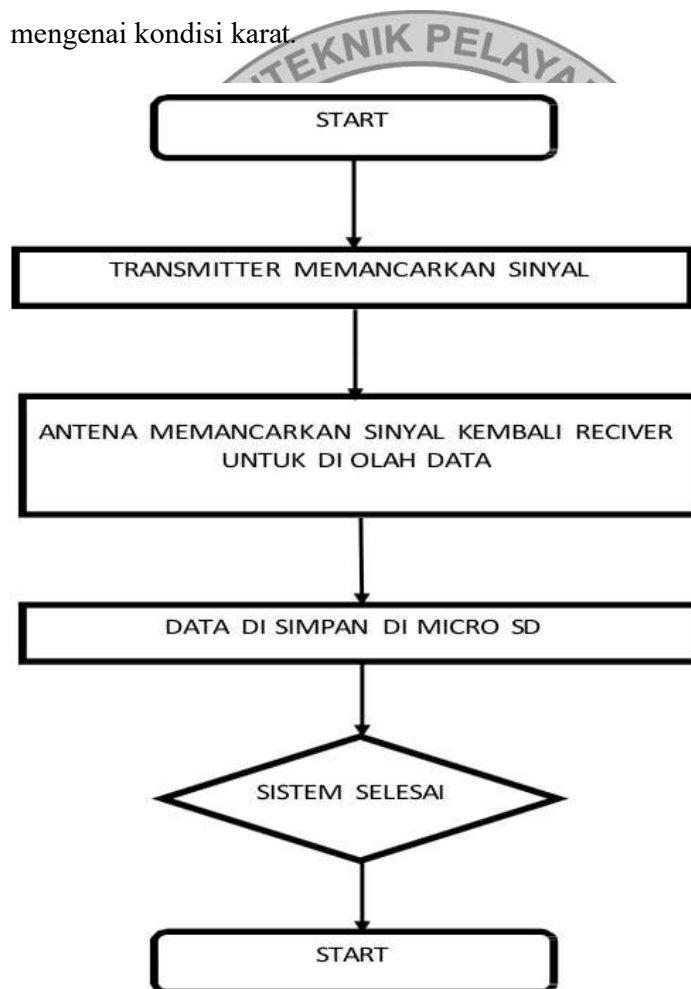
Gambar 3. 2 Block Diagram Perancangan Alat

Sumber : Dokumen pribadi

Dalam rangkaian alat pendeteksi karat pada pipa kapal, radar dan antena bekerja bersama untuk mendeteksi kerusakan. Radar memancarkan gelombang elektromagnetik yang diarahkan ke pipa, sementara antena mikrostrip memfokuskan gelombang tersebut dan menangkap sinyal pantulan yang kembali setelah mengenai permukaan pipa. Pantulan sinyal ini mengindikasikan adanya karat atau perubahan struktural, yang kemudian diproses oleh sistem untuk mengetahui kondisi pipa secara akurat. Hasil deteksi ditampilkan pada layar LCD, memungkinkan pemantauan kondisi pipa secara real-time dan membantu dalam menjaga efisiensi serta keamanan operasional kapal.

2. Flowchart

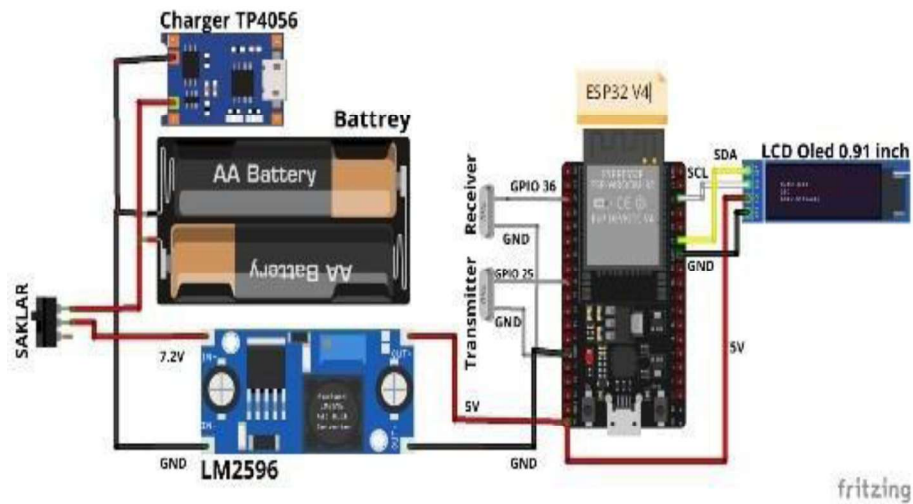
Flowchart pada gambar 3.3 yaitu *flowchart* pengiriman perintah dimana alur kerja dimulai dengan penginisialisasi data serta radar, radar memerintahkan untuk memancarkan gelombang melalui antena mikrostrip menuju permukaan pipa. Setelah gelombang ini dipantulkan kembali dari pipa, sinyal pantulan tersebut diterima kembali oleh antena mikrostrip dan diteruskan ke radar untuk di olah datanya. Data yang dikumpulkan kemudian di simpan di micro sd untuk menghasilkan informasi yang akurat mengenai kondisi karat.



Gambar 3. 3 *Flowchart* Pengirim Perintah

Sumber : Dokumen pribadi

3. Wiring Diagram



Gambar 3. 4 *Wiring Diagram*

Sumber : Dokumen Pribadi

ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler utama dalam sistem ini, yang bertugas untuk berkomunikasi dengan modul LoRa SX1278 serta menampilkan data hasil pembacaan pada LCD 16x2 dengan antarmuka I2C. Modul LoRa SX1278 beroperasi pada tegangan 3.3V dan menggunakan komunikasi SPI untuk bertukar data dengan ESP32. Pin VCC dari LoRa terhubung ke 3.3V pada ESP32 untuk menyediakan daya, sementara GND dari LoRa disambungkan ke GND ESP32 sebagai referensi tegangan yang sama. Jalur komunikasi SPI terdiri dari beberapa pin, yaitu SCK (Serial Clock) yang dihubungkan ke GPIO18, MISO (Master In Slave Out) ke GPIO19, MOSI (Master Out Slave In) ke GPIO23, dan NSS (Chip Select) ke GPIO5. Selain itu, pin RST (Reset) pada LoRa dihubungkan ke GPIO14 pada ESP32 untuk menginisialisasi ulang modul jika diperlukan, serta DIO0 (Interrupt Output) disambungkan ke GPIO2 untuk menangkap sinyal interrupt ketika data diterima.

Di sisi lain, LCD 16x2 dengan modul I2C digunakan untuk menampilkan data yang diterima dari LoRa. Komunikasi antara LCD dan ESP32 dilakukan melalui protokol I2C yang hanya memerlukan dua jalur, yaitu SDA (Serial Data) yang dihubungkan ke GPIO21 dan SCL (Serial Clock) ke GPIO22. LCD ini beroperasi pada tegangan 5V, sehingga pin VCC LCD disambungkan ke 5V pada ESP32, sedangkan GND LCD terhubung ke GND ESP32 agar memiliki referensi tegangan yang sama.

Dengan konfigurasi ini, ESP32 dapat mengontrol modul LoRa SX1278 untuk mengirim dan menerima data secara nirkabel, kemudian menampilkan hasilnya pada LCD 16x2. Penggunaan protokol SPI untuk komunikasi dengan LoRa memungkinkan transfer data yang cepat dan efisien, sementara protokol I2C pada LCD meminimalkan jumlah pin yang digunakan sehingga lebih sederhana dalam implementasi.

C. Rencana Pengujian dan Uji Coba Alat

Pada penelitian ini, pengujian alat menggunakan dua cara yaitu pengujian statis dan pengujian dinamis untuk membantu peneliti mengumpulkan data.

1. Pengujian Statis

a. Pengujian Jarak Deteksi :

Mengukur jarak maksimum di mana antena dapat memancarkan dan menerima kembali sinyal dengan meletakkan antena pada posisi tetap dan lakukan pemancaran sinyal ke objek dengan kondisi pipa yang berkarat dan tidak berkarat pada jarak yang berbeda-beda.

b. Pengujian Sensitivitas :

Mengukur sensitivitas sistem dalam mendeteksi berbagai tingkat korosi, dengan menggunakan pipa dengan tingkat karat yang bervariasi (misalnya: ringan, sedang, berat) dan Pantau sinyal yang diterima oleh antena untuk setiap tingkat korosi.

c. Uji Akurasi :

Memastikan sistem dapat membedakan dengan jelas antara objek yang berkarat dan tidak berkarat. Lakukan pengujian dengan beberapa sampel pipa (berkarat dengan tidak berkarat) dan catat tingkat kesalahan dalam identifikasi.

d. Uji Pengaruh Material :

Menganalisis dampak berbagai jenis material logam terhadap deteksi karat.

2. Pengujian Dinamis

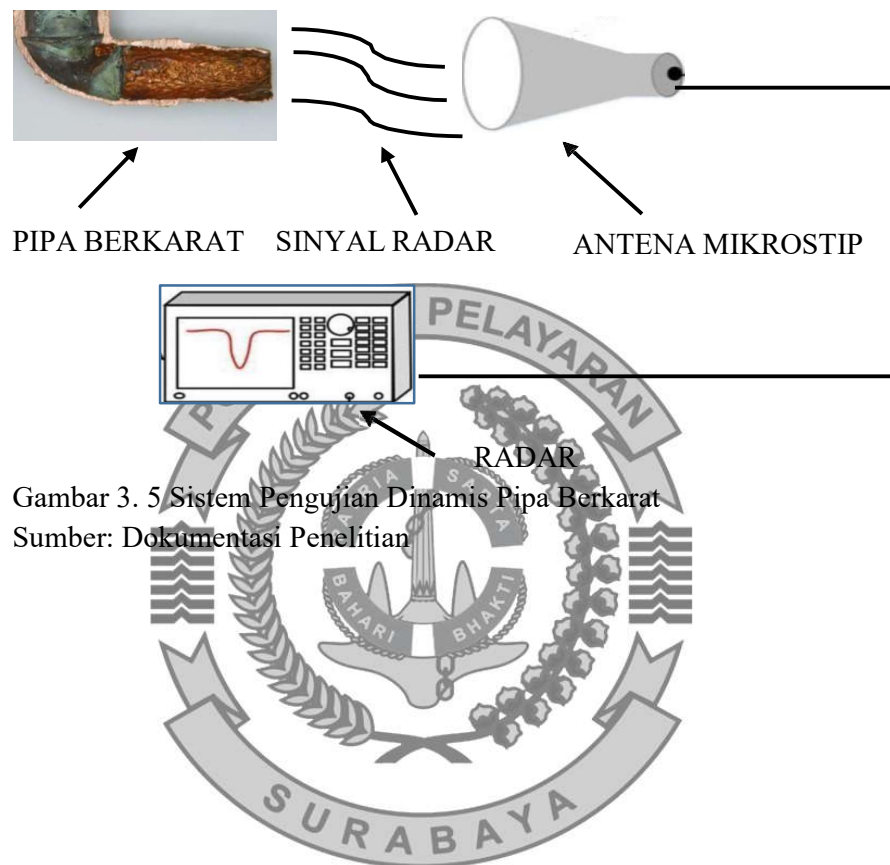
Pengujian dinamis untuk sistem pendeteksi karat melibatkan evaluasi sistem dalam kondisi yang berubah-ubah dan realistis untuk memastikan performa yang optimal. Pengujian Frekuensi: Uji respons sistem pada berbagai frekuensi untuk menentukan frekuensi optimal yang memberikan sinyal paling kuat dan jelas.

a. Sensitivitas Sinyal: Uji kemampuan sistem dalam mendeteksi sinyal pada jarak yang bervariasi.

b. Uji di berbagai posisi dan sudut untuk menentukan area *dead zone*.

c. Uji performa sistem dalam kondisi kelembapan tinggi dan suhu ekstrem untuk mensimulasikan kondisi korosi.

- d. Uji di bawah pencahayaan yang berbeda dan dalam lingkungan yang bising secara elektromagnetik.
- e. Uji sistem saat bergerak (misalnya, saat objek korosi bergerak) untuk memastikan kecepatan pembacaan yang konsisten.



Gambar 3. 5 Sistem Pengujian Dinamis Pipa Berkarat
Sumber: Dokumentasi Penelitian